Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كُتيّب الأسمدة

FERTILIZER MANUAL

إعداد

طارق إسماعيل كاخيا

رئيس الجمعية الكيميائية السورية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

١

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

القسم الأول

مقدمة وخلفية تاريخية

INTRODUCTION & BACKGROUND

. الفصل الأول : تاريخ الأسمدة الكيميائية .

. الفصل الثاني : دلائل مستقبلية في صناعة الأسمدة .

. الفصل الثالث : دور الأسمدة في الزراعة .

. الفصل الرابع : مفاهيم عامة وتعاريف .

. الفصل الخامس : المواد الأولية للأسمدة واحتياطها .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الأول

1 – تاريخ الأسمدة الكيميائية

I- History Of Chemical Fertilizers

أ- مقدمة Introduction :

منذ العصور القديمة والوسطى اهتم الإنسان كثيراً بتحسين وزيادة مردود إنتاج المحاصيل الزراعية . وذلك بإضافة العديد من المواد المعدنية أو العضوية ، واستمر الحال هكذا حتى أواخر القرن السادس عشر حيث أصبح هذا الموضوع إلى حدٍ ما تجريبي . وقد وجد بالصدفة أو عن طريق الصواب أو الخطأ بأن إضافة المخلفات العضوية والمواد المعدنية للتربة قد حسن نمو النبات وبشكل مذهل .

فعلى سبيل المثال تم استخدام روث الحيوانات والعظام المطحونة ورماد النباتات وملح البارود (نترات البوتاسيوم) والجص . ولكن ما تم الحصول عليه لم يكن متوقعاً بحيث أن المعالجة التي أفادت حقل ما قد لا يكون لها نفس التأثير على حقل آخر .

ويمكن أن نوضح الصعوبات التي واجهها العلماء الأوائل من خلال التجربة التي قام بها هلمونت Van Helmont البلجيكي في القرن السابع عشر. حيث قال واصفاً ما حدث معه :

أخذت وعاءاً خزفياً (فخارياً) ووضعت فيه 200 رطلاً من التربة المجففة في فرن ثم بللتها بماء المطر وزرعت فيها غُصنا من شجر الصفصاف يزن 5 باوند . وبعد خمس سنوات تماماً نمت الشجرة ووصل وزنها إلى 169 باوند و 3 أونصات . مع العلم أن الوعاء لم يتلق أي شيء سوى ماء المطر أو الماء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المقطر وذلك لترطيبه وعند الضرورة فقط . في النهاية قمت بوزن التربة بعد تجفيفها ثانية فوجدت أنها نقصت فقط بمقدار 2 أونصة عن الوزن الذي بدأت به .

وهكذا فإن الـ (164) رطل من الوزن الزائد للشجرة (الخشب والماء والجذر) كان من الماء فقط .

اعتبر Van Helmont نقصان (2) أونصة من وزن التربة يقع ضمن خطأ التجربة وذلك لأن الماء هو الوحيد الذي تمت إضافته ، ولأن الهواء المحيط بالنبات ليس له وزن واضح . ويبدو أن ما توصل إليه من أن الوزن الزائد قد جاء من الماء فقط يبدو معقولاً ومنطقياً لأن النظرية السائدة في ذلك الوقت كانت نظرية أرسطو الذي اعتقد أن المادة تتألف من أربعة عناصر هي : التراب والهواء والنار والماء

كما لاحظ علماء آخرون التأثير المحرضّ (المحرّك) للمواد المختلفة المضافة للتربة . تابع ولاحظ ما ذهب إليه Digby في عام 1660 حيث قال : " بمساعدة ملح البارود تمكنت من جعل الأرض القاحلة تعطي محاصيل هائلة ووفيرة ".

بتقدم علم الكيمياء واكتشاف وظهور مواد وعناصر كيميائية جديدة ، أصبح العلماء أكثر اهتماما بتحديد وتعيين ومعرفة التركيب الكيميائي للنباتات.

في أوائل القرن التاسع عشر وُجد بأن النباتات تتألف بصورة أساسية من الكربون والهيدروجين والأوكسجين . فإذا اعتبرنا أن الهيدروجين والأوكسجين قد جاءا من الماء . ولكن من أين جاء الكربون ؟ هذا السؤال قاد إلى نظرية تفكك الدبال الذي في التربة مزوداً النبات بالكربون إضافة إلى الماء الغذاء الحقيقي للنباتات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ورغم أنه تمَّ إثبات أن النبات حصل على معظم كمية الكربون من ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء ، إلاَّ أن نظرية الدبال قد استمرت ودخلت في تعديلات وتحويرات متنوعة ولسنوات متعددة .

في الوقت الذي تمَّ فيه تحديد هوية الكثير من العناصر الكيميائية أصبح العلماء مهتمين في تحديد الكمية والأهمية النسبية للعناصر المعدنية المختلفة الداخلة في تركيب النباتات حيث أعتقد في البداية أن أهمية عنصر هي بنسبة وجوده في تركيب النبات ، إلاّ أن هذه النظرية سرعان ما تمَّ دحضها (لأن لكل عنصر مهما كانت نسبته في تركيب النبات صغيرة أم كبيرة له دور أساسي في مردود وإنتاجية النبات) .

في عام 1840 أرسى Liebig أساس الصناعة الحديثة للأسمدة حيث أكد أن العناصر المعدنية يأخذها النبات من التربة لذلك لابدَّ من تجديد هذه المواد للتربة حفاظاً على خصوبتها . ورغم أن Liebig قد أدرك أهمية وقيمة النتروجين ولكن اعتقد أن النباتات تستطيع الحصول على النتروجين الخاص بها من الهواء وليس من التربة . كما حلم وطمح في إنشاء مصانع للأسمدة الكيميائية لإنتاج المغذيات مثل الفوسفات والكلس والمغنيزيا والبوتاس . وقد أوصى بمعالجة العظام بحمض الكبريت لجعل فوسفات العظام أكثر تمثلاً للنبات .

وتتلخص فلسفة Liebig في هذا المجال بما يلي :

تعتبر الزراعة السليمة الأساس الحقيقي لكل مجالات التجارة والصناعة ، وهي أساس الاقتصاد والغنى للأمم ، ولكن النظام المنطقي والمعقول والصحيح للزراعة لا يمكن أن يقوم بدون تطبيق المبادئ العلمية لأن مثل هذا النظام يجب أن يعتمد على إطلاع ومعرفة دقيقين بوسائل تغذية النبات ، هذه المعرفة التي يجب أن نسعى إليها هي من خلال الكيمياء .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ثم قدم Liebig " **قانون الحد الأدنى** " والذي لا يزال مفهوماً ومقبولاً رغم نقصه وعجزه في تحديد الدقة الكافية . ينص هذا القانون : على أنه إذا كان هناك نقصا أو عدم توفر لأحد العناصر المغذية في التربة أو الهواء فإن النمو سوف يكون ضعيفاً حتى ولو كانت العناصر الأخرى متوفرة .

وإذا ما توفر العنصر الناقص وبالنسبة التي يحتاجها النبات فالنمو عندئذٍ سوف يزداد إلى الحد الأعظمي ، وبالتالي فإن زيادة نسبة هذا العنصر في التربة عن الحد الذي يحتاجه النبات تكون غير مجدية ، وذلك كون عناصر أخرى هي الآن ضمن الحد الأدنى للتزويد وتصبح هي العامل المحدّد .

لقد تم تطوير مفهوم الحد الأدنى بحيث تعتبر العناصر الإضافية أساسية في تغذية النبات وقد امتدت لتشمل عوامل أخرى ضرورية كذلك في نمو النبات مثل : الرطوبة ، درجة الحرارة ، الضوء ، مكافحة الآفات , ومكافحة الأعشاب ، والصفات والقدرات الوراثية المختلفة للنباتات . وفي الواقع تتوقف التطورات الحديثة في المجال الزراعي على العوامل المحددة المتعاقبة وتصحيحها . ورغم أنه لا يمكن بدقة تحديد النقطة التي يمكن لعنصر أن يصبح عندها عاملاً محدداً في الوقت الذي يأخذ مكانه عنصر آخر، وقد وجدت حالات كثيرة لم يحقق فيها أحد العناصر أية استجابة للمردود بحيث يصبح هذا العنصر هاماً بعد التسميد بكميات كافية من العناصر اللازمة الأخرى وبالتالي يمكن الحصول على محاصيل مثلى ومردود عالٍ بإضافة مزيج معقد ومركب للمواد المغذية إلى جانب مدخلات أخرى .

وعلى الرغم من أن وصايا Liebig كانت مقبولة بشكل كبير إلا أن هذا لم يمنع من ظهور مدارس أخرى ازدهرت لسنوات عدة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فعلى سبيل المثال فإن رئيس مكتب الأراضي في الولايات المتحدة الأمريكية قسم الزراعة قد أكدَّ في بداية 1900 أن التربة هي المصدر الدائم الذي لا ينضب ، والذي سوف يزود النبات وللأبد بكل العناصر المعدنية المطلوبة وذلك إن تم إدارتها بشكل مناسب وصحيح . معتقداً أن الحرث الملائم ودورة المحاصيل ومنع التعرية سوف تحل كل مشاكل عدم الخصوبة . وقال أن المؤشرات الجيدة يمكن ملاحظتها من خلال استعمال السماد الناتج من مواد التربة نفسها عن طريق دورة المحاصيل المناسبة والحرث الملائم .

في الواقع إن كل أنواع التربة تحتوي على وفرة من العناصر المعدنية بالمقارنة مع المستلزمات السنوية للمحاصيل ولكن العديد من هذه العناصر المعدنية للتربة غير قابل للتمثل بشكل سريع , فإذا لم يتم إضافة المواد المخصبة (السماد) فإن إنتاج الأرض من المحاصيل الزراعية عاجلاً أم آجلاً سوف يصل إلى الحد الأدنى الذي لا يتناسب مع مردود جهد المزارع أو حتى تلبية حاجات العالم الغذائية .

ب- الأسمدة الكيميائية Chemical Fertilizers :

1- الأسمدة الفوسفاتية Phosphete Fertilizers :

إن أول سماد فوسفاتي استعمل وبشكل واسع في أوربة خلال العقد الأول من القرن التاسع عشر كان عبارة عن طحين العظام ، وعندما نقصت الكميات الواردة من عظام الحيوانات تم جمع العظام البشرية من ساحات المعارك أو أماكن الدفن .

في عام 1830 بدأت معالجة العظام بحمض الكبريت المدد حيث تتحول العظام إلى سائل كثيف لزج ، ووزع هذا المنتج في براميل خشبية على المزارع ، وأحياناً كانت تضاف أملاح البوتاسيوم أو كبريتات الأمونيوم أو نترات الصوديوم إليه وهكذا تم إنتاج وتقديم أول سماد كيميائي سائل ممزوج .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في حوالي عام 1840 وجد بأن معالجة الخامات الفوسفاتية بحمض الكبريت تعطي سماداً فوسفاتياً فعالاً . وسمّي هذا السماد بـ **سوبر فوسفات** .

وفي عام 1842 بدأ إنتاج أول سماد سوبر فوسفات تجاري وناجح على يد Lawes في إنكلترا وتبعه آخرون بحيث أنه في عام 1853 كان هناك 14 مصنعاً في إنكلترا وحدها .

وذكرت التقارير إلى وجود 80 مصنعاً في إنكلترا عام 1870 وكان العديد من المصانع المبكرة بدائية ، حيث كانت تقوم على مزج الخامات الفوسفاتية بحمض الكبريت في أوعية أو جرار كبيرة وبشكل يدوي باستخدام خلاط خشبي .

ولكن في عام 1862 استعمل Lawes خلاطاً مستمراً بطاقة تصل إلى 100 طن باليوم الواحد . وارتفع الإنتاج في بعض المصانع الحديثة إلى ما يزيد عن 100 طن / يوم . ولكن غالباً تفضل الوحدات الإنتاجية الصغيرة والمخصصة لتخديم المناطق المحلية ، لأنه يندر أن يتم شحن المنتج الفقير المحتوى إلى مسافات بعيدة .

يتلازم تاريخ إنتاج السماد الفوسفاتي المركز أو سماد السوبر فوسفات الثلاثي مع إنتاج حمض الفوسفور , ففي عام 1870 بدء بأول إنتاج تجاري في ألمانيا لسماد السوبر فوسفات المركز أو ما يعرف بثلاثي سوبر فوسفات ، حيث كان الهدف الانتفاع من صخر الفوسفات ذو النوعية المنخفضة والحاوي على نسبة عالية من الحديد والألمنيوم .

وقد تم إنتاج حمض الفوسفور المخفف جداً بمعالجة صخر الفوسفات المطحون بحمض الكبريت بطريقة الاستخلاص ثم الترشيح ، ثم رفع تركيز حمض الفوسفور بالتبخير ، ثم معالجة صخر فوسفاتي مطحون جديد بحمض الفوسفور المركز هذا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وسرعان ما تأسست وأنشأت مصانع أخرى في كل من أمريكا وأوربا . ولكن معظمها كان صغيراً ، ومعظم الإنتاج كان يستعمل في عمليات تكرير السكر بدلاً من استعماله كسماد . ولم يصبح ثلاثي سوبر فوسفات مادة سمادية هامة حتى عام 1950 حيث حلّ محل السوبر فوسفات العادي ، لأنه يحتوي على نسبة أعلى من الفوسفور، وكان يتم الإنتاج بأفضل صوره (حالاته) بالقرب من مصادر الفوسفات الخام وضمن وحدات كبيرة ومنها يتم شحن المنتج إلى مصانع الخلط المحلية أو المزارعين .

وبالرغم من أن فوسفات الأمونيوم قد عرفت منذ زمن بعيد بأنها مخصب فعال , وبأن كميات صغيرة منها قد أنتجت في بلدان متعددة من حين لآخر ، ولكنها لم يصبح مخصب رائج ومعروف حتى عام 1960 . ويعتبر سماد فوسفات الأمونيوم اليوم هو الشكل والصيغة السائدة لسماد الفوسفات في العالم كله .

أما أسمدة النتروفوسفات فقد بدأت في أوربا في عام 1930 وتطوّرت تقنيّاتها ونمت بعد ذلك بغية تحسين نوعية المنتجات ، وازدادت نسبة رواجها في أوربا كثيراً على هذا الأساس وأنشأت العديد من المصانع في بلدان أخرى، وأكثر هذه المصانع كان بطاقة إنتاجية كبيرة فاقت الـ 1500 طن / يوم .

استعمل صخر الفوسفات الخام والمطحون بشكل ناعم جداً كسماد مباشر بدون أية معالجة إلى حدّ كبير في الولايات المتحدة وروسيا والصين وفي بلدان أخرى .

إن المعلومات الأخيرة تدل وتشير إلى أن قيمة الفوسفات الخام تختلف وتتنوع بشكل كبير باختلاف صفة الصخر الخام والمحصول والتربة التي سوف يستخدم فيها . وهناك دلائل تشير إلى أنها يمكن أن تكون مصدراً نافعاً لتغطية الحاجة للفوسفور للعديد من المحاصيل النامية في الأراضي الحمضية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن المصادر المبكرة لخامات الفوسفات كانت عبارة عن توضعات صغيرة في إنكلترا ، ايرلندا ، إسبانيا ، فرنسا ، ألمانيا ، الولايات المتحدة (كارولينا الجنوبية) . ولم يدم طويلاً استغلال معظم هذه التوضعات إما لانخفاض جودتها أو أنها قد نفذت فعلاً .

والمصادر الكبرى الحالية للفوسفات هي من مناطق أخرى مختلفة في الولايات المتحدة وروسيا والمغرب العربي مع كميات صغيرة في الشرق الأدنى ومصر وتونس والجزائر وسورية والأردن وجنوب إفريقيا والبرازيل والتوغو وسينيغال وجزر الباسفيك . كما تمّ خلال السنوات الأخيرة اكتشاف توضعات فوسفاتية جديدة عديدة ضخمة يمكن أن نسمي بعضهاً منها في كل من استراليا والبيرو والجزيرة العربية وفنزويلا وكولومبيا وإيران والهند . هذه التوضعات تحمل إمكانيات هامة لإنتاج فوسفات عالية الجودة . حتى أن المرء ليتساءل فيما إذا كانت اكتشافات أخرى ستتبعها أيضاً .

2- الأسمدة النتروجينية Nitrogen Fertilizers :

لسنوات عديدة كانت الحاجة لتزويد النبات بالنتروجين تعتبر ذات أهمية ثانوية رغم التعرف وإدراك الدور الأساسي والهام للنتروجين في إنتاج المحاصيل . اعتبرت المصادر الطبيعية للنتروجين والتي تأتي من إتباع نظام دورة المحاصيل الزراعية كافية ومناسبة حيث أنها تقوم بتثبيت النتروجين المنحل بماء المطر . (حوالي 5 كغ لكل هكتار) . كما أن بعض المحاصيل القرنية كالفول والحمّص وغيرهما تقوم بتثبيت النتروجين الجوي ولذا لابد من إدخالها في دورة المحاصيل الزراعية ، هذه المصادر الطبيعية يتم دعمها بكميات صغيرة من الأسمدة النتروجينية مثل سماد الجوانو Guano ونترات الشيلي والفضلات العضوية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من المعروف أن الفحم الحجري يحتوي على 1 % نتروجين ، وحوالي نصف كمية النتروجين هذه تنطلق كمنتج ثانوي على شكل أمونيا من أفران فحم الكوك . وخلال الجزء الأخير من القرن التاسع عشر أصبحت هذه الأمونيا مصدراً هاماً لسماد النتروجين , حيث كان معظمها يحوّل إلى كبريتات الأمونيوم ، أما الجزء الأصغر كان يتم تقديمه على شكل محلول ممدد للأمونيا. إن الزيادة السكانية أعطت الدليل ووضحت أن حاجات العالم للغذاء يمكن مواجهتها وتلبيتها عن طريق التموين المتزايد للنتروجين المثبت . ولهذا قامت البحوث والاختبارات والتجارب في بلدان عدة على موضوع الاستفادة من تثبيت نيتروجين الهواء .

وعلى هذا الأساس ظهرت ثلاث عمليات ناجحة على مستوى تجاري :

أ- ففي عام 1903 تم إدخال عملية القوس الكهربائي Arc تجارياً في النرويج والتي تعتمد على اتحاد نيتروجين الهواء بأوكسجينه لتشكل أحادي أكسيد النيتروجين NO في درجات حرارة القوس الكهربائي العالية (حوالي 3250 °م) . وعند تخفيض درجة الحرارة يتفاعل أحادي أكسيد النيتروجين مع زيادة من الأوكسجين لتشكيل ثنائي أكسيد النيتروجين NO_2 الذي ينحل بالماء وبوجود زيادة من الهواء لتشكيل حمض النتريك HNO_3 . وهذا الأخير يحوّل إلى نترات الكالسيوم وذلك بتفاعله مع الحجر الكلسي .

ب- في نفس الوقت كانت قد اكتملت عملية تحضير سيانواميد الكالسيوم Calcium Cyanamid حيث يتم أولاً إنتاج كاربيد الكالسيوم وذلك بتفاعل الكلس مع فحم الكوك في فرن كهربائي ثم تحويل كاربيد الكالسيوم إلى سيانواميد الكالسيوم $CaCN_2$ عن طريق تفاعله مع النتروجين النقي المستخلص من الهواء , وسيانواميد الكالسيوم هذا يمكن أن يستعمل مباشرة كسماد مخصب أو أن يحلمأ Hydrolyzed لتشكل الأمونيا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

جـ- إن عملية تثبيت النتروجين الجوي بطريقة القوس الكهربائي أو بطريقة سيانواميد الكالسيوم لا تعتبر اقتصادية إلا إذا كان سعر وكلفة الكهرباء رخيصة جداً . ولذلك حلت طريقة التصنيع المباشر للأمونيا من النتروجين والهيدروجين بدلاً عن الطريقتين السابقتين المكلفتين . ولقد أنجزت هذه الطريقة بنجاح وعلى مستوى تجاري في ألمانيا عام 1913 ثم أنشأت بعد الحرب العالمية الأولى عدة مصانع في ألمانيا وغيرها من البلدان لإنتاج الأمونيا . ومعظم هذه المصانع تعتمد على مزيج النتروجين والهيدروجين الناتج من تفاعل فحم الكوك مع بخار الماء والهواء .

وكانت مصانع الأمونيا الأولى صغيرة ولا تتجاوز الطاقة الإنتاجية في كل منها عن 50-25 طن / يوم ولذا بقيت تكاليف إنتاج الأمونيا باهظة وغالية الثمن كسماد . كما أن معظم كميات الأمونيا المنتجة كانت تستخدم لإنتاج المتفجرات أو المواد الكيميائية الصناعية ، ولذا بقي استعمالها كسماد ضئيلاً .

ولكن التحسينات المتعاقبة في إنتاج الأمونيا قد خفضت الكلفة إلى الحد الذي أصبح فيه استعمالها لصناعة الأسمدة مناسباً واقتصادياً . ومن تلك التحسينات الاستفادة من تحطيم النفتا لتوليد الغاز الصناعي (نتروجين – هيدروجين) وما تبع ذلك من زيادة درجة ومعدل وطاقة التشغيل والإنتاج والتي ارتفعت لأكثر من 1500 طن / يوم في بعض المصانع .

وفي نفس الوقت الذي كانت فيه كبريتات الأمونيوم ونترات الكالسيوم ونترات الصوديوم (15-20 % N) تستعمل كسماد فقد حلت نترات الأمونيوم (34 % N) محله كل منها وأصبحت سماداً هاماً منذ عام 1940 وأصبحت المثال الرائد للأسمدة النيتروجينية .

إلا أنه وفي عام 1960 أصبح إنتاج اليوريا (46 % N) النموذج الرائد والأفضل وقد نما بشكل سريع .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كما أن استعمال الأمونيا في التربة مباشرة (82 % N) إما على شكل محلول مائي قد تطور بسرعة كبيرة في بعض البلدان وربما يصبح هو الرائد الأفضل للأسمدة النيتروجينية في المستقبل .

3- الأسمدة البوتاسية Potash Fertilizers :

إن المصادر المبكرة للبوتاسيوم كانت رماد الأخشاب والنباتات ونفايات الشمندر السكري وملح البارود (نترات البوتاسيوم الطبيعية) .

ثم تم الكشف عن توضعّات ملح البوتاس الطبيعية في ألمانيا عام 1860 م وسيطرت على السوق العالمية لمدة 75 عام .

وكانت التوضعّات الخامية ذات الدرجة المنخفضة وغير المكررة مثل أملاح الدمن – المزابل Manure – (20-25 % K_2O) والكاينيت Kainite (19 % K_2O) هي المصادر الأولى . ومع تطور طرق التكرير بشكل تدريجي زاد معدل نسبة K_2O في المنتجات التجارية . ويعتبر كلور البوتاسيوم اليوم (60-62 % K_2O) هو المنتج الأساسي والرئيسي ، كما تعتبر كبريتات البوتاسيوم ونترات البوتاسيوم هي الأسمدة البوتاسية الرئيسية غير الكلورية . ولكن نظراً لغلاء ثمنها فإنها لا تستعمل إلا للمزروعات والتربة التي لا يناسبها الكلور ، لأن كلور البوتاسيوم أرخص ثمناً منها .

ثم اكتشفت رواسب هامة للبوتاسيوم في بلدان أخرى ، وبدأ الإنتاج في فرنسا في عام 1910 وفي إسبانيا عام 1925 وفي روسيا عام 1930 وفي الولايات المتحدة عام 1931 وفي كندا 1965 . وهناك توضعات كبيرة لم تستغل بعد وتوجد في أماكن أخرى وربما أمكن الانتفاع بها مستقبلاً .

4– مواد سمادية أخرى Other Nutrients :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يعتبر الجص Gypsum (كبريتات الكالسيوم) أحد الأسمدة المكتشفة مبكراً والهامة حيث يقدم للنبات الكبريت والكالسيوم . وقد نشأ استعماله وبدأ عندما لاحظ عامل بناء ألماني أن كميات صغيرة من الجبس المنسكبة من عربته ذات العجلة الواحدة قد جعلت العشب على طول طريق العربة يصبح أخضراً وغضاً . ومن ثم أصبح الجبس في الزراعة معروفاً باسم "جص الأرض" وبعد ذلك استخدم السوبر فوسفات وكبريتات الأمونيوم لتزويد النباتات بكميات كافية ووافية من الكبريت ، رغم أن الهدف الأول لهذه المركبات هي تأمين الفوسفور والنيتروجين .

وبالمثل فإن خبث المعادن ومخلفات الأفران العالية قد استعملا بشكل واسع وكبير في أوربا بسبب محتواها الفسفوري إلى جانب الكالسيوم والعناصر المغذية الصغرى Micronutrients بمختلف أنواعها .

في أغلب الدول الصناعية تنطلق ملايين الأطنان من الكبريت الناتج عن احتراق الوقود إلى الهواء الجوي على شكل غاز كبريتي SO_2 ومن ثم تسقط مع المطر مزودة النباتات بما تحتاجه من الكبريت (بغض النظر عما تحدثه من تلف كبير للغابات والمزروعات لكونها ذات تركيز حمضي مرتفع ضار بالنباتات) .

وباعتبار أن عملية إزالة غاز الكبريتي SO_2 من غازات الاحتراق في المصانع أصبحت واسعة الانتشار بغية منع تلوث الهواء فإننا قد نحتاج إلى تأمين كمية أكبر من الكبريت في السماد . حيث أنه من المعروف حالياً أن الأراضي في المناطق غير الصناعية أو الأقل صناعية تحتاج إلى كمية من الكبريت للزراعة أكثر في الأراضي المجاورة للمناطق الصناعية .

يستخدم الحجر الكلسي والدولوميت بشكل واسع لتزويد النباتات بالكالسيوم والمغنزيوم عند الحاجة إلى هذين العنصرين . بالإضافة إلى مركبات المغنزيوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأخرى مثل سيليكات المغنزيوم والبروسيت المكلس Calcined Brucit (MgO) وكبريتات المغنزيوم واللانغبينيت Langbenite (K_2SO_4 , $2MgSO_4$) .

إن أهمية معظم العناصر التي تحتاجها النباتات بكميات ضئيلة Micronutrients لم يعرف حتى القرن العشرين باستثناء الحديد حيث اكتشف Gtis الفرنسي عام 1844 أن نقص الكلوروفيل لبعض النباتات يمكن أن يعالج برشها بأملاح الحديد .

ورغم أن Liebig لاحظ وجود المنغنيز في رماد النباتات ولكنه قد شك بأنه عنصر مغذي للنبات واستمر هذا الاعتقاد حتى عام 1905 حتى اكتشف وعُرف أن المنغنيز عنصر أساسي وضروري لنمو النباتات .

ومن ثم تبعه النحاس والبورون في عام 1920 ، والزنك (التوتياء) حوالي 1930 والموليبدنيوم 1939 والكلور 1954 .

وما تزال هناك عناصر أخرى تبدو لأول وهلة ليس هامة وضرورية بشكل كبير ولكنها قد تصبح في بعض الحالات ضرورية لزيادة إنتاج المحاصيل أو تحسين النوعية وكمثال يضرب في هذا المجال هناك السيليكون والصوديوم والكوبالت .

5- الأسمدة المركبة Compound Fertilizers :

معظم المجربين الأوائل في مجال الأسمدة المركبة أمثال Mutty و Liebig قد عملوا بخلطات حاوية على مواد مغذية متنوعة وعديدة ، إلا أنه لم ينتشر استعمالها على نطاق واسع حيث كان علم صناعة الأسمدة في أوربا يعتبر أن المهمة الأساسية هي إنتاج الأسمدة المفردة الصرفة ، والتي يحتوي السماد منها على عنصر مغذٍّ واحد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وعلى النقيض من ذلك فإن التطورات المبكرة لصناعة الأسمدة في الولايات المتحدة كانت تهتم فقط بالأسمدة المركبة ، وكان الاتجاه السائد هو تأمين -80) (% 90 من الفوسفات والبوتاسيوم ونسب صغيرة من النيتروجين في الأسمدة المركبة والتي قد تحتوي أيضاً على العناصر السمادية الثانوية أو الصغرى , أما معظم النيتروجين الذي يحتاجه النبات فكان يقدم مباشرة كمادة صرفة (غير مخلوطة) . وفي اليابان كما في أوروبا فإن الاتجاه السائد هو زيادة نسب الأسمدة المركبة .

إن السبب في زيادة نمو ورواج الأسمدة المركبة إلى أن المزارعين لم يعد لديهم الوقت الكافي أو الرغبة في استعمال الأسمدة المتنوعة المفردة بشكل منفصل وكل على حدة من جهة ، كما أنه ليس عندهم الكفاءة والقدرة على معرفة نسبة الخلط والمزج من جهة أخرى .

وأصبحت الصيغ والتشكيلات للأسمدة المركبة المعقدة أكثر توسعاً وتنوعاً . فلكل نبات ولكل محصول تركيبة سمادية مركبة خاصة تعطي أعلى مردود وإنتاجية .

إلاَّ أن هذا لم يمنع من أن يستعمل النيتروجين منفصلاً (وخاصة أن النبات يحتاجه على مراحل خلال فترة نمو) . وذلك للحصول على نتائج أفضل من جهة ، وأن كمية النيتروجين الموجودة في بعض المواد النيتروجينية الصرفة (غير المركبة) كالأمونيا اللامائية هي أرخص من الكمية نفسها فيما لو وجدت في الأسمدة المركبة من جهة ثانية .

في البداية كانت الأسمدة المركبة تحضر وتصنع بالمزج البسيط للمواد ذات المحتوى الفقير بالعناصر المغذية مثل الغوانو Guano والسوبر فوسفات وكبريتات الأمونيوم وكلور البوتاسيوم ومخلفات المواد العضوية المتخمرة ، وغالباً

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يضاف إلى هذا المزيج الحجر الكلسي المطحون كمادة مالئة وليعدّل من حموضة السوبر فوسفات .

في عام 1930 أدخلت طريقة معالجة السوبر فوسفات بالأمونيا حيث أن المركب الناتج يزوّد النبات بالنيتروجين اللازم وبشكل اقتصادي ويحسن الصفات الفيزيائية للسوبر فوسفات . وبإضافة هذا المركب في خلطات السماد المركب يمكن الاستغناء عن إضافة مخلفات المواد العضوية المتخمرة (والتي قد استغني عنها لأسباب عديدة منها : اكتشاف استخدام أهم لها . فعلى سبيل المثال : كسبة بذرة القطن والتي كانت تخمّر وتستعمل كسماد نيتروجيني أصبحت الآن أكثر قيمة كعلف للمواشي والحيوانات) كما يمكن الاستغناء أيضاً عن إضافة المواد المالئة للسماد المركب

إن زيادة استعمال المعدّات والآلات الزراعية الميكانيكية من قبل المزارعين ، دعت إلى استخدام مواد ذات جريان وتدفق سهل وحرّ ، ومن هنا بدأ الاتجاه لإنتاج السماد المحبب وأصبح معروفاً وشائعاً منذ عام 1950 وساعدت الأسمدة المركبة على استبدال السوبر فوسفات العادي بالسوبر فوسفات الثلاثي ، واستبدال نترات الصوديوم أو كبريتات الأمونيوم بنترات الأمونيوم أو اليوريا ومؤخراً تمّ إدخال حمض الفوسفور الحر والأمونيا في تركيبة السماد والحصول على نتائج أفضل .

لم تعد عملية تحضير الأسمدة المركبة عملاً ميكانيكياً سهلاً وبسيطاً ولكنها أصبحت عملية هندسية كيميائية معقدة ، ولهذا فإن اقتصا ديتها تعتمد على عمليات تشغيل بطاقات إنتاجية عالية ، ولذلك فإن أصحاب المصانع المحلية ذات الطاقات الصغيرة توسعوا وتحولوا إلى أصحاب مصانع إقليمية ضخمة أو أصبحوا تجاراً وبائعين وإما تركوا العمل نهائياً ، أو أنهم تحولوا إلى عمليات خلط الأسمدة السائبة (غير المعبأة Bulk) , حيث إن عملية خلط

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأسمدة السائبة أصبحت معروفة وشائعة في بعض البلدان لأنه عن طريقها يستطيع المنتج المحلي أن يزود المزارع بما يحتاجه من أسمدة مركبة بمعدات وتجهيزات بسيطة وكلفة أقل . حيث أن الأسمدة المحببة ، مثل فوسفات ثنائية الأمونيوم ونترات وكبريتات البوتاسيوم والأمونيوم أو اليوريا قد أنتجت من قبل شركات ضخمة تمتلك الكفاءات والقدرات للتصنيع الكيميائي والتحبيب وضمن تكاليف منخفضة للمواد الأولية .

هذه المواد تشحن بشكل سائب (غير معبأ) إلى المصانع التي تقوم بمزجها بالنسب التي توافق كل مزارع وكل محصول . ومن ثم تقوم تلك المصانع بتقديم الكثير من الخدمات للمزارعين .

إن نجاح هذا النظام يعتمد إلى حدّ كبير على التكاليف المنخفضة للنقل والشحن والتفريغ بين المصنع الكبير المنتج والمصنع الذي يقوم بالخلط ومراكز الاستهلاك . فكلما كانت كلفة النقل والشحن قليلة كلما كانت هذه العملية اقتصادية وناجحة ، ولذلك أحياناً تقام مصانع الخلط قرب الطرقات العامة أو السكك الحديدية أو المرافئ البحرية حيث يكون النقل البحري متاحاً بين نقاط الممرات المائية .

جـ- زراعة مكثفة أكثر More Intensive Agriculture :

إن التبدلات والتغيرات في الزراعة وأساليبها لم تكن أقل تأثيراً وأهمية من التطورات في مجال تكنولوجيا الأسمدة ، وهذه التبدلات لعبت دوراً كبيراً في زيادة الطلب على الأسمدة ، في الوقت الذي كان فيه عدد سكان العالم نسبياً قليلاً وصغيراً ، وكانت الأراضي والعمل وفيرين بغزارة ، فكانت الحاجة صغيرة لزيادة مردود إنتاج الهكتار الواحد من المحاصيل الزراعية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فعلى سبيل المثال : وفي بداية القرن العشرين كان قرابة نصف المزارع في الولايات الثلاث عشر الأصلية في الولايات المتحدة قد تُركت وهجرت وتحرك المزارعون والمهاجرون باتجاه أراضي جديدة أكثر غنى في وديان أوهايو والمسيسبي . وكانت في ذلك الوقت الأسمدة الكيميائية غالية جداً بحيث أنها لاتستعمل إلا فقط للمحاصيل ذات القيمة النقدية المرتفعة مثل القطن والتبغ

في بعض الحالات استعادت الأراضي الزراعية المهجورة هذه جزء من خصوبتها الأصلية من خلال طرق وعمليات طبيعية ، حيث أن جذور الأشجار تصل إلى العمق في طبقات الأرض السفلى وذلك للحصول على زادها من العناصر المعدنية ، وتتجمع الأوراق والأغصان المتساقطة في طبقات التربة العليا . كما تطلق الصخور المتحللة بالعوامل الجوية عناصرها المعدنية بشكل أكثر نفعاً وإتاحة . وعملية التثبيت والتجديد الطبيعية الجيولوجية منها والبيولوجية تعتبر الأساس لرفع نسبة النيتروجين والعناصر السمادية الأخرى في التربة البور المتروكة . وفي حالات أخرى يمكن أن تسبب التعرية القاسية للتربة ضرراً يفوق ما تصلحه الطبيعة . كما قد زرعت الأراضي الغنية لوادي الميسيسيبي لمدة تتراوح بين 100-75 عام بدون تسميد ، أما مزارع هذه الأيام وحتى تلك قبل 50 سنة فقد كانت لحد كبير مورد رزق وكانت تحوي حيوانات الجر للنقل والحراثة وغيرها . أما حيوانات المزرعة الأخرى فكانت تقدم اللحم والبيض والحليب والزبد . ويستفاد من فضلاتها وروثها بإضافته للتربة بعد التفسخ ومزجه مع فضلات وبقايا المحاصيل الأخرى إضافة إلى النباتات ذات الثمار القرنية كالفول والبازلياء ، وكذلك البرسيم والفصة إذا أدخلت ضمن الدورة الزراعية وحرثت الأرض , كل ذلك كان يضمن ويؤمّن النيتروجين وبقية العناصر السمادية اللازمة للمزروعات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نصح كيرل هوبكنز Cyril Hopkins عام 1913 م في كتابه الشهير (المزرعة التي لن تبلى) وأوصى بنظام زراعي يصون ويحفظ المواد المغذية للتربة عن طريق إرجاع وإضافة بقايا المحاصيل وفضلات الحيوانات والدمن الأخضر إلى الأرض الزراعية . وبما أن مخلفات المزرعة تعتبر فقيرة بالفوسفور والكالسيوم فقد نصح بإضافة الصخر الفوسفاتي المطحون مرة كل 10-5 سنوات ، وكذلك إضافة الحجر الكلسي المطحون كلما دعت الحاجة والضرورة إليه .

كما حذر من استعمال الأسمدة الكيميائية بسبب ارتفاع تكلفتها وتأثيرها الآني الزائل ، وعلى سبيل المثال كانت كلفة السوبر فوسفات في ذلك الوقت أربعة أمثال كلفة الصخر الفوسفاتي المطحون . وأعطى هوبكنز أمثلة عن الطريقة التي يمكن منها لنظامه أن يزيد من الأرباح والفوائد للمزرعة ، وفعلاً كان هذا النظام مفيداً ضمن الشروط السائدة قبل 65 سنة حيث أصبحت المحاصيل ذات مردود أفضل من المعدل العادي حينذاك ، ولكنها ما تزال منخفضة وفقاً لمقاييس يومنا الحالي . لقد مرت الكثير من البلدان بهذه الحالة حيث كانوا يتركون الأرض ذات المردود المنخفض لتجدد نشاطها وتعيد خصوبتها الأرضية مستثمرين بدلاً عنها أراضي جديدة .

كل هذه الأمور كانت حينئذٍ كافية واقتصادية من حيث قدرتها على تزويد البشر بحاجاتهم الغذائية . أما اليوم وبسبب النمو السكاني الكبير والسريع ، فقد ترك هذا الخيار وتم الاتجاه إلى رفع إنتاجية الهكتار الواحد بشتى الطرق الممكنة لكثير من البلدان النامية كما كان عليه الحال في البلدان المتطورة . ولهذا فإن زيادة استعمال الأسمدة أصبح أمراً ضرورياً وحاجة ماسة للزراعة التكثيفية ، وخاصة أنه قد تم الاستغناء وعدم الاعتماد على حيوانات الجرّ لدخول الآلات الزراعية بدلاً عنها . بالإضافة إلى أن المخلفات الزراعية أصبحت تستعمل لأمور أخرى، ومعنى هذا انخفاض نسبة مخلفات المزرعة التي تضاف للأرض

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبالتالي انخفاض نسبة النيتروجين ، والمواد المغذية الأخرى التي تعاد إلى التربة ولذا لابد من تعويضها عن طريق استعمال الأسمدة الكيميائية لزيادة إنتاجية ومردود الأرض الزراعية .

إن العلامة البارزة ونقطة التحول في مجال التكثيف الزراعي كان في تطوير أنواع مختلفة وعالية المردود في محاصيل الحبوب حيث بدأ في الثلاثينات من هذا القرن تطوير أصناف مهجنة من الذرة وقد لعب ذلك دوراً هاماً ورئيساً في زيادة المردود وأيضاً تم تطوير أنواع ملائمة للشروط المناخية مثل (مقاومة الجفاف– والنضج المبكر) مع زيادة المساحات المزروعة ، وتبع ذلك تحسين أنواع مختلفة من بذور القمح والرز إضافة إلى أنواع أخرى من المحاصيل الزراعية ، وهذه الأنواع المحسنة من البذور ذات استجابة عالية للأسمدة وكانت عاملاً أساسياً في زيادة استخدام الأسمدة . ولا تزال الأبحاث مستمرة لإنتاج بذور ونباتات مهجنة ومحسنة أفضل .

المراجعة الإحصائية لتطور إنتاج واستهلاك الأسمدة وذلك من عام 1950-1976 :

Statistical Review Of Growth in Fertilizer Production and Consumption : 1950-1976

إن الإحصائيات التي تظهر تطور الإنتاج والاستهلاك السنوي للأسمدة الأساسية للبلاد المتطورة والنامية للأعوام 1950-1976 موضحة في الجدولين (1 و (2) . والجدول رقم (3) يظهر المجموع العالمي بما في ذلك التقييمات التمهيدية لعام 1987 . تبين الجداول الإنتاج والاستهلاك حسب العناصر المغذية (K_2O, P_2O_5 , N) وحسب الحالة الاقتصادية للبلد (متقدمة أو نامية) .

إن الإنتاج العالمي قد ازداد من حوالي 14 مليون طن في عام 1950 إلى 105 مليون طن في عام 1976 وذلك كما هو موضح في الشكل (1) . وذلك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بمعدل زيادة سنوية قدرها 7.8 % . وللوهلة الأولى يتبين لنا أنه ليس هناك اتجاه أو ميل واضح في نسبة الزيادة ولكن 7.8 % لـ 14 مليون طن هي 1,1 مليون طن . بينما 7.8 % لـ 92 مليون طن هي 7.2 مليون طن . وهكذا يبدو لنا أن الميل باتجاه زيادة الإنتاج مقدرة بالأطنان .

إن معدل ونسبة زيادة إنتاج الأسمدة النتروجينية كان أسرع من الفوسفاتية أو البوتاسية وذلك كما هو موضح في الشكل (2) والجدول (4)

خلال فترة 26 سنة (أي ما بين 1950-1975) زاد إنتاج الأسمدة النيتروجينية إلى أكثر من 10 مرات عما كان عليه ، بينما ازداد إنتاج الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية بمعدل 4, 4 و 5,6 مرة على التوالي .

كما نلاحظ أن معدل ونسبة الزيادة المئوية في البلدان النامية هي أعلى منها للبلدان المتقدمة ، ولكن كمية الإنتاج مقدرة بالأطنان في البلدان المتقدمة كان أعظم منها في البلدان النامية وخلال الفترة الواقعة بين (1971-1975) ازداد الإنتاج في البلدان النامية بمعدل 64 % و 24 % للبلدان المتقدمة . مع ذلك كانت الزيادة مقدرة بالأطنان في إنتاج البلدان المتقدمة أكبر بحوالي 3 أضعاف عنها في البلدان النامية وبشكل تقريبي 5 1 مليون طن مقابل 5 مليون طن . كما تضاءلت الأسعار إلى المستوى الأكثر معقولية ، أما الاستهلاك فقد ارتفع ثانية كما هو موضح في الجدول (3) .

وفي كل سنة كان الإنتاج يفوق الاستهلاك بكميات تتراوح ما بين% 1-10 وقد بلغ معدل الاختلاف للسنوات العشر الممتدة ما بين (1965-1974) مقدار 5.3 % مقارنة بـ 3.8 % للسنوات الخمسة عشر التي سبقتها ، وهذه الاختلافات تشير إلى أن نسبة التفاوت تزداد ، وهذه المسألة ذات أهمية تستدعي الوقوف عندها وتأملها لأن المفروض في بعض الأحيان أن يكون الاستهلاك والإنتاج في توازن ومتساويان بينما نرى أن الإنتاج قد فاق الاستهلاك حتى في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فترات النقص الحادة . ولهذا فإنه عند التخطيط للإنتاج أو الإعداد لمواجهة أهداف الاستهلاك المستقبلية يجب أن يسمح بخسارة ظاهرية بمقدار 5 % ونسبة هذه الخسائر تختلف من بلد لآخر وذلك اعتماداً على نظام كتابة التقارير ونظام التوزيع فيها .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Table 1. World Fertilizer Production –Historical Data, 1950-1976 (Millions Of Tons)

	Developing Countries					Developed Countries			
	N	P_2O_5	K_2O	NPK		N	P_2O_5	K_2O	NPK
1950	0.35	0.27	0.01	0.63		3.73	5.59	4.21	13.5
1951	0.43	0.34	0.02	0.79		4.25	5.93	4.94	15.1
1952	0.45	0.36	0.02	0.83		4.49	6.13	5.40	16.0
1953	0.51	0.37	-	0.88		5.02	6.16	5.87	17.1
1954	0.59	0.41	0.01	1.01		5.59	6.60	6.32	18.5
1955	0.58	0.45	0.02	1.05		6.29	7.34	6.84	20.5
1956	0.59	0.54	0.04	1.17		6.94	7.71	7.14	21.8
1957	0.72	0.56	0.06	1.34		7.49	7.94	7.65	23.1
1958	0.77	0.60	0.09	1.46		8.24	8.20	7.66	24.1
1959	0.86	0.64	0.10	1.60		9.00	8.68	8.17	25.9
1960	0.93	0.72	0.12	1.77		9.43	9.24	8.61	27.3
1961	1.04	0.79	0.14	1.97		10.37	9.56	8.68	28.6
1962	1.14	0.76	0.14	2.04		11.12	9.86	9.25	30.2
1963	1.43	0.85	0.16	2.44		12.2	10.5	9.69	32.4
1964	1.72	1.01	0.19	2.92		13.8	11.7	10.6	36.1
1965	2.02	1.15	0.30	3.47		15.4	12.7	11.8	39.9
1966	2.24	1.30	0.39	3.93		17.7	14.2	13.4	45.3
1967	2.49	1.48	0.38	4.35		19.8	15.3	14.1	49.2
1968	2.79	1.75	0.41	4.95		22.4	16.0	14.8	53.2
1969	3.44	2.01	0.43	5.88		24.9	16.3	15.4	56.6
1970	4.07	2.32	0.59	6.98		26.1	17.0	16.1	59.2
1971	4.59	2.59	1.00	8.18		28.3	18.2	16.9	63.4
1972	5.61	3.11	1.13	9.85		29.3	19.3	18.3	66.9
1973	6.61	3.54	1.22	11.4		31.2	20.1	19.0	70.3
1974	7.24	3.97	1.10	12.3		33.3	21.2	21.1	75.6
1975	7.99	4.22	1.25	13.5		34.3	21.5	22.5	78.3
1976	9.17	4.25	1.31	14.7		34.8	20.5	22.2	77.5

Source : UNIDO , " Draft World-Wide Study of the Fertilizer Industry

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABEL 2. WORLD FERTILIZER CONSUMPTION - HISTORICAL DATA, 1950-76 (MILLIONS OF TONS)

	Developing Countries				Develo	
	N	P_2O_5	K_2O	NPK	N	P_2O_5
1950	0.56	0.36	0.09	1.01	3.19	5.41
1951	0.59	0.41	0.11	1.12	3.73	5.81
1952	0.68	0.48	0.14	1.30	4.01	5.77
1953	0.87	0.51	0.15	1.53	4.60	6.06
1954	0.96	0.60	0.19	1.75	5.16	6.51
1955	0.94	0.60	0.23	1.78	5.69	7.14
1956	1.24	0.66	0.27	2.17	5.82	7.45
1957	1.45	0.76	0.31	2.52	6.19	7.68
1958	1.58	0.83	0.35	2.76	6.69	7.87
1959	1.81	0.86	0.38	3.04	7.47	8.38
1960	1.95	0.94	0.42	3.31	7.80	8.90
1961	2.45	1.05	0.54	4.04	8.51	9.03
1962	2.49	1.10	0.54	4.12	9.15	9.51
1963	2.77	1.27	0.58	4.61	10.4	10.1
1964	3.33	1.47	0.68	5.48	11.7	11.0
1965	3.65	1.58	0.73	5.95	12.8	12.2
1966	4.23	1.77	0.84	6.84	14.7	13.0
1967	5.33	2.11	1.00	8.44	16.5	13.9
1968	5.51	2.34	1.12	8.97	18.5	14.5
1969	6.80	2.81	1.34	11.0	19.7	15.2
1970	7.70	3.25	1.47	12.4	21.0	15.6
1971	8.77	3.51	1.80	14.1	23.0	16.3
1972	9.45	4.09	1.93	15.5	23.8	17.0
1973	10.6	4.59	2.24	17.4	25.2	18.0
1974	11.4	5.34	2.61	19.3	27.3	18.9
1975	11.7	5.49	2.85	20.0	27.2	17.4
1976	12.8	5.53	2.73	21.1	30.4	18.6

Source: UNIDO , " Draft World-Wide Study of the Fertilizer Industry: 1975-2000, "December 1976. Data for 1976 from FA

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABEL3. TOTAL WORLD FERTILIZER PRODUCTION AND CONSUMPTION

Tons of $N + P_2O_5 + K_2O \times 10^6$

Year	Production	Annual Increase, %	Consumption	Differ
1950	14.13		13.61	0.5
1951	15.89	12.5	15.12	0.7
1952	16.83	5.9	15.90	0.9
1953	17.98	6.8	17.43	0.5
1954	19.51	8.5	18.95	0.5
1955	21.55	10.5	20.68	0.8
1956	22.97	6.6	21.97	1.0
1957	24.44	6.4	23.22	1.2
1958	25.56	4.6	24.36	1.2
1959	27.50	7.6	26.44	1.0
1960	29.07	5.7	27.81	1.2
1961	30.57	5.2	29.54	1.0
1962	32.24	5.5	30.92	1.3
1963	34.84	8.1	33.91	0.9
1964	39.02	12.0	38.58	0.4
1965	43.37	11.2	41.25	2.1
1966	49.23	13.5	45.94	3.2
1967	53.55	8.8	50.94	2.6
1968	58.15	8.6	54.87	3.2
1969	62.48	7.4	59.30	3.1
1970	66.18	5.9	62.90	3.2
1971	71.58	8.2	68.30	3.2
1972	76.75	7.2	72.00	4.7
1973	81.70	6.4	77.00	4.5
1974	87.90	7.6	83.60	4.3
1975	91.70	4.4	81.60	9.9
1976	93.88	2.4	89.70	4.1
1977	99.25	5.7	95.95	3.3
1978	105.39	6.1	99.39	6.0
Average		7.3		

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن أسباب هذه الخسارة متعددة وتستحق أخذها بعين الاعتبار وذلك لأن 5 ملايين طن من العناصر السمادية هي أكثر من 10 ملايين طن من المواد الأولية . وعادة فإن النقص الواضح للاستهلاك عن الإنتاج يمكن أن يوضح بالزيادة في المخزون ونظام التوزيع وهذا صحيح إلى حدّ ما ، ولكن إذ أخذنا بعين الاعتبار الاختلاف المتراكم بين الإنتاج والاستهلاك للسنوات الست والعشرون المذكورة في الجدول والتي هي بحدود 58 مليون طن من العناصر السمادية أو ما ينوف عن 150 مليون طن من المواد الأولية فإنه من غير المعقول أن يفسر هذا الاختلاف في الزيادة في المخزون .

والتفسير المقبول لهذا الاختلاف يعود إلى الاختلافات والتناقضات في صحة التقارير المقدمة من أجهزة الإحصاء ، أو إلى الخسائر في الخزن والتوزيع للتسرب والسيلان والسلب . إضافة إلى الخسائر التي تعزى إلى الدمار والخراب والحرائق والفيضانات . كما يمكن أن تكون الأسمدة غير صالحة للاستعمال بسبب تعرضها وكشفها لعوامل الطقس أو الجو الرطب أو بسبب تلوثها أثناء الشحن والتخزين .

أخيراً فإن العديد من الأسمدة يمكن أن يستخدم في مجالات متعددة أخرى مثل الإضافة للطعام أو الأعلاف أو مقاومة الحرائق وإزالة الثلوج ولاستعمالات كيميائية أخرى .

في عام 1976 بلغ الإنتاج في البلدان النامية 14.7 مليون طن من N P K بينما الاستهلاك 21.1 مليون طن . فإذا أضفنا النسبة المسموح بها من الخسارة وهي 2 % معنى ذلك أنه يجب رفع الإنتاج إلى 22.2 مليون طن من أجل التوازن بين الاستهلاك والإنتاج وهكذا فإن العجز الصافي هو 7.5 مليون طن وقد قوبل هذا العجز بالاستيراد من البلدان المتقدمة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

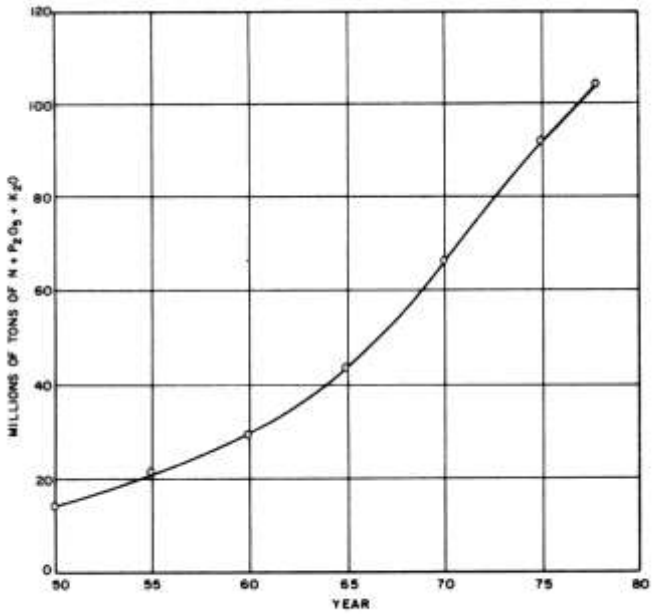


Figure 1. World Production of Fertilizers, 1950-78.

الشكل (1)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

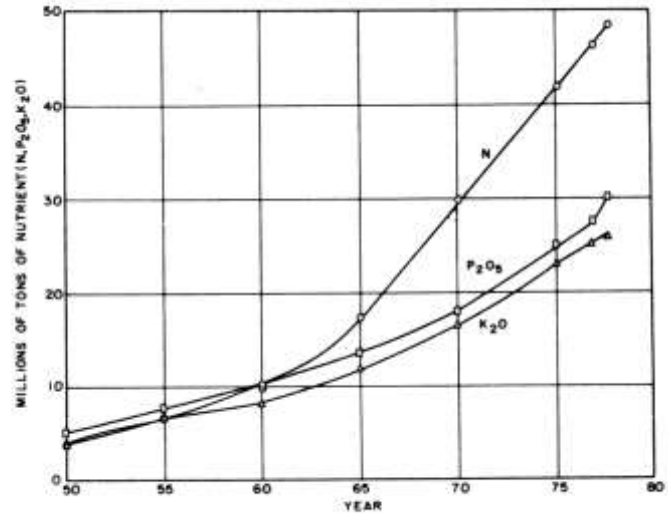


Figure 2. World Fertilizer Production by Nutrients, 1950-78.

الشكل (2)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

CTION OF FERTILIZERS BY NUTRIENTS

	TONS × 10^6 of Nutrients			
ıntriesa	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**	**NPK**
veloping	0.35	0.27	0.01	0.63
veloped	3.73	5.59	4.21	13.5
Total	4.08	5.86	4.22	14.13
veloping	0.58	0.45	0.02	1.05
veloped	6.29	7.34	6.84	20.47
Total	6.87	7.79	6.86	21.52
veloping	0.93	0.72	0.12	1.77
veloped	9.43	9.24	8.61	27.3
Total	10.36	9.96	8.73	29.07
veloping	2.02	1.15	0.30	3.47
veloped	15.4	12.7	11.8	39.9
Total	17.42	13.85	12.10	43.37
veloping	4.07	2.32	0.59	6.98
veloped	26.1	17.0	16.1	59.2
Total	30.17	19.32	16.69	66.18
veloping	7.99	4.22	1.25	13.5
veloped	34.3	21.5	22.5	78.3
Total	42.29	25.72	23.75	91.8

Vide Study of the Fertilizer Industry: 1975-2000, "December 1976.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الثاني

2- دلائل مستقبلية لصناعة الأسمدة 2000 - 1978

II- Outlook For The Fertilizer Industry 1978-2000

أ- مقدمة Introduction :

يعتمد هذا الفصل إلى حد كبير على صورة لتقرير اليونيدو (في ديسيمبر 1976) تحت عنوان : الدراسة العالمية الموسعة لصناعة الأسمدة (1975-2000) . هذه الدراسة قد نقحت وصدرت في أيلول عام 1978 كوثيقة رقم 18 للونيدو / المركز الدولي للدراسات الصناعية ICIS . إلا إذا أشير بطريقة أخرى بأن النقاش في هذا الفصل يعتمد على المسودات الأولية المبكرة لليونيدو ، ومهما كان فإن النتائج الرئيسية التي تم التوصل إليها لم تختلف كثيراً .

من المتوقع أن يستمر الإنتاج والاستهلاك العالمي للأسمدة بالتزايد ولكن بنسبة مئوية سنوية متناقصة . والجدول (1) والشكل (1) يظهران تزايد الاستهلاك العالمي للأسمدة المأخوذة من دراسة اليونيدو والتي سوف تدرس وتناقش بالتفصيل في الفصل XXVI . والجدول (2) يظهر تقديرات وتصورات الاحتمالات المستقبلية من التقرير المنقح ، والتي تبدو مختلفة ولكن بشكل بسيط وضئيل .

تناقصت كلفة الأسمدة بشكل متزن وثابت حتى عام 1972 نتيجة التقدم الحاصل في التكنولوجيا والزيادة في حجم طاقات مصانع الإنتاج وكذلك التحسينات في التوزيع بمعدل يفوق الفرق المتزايد والثابت بين تكاليف العمالة والإنشاء . إلاَّ أنه في عام 1973 انعكس الأمر حيث حدثت الزيادة الهائلة في تكاليف المواد الخام والبناء والتأسيس ، مما قلب هذا الاتجاه .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وليس من المتوقع حدوث تقدم ضخم آخر في تكنولوجيا صناعة الأسمدة يكون له الأثر الكافي والواقي لتعويض وموازنة زيادة النفقات الحادة في إنشاء المصانع وبعض المواد الخام .

إن الزيادة في حجم طاقات مصانع الأسمدة بما يفوق الطاقات الحالية سوف تثمر وتنخفض بذلك تكاليف الإنتاج إلى حدّ ما ، هذا التخفيض يمكن أن يعوض زيادة تكاليف التوزيع فقط . ولهذا فإنه يبدو وأمر محتم لا مفر منه أن كلفة إنتاج الأسمدة سوف تزداد مستقبلاً إن لم يكن هناك كشف تكنولوجي غير متنبأ به حالياً (وهذا أمر ممكن دائماً) .

إن الارتفاع المستقبلي للتكاليف يمكن أن يتباطأ نتيجة التحسينات التكنولوجية أو بالتشغيل الفعال والناجح والأمثل لمرافق الإنتاج وللمصانع أو بالانتفاع الأمثل للأسمدة .

ب- استخدام الأسمدة Fertilizer Use :

إن الطلب العالمي المقدر لعام 2000 هو 264 مليون طن من النتروجين (N) والفوسفات (P_2O_5) ، والبوتاس K_2O مقارنة مع 83.6 مليون طن في عام 1974 على افتراض أن متوسط معدل الزيادة 3.2 مرة .

بافتراض أن معدل محتوى الأسمدة من ($N + P_2O_5 + K_2O$) هو 42 % فإن الوزن القائم للاستهلاك السنوي من الأسمدة سوف يكون 629 مليون طن في عام 2000 .

ويتوقع أن يزداد استهلاك الأسمدة في البلدان النامية من 19,3 مليون طن في عام 1974 إلى 92 مليون طن في عام 2000 مقدراً كـ ($N + P_2O_5 + K_2O$) على فرض أن متوسط الزيادة هي 4.8 مرة . وهذه التقديرات تعتمد على الطلب المحتمل وليس على متطلبات وشروط الغذاء .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Table 1 . Projections Of Fertilizer Demand Based On 1964-65 To 1974-75 And On The Joint Working Group Estimates For 1979-80 (Classification Of Countries Is United Standard Classification)

	1980	1985	1990	1995	2000
			million tons		
			Nitrogen Demand		
Developed countries	37 .5	47 .6	58 .9	71 .4	85 .1
Developing countries	18 .1	25 .4	33 .9	43 .6	54 .5
World	55 .6	73 .0	92 .8	115 .0	139 .6
			P_2O_5 Demand		
Developed countries	22 .8	26 .7	31 .0	35 .6	40 .6
Developing countries	7 .6	10 .8	14 .4	18 .6	23 .3
World	30 .4	37 .5	45 .4	54 .2	63 .9
			K_2O Demand		
Developed countries	22 .8	27 .8	33 .3	39 .3	45 .8
Developing countries	4 .3	6 .3	8 .6	11 .3	14 .4
World	27 .1	34 .1	41 .9	50 .6	600 .2
			NPK Demand		
Developed countries	83 .1	102 .1	123 .2	146 .3	171 .5
Developing countries	30 .0	42 .5	56 .9	73 .5	92 .2
World	113 .1	144 .6	180 .1	219 .8	263 .7

Developed countries include North America, Western Europe , Eastern Europe, U .S .S .R ., Japan , South Africa , Australia, and New Zealand .
Developing countries include Latin America, Asia , Africa and Oceania .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

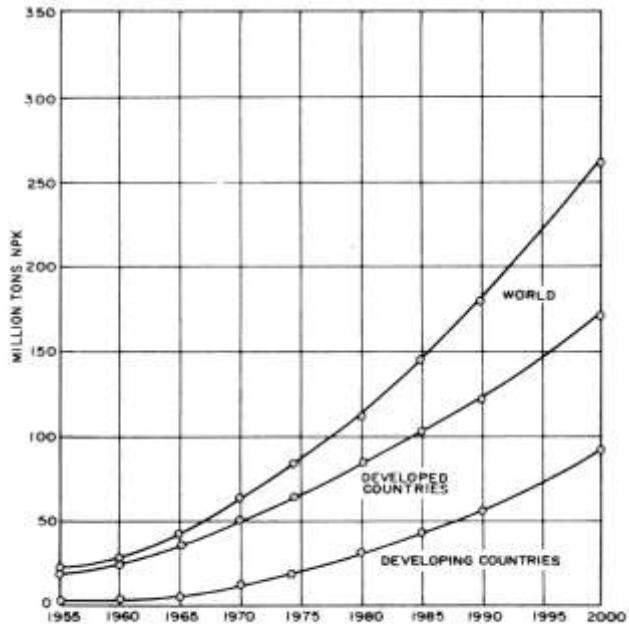


Figure 1. World Fertilizer Use: Projections 1980-2000 by R. Ewell.

ومن المحتمل أن التقدير المعتمد على متطلبات الغذاء من أجل التغذية الكافية للتعداد السكاني المتزايد سوف يكون أعلى بالنسبة لمعظم الدول النامية وأقل للكثير من الدول المتقدمة .

وبشكل طبيعي فإن أي تنبؤ ذو مدى ومجال طويل سوف يكون عرضة للكثير من الارتياب ولن تكون هناك دقة كبيرة في مجال التنبؤات الحالية . ولكن هذه الاحتمالات يمكن أن تخدم الغرض الذي يشير ويدل على جسامة وضخامة التوسع المطلوب لصناعة الأسمدة وخاصة في البلدان النامية .

ومن المتوقع بالنسبة للبلدان النامية ككل أن تحافظ على نسبة المواد المغذية لـ K_2O : P_2O_5 : N والتي تساوي تقريباً 1 : 2 : 4 خلال الفترة (1974-2000) . بينما من المتوقع أن تزيد هذه النسبة في البلدان المتقدمة من 1. 0 : 1. 0 : 1. 4 إلى 1 : 1. 1 : 2. 2 في عام 2000 . وهكذا فإن الجزء الأكبر لعملية النمو ستكون في سماد النتروجين في كلتا المجموعتين .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن نسبة المواد المخصبة المنتشرة في العالم لا يفترض فيها أن تشتمل على نسبة مثلى واحدة لكل الأقطار والبلدان بل إن هذه النسبة تختلف وبشكل كبير تبعاً لحاجات التربة والمحاصيل ومستويات الإدارة والاقتصاد في كل بلد.

والجدول التالي يظهر استهلاك الأسمدة الحالي والمتوقع مستقبلاً واللازم لكل فرد ، ولكل هكتار في البلدان النامية والمتطورة .

Fertilizer Use on a per-Capita and per- Hectare Basis

	Kg /Capita[a]		Kg / Hectare	
Year	Develop Countries	Developing Countries	Developed Countries	Developing Countries
1974	58	6 .7	109	22
1980	73	9 .4	149	32
1990	100	14 .1	225	55
2000	130	18 .7	322	83

a . Based on population growth forecasts (see chapter XXVI)

إن الأمر الذي سوف تتم ملاحظته هو أن نسبة الزيادة في استهلاك الأسمدة لكل فرد هي في الحقيقة والواقع أقل في البلدان النامية من هذه النسبة في البلدان المتقدمة .

وستبقى هذه النسبة لكل فرد في البلدان النامية أقل وأخفض بكثير من تلك في البلدان المتقدمة ، وذلك بسبب الزيادة السكانية السريعة في البلدان النامية .

كما أن النسبة لكل هكتار في البلدان النامية تكون منخفضة بالنسبة لإنتاجية الأرض ولأغلب المحاصيل بينما في البلدان المتقدمة فإن النسبة لكل هكتار تقترب من الحد الأعلى للفعالية الاقتصادية وذلك في عام 2000 مالم تكن هناك خطوات وتطورات أخرى في أصناف المحاصيل ذات الإنتاج العالمي ، وفي ميدان الفلاحة وتطبيق طرق تزيد من إنتاجية الأرض .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Table 2 . Revised Projections Of Fertilizer Demand

	1979	1983		1988	2001
Million tons					
			N Demand		
Developed countries	34 .4	41 .7		51 .3	82 .0
Developing countries	17 .0	22 .8		32 .7	63 .5
World	51 .4	64 .5		84 .0	145 .5
			P_2O_5 Demand		
Developed countries	22 .1	27 .2		30 .7	48 .3
Developing countries	7 .4	10 .3		14 .5	27 .9
World	29 .5	37 .5		45 .2	76 .2
			K_2O Demand		
Developed countries	21 .9	26 .3		33 .3	54 .6
Developing countries	3 .4	4 .6		6 .6	12 .3
World	25 .3	30 .9		39 .9	66 .9
			NPK Demand		
Developed countries	78 .4	95 .2		115 .3	184 .9
Developing countries	27 .8	37 .7		53 .8	103 .7
World	106 .2	132 .9		169 .1	228 .6

Source : "Second World- Wide Study of the Fertilizer Industry : 1975-2000" (1978) UNIDO, Vienna , Austria .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

جـ- إنتاج الأسمدة Fertilizer Production :

1- مقدمة Introduction :

إن إنتاج الأسمدة في البلدان النامية كمجموعة هو أقل من الكمية المستهلكة . ففي عام 1976 كان الإنتاج حوالي 70 % من الاستهلاك تقريباً وكنتيجة لذلك تعتبر البلدان النامية بلدان مستوردة للأسمدة ووصل العجز إلى 7.5 مليون طن وحدة تسميد . هذا الموقف والوضع إضافة إلى الزيادة السريعة للمتطلبات والحاجات ووجود المواد الخام الضرورية يشكل فرصة للبلدان النامية كي تؤسس صناعة جديدة للأسمدة وبالتالي تسهم في تحسين وضعها الاقتصادي . إن دراسة اليونيدو UNIDO تقترح على البلدان النامية بأنه يجب أن تنشئ وتبني عدد كافٍ من مصانع الأسمدة لتصبح على الأقل دولاً مكتفية ذاتياً كمجموعة ، وذلك في مجال إنتاج الأسمدة الفوسفاتية والنيتروجينية ، وهذا يعني أنه في حوالي عام 2 000 فإن 40 % من الإنتاج العالمي الجديد لأسمدة الفوسفات والنيتروجين سوف تتركز في البلدان النامية .

ومما تجدر ملاحظته أن الاكتفاء الذاتي يعني إقامة توازن ما بين الصادرات والواردات ، وهذا الاكتفاء الذي ليس معناه غياب التجارة بين البلدان النامية والمتطورة ، وهو كذلك لا يعني أنه كل قطر يجب أن يكون مكتفياً ذاتياً على حدة ، ولكنه فقط بالنسبة للدول النامية وكمجموعة على الأقل يجب أن تسعى للوصول إلى مرحلة الاكتفاء الذاتي .

لم يؤخذ إنتاج الأسمدة البوتاسية بعين الاعتبار ضمن دراسة اليونيدو لسببين :

الأول : هو أن إنتاج الأسمدة البوتاسية ليست صناعة تصنيع بل هي صناعة تعدين وتحسين .

والثاني : أن القليل فقط من البلدان النامية قد اكتشفت مخزون احتياطي من البوتاس ذو الحجم الكافي والنوعية الجيدة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من جهة أخرى فإن المواد الخام لتصنيع الأسمدة الفوسفاتية والنيتروجينية متوفرة في البلدان النامية جميعها وبشكل واسع بالرغم من أنها قد تكون موزعة بشكل متفاوت .

إن تكاليف رأس المال المقدر لإنشاء العدد المطلوب من مصانع أسمدة الفوسفات والنيتروجين خلال الفترة (1980-2000) قدرت كما يلي :

S. U بليون دولار أمريكي : (البليون يعني 1000 مليون أي 10^9)

البلدان النامية	البلدان المتقدمة	المجموع
48	51	99

إن متطلبات رأس المال هذه تعتمد على تقديرات عام 1975 . ولم تأخذ بعين الاعتبار التضخم ولم تتضمن وتشمل حاجات ومتطلبات رأس المال اللازم لتعدين وتكرير وتنقية المواد الخام والنقل والتوزيع للمنتجات ، والتحسينات الضرورية للمنشآت القائمة ، إن مجمل هذه التكاليف لا يمكن أن تقدر وبشكل دقيق ولكن من الممكن أن يزيد المجموع العالمي إلى أكثر من 300 بليون دولار أمريكي .

من المفترض أن كل أسمدة النيتروجين مشتقة من الأمونيا مع نسبة ضئيلة كمنتجات ثانوية من صناعات أخرى مثل كبريتات الأمونيوم ، كما أن مصانع الأمونيا الجديدة يفترض ألاّ تقل طاقتها الإنتاجية عن 1000 طن/ يوم ولو أن المصانع الأقل طاقة أو الأكبر قد تكون مفضلة في حالات خاصة ، ولكن التأثير أوالأثر على الكلفة الإجمالية المقدرة سابقاً سيكون أقل نسبياً .

ومن المتوقع أن 63 % من المصانع الجديدة للأمونيا في عام 2000 سوف تستعمل الغاز الطبيعي كمادة أولية و 5 % سوف تستعمل النفتا و 17 % منها سوف تستعمل الفحم ، و 15 % تستعمل زيت الوقود الثقيل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن اختيار وانتقاء المادة الأولية المناسبة له أثر كبير على رأس المال المستثمر . فمصانع الأمونيا المعتمدة على الفحم تكلف تقريباً ضعف تلك التي تعتمد على الغاز الطبيعي .

ومن المتوقع أن الأمونيا المستعملة مباشرة كسماد تشكل تقريباً حوالي 10 % من مجموع الأسمدة النيتروجينية وكذلك فإن المركبين : كبريتات وفوسفات الأمونيوم سوف يؤمنان 10 % أخرى من مجموع أسمدة النيتروجين وإن نسبة الـ 80 % المتبقية يفترض فيها أن تكون بشكل يوريا أو نترات الأمونيوم إما كأسمدة مفردة أو مركبة .

يحتاج إنتاج الأسمدة النتروجينية إلى رأس مال ضخم حوالي 60-90 % من كلفة الإنتاج ويتألف من تكاليف تعود لرأس المال خاصة بـ (الاهتلاك ، الفائدة ، الربح ، الصيانة ، انخفاض قيمة النقد) وذلك بالاعتماد على نموذج وتكاليف المواد الأولية والطاقة الإنتاجية للمصنع والنسبة المئوية للانتفاع بالطاقة والاستفادة من الطاقة الإنتاجية . إن التشغيل عن نسبة مئوية منخفضة لطاقة المصنع الإنتاجية الاسمية تزيد وبشكل حاد من تكاليف الإنتاج .

وبهذا الصدد فإن الدراسة تفترض أن كل المصانع المؤسسة بعد عام 1980 سوف تصل إلى معدل يقدر بـ 90 % من الطاقة الاسمية وذلك خلال 3 –4 سنوات من بدء التشغيل .

إن معظم مصانع الأسمدة في البلدان النامية كانت في عام 1974 تعمل بحوالي 60 % من طاقتها التصميمية ، ولكن هناك بعض التحسينات قد حدثت مؤخراً في هذا المضمار .

يفترض أن مصانع الفوسفات الجديدة أن لا تقل طاقتها الإنتاجية عن 600 طن أو أكثر من P_2O_5 في اليوم الواحد ، والمصانع الصغيرة أو الضخمة قد تكون مفضلة اقتصادياً في بعض الحالات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كما تم الافتراض بأن إنتاج المصانع الجديدة بعد عام 1980 سوف يأخذ شكل فوسفات ثنائية الأمونيوم (DAP) 50 % وفوسفات أحادي الأمونيوم (MAP) 30 % و السوبر فوسفات الثلاثي (TSP) 20 % . بينما المنتجات الأخرى مثل نتروفوسفات قد تكون من الخيارات المفضلة في حالات خاصة . وهذه المنتجات سوف تحل محل SSP والمنتجات الأخرى ذات المحتوى المنخفض من P_2O_5 إلا إذا كانت الأخيرة هذه تتصف بميزات زراعية محلية ، وتنتج من مصادر محلية . تمتاز بعض التقنيات المتبعة في الإنتاج بانخفاض نسبي في متطلبات كلفة إنشاء مرافق الإنتاج ولكن كلفة نقل الخامات الفقيرة ستعكس كلفة أعلى بالنسبة للوحدة التسميدية Nutrients ، إلا إذا كان الكبريت مطلوباً بالنسبة لتغذية النبات .

إن استعمال الصخر الفوسفاتي المطحون بشكل مباشر يؤخذ بعين الاعتبار في هذه الدراسة لأن الصخر المطحون ليس منتج مُصنع ، ولكن إن أصبح استعماله واستخدامه شائع عالمياً فإنه سوف يقلل من الحاجة للفوسفات المصنّع كيميائياً[1] .

من المتوقع أن يزداد استعمال الأسمدة المركبة في معظم البلدان ويفترض أنه في عام 2000 سيكون 65-86 % من P_2O_5 سوف تؤمن كسماد مركب في كل من البلدان المتطورة والنامية .

لم يؤخذ بعين الاعتبار تكاليف إنتاج السماد المركب وكحالة خاصة يمكن أن تضاف بعض التكاليف الصغيرة لتكاليف تحبيب سماد فوسفات ثنائية الأمونيوم DAP .

---

[1] في عام 1974-1975 كانت كمية الصخر الفوسفاتي المطحون المستخدمة وفقاً لبيان الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة حوالي 289 من P_2O_5 وهذه الكمية مساوية لـ 5.3 % من استهلاك العالم لـ P_2O_5 . ولكن العديد من البلدان (بما فيها الصين) لم تستعمل حجر الفوسفات المطحون بشكل منفصل ومستقل ومن المعتقد أن إجمالي الاستهلاك يعادل 7-8 % .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2 - قيمة الإنتاج Value Of Production :

إن قيمة الإنتاج السنوي العالمي للأسمدة في عام 2000 يتوقع أن يصل تقديرياً إلى 60 بليون دولار بالاعتماد على أسعار 1976 .

وبما أن الأسعار الحالية هي إلى حدّ ما ثابتة ومتدنية بسبب فائض الإنتاج فمن المحتمل أن تكون القيمة الفعلية في عام 2000 أعلى من ذلك بكثير. فإذا أخذنا بعين الاعتبار أن معدل القيمة للزيادة في المنتجات الزراعية عام 2000 والناتجة عن استعمال الأسمدة قد قدرت بحوالي 6 - 4 أضعاف كلفة سعر بيع التجزئة وذلك اعتماداً على النتائج المأخوذة من برنامج الأسمدة لمنظمة الأغذية والزراعة ، فإنه يبدو أن قيمة الأسمدة المستعملة عام 2000 سيرتفع إلى 360 بليون دولار ، وهذا بالطبع ليس إلا تصوراً تقديرياً .

3- المواد الخام Raw Materials :

من خلال المعلومات التي سوف يتم عرضها في الفصل V يبدو أنه من غير المحتمل أن يعاني تطور صناعة الأسمدة من عام (1980-2000) أي نقص في المواد الخام . فهناك احتياطات وافرة من صخر الفوسفات ، والبوتاس ، والفحم ، الكبريت .

أما احتياطي الغاز الطبيعي والمنتجات البترولية فهي أقل وفرة وإن كانت تجربة الماضي رائدة ومرشدة في هذا المجال ، فإن مخزونات أخرى سوف تكتشف لاحقاً ، ولكن من المحتمل أن تكون الكلفة أعلى بسبب النفقات الضخمة من أجل الاستخراج والتطوير .

– ففي عام 1980 كان الغاز الطبيعي المستعمل لإنتاج الأمونيا يشكل فقط 3.5 % من إجمالي إنتاج الغاز , وكان الفحم والزيت يشكلان فقط 1 % من مجمل إنتاجهما . تستطيع الصناعة أن تتوقع زيادة متدرجة في كلفة هذه المواد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأولية المطلوبة والمرتفعة القيمة وهذا ربما يؤدي إلى تحول هام وخطير إلى الفحم كمادة أولية في صناعة الأمونيا .

– يتوزع صخر الفوسفات ، وإن كان ليس بشكل متعادل ومتساوي في كل البلدان النامية والمتقدمة ، وليس هناك أي خوف أو قلق تجاه إي نقص مستمر في الاحتياطي لأنه في السنوات الأخيرة فإن معدل الاكتشاف قد تجاوز معدل الاستهلاك . يمكن أن يستمر الاتجاه الحالي في استخدام نوعية الفوسفات المتدنية وهذا يتطلب من منتجي ومستهلكي الصخر الفوسفاتي أن يمارسوا المزيد من الحنكة في تقييم وتحديد مواصفات واختيار الصخر الفوسفاتي المناسب لطريقة التصنيع . وبسبب التحكم النسبي لبعض الدول في احتياطي الفوسفات المتوفر للتصدير فإن قانون العرض والطلب ليس وحده الذي يفرض الأسعار .

– من الصعب جداً تقييم التغيرات التي طرأت على احتياطي الكبريت وذلك بسبب تنوع الأشكال والصيغ التي من خلالها يقدم وينتج ، والحقيقة فإن الاحتياطات الرئيسية للكبريت في الفحم والجبس هي حالياً ليست اقتصادية ولا تعتبر مصادر منافسة . إن الزيادة في استعمال الغاز الطبيعي ومنتجات البترول والمرتبطة بتحسين الشروط والمقاييس للبيئة سوف تؤدي إلى زيادة ثابتة ومستقرة في استرداد الكبريت العنصري , وفي استرداد ثاني أكسيد الكبريت المنتج نتيجة احتراق الوقود أو في عمليات الصهر . وربما يصبح الكبريت العنصري المصدر الأول والرئيسي .

– هناك مناجم وافرة من البوتاس ولكن الحقيقة الهامة حول هذه المناجم هي أنها تتوضع وبشكل رئيسي في بعض البلاد المتقدمة . وهكذا مالم تكتشف مناجم ومصادر وتوضعات أخرى في البلدان النامية والتي تستغرق 10 سنوات أو أكثر ولذلك فإن البلدان النامية ستظل معتمدة على الواردات من أجل المستقبل القريب الممكن التنبؤ به .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

– يستهلك الماء وبكميات كبيرة في صناعة الأسمدة . واستهلاك الماء يمكن أن يقنن بوضع خطة مناسبة لأجهزة وأنظمة التبريد . ولكن تبقى مصانع الأسمدة دوماً المستهلك الأكبر للماء . والماء عامل هام وأساسي في تشغيل مصانع الأسمدة وربما يكون العامل المحدّد لتعيين المكان . إن مشكلة احتياطي الماء هي العامل الرئيسي في إنتاج الأمونيا في مناطق الخليج العربي وهي أيضاً مشكلة في إنتاج الفوسفات في البيرو وجنوب أفريقيا وغرب آسيا .

4 - الأسمدة العضوية Organic Fertilizer Materials :

تلعب الأسمدة العضوية والكيميائية دوراً مكملاً في عملية زيادة إنتاج الأغذية . فالأسمدة الكيميائية تزيد من إنتاج المواد العضوية النباتية ، وإعادة المواد العضوية التالفة للتربة تكمل الأسمدة الكيميائية وتقلل الكمية المطلوبة منها ، وتعتبر الكمية الإجمالية للمغذيات في المخلفات العضوية أمراً مثيراً للإعجاب ففي عام 1971 كان محتوى NPK المقدر للمواد العضوية التالفة يفوق ذلك المحتوى للأسمدة الكيميائية في البلدان النامية بنسبة 1 : 7 ومعظم هذه المواد التالفة هي مواد كانت تستعمل قبلاً إما كأسمدة أو كوقود أو لاستعمالات أخرى وأغراض متنوعة . وهذه المواد العضوية التالفة إن لم تستعمل فإنها تظهر مشاكل اجتماعية واقتصادية وتقنية صعبة وذلك بسبب النتائج والآثار المؤذية الناتجة عن عدم الاستفادة منها .

إن تحسين طرق الاستفادة من المخلفات العضوية أمر مرغوب به ، وهناك العديد من الدراسات الواعدة والماضية قدماً بهدف استعمالها كأسمدة أو كمصدر للطاقة ولإزالة ومنع التلوث .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذه التطورات جديرة بالاهتمام ، ولكن كمية الأسمدة المسترجعة من مخلفات المواد العضوية ليس من المحتمل أن تشكل نسبة مئوية كبيرة من حاجات الأسمدة المستقبلية .

أما مخلفات المدن سوف تصبح مشكلة كبيرة متزايدة وذلك بسبب نمو المدن إذا لم توجد الفرص لتحويلها إلى أسمدة .

إن المواد العضوية التالفة إلى جانب أنها سماد جيد فهي تقوم على تحسين الميزات الفيزيائية للتربة ، ومن أهمها احتفاظها بالرطوبة . لذلك فإن إعادة بقايا المحاصيل إلى التربة هو عمل زراعي جيد ويجب أن يلقى التشجيع، وكلما زاد استعمال الأسمدة الكيميائية زادت معه ثمار وحصيلة المحاصيل وبالتالي فإن بقايا المحاصيل سوف تتوفر بشكل أكبر ، وإضافة هذه البقايا للتربة سوف يزيد من المواد العضوية فيها .

5- مواقع مصانع الأسمدة Location Of Fertilizer Plants :

إن مكان المصنع يجب أن يختار وبشكل جيد للتقليل من متطلبات رأس المال وتكاليف التشغيل والتوزيع . لأن النتيجة النهائية المرغوبة في معظم الحالات هي التقليل من كلفة السماد للمزارع . ولكن هناك اعتبارات أخرى تدخل في مجال اختيار موضع وموقع المصنع مثل الأمن القومي – الاكتفاء الذاتي – توفير القطع الأجنبي – وتقديم المساعدة للمناطق الأقل تطوراً .

كل هذه الاعتبارات صحيحة وفعالة ولكن الأثر الذي تتركه على تكلفة إنتاج الأسمدة وبالتالي على إنتاج الأغذية يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار .

إن تخطيط إنتاج الأسمدة وتسويقها على أساس إقليمي ذو فوائد كثيرة ، لقد أظهرت الدراسات التحليلية لاختيار موقع المصنع وفراً ملحوظاً في تكاليف الإنشاء والتشغيل عندما يتم التخطيط على أساس إقليمي وليس على أساس قومي . مثل هذا التخطيط يجب أن يمضي قدماً باستخدام الموارد الموجودة في كل بلد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من بلدان المنطقة: كأن يستخدم الغاز الطبيعي الموجود لإنتاج الأمونيا، والكبريت لإنتاج حمض الكبريت في بلد آخر وصخر الفوسفات في ثالث وربما البوتاس في بلد رابع .

وبالبلاد التي لا تملك مواداً خاماً يمكنها أن تؤسس إنتاجا وطنياً للأسمدة لتلبية نسبة مئوية من حاجاتها . أما باقي حاجاتها من الأسمدة فيتم عن طريق الاستيراد إذا لم يكن التعاون الإقليمي ممكناً كما يمكن أن يكون للاتفاقات الثنائية أو الثلاثية دوراً مفيداً .

6- التسويق Marketing :

إن مصطلح "التسويق" يستعمل ليضمن التوزيع والنقل وبيع الأسمدة إلى المزارعين ، وهو موضوع يركز الاهتمام على أن الصنف الصحيح من الأسمدة موجود في متناول اليد في الوقت والمكان المناسبين وليقنع المزارع بأن يشتريه ويستعمله . إن كل هذه المهام والوظائف أمور حرجة .

فبالإضافة إلى السماد المخزون في مستودعات المصنع لابدَّ وأن يكون هناك وفي أغلب الحالات مراكز إقليمية أو في القرى من أجل تخزين وتوزيع الأسمدة المنتجة وذلك للتأكد من سهولة الحصول عليها في الوقت المناسب .

يجب في كل منطقة محلية تقدير الطلب على الأسمدة بدقة وذلك ليستطيع كل مركز أن يتلقى حاجته من الأسمدة بصورة مبكرة وقبل بدء الطلب الموسمي . إن التخطيط الدقيق والمتقن مطلوب وذلك من أجل الاستفادة من وسائل النقل المتاحة ، مثل الطرق المائية والسكك الحديدية ، والطرق العمومية وذلك للتقليل من النفقات .

كما أن وسائل النقل وطرقه سوف تحتاج إلى تحسين وتوسيع بحيث توافق وتلائم الحمولة المقدرة بالأطنان والمتزايدة من الأسمدة والتي ستنقل إلى المزارعين . وكذلك أطنان المنتجات الزراعية التي ستنقل إلى أسواقها .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قد يكون من المفيد تجهيز مراكز توزيع الأسمدة المحلية والإقليمية بوسائل الخلط المناسبة بهدف تقديم النوع الصحيح من الأسمدة بما يناسب الأنواع المختلفة للمحاصيل ويتلاءم مع المنطقة . ويمكن لوسائل خلط الأسمدة هذه أن تستعمل تقنيات بسيطة في الخلط أو طرق التحبيب ، كما يمكن إضافة عناصر ثانوية مغذية إلى الأسمدة عند الحاجة لها .

ولكي تكون مراكز التسويق هذه فعالة فلابدَّ من وجود التنسيق والمقترحات مع مراكز البحث العلمي ومن خلال برامج توعية المزارعين .

إن إجمالي رأس المال المطلوب لعملية التسويق يمكن أن يقترب أو يكون مساوياً لكلفة مرافق التصنيع حيث يتضمن ذلك كلفة مرافق النقل ومراكز التسويق الإقليمية المجهزة بوسائل خلط الأسمدة وتعبئتها وتخزينها كما يتضمن مراكز التوزيع في المناطق والرأسمال العامل لتغطية كلفة المواد في المستودعات وتكاليف التسليف . وإذا كان لابدَّ للمزارعين من استخدام كميات متزايدة من الأسمدة فيجب إقناعهم بمدى فائدتها حيث يمكن أن يكون استعمال الأسمدة أكثر فائدة في الحالات التالية :

1- تخفيض كلفة الأسمدة .

2- بزيادة فعالية الأسمدة .

3- وبزيادة سعر المنتجات الزراعية .

إن الهجوم الذي يوجه لكلفة الأسمدة يجب أن يعمل على رفع كفاية وفعالية أنظمة التصنيع والتسويق . كما أن فعالية الأسمدة يمكن أن تزداد باستعمال منتجات أفضل ، وتوازن أفضل للمواد المغذية ، وتوقيت ومكان الاستخدام بصورة أفضل وأصناف أكثر تطوراً ، وأعمال حراثة جيدة ، مع تحكم بالماء ، وإزالة الأعشاب الضارة ، وحماية المحاصيل من الأوبئة والأمراض والآفات .

إن السعر الذي يتلقاه المزارع لقاء منتجاته يمكن أن يزداد ، وذلك بتحسين أنظمة تسويق المنتجات الزراعية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وحتى عند اقتناع المزراعين بأن الاستعمال المتزايد للأسمدة سوف يكون مربحاً ومفيداً ، فإن الكثيرين منهم لن يستطيع أن يشتري مالم يتوفر هناك مصدر لتسليف المزارعين ثمن السماد ، ولذلك فإن بعض أنظمة القروض الزراعية لشراء الأسمدة تعتبر ضرورية .

بالإضافة إلى المهام والأعمال المذكورة أعلاه ، فيمكن جعل استعمال الأسمدة أكثر تشويقاً وجاذبية للمزارع وذلك بطرق ووسائل عديدة من قبل الدولة . مثل إعانات الأسمدة ، وإعانات القروض ، وإعانات ثمن المحاصيل أو تخفيض الضرائب . هذه الأساليب قد تكون باهظة التكاليف أحياناً ، وأقل فعالية مما هو متوقع أحياناً ، وفي هذه الحالة يفضل صرف نفس الكمية من المال على تحسين فعالية استخدام الأسمدة ، وفعالية التصنيع والتوزيع .

بشكل نسبي فإن القليل من البلدان هي التي تمتلك مصادر كافية لكي تصبح دولاً مكتفية ذاتياً في مجال إنتاج الأسمدة ، وهكذا فإن التسويق والإنتاج اعتماداً على اتفاقيات بين دولتين قد يكون ذو منفعة متبادلة .

7- التمويل Financing :

إن دراسة تمويل مشاريع الأسمدة في البلدان النامية قد تمَّ للدلالة على مصادر التمويل ولعل مصادر تمويل مشاريع الأسمدة تأخذ أحد الأشكال التالية:

1- مشاريع المؤسسات الأجنبية على أساس المشاركة العادلة .

2 - مشاركة حكومة البلد المضيف .

3 - مجموعة البنك الدولي .

4 - مؤسسات التمويل الأجنبية .

5 -التمويل من صاحب المشروع .

6 - مؤسسات التمويل المحلية .

7- بنك التطوير الإقليمي أو الودائع المصرفية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

8- مساعدة الحكومة المرتبطة بعقود مع حكومات أخرى،أوالقروض الامتيازية
9- مقدمي القروض من خلال بنوك التصدير والاستيراد أو الترتيبات الأخرى

المشاريع الكبيرة تتضمن مشاركة أو مساهمة العناصر التالية :

1- مساهمة المؤسسة الأجنبية بشكل عادل ، تقديم التكنولوجيا ، المعرفة ، التدريب ، التسويق ، المعدات والتجهيزات .

2- الالتزام المحدد لحكومات الدولة المضيفة من خلال التمويل والضمان (الكفالة) وتقديم اليد العاملة المحلية والبنية التحتية .

3- التمويل الدولي سواء المقدم عالمياً أو إقليميا من البنوك التجارية ، وهناك بعض الاتجاهات لابدَّ من أخذها بعين الاعتبار وذلك لأهميتها في تلبية التمويل المتزايد بشكل كبير والذي سوف يكون مطلوباً بسبب النمو المتوقع لصناعة الأسمدة ، خلال السنوات القادمة .

أحد هذه الاتجاهات هو العدد المتزايد للمضاربات العامة تزايد عدد الشركاء الذين وحدوا جهودهم وقواهم لمواجهة مشاكل التكاليف ، التقنيات ، التسويق , واحتياطات المواد الأولية والمسؤوليات والتبعات . والاتجاه الآخر هو الحركة باتجاه الملكية العامة بدلاً من الخاصية . وخاصة لوحدات الإنتاج حيث التمويل يرتبط بشركات تجارية حكومية لا بشركات خاصة .

إن التخطيط الدقيق لكل المشاكل التسويقية والتقنية تساعد في تأسيس سلامة وثبات أي مشروع وتجتذب بالتالي رأس مال كل من المقرض والمستثمر . من المتوقع أن البلاد التي تمتلك ثروة من المواد الأولية التي تؤمن دخل ثابت لها سوف تطور صناعة الأسمدة بالتمويل المباشر أو بالتعاون مع شريك صناعي الذي سوف يسهم بخبرته ومهارته الفنية والتقنية والإدارية . هذه البلدان يمكن أيضاً أن تسهم في تمويل مشاريع في بلدان نامية أخرى من خلال القروض أو رأس المال المستثمر . ومن غير المحتمل أن مساعدات الحكومات الأحادية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجانب من الدول الصناعية سوف تلعب دوراً هاماً في عملية التمويل ، بحيث يكون مصالح متبادلة وربح ومنفعة مشتركة .

8- الأيدي العاملة Manpower :

إن تطوير صناعة الأسمدة يتطلب مجموعة من العاملين بخبرات وكفاءات عالية ، بما في ذلك من مهندسين وباحثين ومدراء وخبراء تسويق وعمال صيانة متخصصين وعمال أجهزة دقيقة محترفين بالإضافة إلى عدد كبير من العمال العاديين والعمال نصف المهرة .

إن العدد الإجمالي المقدر للعمال الإضافيين الذي سوف يكون مطلوباً ما بين الأعوام 2000 1980 كما هو مبين أدناه:

المجموع العالمي	340,000
البلدان النامية	209,000

هذا العدد المقدر يشمل فقط أولئك الذين لهم علاقة مباشرة ومحددة بالإنتاج والتوزيع وهو لا يشمل عمال المناجم والتعدين ونقل المواد الخام وتجار التجزئة الذين يبيعون الأسمدة إلى جانب توريدات زراعية أخرى أو خدمات صناعية أخرى مثل آلات تعبئة الإنتاج وآلات استعمال الأسمدة ، وتجهيزات المصانع ، والتركيب . . الخ .

وربما ارتفع العدد إلى مليون أو أكثر ، وخصوصاً أولئك العاملون في مجال التوسع الزراعي والتعاونيات ، أو متداولي الأسمدة والذين سوف يحتاجون إلى نوع من التدريب في مجال إنتاج الأسمدة أو التعامل بها وأعمال تابعة بالإضافة إلى أن هناك مئات الملايين من المزارعين الذين يستعملون الأسمدة سيحتاجون إلى تدريب على استعمال الأسمدة بشكل صحيح . وأبعد من ذلك فكلما تقاعد العاملون فيجب تدريب عناصر شابة لتعويضهم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن التدريب الضخم لهذه الأعداد الهائلة من العمال في البلدان النامية يستدعي برامج تدريب مخطط لها مسبقاً وبشكل سليم ومدروس .
وعندما تستدعي الحاجة فإنه يُوظف عدد من الخبراء الأجانب للإشراف على التشغيل الأولي للمصنع ولتدريب عناصر عمال الإنتاج المحليين من أبناء البلد وإن الاستعانة واستخدام الخبراء أو المشرفين الأجانب قد يستمر كحد أدنى لمدة 3 سنوات ، أو كلما دعت الحاجة إلى تحقيق وإنجاز إنتاج وتوزيع كافيين .

9- ضبط التلوّث Pollution Control :

إن ضبط ومراقبة التلوث الغازي والمائي الناتجين عن مصانع الأسمدة يمكن أن يعتمد ويرتكز على أوليات وطنية ومكان تركيز وتوضع المصنع . ولكن أمر هذا التلوث يجب أن لا يغفل ويهمل حتى وإن كان موقع المصنع في منطقة بعيدة وغير مأهولة . لأن عمال المصنع يجب وبالضرورة أن يقطنوا بالجوار وبالقرب من المصنع ، فإذا كان المحيط ملوثاً بسبب ما ينبعث من المصانع فإن النتيجة ستكون شعوراً بعدم الارتياح والرضى وقد تنجم علاقات عمالية ضعيفة . إن التلوث يمكن أن يؤثر سلباً على صناعات أخرى ويسبب أمراضاً شائعة أو حتى موتاً في أغلب الحالات .

وفي حالة الأنهار التي تنبع وتجري عبر بلدان عدة فإن تلوث هذه الأنهار في بلد منها سوف يسبب مشاكل دولية .

إن الفصل XXIII يوجز أنواع المواد السائلة والنفايات والبقايا الصلبة المنبعثة من مصانع الأسمدة والمقاييس والإجراءات المستخدمة للتقليل من تأثيرها على البيئة . وبشكل عام فإن ضبط ورقابة التلوث يجب أن يهدف إلى:

1 - حماية صحة ورفاهية وسعادة العاملين في المصنع بضبط نوعية الهواء داخل المصنع والتقليل من التماس مع المواد السامة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2 - حماية الناس والحيوانات والمحاصيل والحياة المائية في المناطق المجاورة من التلوث الهوائي أو المائي للحيلولة دون الضرر والتلف .

3 - الحفاظ على نوعية مياه الأنهار والبحيرات بحيث يمكن للصناعات الأخرى وللبشر الذين يستخدمون هذا الماء ألاّ يتأثروا بشكل سلبي .

4 - ضبط المنصرفات المائية في المصانع إلى المحيطات والبحار ، أو المرافئ والموانئ وذلك لمنع الضرر والتلف الذي يصيب صناعة الصيد والصناعات الأخرى أو السياحية أو الصناعات الأخرى .

د- سياسة الحكومات والوكالات الدولية في صناعة الأسمدة :

Policies Of Governments And International Agencies

يبدو بشكل واضح أن التوسع الناجح لصناعة الأسمدة في البلدان النامية وفق المعدلات التنبوئية سوف يعتمد بشدة على سياسات الحكومات الفردية الخاصة وعلى الهيئات والمنظمات الدولية .

إن تقرير IFDC (مركز تطوير صناعة الأسمدة الدولي) الوارد تحت عنوان السياسة المقترحة لصناعة الأسمدة والصادر 10/8/1977 . Suggested Fertilizer Related Policies يناقش هذا التقرير بعض أنظمة وسياسة الإدارة التي سوف تسهم وتساعد بتحقيق هذه الأهداف ونظراً لاختلاف الأنظمة الاقتصادية والاجتماعية الخاصة بكل قطر وبلد فإن النظم المتبعة والمقبولة في بلد سوف تكون غير مقبولة في بلد آخر .

لهذا فإن نظم السياسات المقترحة توضع أحياناً على ضوء الأهداف التي تسعى هذه السياسات تحقيقها .

إن الأهداف الوطنية التي يجب التأكيد عليها هي :

1- الحث والتحريض على الاكتشاف وتحديد مصادر المواد الخام اللازمة لتصنيع الأسمدة وأماكن توزعها ونوعيتها . إن مثل هذا التحريض

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يمكن أن يُشجع ويتم بسياسات تجتذب رأس المال الاستثماري من خلال إعطاء الضمانات الكافية ، أو تسهيل عقود الاستئجار ، أو الامتيازات والرخص ، أو الاتفاقات الأخرى التي تعتمد على المشاركة المنصفة في المنتجات أو الأرباح ، أو اعتماد برامج الاستكشاف الوطنية كحل بديل .

2- تنفيذ الأبحاث والأعمال التي تهدف إلى التطوير بما في ذلك الدراسات الاقتصادية لتحديد الاستخدام الأمثل للمصادر والمواد الخام ، وذلك لمواجهة حاجات البلدان الحالية والمستقبلية الخاصة مع عدم إهمال عوامل الحفاظ على البيئة وصيانتها .

3- تطوير خطط إنتاج الأسمدة ونظم التوزيع من أجل الوصول لكفاءة اقتصادية قصوى باستخدام مستوى من التقنيات يتناسب مع حاجات وقدرات وإمكانيات كل بلد . كما يجب التأكيد على السياسات التي تهدف إلى زيادة استخدام الطاقات الإنتاجية لمصانع الأسمدة وخفض تكاليف الإنتاج والتوزيع .

4- الحث على استخدام الأسمدة مع التأكيد على خفض التكاليف من خلال الإنتاج والتوزيع الكافيين وزيادة كفاية استخدام الأسمدة من خلال الأبحاث الخاصة باقتصاديات الزراعة وأعمال الفلاحة وتثقيف المزارعين . كما يحب استخدام الدعم المباشر أو غير المباشر بعد مراعاة كل البدائل .

5- استخدام وتطوير الموارد البشرية مع مراعاة اختيار المستوى التقني وبرامج التدريب ومجموعة العاملين بحيث يكافأ أصحاب الكفاءة والإنجاز .

6- التعاون الحميم ما بين كل الهيئات ذات العلاقة وتأكيد خاص يجب أن يرتكز على التنسيق بين تطوير البنية التحتية والبرامج الزراعية مع إنتاج وتوزيع الأسمدة .

7- سبر الإمكانيات من أجل دمج صناعة الأسمدة مع صناعات أخرى ، هذه الإمكانيات يجب أن تستغل وتنجز في حالة وجود منفعة وربح

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فعلى سبيل المثال ، صناعة النحاس يخطط لها بطريقة تسمح إنتاج حمض الكبريت لاستخدامه في وحدة إنتاج سماد الفوسفات .

لهذا فإن الهيئات الدولية يجب أن تتبنى وتستمر بإتباع سياسة تساعدها على تنفيذ وتطوير الأبحاث في مناطق ذات منفعة عامة للبلدان النامية . والأولوية يجب أن تعطى لزيادة نوعية وكفاية استعمال الأسمدة من خلال :

1- تعزيز وتقوية الأنشطة للكشف عن قيمة وأهمية الأسمدة في زيادة إنتاج المحاصيل والمساعدة في تطوير وتنمية التسويق .

2- تنمية واستعمال الأنواع والتراكيب المحسنة للأسمدة ، وخاصة تلك التي تكون فعالة أكثر في الزراعة الاستوائية والشبه مدارية ز

3- تحسين أماكن ومواقيت الاستعمال والتوازن الملائم للمخصبات الزراعية .

4- الاهتمام والنشاط في تحسينات أخرى مثل (ضبط والتحكم بالماء ووقاية النباتات) .

5- تطوير وتنمية الأصناف والأنواع الجيدة للنباتات التي تنتفع من الأسمدة بكفاية أكبر، أو تؤمن جزء من حاجاتها من خلال تثبيتها للنتروجين الجوي .

كما يجب على الهيئات الدولية أن تساعد أيضاً من خلال البحث وتنمية عمليات التطوير لاستخدام والانتفاع من الخامات الصعبة للأنواع التي يمكن أن توجد في عدد من البلدان النامية .

هذا النشاط يمكن أن يشمل على تحسينات وتعديلات تقنيات التعدين ، ورفع التركيز واختيار أو تطوير عمليات جديدة . إن التعرف أو تطوير وتطويع العمليات التقنية المناسبة يمكن أن يكون مفيداً جداً لعدد من البلدان في المراحل الأولى للتطوير .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مثل هذه التقنيات يجب أن تستخدم وحدات صغيرة وغير مكلفة .

وعلى الهيئات الدولية أن تجمع وتقيّم المعلومات الخاصة بتقنية واقتصاد التصنيع ، وتوزيع واستخدام الأسمدة . يجب أن تضمن هذه المعلومات نتائج الأبحاث والنقاط الرئيسة في التنمية والتطوير الأنفة الذكر. كما يجب على الوكالات الدولية المالية أن تدعم وتؤمن تسهيلات جيدة عندما يتعذر الحصول على رأس المال الاستثماري . كما يجب أن تدعم المشاركة الهادفة إلى نقل للتقنية الجديدة ، بما في ذلك التقنية ذات المستوى المنخفض وذلك عندما تكون ملائمة وموافقة .

إن الهيئات الدولية المتخصصة يجب أن تطور جمع وتقيم للبيانات ذات العلاقة باستهلاك الأسمدة والطلب والحاجة والاحتياطات متضمنة الصلة والعلاقة مع إنتاج الأغذية واحتياطي المواد الخام . كما يجب أن تستخدم هذه المعلومات من أجل التنبؤ الدقيق بالحاجات المستقبلية من أجل ترقية وتشجيع تنمية وتطوير صناعة الأسمدة .

علماً بأن منظمة اليونيدو UNIDO (منظمة التطوير الصناعي التابعة لهيئة الأمم المتحدة) ومنظمة الفاو FAO (منظمة الأغذية الزراعية التابعة لهيئة الأمم المتحدة) ومجموعة البنك الدولي قد أعطت هذا الأمر اهتماماً كبيراً وملحوظاً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الثالث

3- دور الأسمدة في الزراعة

III – Role Of Fertilizer In Agriculture

أ- مقدمة Introduction :

شهدت الزراعة تطوراً ثابتاً خلال الأجيال منذ بداية الثورة الزراعية أي منذ حوالي 10000 سنة . هذه التطور كان نتيجة لتدجين النباتات والحيوانات وذلك لتلبية حاجات الإنسان الغذائية المتزايدة ، وقد أدى ذلك إلى زيادة إنتاج الغذاء أكثر مما هو مطلوب .

هذا الفائض في الإنتاج الزراعي كان متوفراً وفي متناول اليد من أجل الاستهلاك لقاطني وسكان المدن . وبدأ في هذه المرحلة نمو المراكز التجارية المحلية وكذلك المدن . هذا التطور للمراكز الحضرية سمح لطاقات وقدرات الإنسان أن تتحول إلى نشاطات غير زراعية وأدى إلى تقدم في المعرفة العلمية والتقنية والتي عليها ترتكز الزراعة الحديثة بقوة .

رافق زيادة إنتاج الغذاء زيادة في التعداد السكاني البشري ، وهذا النمو السكاني المتزايد قد فرض ضغطاً إضافياً آخر على إنتاج الغذاء مما أدى إلى زيادة مساحة الأراضي المستصلحة والتركيز الكبير على الأراضي القابلة للزراعة بالإضافة إلى تحسين التقنيات المستخدمة .

كما أن عوامل زيادة الإنتاج الزراعي كانت متزامنة وتعتمد وبشكل نسبي على الحاجة والعوز للغذاء ، وبشكل عام توسع الإنتاج الزراعي في الأصل من خلال الزيادة في المساحات المستصلحة القابلة للزراعة على حساب أراضي للرعي ، ولا ننسى تاريخياً بأن الضغوط الناجمة عن زيادة نسبة الإنسان إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأرض ، أبرزتها جزئياً المجاعات التي سببت الهجرة إلى مناطق أقل كثافة سكانية مما زاد في احتياطي الأرض المزروعة .

فالهجرات الكبيرة مثلاً من أودية نهر الصين إلى أجزاء أخرى من الصين وآسيا الجنوبية بالإضافة إلى الهجرة الأوربية إلى أوقيانوسية والعالم الجديد ، هذه الهجرات كانت بسبب الضغوط على الأرض الزراعية وتقنيات الإنتاج الزراعي .

إن العامل الأول والهام والذي أدى إلى ضغوط على موارد الأرض قبيل القرن العشرين كان بسبب النقص في خصوبة الأرض والذي رافق وصاحب الزراعة الدائمة . لذلك لجأ الإنسان إلى أسلوب القطع والحرق وبشكل كثيف في أغلب المناطق التي لا تقع عند مياه الأنهار أو دلتا أودية الأنهار حيث أن الطمي السنوي يعيد جزءاً من المواد المغذية للتربة .

بتزايد التعداد السكاني تناقصت فترة ترك الأرض دون زراعة بعد حرثها كما تناقصت خصوبة التربة ، وأخيراً ونتيجة الزراعة المستقرة انخفض مردود الإنتاج الزراعي .

وحتى المناطق المعتدلة مثل أوربا فقد عاشت لفترات طويلة جداً على الأنظمة التي تعتمد على ترك الأرض بدون زراعة لفترة قصيرة لتجدد خصوبتها وحيوتها .

إن توازن مستويات الإنتاج ذات المستوى المنخفض والتي تم إنجازها وتحقيقها اعتماداً على السقاية أو مياه الأمطار الدائمة قد انزاحت نحو الأعلى بسبب التحسينات والتطورات التقنية . والتي تبدلت في نظام الدورة الزراعية والتي تعتمد بشكل كبير على العلف وسماد الدمن الأخضر وذلك لتحسين خصوبة الأرض ، ومع ذلك بقي هذا النظام مستقلاً تقريباً عن الموارد المقدمة من القطاع الزراعي .

ولما بدأت الثورة الصناعية بدأت معها سلسلة من الأحداث التي أدت إلى زراعة اليوم الحالية في البلدان المتقدمة والتي تتصف باستصلاح المناطق الغير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

زراعية والاستعمال الواسع الانتشار للعلم والتكنولوجيا في عمليات الإنتاج الزراعي . ومن بين هذه المعطيات الحديثة ظهرت الأسمدة الكيميائية .

إن الانتقال من مرحلة ما قبل الزراعة الصناعية ، والتي تميزت بمعدلات سنوية متزايدة على المدى الطويل في المردود الزراعي بحوالي 1 % إلى الزراعة الحديثة الحالية والتي اتصفت بنسب نمو للمردود الزراعي بنسبة 2-4 % هذا الانتقال سعى للتغلب على المشاكل الخاصة بخصوبة الأرض والتي ذكرت سابقاً .

وعلى الرغم من إحراز بعض التقدم في هذه الفترة عن طريق اتباع الدورات الزراعية المكثفة والدمن الأخضر إلا أن التأثير الشامل في مجال زيادة إنتاج المواد الغذائية قد تمَّ من خلال زيادة استعمال الأسمدة الكيميائية .

1- مساهمة الأسمدة في المردود الزراعي :

The Contribution Of Fertilizer To Agricultural

تتوفر دراسات عديدة تهدف :

1- لتقدير وتقييم مساهمة الأسمدة في زيادة المردود الزراعي .

2- لتقدير نسبة الإنتاج الزراعي إلى نسبة الأسمدة المستعملة .

بشكل عام فإن البلدان النامية تمتلك نسبة قليلة من إنتاج الأغذية الكلي مقارنة مع استعمال الأسمدة ولكن دور مساهمة الأسمدة في زيادة الإنتاج والمردود الزراعي لا ينكر . وفي معظم الدول المتقدمة تكون هذه العلاقات أكثر توازنا .

تعتمد مساهمة الأسمدة بصورة كبيرة على مصادر زيادة الإنتاج الزراعي مقرونة بزيادة الأرض المزروعة أو زيادة غلة الهكتار الواحد . ورغم أن استعمالات الأسمدة يمكن أن تكون ضرورية لزيادة رقعة الأرض الزراعية فإن التأثير الرئيسي لها يكون من خلال زيادة عنصر المردود .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

درس Andersen طرق تقدير وتقييم مدى مساهمة الأسمدة وعلاقتها بالمردود . ولخص في الجدول (1) تقديراته هذه لاقتصاديات السوق النامية لمحاصيل الحبوب فقط . كما قام كل من Herdt و Barker في تقدير الحد الأعظمي لإسهام الأسمدة في زيادة مردود الإنتاج الإجمالي للحبوب في جنوب وشرق جنوب آسيا وبينّا أن زيادة إنتاج الحبوب كانت % 9 . 4 نتيجة لاستعمال الأسمدة بينما كانت نسبة إسهام الأسمدة في زيادة إنتاج الحبوب العالمي هي % 51.2 في نفس العام .

وصرح Ewell بأن % 50 من إنتاج الحبوب المتزايد خلال الـ 20 سنة الأخيرة يعود إلى زيادة استعمال الأسمدة .

وقد قدر Christensen, et al أن % 55 من الزيادة الحاصلة في إنتاج الحبوب للفترة ما بين 1955-1940 كانت بسبب استعمال الأسمدة . بينما قدر مجلس العلوم الزراعية والتكنولوجيا CAST أن نسبة 1/3 إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية من الحبوب كان بسبب استعمال الأسمدة .

أما Shaw و Durost فقد عزيا ما نسبته % 25 من زيادة الإنتاج الأمريكي للذرة خلال الفترة ما بين عام 1929 إلى عام 1962 إلى استخدام الأسمدة .

بينما Auer و Heady فقد قدرا نسبة 508 كغ من إجمالي زيادة لـ 1620 كغ للهكتار الواحد كإسهام الأسمدة في زيادة إنتاج الذرة وذلك ما بين عامي 1939 إلى عام 1961 .

هذا التقدم قد توسع من قبل Aueu و Heady و Conklin وذلك بتحليل أسباب الزيادة في إنتاج الذرة في وسط غرب الولايات الأمريكية خلال الفترة ما بين 1961-1939 والزيادات الحاصلة في الإنتاج خلال تلك الفترة تظهر في الجدول التالي الذي يظهر زيادة الإنتاج خلال تلك الفترة نتيجة عامل استعمال السماد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الإنتاج في عام	كغ/ هكتار	نسب إجمالي الزيادة في الغلة (الإنتاج الزراعي)
1939	1883	–
1961	3503	–
زيادة الإنتاج	1620	100 %

وهذه الزيادة تتوزع على النحو التالي :

الزيادة المنسوبة إلى	كغ / هكتار	نسبة إجمالي الزيادة في الغلة %
استعمال الأسمدة	503	4. 31
تحسينات متنوعة	578	7. 35
موقع الإنتاج	289	8. 17
عوامل أخرى	245	1. 15

حديثاً قام كل من Perrin و Heady بدراسة تأثير استعمال الأسمدة النتروجينية على عدد من المحاصيل في وسط غرب الولايات المتحدة الأمريكية (16) . وأشارت نتائجهما على أنه خلال سنوات السيتينات وبداية السبعينات كان السماد النتروجيني هو العامل الأول والمساهم الكبير في زيادة محاصيل الذرة ومساوياً من حيث الأهمية البذور المحسنة لحبوب ذرة المكانس (Sorghum) ، بينما كان عامل السماد النتروجيني أقل أهمية بالنسبة لمحاصيل القمح في الأراضي البعلية .

والجدول التالي " 1 " يظهر المساهمة التقديرية للأسمدة في إنتاج الحبوب في اقتصاد السوق المتطور 1948-1952 و 1972-1973 .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

	أفريقيا	أمريكا اللاتينية	الشرق الأدنى	الشرق الأقصى	إقتصاد
الزيادة الإجمالية في الإنتاج السنوي للحبوب (١٠ ^{6})طن [أ]	12.339	40.527	21.000	81.518	13
الزيادة السنوية المقدرة لإستعمال الأسمدة (١٠ ^{6})طن [ب]	2.523	10.779	9.240	26.226	3
النسبة المئوية من إجمالي زيادة الإنتاج بسبب استخدام الأسمدة [ب]	20.4	26.6	-	32.2	
النسبة المئوية لإجمالي زيادة المحصول بسبب استخدام الأسمدة [ب]	36.4	64.9	-	49.2	
النسبة المئوية المركبة والمقدرة للزيادة في إنتاج الحبوب والمنسوبة لإستعمال الأسمدة ٪ [جـ]	-	1.03	0.97	0.62	
النسبة المئوية لحصة ونصيب المعدل السنوي المركب لزيادة الإنتاج بسبب استعمال الأسمدة	-	27.1	32.5	28.0	
النسبة المئوية للزيادة في المحصول بسبب الأسمدة	-	66.1	85.1	42.8	
النسبة المقدرة ٪ لإجمالي انتاج عام 1972-1973 بسبب استعمال الأسمدة	6.6	16.2	-	15.0	

[أ] ترتكز على تقدير منظمة الأغذية والزراعة في كتاب الإنتاج السنوي .

[ب] تم تقديرها على أساس تأثير زيادة استعمال الأسمدة لمحاصيل الحبوب ونسبة معدل استجابة مانسبته ١٠ كغ من الحبوب لكل ١ كغ من السماد.

[جـ] تستند على تقديرات *EVONSON* للإنتاج .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أخيراً فإن تقديرات TVA وضعت مساهمة الأسمدة لمجمل إنتاج وإيراد المحصول للولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 37 % .

بغض النظر عن مدى أهمية الأسمدة بالنسبة للمحاصيل وزيادة مردودها ، فإنه من النادر أن تكون هي العامل الوحيد والمحدد للإنتاج الزراعي ، أو تكون الجواب الكامل والشافي من أجل التغلب على مشاكل تأمين الغذاء . ولقد عرف Schultz ووصف الزراعة التقليدية بأنها نظام زراعي يتصف بأنه بشكل عام فقير وضعيف ، ولكنه كافٍ ، وإنه أيضاً النظام الذي لا يقوم عامل واحد فيه كعامل محدد وأساسي في زيادة المردود والإنتاجية.

إن نسب عائدات أي عامل لوحده قبل استعمال الأسمدة من الصعب تحديدها والاعتماد عليها لأن هناك أكثر من عامل له الأثر في زيادة الإنتاج كاستعمال بذور ذات أصناف عالية الإنتاج ، وتحسين طرق السقاية والزراعة واستصلاح الأراضي وتجفيفها ، وأخيراً القدرات والطاقات المتقدمة لحماية المحاصيل من الأوبئة والآفات .

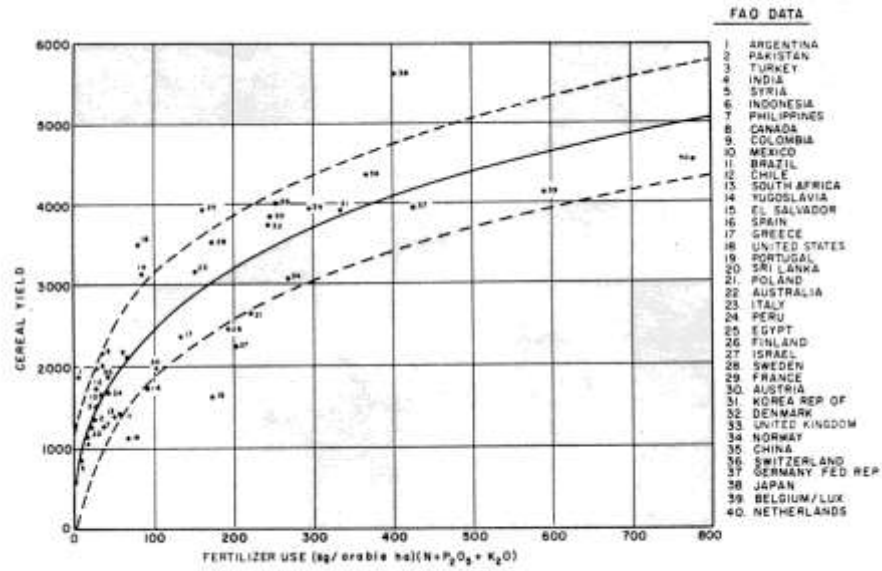
هناك علاقة تاريخية صحيحة بين محاصيل الحبوب وبين استعمال الأسمدة لكل هكتار من الأرض الصالحة للزراعة الشكل (1) .

وهذا يبين بأنه كلما زادت المحاصيل فإن قدرة الأرض على تأمين كميات كافية ومناسبة من المواد المغذية تنقص وتنخفض وبالتالي ترتفع نسبة استعمال الأسمدة التي تعمل على تجديد خصوبة الأرض .

والملاحظات التي تقع فوق المنحني تمثل إنتاج المناطق ذات التربة العالية الخصوبة (كما في الولايات المتحدة – والأرجنتين) أو إنتاج المناطق التي تناسب فيها سعر التكلفة والإنتاج (كما في يوغسلافيا واليابان) أو إنتاج المناطق التي كانت العوامل المحيطة مناسبة فيها كالسقاية والإشعاع الشمسي (كما في مصر) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Source: Private Communication from J.W. Gowton.

Figure 1. National Use of Fertilizer and Grain Yields, 40 Countries, 1972-76.

أما الملاحظات التي تقع أسفل المنحنى فإنها تمثل إنتاج المناطق التي تؤمن فيها المعطيات الإدارية والتقنية بشكل كاف ووافٍ (كما في السلفادور). أو لم تؤمن فيها أحد العوامل الأساسية الضرورية كماء السقاية مثلاً (كما في البرتغال) . ولكن من الواجب الملاحظة والانتباه أن نسب استعمال الأسمدة الموضحة والخاصة بكل قطر في الشكل (1) قد تم الحصول عليها وذلك بتقسيم الاستعمال الكلي لـ $N+P_2O_5+ K_2O$ في ذلك البلد على التقديرات الكلية للهكتارات المستصلحة زراعياً .

ونسب الاستعمالات الناتجة قد تختلف بشكل ملحوظ عن نسب الاستعمالات على أراضي محاصيل الحبوب . ففي بعض البلدان تتلقى المحاصيل الأخرى كميات كبيرة من الأسمدة أكثر من محاصيل الحبوب .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وفي بعض البلدان الأخرى فإن معظم السماد المستعمل كان يستخدم للأراضي العشبية (المروج والمراعي) وفي مثل هذه الحالات نحصل على نسبة استعمال للسماد غير صحيحة كما في استراليا وهولندا مثلاً .

كما يجب أن لا ننسى العوامل الأخرى الرئيسية والتي تسهم وتساعد في استعمال نافع ومثمر للأسمدة وخصوصاً علاقة الأسمدة بالنباتات وبالتربة .

2- **التربة The Soil** :

من المعروف أنه لابد لكل إنتاج زراعي من : التربة , والماء , والهواء , والطاقة الشمسية .

ولقد عرف كل من Brady و Buclman التربة بقولهما :

التربة هي الجسم الطبيعي الذي صنّع وتشكّل من خليط متنوع من فلزات وصخور متفتتة , ومواد عضوية متعفنة ومتحللة , والتي تغطي الأرض بطبقة رقيقة , والتي تزود النبات بغذائه اللازم , بوجود الظروف المناسبة والملائمة من الهواء والماء والتفتت الميكانيكي والتحاتّي لها .

إن الفكرة الأولى في التعريف هي أن التربة هي جسم طبيعي نشأ مبدئياً من خلال تأثير عوامل تشكيل التربة على المادة الأصل والتي هي غطاء الصخور ، والعوامل التي أثرت في هذا التشكيل هي :

أ- المناخ وبشكل خاص درجة الحرارة والترسيب .

ب- الكائنات الحية وخاصة النباتات الطبيعية .

جـ- طبيعة المادة الأصلية مع الأخذ بعين الاعتبار : البنية والتركيب الكيميائي والتركيب الفلزي .

د- طبوغرافية المنطقة .

هـ- الزمن .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يمكن ملاحظة تطور نمو التربة عن طريق مشاهدة طبقاتها الأفقية المتعددة والمختلفة في صفاتها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية . وإن تعاقب وتسلسل هذه الطبقات الأفقية هو الذي يؤلف ويشكل المقطع الجانبي للتربة .

وعوامل تشكيل التربة هذه تختلف في شدتها من مكان لآخر باختلاف الصخور المتفتتة منها واختلاف الأدوار الجيولوجية التي مرت عليها .

إن مياه الأمطار الراشحة إلى الأسفل عبر طبقة المادة الأساسية سينجم عنها تغيرات ميكانيكية وتفاعلات كيميائية . تتكون التأثيرات الميكانيكية بصورة أساسية من حركة الجزئيات الناعمة باتجاه الأسفل وهي جزئيات الغضار والوحل وجزئيات المواد العضوية المتفككة مما ينجم عنه ركاماً من أنواع تفتت الصخور بألوان فاتحة تسيطر عليها جزئيات خشنة . أما الحموض العضوية الناتجة عن تحلل المواد العضوية فهي تزيد من مسامية التربة وقدرتها على ترشيح مياه الأمطار وهي المسؤولة عن التفاعلات الكيميائية خلال عملية تشكيل الركام الصخري ويعتبر الغضار والمواد المغذية المنحلة بعضاً من النواتج الرئيسية لهذه التفاعلات وفي الوقت الذي تتناقص فيه سرعة المياه الراشحة ، تترسب نواتج تفكك الصخور مما ينجم عنه طبقات من الدقائق الناعمة وبلون داكن لسبب تراكم المواد العضوية .

بصورة عامة فإن التربة الزراعية تتألف من طبقتين :

طبقة علوية : وتكون غنية بالمواد العضوية , وطبقة سفلية .

وتحت الطبقة السفلية تقع طبقة من الصخور ليست بالضرورة هي الصخور التي كونت التربة التي فوقها لأنه في معظم الحالات فإن طبقة التربة اشتقت من صخور متوضعة في موضع آخر ومن ثم نقلت إلى المكان الحالي بفعل الرياح والسيول . والتربة هي التي تسهم إلى حدّ كبير في نموّ النبات وذلك لأنها تزوده بالغذاء ، ولأنها الوسط الذي من خلاله تحصل الجذور على المواد المغذية المعدنية والماء .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2-1 الصفات الفيزيائية للترب الزراعية :

Physical Properties Of Soils

إن الاختلاف في عوامل تشكيل التربة وأصل المادة قد أدى إلى اختلاف وتنوع كبير يمكن ملاحظته في كافة مناطق العالم . هذه الاختلافات قد ظهرت من خلال صفات وتراكيب طبقات التربة . ولعل من أهم الصفات الفيزيائية الواضحة لهذه الطبقات هي: العمق واللون وتوزع حجم الجسيمات والبنية والتركيب أما العمق فهو المسافة بين الحدود الدنيا والعليا للطبقة . وكلما كان هذا العمق كبيراً كلما كان مناسباً أكثر .

واللون هو عنصر هام في التمييز بين طبقات التربة ، والمكونين الرئيسيين اللذين يحددان لون التربة هما محتوى التربة من المادة العضوية ، والمرحلة التي تمت فيها أكسدة مركبات الحديد .

فالطبقات ذات اللون الداكن تترافق مع محتوى عالٍ من المادة العضوية بينما الطبقات ذات اللون الفاتح تدل على محتوى منخفض للمادة العضوية . واللون الأحمر يدل على عوامل التجوية الشديدة التي خضعت لها التربة وبالتالي احتوائها على مركبات الحديد المؤكسدة بنسبة عالية .

كما أن توزع حجم الجسيمات للتربة أو بنية التربة توضح التناسب النسبي لتوزع الطين والطمي وحبات الرمل في الأرض حيث تميل بعض الطبقات إلى بنية تركيب خشن غير مصقول بينما تميل بعضها الآخر إلى بنية ناعمة كنتيجة لتراكم الحبيبات الناعمة . أما التربة ذات التركيب المتوسط فإنها تعتبر عادة أفضل أنواع الترب الصالحة للإنتاج الزراعي .

إن بنية التربة تعكس درجة التجمع والترابط لذرات التربة إلى مجموع التربة . هذه التجمعات والترابطات تقدم لطبقات التربة شبكة من المسامات بأحجام مختلفة بحيث تسمح بتخلخل الهواء بالإضافة إلى الترشيح والاحتفاظ بالماء الضروري لنمو النبات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن استقرار وثبات الماء في ذرات التربة المترابطة هو صفة مرغوبة ومفضلة بالنسبة للتربة لأنها تسمح بالاحتفاظ بالماء اللازم فقط وتصريف الماء الزائد دون تعطيل لشبكة المسامات وبذلك يتم تجنب حالة الإشباع بالماء التي تعتبر غير مرغوب فيها لنمو معظم النباتات .

وتلعب المركبات العضوية الناتجة عن تفكك المواد العضوية في التربة دوراً هاماً وأساسياُ كعامل يوحد ويربط ويجمع بين ذرات التربة ، مما يساعد في زيادة نسبة استقرار وثبات الماء في ذرات التربة .

إن تأثير الصفات الفيزيائية للتربة على نمو النبات والإنتاج تتوضح من خلال نوعية التربة التي تقوم بدور الدعم لنمو النبات من خلال قدرتها على تأمين الهواء والماء والمواد المغذية للجذور .

2-2- الصفات الكيميائية للترب الزراعية :

Chemical Properties Of Soils

إن أهم صفة كيميائية للتربة الزراعية وذات علاقة بنمو النبات هي قدرة التربة على تزويد النبات بالمواد المغذية الضرورية لإتمام دورة حياته .

هناك سبعة عشر عنصراً كيميائياً على الأقل مطلوباً ويحتاج النبات إليها لإتمام نمو ومراحل حياته . بعض هذه العناصر يحتاج إليها النبات بكميات أكبر وتدعى هذه العناصر بالعناصر المغذية الكبرى الأولية وبعضها الآخر يحتاجها بكميات أقل وتدعى هذه العناصر بالعناصر المغذية الكبرى الثانوية . والعناصر المتبقية يطلبها النبات بكميات صغيرة نسبياً ولذا تدعى بالعناصر المغذية الصغرى .

إن كمية العناصر الممتصة والمتمثلة والمقدرة لـ 9.4 طن ذرة / هكتار قد تمَّ أيضاً في الجدول رقم (2) التالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 2. NUTRIENTS TAKEN UP BY A MAIZE CROP, INCLUDING THE ROOTS, TO PRODUCE A YIELS OF 9.4 TONS OF MAIZE PER HECTARE:

Substance	Chemical Symbol	Uptake Kg/ha	Substance	Chemical Symbol	Uptake Kg/ha
Hydrogen	H	a	Iron	Fe	3.36
Oxygen	O	11.424[b]	Manganese	Mn	0.50
Carbon	C	8.736[c]	Boron	B	0.11
Nitrogen	N	317	Molybdenum	Mo	Trace
Phosphorus	P	58	Chlorine	Cl	Trace
Potassium	K	230	Cobalt	Co	Trace
Calcium	Ca	65	Copper	Cu	Trace
Magnesium	Mg	56	Zinc	Zn	Trace
Sufur					

a. Taken from 7.224-9.240 Cm/ha of water absorbed and evapotranspirated by the crop during life cycle.
b. Taken from the air through the photosynthesis/ respiration process and from water.
c. Taken from air.

Source: The Fertilizer Institute: 1976. The Fertilizer Handbook.P. 12-13,1015 18th St, N.W. Washinton, D.C.

فالكربون وجزء من الأوكسجين يتم الحصول عليهما من الهواء عن طريق الأوراق ، أما باقي الأوكسجين فيتم الحصول عليه عن طريق الماء الذي امتصته الجذور . أما باقي العناصر المغذية الأخرى تؤخذ عادة من قبل الجذور بما يدعى بمحلول التربة .

محلول التربة هذا يتألف من ماء التربة المتوفر والمدمص من قبل جسيمات التربة بتوتر سطحي يتراوح ما بين 1/3 و 15 ضغط جوي والذي يقوم بحل كاتيونات وأنيونات التربة .

إن ما هو هام حقيقة بالنسبة للنبات هو كمية بسيطة جداً من العنصر الكيميائي في التربة القابلة للانحلال في محلول التربة لا الكمية الإجمالية للعنصر نفسه ونسبة المواد المغذية المتاحة للنبات ليست نسبة ثابتة في التربة . ولكنها تعتمد إلى حدّ ما على بعض صفات وميزات التربة ، وقد تختلف مع الزمن والأعمال الزراعية لجني المحصول .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتوفر المواد المغذية في التربة يتأثر مبدئياً بصفات التربة الكيميائية مثل : تركيب المادة والصخور الأساسية التي تكونت منها التربة– حموضة التربة أو الـ PH لها– التبادل الكاتيوني لها – ومحتوى المادة العضوية فيها . وكل من هذه العوامل سوف يدرس على حدة .

فالصخور الأساسية التي تكونت منها التربة تختلف في تركيبها الكيميائي كما هو واضح في الجدول رقم (3) الذي يبين تركيب العناصر للأنماط الأربعة للصخر .

TABLE 3. CHEMICAL COMPOSITION F ROCKS OF THE EARTH'S CRUST

	% Composition Of Rocks[a]			
Constituents	Igneous (95)[b]	Shale (4%)	Sandstone (0.75%)	Limestone (0.25%)
SiO_2	59.12	58.11	78.31	5.19
Al_2O_3	15.34	15.40	4.67	0.18
Fe_2O_3	3.08	4.02	1.08	0.54
FeO	3.80	2.45	0.30	
TiO_2	1.05	0.65	0.25	0.06
CaO	5.08	3.10	5.50	42.57
MgO	3.49	2.44	1.16	7.89
MnO	0.12	Trace	Trace	0.05
K_2O	3.13	3.24	1.32	0.33
Na_2O	3.84	1.30	0.45	0.05
CO_2	0.10	2.63	5.04	41.54
P_2O_5	0.30	0.17	0.08	0.04
SO_2		0.65	0.07	0.05
S	0.05	-	-	0.09
H_2O	1.15	4.99	1.63	0.77
Total	99.65	99.15	99.95	99.98

a. Percentages in parentheses indicate Percentages of rocks in the earth's crust.
b. And metamorphic.

Source : Jackon, M. L. 1964. " Chemical Composition of Soils ", In Chemistry of the Soil , F. E. Bear, ed., P. 71-141 Reinhold Publishing Company , New York .

من المفترض أنه بعد أن تمت عملية تشكيل التربة ، فإن تركيب العناصر في التربة هو نفسه الموجود في الصخر الأساسي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والجدول رقم (4) يظهر تركيب العناصر في 8 أنواع من الترب .

TABLE 4. CHEMICAL COMPOSITION OF SELECTED SOIL PROFILES[a]

Constituent	Norfolk Fine Sand Floride,%	Sassafras Sandy Virginia%	Ontario loam,new York,%	Loam Ely, Nevada%	Hagerstown Silt loam Tennessee	Cascade Silt loam Oregon%	Marshall Silt loam Lown,%	Summit Clay Kanas%
SiO_2	91.49	85.96	76.54	61.69	73.11	70.40	72.63	71.60
TiO_2	0.50	0.59	0.64	0.47	1.05	1.08	0.63	0.81
Fe_2O_3	1.75	1.74	3.43	3.87	6.12	3.90	3.14	3.56
Al_2O_3	4.51	6.26	9.38	13.77	8.30	13.14	12.03	11.45
MnO	0.007	0.04	0.08	0.12	0.44	0.07	0.10	0.06
CaO	0.01	0.40	0.80	5.48	0.37	1.78	0.79	0.97
MgO	0.02	0.36	0.75	2.60	0.45	0.97	0.82	0.86
K_2O	0.16	1.54	1.95	2.90	0.91	2.11	2.23	2.42
Na_2O	Trace	0.58	1.04	1.47	0.20	1.98	1.36	1.04
P_2O_5	0.05	0.02	0.10	0.18	0.16	0.16	0.12	0.09
SO_2	0.05	0.07	0.08	0.12	0.07	0.21	0.12	0.11
Ignition loss	1.83	1.91	5.30	7.62	8.82	4.25	6.01	6.60
Nitrogen	0.02	0.02	0.16	0.10	0.27	0.08	0.17	0.09

a. The furrow-slice of a representative mineral soil considered to contain approximately 2,000,000 Lb of dry earth to the acre (2,242,000 kg/ha) Source : Buckman, H.D., and N. C. Brady. 1969. The Nature and Properties Of Soils, P.24 The Macmmillan Company, New York

بشكل عام فإن عملية التحتات تميل إلى إنقاص تركيز الكاتيونات القابلة للانحلال مثل : Ca , Mg , K , Na والتي تنحل جزئياً وترشح بسقوط الأمطار . ومن جهة أخرى فإن العناصر الغير قابلة للانحلال مثل Si و Ce و Ma و Al تميل إلى زيادة تركيزها النسبي لأنها تبقى في المكان بعد مقاومة التأثير المذيب للماء المترشح .

الأثر الآخر لعملية تشكل التربة هو زيادة N و S في التربة بسبب تفسخ وتحلل المواد العضوية الناتجة عن نمو النبات في التربة خلال المراحل المبكرة الأولى للنمو .

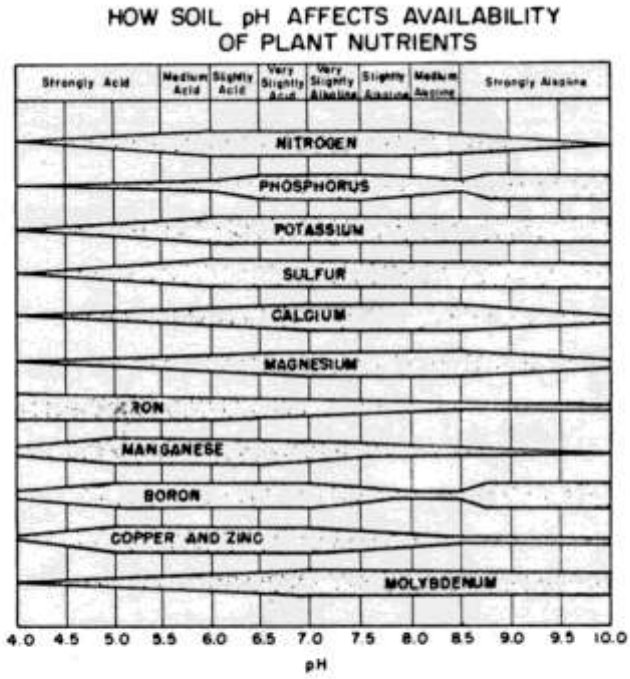
والمركبات الكيميائية في التربة النامية مستقرة وغير قابلة للانحلال في الماء ، والمعدل الطبيعي للانحلال وتحرير العناصر المغذية إلى محلول التربة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هو بشكل عام عملية بطيئة . وفي معظم الحالات لن يكون كافياً لتزويد النبات بحاجته منها من أجل محصول ذو سوية إنتاجية عالية مثل تلك الموضحة في الجدول رقم (2) .

حموضة التربة : أو الـ PH لها هو عامل هام يتحكم بإمكانية الحصول والانتفاع من العناصر المغذية . والعلاقة ما بين PH التربة وإمكانية التمثيل والحصول على بعض عناصر التربة المغذية توضح في الشكل (2) .



Source: Sprague, H.B. 1964. Hunger Signs in Crops. N.Y., David McKay Company, p. 18.

Figure 2. Effects of Soil Reaction on Availability to Plants of Soil Nutrients (after Truog). The Width of the Bar Determines the Relative Availability of Each Element with a Change in Soil Reaction.

إن معدل الـ PH المطابق لمعدل الانتفاع العالي من العناصر المغذية ليس نفسه بالنسبة لكل العناصر المغذية ، وعلى الرغم من ذلك فإن معظم العناصر المغذية تظهر إمكانية عالية للانتفاع منها قريبة من الإمكانية العالية وذلك ضمن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المعدل الضيق لـ PH أي 7 - 6.5 الذي يمكن أن يدعى بمعدل الـ PH المثالي .

إن قيم الـ PH الزائدة عن المعدل المثالي تنقص وتخفض من إمكانية الانتفاع بالعناصر المغذية الصغرى باستثناء المولبيديوم . كما أن إمكانية الانتفاع بعنصر البورون تنخفض عند درجة PH أقل من 8.5 ، وتزداد بعد ذلك لحد .

العناصر المغذية الكبرى كالنتروجين والكالسيوم والمغنزيوم تنقص إمكانية الانتفاع بها فوق حد الـ PH المثالي ، بينما الفوسفور يقدم نمطاً من إمكانية الانتفاع مشابهاً لذلك الخاص بالبورون . كما أن نقصاناً شديداً في إمكانية الانتفاع بالفوسفور تحدث عند مستويات الـ PH التي هي دون الـ 5.5 .

أما العناصر المغذية الباقية لا تظهر أية نقصان شديد في نسبة الانتفاع بها إلا إذا انخفضت درجة الـ PH للتربة إلى دون 5.5 .

درجة الـ PH هذه للتربة يمكن أن تصحح باستعمال تعديلات للتربة . وأكثر التعديلات استعمالاً هو إضافة الكلس للتربة الحمضية ، وإضافة مركبات الكبريت للأراضي القلوية .

وتعديل مستوى الـ PH للتربة هو أمر عادي في الزراعة الحديثة . وإن إضافة الكلس أو الكبريت كمواد تعديل للتربة مختلف عن دورهما كمواد مغذية. والطاقة التبادلية الكاتيونية CEC هي صفة كيميائية هامة لإمكانية الانتفاع بالعناصر المغذية ، وهذه الطاقة التبادلية الكاتيونية هي جمع للشحنات السالبة لغرويات التربة التي يمكن أن تتعادل مع كاتيونات محلول التربة .

التربة ذات الطاقة التبادلية الكاتيونية العالية هي أقل قابلية للتأثر بالنضوب (الشح) السريع للعناصر المغذية كما في التربة ذات الطاقة التبادلية الكاتيونية المنخفضة .

2-3- المادة العضوية للتربة الزراعية :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تؤلف المادة العضوية جزءاً بسيطاُ من مكونات التربة بمتوسط قدرة 3-5 % فالترب ذات البنية الخفيفة , والترب المفتتة بشكل كبير عادة يكون تركيز المادة العضوية فيها منخفضاً . بينما الترب العضوية ، وبعض الترب المشتقة من مواد الرماد البركاني فلها تركيز أعلى بعدة مرات من المعدل العادي .

وتصنف المكونات الأساسية للمادة العضوية للتربة بمجموعتين :

المجموعة الأولى : هي كافة المواد العضوية الحديثة ونواتج تخميرها التي قد توجد في التربة كالجذور والأغصان والساق والأوراق الغضّة أو اليابسة ، وفضلات الحيوانات الضخمة ، والحشرات والحيوانات الصغيرة والبكتريا التي تعيش في التربة والأنزيمات التي تطرحها هذه البكتريا تنشط عملية تحلل المادة العضوية الغضّة بوجود الماء مع انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون خلال عملية التحلل والتخمر هذه .

والمجموعة الثانية : هي المواد العضوية المستقرة للتربة والتي تدعى بالدبال Humus والتي عادة تكون غير قابلة للتحلل بواسطة الأنزيمات ولكنها قد تتحلل بتفاعلات أخرى لاحقة ، وعلى الرغم من النسبة القليلة للمادة العضوية المستقرة في التربة إلا أنها ذات دور فعال جداً بالنسبة إلى وظائف التربة الأساسية وذلك بتزويدها للنباتات النامية بحاجتها من الماء والعناصر الغذائية .

إن المركبات الدبالية يمكن أن تختزن كميات من الماء والعناصر المغذية أكثر بعدة مرات من تلك الكميات التي يمكن أن يختزنها نفس الوزن من المركبات الغروية المعدنية ، لأن الغرويات العضوية لها طاقة ادمصاصية عالية للماء ، وكذلك طاقة كاتيونية عالية .

إن مادة التربة العضوية هي المصدر الأهم والأساسي للنتروجين المحلي والكبريت اللازمين لنمو النبات ، هذين العنصرين غير موجودين في التربة الأم بكميات معقولة ومقبولة .

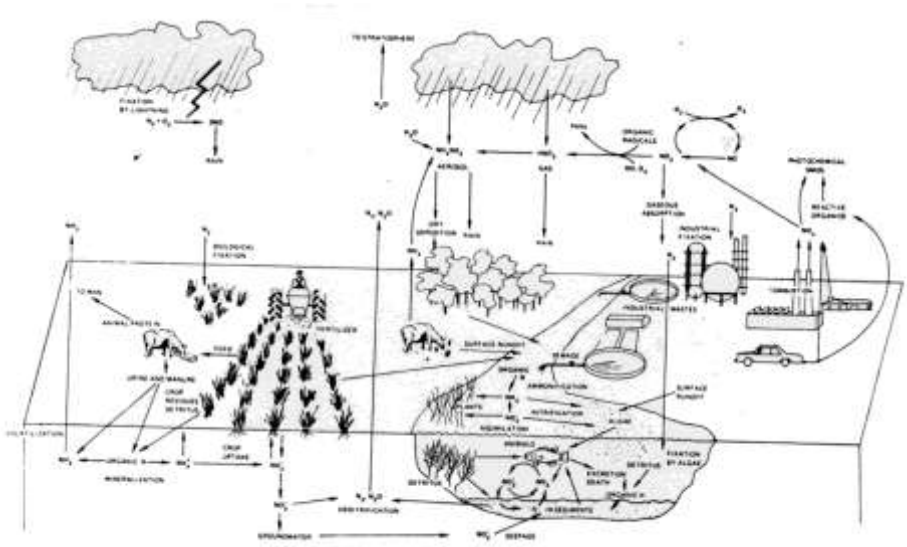
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وهكذا فإن نتروجين وكبريت التربة المتوفرين والمتاحين لنمو النبات قد انبثقا بشكل كامل من تحلل المركبات العضوية .

إن دورتي النتروجين والكبريت في الطبيعة متشابهتين ، وهما من أهم الدورات التي تعمل على تأمين وتعزيز الحياة على الأرض .

والتمثيل المبسط لدورة النتروجين توضح من خلال الشكل (3)



بالرغم من أن العلاقة ما بين المادة العضوية وإجمالي النتروجين تميل وتنزع إلى أن تكون ثابتة لا تتغير وهو المعدل من 20:1 فإن كمية النتروجين العضوي المتحولة إلى نتروجين متمثل ومتاح للنبات لا تعتمد على الكمية الإجمالية للنتروجين أو المادة العضوية الموجودة في التربة فقط ولكن تعتمد أيضاً على طبيعة مركبات المادة العضوية وميزات التربة الأخرى .

الشكل (4) يوضح حالة حيث أن نسبة النتروجين المتمثل من قبل بعض النباتات (الذرة) تبقى ضمن نفس المعدل رغم نموها في ترتبين مختلفين بنسبة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

محتواهما من المادة العضوية ، أحدهما من تربة محتواها من المادة العضوية 1- 4 % وأخرى محتواها 8-11 % مادة عضوية .

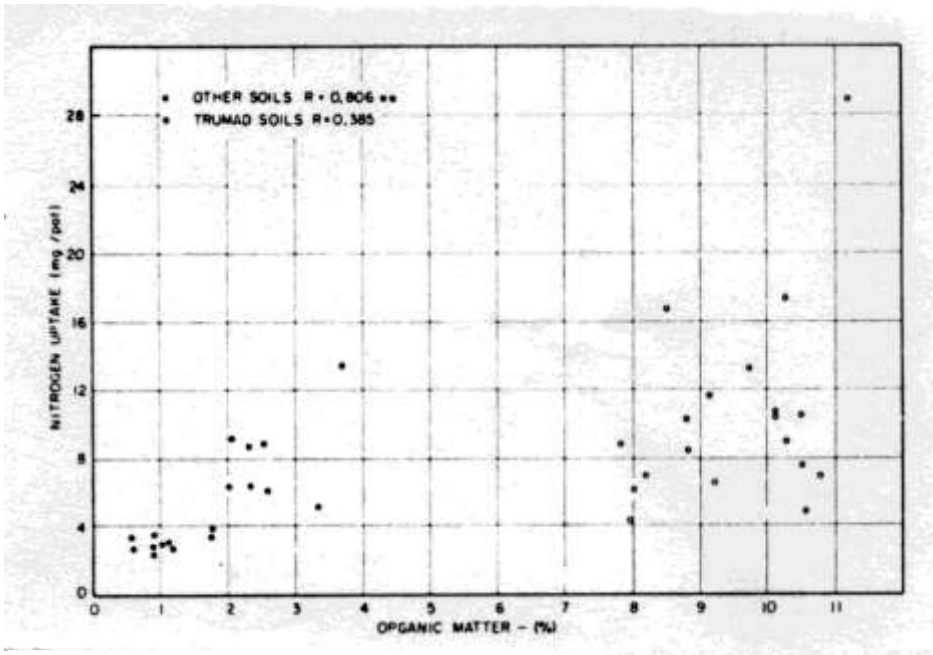


Figure 4. Nitrogen Uptake by Corn Versus Soil Organic Matter in Samples of Tow Different Soil Types.

تعتبر المادة العضوية المتحللة مصدراً كذلك للفوسفور القابل للتمثل ، وفي بعض أنواع الترب فإن ما نسبته فيها 50 % من الفوسفور القابل للتمثل يُخمن أن يكون قد نشأ من تحلل وتفكك عضوي .

وقد تم اكتشاف وملاحظة بعض التأثيرات المضادة للاستفادة من العناصر الغذائية رغم المستويات العالية للتربة من المادة العضوية .

فعلى سبيل المثال مثلاً فإن تشكل المركبات المعدنية العضوية يعتبر السبب وراء الربط المؤقت للعناصر المغذية الصغرى القابلة للانحلال والموجودة في الترب العضوية .

الدور الهام الآخر للمادة العضوية في التربة هو الحفاظ على بنية وتركيب التربة . فبعض المركبات العضوية تقوم بدور عوامل ربط ووصل وذلك بإمساك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

جسيمات التربة الأساسية مع بعضها البعض مثل الطين- الطمي والرمل كما ذكرنا سابقاً .

3- **المخصبات السمادية Fertilizer Nutrients :**

يتحدد مردود المحصول النباتي بعدة عوامل :

أ- القدرة الوراثية الكامنة للنبات .

ب- إمكانية الانتفاع بالمواد المغذية غير العضوية والماء والكربون .

جـ- الطاقة الضوئية خلال دورة المحصول .

د- درجة التدخل من الكائنات الحية .

هـ- العوامل الفيزيائية في نظام الإنتاج .

إن هدف تقنيات الإنتاج الحالي للمحاصيل هو جعل عوامل الإنتاج في المستوي المثالي وخفض تأثير كل العوامل التي تتدخل سلبياً بالشروط الاقتصادية المثلى للإنتاج .

إن مردود المحاصيل يكون أعظمياً عندما تكون كل عوامل الإنتاج الإيجابية في المستوي المثالي ، والعوامل السلبية في الحد الأدنى ، وضمن هذه الظروف يتحدد الإنتاج الأعظمي بواسطة القدرة التناسلية الكامنة للنبات .

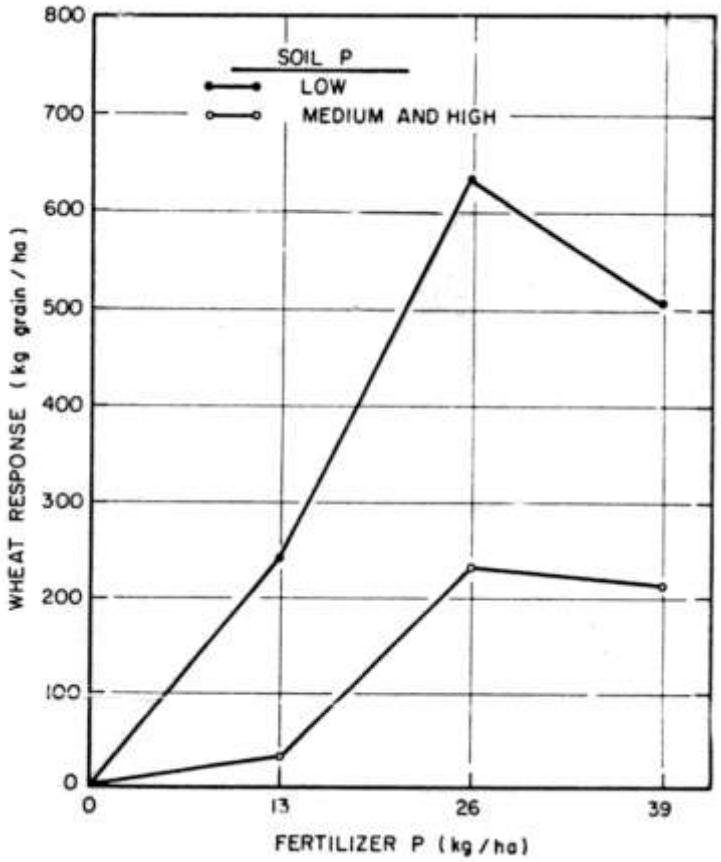
بشكل عام فإن تكاليف العوامل المتحكمة والتي تؤثر في نمو النبات من أجل الحصول على محاصيل ذات مردود أعظمي هي تكاليف عالية جداً بالمقارنة بالعوائد ، بينما المحاصيل ذات المردود الأقل من الحد الأعظمي فهي اقتصادية وغير مكلفة .

لذا فالأسمدة الكيميائية تستعمل اقتصادياً عندما يكون مستوي المواد المغذية المتاحة أُل من المستوي المطلوب للعوائد الاقتصادية المثلى ، وتعتمد الاستجابة والخضوع إلى جرعة معطاة من الأسمدة إلى حد كبير على كميات وأشكال المواد المغذية المتبقية في التربة وذلك في زمن ووقت الاستعمال ، والشكل (5) يوضح

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حالة نموذجية للفوسفور الأولى الموجود في نوعين من التربة حيث نجد أن الكمية المتمثلة منه متغيرة .



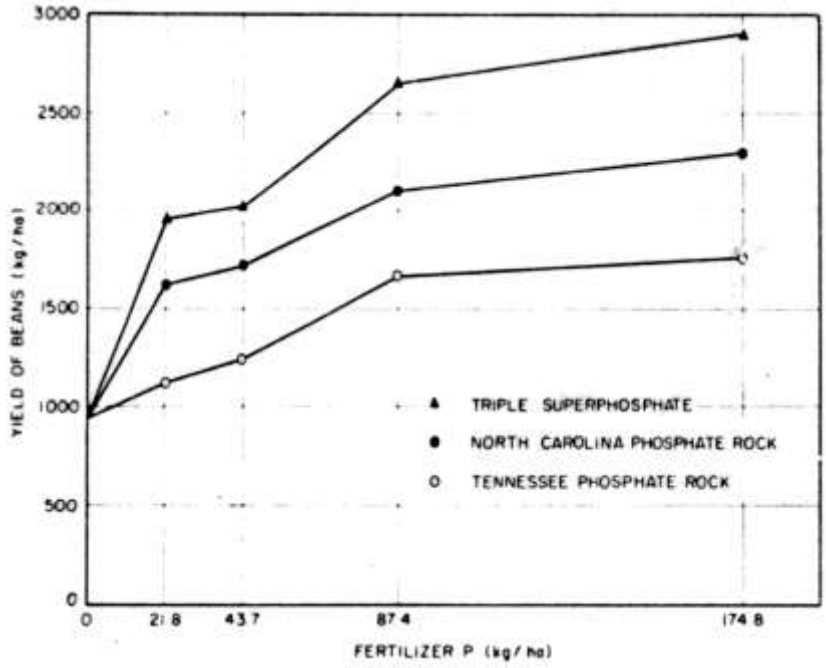
Source: Sing, B. R., L. Sing, and B.P. Sing. 1973. "Response of Dwarf wheat (Triticum aestivum L.) to Graded Doses of P and K on Soils of Different Available P Status. Journal of Agricultural Science, 80:251-253.

Figure 5. Average Wheat Yield Response to Fertilizer Phosphorus on Nine Soils with Medium or Low Levels of Available Phosphorus and Four Soils with High Levels.

تعتمد استجابة المحاصيل للأسمدة أيضاً على نوع مادة السماد المستعمل وعلى معطيات العوامل الأخرى والتي تؤثر في عملية الإنتاج والشكل (6) يوضح هذا , وذلك ببيان نسب الاستعمالات الزائدة لثلاث مصادر فسفورية مختلفة قد استعملت من أجل نبات الفول .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Source : Private Communication with Larry Hammond.

Fingure 6. Bean Yield Responses to Phosphorus Rates Applied in Fertilizers with Different Phosphorus Solubility

إن الاختلاف الأساسي ما بين المصادر هو قابلية انحلال مركبات الفوسفات . فالفوسفات في ثلاثي سوبر فوسفات هو أكثر المصادر انحلالاً مزوداً بذلك الكمية العالية من الفوسفور المتاح للمحاصيل النامية .

والفوسفات في كلا النوعين من صخور الفوسفات أقل انحلالية بالنسبة إلى النباتات وهذا ما تبين من خلال الإنتاج المنخفض الذي تم الحصول عليه من خلال نسب الفوسفور المستعملة كصخر فوسفات مقارنة مع الإنتاج المستحصل عليه بنفس نسب الفوسفور المستعمل كثلاثي سوبر فوسفات . الطريقة المستعملة في تطبيق واستعمال الأسمدة للتربة هو أمر آخر يجب أن يؤخذ بعين

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الاعتبار . فبعد أن تضاف الأسمدة للتربة ، تبدأ العناصر المغذية في الأسمدة بالانحلال وهذه لا تستهلك من قبل النباتات فقط حيث أن نسبة كبيرة منها وتذهب هدراً بسبب العمليات الثانوية في التربة, ومن هذه العمليات هناك : الترشيح العميق ، التطاير ، والتحول إلى أشكال غير قابلة للانحلال ، وكل هذه العمليات تمنع عن النبات الاستفادة الكاملة من المواد المغذية .

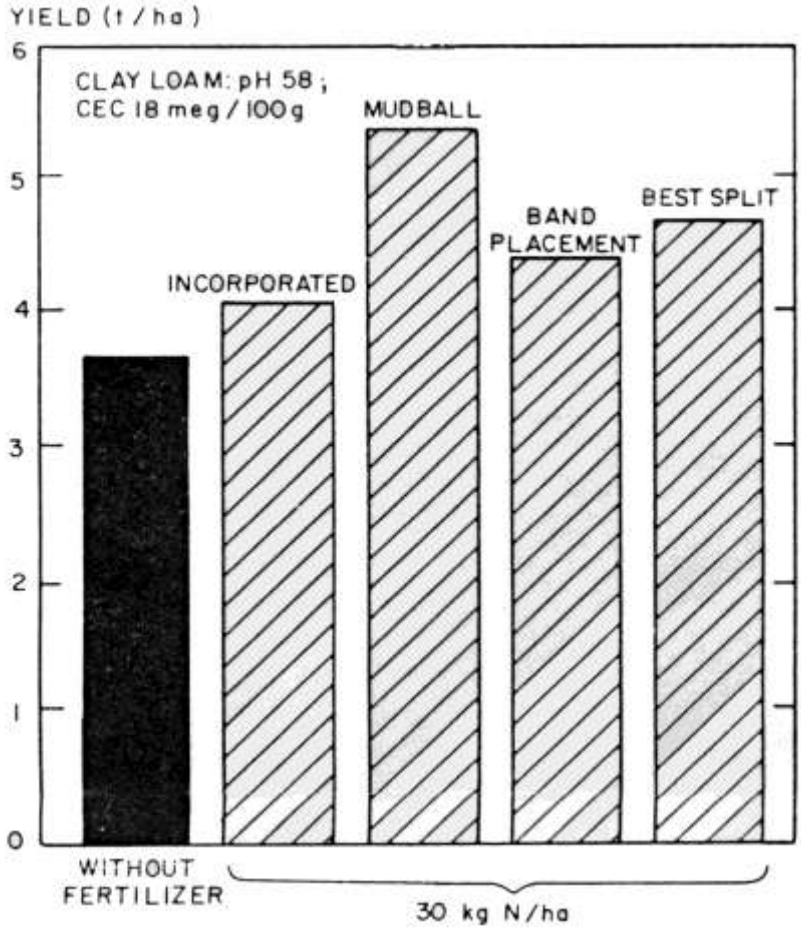
إن الأهمية النسبية لكل واحدة من هذه العمليات ليست واحدة في كل الترب ، وليست واحدة أيضاً بالنسبة لكل أنواع الأسمدة والنباتات ، وغلبة أو سيطرة عملية واحدة أو أكثر يعتمد بشكل أولي على الصفات النوعية للتربة ، وكذلك الماء ودرجة حرارة التربة ،ومصدر الأسمدة ، ونوعية المحصول .

كما أن درجة الارتباط الفيزيائي ما بين التربة وجسيمات الأسمدة ومكان تمركز جسيمات الأسمدة مع الأخذ بعين الاعتبار نظام الجذور في التربة ، هي عناصر وأمور هامة تحكم وتضبط الكفاية العظمى للأسمدة بواسطة النبات .

إن البحث الواسع والشامل قد أوصل إلى تعيين وتحديد إجراءات الاستعمال التي سوف تؤكد المستوي العالي للانتفاع من المواد المغذية للأسمدة وذلك بواسطة المحاصيل أو المواد المختلفة للأسمدة المستعملة تحت نفس شروط المحصول والتربة والمناخ والإدارة . الشكل (7) يوضح تأثير الطرق الأربعة لأسمدة النتروجين المستعملة مع الرز النامي المعتمد على مياه الأمطار خلال الفصل الرطب من عام 1974 وذلك من قبل المزارعين الفيليبين . حيث نرى أن أعلى مردود تم الحصول عليه عندما استعملت طريقة كرة الطين Mud Ball والتي تتلخص بإضافة سماد النتروجين إلى كتلة من الطين ومن ثم تركها لتجف ، وبعد ذلك وضعها في النطاق المختزل للتربة حيث تقل بهذه الطريقة خسارة النتروجين بواسطة التطاير والترشيح العميق وتزداد بذلك كمية النتروجين المتمثلة من قبل جذور المحاصيل خلال فصل النمو .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Source: The International Rice Research Institute. 1974. The IRRI Annual Report for 1974. Los Banos, Laguna, Philippines, P.O Box 933, Manila,P.167.

Fingure 7. Relative Grain Yield of IR26 Rice Growm under Rainfed Conditions without Fertilizer Nitrogen and with 30 Kg Nitrogen/ha as Urea under Different Methods of Application. Farmer's Field, Malayantoc, Nueva Ecija, Philippines, 1974 Wet Season.

4- **تأثير تنوع المحاصيل والأعمال الزراعية** : إن الأبحاث الزراعية قد أظهرت أن تأثير الأسمدة على الإنتاج النباتي لا يعتمد فقط على الأنواع والأصناف المزروعة ، ولكن يعتمد أيضاً على التنوع ضمن نفس النوع والصنف المأخوذ الواحد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التنوع يمثل تركيب وتوحيد القدرات الوراثية الكامنة مع الأخذ بعين الاعتبار الصفات والميزات الفيزيولوجية والمورفولوجية للنبات ، فعلى سبيل المثال نجد أن من بعض الصفات المورفولوجية لنبات الرز هي طول وقوة الساق ، وقد ثبت بأن هذه الصفة هامة جداً بالنسبة لاستجابة أصناف الرز لسماد النتروجين ، ففي الوقت الذي نجد فيه أن الأصناف ذات السيقان الطويلة الضعيفة لا يمكنها أن تؤمن حمل الوزن الإضافة للحبوب الناتج عن الاستجابة لاستعمال الأسمدة النتروجينية ، بينما نجد أن الأصناف القصيرة أثبتت مقاومة لحمل هذا الوزن وبالتالي فهي أقدر على إنتاج مردود أعلى عند استعمال الأسمدة النيتروجينية .

إن الاختلافات الفيزيولوجية بين الأصناف يمكن أن توضح أيضاً الاختلافات والفروق في استجابة مردود القمح لنفس السبب والمعدلات من استعمالات الأسمدة .

والشكل (8) التالي يوضح الفروق في معدلات الاستجابة لنسب النتروجين لنوعين من الأرز خلال فترة امتدت 3 سنوات .

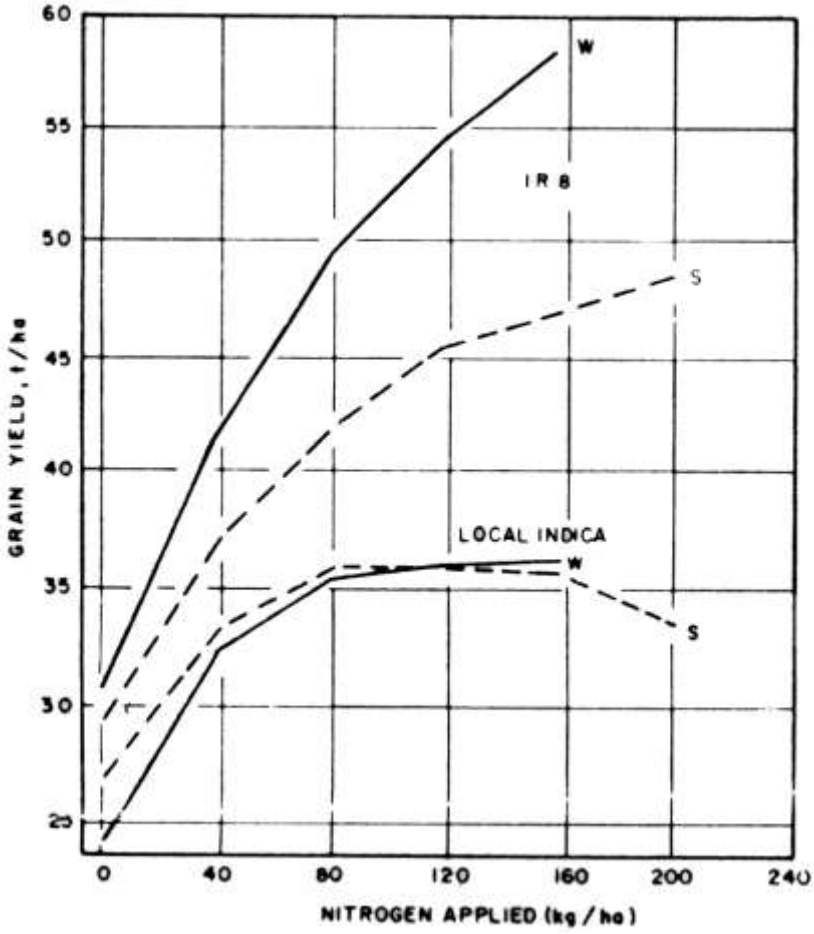
الأول : ذو الساق القصير الصلب المتخشب IR-8 .

الثاني : هو صنف إنديكا Indica الطويل الساق .

وإن صنف IR-8 هو أحد الأصناف ذات المردود العالي التي تمّ تطويرها من قبل معهد أبحاث الرز الدولي IRRI في الفيليبين, والشكل (8) يوضح أيضا تأثير وقت وزمن الزراعة أو تأثير الفصل والذي يعتبر عاملا آخر ذو تأثير على استجابة المردود للأسمدة المستعملة . فبينما تكون استجابة الصنف المحلي للنتروجين هي نفسها لكل فصل , فإن الصنف IR-8 يظهر استجابة ملحوظة خلال فصل الشتاء . وهذا بسبب أن الأصناف ذات المردود العالي مثل IR-8 لها أوراق قصيرة ومنتصبة مقارنة مع الأوراق الطويلة المتدلية والمتهدلة للأصناف التقليدية الطويلة . إن هذه الهندسة للورقة المنتصبة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Source: Patnaik, S. 1969. "Fertilizer Use for Increasing Rice Yields in India," n Symposium on Optimizration of Fertilizer Effevt in Rice Cultivation. Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council, ed.. P. 149-164, Tokyo, Japan, Ministry of Agriculture and Forestry.

Fingure 8. Comparative Performance of IR8 and Local Indica Rice Varieties in Increasing Rate of Nitrogen .

تسمح للضوء أن يتخلل بعمق إلى كل الأوراق , بحيث أن الأوراق السفلية تتلقى ضوءاً كافياً لتقوم بعملية التركيب الضوئي ولتنتج الكربوهيدرات الضرورية للنمو .

إن فصل الشتاء في المناطق الاستوائية ذو مستوٍ عالٍ من الإشعاع الشمسي أكبر من الصيف لأن هناك القليل من الأيام الغائمة ، والأصناف التي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تستفيد من هذا المستوي العالي من الإشعاع الشمسي هي أكثر استجابة للأسمدة المستعملة ، وحتى في نفس الفصل فإن لتاريخ الزراعة تأثير كبير على استجابة العديد من المحاصيل للأسمدة , فالزراعة المبكرة تسمح للنباتات أن تستفيد بشكل كامل من الشروط المفضلة والمواتية وذلك لتحقيق نمو كامل للغطاء الأخضر قبل الدخول في حالة الإنتاج وتشكيل الحبة . وهذا التتابع والتسلسل هام ونافع بالنسبة للزراعة المبكرة لأن النمو الأخضر النباتي يعني أن النبات يطوّر وينمي الطاقة العظمى للتركيب الضوئي ذات الصلة بعوامل الإنتاج الأخرى . إن طاقة النبات على القيام بعملية التركيب الضوئي هي عنصر هام ومن أهم العناصر التي تحدد المردود النهائي للغلال .

والشكل (9) يوضح تأثير استعمال السماد النتروجيني على ستة أصناف وفي أوقات زراعية مختلفة .

الزراعة المتأخرة يجب أن تكون نتيجة لمستوي أقل من النمو النباتي الكامل لأن العوامل المناخية تسرّع وتعجل تنوع وتميز النبات إلى مراحل الإنتاج لتشكيل البذور قبل أن ينتهي فصل النمو .

والمستوى الضعيف والضئيل للنمو النباتي الكامل هو نتيجة لقدرة النبات على التركيب الضوئي وعلى المردود الضئيل والمنخفض من الحبوب .

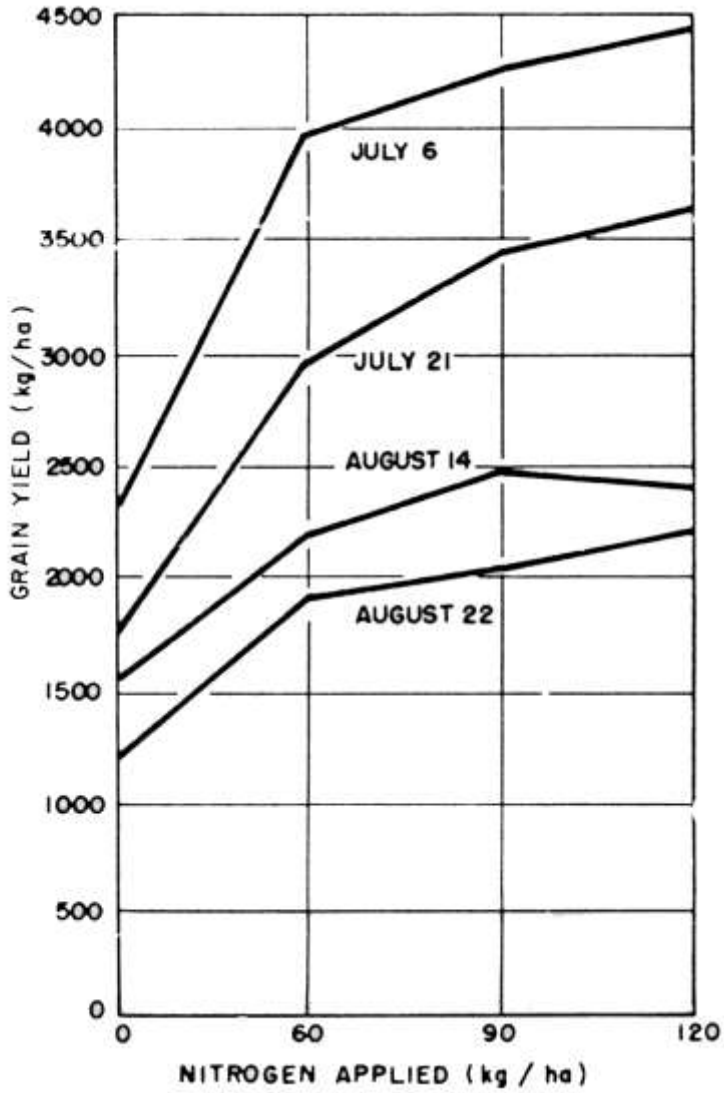
5- احتياطي الرطوبة والاستجابة للأسمدة :

الماء هو عنصر هام لنمو النبات ، ويمتصه النبات من التربة بواسطة الجذور . وماء التربة يأتي بشكل أولي من سقوط المطر ، أو من ماء السقاية.

ولكن سلوك وسير الماء في التربة منفصل ومستقل تماماً عن المصدر . ففي أثناء هطول المطر الغزير ، تمتلئ مساحات التربة كلها بالماء وتصبح التربة عندئذ في حالة إشباع ، وبعد أن يتوقف سقوط المطر فإن جزء من الماء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Fingure 9. Effects f Level of Nitrogen on the Grain Yield (Average of Six Varieties) of Upland Rice at Four Dates of Planting, IRRI, 1969 Wet Season

في التربة يترشح إلى طبقات الأرض السفلى وذلك بواسطة قوة الجاذبية ، أما الماء المتبقي في التربة بعد التصريف فهو الذي يمثل المصدر الأساسي للماء اللازم لنمو النبات ويدعى (بطاقة الحقل) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ولكن ليس كل هذا الماء المخزون والمتبقي في التربة هو المتاح والمتوفر للنبات بكامله لأنه وبينما تتابع الجذور امتصاص هذا الماء ، فإنها تصل إلى نقطة أو حدّ لا تستطيع الجذور بعده أن تستخلص وتمتص شيئاً من هذا الماء . هذا الحد من الرطوبة في التربة يدعى بنقطة أو **حد الذبول الدائم** PWP (Permanent Wilting Point) لأن النباتات تكون عرضة عند هذا الحد والمستوي من رطوبة التربة لأن تموت وتزوي , وتصبح كذلك غير قادرة على استرداد حياتها حتى ولو تأمن وجود الماء لها ثانية .

إن القوى التي تثبت الماء في التربة (بين طاقة وقدرة الحقل ومستوى الذبول الدائم) لا تزداد بشكل خطي ومستقيم ، ولكنها تزداد بنقص معدل رشح الماء . وإن المعدل النوعي للزيادة هذه هو صفة وميزة لكل نوع ونمط من أنماط التربة والمقترنة مبدئياً ببنية وتركيب التربة . ورد فعل النباتات لنقص رطوبة التربة يتمثل في إنقاص معدل نتح الماء من الأوراق إلى الجو . هذه الحالة الفيزيولوجية يحققها النبات بالتحكم بفتح وإغلاق فوهاته الجدارية للأوراق والتي من خلالها يحرر ويطلق النبات بخار الماء إلى الجو .

والفوهات هذه هي الأدوات أو الآليات الرئيسية المستعملة من قبل النباتات من أجل :

1-امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الجو , والذي يعتبر مادة أولية في إنتاج المركبات العضوية من خلال عملية التركيب والتمثيل الضوئي .

2- امتصاص الأوكسجين خلال عملية التنفس .

3- إطلاق وتحرير الغازات التي نتجت خلال عملية التنفس أو التركيب الضوئي إلى الجو .

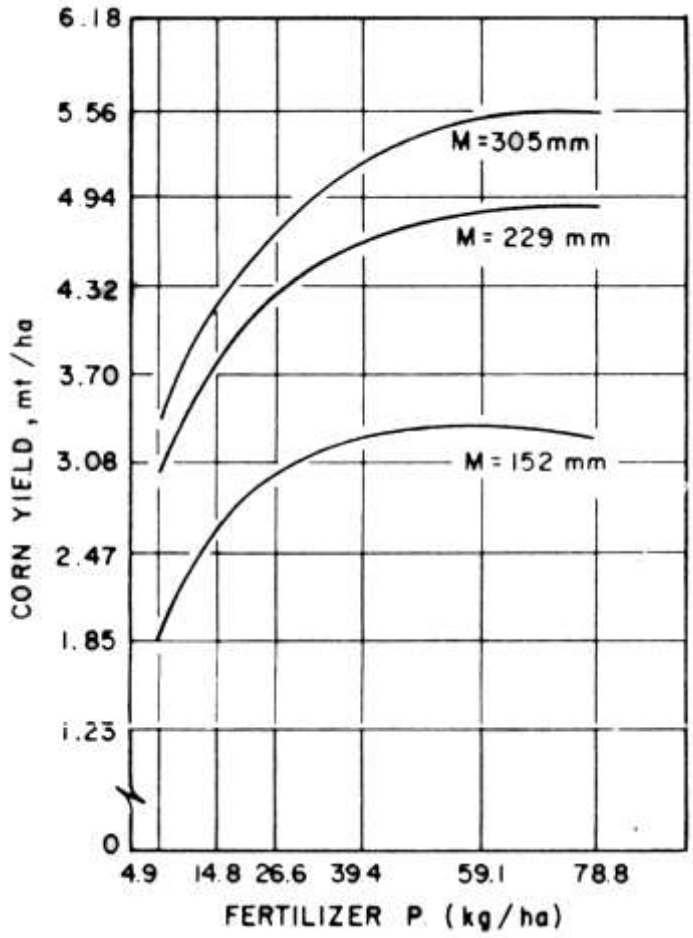
لهذا فعندما يغلق النبات هذه الفتحات كي ينقص معدل ونسبة فقدان الماء فإن معدل ونسبة تبادل الغازات الأخرى يتناقص أيضاً وبشكل خاص نسبة تأمين ثاني أكسيد الكربون من الجو المحيط اللازم لتكوين بنية النبات ونموه . لذا فإن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كفاية رطوبة التربة يعد عاملاً أساسياً في رفع مردود الإنتاج الزراعي إلى جانب الأسمدة التجارية المضافة إلى التربة .

إن الاستجابة المطابقة التفاعلية ما بين الماء المزود والأسمدة المزودة تتوضح في الشكل (10) وذلك في حالة الفوسفور . هذه النباتات مستمرة في نفس التربة ولأكثر من عشر سنوات



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Source :Engelstad, O.P., and E.C. Doll. 1961. "Corn Yield Response to Applied Phosphorus as Affected by Rainfall and Temperature Variables," Agronomy Journal, 53:389-392.

Fingure 10. Corn Yield Response to Applied Phosphorus at Three Levels of June Plus July Rainfall (M) at Greenville, Kentucky .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الرابع

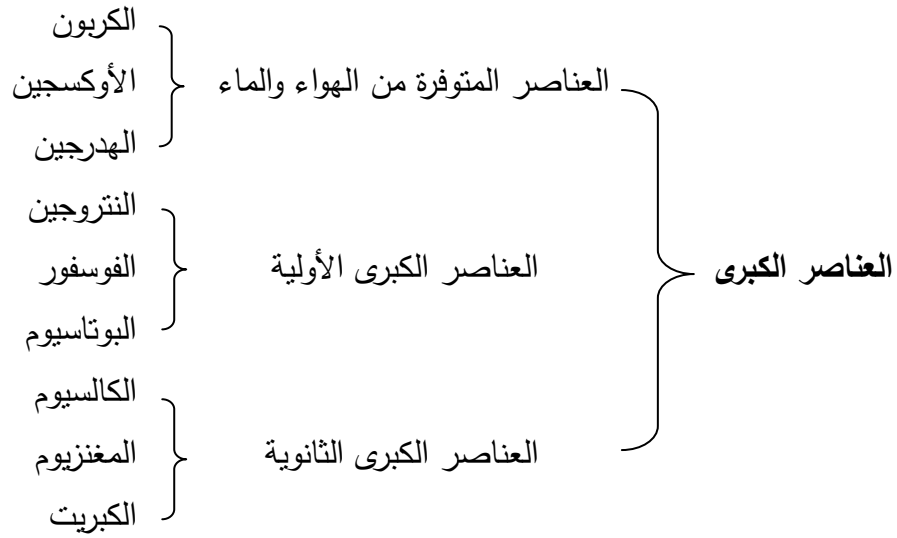
4- مفاهيم عامة وتعاريف

IV- General Concepts and Definitions

1- الأسمدة : تعريف عام

بوجه عام الأسمدة هي أية مادة سواء كانت عضوية أو غير عضوية ، طبيعية أو صناعية , والتي تزود النباتات بواحد أو أكثر من العناصر الكيميائية الضرورية للنمو الطبيعي .

إن قائمة العناصر المأخوذة بعين الاعتبار والضرورية لنمو النبات قد زادت خلال السنوات الماضية ، ويبلغ المجموع الحالي لهذه المواد الآن حوالي 16 عنصر وهي كما موضحة في الجدول (1) التالي :



العناصر الصغرى : بورون – كلور – نحاس – حديد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

منغنيز – مولبيديوم – زنك (توتياء)

العناصر الثلاثة الأولى منها وهي : الكربون والأوكسجين والهيدروجين يأخذها النبات من الماء والهواء ولذا لا تدخل في صناعة الأسمدة .

أما العناصر الكبرى الستة الباقية فتقسم إلى عناصر كبرى أولية (نتروجين ، فوسفور ، بوتاسيوم) وعناصر كبرى ثانوية (الكالسيوم ، المغنزيوم ، الكبريت) .

والعناصر السبعة المتبقية مطلوبة ولازمة وبكميات صغيرة جداً ، لذا تدعى **بالعناصر الصغرى** .

وبالإضافة إلى العناصر الستة عشر المذكورة أعلاه ، هناك بعض العناصر الأخرى التي وضحت في فائدتها في بعض الظروف المحدودة في زيادة مردود المحاصيل أو تحسين قيمة المحصول لأجل الحيوان أو التغذية البشرية ، والأمثلة الواردة في هذا السياق : الصوديوم والسيلكون والكوبلت .

2- إمكانية الحصول والانتفاع بالأسمدة Fertilizer Availability :

إن الأسمدة التجارية هي مادة تحتوي على الأقل أحد العناصر المغذية الأولية على شكل قابل للتمثل للنباتات وبكميات معروفة .

وبشكل عام المادة المغذية للنبات تؤخذ من قبل الجذور أو الأوراق على شكل محلول مائي ، وهكذا يبدو أن قابلية الانحلال في الماء يجب أن تكون المقياس الشامل لإمكانية انتفاع النبات بها . ولسوء الحظ فإن الموقف صعب ومعقد جداً , وليس قابلية الانحلال وحدها هي المقياس الوحيد لاستفادة النبات بها ، لأن هناك مواد قابلية انحلالها بالماء قليلة وهناك مواد غير قابلة للانحلال في الماء ولكن النبات يستفيد منها عن طريق ما تفرزه الجذور من حموض ومركبات كيميائية تجعلها ذوابة فتمتصها الجذور بعد ذلك . وقد وجد أن الكثير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من المواد القليلة الانحلال بالماء يستطيع النبات أن يمتصها ويستفيد منها حتى بدرجة أكثر من المواد القابلة للانحلال في الماء(انظر الفصل 21) .

لذا فإن معظم الدول تخصص معدل درجة قابلية المادة المغذية للذوبان في الماء وفي كواشف أخرى بآن واحد لتحديد وقبول مصدر المادة .

على سبيل المثال : الأسمدة العضوية الطبيعية قد تكون مقبولة فقط على أساس حاصل جمع محتواها من P_2O_5 و N و K_2O .

أما المواد العضوية الصناعية وخاصة إذا كانت قابليتها للانحلال قليلة فإنها لا تستعمل كأسمدة إلا إذا خضعت لطرق تحليل معينة وحققت اختبارات خاصة .

بما أن معظم الأسمدة النتروجينية والبوتاسيومية هي أسمدة منحلة في الماء ، فإن قابلية الانحلال في الماء لها تقبل كدليل لإمكانية انتفاع النبات بها .

وهناك طرق خاصة قد استعملت على مواد أقل انحلالاً ، فقط عندما يكون هناك دليل يشير إلى أن قابلية الانحلال المنخفضة يمكن أن تكون نافعة ومفيدة للنبات .

وفي حالة الأسمدة الفوسفاتية ، هناك تنوع واسع لكل من مركباتها القابلة للانحلال بالماء بشكل كبير أو قليل ، وهناك طرق متعددة قيد الاستعمال من أجل تقييم إمكانية انتفاع النبات منها . فمن هذه الطرق المعروفة على سبيل المثال وغير تلك المتعلقة بقابلية الانحلال في الماء تعتمد على نسبة انحلال P_2O_5 في محاليل سيترات الأمونيوم القلوية أو المعتدلة ، أو في محاليل حمض السيتريك ، أو حمض الفورميك .

إن بعض الأمثلة الواردة حول هذا الأساس لضبط نوعية الأسمدة الفوسفاتية هي :

في ألمانيا : الفوسفات قد اعتبر على أساس كمية P_2O_5 المنحل في الماء وسيترات الأمونيوم القلوية , ومن أجل السوبر فوسفات فإن % 60 من الكمية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

على الأقل يجب أن تكون منحلة في الماء ، ومن أجل الأسمدة المركبة فإن 30 % من الكمية يجب أن تكون منحلة في الماء .

في بلجيكا : من أجل الـ T. S. P فقط فإن نسبة P_2O_5 المنحلة في الماء هي المضمونة والمكفولة , والمنتج يجب أن يحتوي على الأقل % 38 من P_2O_5 المنحل في الماء .

وصخر الفوسفات اللين يجب أن يحتوي على الأقل % 25 من وزنه P_2O_5 المنحل في الحموض المعدنية و % 30 على الأقل من وزنه P_2O_5 المنحل في حمض الفورميك .

وبالنسبة للأسمدة المركبة فإن محتوى P_2O_5 يوضح إما كمادة قابلة للانحلال في الماء أو في سيترات الأمونيوم القلوية أو مجموع الكميتين معاً .

وإذا كانت الأسمدة المركبة تحتوي على الفضلات القاعدية لأفران الصهر (أفران Thomas) كمصدر وحيد للفوسفات فإن نسبة P_2O_5 تعتبر تلك التي تنحل في حمض السيتريك .

في الولايات المتحدة الأمريكية : إن المحتوى المكفول لـ P_2O_5 لكل الأسمدة يستند على محتوى حمض الفوسفور المتاح APA الذي هو محتوى P_2O_5 القابل للانحلال في سيترات الأمونيوم المعتدلة بما في ذلك المنحلة في الماء . وليس هناك تحديد أو تعيين لمحتوى P_2O_5 المنحل في الماء فقط لوحده

في الجماعة الاقتصادية الأوربية : إن لائحة القوانين المصطلح عليها في EEC ديسمبر 1977 قد حددت المذيبات المسموح بها كأساس لتقييم الأسمدة الفوسفاتية :

1- الماء .

2- حمض الفورميك % 2 بالنسبة للفوسفات الطبيعية الطرية .

3- حمض السيتريك % 2 بالنسبة للفضلات القاعدية للأفران .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

4- محلول بيترمان Petermann`s عند الدرجة ° 65 م بالنسبة لثنائي هيدرات فوسفات ثنائية الكالسيوم المترسبة .

5- محلول بيترمان عند الدرجة العادية بالنسبة لمركبات الفوسفات المنحلة (المذابة) .

6- محلول Joulie`s لكل الأسمدة المركبة والمفردة والتي توجد فيها الفوسفات على شكل ألومينو المكلسة .

7- محلول ستيرات الأمونيوم المعتدلة لكل أنواع الأسمدة .

إن محاليل بيترمان وجولي هي سيترات الأمونيوم القلوية والحاوية على زيادة من الأمونيا الحرة .

بنية وتركيز هذه المذيبات وطرق التحليل ستدرس في طرق تحليل الأسمدة .

إن تطوير الطرق المناسبة والخاصة بتحليل الأسمدة من أجل بيان ومعرفة إمكانية ونسبة الانتفاع منها قد جذبت انتباه الكيميائيين الزراعيين منذ بداية صناعة الأسمدة ، وهذه الطرق دوماً تتطور وتتحسن وتتجدد بقدر ما يتوفر للكيميائي معارف ومعلومات جديدة وأدوات ووسائل متطورة .

3- شرح ووصف المخصبات الزراعية :

Expression Of Plant Nutrients

الصيغة العنصرية (الأولية) Elemental Form :

تصنف معظم البلدان في الوقت الحالي الكميات أو النسب المئوية للمواد المغذية حسب : النتروجين العنصر N ، ونسبة خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5 ونسبة أكسيد البوتاسيوم K_2O . أما المواد المغذية الكبرى الثانوية والصغرى غالباً ما توضح على أساس العنصر بالرغم من أن الكالسيوم والمغنزيوم أحياناً يقدران كأكاسيد . هناك بلدان متعددة قد تبنت الأساس العنصر لكل المواد المغذية للنبات ، وحديثاً فإن منظمة الأغذية والزراعة قد اتجهت باتجاه ذلك ،

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وخلال المرحلة الانتقالية سوف تستعمل كلا الصيغتين بالنسبة للفوسفور والبوتاسيوم P_2O_5 أو P وكذلك K_2O أو K .

وعوامل التبديل والتحويل من العنصر إلى أكسيده وبالعكس قد أظهرت في الجدول رقم (2) التالي :

Table 2. Conversion Factors Of Plant Nutrients (From Oxide To Elemental And From Elemental To Oxide From)

P_2O_5	x	0.44 (0.4364)[a]	=	P
P	x	2.29 (2.2914)	=	P_2O_5
K_2O	x	0.83 (0.8302)	=	K
K	x	1.20 (1.2046)	=	K_2O
CaO	x	0.71 (0.7147)	=	Ca
Ca	x	1.40 (1.3992)	=	CaO
MgO	x	0.60 (0.6030)	=	Mg
Mg	x	1.66 (1.6582)	=	MgO
SO_3	x	0.40 (0.4005)	=	S
S	x	2.50 (2.4971)	=	SO_3

a. The figures in parentheses could be used as conversion factors for some calculations when very high accuracy is necessary (in research papers, plant nutrient balance, etc)

4- تعريف بعض المصطلحات الخاصة بالأسمدة :

Definition Of Fertilizer Terms

إن التعاريف التالية للتعابير في صناعة الأسمدة هي محدودة إذا ما قيست بتلك التي معناها ومغزاها قد لا يكون واضحاً من القاموس العادي للتعاريف :

الدرجة أو الرتبة Grade :

إن درجة السماد هو محتواه من المواد المغذية والمعبر عنها بنسب مئوية للوزن من N و P_2O_5 و K_2O ، وفي معظم البلدان فإن الرتبة أو الدرجة عندما تستعمل لأغراض تجارية تتضمن وتشمل فقط كمية المواد المغذية التي تم إيجادها بواسطة الطرق التحليلية المعتمدة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

على سبيل المثال : فإن درجة (10-15-18) تدل على أن السماد يحتوي من وزنه على 10 % N و 15 % P_2O_5 و 18 % K_2O .

وكما قلنا سابقاً فإن بعض الدول تعبر عن درجة السماد استناداً على أساس نسبة العناصر وليس على نسبة أكاسيدها ، وفي هذه الحالة فإن الدرجة (10-15-18 سوف تصبح (10-6.5-14.9) وبعض الدول الأخرى تعبر عن الدرجة والمرتبة بالاستناد إلى أساسي كل من العنصر الأولي وأكسيده ، وفي بعض الحالات فإن الدرجة أو المرتبة قد تنسب إلى التحليل أو الصيغة ولكن الصيغة لها معنى آخر مختلف (انظر التعريف) .

الأسمدة Fertilizer :

بما أن هذا الكتاب يتعامل مع الأسمدة الصناعية ، فإن الأسمدة كمصطلح سوف يستعمل ليعني المنتج المصنع الحاوي على عنصر مغذي واحد أو أكثر من العناصر الأولية ما لم يلاحظ خلاف ذلك . إن عملية التصنيع عادة تتضمن وتشمل تفاعلات كيميائية ولكن يمكن أن تتكون من تكرير وتنقية وعمليات فيزيائية أخرى لمواد موجودة طبيعياً مثل أملاح البوتاسيوم ونترات الصوديوم.

وفي بعض البلدان فإن مصطلح الأسمدة الكيميائية ، أو الأسمدة المعدنية أو الأسمدة غير العضوية , يستخدم لتمييز المنتج المصنع من المادة العضوية الطبيعية للنبات أو الحيوان حيث إن الأخيرة تدعى بالأسمدة العضوية .

المواد المغذية السمادية Fertilizer Nutrient :

هي أحد المواد المغذية الكبرى الأولية الثلاث للنبات K,N,P (وفي الولايات المتحدة : أية مادة مغذية) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المواد المغذية للنبات Plant Nutrient :

هي أحد مجموعة العناصر المصنعة كعناصر ضرورية لنمو النبات إن كانت عناصر كبرى أولية أو ثانوية أو كانت عناصر صغرى .

الأسمدة المفردة (غير الممزوجة) Straight Fertilizer :

هي الأسمدة الحاوية على مادة مغذية واحدة فقط وعلى سبيل المثال : اليوريا أو السوبر فوسفات (وليس الولايات المتحدة الأمريكية) .

الأسمدة المركبة Compound Fertilizer :

هي الأسمدة الحاوية على مادتين سماديتين أو أكثر من المواد المغذية (ليس الولايات المتحدة الأمريكية) .

الأسمدة المخلوطة (الممزوجة) Mixed Fertilizer :

إن هذا المصطلح سوف نتجنب استعماله قدر الإمكان لأن معناه يتنوع ويختلف من بلد لآخر ، ففي الولايات المتحدة الأمريكية يعني هذا المصطلح مادتين أو أكثر واللتان مزجتا مع بعض , وفي بعض البلدان الأخرى تعني الأسمدة المركبة والمشكلة بواسطة الخلط الميكانيكي بدون تفاعلات كيميائية .

المادة السمادية Fertilizer Material :

في الولايات المتحدة الأسمدة التجارية هي فقط الأسمدة التي تحتوي :

1- عنصر واحد فقط من العناصر المغذية الكبرى الأولية .

2- على 85 % من محتوى المادة المغذية على شكل مادة كيميائية مركبة واحدة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- أو أنها مشتقة من النبات أو فضلات الحيوانات أو المعادن الطبيعية حيث تخضع لمجموعة عمليات بدون إضافة عناصر مغذية من مصادر أخرى.

وهذا المصطلح هو استعمال اعتباطي . . وعلى سبيل المثال : ففوسفات الأمونيوم , وكبريتات . فوسفات بمختلف رتبها : 0-48-11 و0-39-13 و0-20-16 و0-14-27 و0-53-21 تصنف كمواد سمادية .

بينما 0-46-18 وكل درجات فوسفات الأمونيوم الأخرى تصنف كأسمدة ممزوجة (مختلطة) .

الأسمدة المركبة Complex Fertilizer :

هذا المصطلح لم يستعمل لأنه في بعض البلدان يعني الأسمدة المركبة المشكلة نتيجة لمزج عناصر ومكونات تتفاعل كيميائياً . وبعض المؤلفين يستعملون هذا المصطلح فقط لفوسفات الأمونيوم ولنتروفوسفات .

نتروفوسفات Nitro Phosphate :

هو سماد يركب نتيجة لعمليات كيميائية إحدى خطواتها تتكون من تفاعل حمض النتريك (الآزوت) مع الخامات الفوسفاتية . وهذه المادة تدعى أيضاً بـ فوسفات النتريك .

الأسمدة الحبيبية Granular Fertilizer :

4- هي أسمدة تأخذ شكل ذرات أو دقائق أو حبيبات وتقدر أبعادها من 1 ملم وبشكل عام إن مصطلح (حبيبية) لا يشير إلى معنى خاص بتحضير المادة وفق حجم معين . فالحجم المرغوب به يمكن أن يستحصل عليه إما : بتكتيل الدقائق الصغيرة مع بعضها ثم غربلتها ، أو عن طريق الضبط والتحكم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في أثناء عملية التبلور ، أو عن طريق فصل الحجوم المختلفة للمادة المطحونة أو بأية طريقة أخرى .

الأسمدة غير الحبيبية (البودرة) Non Granular Fertilizer :

هي أسمدة تحتوي على دقائق ناعمة ودقيقة جداً مع دقائق خشنة أبعادها لا تزيد عن 3 ملم .

الأسمدة المكوّرة Periled Fertilizer :

هي نوع من الأسمدة لها شكل قريب من الكروي وتنتج من تصلب القطرات الصغيرة الحرة المتساقطة في برج التجفيف .

الأسمدة المغطاة (المغلفة) Coated Fertilizer :

هي الأسمدة الحبيبية التي غلفّت وغطيت بغطاء رقيق من مادة ما مثل الطين ، وذلك لمنع التجبّل والتكتل وللتحكم بدرجة الذوبان .

الأسمدة المحسنة Conditioned Fertilizers :

هي الأسمدة التي تعامل بمواد إضافية ، وذلك لتحسين حالتها الفيزيائية ولمنع التجبّل والتكتل ، وهذه المواد المضافة قد تستعمل كقشرة تغطية ، أو متحدة ومندمجة مع السماد .

الأسمدة الدكمة Bulk Fertilizer :

هي الأسمدة السائبة غير المعبأة في أكياس أو غيرها .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأسمدة الدكمة الممزوجة Bulk-blend Fertilizer :

هي الأسمدة المكونة من حبيبات ذات أحجام متشابهة لنوعين أو أكثر من الأسمدة والتي تخلط مع بعضها البعض لتشكل سماداً مركباً .

الأسمدة السائلة (المائعة) Liquid Or Fluid Fertilizer :

هو مصطلح عام يشمل الأسمدة سواء كانت كلياً ذائبة أو جزئياً في المحلول . وبناءً على هذا التعريف : يعتبر السماد سائلاً إذا كان ذائباً كلياً على شكل محلول رائق ، أو إذا كان على شكل سائل يحوي جسم صلب معلق .

السماد المعلق Suspension Fertilizer :

هو سماد أو مائع يحوي على أجسام صلبة معلقة في سائل ، وقد تكون الأجسام الصلبة مواد قابلة أو غير قابلة للانحلال في الماء .

الأسمدة المحلولة Solution Fertilizer :

هي أسمدة سائلة ذائبة كلياً في المحلول ولا تحوي على مواد غير ذائبة .

الأسمدة البينية Intermediate Fertilizer :

يمكن أن نصنف ضمن هذا التعريف ، الأمونيا ، وحمض الفوسفور ، والتي تهدف من ورائها إلى عمليات أخرى إضافية ، ومعظم هذه المواد البينية يمكن أن تستعمل مباشرة كأسمدة . فالأمونيا مثلا يمكن أن تستعمل مباشرة كسماد ، أو أن تستعمل كمادة أولية لصناعة اليوريا ونترات الأمونيوم ...الخ .

تطبيقات الأسمدة Fertilizer Application :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هو مصطلح عام يشير إلى حالة وضع السماد في أو على التربة في أية واحدة من النماذج والأنماط المتعددة .

الاستعمال الأساسي الجوهري للأسمدة Basal Application :

تستعمل الأسمدة لتزويد النبات بجزء أو كل من حاجاته خلال فترة نموه . والأسمدة يمكن أن تستعمل قبل الفلاحة (الزراعة) أو خلالها أو المشاتل .

الاستعمال المباشر Direct Application :

هذا المصطلح يشير إلى استعمال مادة أولية مثل الأمونيا , أو خامية مثل الفوسفات الخام كسماد بدون أية عمليات أخرى إضافية , أو استعمال الأسمدة الصرفة (غير الممزوجة) مثل ثلاثي سوبر فوسفات أو اليوريا لوحدها مباشرة ودون استعمالها مع الأسمدة المركبة .

توزيع الأسمدة Fertilizer Distribution :

وهو مصطلح عام يخص عمليات النقل والتخزين والتسويق للأسمدة ، بما في ذلك كل العمليات التي تجري بعد خروج السماد من المصنع وقبل وصوله إلى المزرعة .

سوبر فوسفات Super Phosphate :

هو السماد الناتج عن معالجة الفوسفات الخام بحمض الكبريت أو حمض الفوسفور أو بمزيج الحمضين المذكورين .

أحادى سوبر فوسفات Single Super Phosphate :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ويدعى أيضاً بالسوبر فوسفات العادي ، ويحضر بتفاعل حمض الكبريت مع الفوسفات الخام وهو يحتوي عادة على نسبة % 22-16من P_2O_5 .

ثلاثي سوبر فوسفات Triple Super Phosphate :

ويدعى أيضاً بالسوبر فوسفات المركزّ ويحضر بتفاعل حمض الفوسفور مع الفوسفات الخام ويحتوي عادة على نسبة % 48-44 من P_2O_5 .

السوبر فوسفات المخّصّب Enriched Super Phosphate :

هو السماد الناتج من تفاعل مزيج حمض الفوسفور وحمض الكبريت مع الفوسفات الخام ، وهذا يشمل أية درجة (رتبة) تقع ما بين % 44-22 من P2O5 وإن كان غالباً هو السماد الذي يحوي % 30-25 من P_2O_5 .

خامس أكسيد الفوسفور المتاح (المذاب)

Available or Soluble of P_2O_5 :

هو تلك النسبة من P_2O_5 القابلة للانحلال في المذيبات المقترحة من قبل الأنظمة الحكومية من أجل رفع نوعية سماد الفوسفات .

السماد الخالي من الكلور Chloride-free Fertilizer :

هو السماد الخام الحاوي على أقل كمية ممكنة من الكلور . وبما أن المصدر المعتاد للكلور في السماد هو كلور البوتاسيوم ، فإن المصطلح يعني عادة سماد البوتاس بشكل ملح آخر مثل الكبريتات أو النترات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأسمدة ذات النسبة المنخفضة من الكلور قد تكون مفضلة بسبب مزاياها الزراعية (انظر الفصل 38) أو في حالة الأسمدة المركبة الحاوية على نترات الأمونيوم وذلك لتجنب التفاعلات الثانوية الخطيرة .

إن نسبة الكلور في الأسمدة الخالية من الكلور تكون عادة ضمن معدل 1-2.5 % وذلك استناداً إلى نوع ونمط السماد وحسب لائحة أنظمة الدولة .

الصيغة والتشكيل Formula or formulation :

هي عبارة عن قائمة من المواد مُبين فيها تركيب هذه المواد ونسبة العناصر المغذية فيها ، ووزن الكميات المطلوبة لإنتاج وزن معطى (طن مثلاً) من الأسمدة المركبة أو المفردة ذات درجات ورتب نوعية خاصة .

الاختصارات Abbreviations :

الاختصارات العامة والمعروفة للأسمدة الرائجة هي التالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Abbreviation	Name Of Product	Typical Grade or Analysis
AN	Ammonium nitrate	33%-34% N
ANL	Ammonium nitrate-limestone mixture (see CAN)	
APN	Ammonium Phosphate nitrate	30-10-0 to 18-36-0
APS	Ammonium Phosphate Sulfate	16-20-0
AS	Ammonium Sulfate	21%N
ASN	Ammonium Sulfate nitrate	26% N
CNa	Calcium nitrate	15%N
CAN	Ammonium nitrate- calcium carbonate mixture	20.5%-28%N
DAP	Diammonium Phosphate	18-46-0
MAP	Monoammonium Phosphate	11-55-0
MOP	Muriate of Potash- fertilizer- grade potassium chloride	60%-62% K2O
SOP	Sulfate of Potash- fertilizer- grade potassium sulfate	50% K2O
SSP	Single Superphosphate	16%-22% P2O5
TSP	Triple Superphosphate	44%-48% P2O5
U	Urea	45%-46% N
UAN	Urea ammonium nitrate (Solution)	28%-32% N
APP	Ammonium Polyphosphate (Solution)	10-34-0
KMP	Potassium metaphosphae	0-55-37
KP	Potassium Phosphate (see MKP and KMP)	
MKP	Monopotassium Phosphate	0-47-31
NK	Nitrate of potash (Potassium nitrate)	13-44-0

a. May contain chalk, marl, dolomite, limestone, or chemically precipitated calcium carbonate. Also called calcium ammonium nitrate and ammonium nitrate limestone (ANL).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الخامس

5- المواد الأولية للأسمدة واحتياطيّاتها

V- Fertilizer Raw Materials And Reserves

إن غرض هذا الفصل هو تحديد وتعيين المواد الأولية الرئيسية اللازمة لإنتاج الأسمدة واحتياطياتها ولإعطاء معلومات عامة خاصة بصلاحية وكفاية وتوضع أماكن هذه الاحتياطيّات

إن المواد الأولية الرئيسية في صناعة الأسمدة هي :

أ- الغاز الطبيعي والنفتا والفيول والفحم لإنتاج الأسمدة النتروجينية

ب- الخامات الفوسفاتية والكبريت لإنتاج الأسمدة الفوسفاتية

جـ- خامات البوتاسيوم لإنتاج الأسمدة البوتاسية

الغاز الطبيعي والنفتا والفيول والكبريت والبوتاس هي مواد كيميائية أو مزيج من مواد كيميائية , ولكل منها صفة خاصة وميزة معينة لا تختلف إلا بشكل نسبي قليل من مكان لآخر .

أما الخامات الفوسفاتية والفحم من جهة أخرى فهي مواد متعدنة ومواصفاتها تختلف كثيراً من مكان لأخر بحسب مكوناتها الأخرى , وهذه المكونات التي لها تأثيرات هامة على العمليات التكنولوجية عندما تستعمل من أجل تصنيع وتحضير الأسمدة .

العملية إذن قد تكون مخططة ومصممة من أجل خامة فوسفاتية محددة أو فحم معين . لذا فالتغيير في مصدر الاحتياطي قد يؤثر على العملية الإنتاجية ويؤدي إلى كفاية أقل أو خسارة في المردود .

لذا فمن الضروري جداً مع هذه المواد الأولية أن ترتب وتنسق عقود ذات أجل طويل يتم فيها تعيين مصدرها . وإن أصبح التغيير في مصدرها ضرورياً

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فإن فحوصاً واختبارات طويلة ودقيقة لهذه المواد المتغيرة يجب أن تنجز قبل أن توقع عقود جديدة .

ومن جهة أخرى فإنه من المرغوب به عند إنشاء مصنع لانتاج الفوسفات مثلاً أن يبنى في منطقة ذات مرونة كافية بحيث يمكن تأمين الخامات الفوسفاتية من مصادر متنوعة مستفيدة بذلك من المواقف التنافسية والأخذ بعين الاعتبار إن إمكانية الحصول على الفوسفات الخام من المصدر المقصود قد تتوقف , وكذلك يجب أن يسمح تصميم المصنع بقدر الإمكان بتصنيع كافة أنواع الفوسفات لأن نوعيتها قد تتغير حتى ولو كانت من مصدر ومنجم واحد

أ- تقدير الطلب على المواد الخام الأولية :

Estimate Of Raw Material Requirements

الجدول رقم (1) يظهر تقديراً للمواد الأولية المطلوبة واللازمة لصناعة الأسمدة مقسمة بين البلدان المتطورة والبلدان النامية .

هذا التقدير يعتمد ويستند على مشاريع الأسمدة المستقبلية والواردة في تقرير " الدراسة الموسعة " لصناعة الأسمدة في العالم (1975- 2000 م) والتي قدمت من قبل منظمة اليونيدو وفي اجتماع لعدد من الخبراء في فيينا نوفمبر (تشرين ثاني) 1976. ومن أهم الملاحظات الخاصة بالجدول هذا :

1- إن تقديرات الحاجة للمواد الأولية اللازمة لصناعة الأمونيا كالغاز الطبيعي والنفثا والفيول والفحم تعطي تقديراً معقولاً لإجمالي كمية الطاقة اللازمة والمطلوبة لصناعة الأسمدة النتروجينية .

2- الخامات الفوسفاتية : مساوِية ومعادلة لإنتاج P_2O_5 بزيادة قدرها 8 % كاحتياطي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

REQUIREMENTS

	Developing Countries				Developed Countries			
	1980	1985	1990	2000	1980	1985	1990	2000
	14.1	25.3	36.5	61.3	33.0	47.5	60.0	94.5
	2.4	3.0	3.7	4.7	5.9	6.6	7.3	8.6
	1.3	2.7	4.8	8.8	3.0	4.8	7.1	12.5
	2.8	8.6	18.3	40.3	6.5	13.9	25.0	57.6
P_2O_5)	9.3	14.1	19.1	31.5	27.4	32.2	37.9	50.7
	6.5	10.5	14.6	24.9	19.2	23.1	27.8	38.3
	4.5	6.5	8.9	14.8	24.6	30.4	36.7	51.2

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- الكبريت : الاستهلاك اللازم لإنتاج MAP و DAP يقدر بـ 940 كغ لكل طن P_2O_5 ومن أجل SSP و TSP يقدر بـ 700 كغ لكل من P_2O_5 ويقدر بـ (0) من أجل إنتاج سماد النترو فوسفات NTP .

في عام 1980 افترض الإنتاج هو : 46 % من MAP و DAP .

و 46 % من SSP و TSP

و 8 % NTP

ومن عام 1980 فصاعداً افترض أن الإنتاج هو:

80 % MAP و DAP .

و 20 % P. S. T

4- هذا مساوٍ ومكافئ لطلب البوتاس مع زيادة قدرها 5 % كاحتياطي .

ب- مصادر المواد الأولية وإمكانية الحصول عليها :

Availability And Sources Of Raw Material

إن المعلومات الواردة في هذه الفقرة عن الكميات والتوزع الجغرافي لاحتياطي العالم من المواد الأولية للأسمدة وإنتاجها الحالي تعطينا نسب الإنتاج المعروفة بشكل واضح ودقيق ومعقول ، ولكن لا يمكن أن يقال نفس الشي بالنسبة للاحتياطي ، ومن المستحيل إيراد أكثر من تقدير تقريبي للاحتياطي لأي منجم وذلك بسبب الصعوبات الواسعة التي تكتنفه والتي من أهمها صعوبتين اثنتين :

الصعوبة الأولى : تنبع من نقص المعلومات فالمساحات الكبيرة والضخمة للأرض التي لم تمسح بعد أو إنها قد مسحت ولكل بشكل غير كافٍ.

وحتى عندما توجد هناك مكامن ، فإن المعلومات عن كمياتها ونوعياتها تختلف وتتنوع بشكل كبير ، وبشكل معقول فإن البيانات الكاملة قد تكون متوفرة ومتاحة فقط من أجل المكامن التي استثمرت واستغلت والتي من أجلها أنجزت

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

خطط التطوير الثابتة ، وحتى في حالات كهذه يمكن أن تغطي البيانات فقط الأجزاء السهلة المنال أو التي من الممكن الوصول إليها .

وبالنسبة للمكامن المكتشفة والمعروفة ولكنها لم تستثمر بعد فإن المعلومات عنها لا تزال ضئيلة وغير كافية .

فعلى سبيل المثال : فقد اكتشفت مكامن لأملاح البوتاس مؤخراً في تايلاند ويعتقد أن الاحتياطي لها كميات ضخمة جداً ، ولكنه لا تتوفر معلومات عن الكمية ، والسبب في هذا النقص للمعلومات هو باختصار أن الاكتشاف الكامل وتقييم وتقدير المكمن هو عملية غالية ومكلفة وتؤخر فقط بعين الاعتبار عندما يكون محتملاً للاستغلال والاستثمار التجاري .

ومن المعلوم بالنسبة لتقدير الاحتياطي أنه وعلى الرغم من معدلات ونسب الإنتاج العالية فإن الاحتياطي يبقى ثابتاً أو أنه بالواقع يزداد بعد فترة من الزمن طويلة نسبياً ، وذلك لأن مكامن أخرى قد اكتشفت واستغلت بسرعة أكبر من المكامن التي تم استغلالها .

نظراً لهذه الصعوبة فإن بعض المقيمين قد قصروا جهودهم فقط على تعيين وتحديد المكامن التي تتوفر عنها معلومات كافية ومعقولة . وآخرون قد ضموا إلى المعلومات السابقة معلومات عن المكامن المعروفة ولكن ليس المكتشفة بشكل كامل ، وحتى أن آخرون أضافوا الاحتمالات للمكامن التي لم تكشف بعد ولكن من المفترض فيها أن توجد بسبب عوامل جيولوجية معروفة.

الصعوبة الثانية : تكمن في أنه لا يوجد تعريف متفق عليه للاحتياطي ، فبعض المهتمين بالتقييم والتقديرات يقدرون الكمية الإجمالية الموجودة في المكمن ، بينما آخرون يعتبرون فقط الكمية التي يمكن استخلاصها واستخراجها بتقنيات التعدين الحالية وبشكل اقتصادي , وهذا يعتمد على تكاليف التعدين بالنسبة لأسعار السوق الخاصة بالفلزات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وعلى هذا الأساس فإن نسبة الاحتياطي المقدرة سوف تختلف وتتغير من مكمن لآخر ، وسوف تتأثر أيضاً بتغيرات أسعار السوق أو في تكاليف التعدين أو الاستخلاص والاستخراج . لذا فإنه من غير المدهش والمفاجئ أن نجد أن تقييمات وتقديرات كامل الاحتياطي لهذه المناجم المتغيرة بشكل واسع ، تظهر اختلافات وتباينات واسعة وكبيرة جداً .

على سبيل المثال : فإن تقدير احتياطي العالم من الخامات الفوسفات يختلف من 85 مليون طن إلى 1300 مليون طن ، وهذا التباين بسبب أنه لا يوجد تعريف واضح للاحتياطي والذي على أساسه يقوم التصنيف والتنسيق والتقدير. ولذلك فمن الواضح أن الاحتياطي الجسيم العالمي من المواد الأولية للأسمدة ليس معروفاً بدقة .

ولعل التقديرات الخاصة بالبترول الخام وبدرجة أقل بالغاز الطبيعي هي أكثر التقديرات ثقة . والتي تعتمد ويعول عليها . وبسبب أهميتها فإن اهتماماً كبيراً قد أعطي لهذه المواد والتقنيات اللازمة لتقديرها . أما التقديرات الخاصة بالمواد الأولية الأخرى فهي أقل ثقة ولا يعتمد عليها . ولكن التقديرات الخاصة بالبوتاس فهي أكثر ثقة بسبب أن عدد المكامن المعروفة هو نسبياً صغير ، ومعظمها قد مُسح بشكل دقيق .

والتقديرات الخاصة بالخامات الفوسفاتية ، والكبريت ، والفحم لها النصيب الأكبر من عدم التثبيت وعدم الموثوقية لأن هذه المواد موزعة بشكل واسع ، والكثير من مكامنها مازال في طور الاكتشاف ومن الصعب الحصول على عينات ونماذج منها ليتم تقدير وتقييم المكمن .

ولحسن الحظ فإن التقديرات الخاصة بالبوتاس والخامات الفوسفات والفحم أظهرت رغم أخطاء التقديرات التي لابدَّ منها فإن الاحتياطي الأرضي لها هي أكثر من كافية من أجل المستقبل المنظور .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبالنسبة للكبريت فإن كامل الاحتياطي متوفر ولكنه في وقت ما ، ربما يحدث ويطرأ تحوّل ما إلى مواد لا تستعمل بشكل واسع في الوقت الحالي .

1- المواد الأولية لصناعة الأمونيا Ammonia Feed stocks :

إن المواد الأولي لصناعة الأمونيا مثل : الغاز الطبيعي والنافثا والفيول والفحم تختلف عن المواد الأولية الأخرى والخاصة بالأسمدة الأخرى مثل الخامات الفوسفات والكبريت والبوتاس . بحيث أن المواد الأخيرة تجد استعمالها في صناعة الأسمدة فقط بينما استعمال المواد الأولية الأولى في مجال صناعة الأسمدة جزء صغير فقط من كامل الاستهلاك لها .

وصناعة الأسمدة تستعمل النسب المثالية من الإنتاج العالمي من المواد الأولية التالية :

85 % من الخامات الفوسفاتية , 40 % من الكبريت , 95 % من البوتاس مقارنة مع 3 % من الغاز الطبيعي وحوالي 0.5 % من منتجات الزيت والفحم .

إن التقدم والتطور والتكاليف والاقتصاد في إنتاج الخامات الفوسفات والكبريت والبوتاس هي عوامل رئيسية ذات صلة بتقدم صناعة الأسمدة بينما لا وجود لمثل هذه العلاقة الحميمة في عملية إنتاج المواد الأولية الداخلة في صناعة الأمونيا . لأن أسعارها قد تحددت على أساس استعمالاتها الرئيسية الأخرى ، مثل الوقود والزيوت والصناعات الكيميائية وليس حسب استعمالها لصناعة الأمونيا .

والجدول التالي يبين نسبة أهم المواد الأولية الداخلة في صناعة الأمونيا في عام 1971-1975 مع النسبة المقدرة للسنوات القادمة :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المادة الأولية	1971	1975	1980	1985	1990	2000
الغاز الطبيعي	60	62	71.5	71	69.5	68
النافتا	20	19	15	13	8.5	6.5
الفيول	4.5	5	7	8.5	10	12
الفحم	9	9	5.5	6.5	7.5	10.5
المجموع	**93.5**	**95**	**99**	**99**	**95.5**	**97**

إن هذه التقديرات قد أخذت من البيانات غير المنشورة لليونيدو ، كما أن النسبة المئوية لإنتاج الأمونيا من الفحم تعتمد بشكل كبير على تقديرات خاصة بالصين رغم أن نصف طاقة الفحم تتركز بشكل رئسي فيما يفوق 1000 مصنع صغير . لذا فإن تقدير النسبة المتوقع استهلاكها خلال السنوات القامة يعتمد ويأخذ بعين الاعتبار الاستعمال المستقبلي لهذه المصانع الصغيرة .

والاحتمال القائم ينبغ من قدرة مصانع الأمونيا على استعمال مواد أولية متعاقبة ومتناوبة , فالكثير من المصانع قد تحوّل من النفثا إلى الغاز الطبيعي ، أو الغاز الطبيعي G N L أو غاز البترول المميع L P G وهذا التحول كان بسبب كلفة النافتا المرتفعة لدخولها في صناعات أخرى ,كما أن بعض المصانع التي تعتمد على الفحم قد تحولت من الفحم إلى الغاز الطبيعي بنفس السبب .

بالرغم من هذه الاحتمالات والالتباسات فإن من الواضح وجود تيار باتجاه زيادة استعمال الغاز الطبيعي في صناعة الأمونيا . والقسم الأعظمي للمصانع الجديدة التي تم التخطيط لها والتي هي قيد الإنجاز والإنشاء سوف تستعمل الغاز الطبيعي , وبعض المصانع المصممة على النفثا تحولت أو أنها سوف تتحول إلى الغاز الطبيعي بما في ذلك الغاز الطبيعي المميع .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن الاعتماد على النافتا سوف يقل وينخفض لأنها سوف تكون غالية جداً ، والفيول سوف يسهم بشكل صغير ولكن متزايد ، والفحم سوف تقل نسبة استعماله كذلك في إنتاج الأمونيا على المستقبل المنظور ولكن ربما في المستقبل البعيد سوف يبدأ بإسهام متزايد .

ولكن الطموح والأمل على الأجل الطويل فإن الغاز الطبيعي هو الذي سيبقى المسيطر كمادة أولية صناعة الأمونيا .

المصادر الثانوية وغير الهامة والتي تستعمل أو يمكن استعمالها كمواد أولية لصناعة الأمونيا هي غاز البترول المميع L. G. P ، وغاز فرن فحم الكوك ، وغاز التقطير الاتلافي للخشب ، والهيدروجين من الانحلال الكهربائي للماء أو من إنتاج الكلور والصود الكاوي . ويجب علينا أن نضمن ونشمل كذلك الهواء والماء ضمن المواد الأولية لصناعة الأمونيا لكون نتروجين الهواء ضروري جداً لتشكيل الأمونيا ، كما أن نسبة كبيرة من الهيدروجين اللازم لتصنيع غاز الأمونيا يمكن أن ينتج من تفاعل بخار الماء مع الكربون المشتق من الهيدروكربونات .

وبعض المصادر المستقبلية الممكنة للهيدروكربون من أجل إنتاج الأمونيا هي الزيت الحجري Shall Oil أو الرمال القطرانية Tar Sands كما يمكن للنفايات العضوية أن مصدراً هاماً كذلك وذلك إما بالتحلل والتفكك الحراري لإنتاج غاز أو أكسيد الكربون والهيدروجين أو بالتخمر اللاهوائي لإنتاج غاز الميتان وثاني أكسيد الكربون .

في الواقع قد اقترح أن المحاصيل النباتية يمكن أن تنمى بهدف توليد وإنتاج الميتان بواسطة التخمر اللاهوائي وعلى المستقبل المنظور فمن المفضل أن نعتمد بشكل كامل بإنتاج الأمونيا على الغاز الطبيعي وعلى المنتجات البترولية الثانوية وعلى الفحم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لذا يبدو ومن الضروري تفحص احتياطي هذه المواد ، وأماكن توضّعها، ونسب استعمالها .

والجدول رقم (2) يلخص احتياطي الغاز الطبيعي والبترول وذلك على أساس إقليمي لعام 1977 والإنتاج لعام 1976 ، والملحق A يظهر الاحتياطي لهذه المواد من قبل أقطار منفردة .

Table 2. Reserves And Production Of Petroleum And Natural Gas

	Natural Gas (Billion m3)		Petroleum (million tons)	
	Reseves[a]	Production[b]	Reserves[a]	rroduction[b]
Devloping Regions				
Africa	5.923	46	8.299	291
Latin America	2.558	58	4.604	228
West Asia	14.543	59	50.088	1.138
East Asia	2.250	28	2.434	116
Communist Asiac	708	-	2.740	-
Totsl	25.982	191	68.165	1.773
Developed Regions				
North America	7.818	656	5.137	489
Western Europe	4.019	177	3.360	46
Eastern Europe[d]	26.906	405	11.053	618
Oceania	1.090	e	219	23
Others	60	-	4	-
Total	38.893	1.238	19.773	1.176
World Total	65.875	1.429	87.938	2.949

a. Reserves as of Jan. 1, 1977.
b. Production for calendar year of 1976.
c. Mainland China only.
d. Including U.S.S.R.
e. Included in "others"
Source: International Petroleum Encyclopedia, 1977.

على مستوي العالم ككل فإن الاحتياطي المعروف من الغاز الطبيعي والبترول مكافئ ومعادل لإنتاج مالا يقل عن نصف قرن قادم .

والجدول (3) يظهر الاحتياطي المقدر خلال السنوات الثانية 1971–1978 والبيانات تظهر أن الاحتياطي تزايد لغاية 1975 لاكتشاف كميات أكبر من الزيت والغاز .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Table 3. Trends In World Reserves Of Petroleum And Natural Gas :

Year	Petroleum Reserves, Billion mt	Natural Gas Reserves, Tcm
1971	83.8	54.5
1972	86.7	49.1
1973	91.0	53.1
1974	85.9	57.7
1975	97.6	72.1
1976	90.2	65.7
1977	87.9	66.3
1978	88.3	71.4

Source: International Petroleum Encyclopedia, 1976, 77 and 78. Reserves are as of Jan. 1 of year listed.

منذ عام 1975 بدأ الاحتياطي المعروف للغاز الطبيعي بالانخفاض ولكن الانخفاض الحاد من 1975 إلى 1976 قد فاق وزاد الإنتاج بشكل كبير في عام 1988 ، وهناك سبب للاعتقاد أن الاحتياطي من الغاز الطبيعي سواء المكتشف أو غير المكتشف قد يكون أكبر مما يعتقد ويفترض الآن .

قبل عام 1950 كان هناك اكتشاف ضئيل للغاز حيث أن معظم الغاز كان يكتشف في أثناء البحث عن البترول . وحتى عام 1977 كان سعر الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة قد حدد كحد أقصى بـ 52 سنت / 1000 قدم أو ما يعادل 1.8 سنت / م3 .

التقديرات السابقة للاحتياطي كانت تستند على الغاز الممكن استخراجه بشكل اقتصادي متناسب مع ذلك الحد من السعر . والاكتشاف قد كان محدوداً ومقتصراً على المكامن التي تتناسب كلفة إنتاج الغاز منها مع ذلك السعر آن ذاك . إلا أن ارتفاع الأسعار لكافة المواد والمنتجات قد دعت للبحث عن الغاز الطبيعي والبترول في مساحات واسعة , وفي أعماق كبيرة , وفي أماكن حيث لا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يتوقع اكتشافه ووجوده ، أضف إلى ذلك فإن المصادر المعروفة والأساسية والتي لم تصنف سابقاً كمواد احتياطية اقتصادية قد دخلت الآن في الاعتبار .

وجمعية الغاز الكامن الأمريكية تقدر أن ما مقداره 27.5 تريليون متر مكعب Trillion (Tcm) من الغاز الطبيعي يمكن أن يوجد ويكتشف في الولايات المتحدة ، وهذه الكمية تزيد 46 مرة عن إنتاج عام 1976 .

إن كمية غاز الميتان في غلاف وقشرة الأرض يجب أن تكون ضخمة وعظيمة ، وعلى سبيل المثال فإن منطقة خليج كوست في الولايات المتحدة وعلى عمق 2500–800 م اكتشف الميتان المذاب في ماء مالح حار عند الدرجة 150 ° م . وكمية الميتان هذه ليست معروفة على وجه الدقة ، ولكن أحد الخبراء قدرها أنها تحوي على 2800 Tcm وطاقة هذه الكمية أكبر من مجموع طاقة الولايات المتحدة الأمريكية من احتياطي الفحم .

وتختلف الآراء ووجهات النظر حول الإمكانية الاقتصادية لاستخراج هذا الميتان وذلك حتى الوقت الحاضر حيث لم يعد هناك حافز اقتصادي يدعو للمحاولة .

هناك أيضاً ما يقدر بـ 17 Tcm من الغاز الطبيعي المحبوس والمحجوز في الرمال المتماسكة ، وحوالي 8 Tcm في طبقات الفحم والتي وسائل الاسترداد الاقتصادية لها غير معروفة حتى الآن و 17 Tcm أخرى توجد في السجيل الحجري Shall Oil تحت أوهايو وفي المناطق القريبة المتاخمة ، وبعض هذا الغاز السجيلي Shall Gas قد تم استخراجه ، والتقنيات المستقبلية الواعدة والخاصة بالاستخراج هي تحت الدراسة .

وصحيح أن البيانات الواردة أعلاه ذات صلة بالمصادر الأمريكية إلا أن مصادر مماثلة ومشابهة يمكن أن توجد وتكتشف في بلدان مختلفة ومتعددة .

إن احتياطي العالمي **للفحم** لكانون ثاني (يناير) 1974 والإنتاج لعام 1973 تظهر وتوضح في الجدول " 4 " لمختلف مناطق العالم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وإن مكتب التعدين في الولايات المتحدة في تقريره الصادر في عام 1977 قدّر إنتاج العالم من الفحم والليجنيت لعام 1976 عند حدّ يصل إلى 3.6

Table 4. World Coal Reserves :

	Reserves, Billion Tons		Production (1973)
	Identified	Probable	Million Tons
Developing Regions			
Africa	6	15	5
Latin America	9	36	12
West Asia	1	2	6
East Asia	23	86	95
Communist Asia	300	1.011	458
Total	340	1.150	580
Developed Regions			
North America	326	2.383	547
Western Europe	150	401	283
Eastern Europe	205	4.052	657
Oceania	26	113	57
Others	32	52	85
Total	740	7.000	1.630
World Total	1.080	8.150	2.210

Source: United Nations Statistical Yearbook, 1974, quoted in "World-Wide Study of the Fertilizer Industry: 1975-2000,"UNIDO, 1976. Includes black coal only. Brown coal and lignite reserves are estimated to be 340 billion tons identified and 2.630 billion tons probable.

بليون طن . والمصادر العالمية الأولية عند حد يصل إلى 11.432 بليون طن, وإن استخراج هذه الكمية تمثل احتياطي حوالي 1600 عام عند نسب الإنتاج والشائعة الآن ، وبما أن اكتشافات الفحم لم تكن مكثفة بشكل نسبي كما في البترول والغاز الطبيعي لذا فمن المحتمل أن يتم اكتشاف الكثير من مكامن الفحم في المستقبل .

الخاتمة التي يمكن أن نختم بها هذا الموضوع أن المواد الأولية للازمة لصناعة الأمونيا تنتشر بشكل واسع وكبير بين البلاد المتقدمة والنامية . وإن احتياطي الدول النامية هو أكبر بكثير بالنسبة لمعدلات الإنتاج الرائجة والسارية من تلك في الدول المتقدمة ، كما أن احتياطي الفحم هو أكثر من كافٍ . وإن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الهيدروكربونات بالرغم من توفرها بكميات كافية فمن المحتمل أن تصبح غالية بشكل متزايد .

2- الخامات الفوسفاتية Phosphate Rook :

الخامات الفوسفاتية هو أكثر المواد الأولية تنوعاً ، والمكامن التي يستحصل منها تتغير بشكل واسع في تركيزها من الفوسفات وفي الأنماط والنماذج وفي نسب المواد الأخرى المرافقة .

والتركيز الطبيعي لخامس أكسيد الفوسفور في صخور الفوسفات يتراوح ما بين 28-38 % ولكن وبغض النظر عن تكاليف الاستخراج والنقل للطن الواحد من P_2O_5 فإن نسبة تركيز P_2O_5 وحده في الفوسفات الخام هو مرشد غير كاف لتحديد صلاحيتها أو ملاءمتها لصناعة الأسمدة ، أو لتحديد وتعيين رتبتها ودرجتها أو نوعيتها . ولكن التحليل الكيماوي الكامل للعينة الممثلة للخامات هي المرشد المفيد لصلاحيتها وملاءمتها لصناعة الأسمدة ولتصميم المصنع الذي سوف يستعمل هذا النوع من الفوسفات الخام . وعندما يقترح إنشاء مصنع جديد على نوع معين من الخامات الفوسفات فلابد من الاستفادة من تجربة المصانع الأخرى التي استعملت نفس النوعية من الخامات .

لنفس الأسباب حتى في المصانع حالياً فإن اهتماماً كبيراً يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار فيما إذا كان هناك تغيير في نوعية الخامات .

وإن 85 % من الإنتاج العالمي من الخامات الفوسفات يستخدم في صناعة الأسمدة ، ولقد تضاعف هذا الإنتاج بشكل خاص خلال السنوات العشر الماضية . وفقاً لتقديرات الجدول (1) فإن الإنتاج سوف يزداد بمقدار 1.5 إلى 2 ضعف ما بين 1980-2000 ومن المحتمل أن المكامن ذات النوعية الجيدة سوف تنضب وتنفذ ، وأن المنتجين سوف يتحولون إلى مكامن ذات نسبة منخفضة من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

P_2O_5 مع نسبة مرتفعة من الشوائب ، وهذا سينعكس على نوعية السماد الناتج ، ولكن من الواجب ملاحظة أن جودة السماد الناتج ليس من الضروري أن تعزى وتنسب إلى درجة الفلز الخام فقط .

كما أن تأثيرات نوعية ودرجة الفوسفات الخام والشوائب فيها على الاستعمال في مختلف مراحل إنتاج الأسمدة المتنوعة للفوسفات قد دُرست وشرحت في الفصول القادمة .

إن الإنتاج العالمي لخامات الفوسفات 1976 معطى في الجدول (5) هذا الجدول يُبين أنه بالرغم من أن مكامن الفوسفات موزعة بشكل واسع في 31 قطراً منتجاً ، فإن منطقة أوربا الغربية وشرقي آسيا لا تتوفر فيها مكامن للفوسفات ، ونجد كذلك أن ثلاث بلاد هي : الولايات المتحدة الأمريكية ، والاتحاد السوفيتي سابقاً ، والمغرب تنتج حوالي 79 % من الإنتاج المتداول .

من عام 1964 وإلى عام 1973 تضاعف الإنتاج لمضاعفة الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي والمغرب إنتاجها من الفوسفات الخام .

إن نسبة حصة الصادرات العالمية للدول الثلاث الرئيسية هي حوالي 70 % ولكن التقسيم والفصل بينهم يختلف عن نسبة حصتهم من الإنتاج ، فالولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي نظراً لأسواقها المحلية الكبيرة فهي لا تعتمد على الصادرات إلا وبشكل نسبي ، وعلى العكس فإن المغرب العربي يعتمد على الصادرات فقط .

ففي عام 1976 صدرت الولايات المتحدة 20 % من إنتاجها ، والاتحاد السوفيتي 23 % والمغرب العربي 95 % والدول النامية بمجموعها استهلكت واستوردت ما يقارب 60 % من صادرات العالم والتي نصفها تقريباً يأتي من المغرب العربي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وفي عام 1974 وحسب إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) كانت الدول النامية مسؤولة عن 15 % من P_2O_5 من إنتاج الأسمدة و 20 % من الاستهلاك مع 40 % من إنتاج الخامات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Table 5. World Production Of Phosphate Rock, 1976

Country	Thousands of Tons of Product	of % Total
United States	44.671	41.8
U.S.S.R.	24.200	22.6
Morocco	15.293	14.3
China	3.400	3.2
Tunisia	3.294	3.1
Togo	2.067	1.9
Senegal	1.796	1.7
Jordan	1.717	1.6
South Africa	1.639	1.5
Vietnam	1.500	1.4
Christmas Island	1.033	1.0
Israel	831	
Algeria	820	
Nauru Island	755	
Syrian Arab Republic	511	
India	510	
Brazil	493	
Korea, Democratic Republc	450	
Egypt, United Arab Republic	443	
Ocean Island	417	5.9
Australia	248	
Mexico	197	
Sahara	173	
Rhodesia	130	
Germany, Federal Republic	85	
Venezuela	80	
Curacao	54	
Sweden	25	
Uganda	15	
Peru	2	
Colombia	1	
Total	106.820	100.0

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتوزع إنتاج خامات الفوسفات في العالم لعام 1976 يظهر في الجدول التالي :

The distribution of phosphate rock production by regions in 1976 is tabulated below:

Region	Thousands of Tons of Product
Africa	25.227
Latin America	797
West Asia	3.501
Socialist Asia	5.350
Other Asia	510
Total developing regions	35.385
North America	44.671
West Europe	110
East Europe	24.200
Oceania	2.453
Total developed regions	71.434
World total	106.819

في الوقت الذي نجد فيه أن العديد من الدول النامية بما فيها المغرب العربي وتونس والجزائر والصحراء الغربية والأردن وسورية ومصر والبيرو والبرازيل تعمل إما على زيادة إنتاجها أو لديها المصانع التي تستوعب هذه الزيادات الضخمة ، فإننا نجد أن بعض الدول النامية الأخرى مثل أنغولا والسنغال والعراق وكولومبيا ومكسيكو ودول أخرى ليس لديها خطط للإنتاج أو لتوسيع الإنتاج الحالي .

إن التغيير الحالي الهام في إنتاج الفوسفات الخام كان بتطوير المكامن الضخمة في كوين لاند واستراليا التي وصلت إلى الإنتاج التجاري في عام 1974–1975 .

وبالرغم من أن الإنتاج في عام 1978 لم يستمر بسبب هبوط الأسعار فإن هذا الاحتياطي قد يكون مصدراً هاماً في المستقبل في حالة ارتفاع الأسعار ولو

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أن بعض هذه المكامن يقع في مناطق بعيدة وغير مأهولة . واستغلال هذه المكامن سوف يظهر المشاكل الجسيمة الخاصة بالنقل والاستخراج ، وبالتالي فإن تكاليفها ستكون حتماً عالية .

إن معدل تطور استغلال هذه المكامن يكون بطيئاً جداً لأنه يعتمد بالدرجة الأولى على أسعار الخامات الفوسفات الخام .

ليست هناك تقديرات متفق عليها لاحتياطي الخامات الفوسفات العالمي فالهيئات المختلفة تقدم وتعطي تقديرات متباينة وبشكل كبير تتراوح ما بين 85.000 مليون طن إلى 1.300.000 مليون طن . والملحق B الخاص بهذا الفصل يدرج قائمة احتياطي الفوسفات المعروفة مع الإجمالي العالمي أي حوالي 144.000 مليون طن .

كما أن التقديرات والمتطلبات لعام 2000 موضحة في الجدول (1) والتي تتطابق مع إجمالي الطلب لكل الأغراض التي من أجلها تستعمل الفوسفات الخام وهي بحوالي 300 مليون طن سنوياً . ومن الواضح أن الاحتياطي الوافر من الخامات متواجد بالإضافة إلى أن نسبة ومعدل الاكتشاف تزيد وتفوق نسبة ومعدل الاستعمال .

3- الكبريت Sulfur :

الكبريت بأشكاله المتنوعة منتشر ومتوزع بشكل كبير وواسع , وهو يؤلف حوالي % 0.1 من القشرة الأرضية وهذه الأشكال التي يرد فيها الكبريت تختلف بشكل واسع في قيمها كمصادر أولية .

يوجد الكبريت في الطبيعة إما على شكل كبريت حرّ , أو على شكل كبريت المعدن في الفحم والفلزات المعدنية أو على شكل كبريتات كالشب الطبيعي (كبريتات الألمنيوم) ، أو على شكل كبريت الهيدروجين في الغاز الطبيعي ، أو على شكل مركبات الكبريت العضوية في الزيت الخام , وكل هذه المصادر تعتبر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتستعمل كمصادر للكبريت , ولكن أهمها على الإطلاق هو الكبريت العنصري الحرّ وكذلك كبريت الهيدروجين في الغاز الطبيعي وبيريت الحديد (حجر النار) .

إن استعمالات الكبريت متنوعة كتنوع مصادره ولكن حوالي % 85-80 منه يستعمل في صناعة حمض الكبريت , وحوالي نصف هذا الحمض يستعمل في إنتاج الأسمدة ، ولهذا فإن استهلاك الكبريت في صناعة الأسمدة يصل إلى حوالي % 40 من المجموع العام .

كما يستعمل مسحوق الكبريت الحر في الزراعة كمبيد فطري وإلى حد ضئيل كسماد للتغلب على نقص عنصر الكبريت .

والذي يهمنا هنا استعمال الكبريت ودخوله في صناعة حمض الكبريت اللازم لإنتاج حمض الفوسفور والأسمدة الفوسفاتية المختلفة .

إن الصفة والميزة الهامة غير العادية لصناعة الكبريت هي علاقتها بالتلوث ، حيث أن أكثر الملوثات شيوعاً هي ثاني أكسيد الكبريت SO_2 والذي ينتج مع غازات احتراق الفحم والزيت والغاز الطبيعي ، كما أنه ينتج بكميات كبيرة من شيّ خامات كبريت المعدن لإنتاج المعدن أو أكسيده .

وبشكل متزايد فإن الأنظمة والقوانين الصارمة لحماية البيئة والتي تحدد النسب المسموح بها لغاز الكبريتي في الجو قد أدت إلى تطوّر للعمليات والخطوات التكنولوجية بغية تحويل ثاني أكسيد الكبريت هذا إلى حمض الكبريت وخاصة في الصناعات التعدينية حيث تحوي الغازات المنبثقة على تركيز عالٍ من ثاني أكسيد الكبريت ، والإسهام الأكبر لإنتاج الكبريت من هذه المصادر يأتي من إزالة كبريت الهيدروجين من الغاز الطبيعي وتحويله إلى كبريت عنصري .

في عام 1977 ارتفعت كمية الكبريت المسترد بشكل أساسي من الغاز الطبيعي إلى 16 مليون طن وهذه الكمية تشكل حوالي نصف الإنتاج العالمي من عنصر الكبريت الحرّ وما يقارب % 30 من كل أشكال وصيغ الكبريت .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كما أن الكبريت يسترد كذلك من مصانع تكرير البترول بواسطة عمليات إنقاص وتقليل محتوى الفيول من الكبريت اللازم للعمليات الصناعية التي تستخدم الفيول : مثال في تصنيع الأمونيا .

وبالرغم من الكميات الضخمة من الكبريت المنتجة ثانوياً من عمليات صناعية أخرى إلاّ أن هذه الكميات لا تستجيب للطلب المتزايد على الكبريت ، ولذا تم الاتجاه لإنتاج الكبريت من مكامن أولية وذلك كي يغطي عبء كل التقلبات والتحولات المطلوبة والمرغوبة ، وكما هو واضح أدناه هذا أدى إلى انخفاض ملحوظ في حصة بيريت الحديد من سوق الكبريت .

	Production (Million tons of Sulfur)	Percent of Total Production			
		Elemental Sulfur			Others
		Recovered	Other	Pyrites	Forms
1960	22.3	12	34	36	18
1974	51.6	28	34	22	16
1975	50.9	55[a]		22	27
1976	51.3	62[a]		21	17
1977	52.7	62[a]		21	17

a. Brimstone.

هناك عدد من الأسباب دعت إلى التخلي عن البيريت كمصدر للكبريت ، حيث إنه يحتوي فقط على 40 % من الكبريت ولذلك فإن تكاليف الشحن وتكاليف رأس المال لمصانع حمض الكبريت التي تستخدم البيريت هي أعلى بكثير من تلك المصانع التي تستخدم الكبريت الحر ، إضافة إلى أن مصانع حمض الكبريت التي تعتمد على شيّ البيريت عندها مشاكل خاصة بالتلوث أكثر من المصانع التي تعتمد على حرق الكبريت الحر , إضافة إلى مشكلة تصريف أكسيد الحديد الناتج عن الشيء .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Table 6. World Production Of Sulfur (All Forms), 1975

Country	Thousands of Tons of Product	of % Total
United States	11.800	22.8
U.S.S.R.	9.460	18.2
Canada	7.420	14.3
Poland	5.040	9.7
Japan	2.400	4.6
Mexico	2.200	4.2
France	1.940	3.7
Spain	1.560	3.0
Germany Federal Republic	1.070	2.1
Italy	710	1.4
Iraq	600	1.2
Finland	510	1.0
Iran	475	0.9
Germany, Democratic Republic	365	0.7
South Africa	355	0.7
Sweden	266	0.5
Norway	262	0.5
Australia	255	0.5
Others	5.157	10.0
Total	51.845	100.0

الجدول " 6 " يظهر إنتاج الكبريت بكل أشكاله لعام 1975 حيث نجد منه أن إنتاج الدول النامية يبلغ 12 % من الإنتاج العالمي للكبريت ومجموع قدره 5.2 مليون طن مقارنة مع تقديرات الطلب لعام 1980 لإنتاج الأسمدة والتي هي 6.5 مليون كن كما يبدو من الجدول (1) .

هذا الإنتاج المنخفض للبلدان النامية نتيجة قلة وندرة ترسبات الكبريت الحر في هذه البلدان مع بعض الإستثناءات الملاحظة في مكسيكيو والعراق .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إلا أنه نظراً للاحتياطي الضخم من الغاز الطبيعي للبلدان النامية والذي يُستغل ويستثمر (انظر الجدول 2) وكذلك نظراً للتصنيع والطلب المتزايد على الكبريت فإن إنتاج هذه الدول من الكبريت سوف يزداد بدون أدنى شك .

ففي عام 1971–1974 ازداد الإنتاج في الشرق الأوسط من 0.6 مليون طن إلى 1.4 مليون طن سنوياً ومن المتوقع أن يزداد أيضاً إلى 4 مليون طن لعام 2000 .

World Sulfur Reserves and Production
(millions of tons)

	Identified	Probable	Total	Production (1974)
Elemental:				
Evaporites	580	100	680	17.6
Volcanic rocks	130	100	230	
Natural gas	155	885	1.040	
Petroleum	265	1.330	1.595	15.0
Pyrites	640	-	> 640	11.0
Metallic sulfides	260	>140	>400	8.2
Subtotal	2.030	> 2.555	> 4.585	51.8
Tar sands	50	> 1.800	> 1.850	
Coal	20.000	200.000	220.000	
Oil shale			280.000	
Gypsun			vast	
Total	22.000	> 200.000	> 500.000	

من الصعب إعطاء تقديرات ودلائل لمجموع المصادر الأولية العالمية للكبريت وذلك بسبب التنوع الواسع للأشكال التي يرد فيها وبسبب الاختلاف الكبير في وجودها وكفاية وفعالة استخلاصها من المواد والمصادر المختلفة والمتنوعة . ومجمل المصادر تصل إلى تقدير حوالي 500 بليون إلى 750 بليون طن والتي منها 99 % موجودة في الفحم والبترول والجص هذه المواد التي لا تقدم إسهاما وأهمية للإنتاج الحالي ، والجدول التالي يبين الاحتياطي العالمي للكبريت مقارنة مع إنتاج عام 1974 .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وحسب الجدول " 1 " منذ عام 1980 وحتى عام 2000 فإن الاستهلاك السنوي للكبريت اللازم لصناعة الأسمدة سوف يزداد من 25 مليون طن إلى 65 مليون طن هذه الزيادة تتطابق مع مجموع الاستهلاك من عام 1980-2000 والبالغ تقريباً 900 مليون طن .

ومن الجدول يظهر أن الاحتياطي في الغاز الطبيعي والبترول أكبر (مقارنة مع الاستعمال الحالي) مما تكون عليه الاحتياطات الأخرى على الرغم من أن احتياطي الكبريت في بيريت الحديد هي قيد التقدير والتثمين .

وبالتأكيد على الطلب المتزايد للغاز الطبيعي وانتشار الضبط والسيطرة على التلوث فإن ذلك سوف يؤدي إلى زيادة الإنتاج من الكبريت المسترد .

كما أن الكبريت المأخوذ من الاندفاعات البركانية سوف يكون متاحاً ومتوفراً لوقت طويل ولكن من المحتمل أن الحاجة لهذا النوع من الكبريت سوف يؤدي إلى تكاليف وأسعار باهظة وتحرك باتجاه مصادر أخرى .

ولهذا فإن على صناعة الأسمدة يجب أن تكون قادرة على استحصال الكبريت الذي يحتاج إليه لمدة تزيد عن الـ 25 سنة القادمة ، لأن الاحتياطات المستعملة حالياً يبدو أنها ستدوم فقط لفترة قصيرة .

قد أشير وأثبت إلى أنه من الممكن تقنياً استرداد الكبريت من الغازات الناتجة عن احتراق الفحم والزيت ، وبإجماع كل التقديرات فإن عملية إزالة الكبريت من هذه الغازات واستعمالها في صناعة حمض الكبريت هي عملية ليست اقتصادية مقارنة مع الطرق الأخرى ، إلا أنه من وجهة نظر السيطرة على التلوث والتقدم التكنولوجي للاستفادة منها مع زيادة كلفة المصادر الأخرى، كل ذلك يؤدي إلى الاستفادة من كبريت هذه الغازات .

من الممكن أيضاً تقنياً إنتاج حمض الكبريت والإسمنت إما من كبريتات الكالسيوم الطبيعية (الجص) أو من كبريتات الكالسيوم اللامائية المنتج الثانوي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في عملية إنتاج حمض الفوسفور ، وفي الواقع فإن هذه العملية هي قيد الاستعمال التجاري في بعض المصانع .

الناحية الاقتصادية الخاصة بإنتاج حمض الكبريت من الكبريت الحر وبيريت الحديد وكبريتات الكالسيوم سوف تناقش وتدرس في الفصل XII .

4- البوتاس Potash :

كما هو الحال في الخامات الفوسفات فإن تقديرات احتياطي البوتاس تختلف بشكل كبير فهي تبدأ من 11 وإلى أكثر من 100 بليون طن من K_2O وذلك اعتماداً على النظرة التفاؤلية للمقدار الآخذة بعين الاعتبار الإمكانات التقنية والاقتصادية للاستخلاص والاستخراج .

والجدول رقم (7) يظهر إنتاج الأعوام 1975- 1976 في 13 دولة , والتقديرات الاحتياطية والإحصائية الحديثة سوف تعطى في الفصل XVIII .

وتملك فقط بعض الدول النامية مكامن للبوتاس كالصين وتشيلي ، كما توجد خطط وتصاميم من أجل الاستثمار والاستغلال في الأردن والبرازيل وبولندا ، أما الدول التي من المعروف أنها تمتلك مكامن أخرى فهي مذكورة أيضاً في الجدول (7) ولكن الحجم والإمكانية للتنفيذ لعملية الاستثمار لم تحددا بعد بشكل دقيق .

والدلالات الأولية تشير إلى أن المكامن في تايلاند ولاووس قد تكون ضخمة جداً .

إن مجموع الاحتياطي ضخم جداً عندما يقارن مع الطلب المحتمل والمعطى في الجدول "1 " . فالاحتياطي هو حوالي 1 بليون طن من البوتاس , بينما الاستهلاك هو 66 مليون طن في عام 2000 ، وهكذا ففي العشرين سنة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

القادمة فإن احتياطي البوتاس المعروف والرائج سوف ينخفض بنسبة من 1-3 % فقط . هذا إذا لم تكتشف مكامن أخرى كالاكتشاف في تايلاند .

Table 7. Potash Production And Reserves

	1975-76 Production (thousands of tons of K_2O)[a]	Reserves (millions of tons of K_2O)
U.S.SR.	7.944	15.900-24-000
Canada	4.842	18.000-66.500[b]
Germany Democratic Republic	3.019	4.000-10.000
Germany, Federal Republic	1.950	2.000-9.000
United States	2.220	200-400[c]
France	1.720	200-270
Israel	716	500-2.000[d]
Spain	506	80-270
China	450	no estimate
Congo	278	17-70
Italy	141	200
United Kingdom	34	20
Chile	10	no estimate
Others	5	no estimate
Total	23.835	35.517-112.730[e]

a. Source of Production data: British Sulphur Corp., Statistical Supplement No. 14, November/December 1976.
b. Does not include deposite in New Brunswick.
c. Does not include desposite in North Dakota ana Montana.
d. Dead Sea, including Jordan .
e. Other deposits not being mined and with no reliable estimate of reserves are in Brazil, Ethiopia, Iran, Laos, Libya, Morocco, Pakistan, Poland, Thailand, and Tunisia.

الاحتياطي الذي قيد الإنتاج يتمركز بشكل كبير في البلدان المتقدمة ، ولذلك سوف يكون ضرورياً بالنسبة للبلدان النامية أن تستورد معظم حاجاتها من البوتاس من البلدان المتقدمة حتى نهاية عام 2000 بعد ذلك يصبح البوتاس متوفراً في البلدان النامية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن استغلال الاحتياطي المعروف أن الذي قيد الإنشاء في البلدان النامية سوف يعتمد على التكاليف النسبية للتشغيل والإنتاج وعلى الأهمية المعلقة على توفر العملة الأجنبية فيها .

5- مواد أولية أخرى Other Raw Materials :

كما ذكرنا سابقاً في هذا الكتاب فهناك حاجة لعناصر أولية أخرى غير K,P,N التي دعوناها بالعناصر الرئيسية الثانوية وهي Ca, Mg, S وكذلك العناصر المغذية الصغرى مثل : Zn - Cu - B- Fe- Mn - Mo - Cl

بالإضافة إلى مواد أخرى لم تصنف كمواد أساسية وهامة ولكنها اقتصادياً تعتبر هامة ونافعة في بعض الحالات وذلك من أجل زيادة مردود المحاصيل أو لتحسين النوعية الغذائية للمحاصيل .

وإن خارج نطاق هذا الفصل البحث في أنواع ونماذج وتوزع المواد الأولية لهذه العناصر .

ولكن أهميتها يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار ، فعندما ينقص واحد من هذه المواد مثلاً فإن التأثير على إنتاج المحصول يمكن أن يكون خطيراً عندئذٍ كنقص واحد من العناصر الرئيسية الكبرى .

6- الماء Water :

إن تصنيع الأسمدة وخاصة الأسمدة النتروجينية تحتاج لكميات كبيرة من الماء . ففي صناعة الأمونيا يعتبر الماء المادة الأولية وذلك بالمعنى المحدود والضيق للكلمة لأنه مصدر لأكثر من نصف الهيدروجين المطلوب لصنع الأمونيا . فالماء يستعمل لإنتاج البخار وكل طن من الأمونيا يحتاج من 3 - 1.5 طن ماء وذلك اعتماداً على الطريقة المستعملة , ومعظم الماء اللازم يستعمل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للتبريد ، ولذلك فإن الحاجة الإجمالية للماء اللازم لمصنع الأمونيا يوريا تتراوح ما بين 20–30 م^3 ماء/ لكل طن من اليوريا .

في مصنع طاقته اليومية 1000 طن من الأمونيا / 1720 طن يومياً من اليوريا / يحتاج إلى كمية من الماء تقدّر بـ 150–250 م3/ساعة .

الكميات الضخمة من الماء لا تتوفر دوماً ، وخصوصاً في المناطق القاحلة ، وهناك طرق متعددة لجعل هذه الكمية تقل وتنخفض ، وعقود المصانع يمكن أن تعدل وتكيّف تصاميمها وتكنولوجياتها لتعطي أدنى مستوى من استهلاك الماء , مع أن هذه سوف يتضمن بعض الزيادة في تكلفة رأس المال . وفي بعض الحالات المتاحة يمكن استعمال ماء البحر أو الهواء للتبريد أو استعمال دارات التبريد المائية المغلقة , ومع ذلك تبقى مصانع الأسمدة المستهلك الأكبر للماء ، وحاجتها للماء هذه تؤثر على قرار تحديد مكان إقامتها.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ملحق 1 : الاحتياطي العالمي للبترول والغاز الطبيعي

Country	Oil Reserves Jan.I, 1977 10^6 Tons	Gas Reserves Jan.I, 1977 10^9 m^3
West ASIA		
Abu Dhabi	3.973	566
Bahrain	40	85
Dubai	205	42
Iran	8.631	9.348
Iraq	4.658	764
Israel	-	1
Kuwait	9.234	898
Neutral Zone	863	142
Qman	795	57
Qatar	781	779
Saudi Arabia	20.550	1.785
Sharjah	4	28
Syia	301	34
Turkey	53	15
Total	50.088	14.544
EAST ASIA-PACIFIC		
Afghanistan	12	78
Australia	189	915
Bangladesh	-	227
Brucei	223	238
Burma	9	4
China(Taiwan)	2	23
India	411	99
Indonesia	1.438	680
Japan	4	59
Malaysia	333	425
New Zealand	26	175
Pakistan	10	448
Thailand	-	28
Total	2.657	3.399
AFRICA		
Algeria	932	3.564
Angola-Cabinda	166	42
Congo Republic	39	1
Egypt	267	79
Gabon	291	71
Libya	3.494	731
Morocco	-	1
Nigeria	2.672	1.246
Tunisia	370	187
Zaire	68	1
Total	8.299	5.923

Country	Oil Reserves Jan.I, 1977 10^6 Tons	Gas Reserves Jan.I, 1977 10^9 m^3
EUROPE		
Austria	22	20
Denmark	41	19
France	7	142
Germany (West)	45	212
Greece	5	227
Italy-Sicily	43	187
Netherlands	12	1.754
Norway	775	524
Spain	60	14
United Kingdom	2.302	850
Yugoslavia	48	42
Other (Ireland)	-	28
Total	3.360	4.019
Western Hemisphere		
Argentina	315	193
Barbados	-	8
Bolivia	33	142
Brazil	110	25
Canada	849	1.583
Chile	25	56
Colombia	113	142
Ecuador	233	340
Guatemala	3	-
Mexico	1.507	340
Peru	102	62
Trinidad & Tobago	71	97
Venezuela	2.092	1.153
United States	4.288	6.323
Total	9.741	10.376
COMMUNIST		
Bulgaria	2	2
China	2.740	708
Czechoslovakia	3	19
Hungary	43	121
Polan	11	124
Romania	294	640
U.S.S.R	10.700	26.000
Total	13.793	27.614
Total World	87.938	65.881

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ملحق 2 : الاحتياطي العالمي للفوسفات

Country	Total Reserves and Resources tons × 10^6	% P_2O_5 Average of Range	Remarks
AFRICA[a]			
Algeria	1.000	30[b]	
Angola	120	30[b]	
Egypt	2.800	30[b]	
Liberia	1.5	28	Al-Fe phosphate
Mali	20	30	Exploration incomplete
Mauritania	5	23-32	
Morocco	40.000	30[b]	
West Sahara	16.600	30[b]	
Senegal			
Taiba	1.100	30[b]	
Thies	2.090	30[b]	
Tanzania	10	27-38	Aluminum Phosphate
Togo	300	30[b]	
Tunisia	1.300	30	
Rhodesia	20	30[b]	
South Africa			
Palabora	1.400	30[b]	
Other	35	10-21	
Uganda	200	30[b]	May be much larger
Upper Volta	4	27-31	
Zaire	83	15	
Total	67.189		
WEST ASIA			
Iran	130	30[b]	
Iraq	660	30[b]	
Israel	1.000	26	Ore of all grades above 15 %
Jordan	1.000	15-30	
Lebanon	small	17-31	in dirilled area
Saudi Arabia	1.000	30[b]	
Syria	800	30[b]	
Turkey	300	30[b]	
Total	4.890		
EAST ASIA[c]			
China	30.000	15	
Christmas Is.	200	29-38	
India	140	17.5	Includes aluminum phosphate
Korea,North	88	12.5	Assumes 100 at Jhamar Kotra
Mongolia	1.000	20-22	
Pakistan	12	20-37	
Paracel Is.	20	10-27	
Philippines			
Sri Lanka	300	30	Onnership Disputed
Vietnam	500	30[b]	
Total	17.260		

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Country	Total Reserves and Resources tons × 10^6	% P_2O_5 Average of Range	Remarks
OCEANIA			
Australia	2.000	30[b]	
Nauru	44	38.5	
Ocean Is.	2	40	
New Zealand	70	30	Underseas nodules
Total	2.116		
NORTH AMERICA			
Canada	50	9	Igneous deposits
U.S A			
Eastern	19.900	26	
Western	14.700	26	
Alaska	1.000	25	
Mexico			May be larger
Baja Calif	1.000	30[b]	May be Larger : dose not include
Zacatecas	140	30[b]	underwater
Total	36.790		
SOUTH AND CENT. AMERICAd			
Aruba	10	30[b]	Aluminum Phosphat
Brazil			
Bambui	700	30[b]	
Olinda	20	30[b]	
Igneous	1.000	30[b]	
Other	25	30[b]	
Colombia	600	30[b]	
Chile	4	30	
Curacao	10	30[b]	
Peru	6.100	30[b]	
Venezuela	40	30[b]	
Total	8.509		
EUROPE including U.S.S.R.e			
Finland			
Sakli	200	18	
Siilinjarva	25	10	
Ireland	8	10	
Norway	100	25	
Sweden	no estimate		
U.S.S.R			
Kola	1.125	39.4	
Other	6.000	14	
Total	7.458		
World Total	144.212		

a. Other countries that have small unquantified deposits include Cameroon, Benin, Gambia, Niger, Gabon, Nigeria, Dahomey, and perhaps Chad.

b. Tonnage and grade in terms of equivalent quantity of marketabe phosphate rock of 30% P2O5 grade or higher.

c. Also small or unquantified deposits in Camdodia, Malaysia, Taiwan, Japan, Philippines, ans Indonesia.

d. Also small amounts on various islands.

e. Also small or unquantified deposits in Belgium, Bulgaria, France, Germany, Greece, and Yugoslavia..

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

القسم الثاني

الأسمدة النتروجينية

NITROGEN FERTILIZERS

. الفصل السادس : إنتاج الأمونيا .

. الفصل السابع : نقل وتخزين الأمونيا .

. الفصل الثامن : أملاح الأمونيا . حمض النتريك . النترات .

. الفصل التاسع : اليوريا .

. الفصل العاشر : إنتاج وخواص واستعمال المحاليل النتروجينية والاستعمالات المباشرة للأمونيا اللامائية .

. الفصل الحادي عشر: بعض العوامل المؤثرة في اختيار الأسمدة النتروجينية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل السادس

6- إنتاج الأمونيا

VI - Production Of Ammonia

أ- تاريخ تصنيع الأمونيا History of Ammonia Synthesis :

كما ذكرنا في الباب الأول ، الفصل الأول ، فإن الأمونيا الصناعية أصبحت المصدر الرئيسي لكل الأسمدة النتروجينية خصوصاً منذ عام 1945 .

في الوقت الحالي فإن أكثر من 95 % من كافة الأسمدة النتروجينية التجارية، قد صنعت أو اشتقت من الأمونيا الصناعية NH_3 ، والـ 5 % الباقية يمكن تأمينها من نترات الصوديوم الطبيعية أو من NH_3 المنتج الثانوي من غاز فرن الفحم ، والتي تسترد عادة ككبريتات الأمونيوم ، أو سيانيد الكالسيوم ، أو من مصادر ثانوية أخرى .

إن عملية تصنيع الأمونيا قد طورت من قبل فرتزهاربر Fretz Harber بين عامي 1904-1909 ، حيث استطاع إنتاج الأمونيا على مستوي مخبري صغير ، ولكن بتنفيذ وإنجاز العملية على مستوي صناعي ظهرت مشاكل جسيمة خاصة بتقنية ومواد التركيب المتوفرة والمتاحة ، نظراً للحرارة العالية والضغط العالي الشديدين .

لكن Carl Bosch والذي عمل مع Harber فقد كان له فضل تطوير العملية حيث أنتج الأمونيا أولاً في مصنع صغير "Pilot" وبعد ذلك على مستوي تجاري لحوالي 30 طن يومياً حيث بدأ الإنتاج في عام 1913 في ألمانيا في Oppar .

وكيمياء هذه العملية بسيط جداً والتفاعل هو :

$$3H_2 + N_2 \Leftrightarrow 2NH_3$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذا التفاعل ناشر للحرارة ، والحرارة الناتجة من التفاعل هي حوالي 11000 كالوري/ غرام– مول عند الدرجة 18°م (647 كيلو كالوري / كغ من NH_3) مع افتراض أن NH_3 هو في حالة غازية . والحرارة المتحررة عن التفاعل تزداد مع زيادة درجة الحرارة وقد تكون أعلى من ذلك بحدود (15-20) % عند شروط التشغيل العادية أي عند الدرجة (400-500) °م .

التفاعل السابق غير كامل وهو تفاعل عكوسي ، وشروط الموازنة وتوجيه التفاعل نحو تشكيل الأمونيا تكمن : في زيادة الضغط وامتصاص حرارة التحويل كما هو في الجدول (1)

Table 1 . Percentage Of Ammonia At Equilibrium From A 3:1 Molar Mixture Hydrogen Nitrogen :

	Pressure, atm						
Temperature °C	**10**	**30**	**50**	**100**	**300**	**600**	**1,000**
200	50 .66	67 .56	74 .38	81 .54	89 .94	95 .37	98 .29
250	28 .34	47 .22	56 .33	67 .24	81 .38	90 .66	96 .17
300	14 .73	30 .25	39 .41	52 .04	70 .96	74 .21	92 .55
350	7 .41	17 .78	25 .23	37 .35	59 .12	75 .62	87 .46
400	3 .85	10 .15	15 .27	25 .12	47 .00	65 .20	79 .82
450	2 .11	5 .86	9 .15	16 .43	35 .82	53 .71	69 .69
500	1 .21	3 .49	5 .56	10 .61	26 .44	42 .15	57 .47
550	0 .76	2 .18	3 .45	6 .82	19 .13	31 .63	41 .16
600	0 .49	1 .39	2 .26	4 .52	13 .77	23 .10	31 .43
650	0 .33	0 .96	1 .53	3 .11	9 .52	16 .02	20 .70
700	0 .23	0 .68	1 .05	2 .18	7 .28	12 .60	12 .87

Source: From A . T . Larson and R . I . Dodge 1923 . Journal of the American Chemical Society, 45:2918; and A .T . Larson Ibid . (1924), 46:367-72 .

إذا من المحتمل والممكن الحصول على مردود تفاعل قدره 90 % عند ضغط قدره 300 جوي وعند الدرجة 200 °م . ولكن عند نفس الحد من الضغط وبدرجة حرارة تصل إلى 700 °م فإن مردود التفاعل يصل فقط إلى 7.3 % , وعند درجة حرارة ثابتة ومستقرة تصل إلى 450 °م ، يزداد مردود التفاعل من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

% 2.1 عند ضغط 10 جوي ، إلى % 35.8 عند 300 جوي ، وإلى % 69.7 عند 1000 ضغط جوي . ومع ذلك فإن مردود التفاعل يكون منخفضاً عند الدرجة 200 °م ويزداد مع زيادة درجة الحرارة .

ومن هنا تمَّ الاتجاه نحو البحث عن وسيط مناسب لزيادة التفاعل من قبل كل من هاربر والباحثين الآخرين التابعين .

دراسات هاربر الأولية قامت على أساس استعمال الحديد كوسيط ، والذي لم يكن فعالاً جداً ، بعد ذلك وجد أن الأزميوم Osmium أو اليورانيوم كانا أكثر فعالية ولكن هذه العناصر كانت غالية ونادرة .

في عام 1911 ، وجد أن بعض الملوثات ، قد زادت من نشاط وفعالية وسيط الحديد ، وبعد أن اختبرت آلاف التركيبات المتعددة اختير وسيط الحديد ذو الفعالية المضاعفة والناتج عن المغنتيت (Fe_3O_4 Magnetite) مع كميات مضافة من البوتاسيوم والألومينا والكالسيوم (المغنتيت قد أرجع إلى حديد معدني بواسطة الهيدروجين خلال العملية) . هذا النوع من الوسيط لا يزال المادة النموذجية في الاستعمال حالياً ، بالرغم من أن بعض التعديلات تجري عليه .

إن مردود التفاعل يبقى منخفضاً حتى مع أفضل الوسائط المتاحة ، ولتوجيه التفاعل نحو اليمين بمردود أكبر فلابدَّ من اختيار الضغط المناسب والحرارة المناسبة والزمن الذي تبقى فيه الكتل المتفاعلة على تماس مع بعضها. وبأفضل الشروط تم الوصول إلى مردود قدره % 70-80 .

لتحسين مردود التحويل ، فقد أبدع هاربر فكرة إزالة الأمونيا من وسط التفاعل . وهذه الفكرة تقوم على أساس أن الغازات التي تخرج من المحوّل تبرّد من أجل تكثيف الأمونيا وإزالتها كسائل مع غازات التفاعل ، ومن ثم فالغازات المتبقية N_2 و H_2 غير المتفاعلين تسخن مرة ثانية ، وتعاد إلى المحوّل مع غاز صناعي نقي جديد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لقد أدرك هاربر أيضاً أن الكثير من التبريد ، يمكن أن ينجز بواسطة تبادل الحرارة بين الغاز البارد الداخل للمحوّل ، والغاز الحار المغادر للمحول. وهكذا فإن المبادئ الأساسية لعملية تصنيع الأمونيا كانت جداً معروفة بالنسبة لهاربر والعاملين معه ويمكن أن تكون أساس صناعة وإنتاج الأمونيا الحديثة .

البيانات والحقائق الناتجة عن عمل جهود هاربر وبوش لم تكن متوفرة ومتاحة خارج ألمانيا أو خارج شركتهم BASF لمدة عدة سنوات بسبب سرية الشركة والحرب ما بين 1914-1918 .

إن مصنع هاربر قد بني وأنشأ خلال الحرب العالمية الأولى في Sheffield . وفي نفس الوقت قام سلاح المدفعية للولايات المتحدة الأمريكية بإنشاء مصنع في ألاباما Alabama بناء على المعلومات التي حصل عليها جهاز المخابرات لها . ولكن هذه المعلومات القائمة على الوسيط الصناعي للأمونيا لم تكن كاملة وتامة ، ولذلك فالمصنع لم يُشغل ولذا بعد أن وضعت الحرب أوزارها أنشأت حكومة الولايات المتحدة مخبر أبحاث تثبيت النتروجين لتطوير وزيادة المعلومات والبيانات والضرورية . وفي عام 1921 بني أول مصنع أمونيا صناعية في الولايات المتحدة من قبل شركة النتروجين الجوي ، والتي تسمى الآن Allied Chemical Company .

وفي عام 1932 كان هناك 10 مصانع أمونيا في الولايات المتحدة مجموع طاقاتها التصميمية تصل إلى 287.000 طن من النتروجين سنوياً .

وخلال السنوات المبكرة للحرب العالمية الثانية أدركت حكومة الولايات المتحدة أنه إن أصبحت الولايات المتحدة ضمن الحرب واشتركت فيها ، فإن احتياطي النتروجين المثبت سوف لن يكون كافياً لمواجهة متطلبات وحاجات الذخيرة الحربية . وكنتيجة لذلك فإن أكثر من 10 مصانع أخرى قد بنيت بطاقة تصل إلى 595.000 طن يومياً . وخلال السنوات الأخيرة من الحرب ، والسنوات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

اللاحقة فإن مردود إنتاج هذه المصانع قد تحوّل إلى الأسمدة وبشكل مبدئي إلى نترات الأمونيوم .

لقد ازداد الطلب على الأسمدة بشكل سريع ومع نهاية 1958 كان هناك 58 مصنعاً في الولايات المتحدة بطاقة سنوية تقدر بـ 3.8 مليون طن من النتروجين ، والتحسينات الأساسية في تقنية إنتاج الأمونيا كانت :

1- استخدام الغاز الطبيعي أو النافتا كمادة أولية في الأربعينات والخمسينات من القرن العشرين .

2- تطوير ضواغط الطرد المركزي في الستينيات .

هذه التحسينات قد خفضت وأنقصت تكاليف إنتاج الأمونيا والأسمدة النتروجينية لغاية 1982 وزادت من الطلب .

وفي عام 1974 قدرت الحاجة العالمية للنتروجين بحوالي 62.5 مليون طن سنوياً ، منها حوالي 41 مليون ، تستعمل كسماد والباقي لاستخدامات أخرى . وقدرت الحاجة لعام1981 بـ 107.2 مليون طن سنوياً . ومعظم المصانع التي أسست قبل عام 1945 كانت تعتمد على إنتاج الهيدروجين بطريقة هاربر والتي تتلخص بحرق الفحم بالهواء حتى تزداد درجة حرارة الفحم إلى مستوى ملائم (فوق 1000 °م) ثم يوقف نفخ الهواء وينفث بخار الماء ، خلال طبقة فحم الكوك الساخن مشكلاً بذلك CO و H_2 ويدعى المزيج الغازي الناتج هذا بغاز الماء .

هذا التفاعل هو تفاعل ماص للحرارة لذلك تبرد طبقة الفحم بسرعة ، ولهذا يعاد تسخينها بدارة نفخ أخرى .

يمزج غاز الماء هذا (والذي يحتوي عادة على % 50 من H_2 و % 40 من CO و % 5 من N_2 و % 5 من CO_2) مع الغاز الناتج عن حرق فحم الكوك والذي يحتوي عادة على: (% 62 من N_2 و% 32 من CO و % 4 من H_2 و 2% من CO_2) بنسبة مناسبة لإعطاء N_2: H_2 من 3 :1 في الغاز

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الصناعي . مع مراعاة التنظيف الكثيف للغاز لإزالة الغبار والكبريت والملوثات الأخرى , ولإنتاج الأمونيا بعد ذلك نجري عدة خطوات رئيسية :

الخطوة الرئيسية الأولى : هي تفاعل شيفت Shift والخاص بتحويل CO وبخار الماء إلى H_2 و CO_2 كما يلي:

$$CO + H_2O \rightarrow H_2 + CO2$$

الخطوة الثانية : هي إزالة CO_2 عند ضغط 25 ضغط جوي وذلك بواسطة جهاز الغسل المائي .

الخطوة الثالثة : هي إزالة بقايا CO وذلك بالغسل بسائل النحاس (خلات النحاس ومحلول الفورمات) عند حوالي 200-1000 ضغط جوي وذلك اعتماداً على العملية .

مجمل الطاقة المستنفذة بواسطة العملية المستندة على الفحم كمادة أولية والطاقة الميكانيكية كانت 88 جيجا جول Gj لكل طن من NH_3 ، بالمقارنة مع حوالي 36 جيجا جول للمصنع الحديث المستند على الغاز الطبيعي .

والطلب على اليد العاملة كان حوالي 1800 عامل مقابل 60 عامل للمصنع الحديث .

كما أن تكاليف الاستثمار كانت تقريباً ثلاثة أضعاف , مع الأخذ بعين الاعتبار أيضاً كلفة تشغيل الفحم .

إن الاستعمال المباشر لفحم الليغنيت كمادة أولية قد بدأ مبكراً في عام 1926 باستعمال محوّل الغاز لوينكلر Winkler .

كما أن الأكسدة الجزئية لزيت الوقود الثقيل أو استعمال الغاز الطبيعي والهيدروكربونات الخفيفة ، قد تطورت وتحسنت واستعملت تجارياً في حوالي عام 1940 . ولكنها لم تصبح شائعة حتى 1950 . وفي الوقت الحالي فإن استعمال الغاز الطبيعي والنفتا يقدر بـ % 80 من كل إنتاج الأمونيا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من المواد الأخرى نذكر غاز البترول المميع LPG ولذلك فإن إجمالي إنتاج الأمونيا بهذه الطريقة قد يكون قد وصل إلى % 85 .

إن الغالبية العظمى لمصانع الأمونيا الجديدة التي تم التخطيط لها أو التي قيد الإنشاء والتأسيس سوف تستعمل الغاز الطبيعي ، ولذلك فإن الاتجاه على الأجل القصير سوف يكون باتجاه استعمال أكبر وأعظم لهذه المادة الأولية . ولكن بما أن كمية الغاز الطبيعي في العالم محدودة ولذا لابدَّ من البحث عن مواد أولية أخرى ، وذلك ما بيناه في الفصل الخامس .

إن التحسينات والتطورات التقنية المذكورة أعلاه ، والتحسينات والتطورات الأخرى المتعددة والكثيرة جداً ، والتي من الصعب ذكرها كلها هنا، أدت إلى تحسين النوعية من جهة وإلى خفض كلفة إنتاج الأمونيا من جهة أخرى من 200 دولار/ طن في عام 1940 إلى حوالي 30 دولار طن في عام 1972 . ولكن بعد عام 1972 تحوّل وانعكس الاتجاه بسبب زيادة أسعار المواد الأولية ، بالإضافة إلى الزيادة الحادة في كلفة إنشاء وتأسيس المصنع .

إن التكاليف الخاصة بالإنشاء والبناء ومعدات حفظ واسترداد الحرارة والتي أصبحت ضرورية من أجل توفير الوقود الغالي الثمن ، وكذلك معظم أنظمة قوانين حماية البيئة المتشددة ، يمكن أن تعتبر عاملاً يحسب له حساباً .

ومن المتوقع ظهور تطورات وتقنيات أخرى ، ولكن ليس من المتوقع أن يكون لها دور حاسم في قلب وعكس اتجاه الكلفة الحالية للأدنى ، وذلك بسبب ارتفاع سعر الوقود والمواد الأولية وتكاليف الإنشاء والتأسيس . إن الطاقة الإنتاجية لأضخم مصنع عالمي لإنتاج الأمونيا هي حوالي 1600 طن/ يومياً . والخطط متاحة من أجل مصانع ذات طاقة إنتاجية تصل إلى 2000 طن يومياً، ولكن الفوائد الاقتصادية هي ضعف ذلك .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ب- عملية التحطيم الحراري بالبخار :Steam - Reforming Processes

1- بيانات ومعلومات كيميائية حرارية Thermo chemical Data :

بما أن عملية تحطيم البخار تدخل في أكثر من 80% من الإنتاج العالمي للأمونيا ، لذا لابدَّ لهذه النمط من العمليات أن يشرح بتفصيل أكثر من غيره .

والشكل رقم (1) هو رسم إيضاحي لعملية التحطيم الحراري للبخار باستعمال الغاز الطبيعي كمادة أولية . حيث يظهر التفاعلات الكيميائية الرئيسية ومستويات الضغط المطابقة . أما التفاعل الكيميائي التقريبي فيمكن أن يكتب على النحو التالي :

$$7CH_4 + 10H_2O + 8N_2 + 2O_2 \rightarrow 16NH_3 + 7CO_2$$

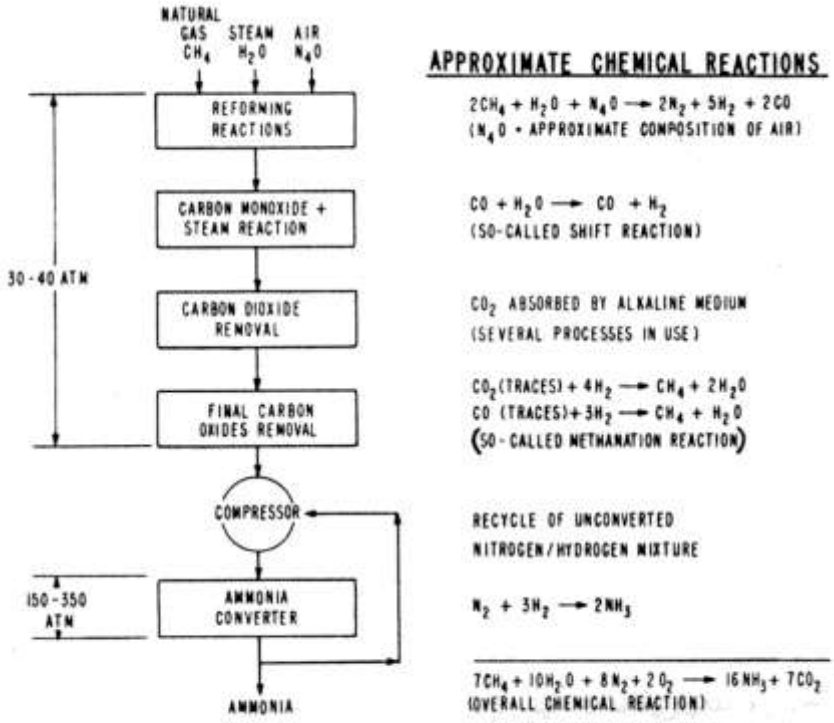


Figure 1. Flow Chart of Ammonia Synthesis (Steam Reforming of Natural Gas).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

باستعمال الحرارة المعيارية للتشكيل فإن حرارة التفاعل قد تحسب على الشكل التالي :

Reactants	Kcal/g mole	Kcal, Total for Above Equation
CH_4 (g)	-17 .89 × 7 =	- 125 .23
H_2O (1)	-68 .32 × 10 =	- 683 .20
N_2 (g)	0	0
O_2 (g)	0	0
Total reactants		-808 .43
Products		
NH_3 (1)	-16 .06 × 16	- 259 .96
CO_2 (g)	- 94 .05 × 7	- 658 .35
Total products		- 918 .31
Net heat of reaction		- 109 .88

التفاعل أعلاه ، هو تفاعل ناشر للحرارة إلى حدٍّ يصل إلى 110 كيلو كالوري في الموازنة السابقة ، مع افتراض أن NH_3 هو في حالة سائلة أو حوالي 30 كيلو كالوري من أجل NH_3 في الحالة الغازية . وكما أن التفاعل كما كتب يعطي 17 × 16 = 272 غرام من الأمونيا ، فإن الحرارة المتحررة من التفاعل تصل إلى 404.000 كيلو كالوري/ طن من الأمونيا السائلة أو 110.000 كيلوكالوري/ طن من الأمونيا الغازية .

للوهلة الأولى ، يبدو هذا عكس المفهوم العام ، الذي ينص على أن إنتاج الأمونيا يستهلك كميات ضخمة من الحرارة . ولكن فإن نفس الكمية 7 غرام – مول من CH_4 إذا احترقت إلى $H_2O + CO_2$ فإن حوالي 1343

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كيلو كالوري V. H. L [1] سوف تتحرر ، والتي تكون مكافئة لحوالي 5 مليون كيلو كالوري / طن من NH_3 (حوالي21 GJ) . لذلك فإن إنتاج الأمونيا يستهلك طاقة من حيث كونها تستعمل كمادة أولية مادة كانت سوى تستعمل كوقود .

إن الخطوات المتنوعة لإنتاج الأمونيا قد نفذت عند مستويات درجات حرارة مختلفة ، تتراوح من 0 °م إلى 1200 °م . وهكذا فالوقود يجب أن يستعمل من أجل تسخين المواد المتفاعلة . ورغم أن الكثير من الحرارة يسترد فإن نسبة جوهرية وأساسية تفقد ، وكنتيجة لذلك فإن مصانع الأمونيا المستندة على الغاز الطبيعي مع أنظمة استرداد الحرارة الكافية تتطلب حوالي8.6 مليون كالوري (36 GJ) من أجل الوقود والمواد الأولية .

هذا الطلب يستند على رقم الحرارة المنخفضة LHV للميتان والتي لا تتضمن حرارة تكثيف بخار الماء المتشكل في أثناء احتراق الميتان .

Table 2 . Chemical Reactions, Temperature, And Heat Of Reaction Of Ammonia From Methane

Step	Reaction	Typical Temp °C	ΔH° , KJ/g -mole [a]
steam reforming (b)	$CH_4+H_2O=CO+3H_2$	790-820	+206 .2
Secondary reforming (b,c)	$CH_4+1/2O_2+(2N_2)=CO+2H_2+(2N_2)$	900-1200	-35 .6
Shift reaction	$CO+H_2O = CO_2+H_2$	200-450	-91 .8
Carbon dioxide removal	(Physical separation)	70-105	-
Methanation	$CO+H_2 =CH_4+H_2O$ $CO_2 +4H_2 =CH_4+2H_2O$	250-450	-206 .2 -165 .0
Ammonia synthesis	$3\ H_2+N_2= 2NH3$	300-500	-91 .8
Ammonia Condensation	$NH_3(gas)=NH_{3(liquid)}$	30 to-30	-21 .0

[1] *V .H .L Low Heating Value* رقم الحرارة المنخفضة والتي لا تتضمن حرارة تكثيف الماء الناتج من التفاعل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

a . Heat of reaction taken from reference (1); + sign indicates heat absorbed; -sign indicates heat released . To convert to kcal, multiply by 0239 .

b . For simplicity, a single reaction is shown for the reformer step which represents the predominants net reaction . However, the chemistry is much more complex . In particular, a significant amount of CO_2 is formed in these steps .

c . Completion of reaction 1 also take place in secondary reforming .

بالإضافة إلى كميات أساسية ، وجوهرية ، من طاقة كهربائية تستلزم - 50 Kw 20 / طن . رغم أن معظم الطاقة الميكانيكية تؤمن بواسطة التوربينات الكهربائية التي تدار بالبخار المتولد ، نتيجة استرداد الحرارة .

إن التحسينات الهامشية في عملية استرداد الحرارة ممكنة ، ولكن على حساب زيادة كلفة رأس المال . والجدول (2) يظهر مستويات درجة الحرارة في خطوات إنتاج NH_3 بواسطة التحطيم الحراري للبخار بواسطة الغاز الطبيعي .

وما سوف تتم ملاحظته أن كل التفاعلات هي تفاعلات ناشرة للحرارة ماعدا إعادة تحطيم البخار بالميتان ، وأيضاً فهناك اختلاف واسع في مستوي درجة الحرارة للخطوات المتنوعة . لذلك فإن معدات التبادل الحراري تتضمن نسبة كبيرة من كلفة مصنع الأمونيا .

المواد الأولية لعملية التحطيم الحراري بالبخار :

Feed stocks for steam- Reforming Processes :

الغاز الطبيعي Natural Gas :

كما ذكرنا سابقاً فإن الغاز الطبيعي هو المادة الأولية الرئيسية لإنتاج الأمونيا إذ أنه يؤلف لما يزيد عن 70 % من إنتاج الأمونيا العالمي .

يصنف الغاز الطبيعي ، ويرتب مرافق ، أو غير مرافق ، يفصل الغاز المرافق عن الزيت الخام عندما يتحرر الضغط في فاصل الغاز – زيت وتركيبه يختلف ويتنوع مع تنوع الضغط الذي يشتغل ويعمل عنده الفاصل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بما أن الميتان هو أكثر الغازات الطبيعية تطايراً ، لذا فإنه يتحرر عند مستوى ضغط عالي نسبياً , وإذا تمت عملية تخفيض الضغط بشكل نسبي ، فإن الميتان يتحرر أولاً ، وتليه الغازات الأقل تطايراً كالإيتان والبروبان والتي تجمع بشكل منفصل ومستقل .

إن الهيدروكربونات الغازية الأعلى لها عادة قيمة مرتفعة أكثر من الميتان من أجل الإنتاج البتروكيميائي أو من أجل البيع كغاز بترولي مميع P. L. G ولذلك ففي معظم الحالات تباع هذه المنتجات بشكل منفصل ومستقل

ومصطلح الغاز الطبيعي عادة ما يشير إلى الأجزاء التي تحتوي بشكل أساسي الميتان مع نسبة صغيرة من الإيتان والهيدروكربونات الغازية الأعلى .

وكمادة أولية للأمونيا فإن الميتان يفصل عن هذه الهيدروكربونات العالية لأن كل الكربون في المادة الأولية ، سوف يتحول إلى ثاني أكسيد الكربون أو أحادي أكسيد الكربون والذي يجب أن يفصلا عن الغاز الصناعي للأمونيا ولذلك فإنه كلما كانت نسبة الكربون على الهيدروجين في المادة الأولية قليلة كلما كانت وحدات التصفية والتنقية أقل وأصغر وبالتالي فإن كلفة تحضير الغاز الصناعي سوف تكون أقل , كذلك في مركبات الأمونيا – يوريا حيث تستعمل الأمونيا بكاملها لتصنيع اليوريا فإن كمية CO_2 الناتجة عن الميتان قد لا تكون كافية لحاجات ومتطلبات مصنع اليوريا ، لأن تحضير اليوريا يتطلب أن تكون نسبة $NH_3 : CO_2$ هي نسبة 1 : 2 , بينما إنتاج الأمونيا بواسطة التحطيم البخاري للميتان النقي ، تعطي نسبة $NH_3 : CO_2$ بمقدار 16 : 7 حسب المعادلة التقريبية المعطاة سابقاً .

في هذه الحالة يكون من المفيد والنافع إن احتوى الغاز الطبيعي على هيدروكربون عالٍ كافٍ لرفع نسبة CO_2 إلى النسبة المناسبة لإنتاج اليوريا .

هذه الحالة كما وضحت بواسطة مثال تركيب الغاز الطبيعي المعطى في الجدول (3) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وكبديل فإنه يمكن الحصول على CO_2 إضافي ، من الغاز العادم ، الناتج من عملية احتراق الوقود في فرن التحطيم ولكن هذا البديل مكلف وباهظ نسبياً .

Table 3 . Composition Typical Natural GAS

	% by Volume	
Constituent	At Wall- Head	As Delivered by Pipeline
CH_4	75 .9	93 .3
N_2		2 .0
Argon		0 .4
CO_2	7 .3	0 .01
H_2S	8 .9	< 5 ppm
Hydrocarbons		
C_2H_6	3 .3	3 .3
C_3H_8	1 .2	0 .9
C_4H_{10}	0 .8	0 .2
C_5H_{12}	0 .5	0 .01
$C_6H_{14}^+$	2 .3	

في الماضي اعتبر الغاز المرافق كمنتج ثانوي غير مرحب به عند إنتاج البترول ، وهذه الحالة مازالت حتى الآن في بعض الأقطار ، حيث لا يوجد هناك وسيلة للاسترداد الاقتصادي أو الاستعمال . في مثل هذه الحالات قد يضخ الغاز معاداً إلى بئر الاستثمار لتوليد ضغط إضافي ينتج عنه زيادة وسهولة في جريان الزيت ، أو أنها قد تتلف عن طريق حرقها في الهواء الطلق ، رغم أن هناك جهوداً تبذل من أجل الانتفاع بها عن طريق تأسيس مصانع الأمونيا ، أو الميتانول ، أو مصانع بتروكيميائية أخرى ، أو صناعات تحتاج لطاقات كبيرة ،

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مثل إنتاج الألمنيوم ، أو بتجميع الغاز من أجل الشحن ، ولكن هذه الجهود تتضمن وتتطلب وقت كثير ورأس مال كبير ، وأحياناً تشتمل على صعوبات متعددة بسبب الأماكن البعيدة النائية ، والبيئات المختلفة وغير المأهولة ، والتي تتراوح من المناطق الصحراوية ، إلى الاستوائية والأدغال إلى المناطق القطبية .

إن كل من الغازات الطبيعية المرافقة ، وغير المرافقة ، تختلف بشكل كبير في التركيب والمثال في الجدول رقم (3) هو فقط مثال توضيحي . فالغاز المأخوذ من بعض المكامن غير المرافق قد يكون بشكل تقريبي ميتان نقي بينما يحتوي الغاز من المكامن الأخرى على نسبة عالية من H_2S , CO_2 أو كلاهما معاً مع بعض المكونات الثانوية الأخرى مثل N_2 وأحياناً الهليوم .

إن CO_2 و H_2S يزالان عادة بالغسل قبل نقل الغاز بواسطة خط الأنابيب لتجنب التآكل الحاصل لخط الأنابيب ، وقد يتم تحويل H_2S إلى كبريت عنصري والذي يمكن أن يكون منتجاً ثانوياً نافعاً في بعض الحالات .

الميتان من مصادر أخرى غير الغاز الطبيعي :

Methane From Sources other than Natural Gas :

بشكل واضح ، يمكن للميتان المأخوذ من أي مصدر ، أن يستعمل كمادة أولية لإنتاج الأمونيا وقد ذكرت بعض هذه المصادر في الفصل الخامس .

وأحد المصادر المستقبلية هو التحلل اللاهوائي anaerobic لفضلات المواد العضوية السائلة منها أو الصلبة ، كمياه مجاري المدن ونفاياتها ونفايات المواد السيللوزية الخضراوية ، مثل نفايات وبقايا الغابات والمحاصيل النباتية .

هناك مشاريع متعددة هي الآن قيد العمل أو قيد الإنجاز في الولايات المتحدة لإنتاج الميتان من الدمن ، أو المخلفات الحضرية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن التخمر اللاهوائي يعطي غازاً حاوياً على حوالي CH_4 55 % والمتبقي هو غاز CO_2 ، والذي يمكن أن يزال بالغسل بأحادي إيتانول أمين ، أو مذيبات أخرى . وفي حالات متعددة فإن الميتان المأخوذ من هذه المصادر يباع إلى موزعي خط أنابيب الغاز ، وذلك لمزجه مع الغاز الطبيعي عند أسعار تتراوح من 1 .3 إلى 1 .9 دولار / 1000 قدم3 (هذا يعادل 46-67 دولار/$1000m^3$) .

لقد قدّر أن الميتان من هذه المصادر يمكن أن يوفر حوالي 20 % من استهلاك الولايات المتحدة للغاز الطبيعي . وبما أن تصنيع الأمونيا يستهلك فقط 1-2 % من استهلاك غاز الولايات المتحدة ، فمن الواضح أن الغاز الحيوي biogas يمكن أن يؤمن ويزود بالميتان كافة حاجات وطلب الأمونيا الحالي وربما المستقبلي ، وسوف يكون منافساً ، وأرخص من المواد الأولية الأخرى للأمونيا ، مثل الفحم أو النفتا .

ينتج الغاز الحيوي الآن في الهند من أجهزة وحفر تحلل لا هوائي صغيرة وعديدة جداً ، أما في الصين فإنه ما يزيد على 400.000 جهاز أو حفرة تحلل بيولوجي تنتج الميتان من المجاري ، أو من العشب ، أو من الماء الآسن أو من سويقات النباتات ، أو من فضالة اللحوم . ويستخدم هذا الميتان للطبخ الريفي ولبعض الاستعمالات الصناعية مثل استعماله كوقود في بعض مصانع الإسمنت الصغيرة ، أو كوقود لتحريك مضخات المياه الخ . .

وإذا أريد استخدام هذا الغاز لإنتاج الأمونيا فلابد من أن يجمع الغاز في مكان واحد وذلك من أجل الجدوى الاقتصادية للتشغيل .

في هذا السياق قدر أن ما مقداره 5 مليون قدم3 ($142.000\ m^3$) يومياً من الغاز الخام الحاوي على ما يقارب 6% CH^4 يمكن أن يجمع من مصب المياه الصحية عند جبل View في كاليفورنيا لمدة تتجاوز 8–10 سنوات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبدون شك أن المخلفات الحضرية ، من المدن الكبيرة ، يمكن أن تستخدم لتوليد ميتان كاف حتى لـ 1000 طن يومياً لمصنع الأمونيا . وهذا ما تظهره دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية ، مع الاستفادة أيضاً من البقايا والفضلات بعد التخمر كأسمدة عضوية .

غاز البترول المميع L. G. P. Liquefied Petroleum Gas :

استعمل غاز البترول المميع والذي يحتوي بشكل رئيسي على البوتان والبروبان ، كمادة أولية في إنتاج الأمونيا في كل من اليابان والنروج . ورغم أن هذه المواد هي بشكل نسبي غالية وباهظة الثمن ولكنها أقل كلفة من النفتا . كما أن الغاز الطبيعي الصناعي SNG والذي هو بشكل خاص ميتان نقي . وينتج من الفحم ، يمكن أن يدخل في إنتاج الأمونيا في الاستعمال المستقبلي .

النفتا Naphtha :

في بعض مناطق العالم حيث الغاز الطبيعي غير متوفر ، أصبحت النفتا المادة الأولية المفضلة لإنتاج الأمونيا ، وخاصة في الفترة 1950-1974 عندما كانت النفتا رخيصة جداً .

في بلدان متعددة تكون كمية النفتا المنتجة في مصافي البترول تفوق الطلب ، والنفتا كما هو معلوم جزء خفيف من الهيدروكربونات درجة غليانها من 130 - 40 م° والوزن الجزيئي حوالي 88 كما أن نسبة الكربون على الهيدروجين فيها هي 23 : 2

إن النفتا الناتجة من تقطير البترول الخام تكون مفضلة ومرغوبة ، أكثر من النفتا المنتجة من تكسير وتحطيم الهيدروكربونات العالية ، لأن الأخيرة تحتوي على مركبات الكبريت التي من الصعب إزالتها .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومنذ عام 1974 ارتفع سعر النفتا أكثر من المواد الأولية بسبب الطلب المتزايد عليها ، وذلك لاستعمالها في تصنيع زيت المحرك ، والمركبات البتروكيميائية ولذلك فإن عدة مصانع ، والتي قد أنشأت أساساً لاستعمال النفتا كمادة أولية ، قد تحولت إلى مواد أولية أخرى مثل الغاز الطبيعي ، وغاز البترول المميع ، والغاز الطبيعي الصناعي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Table 4 . Composition And Properties Of Typical Naphtha :

Constituent Or Property	Average Value
Specific gravity at 15 .5 °C	0 .686
Initial boiling point, °C	41
Final boiling point, °C	131
Unsaturates, % (Volume)	1
Aromatics, % (Volume)	4
Saturates, % (Volume)	95
Total sulfur as (ppm by wt)	368
H_2S	2
RSH	146
R_2S_2	119
R_2S	80
S	1
Unreactive S	20
C, %	84 .4
H, %	15 .7
Mol wt	88
Heating value, kcal/kg	10500

إن عملية التحطيم البخاري للنفتا ، قد تطورت بشكل رئيسي من قبل شركة الصناعات الكيميائية الإمبراطورية ICI في إنكلترا . واستعملت هذه الطريقة بشكل واسع في كل من أوربا واليابان والكثير من الدول النامية . وإن المشكلة التقنية الأساسية كانت تجنب تشكل الكربون على وسيط التحطيم هذه المشكلة قد حلت بتعديل تركيب الوسيط .

غازات تكرير البترول Refinery Gases :

تنتج مصافي البترول والمصانع البتروكيميائية عدد من الغازات المتنوعة كمنتج ثانوي . هذه الغازات يمكن أن تستعمل كوقود أو كمادة أولية لصناعة الأمونيا أوكلاهما معاً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتركيب هذه الغازات يتنوع ويختلف بشكل واسع . وعادة تحتوي على H_2 و CH_4 ونسبة مرتفعة من الهيدروكربونات الغازية الأعلى ، إلا أن كمية الغازات الثانوية هذه من المحتمل أن تكون غير كافية من أجل الدرجة الاقتصادية لإنتاج الأمونيا ما لم تكن مصفاة البترول كبيرة وضخمة جداً . كما أن العيب الآخر هو أن حجم وتركيب هذه الغازات يتنوع بتنوع منتجات مصافي التكرير المتنوعة ، وهذه الاختلافات والتنوعات يمكن أن تشكل عوائق وصعوبات في عملية تشغيل مصنع الأمونيا .

أيضاً فإن مصافي التكرير قد تقوم بفصل بعض مكونات هذه الغازات للاستفادة منها ضمن المصفاة .

فعلى سبيل المثال : يمكن فصل الهيدروجين من هذه الغازات لاستعماله في عملية التحطيم الحراري للهيدروكربونات العالية لإنتاج هيدروكربون خفيف .

غاز أفران الكوك Coke- Oven Gas :

إن غاز فرن الكوك ، يحتوي على ما يقارب من 55 % H_2 و 25 % CH_4 و 8 % CO و 6 % N_2 ، بالإضافة إلى كميات ثانوية من غازات هيدروكربونية أعلى ، وCO_2 ، وملوثات أخرى متنوعة . ومن المفترض أنه يمكن استعمال هذا الغاز لإنتاج الأمونيا بعد التنقية .

ولكن المهمة الأساسية هي فصل الهيدروجين بالإسالة ، باستعمال النتروجين السائل بواسطة عملية Cryogenic ، ولما كان الكثير من المصانع المنتجة للفولاذ تملك وحدة فصل الهواء ، لتأمين الأوكسجين اللازم في إنتاج الفولاذ ، وهكذا يكون النتروجين كسائل متوفر من هذا المصدر .

إن عملية Cryogenic هذه تنتج خليط غاز هيدروجين ونتروجين مناسب لتصنيع الأمونيا ، وخليط الغاز المتبقي من CO و CH_4 والهيدروكربون العالي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يستعمل كوقود . وكمية غاز فحم الكوك ، تعتمد على إنتاج الكوك الذي بدوره يعتمد ويرتكز على إنتاج الفولاذ . وعدد المصانع التي تستخدم غاز فرن الكوك كمادة أولية للأمونيا تعتبر محدودة جداً .

الزيت الثقيل Heavy oil :

إن الهيدروكربونات السائلة ، الأعلى من النفتا يمكن أن تستعمل كمادة أولية للأمونيا بعمليات الأكسدة الجزيئية . والتي سوف تدرس وتناقش في فقرات تالية من هذا الفصل . والذي نذكره الآن في هذا المقام أن شركة Toyo الهندسية ، قد أجرت عدة تطورات ناجحة على مستوى مصنع صغير Pilot وكانت النتائج إيجابية ، عندما تم استعمال الزيت الخام من مصادر مختلفة أو الزيت المتبقي الثقيل . ورغم عدم توفر إلا القليل من التفاصيل عن هذه العملية إلا أن من المعروف أنها تشتمل على استعمال وسيطين اثنين مكتشفين حديثاً في المحطم الأول والثاني . وكلا الوسيطين لا يتأثران بالكبريت .

إن وسيط المحطم الأول يكون فعالاً للغاز الناتج عن الزيت الثقيل ، وبدون ترسب كربون عند الدرجة 1000-900 م° .

بينما الوسيط في المحطم الثاني يكون فعالاً للميتان الناتج عن المحطم الأول .

وبما أن الغاز الناتج من كلا المحطمين لا يزال يحتوي كل الكبريت (H_2S) والذي كان موجوداً في المادة الأولية ، فلابد إذن من أن يزال هذا الكبريت في خطوة التنقية اللاحقة كما في عمليات الأكسدة الجزيئية .

الميزات الكامنة لهذه العملية هي أنها ذات كلفة استثمارية واستهلاكية أقل ، بالمقارنة مع عمليات الأكسدة الجزيئية ، حيث أن مصنع فصل الهواء غير لازم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مواد أولية أخرى Other Feed Stocks :

الميتانول ، أو الايتانول ، يمكن أن يستعملا كمادة أولية في عمليات التحطيم الحراري للبخار . ولكن لم يذكر لهما أي استعمال تجاري ، أضف إلى ذلك مواد أولية أخرى . مثل : الهيدروجين الناتج من التحلل الكهربائي للماء وكذلك الفحم ، وزيت الوقود ، سوف تُدرس بشكل منفصل تحت عناوين العملية القابلة للتطبيق والاستعمال .

أسعار المواد الأولية Feed stock Prices :

إن الأسعار الخاصة بالمواد الأولية ، تضبط من قبل الحكومات ، كما أن سعر الزيت الخام في السوق العالمية ، يضبط من قبل الدول المصدرة للنفط OPEC . وأسعار السوق العالمية لمشتقات الزيت الخام ، مثل النفتا تضبط بشكل مباشر بأسعار الزيت الخام . والأسعار المحلية للزيت الخام والنفتا في الدول المنتجة للنفط تضبط عادة من قبل الحكومات عند مستوي أقل بكثير من أسعار السوق العالمية ، وحتى في الدول المستوردة للنفط فإن الحكومات قد تمارس ضبطاً لسعر المواد الأولية مثل النفتا بتقديمها معونة مادية لمصفاة التكرير .

لقد قدرت أسعار الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة ، حسب إحصائيات تموز /يوليو/ 1978 عند حد أقصى وصل إلى 1 .43 دولار لكل 1000 قدم3 (أي ما يعادل 50,53 دولار/ لكل 1000م3) . هذا هو السعر للغاز من مصادر جديدة ، المسلّم إلى خط أنابيب الولايات المتحدة ، كما أن سعر الغاز المسلّم إلى المستهلك عبر خط أنابيب الولايات المتحدة ، يضبط أيضاً ، وتضاف إليه كلفة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

النقل . وسعر المستهلك هذا يختلف اعتماداً على نسبة خلط الغاز القديم والحديث ، وعلى مسافة وبُعد النقل وعلى كمية ونمط الاستعمال وفيما إذا كان العقد طويل الأمد أو قصيرة ، وحتى في العقود الطويلة الأمد ، فإن الغاز عرضة للقطع ، أو النقص ، عندما يكون الاحتياطي غير كاف ، وحتى أن التشريع لعام 1978 في الولايات المتحدة ، سمح لزيادة السعر الأقصى لغاز الولايات المتحدة الطبيعي بشكل تدريجي وذلك ربما لإزالة الضوابط والقيود أخيراً .

لم يكن غاز الولايات المتحدة مضبوطاً قبل عام 1978 ، والأسعار الخاصة بالصناعة هي موضوع لمفاوضات وعقود ، وعادة لا تعلن بشكل علني ، وإن معظم مصانع الأمونيا الحديثة في الولايات المتحدة ، تتركز في الولايات المنتجة للغاز مثل تكساس ولويويانا وأوكلاهما حيث الاحتياطي أكثر ثقة ويُعول عليه ، وليس عرضة لسيطرة وضبط الحكومة الفيدرالية ، والأسعار هي بحدود 1 .9 دولار/ 1000 قدم3 (67 دولار / 1000م3) .

إن أسعار الغاز الطبيعي في بعض البلاد الأوربية المنتجة للغاز قد تكون 0.8 دولار/ 1000 قدم3 (23 دولار/ 1000م3) .

والأسعار في بعض البلدان النامية التي تملك احتياطي وافر من الغاز الطبيعي يتراوح من 0 .20 دولار إلى 0 .60 دولار / 1000 قدم3 (5.66دولار إلى 16.98 دولار/1000م3) وذلك بالاعتماد على كلفة التجميع والتكرير وطول خط أنابيب النقل وسياسة الحكومة .

وبالنسبة لزيت الوقود الثقيل في الدول المستوردة للزيت فقدُ ثمن بأخفض من سعر البترول الخام عند مصفاة التكرير ، وخاصة في حالة الزيت ذو الكبريت العالي ، الذي لا يمكن أن يستعمل من أجل الوقود ، وبدون ضبط باهظ وغالٍ للتلوث .

كما أن أسعار الفحم تتنوع بشكل واسع ، بالاعتماد على نوعية وكلفة التعدين وكلفة النقل ، وتكاليف الفحم المستقبلية في الولايات المتحدة للأعوام

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1980-2000 تقدر من 25 - 13 دولار/ للطن من الفحم , ولكن التكاليف الحالية هي أعلى من ذلك بكثير من أجل الفحم ، ذو نسبة الكبريت المنخفضة ، والذي قد يكلف 50 دولار للطن .

إن تأثير نوعية وكلفة المادة الأولية على كلفة رأس مال مصنع الأمونيا وعلى كلفة إنتاج الأمونيا سوف تدرس في فقرات لاحقة من هذا الفصل .

وتتراوح أسعار LNG في الولايات المتحدة ، واليابان ، بين 1.22 إلى 3 دولار/ 1000 قدم3 من أجل المشاريع الحالية والمستقبلية لـ LNG في الولايات المتحدة . والأسعار المنخفضة هي من أجل عقود تم التفاوض عليها منذ عدة سنوات مضت .

إن أسعار السوق العالمية للنفتا هي حوالي 135 دولار/ للطن وهي ترتبط بأسعار الزيت الخام والتي تصل إلى 95 دولار/ للطن ، وإن أسعار كلا المادتين من المحتمل أن تضبط من قبل الحكومة . فعلى سبيل المثال فإن سعر الزيت الخام المحلي هو 8 دولار للبرميل أي حوالي 58 دولار/ للطن .

مستلزمات المواد الأولية Feedstock Requirement :

تستعمل مصانع الأمونيا جميعها تقريباً كوقود نفس المادة الأولية . ومتطلبات الوقود قد تكون حوالي % 40 من كامل المجموع أو أكثر وذلك اعتماداً على كمية الحرارة المستردة من أجهزة استرداد الحرارة . وعندما كان الوقود رخيصاً فإن الكثير من مصانع الأمونيا أنشأت على أساس استرداد الأدنى للحرارة .

ويعطي Buivadas مثالاً كيف أن نسبة الغاز الطبيعي المستعمل كوقود انخفضت بنسبة % 34 من خلال ترشيد الطاقة وخاصة في مولدات البخار ذو الضغط العالي ، وهواء الاحتراق الفوق مسخن للمفاعلات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن الانخفاض في كمية الوقود الكلي ، بالنسبة إلى المادة الأولية كان حوالي 15 % وهذا التوفير في كمية الوقود استحصل عليها على حساب 6 % زيادة في تكاليف استثمار المصنع .

والجدول التالي يظهر تأثير استرداد الحرارة على كمية الوقود ، والمادة الأولية المطلوبة :

The following requirements for fuel plus feedstock assume efficient heat recovery :

Feedstock	Assumed	Requirements Per ton of NH_3	
and Fuel	Heating Value (a)	Quantity	Million kcal
Natural gas	8.015 kcal/m^3	1.073 m^3	8 .6
Naphtha	10.556 kcal/kg	0 .89	9 .4
Fuel Oil	9.722 kcal/kg	1 .00 t	9 .7
Coal	6.333 kcal/kg	1 .97 t	12 .3

a . All values are low heating values (LHV) .

في المصنع الذي يستند على الغاز الطبيعي فإن حوالي 34 % من الغاز تستعمل كوقود و66 % كمادة أولية . وهذه القيم من أجل المصانع المزوّدة بأنظمة استرداد جيدة للطاقة الحرارية ، ونسبة الوقود هذه لا تتضمن الوقود اللازم لمولدات الطاقة الكهربائية . ومصانع الأمونيا الحديثة تكون عادة مكتفية ذاتياً بالبخار , كما أن معظم القدرة الميكانيكية تكون بواسطة البخار بدلاً من الكهرباء .

لكن في البلدان النامية فإن مصنع توليد الكهرباء عادة ما يعتبر ضرورياً ولازماً للتزود الاحتياطي بالكهرباء ، وأيضاً إذا اشترك مصنع الأمونيا مع مصنع اليوريا ، فإن وقوداً إضافياً سوف يكون لازماً وضرورياً لتوليد البخار اللازم لإنتاج اليوريا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لذلك فإن مجمل كمية الوقود المطلوبة ، قد تكون أضخم وأكبر مما قد ذكر أعلاه .

عندما نستعمل مادة أولية ذات كلفة عالية من أجل إنتاج الأمونيا فمن المفيد عندئذٍ استعمال وقود ذو كلفة منخفضة ، من أجل إنتاج البخار والكهرباء والتسخين .

وبالمثل كذلك عندما يكون احتياطي المادة الأولية (مثل الغاز الطبيعي) غير كافياً كوقود وكمادة أولية ، فمن المستحسن استعمال مواد أخرى رخيصة كوقود . فهناك مثلاً مصانع في الولايات المتحدة تستعمل الغاز الطبيعي كمادة أولية ، وتستعمل الفيول الخفيف لتسخين المفاعل . وفي الحالات التي يكون الفيول أكثر غلاءً من الغاز الطبيعي فإن زيت الفيول هذا لا يستعمل ، إلا عندما يكون احتياطي الغاز الطبيعي محدوداً .

إن استعمال الزيت الثقيل أو الفحم يؤخذ بعين الاعتبار من أجل المصانع التي تستعمل مادة أولية غالية أو نادرة ، ولكن هذا الوقود لا يمكن أن يستعمل لتسخين أفران المفاعل لأن الملوثات في الزيت الثقيل أو الفحم سوف تؤثر سلباً على أنابيب المفاعل تآكلاً ما لم تنجز تعديلات في أساس تصميم المصنع .

لقد قام كلاً من Deane و Mrown بوضع تصميم لمصنع أمونيا يعتمد على النفتا كمادة أولية ، ويعتمد على وقود غير مثالي من أجل تسخين المادة الأولية وهواء المفاعل الثانوي ، وبيّنا أنه لن تكون هناك مشكلة تقنية في استعمال الفحم لتوليد البخار أو القدرة الكهربائية ، في الوحدات المصممة لذلك الغرض ، حيث إن الاستعمال المباشر للفحم لتسخين فرن المفاعل هو الذي يسبب صعوبات حقيقية ، ولكن الاستعمال غير المباشر مثل الغاز المنتج الثانوي المشتق من الفحم من الممكن تنفيذه اقتصادياً وتقنياً في بعض الحالات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تقانة عملية التحطيم الحراري بالبخار :

Technology Of Steam- Reforming Process :

إن الجدول والرسم البياني المبسط لإنتاج الأمونيا ، بواسطة عملية التحطيم الحراري للبخار بالغاز الطبيعي أو النفتا موضح في الشكل (2) .

وفي الدراسة التالية سوف نناقش كل خطوة من الخطوات حسب التسلل التي وردت فيه .

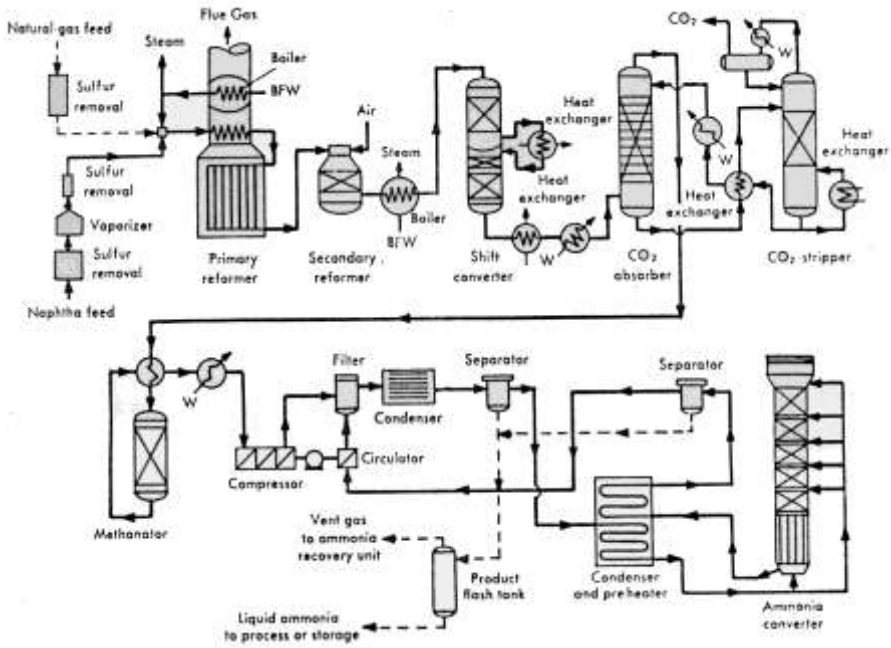


Figure 2. Flow Diagram for Production of Ammonia by the Steam-Reforming Process

تحضير المادة الأولية Feed stock Preparation :

كما ذكرنا سابقاً فإن معظم أنواع الغاز الطبيعي تتطلب بعض التنقية قبل عملية نقل الغاز بواسطة خط الأنابيب خصوصاً إزالة CO_2 و H_2S . أما إذا أخذ الغاز مباشرة من المنبع لإنتاج الأمونيا ، فيجب كذلك أن ينقى وخاصة فإن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الغاز الطبيعي قد يحتوي على قطرات صغيرة من السائل (ماء – زيت) ، أو الغبار والتي يمكن إزالتها بواسطة أجهزة الفصل المختلفة أو المرشحات ..الخ.

بعد التنقية الأولية فإن الغاز الطبيعي يضغط إلى الضغط اللازم للتحطيم إن لم يكن سابقاً عند ذلك الضغط ، ويسخن تسخيناً أولياً وبعد ذلك يزال أي كبريت متبقي لتجنب تسمم الوسيط . والكبريت قد يزال عن طريق الادمصاص على الكربون الفعال ، عند درجة حرارة المحيط ، أو عن طريق الادمصاص بواسطة أكسيد الزنك الساخن (400 - 260) م° بعد أن يكون الغاز قد سخن.

وقد تحتوي بعض أنواع الغاز الطبيعي ، على كميات محسوسة من الكلوريدات ، والتي يمكن أن تسمم الوسط ، وبشكل خاص وسيط التحويل ذو درجة الحرارة المنخفضة . ويتوفر الآن العديد من المواد القادرة على إزالة الكلوريدات عن طريق ادمصاصها .

لقد وصف Quattulli جهاز المعالجة الأولية لإزالة كل من الكلور والكبريت من الغاز الطبيعي أو النفتا كما هو مبين في الشكل (3)

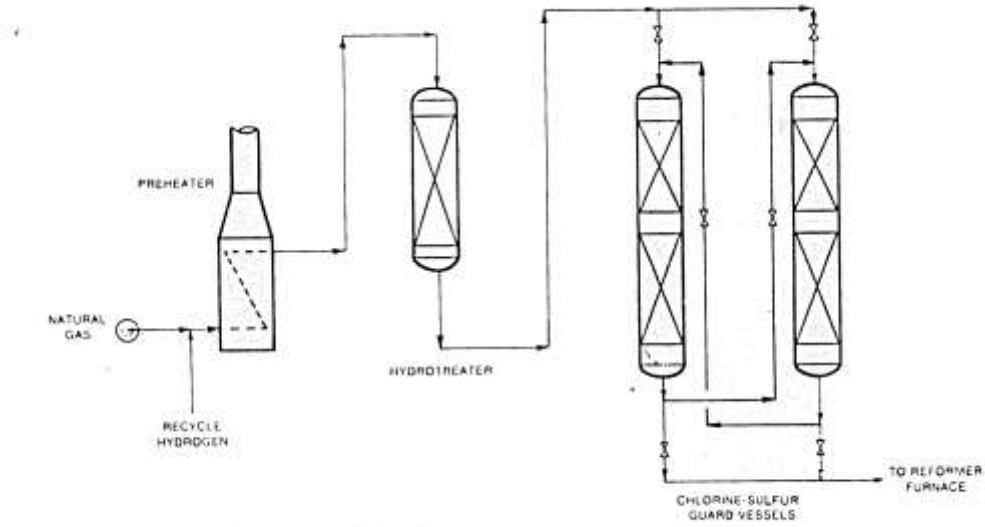


Figure 3. Natural Gas Treating System for Chlorine and Sulfur Removal.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يمزج الغاز المسخن أولياً ، أو النفتا المتبخرة ، مع كمية صغيرة من الهيدروجين (غاز التصنيع المدور) ، ويمرر خلال جهاز الهدرجة hydro Treater الذي يحتوي على وسيط يحول مركبات الكبريت إلى H_2S والكلوريدات إلى HCl وهذا الوسيط يكون عادة (ملبيديوم – نيكل) ، أو مادة تعتمد على النحاس . أما وسيط مزيل الكبريت فهو أكسيد الزنك .

هذا النظام يزيل وبشكل فعال الكبريت بكل مركباته ، لأن بعض مركبات الكبريت الخاملة ، مثل الثيوفينات Thiophenes لا يمكن إزالتها بواسطة أكسيد الزنك وحده ، فلابد من الهدرجة hydro Treater . وبما أن النفتا تحتوي عادة مركبات كبريت غير فعالة فإن إجراء عملية الهدرجة غالباً ما تستعمل في المصانع التي تعتمد على النفتا ، ونظراً لأن الوسائط (مواد الإدمصاص) المستخدمة في هذه العملية هي غالية جداً ولا يمكن تجديدها ، ولذلك فإن كانت المادة الأولية تحتوي على الكثير من الكبريت أو الكلوريدات ، فإنه لإزالة معظم الملوثات كمعالجة مسبقة أولية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار .

ففي حالة الغاز الطبيعي مثلاً تجرى عليه امتصاص في مذيب قلوي مثل أحادى ايتانول أمين أو كربونات البوتاسيوم (التي يمكن أن تجدد عادة) لإزالة معظم الكبريت .

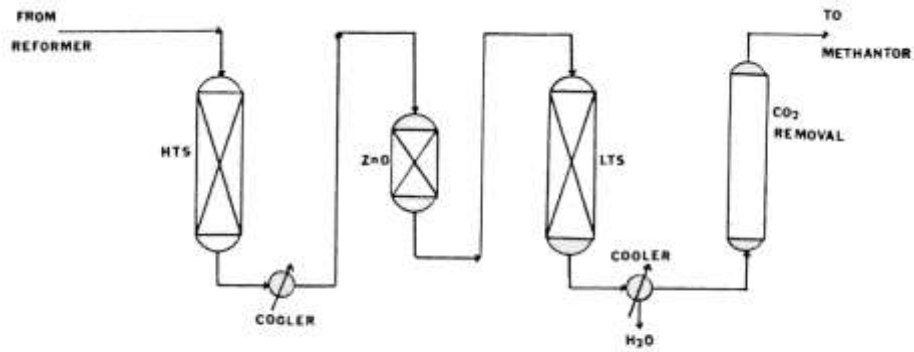


Figure 4. Carbon Monoxide Conversion System Using High Temperature Shift (HTS) and Low Temperature Shift (LTS) Catalysts.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يمكن للكبريت ، والكلوريدات ، ومسممات الوسيط الأخرى ، أن تدخل مصنع الأمونيا ، في البخار ، أو في الهواء إلى المفاعل الثانوي ، وهكذا فإن الاحتياطات والتحفظات ، يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار لحذف وإزالة أو تقليل مثل هذه الملوثات ، بالإضافة إلى طبقة من المواد الماصة الحامية التي توضع فوق الوسيط وخاصة في حالة وسيط التحويل ذو درجة الحرارة المنخفضة .

عملية التحطيم الأولية Primary Reforming

إن الغرض والهدف من عملية التحطيم الأولية هو تحويل الهيدروكربون إلى H_2 و CO ، وذلك بالتفاعل مع البخار ، وبذلك يمكن إنجاز البقية من التفاعل في المفاعل الثانوي ، بتشكيل حرارة عن طريق إدخال الهواء الذي يقوم بحرق جزء من الغاز ويعطينا الكمية المطلوبة ، واللازمة من النتروجين من أجل تصنيع الأمونيا .

إن المادة الأولية المسخنة مسبقاً والبخار ذو الضغط العالي عند أو فوق ضغط المشكل (50 - 35) ضغط جوي ، تمزج وتمرر من خلال عدد كبير من الأنابيب (400 - 50) والمسخنة بشكل خارجي ، في فرن التحطيم بواسطة احتراق الوقود الذي هو عادة الغاز الطبيعي أو النفتا ، (ولكن ليس دائماً نفس المادة الأولية) . وعادة فإن نسبة مول البخار إلى مول كربون المادة الأولية هي 1 : 3.5 - 4.5

أنابيب المشكل عادة تكون من الستنالس ستيل الحاوي على 25 % كروم و 20 % نيكل ، وبقطر يتراوح من 7.5-20 cm مع ثخانة جدار من 0.6 - 2.5 cm وطول يتراوح من 14 m - 3 للأنبوب الواحد . والأنابيب تغلف بالوسيط الحاوي على النيكل ، على أساس ألومينات الكالسيوم ، على شكل حلقة قطرها حوالي 16 mm ، وطولها حوالي 16 mm . كذلك ونسبة النيكل في مزيج الوسيط 16 % - 14 . وقد تضاف إلى الوسيط بعض المواد المثيرة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والمهيجة مثل البوتاسيوم , كما أن تركيب الأساس قد يختلف ويتغير ليزيد من قوته ومتانته ومساميته . ودرجة حرارة الغاز الخارج من أنابيب المحطم قد تكون 900 - 800 م° ، بينما تكون درجة حرارة أنابيب المشكل 1000 - 900 م° أو أكثر من ذلك .

درجة الحرارة العالية ، والضغط العالي ، هذين تؤلفان شروط شديدة وصارمة ، وبالتالي فهي تتطلب وتستلزم مواد غالية ، للبناء والإنشاء وتتطلب الدقة في التفحيم والتشغيل .

وحرارة غاز الاحتراق الخارج من المحطم تستعمل بنجاح لإنتاج البخار أو التسخين الأولي لبخار المادة الأولية ، أو التسخين الأولي لهواء الاحتراق ، وبذلك يتم توفير كبير في كمية الوقود المستهلك . وكلها تهدف إلى نقل كاف للحرارة عن طريق الإشعاع أو التوصيل أو التوزيع ، لمنع التسخين الزائد أو المنخفض ، لأي من الأنابيب أو أجزاء منها .

وقد توضع حرّاقات الوقود فوق أو على جوانب أو أسفل الفرن .

هناك وسائل متعددة ، تستعمل لتحل المشكلة الصعبة لربط ووصل الأنابيب في مدخل ومخرج وصلات الغاز بطريقة لا يسبب التمدد الحراري فيها فشلاً وعجزاً وتوقفاً للأنابيب أو توصيلاتها .

بعض التصاميم تسمح بعزل الأنبوب أو الأنابيب التي أصبحت عاجزة ، وبذلك يمكن للمصنع أن يستمر في التشغيل ، ولو توقفت بعض الأنابيب .

في أثناء توقف المصنع للصيانة ، فإن الأنابيب التي توقفت أو التي أصبحت ضعيفة يمكن أن تستبدل بسهولة .

إن الغاز الخارج من المحطم الأولي يحتوي عادة على 5-15% ميتان وبدرجة حرارة بحدود 900-800 م° .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عملية التحطيم الثانوية Secondary Reforming

إن هدف عملية التحطيم الثانوية هي إتمام تحويل المتيان إلى H_2 و CO و CO_2 وللتزود بالنسبة اللازمة من N_2 من أجل تصنيع NH_3 .

وهذا ينجز بإضافة كمية من الهواء المطلوبة لإعطاء كل من $N_2 : H_2$ بنسبة 3 :1 في الغاز الصناعي الناتج من المحول . وهذا يعني أن نسبة المول من $N_2 : (H_2+CO)$ يجب أن تكون 1 : 3 في الغاز التارك للمحول ، ما لم يضاف المزيد من N_2 أو H_2 في خطوة لاحقة من العملية . والأكسيجين المرافق للنتروجين في الهواء يحرق جزء من الغازات القابلة للاشتعال مثل H_2 و CO و CH_4 في غاز المحطم بشكل جزئي ، ولذا ترفع درجة الحرارة بشكل كاف من أجل تسريع إكمال وإتمام التحطيم .

بالرغم من أن معظم العمليات والطرق تشتمل على استعمال الهواء لوحده ، إلا أنه في بعض الحالات فإن الأوكسجين يستعمل مع الهواء لإعطاء حرارة أكبر وبالتالي أخذ جزء من الحمولة من خطوة التحطيم الأولية .

وفي الواقع من الممكن إضافة أوكسجين كافٍ ، وبذلك تصبح عملية التحطيم الحراري أوتوماتيكية كما يمكن حذف خطوة التحطيم الأولية بشكل نهائي .

من جهة أخرى يمكن أن يستعمل أقل من اللازم ، لتأمين النتروجين اللازم ، كما يمكن أن يضاف جزء من النتروجين بشكل منفصل ، ومن الأفضل أن يكون ذلك في الخطوة الأخيرة من العملية .

هذه الترتيبات تزيد من حمولة وعبء عملية التحطيم الأولية والأساسية ولكها تقلل من كمية المادة الأولية اللازمة . وهذا يمكن أن يعتبر كميزة ، عندما تكون المادة الأولية غالية أو يكون هناك نقص في الاحتياطي ، والوقود الأقل كلفة يستعمل في عملية التحطيم الأولية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في الحالة العادية عندما يكون الهواء هو المصدر الوحيد للنتروجين في المحطم الثانوي فإن الحرارة الداخلة تكون محدودة بالنسبة لتلك المتولدة بتفاعلات الاحتراق بالإضافة إلى الحرارة الضخمة في الهواء المسبق التسخين وفي الغاز من المحطم الأول .

المحطم الثانوي النموذجي عبارة عن وعاء إسطواني عمودي معزول ، ذو بطانة متينة مناسبة . الجزء العلوي فيه يكون فارغاً ، وهو بمثابة غرفة احتراق ، والتي فيها يؤكسد الغاز من المشكل الأول بشكل جزئي ، بواسطة الهواء المسبق التسخين ، والجزء السفلي ، ممتلئ بوسيط مماثل ، لذلك المستعمل في المحطم الأول ، والهواء يجب أن يكون حراً من الغبار ، الذي يمكن أن يعوق ، ويمنع طبقة الوسيط ، وخالياً كذلك من مسممات الوسيط ، كالكلور والكبريت والزرنيخ . لهذا يرشح الهواء ويضغط إلى ضغط المحطم ، ويمزج مع الغاز في الحرّاق في أعلى الوعاء ، حيث يؤدي الاحتراق لرفع درجة الحرارة إلى حوالي 1200 °م في غرفة الاحتراق . وعندما يهبط الغاز الحار من خلال طبقة الوسيط يبرد ، يبرد من خلال تفاعلات التحطيم الماصة للحرارة ، ويترك المحطم عند درجة حرارة تصل إلى 950-1000 °م . والغاز عن هذا الحد يحتوي على حوالي 56 % H_2 و 12 % CO ، و 8 % CO_2 و 23 % N_2 + الأرغون وأقل من 0.5 CH_4 . كما يحتوي أيضاً على زيادة من البخار تتراوح من ثلث إلى نصف مجموع حجم الغاز .

تحويل أحادي أكسيد الكربون Carbon Monoxide Conversion :

يبرد الغاز من المحطم الثانوي (باستعماله لتوليد البخار) إلى حوالي 375 °م وهي عادة الحرارة العالية لتفاعل التحويل المنخفض :

$$CO + H_2O \rightarrow H_2 + CO_2$$

هذا التفاعل هو تفاعل باعث وناشر للحرارة ، ولذلك فهو عادة ينجز في خطوتين مع إزالة الحرارة بين الخطوتين .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن نسبة التفاعل أكثر سرعة عند درجات الحرارة العالية ، ولكن الموازنة تكون أفضل عند درجات حرارة منخفضة . ولهذا فمن المألوف أن تتم الخطوة الأولى عند درجة حرارة مرتفعة أكثر من الثانية ، بحيث أن معظم CO يتحول في الخطوة الأولى . وفي الخطوة الثانية يخفض CO إلى أقل من % 1 (غالباً أقل من % 0.2) .

قبل عام 1960 كان الوسيط المستعمل في الخطوتين هو نفسه ، هذا الوسيط هو بشكل رئيسي أكسيد الحديد وأكسيد الكروم (حوالي % 55 حديد و 6 % كروم) وهو فعال عند درجات حرارة مرتفعة نسبياً (350-430) °م ، ويعرف باسم الوسيط المحول ذو درجة الحرارة العالية S . T. H وفي عام 1960 تم استعمال وسيط يعتمد على النحاس والذي كان فعالاً ونشيطاً عند درجات حرارة منخفضة (200-260) °م ويعرف باسم الوسيط المحوّل ذو درجة الحرارة المنخفضة L.T.S . ومعظم الوسطاء ذوات الدرجة المنخفضة تحتوي الزنك والألومينا بالإضافة إلى النحاس .

لكن وسيط L.T.S أكثر كلفة من وسيط S. T .H وهو أكثر عرضة للتلوث . ولهذا فله حياة فعالة قصيرة ولكنه يتميز بالخواص التالية :

1- فعال عند درجات حرارة منخفضة ، حيث الموازنة تكون مفضلة عندئذ ، وبهذا فإن زيادة من CO يتفاعل مع البخار ليشكل H_2 .

2- زيادة قليلة من البخار تكون مطلوبة ولازمة .

ومن المتفق عليه عادة أن ميزات L.T.S تفوق مساوئه ، ولهذا فإنه يستخدم في الخطوة الثانية من تحويل CO مع اتخاذ بعض التحفظات والاحتياطات ، لتوسيع وإطالة حياته والتي منها :

1- غسل الهواء قبل دخوله المحطم الثانوي بالماء أو بمحلول قلوي مخفف لإزالة مسممات الوسيط .

2- تنقية المادة الأولية بشكل صارم ، وكذلك مياه تغذية المراجل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- إدخال طبقات حماية بين محوّلات التغيير ذات درجات الحرارة العالية والمنخفضة لإزالة الكبريت والكلور من الغاز .

والشكل " 4 " يظهر ترتيبات مطابقة لتتال وتتابع مبرد ومحول H.T.S ثم عمود ZnO ثم محوّل ومبرد L.T.S ثم عمود مزيل CO_2 .

هناك طريقة أخرى لكنها ذات كلفة أكبر , وتعتمد هذه الطريقة على استخدام وسيط S. T. H في كلا المحوّلين مع إزالة CO_2 بعد كل محول لأن إزالة CO_2 بعد خطوة التحويل الأولي تعطي شروط موازنة أفضل ، بحيث أن محتوي CO ينخفض إلى مستوي منخفض في الخطوة الثانية (أقل من% 0.2) حتى مع وسيط S. T. H الأقل فعالية .

إزالة ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide Removal :

إن الغاز بعد ترك خطوة محوّل التغيير ، قد يحتوي على % 18 من CO_2 أو أكثر وذلك اعتماداً على تركيب المادة الأولية .

يبرد الغاز عندئذٍ (إذا كان ذلك ضرورياً) إلى درجة حرارة تعتمد على نوعية المادة الماصة المستعملة ، في خطوة إزالة CO_2 .

في مصانع ما قبل 1940 كان الماء هو المادة الماصة المستعملة إلا أن من مساوئه كانت فقدان طاقة مرتفعة وخسارة في H_2 و N_2 واللذان يعتبران قابلان للانحلال في الماء عند الضغط العالي المستعمل . ولذا فإن استرداد CO_2 ذو النقاوة العالية المناسبة لإنتاج اليوريا كان صعباً .

ما بين أعوام 1940-1960 استعمل محلول من أحادى إيتانول أمين لامتصاص CO_2 ولكن بعد عام 1960 فإن أغلب المصانع الحديثة استعملت محلول كربونات البوتاسيوم ، مع إضافات متنوعة من أجل زيادة الامتصاص ومنع التآكل . ولعل من ميزة هذه الطريقة مع حاجتها للحرارة المنخفضة من أجل نزع CO_2 من المذيب .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومع ذلك فإن هناك العديد من المذيبات الأخرى التي هي قيد الاستعمال ، وبشكل رئيسي السوائل العضوية المناسبة .

إن نظام كربونات البوتاسيوم يعمل رئيسياً على امتصاص CO2 عند ضغط عالٍ ويتحرر من CO_2 عند تخفيض الضغط .

في مرحلة الامتصاص يكون الضغط حوالي 30 ضغط جوي , وتكون درجة الحرارة حوالي 100 °م .

إن CO_2 يمتص كيميائياً عن طريق تحويل كربونات البوتاسيوم إلى بيكربونات وتتجدد فعالية المحلول عن طريق تحرير الضغط إلى حوالي الضغط الجوي حيث يتحرر بخار الماء و CO_2 .

والمحلول المتجدد يعاد إلى جهاز الامتصاص عند درجة حرارة تصل إلى 90 - 85 °م ويسخن بالغاز من محول التغيير لـ L.T.S . وبهذه الطريقة فإن بعض أو معظم الحرارة اللازمة لإزالة CO_2 تكون مشتقة من حرارة الغاز الداخل .

وعلى العكس من ذلك فإن الامتصاص بمحلول (MEA) يعمل عند درجة حرارة منخفضة نسبياً تصل إلى حوالي (60 -27) °م ، والتجديد يكون عند (140 - 100) °م درجة مئوية . لذا يكون من الضروري تبريد الغاز الداخل إلى الماص ثم تسخين محلول MEA في المجدّد بالبخار .

قد دخلت تعديلات وتحسينات متعددة على عملية MEA ، منها إضافة مهيجات للامتصاص مع مواد لمنع التآكل ، وبذلك انخفضت الحاجة للحرارة ، حيث بدأ اهتمام كبير خلال السنوات الأخيرة بطرق إزالة الغازات الحمضية وخاصة (CO_2 و H_2S) ، ليس فقط من غاز الأمونيا الصناعي ، بل أيضاً الغاز الطبيعي ، ومن غاز تصنيع منتجات أخرى غير الأمونيا ، وغاز الوقود المنتج بواسطة غاز الفحم أو كربنته .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومن أجل ذلك تطورت ونمت العديد من الطرق والعمليات ، لذا فإن اختيار طريقة معينة من أجل مصنع الأمونيا ، يعتمد على توازن بين تكاليف الطاقة وتكاليف رأس المال وعوامل أخرى .

بما أن الأكسدة الجزئية للزيت الثقيل أو الفحم تعطي غازات حاوية على H2S و CO_2 ، فإن عملية إزالة الغاز الحمضي يجب أن تعمل على إزالة وفصل هذه الملوثات ، ومن ثم تحويل H_2S إلى S أو مركبات أخرى غير سامة . كما أن البعض من عمليات الأكسدة الجزئية تعطي غازاً يحتوي على نسبة صغيرة من HCN الذي يجب إزالته وتحويله إلى مركبات غير سامة .

الجدول رقم (5) يخلص بإيجاز صفات وميزات الطرق الرئيسية لإزالة CO_2 .

المثينة Methanation :

إن الغاز الناتج من خطوة امتصاص CO_2 يحتوي على حوالي 0.3 % من CO و 0.2 % أو أقل من CO_2 . هذه الأكاسيد تجب إزالتها قبل عملية تصنيع الأمونيا ، لأنها سوف تخفض نشاط وفعالية وسيط تصنيع الأمونيا وبالتالي تسبب ترسب كاربامات الأمونيوم في حلقة وعقدة التصنيع . وتفاعلات المثينة هي :

$$CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2$$

$$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$$

هذه التفاعلات هي عكس تفاعلات التحطيم ولكنها تحدث بوسيط مشابه يعتمد على أساس النيكل ، ومما تجب ملاحظته أن كل جزئ من CO و CO_2 يستهلك ثلاثة أو أربعة جزئيات من H_2 لذا يصبح من الضروري إزالة CO و CO_2 بشكل كافي إلى أدنى مستوى عملي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 5. PROCESSES FOR REMOVAL OF ACID GASES (CO_2 AND H_2S)

System	Solvent	Characteristics (Low or High Temp)	Solution Circulation	Acid Gas Content In Treated Gas	Heat Requirements	
REACTION TYPE SYSTEMS						
MEA	20% Mono-Ethanolamine	LT Absorption HT Stripping	Medium	Less Than 50 PPM	High	CO_2 pickup excellent. High extensive use of alloy ma required. High exchanger c
Promoted MEA	25-35% Mono-Ethanolamine Plus UCAR Amine Guard	LT Absorption HT Stripping	Medium	Less Than 50 PPM	Medium	Additive reduces corrosion pickup. Heat requirements l
DGA	60% 2-(2-Amino-Ethoxy Ethanol-Amine) Diglycol Amine	LT Absorption HT Stripping	Medium	Less Than 100 PPM	Medium	Limited experience with this natural gas treating for CO_2 a manner as MEA system
Vetrocoke	K_2CO_3 Plus As_2O_3	Essentially Isothermal	High	500-1000 PPM	Low	Excellent performance. Low posal and pollution problem
Vetrocoke	K_2CO_3 Plus Glycine	Essentially Isothermal	High	500-1000 PPM	Low	Experience not as extensive steam for stripping than arse
Carsol	K_2CO_3 Plus Additives	HT Absorption and Stripping	High	500-1000 PPM	Low	Excellent performance and l system. Used in NH_3 plants
Catacarb	25-30% K_2CO_3 Plus Additives	HT Absorption and Stripping	High	500-1000 PPM	Low	Excellent performance – low 1700 ST/D capacity
Benfield	25-30% K_2CO_3 Plus Diethanol-Amine and Additives	Essentially Isothermal	High	500-1000 PPM	Low	Used extensively for ammoni Extensive experience as bot
Lurgi	25-30% K_2CO_3 Plus Additives	HT Absorption and Stripping	High	500-1000 PPM	Low	Low utility costs. Used in se
Alkazid	Potassium Salt of Methyl-Amino Propionic Acid	LT Absorption HT Stripping	Dependent on Service			Other Alkazid solutions avail degree of selectivity. All syst with partial oxidation proces
COMBINATION REACTION – PHYSICAL TYPE SYSTEMS						
Sulfinol	Sulfolane, Di-isopropanol-Amine Sol'n	LT Absorption HT Stripping	Medium	Less Than 100 PPM	Low	Excellent performance. Proce synthesis gas and natural ga is good. Vessel sizes relative
TEA/MEA	Triethanol-Amine and Monoethanol-Amine	LT Absorb/Stripping (For TEA), and LT Absorption HT Stripping (For MEA)	High (TEA) Low (MEA)	Less Than 50 PPM	Low	Used in several NH_3 installat stages in series operation. A
PHYSICAL ABSORPTION SYSTEMS						
Purisol (NMP)	N-Methyl-2 -Pyrrolidone	LT Absorption	Medium	Less Than 50 PPM	Low	Expensive heat exchange eq sure processes such as partia vent is non-corrosive
Rectisol	Methanol	LT Absorption (with Refrigeration)	Medium	Less Than 10 PPM	Low	System circulates refrigerated CO_2, H_2S and COS removal excellent. Specified for many coal gasification processes
Fluor Solvent	Propylene Carbonate	LT Absorption LT Stripping	Dependent on Pressure		Low	Has high degree of solubility application of heat. Require advantage at high pressure
Selexol	Propylene Glycol Dimethyl Ether	LT Absorption	Dependent on Pressure		Low	Suitable for high pressure ab ual gas content increases. C

Source: Developments in Ammonia Production Technology, no date, p. 18-19, The M. W. Houston, Texas.

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن عملية المثينة تتم عادة عند درجة حرارة الغاز الداخل ، والتي تتراوح من 300 - 350 °م ، لذا يجب أن يسخن الغاز مسبقاً إلى ذلك الحد من درجة الحرارة , وبما أن التفاعلات هي تفاعلات ناشرة للحرارة فإن درجة الحرارة قد ترتفع إلى (320 - 400) °م للغاز الخارج بالاعتماد على نسبة CO و CO_2 في الغاز . والمبادل الحراري يستعمل عادة لتسخين الغاز الداخل بشكل مسبق ولتبريد الغاز الخارج .

الضغط Compression :

إن غاز التصنيع التارك لخطوة المثينة ، يحتوي على حوالي 74 % H_2 و 24 % N_2 ، و 0.8 % CH4 ،و 0.3 % Ar ، (أساس جاف) . ويجب أن يضغط الغاز إلى الضغط اللازم لخطوة التصنيع ، بواسطة ضواغط الطرد المركزي . ولكن قبل استعمال هذه الضواغط في المصانع استعملت الضواغط التبادلية ، التي تتضمن خمس مراحل ، مع خطوات ، متنوعة لتصفية الغاز عند ضغوط متوسطة . وضغوط التصنيع تختلف بشكل كبير من (100 - 800) ضغط جوي ، وذلك حسب العملية وما تزال الضواغط التبادلية مستعملة في المصانع الصغيرة ذات الطاقة الإنتاجية المنخفضة (أقل من 500 طن يومياً) . إلا أن ضواغط الطرد المركزي تستعمل حالياً في أغلبية المصانع الحديثة التي تتراوح طاقتها الإنتاجية من 600 – 1500 طن يومياً ، حيث تصل ضغوط التصنيع في هذه المصانع إلى 150 - 250 ضغط جوي ، وعلى الرغم من أن بعض هذه المصانع يعمل عند ضغوط أعلى ، قد تصل إلى 300 - 350 ضغط جوي . وكان يعتبر استعمال ضواغط الطرد المركزي فيما مضى قابلاً للتطبيق في المصانع التي تصل طاقتها الإنتاجية إلى 550 طن يومياً أو أكثر ، أما اليوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فإن خط ضاغط الطرد المركزي تقدم للمصانع التي تصل طاقتها الإنتاجية إلى أقل من 300 طن يومياً .

تدار ضواغط الطرد المركزي بعنفات بخارية ، تستخدم بخار ذو ضغط عالي منتج بشكل رئيسي من الغاز الخارج من المحطم الثانوي . ويستخدم البخار ذو الضغط المنخفض في عملية التحطيم وخطوات العمليات الأخرى . أما الضواغط التبادلية ، فإنها تدار بواسطة محركات كهربائية ، وهذا النوع من الضواغط ، هو أكثر ملائمة من ضواغط الطرد المركزي ، وذلك لأن كفايتها تصل إلى % 87 مقارنةً مع % 70 من أجل ضواغط الطرد المركزي. إلا أن الضواغط التبادلية أكثر كفاءة ، وخاصةً عندما يكون المصنع ضخماً. حيث تتراوح الطاقة المستهلكة في المصانع التي تستخدم مثل هذه الضاغط - 600 900 كيلو واط ساعي/ للطن الواحد من الأمونيا ، مقارنة مع 35 - 20 كيلو واط/ ساعي في المصانع المستخدمة للضواغط المركزية المدارة بالبخار. لكن هذا الطلب من الطاقة الكهربائية المرتفعة قد توازن من خلال طلب أقل للوقود ، حيث يمكن أن تكون الكهرباء رخيصة ، أو يمكن توليده بوقود ذو كلفة منخفضة مثل الفحم ، وعندما تكون المادة الأولية للأمونيا غالية ، قد يصبح هناك توفيراً في كلفة التشغيل نتيجة استعمال الضواغط التبادلية وخاصة في المصانع الصغيرة .

إن أضخم مصنع يستعمل الضواغط التبادلية ، تصل طاقته الإنتاجية إلى670 طن يومياً من الأمونيا ، وضواغط الطرد المركزي عادة تكون مكونة من اثنين أو ثلاثة أغلفة مع مبرد ما بين المراحل ، ويظهر الرسم البياني المطابق والمبسط في الشكل (5) عقدة غاز التصنيع ، حيث يعمل التبريد والضغط للغاز على تكثيف بخار الماء المتبقي تقريباً . والغاز المضغوط يدخل عقدة التصنيع عند عدة نقاط وذلك حسب تصميم العملية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

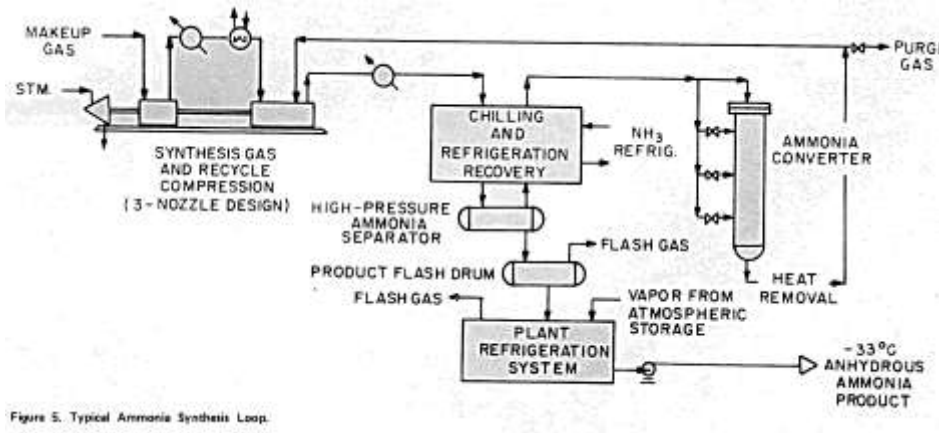


Figure 5. Typical Ammonia Synthesis Loop.

تصنيع الأمونيا : Ammonia Synthesis

كما ذكرنا سابقاً يتم تصنيع الأمونيا عادة ، عند درجة حرارة تصل إلى 450 - 400 م° ، وباستخدام وسيط الحديد المنشط بالبوتاسيوم والألومينا . والغاز الداخل إلى المحول يتألف بشكل رئيسي من الغاز المدور مع كمية صغيرة نسبياً من غاز تصنيع الجديد والذي يدعى بغاز التركيب .

الغاز الداخل إلى المحول يحتوي على N_2 و H_2 بنسبة 1 : 3 + 10 - 14 % غازات خاملة ، وحوالي 2 % من NH_3 . وهذه الغازات الخاملة تحتوي أساساً الميتان والأرغون وأحياناً الهليوم إن كان الغاز الطبيعي يحتوي على ذلك العنصر . والميتان ليس غازاً خاملاً , وما نعنيه هنا بكلمة "خامل" بالنسبة لتصنيع الأمونيا هو أنه لا يشترك في التفاعل . وبما أن تركيز الغاز الخامل يميل نحو الزيادة عندما يزال منه N_2 و H_2 فلا بد من خفض هذه النسبة بإضافة غاز جديد .

هناك نموذجان لمحولات تصنيع الأمونيا :

النموذج الأول : يحتوي على طبقات وسيط مضاعفة متعددة ، من أجل إخماد الغاز بين الطبقات ، أو لإزالة الحرارة ، عن طريق توليد البخار ، أو من أجل التسخين الأولي لغاز التغذية الداخل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

النموذج الثاني : هو المحوّلات التي لها طبقة وسيط متواصلة مجهزة بمبادل حراري ، لإزالة حرارة التفاعل ، وفي محولات الإخماد يمكن لغاز التلقيم البارد ، أن يدخل عند نقاط متعددة بين طبقات الوسيط من أجل الحفاظ على درجة الحرارة وضمن المستوى المطلوب (من 450 - 400 م°) .

الغاز الخارج من المحوّل يحتوي على 18 - 12 % من NH_3 . وهذه النسبة تعتمد أساساً على الضغط ، ونسبة التحويل هذه تزداد بزيادة الضغط ، يبرد الغاز أولاً عن طريق التبادل الحراري بالغاز الداخل ومن ثم بالماء أو الهواء ، وأخيراً بالتثليج لتكثيف معظم الأمونيا كسائل .

ترتبط درجة التبريد المطلوبة بالضغط ، فعند الضغط العالي يمكن تكثيف الكثير من الأمونيا عند درجات حرارة يُستحصل عليها بالتبريد بالماء . أما عند الضغط المنخفض 200 - 150 ضغط جوي فلابد من الاعتماد على عملية التثليج . وإذا كانت الأمونيا تسلم إلى مخزن الضغط الجوي عندئذ يجب أن تبرد إلى (33 –) م° ويعاد الغاز المتبقي بعد تكثيف الأمونيا إلى المحول عن طريق الضاغط .

في بعض الحالات يستخدم الغاز النقي كوقود إضافي وتكميلي في المحطم الأولي والأساسي مع أو بدون استرداد مسبق لمحتواه من الأمونيا عن طريق الحل بالماء .

وربما يكون من المفيد ، في بعض الحالات ، فصل مركبات الغاز النقي بالتبريد الشديد بعد استرداد NH_3 ، حيث يمكن إعادة كل من CH_4 و H_2 إلى العملية ، أما الأرغون فقد يباع إن وجد له سوقاً .

لتحقيق الاستفادة من الغاز النقي ، هناك وسيلة أخرى متبعة وتتمثل بوحدة تحويل الغاز النقي (PGCU) المصنوعة من قبل " Kellogg " تتألف الوحدة مبدئياً من عقدة تصنيع الأمونيا الثابتة ، التي يضغط فيها الغاز النقي ثم يمرر من خلال محوّل حاوي على وسيط تصنيع الأمونيا ، وبعد ذلك يبرد لاسترداد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أمونيا إضافية . وبعد استرداد الأمونيا يسحب قسماً صغيراً من أجل الاستعمال كوقود ، ويعاد الباقي إلى المحوّل . ويمكن إضافة هذه الوحدة إلى مصنع الأمونيا القائم . وبما أن 75 % من الهيدروجين في الغاز النقي هذا يتحول بهذه الطريقة إلى أمونيا ، فإن إنتاج الأمونيا سوف يزداد بنسبة حوالي 5 % وبدون زيادة في كمية المادة الأولية كما أن نسبة الاستثمار الإضافي وتكاليف التشغيل لاسترداد الأمونيا الزائدة يمكن اعتبارها مطلوبة ومرغوبة تماماً .

عمليات الأكسدة الجزئية باستخدام الهيدروكربون كمادة أولية :

Partial-Oxidation Processes Using Hydrocarbon Feedstock

إن الهيدروكربونات الأثقل من النفتا يمكن أن تستخدم كمادة أولية لإنتاج الأمونيا بإتباع طريقة الأكسدة الجزئية ، ويمكن استعمال الغاز الطبيعي والنفتا، ولكن بما أن كلفة المصنع من أجل عملية الأكسدة الجزئية أعلى بكثير من تلك المخصصة لعملية التحطيم بالبخار ، فإن المادة الأولية الأخف نادراً ما تستعمل في هذه العملية . وعملية الأكسدة الجزئية تكون مفضلة بسبب ميزة الاختيار الواسع للمادة الأولية حتى وإن كانت المادة ذات نسبة كبيرة من الملوثات .

إلا أن المأخذ الوحيد على هذه الطريقة هو كلفة رأس المال المرتفعة ، لأن مصنع فصل الهواء يكون لازماً وضرورياً من أجل التزويد بالأوكسجين اللازم لخطوة التحويل للغاز ، وبالنتروجين في الخطوة الأخيرة .

ويمكن في هذه الطريقة استعمال البترول الخام كمادة أولية ، أو المادة الأولية المعروفة التي هي الزيت الثقيل الناتج عن عمليات تكرير البترول بعد إزالة القطفات الخفيفة الغالية .

وهذه المادة يمكن أن تحتوي على 3.5 % من "S" اعتماداً على محتوى الكبريت للزيت الخام ، وعلى عملية التكرير كما أن استعماله كوقود ، أو من أجل توليد الطاقة يشتمل على تجهيزات باهظة الثمن ، وذلك من أجل تخفيض

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التلوث ، ولكنه أحياناً يتوفر عند حد كلفة منخفضة نسبياً ، ويصل الطلب للزيت الثقيل كمادة أولية إلى حوالي % 74 طن لكل طن من الأمونيا ، بالإضافة إلى حوالي 0.23 طن من الزيت أو ما يعادله من وقود آخر من أجل توليد البخار والكهرباء ، على النقيض من ذلك ، يستعمل معظم الوقود في عملية التحطيم البخاري ، في فرن التحطيم ، الذي يتطلب كمية زائدة من الوقود . والوقود المساعد ، من أجل الأكسدة الجزئية يستخدم في وحدة منفصلة قد تستخدم الفحم على سبيل المثال .

تعرف عمليات الأكسدة الجزئية الرئيسية باسم :

Texaco, Shell and Koppers Tolazek

وتستعمل عمليات Koppers, Tolazek من أجل الفحم ، وسوف يتم شرحها تحت ذلك العنوان ، وكذلك عمليات Texaco , Shell اللتين غالباً ما تكونان مشابهتين للعمليتين السابقتين . ويظهر الشكل (6) رسماً بيانياً مبسطاً لعملية الأكسدة الجزئية ، حيث يزداد ضغط التحويل للغاز في هذه العملية ، بشكل متدرج ، حتى يصل إلى حد يتراوح من 90-60 ضغط جوي وهذا يسهم في توفير الطاقة من أجل الضغط .

لقد قام Lembeck بوصف الأكسدة الجزئية حسب عملية Texaco حيث يتم فيها التحويل للغاز ، والتنقية عند 90-72 ضغط جوي . حيث يسخن زيت الوقود الثقيل بشكل مسبق ويضخ إلى مشكل الغاز مع بخار ذو ضغط مرتفع . و أوكسجين مسخن مسبقاً من وحدة فصل الهواء .

يحدث التفاعل عند درجة حرارة عالية تتراوح من 1500-1200 م° وعندئذ لا يحتاج لأي وسيط والتفاعلات الكيماوية المشمولة ، تكون صعبة وغير مفهومة بشكل كامل ، ولكن من المعتقد أن سلسلة الزيت تُكسّر ويتشكل الكربون والميتان وغازات هيدروكربونية أخرى ، وتتأكسد هذه المنتجات بشكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

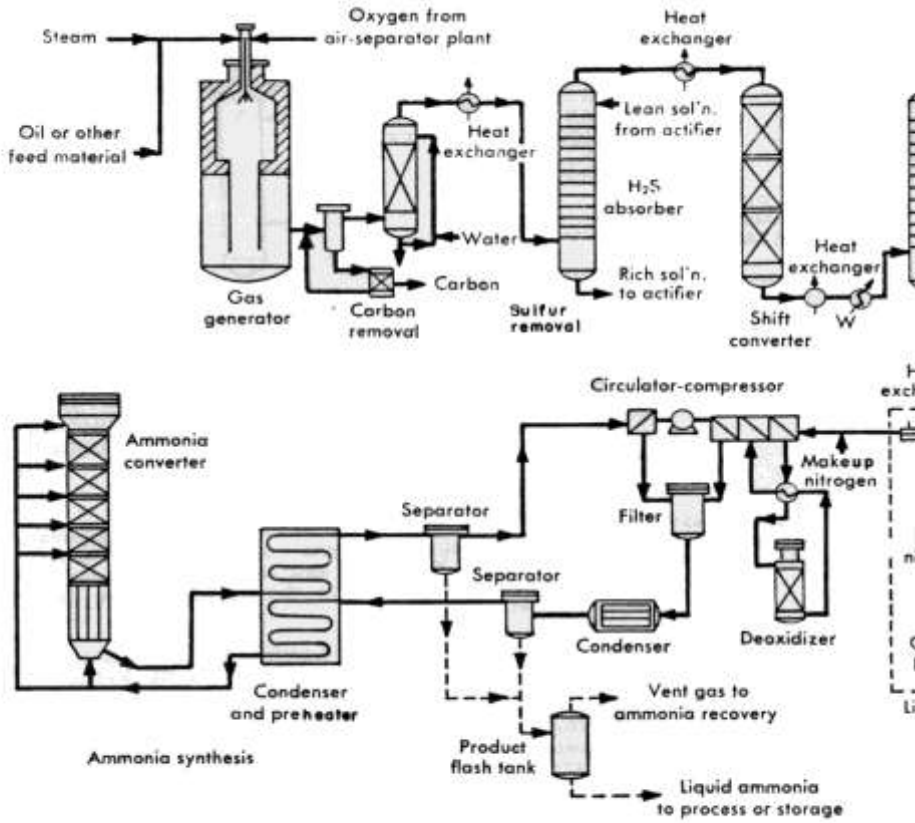


Figure 6. Flow Diagram for Production of Ammonia by a Partial Oxidation Process.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

جزئي إلى CO و CO_2 و H_2O ، ثم تتحول جزئياً بواسطة البخار إلى CO و H_2 . والتركيب النموذجي للغاز الناتج تكون % 46 H_2 و % 47 CO و 4 % CO_2 (أساس جاف) مع نسبة صغيرة من H_2S و N_2 ، وتبقى كمية لا بأس بها من الكربون معلقة في الغاز .

يبرد الغاز الحار بالماء ، الذي يخفض درجة الحرارة ، إلى الحد المطلوب ، واللازم لخطوة التحويل المنخفضة ، والبالغ 300 درجة مئوية . كما يزيل الماء هباب الكربون ، الذي يذهب إلى وحدة استعادة الكربون ، من أجل استعماله بإضافته إلى الزيت ، أو أنه يستعمل كوقود من أجل توليد البخار. ويعاد الماء من وحدة فصل هباب الكربون هذه بشكل دائري إلى مرحلة التبريد حيث يتبخر بعض الماء إلى تيار الغاز ، وهذا البخار يكون لازماً من أجل تفاعل التبديل المنخفض .

تفاعل التبديل يحدث باستعمال وسيط الموليبيديوم- الكوبالت المتطور ، وهكذا فإن محتوى CO من الغاز يخفض ويقلل إلى حوالي % 1 . والخطوة التالية تكون بإزالة CO_2 , H_2S عن طريق الغسل ، باستعمال الميتانول كمذيب ويسترد H_2S بشكل منفصل ويرسل إلى وحدة Claus ، من أجل تحويله إلى كبريت عنصري وبما أن CO_2 ذو نقاوة كافية لإنتاج اليوريا هو متاح عن 2.5 ضغط جوي و 40 م° لذا فإن تكاليف الضغط تنخفض وتنقص .

أما خطوة التنقية الأخيرة فهي عملية الغسل بالنتروجين السائل ، من وحدة فصل الهواء ، وهذه الخطوة تزيل CO وتخفض CH_4 ، ومحتوى الأرغون إلى مستوى منخفض جداً . إلا أن هذه الشوائب تترك العملية في تيار غازي قد يكون نافعاً كوقود لتوليد البخار ، وقبل الغسل بالنتروجين ، لابد من إزالة الكمية المتبقية من CO_2 بالغسل بالقلوي كما ويزال الماء بواسطة السيليكا جيل ، أو أي مجفف آخر لمنع تجمع هذه الغازات في عمود غسل النتروجين .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بعد إجراء التنقية ، يضاف النتروجين لتعديل نسبة $H_2 : N_2$ إلى 3 : 1 ثم يضغط الغاز إلى 230 ضغط جوي من أجل تصنيع الأمونيا . هذه الخطوة تكون مشابهة لتلك التي تم وضعها تحت عنوان عمليات التحطيم البخاري ولكن نظراً لكفاية خطوة الغسل بالنتروجين في إزالة الشوائب والغازات الخاملة ، فإنه يمكن إنجاز مرحلة التصنيع وبكفاية عالية وبدون تنقية لاحقة للغاز ، كذلك تسهم نقاوة الغاز هذه في الحياة المديدة لوسيط التصنيع .

مما تجب ملاحظته هو أن مجمل كمية الزيت الثقيل المستعمل كوقود هي 97 % طن من الزيت الثقيل لكل طن من الأمونيا . وهذه الكمية من الوقود تعتبر كافية لتوليد كل الطاقة البخارية ، والكهربائية اللازمة للعملية بما في ذلك وحدة فصل الهواء .

لقد وصف SUPP مصنع أمونيا قامت بإنشائه وإدارته شركة VEBA Chmie في ألمانيا عام 1972 ، واستخدم هذا المصنع الزيت الثقيل (2.5 % من S) بطريقة Shell للأكسدة الجزئية وذلك لإنتاج 1215 طن يومياً من الأمونيا و 450 طن يومياً من الميتانول بآن واحد مع مرونة كافية تسمح لزيادة الإنتاج إلى حد 1.400 طن يومياً من الأمونيا و 600 طن يومياً من الميتانول ويمكن لكلا الوحدتين أن تعملان بشكل منفصل .

وتقوم نفس الشركة الآن بإنشاء مصنع آخر للأمونيا بطاقة 1.600 طن يومياً والعملية عادة تكون مشابهة لتلك التي تم دراستها أعلاه ، مع بعض الاستثناءات ذات العلاقة بإنتاج الميتانول .

والاختلاف الأساسي يكمن في إزالة H_2S , CO_2 قبل خطوة التحويل بواسطة طريقة الغسل لـ Rectisol . وأيضا فإن CO_2 المتشكل في التحويل يزال بعد التحويل بنفس طريقة الغسل Rectisol ثم تجرى بعد ذلك بعد عملية التصفية النهائية بواسطة الغسل بالنتروجين السائل كما في المثال السابق .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذه الطريقة تؤمن محتوى منخفضاً من التلوث لغاز تصنيع الأمونيا حيث يظهر التحليل نسبة أقل من 10 ppm من CH_4 وأقل من 30ppm من Ar وأقل من 1ppm من CO وكل الشوائب الأخرى .

إن عملية Shell هذه تختلف عن عملية Texaco بشكل رئيسي . حيث أن الحرارة الضائعة في المرجل ، ومحول الغاز ، وغيره ، يمكن تعويضها واستردادها بجمع وإعادة هباب الكربون .

كما وقام أيضاً Banquy بوصف عملية الأكسدة الجزئية ، ذات الضغط العالي ، مع التحويل للغاز عند 80 ضغط جوي . والتصنيع عن 300 ضغط جوي . وفي المقارنة الاقتصادية لهذه العملية مع عملية التحطيم البخاري للغاز الطبيعي ، تبدو الأكسدة الجزئية جذابة ومشوقة ، وذلك عندما يكون سعر الزيت الثقيل % 80 أو أقل من السعر الخاص بالغاز الطبيعي على أساس حراري .

لكن يجب الأخذ بعين الاعتبار ، أن هذه المقارنة قد جرت في عام 1970 عندما كانت كلتا المادتين الأوليتين الرخيصتين نسبياً وكذلك تكاليف بناء وإنشاء المصنع .

عمليات وطرق إنتاج الأمونيا من الفحم :

Processes For Production of Ammonia From Coal

يعتمد حوالي % 10 من إنتاج الأمونيا العالمي على الفحم ، فحم الكوك أو الليغنيت Lignite ونصف الطاقة التي تعتمد على الفحم موجودة في الصين الشعبية حيث يوجد هناك أكثر من 1000 مصنع صغير وبإنتاج يتراوح من 3000-10000 طن يومياً . وما بين عام 1866-1974 أنشأ حوالي 1100 مصنع للأمونيا المعتمدة على الفحم . وقد درست تقنية تشغيل واحد من هذه المصانع حيث استعملت كتل فحم الانتراسيت ، أو شبه فحم الانتراسيت ، أو فحم القوالب ، أو الفحم ذو الدرجة المنخفضة كمادة أولية . وبشكل عام تبدو هذه

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العملية شبيهة بعملية Harber الأصلية والتي درست سابقاً ، حيث يحول الفحم إلى غاز ، في جهاز إنتاج الغاز شبه المائي ، بالنفخ بالهواء والبخار بشكل متناوب . وبعدها ينقى الغاز بالغسل بالماء ، ثم يزال H2S وبعد ذلك يتم التحويل ، ثم إزالة CO_2 بواسطة الغسل بالماء ، أما الغسل بالسائل النحاسي فيكون من أجل إزالة CO . ويضغط الغاز بعد ذلك في ست مراحل بواسطة الضواغط التبادلية مع خطوات تنقية وتصفية بين مختلف المراحل .

والمنتج من المصنع الصغير يستعمل لتحضير محلول أمونيا مخفف 16-25 % أو بيكربونات الأمونيا من أجل الاستعمال المحلي . كما وتحضر المصانع الكبيرة نترات الأمونيوم .

لقد أنشأت الصين حديثاً ، وما تزال تنشأ العديد من مصانع الأمونيا الحديثة والضخمة ، التي تعتمد على الغاز الطبيعي ، ولكنها إلى جانب ذلك ما تزال تخطط لإتمام وإكمال التشغيل للمصانع الصغيرة ، وكذلك لإنشاء ومصانع ذات حجم متوسط وصغير ، وبطاقة إنتاجية تتراوح من 50000-100000 طن سنوياً . وهذا النوع من المصانع الصغيرة ، يمكن أن تؤمن حاجات وطلبات الأسمدة المحلية في المناطق التي تكون فيها تسهيلات النقل غير كافية, وضمن هذا السياق قام Staege بتصنيف 13 مصنعاً من المصانع المنشأة منذ عام 1950 والتي تستعمل الفحم . هذا التصنيف كان لمصانع متوزعة في كل من الهند واليونان وتركيا وجنوب أفريقيا والباكستان وتايلاند وزامبيا . ومعظم هذه المصانع صغير الطاقة 340 - 40 طن يومياً والبعض منها تحول إلى مادة أولية أخرى . إلا أن القائمة شملت أيضاً ثلاثة من المصانع الضخمة ذات الطاقة الإنتاجية 900-1000 طن يومياً والتي اثنين منها يقعان في الهند لم يشغلا أو أنهما في مرحلة مبكرة من التشغيل . والمصنع الثالث يقع في جنوب أفريقيا ، وتشغيله وإدارته قد درس من قبل Maitzman , ونتيجة للجدل المثار في الولايات المتحدة حول إنتاج الأمونيا من الفحم فقد صمم مصنعاً واحداً بطاقة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إنتاجية تصل إلى 1.360 طن يومياً من الأمونيا ، وذلك في مشروع مقترح وممول جزئياً من حكومة الولايات بالإضافة إلى أن TVA سوف تحول المصنع الذي يعتمد على الغاز الطبيعي 200 طن يومياً إلى استعمال الفحم ، وذلك على أساس تجريبي واختباري .

يمكن تصنيف عمليات تحويل الفحم لغاز يدخل في إنتاج الأمونيا إلى ثلاث طرق :

1- طريقة Lurgi

2- طريقة Winkler

3- طريقة Koppers - Tolazek - Texaco

في طريقة Lurgi تسخن كتل الفحم ذات الأبعاد 30 - 5 mm ، في الأعلى ومن ثم تهبط بشكل معاكس إلى تيار الغاز ، وأثناء هبوطها تجف ، ومن ثم تسخن تسخيناً أولياً ثم تفحم ، وأخيراً تتحول لغاز بواسطة الأوكسجين والبخار الداخلين من الأسفل . وبالنسبة لرماد الفحم الناتج فإنه يسحب ويفرغ من الأسفل من خلال ثقوب الحاجز أو بأية طريقة أخرى معدلة كأوساخ الفرن.

ونظراً لأن طريقة التيار المعاكس للتشغيل تنتج تبادل حراري جيد لذا فإنها تتطلب حرارة أقل ، وبالتالي أوكسجين أقل ، من الطرق الأخرى ولذلك فإن التجفيف وطحن الفحم يتم تجنبها .

يعمل محول الغاز لـ Lurgi عند 30 ضغط جوي ، وهذا يتطلب أقل كمية من الأوكسجين تقدر بنصف إلى ثلث كمية غاز الفحم الداخل ، كما أنه ليس من الضروري أن يكون الأوكسجين ذو درجة عالية من النقاوة ، إذ أن نسبة 90 % تكون كافية . يترك الغاز أعلى محول الغاز عند حوالي 450° لذا يبرد ويغسل لإزالة القطران والهيدروكربونات السائلة والغبار . . الخ , ويحتوي الغاز المغسول على CO , H_2 , CO_2 و CH_4 وهيدروكربونات أخرى ، لذا يعامل بسلسلة من الخطوات بما في ذلك التحطيم بالبخار ، وتحويل CO وإزالة CO_2 , H_2S ،

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الغسل بالنتروجين السائل ، وتحطيم الميتان بالبخار ، الذي يفصل بواسطة الغسل بالنتروجين ثم يضاف النتروجين والضغط لإنتاج غاز تصنيع الأمونيا .

إن أهم الخصائص الواجب توفرها في الفحم المستخدم في هذه العملية هو أنه يجب أن يكون على شكل قطع أبعادها تتراوح من 30 mm - 5 و أن يكون ذو نوعية غير متجبلة أو مسخن مسبقاً وذلك لمنع التجبّل والتكتل .

كما أن الكثير من المنتجات الثانوية التي تتشكل ، مثل : القطران ، مركبات الفينوليك ، الزيوت الخفيفة .الخ , تجمع ويتم الانتفاع بها أو التخلص منها . وفي أثناء تحضير الفحم بالأبعاد المطلوبة يتم استبعاد القطع الناعمة ، والتي يمكن إحراقها في مصنع مساعد من أجل توليد البخار والكهرباء اللازمين للعملية . ويمكن أيضاً إحراق القطران أو حقنه إلى محول الغاز عند النقطة التي تكون فيها درجة الحرارة مرتفعة حيث تحوله إلى غاز .

أما في طريقة التحويل للغاز بطريقة Winkler فإن قطع الفحم أو الليغينيت تطحن إلى أقل من 15 mm ، وتدخل قرب قاع المحول من خلال حلزون التغذية والتلقيم . وكذلك يحقن البخار والأوكسجين قرب قاع المحول وترتفع بذلك درجة الحرارة إلى حوالي 1000 م° وهذا عكس ما يحدث في محول Lurgi حيث تزداد حرارة كتلة الفحم تدريجياً أثناء هبوطها التدريجي من الأعلى للأسفل وبالتالي ليس هناك قطران أو منتجات ثانوية أخرى سائلة ، ويحتوي الغاز بشكل أساسي على CO و H_2 مع أقل من 1 % من CH_4 . وكمية كبرى من الرماد التي تسحب مع تيار الغاز ، ويستفاد من الغاز الحار في مرحلة الحرارة المهدورة ، ثم يغسل لإزالة الرماد ، وبعد ذلك ينقى في خطوات متتالية مشابهة للعمليات الأخرى .

هذه الطريقة تعطي فحماً يحتوي على 12 % - 6 من الكربون في جهاز التلقيم ، ويزال حوالي 90 % من هذا الفحم من أسفل محول الغاز بحالة جافة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والباقي يحصل عليه بواسطة الغسل الرطب للغاز ، ويمكن إحراق هذا الفحم في مرجل مساعد من أجل تأمين البخار والكهرباء .

إن محول Winkler الغازي ، يستعمل بشكل واسع من أجل تحضير غاز منتج (معدّ) للاستعمال المحلي والصناعي إلا أن القليل منه يستعمل لإنتاج الأمونيا . ومن ميزاته أنه يعمل بأية نوعية من الفحم أو الليغنيت , وبأنه ملائم للوحدات ذات الطاقة الإنتاجية العالية . أما مساوئه لإنتاج الأمونيا فهي :

1- الضغط المنخفض 3-1 ضغط جوي الذي يزيد من تكاليف الضغط .

2- محتوى الغاز من الرماد الذي يتطلّب مرسّب كهربائية ساكنه ، من أجل التنظيف النهائي .

3- وبالنسبة لمحولات الغاز الداخلية للفحم حسب طريقة (Koppers - Tolazek - Texaco (KT فإن معظم مصانع الأمونيا الحالية التي تعتمد على الفحم تقوم باستعمالها (ماعدا المصانع التي في الصين) .

والطريقة أساساً هي عملية أكسدة جزئية كما هو الحال عليه في معظم عمليات تحويل الغاز الخاصة بالفحم .

يوجد هناك على الأقل مصنعين من مصانع الأمونيا قد بنيت على أساس الفحم أو الزيت الثقيل بطريقة (KT) ومصنعاً ثالثاً في فيلّنده قد استعمل كلتا المادتين الأوليتين , مع العلم أن أي من وحدات التحويل الداخلية للغاز يمكن تعديلها بسرعة لتلاءم الزيت الثقيل أو الهيدروكربونات الخفيفة بما في ذلك الغاز الطبيعي . في عملية (KT) يجفف الفحم ويطحن ناعماً بحيث يمكن لـ 75 % منه أن يمر خلال شبك 200 ميش . بعد ذلك يدفع الفحم المطحون بواسطة تيارات من الأوكسجين وينفخ داخلاً إلى غرفة محول الغاز ، خلال حراقين يقابل كل منهما الآخر . وحالياً تستعمل وحدات ذات أربع حراقات ويدخل البخار خلال فتحات مستديرة حول الحراقات . إن التحويل إلى غاز يكون كاملاً في حوالي عُشر من الثانية عند درجات حرارة تتراوح من 1200 - 1000 م° ثم يصهر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

جزء من الرماد ويزال من أسفل المحول والجزء المتبقي يسحب مع الغاز . يحتوي الغاز بشكل نموذجي على CO 56 % ، H_2 31% ، CO 11% وأقل من CH_4 0.1 % , وبعد تبريده في مراجل توليد البخار يزال الرماد بالغسل الرطب ، والترسيب بالكهربائية الساكنة .أما القسم المتبقي من تحضير غاز تصنيع الأمونيا فيكون مشابهاً لذلك الذي يُدرس تحت عنوان الأكسدة الجزئية لزيت الوقود . ومساوئ هذه العملية هي أنها تحتاج طحناً ناعماً للفحم ، وكذلك التشغيل عند درجات منخفضة من الضغط (3-1 ضغط جوي) بالإضافة إلى استهلاك مرتفع للأوكسجين أكثر من عمليات تحويل الفحم إلى غاز .

إن عملية Texa لتحويل الفحم إلى غاز ، وهي الأحدث حتى الآن لكنها لم تستعمل على نطاق واسع في مصانع الأمونيا ، بالرغم من المنظور المكثف الذي تم بالنسبة لعملية التحويل . وتختلف هذه العملية عن عملية (KT) من حيث كون الفحم المطحون النهائي يمزج مع الماء ليشكل عجينه كثيفة تحتوي على 45 % ماء .

تسخن العجينه تسخيناً أولياً ، ثم تلقم مع الأوكسجين إلى محوّل الغاز الذي يمكن أن يعمل عند ضغوط مرتفعة تصل إلى 180 ضغط جوي ، والطريقة كما طبقت على إنتاج الأمونيا – شرحت من قبل Moe و Mitzer وفي هذه الحالة يعمل المحول عند 58 ضغط جوي وحوالي 1300 م° ، والرماد المصهور يخمد بالماء ، في غرفة في أسفل محول الغاز ويزال كعجينه . أما الغاز الساخن فتعدل حرارته إلى 1000م° وذلك باتحاد الماء والغاز البارد المدور . بعد ذلك يمرر إلى مرجل الحرارة المهدورة ، وينظف لإزالة هباب الفحم ، والرماد المتطاير ، في غاسل فانتوري Ventory . ونتيجة الخطوات التالية بتحضير غاز التصنيع هي محوّل التغيير لـ CO إزالة CO_2, H_2S بواسطة غاسل Rectisol (بالميتانول البارد) ، ثم الغسل بالنتروجين السائل . وكما في عمليات الأكسدة الجزئية الأخرى يتحول H_2S إلى كبريت عنصري . والمصنع المقترح سوف ينتج

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1360 طن يومياً من الأمونيا وحوالي 100 طن يومياً من الكبريت ، باستخدام 2360 طن يومياً من البيتومينوس bituminous الحاوي على 14.6 % من الرماد و 2.4 % من S وتبلغ الكلفة المقدرة لإنشاء المصنع حوالي 185 مليون دولار مقارنة مع 103 مليون دولار من أجل المصنع الذي يعتمد على الغاز الطبيعي . وعند سعر للفحم يبلغ 22.50 دولار للطن ، ويصل سعر بيع الأمونيا المقدرة إلى 173 دولار/ للطن مع ربح قدره 12 % وهذا سوف يؤثر على المصانع التي تعتمد على الغاز الطبيعي الذي سعره 90 دولار / 1000 m^3 (22 .5 دولار لكل 1000 قدم3) .

لقد قارن Brown بين ستة طرق لإنتاج الأمونيا من الفحم ، وقد تبين له أن الخيار الأفضل يكون بين تعديل محول Lurgi ومحول Texaco ، وقدر تكاليف رأس المال لمصنع بطاقة إنتاجية تصل إلى 1000 طن يومياً بـ 115 مليون دولار و 110 مليون دولار لكلا الطريقتين وتتراوح تكاليف الأمونيا ما بين 131 دولار و 127 دولار/ للطن بما في ذلك عودة 33.3 % من كلفة رأس المال سنوياً . مع افتراض أن كلفة الفحم هي 5 .50 دولار للطن . وتم اقتراح الفحم كمادة أولية اقتصادية أكثر من الغاز الطبيعي ، وذلك عندما تكون كلفة الغاز ثلاثة إلى أربعة مرات من كلفة الفحم على أساس حراري .

كما قدر Waitzmann تكاليف مصنع أمونيا بطاقة 900 طن أمونيا يومياً والذي يستخدم طريقة Texaco لتحويل الفحم إلى الغاز بـ 140 مليون دولار مقارنة مع 75 مليون دولار من أجل مصنع يعتمد على الغاز الطبيعي . وقدر أن أسعار مبيع الأمونيا سوف تكون 160 دولار/ للطن باستخدام الفحم عند سعر 27 .50 دولار للطن , أو الغاز عند سعر 100 دولار / 1000 م3 وهكذا وعلى أساس حراري فإن الفحم سيكون تنافسياً بشكل اقتصادي وذلك عندما تكون كلفة الغاز أكثر بثلاث مرات من سعر الفحم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن ما قدمناه من مقارنات سابقة تعتمد على ظروف خاصة بالولايات المتحدة أو أوربا وليست مطبقة مباشرة على البلاد النامية .

الأمونيا من هيدروجين التحليل الكهربائي :

Ammonia Form Electrolytic Hydrogen

إن العديد من مصانع الأمونيا . قد بني لإنتاج الأمونيا من الهيدروجين الناتج عن التحليل الكهربي للماء وتتوضع هذه المصانع حيث تكون الطاقة الهيدروكهربائية ذات الكلفة المنخفضة متاحة ومتوفرة . وهذا ما نجده في النرويج ، والهند (Mangal) ، ومصر (أسوان) ، البيرو (Cuco) وإيسلندا ، وكندا ، وتعتمد عملية التحليل الكهربي على التحلل الكهربائي للماء المقطر ، والذي يعتبر هنا المادة الأولية لتوليد الهيدروجين مع إضافة هيدروكسيد البوتاسيوم كموصل . وتختلف الخلايا التجارية إلى حد ما في الكفاية وتقدر طاقة الاستهلاك النموذجية بـ 4.3 كيلو واط ساعي / م3 من H_2 والذي يتطابق مع حوالي 8.600 كيلو واط ساعي / طن من الأمونيا .

هذا بالإضافة إلى طاقة إضافية أخرى من أجل وحدة فصل الهواء لإنتاج النتروجين اللازم لإنتاج الأمونيا ، وطاقة من أجل ضغط الهيدروجين والنتروجين وإعادة دوران مزيج الغاز في وحدة التصنيع وبذلك تصبح الطاقة الكلية المطلوبة حوالي 10200 كيلو واط ساعي / للطن الواحد من الأمونيا وتكافئ هذه الطاقة حوالي 8 .8 مليون Kcl / طن من الأمونيا ، وهي نفس النسبة التي تحتاجها مصانع الأمونيا المعتمدة على الغاز الطبيعي ، وإذا ما استعمل الوقود لتوليد الكهرباء ، فإنه يلزم ثلاثة أضعاف الطاقة الحرارية تقريباً لأن كفاية تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية نادراً ما تكون % 38 .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لقد بين Grunt أن الكلفة المقدرة لإنتاج الأمونيا من الهيدروجين الناتج عن التحلل الكهربائي ، في مصنع ذو طاقة 300 طن يومياً (100000 طن سنوياً) مع اعتبار أن سعر الكيلو واط ساعي هو '5' mills سوف تكون حوالي 124 دولار/ للطن وبزيادة الطاقة إلى 900 طن يومياً سوف تنخفض كلفة الإنتاج فقط إلى حد 116.50 / طن . ولكن إذا ما ازدادت كلفة الكهرباء إلى 10 mills (0 .01 دولار) أو20 mills للكيلو واط ساعي ، فإن كلفة إنتاج الأمونيا سوف تزداد إلى 175 دولار أو 277 دولار للطن . ويمكن تلخيص تقدير Grundt لكلفة الإنتاج لمصنع طاقته الإنتاجية تبلغ 300 طن يومياً كالتالي :

بيان مفردات الكلفة	دولار للطن من NH_3
تكاليف رأس المال (15 % من 40 مليون دولار)	**60**
الصيانة ، اليد العاملة ، الاستثمار ، الفائدة	**13**
الكهرباء (10200) كيلو واط ساعي عن 0.01 دولار	**102**
المجموع	**175**

إن عملية التحلل الكهربائي تنتج حجماً واحداً من الأوكسجين ، لكل حجمين من الهيدروجين ، أو حوالي 0.7 طن من O_2 للطن من NH_3 . وهذا المنتج الثانوي (الأوكسجين) يمكن أخذه ، إن وجد له استعمالاً . فمثلاً يمكن استخدام الأوكسجين في صناعة الحديد والفولاذ ، وهناك منتج ثانوي كامن آخر من عملية التحلل الكهربائي وهو (الماء الثقيل) أكسيد الديوتريوم Deuterium oxide (D2O) إذ يحتوي الماء النقي على حوالي 0.0135 % من D2O . وبما أن الهيدروجين يحلل كهربائياً بسرعة أكبر من نظيره الديوتريوم لذا فإن تركيزه D2O في ماء التحليل سوف يزداد .عملياً يمكننا الحصول على نسبة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

70g من D2O / لكل طن من NH_3 . ومن استخدامات الماء الثقيل استعماله في بعض نماذج وأنماط المفاعلات النووية .

إن كلفة الاستثمار الكبرى لمصنع الأمونيا الذي يعتمد على الهيدروجين الناتج بالتحلل الكهربائي هي كلفة وحدات التحليل . فوحدة تحليل كهربائي لـ Norsk Hydro تتألف من 235 خلية وطاقتها المكافئة حوالي 3.75 طن يومياً من الأمونيا . وغالباً ما تستعمل المصانع الضخمة عدد من وحدات التحليل فمثلاً مصنع ذو طاقة إنتاجية تبلغ 2000 طن يومياً يتطلب حوالي 53 وحدة تحليل في التشغيل مع ضرورة وجود وحدات إضافية أخرى احتياطية للتشغيل في حالة توقف أو تنظيف أو صيانة بعض الوحدات من أجل المحافظة على الطاقة الإنتاجية للأمونيا .

بما أن عملية التحلل الكهربائي لا تعطي CO_2 لذا لا يمكن استخدام الأمونيا الناتجة لإنتاج وتصنيع اليوريا ما لم يتوفر CO_2 من مصدر آخر . ولكن يمكن استعمال هذه العملية لتحضير أملاح الأمونيا (كبريتات ، فوسفات أو نترات) أو أنه يمكن استعمال الأمونيا مباشرة على التربة إما على شكل بلاماء أو على شكل محلول (انظر الفصل العاشر) .

إن تكاليف إنتاج الأمونيا بطريقة التحلل الكهربائي لا تعتمد بشكل كبير على حجم المصنع ولكنها بالطبع تعتمد على كلفة الكهرباء والشكل (7) المأخوذ من Grundt يشير إلى أنه في المصانع ذات الطاقة الإنتاجية الأقل من 250 طن يومياً ، والتي تعتمد على التحلل الكهربي ، سوف تكلف كلفة أقل من المصنع الذي يعتمد على الغاز الطبيعي .

على سبيل المثال : إن مصنعاً يعتمد على التحلل الكهربائي ، سوف يكلف حوالي 20 مليون دولار ، بالمقارنة مع 25 مليون دولار لمصنع يعتمد على الغاز الطبيعي ، أو أكثر من 40 مليون دولار لمصنع يستعمل الأكسدة الجزئية لزيت الوقود حسب أسعار أواخر عام 1976 .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

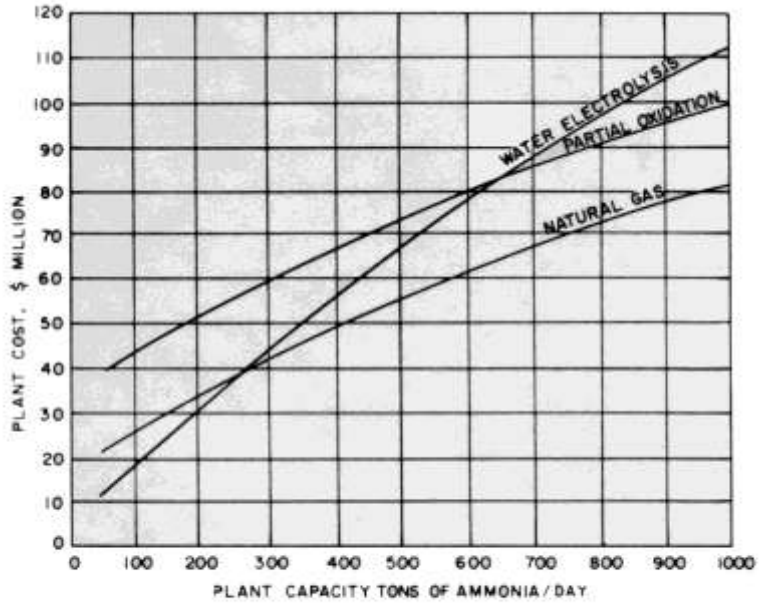


Figure 7. Comparison of Ammonia Plant Costs for Electrolytic Hydrogen, Natural Gas, and Partial Oxidation Processes Based on Ref.(28).

من هذا يتبين لنا أنه إذا كانت الكهرباء ، ذات الكلفة المنخفضة متاحة ومتوفرة ، فإن مصنع التحليل الكهربي سوف يكون منافساً ومزاحماً ، للمصانع التي تستعمل عمليات وطرق أخرى ، وخصوصاً من أجل المصانع الصغيرة .

بالنسبة للبلاد النامية فإن إنتاج الأمونيا من الهيدروجين بالتحليل الكهربائي ، عملية بسيطة أكثر من تلك التي تستخدم مواداً أولية أخرى . ولابد أن نشير هنا إلى أن الهيدروجين ينتج أيضاً كمنتج ثانوي عند إنتاج الكلور ، والصودا الكاوية في التحليل الكهربي ، وقد استعملت العديد من مصانع الأمونيا الصغيرة هذا المنتج الثانوي من أجل إنتاج الأمونيا كمادة أولية وحيدة أو كمصدر مكمل . إن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كمية الهيدروجين المتاح في مصنع كلور – صود تعتبر صغيرة جداً لتأمين نسبة معقولة من حاجات الأمونيا وفي أغلب المواضع .

اقتصادية إنتاج الأمونيا
Economics Of Ammonia Production

مستلزمات رأس المال : Capital Requirements

بما أن إنتاج الأمونيا يتطلب رأس مال ضخم وكبير ، لذا فمن الأهمية بمكان ، أن يكون تقدير رأس المال المطلوب ، دقيقاً وواقعياً قدر الإمكان ، فعندما يختار الموقع والطريقة ، والمادة الأولية بشكل دقيق ، يمكن إعطاء تقديراً دقيقاً لمستلزمات رأس المال ، على الرغم من أن الكلفة الحقيقية تفوق أحياناً أو تقل عن التقدير والتقييم بكمية جوهرية .

من أجل تحقيق هدف هذا الكتاب ، فإنه لن يكون هناك افتراضات حول أماكن مواقع خاصة ومعينة ، لذا فإن تقديرات كلفة الاستثمار سوف تكون نافعة كدليل للمقارنة ، وذلك لتوضيح تأثير مثل هذه العوامل على : الكلفة ، الموقع ، الاختيار بين الطرق التكنولوجية ، سعر المادة الأولية ، درجة ورتبة التشغيل وكذلك نسبة استغلال واستثمار الطاقة على تكاليف الإنتاج .

– إن تكاليف إنشاء مصنع للأمونيا ، قد ازدادت بشكل حاد في الفترة ما بين 1967-1974 . وفي عام 1967 أظهر موجز الأمم المتحدة أن الكلفة قد وصلت إلى حوالي 11 مليون دولار لمصنع طاقته الإنتاجية تبلغ 900 طن يومياً ، ويعتمد على الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة . بينما وصلت هذه الكلفة لمصنع مشابه إلى 50 مليون دولار في 1974 ، ولكن بعد عام 1974 ، أصبحت هذه الزيادة في الكلفة ثانوية ، ففي تقديرات عام 1978 كانت الكلفة نفسها تقريباً أي 50 مليون دولار ، وذلك لأن التوفير الذي حصل نتيجة التطور

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في التقنية والتكنولوجيا لإنشاء صناعة الأمونيا قد عدّل ارتفاع أجور اليد العاملة ، وتكاليف المواد ، ولكن من غير المحتمل أن تستمر هذه التأثيرات الضخمة لتوازن تكاليف البناء المرتفعة مستقبلاً .

أنواع التقديرات : Types of Estimates

هناك ثلاثة أنماط ونماذج من التقديرات . إلاَّ أن النموذج الأكثر شيوعاً هو النموذج الخاص بمصنع مؤلف من بطاريات (أجزاء) محددة ، مؤلفة من معدات وتجهيزات مركبة جاهزة للتشغيل مباشرة . وذلك عندما تزود بالمواد الأولية اللازمة .

من ميزات هذا النموذج سهولة إضافة أية أجزاء ومعدات مساعدة إليه ، أو حذفها . فمثلاً : أبراج التبريد من أجل إعادة تدويرها ، التبريد وأجهزة معالجة المياه اللازمة للمراجل . أو مرجل مستقل لتوليد البخار اللازم في عمليات الأكسدة الجزئية ، بينما في عمليات التحطيم البخاري ، لابدَّ من توليد بخار كافي لتزويد وتأمين حاجات المصنع ، من البخار ومعظم الطاقة الميكانيكية ، وهكذا عند تقدير مصنع مفتاح باليد ، يجب ذكر كافة الأقسام والأجزاء ، والوحدات الأساسية ، والمساعدة المشمولة ، أو غير المشمولة الضرورية واللازمة لتشغيل المصنع . وقد يتضمن أيضاً أو لا يتضمن الطرق والسكك الحديدية ، وأنظمة التوزيع للكهرباء ، والماء ، والهواء المضغوط ، والوقود ، والمكاتب ، والمخابر ، ومخازن المواد الأولية ، والمنتجات ، وورشات الصيانة وتحضير موقع المصنع . ومن المفترض بمستلزمات وتجهيزات تحضير الموقع أن تتنوع بشكل واسع وذلك حسب موقع ومكان المصنع . فعلى سبيل المثال : يتطلب المكان المستقعي ردماً وتكديساً ودعماً وتسوية ، بينما المكان الجبلي يتطلب الأرض الواسعة والمنبسطة وإزالة وترحيل الصخور والحجارة ثم التسوية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتقدر كلفة المشروع على أساس مفتاح باليد ، مع تكاليف إضافية ، مثل دراسة إمكانية العمل ، التدريب على التشغيل ، والصيانة ، والتأمين ، وكلفة البدء بالتشغيل ، فائدة المال المصروف خلال عملية التركيب والإنشاء ، وفائدة رأس المال المستثمر .

يمكن أن تتضمن كلفة المشروع في البلاد النامية تدريب موظفي التسويق ، والكثير من الأمور الأخرى ، مثل الطرق ، والسكك الحديدية ، الموانئ ، الجسور ، الطرق المائية ، وأماكن الإسكان ، والاستجمام ، والثقافة ، والعبادة للعاملين . هذه التحسينات والإضافات تعمل على حسن تشغيل المصنع بصورة غير مباشرة . لأنها تسهم في تطوير البلد وتحقيق رفاهية أهله .

فمثلاً : الإسكان على الأقل هو نوع من الاعتماد على الذات الجزئي ، والانتقال من الإيجار إلى التملك . وكذلك وسائل النقل والمواصلات التي ينتفع بها لعدة أغراض ليست على صلة مباشرة بإنتاج الأسمدة . وفي الدراسة الحالية ، تكاليف الاستثمار سوف تعتمد على كلفة المصنع من أجل موقع صناعي في البلدان المتطورة ، وللوصول إلى الكلفة الإجمالية فإن % 50 من كلفة آلات المصنع سوف تضاف ، ما لم تضاف أمور أخرى .

خلال السنوات الخمسة عشرة الأخيرة ، تطورت تصاميم ومخططات الطرق والعمليات وتحسنت تدريجياً ، من أجل إنتاج الأمونيا ، بالتحطيم البخاري للغاز الطبيعي ، أو النفتا، او الهيدروكربونات الأخرى الخفيفة ، في المصانع التي تستعمل ضواغط الطرد المركزي .

المخططات والتصاميم النموذجية ، قد تطورت من أجل ثلاث من الطاقات الإنتاجية (1500 - 1000 - 600) طن يومياً . والغالبية العظمى من المصانع الجديدة والتي بنيت خلال العشر سنوات الأخيرة قد صممت من أجل إنتاج واحدة من هذه الطاقات الإنتاجية الثلاثة ، ماعدا المصانع التي تستخدم ضواغط الطرد المركزي والتي تتراوح طاقتها من 270 إلى 2700 طن/ يوم.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن المعلومات والبيانات لعام 1978 والتي قدمتها شركة الإنشاء الهندسي تعطي تقديرات للمصانع ذات البطاريات المحدودة ، والتي تعتمد على الغاز الطبيعي ، والموجودة في خليج كوستا في الولايات المتحدة .

إن التكاليف موضحة في الجدول رقم 8 التالي :

Capacity , Metric Tons/Day	Battery- Limits Cost, $ Million	Cost per Annual Ton of NH_3 Capacity, $[a]
550	35	193
1040	48	140
1360	69	154

a . Annual capacity = 330 × daily capacity .

وهذه الكلف تظهر في الصورة 8 التالية :

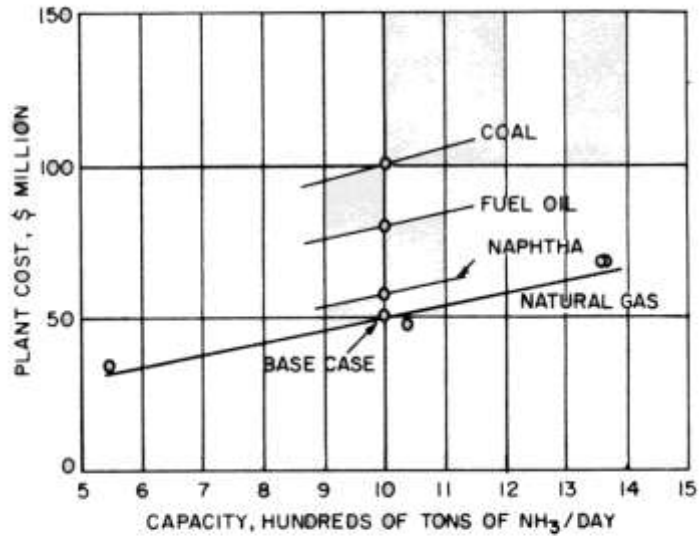


Figure 8. Estimated Investment Cost for Ammonia Plants as Related to Capacity and Type of Feedstock.
Basis: Battery Limits, Developed Country, Industrial Location.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من الشكل نجد أن النقاط الثلاثة التي تبين الكلفة . عند ثلاث طاقات مختلفة ، لا تقع تماماً على الخط المستقيم . ومن ذلك نخلص إلى أن الكلفة الحقيقية يمكن أن تكون أعلى من الكلفة المقدرة ، عند طاقات عالية أو منخفضة ، وتكون أدنى من الكلفة المقدرة عند طاقات متوسطة .

إن معظم المصانع الحديثة المبينة خلال العشر سنوات الماضية وصلت طاقتها الإنتاجية (900 - 1.400) طن يومياً . ونظراً لانتشار تكاليف التطوير والتحسين في عدد كبير من المصانع ، فقد أصبحت كلفة الاستثمار أقل لكل طن سنوي من الطاقة , ومعدل الطاقة هذا يعتبر عادة الدرجة الاقتصادية العظمى في معظم الحالات . أما الطاقة الإنتاجية البالغة 550 طن يومياً فإنها تعتبر الدرجة الاقتصادية الدنيا للمصانع ، التي تستخدم ضواغط الطرد المركزي . ومصانع من هذا الحجم يتم انتقائها عندما يكون السوق محدوداً ، أو عندما تكون كمية المادة الأولية المتاحة محدودة . إن طاقة تبلغ 1.360 طن يومياً ، تستخدم أحياناً في الأماكن التي تكون تكاليف وتطوير وتحسين الموقع فيها مرتفعة وغالية . وقد تكون كلفة المشروع الإجمالية أقل لكل طن سنوي من الطاقة . إلا أنه في بعض الحالات حيث تكون تكاليف تطوير وتحسين الموقع مرتفعة ، يكون من المفضل توضع اثنين أو ثلاثة أو أكثر من المصانع في نفس الموقع ، وهذا ما قامت به إندونيسيا وجنوب كوريا .

كما أن القليل من المصانع لإنتاج الأمونيا ، بواسطة الأكسدة الجزئية للزيت الثقيل أو الفحم . وهكذا فإن تصميم العملية والأجهزة والآلات ، لن يكون كتصميم الآلات والأجهزة المستعملة في عمليات التحطيم البخاري .

لذا لا داعي لافتراض أن 1000 طن يومياً هو الحد الاقتصادي المثالي لهذه الطرق ، إذ أنه هناك بعض الأسباب التي تدعو للاعتقاد أن الدرجة المثلى الاقتصادية قد تكون أعلى ، بالنسبة للعمليات التي تعتمد على الفحم والزيت .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يعتبر Supp أن طاقة 1600 طن يومياً ، على سبيل المثال تعتبر حداً مثالياً قريباً ، من حد الإنتاج عن طريق الأكسدة الجزئية لزيت الوقود الثقيل ، وذلك عندما لا يكون السوق هو العامل المحدد .

من جهة أخرى فإن كافة الاستثمار لـ 50 مليون دولار يفترض أن تكون لمصنع أمونيا يعتمد على الغاز الطبيعي ، ويعمل بطاقة إنتاجية تصل إلى 1000 طن يومياً كمصنع خليج كوستا في الولايات المتحدة الأمريكية

تبلغ كلفة المصنع الإجمالية : (الأرض ، تخزين المنتجات ، تجهيز وإعداد الموقع ، والتسهيلات الداعمة ، والمساعدة والكلفة الإجمالية) لمصنع مفتاح باليد مقدار 75 مليون دولار وهذا ينطبق على تقديرات TVA الحديثة .

وإن الافتراض العادي عن الكلفة الإجمالية للمصنع والتي تبغ 1.5 مرة عند المصنع ذو البطاريات المحددة ، لا يبدو مناسباً وملائما في حالة المصانع التي تكون طاقاتها الإنتاجية أكبر أو أصغر من 900-1.040 طن يومياً ، وذلك بسبب العلاقة غير العادية بين تكاليف المصنع ذو البطاريات المحددة ، وبين الطاقة ، إلاّ أنه من أجل غرض التقدير الحالي ، سوف يسمح للعمل بـ 50 % من تكاليف المصنع الإضافية فقط ، في حالة الأساس (1000 طن يومياً) .

أما من أجل مصانع أخرى ذات طاقات إنتاجية مختلفة ، فإن تكاليف المصنع الإضافية يفترض بها أن تتغير بنسبة 0.6 من الطاقة . هذا الافتراض يؤدي بها إلى تكاليف العمل الإجمالية التالية .

Cost of Natural Gas-Based Location. S. ammonia Plants, U			
Capacity	550	11000[a]	1360
Battery-limits cost, million	35	50	69
Other Plant Cost	17.5	25	30
Total plant costs	52.5	75	99

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

a . Base case .

من المهم التنويه هنا إلى أن رأس المال العامل لم يضمَّن ، ولكن يمكن السماح لـ 5 % من كلفة التشغيل من أجل : الكلفة الإدارية ، والكلفة المتنوعة الأخرى ، التي تشتمل على فوائد وأرباح رأس المال العامل .

بالنسبة للمواد الأولية الأخرى غير الغاز الطبيعي ، فإن كلفة رأس المال تقدر وتثمن بتطبيق العناصر التالية :

Feedstock	Plant Cost Factor	Assumed for Base Case, $ Million a
Natural gas	1.00	75 .0
Naphtha	1.14	85 .5
Heavy Oil	1.60	120 .0
Coal	2.00	150 .0

a . Total plant cost, battery limits x l .5 .

ما ذكر من هذه العوامل ، يعتبر متوسطاً بين التكاليف المقدرة من مصادر متعددة ، وهي تقريبية في خط مستقيم ، مع التكاليف النسبية المعطاة من قبل Nichols و Blouin .

بشكل مماثل ، فإن العامل الخاص بتكاليف المصانع التي تعتمد على النفتا يمكن تطبيقه مع بعض الثقة ، وكذلك للمصانع القياسية الطاقة (550-1.360) طن يومياً ، والتي هي أدنى أو أعلى من مرحلة الأساس .

من أجل المواد الأولية الأخرى ، هناك تجربة غير كافية حول تحديد تكاليف المصنع وتنوعها بتنوع الطاقة المستعملة . لذا فالتكاليف المقدرة في الشكل (8) تبدو كنقطة واحدة بخط قصير يوضح أو يشرح اتجاهاً محتملاً .

إن مقارنات تكاليف الإنتاج المقدرة ، والمتأثرة بعوامل متعددة ، غير تلك المتعلقة بدرجة ورتبة التشغيل ، وهذه المقارنات على طاقة إنتاجية تصل إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1000 طن يومياً باستثناء مصانع الأمونيا ، التي تعتمد على التحليل الكهربي لإنتاج الهيدروجين ، والتي درست في فقرة سابقة من هذا الفصل .

من الضروري التأكيد على أن تقديرات الاستثمار ، ليست هي مجمل تكاليف المشروع , إذ أنه هناك أمور لا تتضمنها التقديرات منها :

1- ترتيب سلمي لتكاليف ما قبل عام 1978

2- فوائد رأس المال خلال الإنشاء .

3- دراسات حول الجدوى الاقتصادية .

4- تكاليف برامج التدريب والتشغيل .

5- مصروفات طارئة .

6- توليد الطاقة الكهربائية ما عدا في حالة المصنع الذي تعتمد على الفحم أو زيت الوقود الثقيل .

7- ضرورة توفير تسهيلات توليد الكهرباء لتكون دعماً لاحتياطي الطاقة المنتظمة .

8- الضرائب الهامة أو الجمركية .

9- أي إنفاق غير عادي لتأمين احتياطي الماء مثل السدود والأقنية الطويلة ، أو تحلية مياه لبحر أو خزانات المياه .

10- إنشاءات إضافية مثل : المساكن ، الطرق والسكك الحديدية خارج المصنع ، تحسين وتطوير الموانئ – أرصفة الميناء ، تسهيلات المطار . .الخ

11- تكاليف وتحضير وتجهيز المواقع غير العادية .

تكاليف الإنتاج وتقديرات أسعار باب المصنع :

Production Cost And Gate Sale Price Estimates

إن الافتراضات البسيط التالية تم تقديمها من أجل الوصول إلى تقديرات مقارنة لتكاليف الإنتاج ، وأسعار بيع باب المصنع ، وهذه الافتراضات هي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1- تكاليف العمال بمعدل 8 دولار / لكل عامل في الساعة , فقط من أجل عامل التشغيل .

2- مصاريف إدارية بمعدل (100 %) من تكاليف العمال وتتضمن الموظفين مع الفوائد للمعونة المالية . . .الخ

3- تكاليف مخبر المراقبة بمعدل 2 % من تكاليف العمال ، وتتضمن تكاليف المخبر والمواد اللازمة .

4- مواد مساعدة مختلفة ومتنوعة بمعدل 1 دولار للطن .

5- الكهرباء بمعدل 0.027 دولار/ للكيلو واط الساعي .

6- ماء التبريد بمعدل 0.01 دولار / م3 . على أساس الماء المستعمل لمرة واحدة ، وكمية الماء الفعلية في الدارات المغلقة التي تستهل أبراج التبريد تكون حوالي 5 % من كمية الماء لمرة واحدة .

7- ماء تغذية المرجل بمعدل 0.26 دولار/ م3 .

8- الاستهلاك بمعدل 6.67 % من كلفة المصنع (15 سنة في خط مستقيم) .

9- كلفة الصيانة بمعدل 5 % من كلفة المصنع وتتضمن العمل والمواد .

10- الضرائب والتأمينات بمعدل 2 % من كلفة المصنع سنوياً .

11- الفائدة بمعدل 4 % من كلفة المصنع سنوياً ، والتي تعتبر 8 % كفائدة من نصف كلفة المصنع .

12- عائد الاستثمار بمعدل 10 % من كلفة المصنع سنوياً بدون احتياطي الضرائب المتوقعة .

13- تكاليف إدارية ، وتكاليف متنوعة ، بمعدل 5 % من مجمل تكاليف الإنتاج الأخرى ، والتي تشمل نصيب فائدة رأس المال المستثمر ، نفقات بدء التشغيل . . .الخ .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تفترض مرحلة الأساس لمصانع الأمونيا ذات الطاقة 1000 طن يومياً الشروط التالية المذكورة في الجدول التالي :

Fuel and Feedstock	Heating Value [a]	Cost, $/ Unit (Base Case)
Natural gas	8.015 kcal/m^3	0.053/m
Naphtha	10.556 kcal/kg	130/t
Fuel Oil	9.722 kcal/kg	80/t
Coal	6.333 kcal/kg	25/t

a . Low heating value (LHV) .

Fuel and	Requirements per Ton of NH_3		
Feedstock	Quantity	Million kcal	Cost, $
Natural gas	1.07 m3	8 .6	56 .87
Naphtha	0 .89 t	9 .4	115 .70
Fuel Oil	1 .00 t	9 .7	80 .00
Coal	1 .97 t	12 .5	49 .25

إن كلفة الإنتاج المقدرة لمصنع بطاقة تصميميه تبلغ 1000 طن يومياً وعند 90 % من هذه الطاقة أي (300000 طن سنوياً) وباستخدام الغاز الطبيعي (0.053 دولار/م3) هي حوالي 115 دولار للطن من NH_3 وسعر باب المصنع هو 140 دولار . ويظهر الجدول (6) من أجل مقارنة أسعار السوق العالمية والبالغة 117 دولار / للطن الواحد من NH_3 . وهذا التقدير هو أعلى بقليل من كلفة الإنتاج المقدرة ولكنه أدنى من تقدير سعر باب المصنع

خلال الفترة الواقعة ما بين كانون الثاني 1976 وتموز من عام 1978 ، تراوح سعر السوق العالمية للأمونيا من 90 دولار إلى 135 دولار / للطن .

إلا أنه هناك بعض العوامل التي يمكن أن تؤدي إلى أسعار أدنى من تلك المقدرة في الجدول (6) وهذه العوامل هي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1- إن معدل سعر المادة الأولية قد يكون أدنى من 0.053 دولار/ م3 .

2- عائد الاستثمار قد يكون أدنى من % 10 .

3- إن أغلبية المصانع التي قد بنيت كانت فيها تكاليف إنشاء المصنع أدنى مما هي عليه حالياً ، واستهلكت قيمتها جزيئاً ، وكذلك رأس المال المستثمر كان منخفضاً .

Table 6 . Estimated Production Cost And Gate Sale Price Of Ammonia

Item	Quantity	Unit Price,$	$/ ton of NH_3
Natural gas	1,073 m^3	0 .053	56 .87
Catalysts and chemicals Misc . supplies			
Electricity	33 kWh	0 .027	0 .89
Cooling water	220 m^3	0 .01	2 .20
Boiler feed water	2 .3 m^3	0 .26	0 .60
Labor	0 .18 man-hour	8 .00	1 .44
Overhead	100% of labor		1 .44
Chemical control	20% of labor		0 .29
Maintenance	5 % of plant cost		12 .50
Taxes and insurance	2 % of plant cost		5 .00
Depreciation	6 .67 %		16 .68
Interest	4 .0 %		10 .00
Subtotal			109 .66
Adm. and misc.expense,5%			5 .49
Production cost			115 .15
ROI, 10%			25 .00
Gate Sale Price			140 .15

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من الواجب ملاحظة أن عودة رأس المال هو حوالي % 38 من كلفة الإنتاج و% 49 من سعر باب المصنع .

أما عند تأثير طاقة التشغيل ، لمصانع تعتمد على الغاز الطبيعي فقد وضحت في الجدول (7) بمعدل يتراوح بين 550 إلى 1.360 طن يومياً . إن زيادة الطاقة من 550 إلى1.000 طن يومياً يخفض كلفة الإنتاج بحوالي 13 دولار/ للطن وسعر باب المصنع بحوالي 20 دولار/ للطن ، ولكن بزيادة الطاقة إلى 1.360 طن يومياً ، فإن التكاليف تنخفض ولكن بشكل هامشي فقط.

بالنسبة لكلفة الغاز الطبيعي ، والمادة الأولية ، لمرحلة الأساس فهي 0.053 / م3 أو 6.01 دولار لكل مليون كيلو كالوري ، وهذه النسبة تمثل حوالي % 52 من كلفة الإنتاج . وكما لوحظ سابقاً أن أسعار الغاز الطبيعي تختلف وتتنوع بشكل واسع فقد تكون منخفضة بنسبة 1 دولار – 1.50 دولار/ مليون كيلو كالوري في بعض الأماكن قد تكون مرتفعة بنسبة 12 دولار من أجل LNG المستورد .

لكن لسوء الحظ فإن الغاز الطبيعي ، ذو الكلفة المنخفضة ، يتوفر فقط في المناطق النائية ، حيث تكون تكاليف الإنشاء عالية . ويقدر أن يكلف مصنع GRASS-ROOTS المتوضع في منطقة صناعية في البلاد المتطورة 75 مليون دولار . بينما نفس المصنع في البلاد النامية يتوقع أن يكلف أكثر وبنسبة% 50 - 25 كزيادة .

وهذا أمر بديهي لأن تأمين الأمور الداعمة والمساعدة الكثيرة وكذلك الخدمات والمواد اللازمة بشكل سريع وجاهز ، قد لا يكون متاحاً ومتوفراً ، كتوفرها في البلاد المتطورة . بالإضافة إلى ما ذكر فإن تحسينات البنية التحتية تكون لازمة ومطلوبة للمصنع ، وهذا أمر لا خلاف ولا نقاش فيه إذ لا يمكن للمصنع ، أن يعمل بشكل كافي وجيد بدونها . ومهما كانت الأسباب فمن غير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العادي ، أن تكون كلفة مجمل المشروع في البلاد النامية ضعف الكلفة في البلاد المتطورة .

أما عن تأثير زيادة كلفة المصنع بنسبة % 50 و % 100 ، وتأثير كلفة الغاز الطبيعي على كلفة الإنتاج ، وسعر باب المصنع للأمونيا فإنها موفرة في الأشكال (9-10) حيث أفترض أن التكاليف المتصلة برأس المال وتكاليف الغاز الطبيعي هي المتغيرة فقط ، بينما تكون التكاليف الأخرى ثابتة .

TABLE 7 . Effect Of Scale Of Operation On Production Cost And Gate Sale Price Of Ammonia From Natural Gas :

	Capacity, tpd		
	550	1000[a]	1360
Capacity, thousand tpy	165	300	408
Plant cost, $ million	52.5	75.0	109.0
	$ / ton of NH_3		
Natural gas	56.87	56.87	56.87
Catalysts, chemicals, and supplies	1.75	1.75	1.75
Utilities	3.69	3.69	3.69
Labor-related costs	4.03	3.17	2.80
Capital-related costs	56.22	44.18	42.88
Subtotal	122.56	109.66	107.99
Adm . and misc . Expense , 5 %	6.12	5.49	5.40
Production cost	128.68	115.15	113.39
ROI, 10 %	31.82	25.00	24.26
Gate Sale Price	160.50	140.15	137.65

a . Base Case .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذا بالطبع باستثناء التكاليف الإدارية والتكاليف العامة ، التي يفترض فيها أن تبلغ 5 % من مجموع كل التكاليف الأخرى . وهذا يسمح للزيادة في الربح الذي يعود على رأس المال العامل عندما تزداد كلفة المنتج .

الشكل (10) يوضح ، أن مصنعاً يكلف 150 مليون دولار ، ويستعمل الغاز الطبيعي ، عند 4 دولار/ 80 مليون كيلو كالوري ، سوف يكون منافساً لمصنع بكلفة 75 مليون دولار ، يستعمل غاز بسعر 12 دولار/مليون كيلو كالوري .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

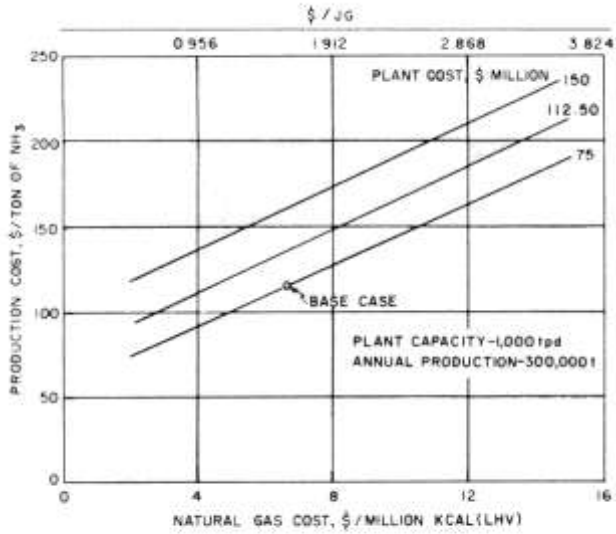


Figure 9. Effect of Plant Investment Cost and Natural Gas Cost on Production Cost of Ammonia.

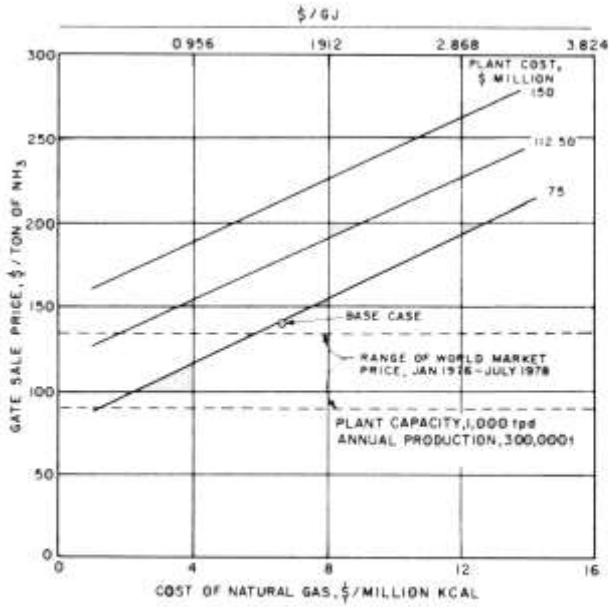


Figure 10. Effect of Plant Investment Cost and Natural Gas Cost on Gate Sale Price of Ammonia.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ولكن كلاً منهما لن يكون منافساً مع أسعار السوق العالمية . وإن كان الغاز متوفراً عند سعر 2 دولار/ مليون كيلو كالوري فإن كلفة رأس مال المصنع سوف تصل إلى حوالي 95 مليون دولار (حوالي % 27 فوق حالة الأساس). البلدان النامية قد تكون قادرة على الحصول على الدين أو القرض على أساس امتيازي والذي سوف يخفض سعر الأمونيا المطلوبة من أجل التشغيل المثمر والفعال .

المقارنة لا تشتمل على تكاليف الشحن ، في حال أن الأمونيا منتجة من أجل التصدير ، فإن كل مصنع يتمتع بميزة أو منفعة ، ضمن منطقته ، مقارنةً مع مصانع بعيدة أخرى . وإذا أنتجت الأمونيا من أجل الاستعمال المحلي ، فإن المقارنة التي يجب أن تأخذ بعين الاعتبار : الكلفة المسلَّمة للأمونيا المستوردة ، بالإضافة إلى كلفة تحويل إلى منتج نهائي مقبول .

المقارنات السابقة تسند إلى الانتفاع بالطاقة (المقدرة) بحوالي % 90 من الإنتاج السنوي والمساوية لـ 330 مرة من القدرة اليومية المقدرة (المخمنَّة) ، بعض المصانع قطعت شوطاً واسعاً في مجال انتفاع استفادة القدرة % 100 بسنوات طويلة ، والتي يفترض فيها أن تبلغ 330 مرة من القدرة اليومية أو حتى أعلى بكثير ، ولكن الكثير من المصانع لا تحصل على % 90 من انتفاع القدرة السنوية لأسباب عديدة مثل : التوقف وانقطاع التزويد بالمواد الأولية ، أو نقص في حاجة السوق ، أو صعوبات تقنية . وبشكل خاص ، في البلدان النامية الكثير من مصانع الأمونيا قد اشتغلت جيداً دون % 90 من القدرة المخمنة حتى عندما كانت الأسمدة في حال نقص للاحتياطي. هناك العديد من الإستثناءات الهامة والبارزة ، والمعدّل الخاص بالبلدان النامية يتحسن ويتطور .

بما أن إنتاج الأمونيا يتطلب رأس مال ضخم فإن نسبة الانتفاع والاستفادة من الطاقة الإنتاجية ، لها تأثير هام على كلفة الإنتاج والربح . فعلى سبيل المثال : التشغيل عند نسبة تصل إلى % 100 سوف تخفض وتقلل كلفة الإنتاج عن النسبة % 90 من الطاقة بالنسبة لحالة الأساس بنسبة 4.42 دولار/ للطن ،

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وسعر مبيع البوابة بـ 6.92 دولار . ولكن التشغيل عند % 75 بدلاً من % 90 من الطاقة سوف يزيد كلفة الإنتاج بنسبة 8.84 دولار/ للطن ، وسعر مبيع البوابة بـ 13.84 دولار . وبالنسبة للمصانع ذات الكلفة العالية فإن التأثير بشكل نسبي يكون أكبر وهكذا ، لذا فإن ميزة أن يتمركز المصنع حيث تكون المواد الأولية متاحة ومتوفرة وذات كلفة منخفضة ، يمكن أن تتلاشى باتحاد واجتماع كلفة رأس المال العالية ، واستثمار الطاقة المنخفض .

لكن الرغم من كون تخفيض كلفة رأس المال أمراً هاماً ، فإن هذا لا يجب أن يتم الاعتماد عليه . وبشكل عام المال الإضافي الذي صرف في تحسين وتوثيق المصنع سوف يُدفع ثانيةً في تحسين الاستفادة من الطاقة الإنتاجية .

كلفة الإنتاج المنخفض ، والربح العالي في الأماكن التي تكون تكاليف المواد الأولية منخفضة ، فإن ادخاراً وتوفيراً في كلفة الطاقة الإنتاجية يمكن أن يتم عن طريق حرارة محكمة أقل ، وتسهيلات استرداد الطاقة ، والتجهيزات الإضافية المطلوبة ، واللازمة لتحسين الكفاية والقدرة تكون هامة وضرورية عندما تكون تكاليف المواد الأولية مرتفعة ، ولكنها أقل أهمية عندما يكون الغاز الطبيعي ذو الكلفة المنخفضة ، متوفراً ومتاحاً . بالإضافة إلى أن المعدات والتجهيزات الإضافية تميل إلى تعقيد تشغيل المصنع وتزيد من كلفة الصيانة .

وهناك بعض الوسائل الأخرى من أجل تقليل تكاليف رأس المال وهي :

1- اختيار مخطط (تصميم) نموذجي كأساس .

2- اختيار وانتقاء مقاول موثوق قادر ذو فطنة .

3- تقليل زمن ووقت التشييد والبناء .

– اختيار المادة الأولية يؤثر على كلفة الإنتاج ، وبالتالي فهو يؤثر على كلفة المصنع . وكما درس ونوقش سابقاً ، عن طريق التأثير بتكاليف المواد الخام ، وتكاليف التشغيل الأخرى . إن اختيار المادة الأولية قد يؤثر على وثوقيّة المصنع بالرغم من عدم وجود بيانات ، وإحصاءات دقيقة حول هذه النقطة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والمصانع التي تعتمد على الفحم ، لها موثوقية ضعيفة بالرغم من أن نسب الإنتاج تصل إلى أعلى من 90 % من الطاقة قد سجلت .

ورغم أن إنتاج الأمونيا من الفحم أصبح شائعاُ ورائجاً ، فمن المحتمل أن تصميم التجهيزات سوف يتطور ويتحسن بحيث أن تشغيلاً يوثق به أكثر يمكن توقعه والتنبؤ به .

تكاليف الإنتاج المقدرة وأسعار مبيع البوابة من أجل 1000 طن يومياً من الأمونيا لمصنع أمونيا يقع في بلد متطور ويستخدم النفتا ، زيت الوقود ، والفحم وقد وضحت من خلال الجداول 8 ،9 ،10 وفي الشكل 11 ،12 ونتائج التقديرات قد لخصت أدناه :

Fuel and Feedstock	Assumed Price	Production Cost	Gate Sale Price
Natural gas	50 .053 / m3	115 .16	140 .16
Naphtha	130 / ton	185 .10	213 .60
Fuel Oil	80 / ton	185 .10	213 .60
Coal	25 / ton	158 .41	208 .41

إن أسعار مبيع البوابة للأمونيا ، من أجل كل واحدة من المواد الأولية الأربعة وعلاقتها (صلتها) بسعر المادة الأولية ، قد وضحت في الأشكال 11 و12 . وإن تأثير المادة الأولية ، على كفة الإنتاج قد تفسر وتشرح حسب المادة الأولية اللازمة لإنتاج الأمونيا عند مستويات كلفة معطاة مسبقاً كالتالي :

Production Cost,	Required Feedstock Cost, $/Million kcal			
$/ ton of NH_3	Natural Gas	Naphtha	Fuel Oil	Coal
100	4. 70	3. 50	1. 20	Negative

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

150	10. 50	8. 70	6. 30	2. 40
200	16. 00	13. 80	11. 20	6. 80

عند الشروط المفترضة في التقدير فإن 100 دولار / للطن من كلفة إنتاج الأمونيا يمكن الحصول عليها بالغاز الطبيعي عند حد 4.70 دولار ، والنفتا عند 3.50 دولار أو زيت الوقود وعند 1.20 دولار / مليون KcaL . هذه الكلفة للإنتاج لا يمكن الحصول عليها من الفحم . و 150 دولار/ للطن من كلفة الإنتاج يمكن الحصول عليها مع الغاز الطبيعي عند 10.50 دولار ، والنفتا عند 8.70 دولار وزيت الوقود عند 6.30 دولار والفحم عند 2.40 دولار / مليون Kcal .

إن مقارنة مماثلة تستخدم سعر مبيع البوابة المقدرة هي كالتالي :

Gate Sale Price,	Required Feedstock Cost, $/Million kcal			
$/ ton of NH_3	Natural Gas	Naphtha	Fuel Oil	Coal
120[a]	4. 70	3. 40	Negative	Negative
150	7.70	6.20	2. 30	Negative
200	13. 00	11.00	7.30	3.30

a. Approximate present world market price

المقارنات السابقة أعلاه تستند على كلفة استثمار رأس المال المقدر بالنسبة لبلد متطور ، وإن كانت كلفة الاستثمار في البلدان النامية أعلى بـ 50 % ، فإن تكاليف الإنتاج وأسعار مبيع البوابة ، سوف تكون بالتالي أعلى . وفي حالة المصنع الذي يعتمد على الفحم مثلاً ، فإن زيادة كلفة الاستثمار بنسبة 50 % ، سوف تزيد كلفة إنتاج الأمونيا بنسبة تصل إلى حوالي 44 دولار/ للطن ، وسعر مبيع البوابة بنسبة 69 دولار/ للطن .

Table 8 . Estimated Production Cost And Gate Sale Price Of Ammonia Made From Naphtha :

Feedstock -- Naphtha (base case)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Capacity --1000 tpd ; Capacity utilization -- 90 %
Annual production -- 300000 ton
Location -- Developed country
Plant cost -- $ 85.5 million

Item	Quantity	Unit Price , $	$/ ton of NH_3
Naphtha	0 .89 ton	130	115 .70
Catalysts and chemicals Misc . supplies			1 .00
Electricity	50kWh	0 .027	1 .35
Cooling water	288 m^3	0 .01	2 .88
Boiler feed water	1 .9 m^3	0 .26	0 .49
Labor	0 .02 man-hour	8 .00	1 .60
Overhead	100 % of labor		1 .60
Chemical control	20 % of labor		0 .32
Maintenance	5 % of plant cost		14 .25
Taxes and insurance	2 % of plant cost		5 .70
Depreciation	6 .67 % of plant cost		19 .01
Interest	4 .0 % plant cost		11 .40
Subtotal			176 .30
Adm . and misc . expense, 5%	5 % of subtotal		8 .81
Production cost			185 .11
ROI, 10 %			28 .50
Gate Sale Price			213 .61

Table 9 . Estimated Production Cost And Gate Sale Price Of Ammonia Made From Heavy Fuel Oil :

Feedstock -- Heavy . fuel oil (base case)
Capacity --1000 tpd ; Capacity utilization -- 90 %

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Annual production -- 300000 ton
Location -- Developed country
Plant cost -- $ 120 million

Item	Quantity	Unit Price , $	$/ ton of NH_3
Fuel Oil	1 .00 ton	80 .00	80 .00
Catalysts and chemicals			0 .50[a]
Misc . supplies			1 .00
Electricity	Self- sufficient		-
Cooling water	352 m3	0 .01	3 .52
Boiler feed water	1 .6 m^3	0 .26	0 .42
Labor	0 .27 man-hour	8 .00	2 .16
Overhead	100 % of labor		2 .16
Chemical control	20 % of labor		0 .43
Maintenance	5 % of plant cost		20 .00
Taxes and insurance	2 % of plant cost		8 .00
Depreciation	6 .67 % of plant cost		26 .68
Interest	4 % plant cost		16 .00
Subtotal			160 .87
Adm . and misc . expense, 5%	5 % of subtotal		8 .04
Production cost			168 .91
ROI, 10%			40 .00
Gate Sale Price			208 .91

a . No provision made for removal of SO_x or NO_x from stack gases from combustion of fuel oil in steam/electric generation unit .

Table 10 . Estimated Production Cost And Gate Sale Price Of Ammonia Made From Coal :

Feedstock -- Coal (base case)
Capacity --1000 tpd ; Capacity utilization -- 90 %
Annual production -- 300000 ton

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Location -- Developed country
Plant cost -- $ 150 million

Item	Quantity	Unit Price , $	$/ ton of NH_3
Coal	1 .97	25 .00	49 .25
Catalysts and chemicals			0 .50[a]
Misc . supplies			1 .00
Electricity	Self- sufficient		-
Cooling water	308 m3	0 .01	3 .08
Boiler feed water	1 .9 m^3	0 .26	0 .49
Labor	0 .52	8 .00	4 .16
Overhead	100 % of labor		4 .16
Chemical control	20 % of labor		0 .83
Maintenance	5 % of plant cost		25 .00
Taxes and insurance	2 % of plant cost		10 .00
Depreciation	6 .67 % of plant cost		33 .35
Interest	4 % plant cost		20 .00
Subtotal			151 .82
Adm . and misc . expense, 5%	5 % of subtotal		7 .59
Production cost			159 .41
ROI, 10%			50 .00
Gate Sale Price			209 .41

a . No provision made for removal of SO_x or NO_x from stack gases from combustion coal in steam/electric generating unit .

وفي الشكلين 11 و 12 ملخص إنتاج التقديرات :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

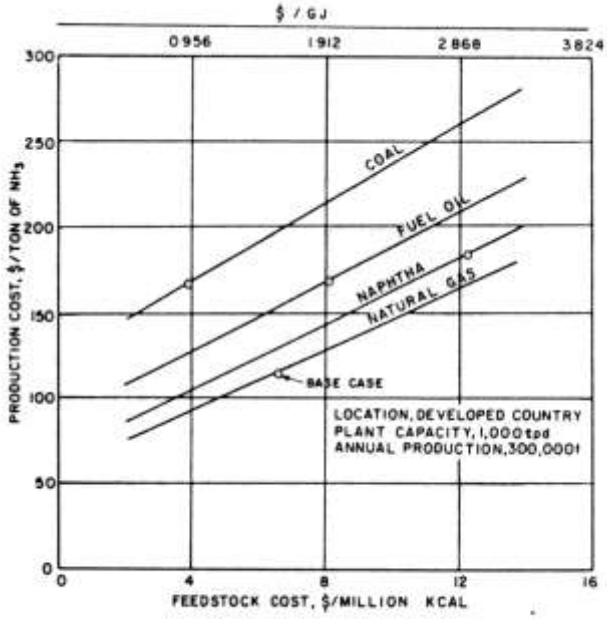


Figure 11. Effect of Price and Type of Feedstock on Production Cost of Ammonia.

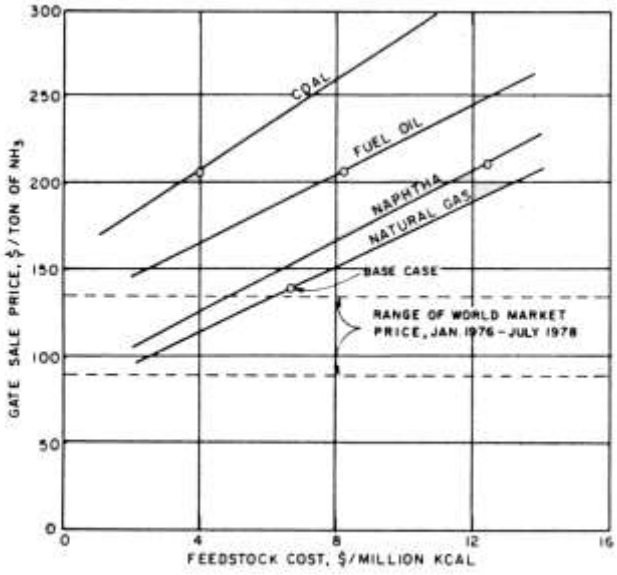


Figure 12. Effect of Type and Price of Feedstock on Gate Sale Price of Ammonia.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من المحتمل أنه أمراً غير حقيقي الافتراض بأن مصنع الأمونيا الذي يعتمد على الفحم ، يمكن أن يشتغل عند نفس النسبة من الطاقة المقدرة ، مثل المصنع الذي يعتمد على النفتا ، أو الغاز الطبيعي . وهذا العامل يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار ، ولكن ليس هناك خبرة وتجربة كافية مع مصانع تعتمد على الفحم ، لتأسيس وإنشاء ما يمكن أن يتوقع من الاستفادة من معدل الطاقة . وإن كان مفترضاً أن المصنع الذي يعتمد على الفحم سوف يشتغل عند معدل استفادة من الطاقة يصل إلى % 10 أقل من مصنع يعتمد على الغاز (% 80 من % 90 مثلاً) . إن تباين كلفة الإنتاج سوف تزاد بنسبة حوالي 9 دولار/ للطن وسعر مبيع البوابة بـ 13 دولار للطن .

من خلال المقارنات السابقة يبدو أنه من غير المحتمل أن مصانع الأمونيا المعتمدة على الفحم ، والتي تستخدم التقنية الحديثة يمكن أن تنتج أمونيا تناسب أسعار السوق العالمية ، في الماضي فإن المصانع التي تعتمد على الفحم قد بنيت في أماكن حيث كان الفحم هو المادة الأولية الوحيدة وحيث أن ميزات الإنتاج المحلي الأمان والسلامة ، وتوفير القطع الأجنبي ... الخ . فإن في الأهمية (رجح) الكلفة المرتفعة . وفي المستقبل ، فإن بعض البلاد المتطورة يمكن أن تأخذ على عاتقها إنتاج الأمونيا من الفحم ، وذلك عندما ينفذ وينضب احتياطي الغاز الطبيعي ، وخاصة إن أصبحت التقنية المتطورة متوفرة . وفي البلاد النامية كمجموعة فإن كميات احتياطي الغاز الطبيعي ، مكافئة ومساوية لاستعمال 136 سنة قادمة عند نسب ومعدلات الإنتاج المتداول (الشائع) . وبينما نسبة الإنتاج تزداد فإن هناك احتياطي أن يكتشف وبالإضافة إلى ذلك احتياطي الغاز والزيت يبدو أنه يتوزع بشكل واسع أكثر من الفحم ، بحيث أن 70 دولة بما فيها 54 دولة نامية قد أوضحت في تقريرها احتياطي ومؤونة الغاز الطبيعي أو البترول أو كلاهما . بينما فقط 19 دولة بما فيها 5 دول نامية قد أوضحت احتياطي الفحم . ولذلك فإن يبدو أن الغاز الطبيعي هو المسيطر كمادة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أولية على أساس عالمي ، وذلك لنهاية القرن العشرين ، ومن الممكن خلال السنوات الأوائل من القرن الواحد والعشرين وذلك اعتماداً على نسب ومعدلات الاكتشاف .

اقتصادية مصانع الأمونيا الصغيرة الطاقة :

Economics Of Small-Scale Ammonia Plants :

من الصعب تقدير اقتصادية مصانع الأمونيا الصغيرة ذات الطاقة الإنتاجية (300 - 100 طن يومياً) وذلك لأن القليل منهم قد بنيت خلال السنوات الماضية حديثاً . وبسبب ميزاتها ، التي تعتمد على شروط خاصة ، والتي من الصعب تعميمها . هناك بعض المواقع والتي تؤخذ بعين الاعتبار لإنشاء مصنع أمونيا صغير :

1- عندما يكون هناك سوق محلي ، حيث أنه . سوف يكون أمراً صعباً أو مكلفاً التأمين والتزويد من مصانع بعيدة من ضخمة .

2- عندما يكون الموقع غير مناسب بحيث أنه من الصعب نقل تجهيزات ثقيلة وضخمة إلى موقع المصنع أو من أجل تشييده وبناءه .

3- عندما يكون هناك احتياطي محدود من المواد الأولية ذو كلفة مقبولة مثل الجيوب الصغيرة للغاز الطبيعي ، أو كميات احتياطي صغيرة من الهيدروجين المنتج الثانوي .

إن كلفة مصنع أمونيا ذو طاقة 200 طن يومياً ويستخدم الغاز الطبيعي كمادة أولية في الولايات المتحدة قد قدرت من قبل TVA لأن تصل إلى 18 مليون دولار . هذا التقدير قد استند على أسعار كانون الأول لعام 1974 ، مع تدرج سلمي إلى عام 1987 . إن الكلفة لكل طن سنوي ، من الأمونيا كانت حوالي 61 % أكثر من تلك المقدرة لمصنع ذو طاقة تصل إلى 1000 طن يومياً وعلى نفس الأساس والمبدأ .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لقدأقيم مؤخراً مصنعاً طاقته الإنتاجية 181 طن يومياً في كولومبس ، وميسيسبي في الولايات المتحدة . وكانت الكلفة 16 مليون دولار, وأحد أهم ميزات الموقع كانت وجود احتياطي ذو أجل طويل من الغاز الطبيعي ، الممتلك خصوصياً . المكان كان بعيداً نوعاً ما عن الطرق المائية الداخلية ، أو خطوط أنابيب الأمونيا ، وبالتالي لها بعض الميزات الكلفة الخاصة بالتوزيع المحلي .

كمثال آخر لمشروع يتضمن مصنع أمونيا صغير هو في نيوزيلاندا حيث مشروع اليوريا وكبريتات الأمونيوم قد أعلن مؤخراً . المشروع تضمن مصنعاً للأمونيا لإنتاج 92000 طن من N لكل سنة أي حوالي 340 طن من NH_3 لكل يوم . وكلفة مصنع الأمونيا قد قدرت بـ 14.7 مليون دولار نيوزيلندي ، والتي هي مكافئة ومساوية لحوالي 15.6 مليون دولار أمريكي . المصنع سوف يستخدم الغاز الطبيعي من الاحتياطي المحلي وتؤمن مستلزمات وحاجات سماد النتروجين النيوزيلندي والتي أصبحت حالياً ومؤخراً تستورد .

بافتراض أن كلفة رأس المال لمصنع ذو طاقة إنتاجية 200 طن يومياً هي 60 % أكبر لكل طن من الطاقة الإنتاجية ، من ذلك الذي تصل طاقته الإنتاجية إلى 1000 طن يومياً ، وتكاليف الإنتاج ذات صلة برأس المال سوف تكون حوالي 27 دولار للطن ، وذلك باستخدام الطريقة القياسية النموذجية للتقدير المستعمل في هذا الفصل .

هذا التباين في الكلفة يمكن أن يوازن بمادة أولية ذات كلفة منخفضة ، أو بالاحتياطي الموثوق من المواد الأولية والتوفير في كلفة التصدير والتوزيع.

وهناك العديد من المقترحات المتعددة ، الخاصة بمصانع الأمونيا الصغيرة أو مصانع الأمونيا يوريا الصغيرة في البلدان النامية . وخاصة بالنسبة للبلاد النائية أو المناطق النائية للبلاد الواسعة . وعلى سبيل المثال اقترح Snamgrogetti مصانع أمونيا ويوريا بطاقة إنتاجية تصل إلى 150 طن يومياً (انظر الفصل IX) وقدّر أن عشرة من هذه المصانع سوف تكلف حوالي 46

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

% أكثر من مصنع واحد بطاقة 1500 طن يومياً . ولكن قد قدر أن الكلفة المسلّمة من اليوريا على مستوى المزرعة سوف تكون أدنى وأقل .

إن الاقتراح الخاص بمصانع صغيرة ومتعددة بدلاً من مصنع واحد ضخم سوف يؤخذ بعين الاعتبار . ويتضمن مسألة احتياطي المواد الأولية . وليس هناك العديد من البلاد حيث المواد الأولية تكون متاحة في عدد كبير من المواقع . ولكن مشكلة المواد الأولية يمكن أن تحل ، إن تطورت عمليات وطرق من أجل إنتاج عينات من الفضلات العضوية بنجاح على أساس كافٍ من أجل مصانع الأمونيا الصغيرة .

مصانع الأمونيا أو اليوريا الصغيرة متوفرة ومتاحة في تصميم وتخطيط قياسي يتألف من وحدات ذات Skid-mounted والتي يمكن لها أن تُؤسس وتوصل بعمل الإنشاء الصغير Onsite . وهكذا فإن زمن الإنشاء قد يكون قصيراً تماماً . وكنتيجة هناك اهتماماً أقل برأس المال خلال الإنشاء والتشييد . بالإضافة إلى أن تقصير الفترة من البداية إلى مرحلة الإتمام والإنهاء سوف يساعد في تخفيض الاحتمالات التي تعترض التخطيط ذو الأمد الطويل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل السابع

7- نقل وتخزين الأمونيا

VII- Transportation and Storage Of Ammonia

مقدمة Introduction :

يشحن الكثير من إنتاج العالمي للأمونيا من المصانع حيث يتم إنتاجها ، إلى أماكن أخرى ، من أجل إدخالها في صناعة الأسمدة ، أو استعمالها المباشر كسماد ، أو كمادة أولية لصناعات غير سمادية . هناك فكرة لا بأس بها عن ضخامة النقل البحري للأمونيا التي يمكن أن نحصل عليها عن طريق تقرير ISMA عام 1977 ، والذي يضع في قائمته 135 مرفأ موزعة في أنحاء العالم إضافة للعديد من المرافئ الأخرى التي هي تحت قيد الإنشاء . تبلغ الطاقة التخزينية الإجمالية لهذه المرافئ مقدار حوالي 2.734.000 طن . والطاقات التخزينية الإفرادية تراوحت من بضع مئات الأطنان إلى 121.000 طن , علماً بأن القائمة لم تشتمل المرافئ الداخلية التي يمكن الوصول إليها فقط عن طريقة مراكب النقل على الطرق المائية الداخلية أو عن طريق القنوات أو عن طريق السكك الحديدية .

لقدارتفع مجموع التجارة في مادة الأمونيا بين البلدان في عام 1976 إلى حوالي 3.050.000 طن ، وزادت إلى 4.033.000 طن في عام 1977 . وكانت هولندا هي البلد الرائد في مجال تصدير الأمونيا ، حيث صدرت عام 1976 حوالي 569.000 طن . أما البلدان الأخرى والتي صدرت أكثر من 100.000 طن في عام 1976 كانت : النمسا ، بلجيكا ، فرنسا ، الاتحاد السوفيتي سابقاً ، هنغاريا ، الولايات المتحدة ، كندا ، نيزويلا ، الكويت .

وهناك تقرير آخر لـ ISMA جمعية مصنعي السوبرفوسفات الدولية ، صدر في 1978 حيث يضع في قائمته 192 سفينة صالحة وملائمة لنقل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأمونيا اللامائية ، وكان حوالي 33 سفينة حمولة الواحدة 10.000 طن إلى 46.500 طن ، وهذه يمكن أن تنقل أيضاً الغازات السائلة ، وخصوصاً الغازات البترولية المميعة لأن التجهيزات الملائمة لنقل الغازات البترولية المميعة هي بوجه عام صالحة أيضاً لنقل الأمونيا اللامائية . كما يمكن ولسيارات الشحن وصهاريج نقل السكك الحديدية والسفن أن تستعمل أحياناً بشكل قابل للتغيير لنقل كلتا المادتين .

الأمونيا تنقل عادة في الحالة السائلة ولذلك يجب إما أن تضغط ، أو أن تبرد ، أو إجراء كلتا الطريقتين معاً عليها . وبما أن خزانات تخزين الأمونيا ، قد تكون مبردة بالكامل أو شبه مبردة أو مضغوطة فلابد من تجهيزات النقل أن تكون كذلك . إن صهاريج النقل المبردة بشكل كامل تجهز وتزود لتحافظ على درجة واحدة حوالي (33 -) درجة مئوية ، والتي يكون ضغط البخار للأمونيا عندها مساوياً للضغط الجوي ، انظر الشكل 11 والفصل X . أما في خزانات التخزين الشبه مبردة فتحفظ الأمونيا عند درجات منخفضة بشكل معتدل أو وسطي أي حوالي 5- 0 درجات مئوية ، والتي يكون عندها مقياس الضغط حوالي 3 - 4 ضغط جوي ، أما خزانات التخزين الغير المبردة وتصمم عادة من أجل ضغوط تفوق 18 ضغط جوي فإنها يجب أن تكون كافية من أجل درجة محيطة ومتوقعة في معظم حالات المناخ . إن تكنولوجية ونوعية الفولاذ المستعمل من أجل خزانات أو أوعية النقل وخطوط الأنابيب للأمونيا هامة وضرورية وهي أيضاً معقدة جداً إذا ما شرحت هنا ، ولكن نقطتان يجب إيضاحهما ، كل نموذج ونمط من الفولاذ له درجة حرارة انتقالية معينة والتي دونها يكون معرضاً للتكسير الهش . إن التكسير الهش يبدأ عند شق (فلق) أو خدش ، عادة قرب اللحام حيث يحدث الإجهاد الشديد .

متى ما بدأ التكسير فإنه قد ينتشر بسرعة ، كذلك فمن الضروري والهام ألا تكون درجة حرارة الخزان أو خط الأنابيب دون درجة حرارتها الانتقالية ، إلا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إذا خفف الإجهاد بشكل حراري . إن تخفيف الإجهاد باهظ وعالي الكلفة ، وأحياناً يكون غير عملي ، ولهذا فإن خزانات الضغط وخطوط الأنابيب يجب ألا تستقبل الأمونيا المبردة بل يجب أن تدفئ الأمونيا إلى درجة حرارة تفوق درجة الحرارة الانتقالية للفولاذ المستعمل في صنع الخزان .

هناك مشكلة أخرى ألا وهي التصدع والتآكل لخزانات الضغط ، والتي يمكن أن تحدث عند درجات حرارة وضغوط مختلفة ، وذات معدلات ونسب واسعة . إن سبب التصدع الإجهادي التآكلي غير مفهوم تماماً ، ولكن حدوثه يكون نادراً ، إذا كانت الأمونيا تحتوي على كمية صغيرة من الماء ، ولهذا السبب فإن إضافة نسب أقل من 0.2 % من الماء ضرورية جداً ، إن كانت الأمونيا ستنتقل في خزانات الضغط . الفصل الحالي معني بالنقل والتخزين على مستوى واسع , أما نقل وتخزين الأمونيا على مستوى التجزئة فإنه سوف يدرس في الفصل (X) .

تخزين الأمونيا Ammonia Storage :

يعتبر التخزين تحت الضغط بما في ذلك التخزين شبه المبرد– اقتصادي من أجل كميات تصل إلى حوالي 2.000 طن ، والنسبة الأعلى من هذا المعدل يفضل أن تخزن في خزانات كروية شبه مبردّة ، بينما في النسبة الأقل من المعدل السابق فإنه يمكن تخزينها في خزانات أسطوانية أفقية بنهايات وأطراف نصف دائرية . وحتى في حالة أن كل الأمونيا تستعمل عند موقع العمل ، حيث تنتج فإنه من المألوف والعادي أن تكون هناك سهولة لتخزين الإنتاج على الأقل لمدة 15 يوماً ، بحيث أن التوقف وانقطاع التشغيل بسبب ما سوف لن يستدعي ويتطلب توقف وتعطيل سير التشغيل في مصنع الأمونيا .

في حالة مصنع الأمونيا – اليوريا المركبة مثلاً ، عندما يتوجب على مصنع اليوريا أن يوقف التشغيل من أجل الصيانة والإصلاحات ، فإن مصنع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأمونيا يمكن له أن يستمر في التشغيل ، وسير العمل مع الأمونيا الذاهبة إلى التخزين . وعندما يعود مصنع اليوريا للعمل والتشغيل فإنه يمكن له أن يستغل ويستثمر الأمونيا المنتجة من مصنع الأمونيا مع نسبة صغيرة إضافية من المخزون ، الذي يؤمن لمصنع اليوريا طاقة كافية . ولهذا السبب فإنه من المألوف والعادي أن تصمم وحدة اليوريا لمصنع اليوريا – الأمونيا المركب من أجل أن يعطي 5 - 10 % من الطاقة أكثر مما هو مطلوب ولازم للاستفادة من مردود ومنتج مصنع الأمونيا اليومي .

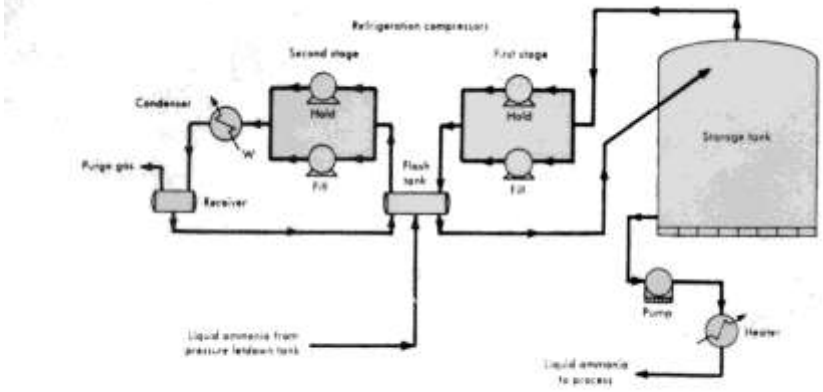


Figure 1. Simplified Diagram of Refrigerated Ammonia Storage Facility.

إن المخطط المبسط لتخزين الأمونيا المبرّدة قد وضح في الشكل (1) . وفي هذه الحالة فإن الأمونيا السائلة تحت الضغط يتم تلقيها من وحدة تصنيع الأمونيا (انظر الفصل VI) وعندما يقل الضغط في خزان تخفيف الضغط (خزان الوميض) إلى ضغط جوي تقريباً ، فإن جزءاً من الأمونيا تتبخر ، والحرارة السلبية للتبخير هذه ، تقلل وتخفض حرارة السائل المتبقي إلى حوالي ° 33 - درجة ، حيث يستفاد منها في تبريد خزانات التخزين . بخار الأمونيا يميع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بالضغط ، والماء البارد ، ومن ثم يعود إلى خزان الوميض وبما أن الأمونيا القادمة من مصنع الأمونيا تحتوي على كميات صغيرة من الغازات المنحلة مثل : H_2-- N_2 -- Ar-- CH_4 هذه الغازات التي تدعى بغازات الوميض لأنها لا تتكاثف ويتم التخلص منها في وحدة الضاغط ذو المرحلة الثانية . وعندما لا يكون حوض التخزين ممتلئاً فإن كمية صغيرة نسبياً من الأمونيا تتبخر في داخل الخزان إذا ارتفعت درجة الحرارة ، وخاصة إذا كان الخزان غير معزولاً بشكل جيد إلا أن هذه الحرارة تزال نتيجة تبخر الأمونيا ، والكمية الصغيرة نسبياً من بخار الأمونيا تضغط بواسطة ضاغط صغير، وتميع بواسطة الماء البارد وتعود إلى خزان التخزين . وعندما يملئ الخزان فإن كمية كبيرة من بخار الأمونيا تتشكل مستلزمة استعمال ضاغط أضخم وأكبر .

الأمونيا السائلة المسحوبة من الخزان ، من أجل معالجتها أو شحنها ، قد تسخن بشكل اختياري . وإذا تم تحميلها على حامل مبرد (سفينة أو مركب للنقل) فإن بخار الأمونيا يضخ خلال أنابيب معزولة عند درجة حرارة التخزين , وعندما تستدعي عملية التوقف تسخين أو تبخير الأمونيا فإنه يمكن القيام بهذا عن طريق الماء الساخن المعاد من نظام جهاز التبريد .

إن خزانات تخزين الأمونيا المبرّدة على نوعين :

النوع الأول ذو جدار مزدوج ويملئ الفراغ بين الجدارين بالهواء الجاف أو النتروجين أو بخار خامل وبضغط أعلى بقليل من الضغط الجوي .

النوع الثاني للخزانات هو ذو جدار يعزل ويفصل عن الخارج بواسطة الزجاج الرغوي أو الستيارو الرغوي أو البولي أيزوسيانورات أو البولي يورثان الرغوي . وبالرغم من أن كلفة الاستثمار للخزان ذو الجدران المضاعفة أكبر من كلفة الخزان ذو الجدران المفرد فإن تكاليف الصيانة عادة ما تكون أقل . وكذلك فإن خزانات التخزين شبه المبردة هي أيضاً لابد أن تعزل بشكل جيد لإبقاء الأمونيا عند درجة الحرارة المطلوبة وعادة ما تكون من ° (5- 0) درجات مئوية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وذلك بواسطة السماح لها لأن تتبخر عند ضغط مضبوط أو محكم ثم يضغط البخار ويميع بواسطة الماء المبرد ويعود السائل إلى الخزان . وهكذا فإن هذا الجهاز شبيه بمبدأ التخزين المبرد بشكل كامل . ولكن الجهاز الشبه مبرد هو أقل تعقيداً وبشكل نسبي رخيص وغير باهظ الكلفة . إن محطات شحن واستقبال الأمونيا السائلة في المرفأ مشابهة في المبدأ لسهولة التخزين المتبعة داخل المصنع بالرغم من وجود بعض الاختلافات الهامة , وبشكل واضح فإن هذه المحطات يجب أن تكون في موقع يمكن الوصول إليه بالنسبة لهذه السفن . والمرافئ الملائمة لاستقبال السفن الكبيرة ليست كثيرة كما أن الأماكن والمواقع القريبة من هذه المرافئ قد تكون نادرة وغالية وفي بعض المرافئ لابد من إجراء تحسينات معينة في الميناء ويعتمد على تركيب وبنية وتصميم الرصيف بما يتناسب مع استقبال هذه السفن . ولتخفيض زمن ووقت النقل والحمل يجب أن تحمل السفن أو تفرغ بسرعة بالجو الدافئ لبخار الأمونيا المبرد . ولهذا فإن المضخات ذات الطاقة الضخمة وخطوط الأنابيب المعزولة جيداً والضخمة تكون مطلوبة ولازمة لهذه الغاية . وبافتراض أن مصنع الأمونيا ليس متاخماً وقريباً من الميناء فإن كلفة لا بأس بها قد تُشمل في نقل الأمونيا إلى المرفأ ، فعلى سبيل المثال فإن كلفة خط الأنابيب المعزولة والمناسبة لنقل الأمونيا من السفن إلى المرفأ أو بالعكس هي بحدود 650 دولار / م . بالإضافة إلى ذلك فلابدَّ من طاقة أو قدرة تبريد إضافية قد تكون لازمة لتبريد الأمونيا حالما يتم تلقّيها. وإذا تم تلقي الأمونيا عند الميناء من أجل استعمالها في تصنيع الأسمدة مثل نترات الأمونيوم أو فوسفات ثنائي الأمونيوم فإن مكان المصنع يجب أن يكون قريباً من المرفأ إلى أكبر حد وذلك لتقليل كلفة النقل من المرفأ إلى المصنع . ومن أجل الأسباب السابقة فإن كلفة الاستثمار والتشغيل لمرفأ الأمونيا من المحتمل أن تتغير وتتنوع بشكل واسع وعادة ما تكون أكبر من كلفة التخزين في داخل المصنع .

والشكل 2 التالي يبن تكاليف التخزين المبرّد للأمونيا :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

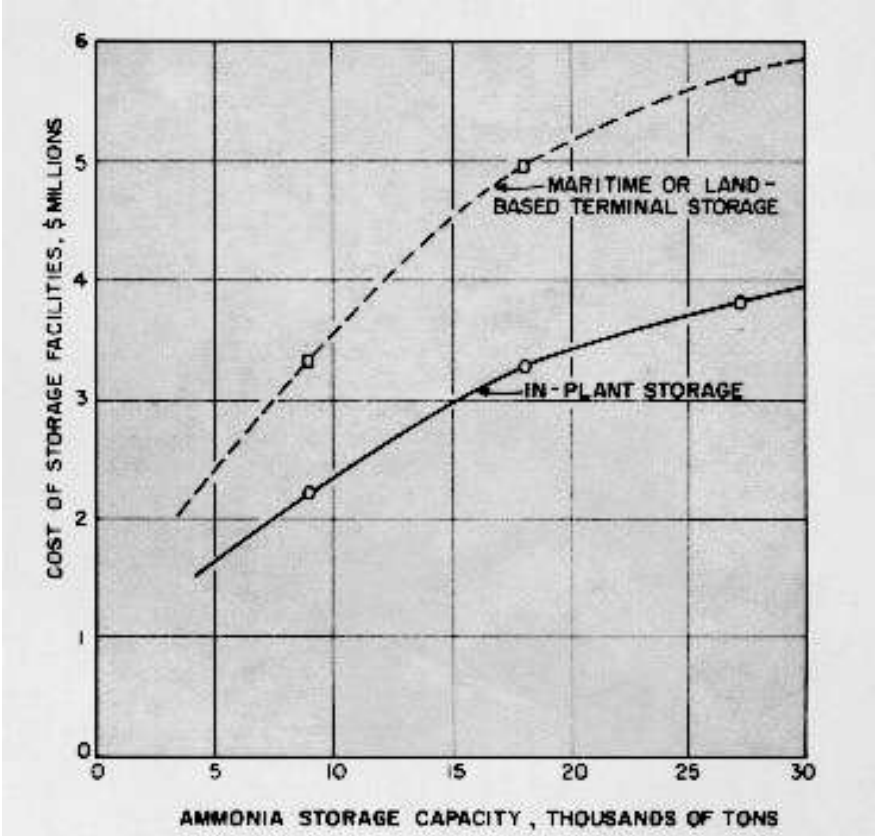


Figure 2. Estimated Capital Costs for Refrigerated Ammonia Storage Facilities.

إن كلفة التخزين داخل المصنع تتضمن فقط خزانات التخزين وقواعدها ومعدات التبريد اللازمة للتخزين من العادي والاستعمال . إن تخزين الأمونيا في المرفأ أو المحطات البرية القريبة منه من المحتمل أن تكلف % 50 أكثر من التخزين داخل المصنع , وخاصة إن كانت هذه المحطات بعيدة عن مركز التصنيع . إن كلفة التخزين تتألف بشكل رئيسي من نفقات ثابتة إضافة إلى النفقات الأخرى وافتراض أن المحطة البحرية ذات طاقة تخزين 30.000 طن تكلف 6 مليون دولار , فإن كلفة التشغيل السنوية يمكن أن تقدر كالتالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

	Annual Cost, $
Depreciation, 6.67% (15 years)	400,000
Maintenance, 5%	300,000
Taxes and insurance, 2%	120,000
Utilities	80,000
Labor and overhead	60,000
Total annual cost	960,000
Cost/ton of capacity	$32

وإذا ارتفعت طاقة الاستقبال إلى 100.000 طن سنوياً من الأمونيا فإن الكلفة لكل طن سوف تكون 9.60 دولار . الحسابات الإحصائية المشابهة تشير إلى أن كلفة التشغيل السنوية للمحطات البحرية ذات الطاقة (10.000-20.000) طن سوف تكون 55.00 دولار و41.50 دولار للطن على التتابع .

إن طاقة التخزين للمحطة البحرية تصمم بشكل أساسي بما يتناسب مع 25% إلى 50 % زيادة عن حمولة السفينة المحملة بالأمونيا التي تفرغ أو تشحن من هذه المحطات . إن تكاليف المحطة البحرية المصممة من أجل تلقي 100.000 طن سنوياً تتبع ما يلي :

Terminal Costs for Receiving 100,000 tons of Ammonia per Year

Terminal Capacity	Annual Terminal Cost, $/ton of Capacity	Size of Shipments,[a] tons	Number of Shipments/ Year	Throughput Cost, $/ton of NH_3
10,000	55.00	7,500	13.3	5.50
20,000	41.50	15,000	6.7	8.30
30,000	32.00	22,500	4.4	9.60

a. Size of shipment is assumed to be 75% of terminal capacity.

إذا يمكن القول بأن كلفة التشغيل السنوية للمحطة البحرية تنقص بانخفاض حجم المحطة ولكن ذلك يتطلب عدداً كبيراً من الشحنات في سفن صغيرة والتي يمكن أن تزيد من تكاليف الشحن ولذلك فإن تحديد وإقرار الكلفة الدنيا للأمونيا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المستوردة تشتمل على توازن بين تكاليف الشحنات وتكاليف المحطات البحرية وفي التوضيح أعلاه قد أفترض أن حجم الشحنات لم يتحدد بواسطة عمق الميناء وساحة الرصيف داخل الميناء . . الخ . وإن كانت تحسينات الميناء ، أو بنية الرصيف داخل الميناء لازمة ومطلوبة فإن كلفة هذه التعديلات للرصيف يجب أن تؤخذ أيضاً بعين الاعتبار .

نقل الأمونيا

Transportation Of Ammonia

نقل الأمونيا عبر المحيط Ocean Transportation Of Ammonia :

من أجل نقل وشحن الأمونيا عبر البحار ، فإن السفن عادة تكون مجهزة بخزانات معزولة بشكل جيد مناسبة لتخزين الأمونيا السائلة عند ضغط جوي أعلى بقليل من الضغط الجوي وبدرجة حرارة (°33-) درجة مئوية . هذه السفن تكون عادة مجهزة بإمكانيات تبريد مماثلة بشكل مبدئي لتلك الإمكانيات الخاصة بالتخزين . هذه السفن أيضاً تكون مجهزة بمضخات ذات طاقة كافية من أجل تصريف وإفراغ الشحنة بأسرع ما يمكن . إن كلفة النقل عبر البحار تعتمد على عدد كبير من العوامل منها : كلفة السفن أو كلفة منح البراءة أو الإجازة للسفينة ، البعد والمسافة ، سرعة السفينة ، كلفة الوقود ، كلفة الطاقة ، كلفة الرسو وزمن البقاء والتفريغ في الميناء , وعدد المرافئ التي ستفرغ عندها , والعامل الأخير هو عامل هام في تكاليف الحمولة يجعلها تتبدل وتتغير بغير انتظام بشكل واسع . فعندما تكون المرافئ غير مزدحمة والشحن المتوفر أكثر من الطلب فإن تكاليف الحمولة تكون منخفضة . وعلى النقيض من ذلك إذا زاد الطلب وازدحمت المرافئ فإن تكاليف الحمولة تكون مرتفعة وباهظة . والجدول التالي المأخوذ من تقرير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ISMA يضع في قائمة السفن المناسبة لنقل منخفضة وعادة تتراوح من , 48-) (34- درجة مئوية .

Liquid Gas Carriers

Capacity, tons	Number of Ships
30,000 to 46,500	9
20,000 to 30,000	4
10,000 to 20,000	18
5,000 to 10,000	28
2,000 to 5,000	33
Less than 2,000	100
Total	192

إن شحن الأمونيا عبر المحيطات يكون عادة بواسطة سفن مجازة (قانونية) وقد تمنح السفينة إجازة من أجل رحلة مفردة أو رحلات متعددة أو من أجل فترة من الوقت . والجدول التالي يظهر بعض تكاليف حمولة رحلة مفردة والصادرة خلال 1977-1978 .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Ammonia Freight Costs (Single Trip)[a]

Origin	Destination	Tonnage	Freight, $/ton
Persian Gulf	North Europe	30,000	23.30
Persian Gulf	North Europe	15,000	35-40
Persian Gulf	Mediterranean Europe	15,000	25-30
U.S. Gulf	Colombia	8,000	22.50
U.S. Gulf	Santos, Brazil	12,000	27
U.S. Gulf	Rio Grande, Brazil	8,000	23
U.S. Gulf	Spain	5,000	25
U.S. Gulf	North Europe	10,000	24
U.S. Gulf	Italy	8,000-9,000	27.50-29.50
Kenai, Alaska	United Kingdom	14,500	38
Australia	Brazil	10,000	40
West Europe	United States	15,000	19.50
Holland	Finland	7,000	18
Soviet Baltic	United States	8,000	31

a. From various issues of Fertilizer International, Nitrogen, and Green Markets.

والجدول التالي أيضاً يظهر المعلومات المعطاة من شركة سمرة السفن من أجل شحن الأمونيا اللامائية عبر البحار .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Approximate Freight Costs for 15,000-ton Lots of Anhydrous Ammonia[a]

Origin	Destination	Freight, $/ton
Persian Gulf	Turkey	28-30
	United States	47
	Brazil	44
	India (East Coast)	22
U.S. Gulf Coast	Brazil	28
	United Kingdom	24-25
	Mexico	10-11
Holland	U.S. East Coast	18-19
Russia (Baltic or Black Sea)	United States	35

a. Freight costs for 30,000-ton lots are about 25% lower; for 8,000- to 10,000-ton lots, they are about 15% higher.

عندما تكون هناك خطط محددة وواضحة لشحن كميات ضخمة من الأمونيا اللامائية فيمكن التوقيع على عقد وشحن طويلة الأمد بكلف أقل (الكميات الكبيرة والضخمة لا تعني بالضرورة أن الكمية تشحن إلى أي مكان مهما كان بعيداً) .

كما ذكر سابقاً فإن تكاليف الشحن البرية قد خفض حالياً بسبب التسهيلات والإمكانيات العديدة في الشحن . ولكن كمية الأمونيا المشحونة عبر البحار تزداد بنسبة أكبر , لأن العديد من المصانع الجديدة التي بنيت أصلاً من أجل التصدير من المتوقع لها أن تبدأ الإنتاج . فالصادرات من روسيا مثلاً زادت إلى 1.5 مليون طن سنوياً عبر البحر الأسود (Odessa) وبحر البلطيق (Ventspils) . وتتوقع المكسيك أن تنتج 350.000 طن سنوياً من الأمونيا القابلة للتصدير . أضف إلى ذلك التوسعات في ترينيداد ، ليبيا ، والخليج العربي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

. وهذا ما جعل إمكانيات الشحن غير مساوية للإنتاج والطلب المتزايدين ، وبالتالي فإن تكاليف الشحن البحري قد تزداد وترتفع . ويجب التأكد على أن الكلفة الإجمالية للشحن وتلقي الأمونيا لا تشتمل فقط أجور الشحن البحري ولكن أيضاً كلفة التعبئة في السفن وتفريغها في محطات التصدير والاستقبال ، وكذلك الكلفة الإجمالية قد تشتمل النقل من المصانع إلى مرفأ الشحن . فعلى سبيل المثال فإن مرافئ الشحن في الاتحاد السوفيتي (سابقاً) في البلطيق وأوديسا قد جهزت وزودت بخط أنابيب من مصانع الأمونيا المتوضعة داخل البرّ بضعة مئات الكيلومترات وحتى المرفأ .

شحن الأمونيا بواسطة مراكب النقل النهرية أو الساحلية :

Shipment of Ammonia by Barge :

إن شحن الأمونيا بواسطة مراكب النقل هو اقتصادي بالنسبة للبلدان أو المناطق التي لها طرق نقل مائية ساحلية أو نهرية داخلية ، وتستعمل بشكل كثيف في أوربا والولايات المتحدة . إن مراكب النقل النهرية الخاصة بنقل الأمونيا في أوربا تتراوح طاقتها من 500 إلى 3.000 أطنان ومعظم مراكب النقل الضخمة تكون مجهزة بأجهزة تبريد كامل والأصغر تكون شبه مبردة . بالنسبة لمعظم الأنهار الداخلية والقنوات فإن مراكب النقل ذات الطاقة 1000 طن تكون مناسبة وملائمة مع عرض الممر المائي وعمقه ، أما المراكب الكبيرة فتكون مناسبة أكثر للشحن الساحلي .

في الولايات المتحدة تستعمل المراكب المقطورة بواسطة زورق جرّ (قطر) حيث يمكن للزورق هذا أن يجرّ من 6 - 12 مركب نقل أو أكثر , وذلك اعتماداً على عرض الممر المائي وعمقه ، لأن عمق أو عرض الممر المائي قد يكون غير كافياً بالنسبة للمراكب الضخمة ، ومعظم حركة مراكب الأمونيا هي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

باتجاه المسيسيبي , وعبر الممرات المائية الساحلية القريبة المتاخمة لخليج مكسيكو , والعديد من المرافئ تتوضع على النهر .

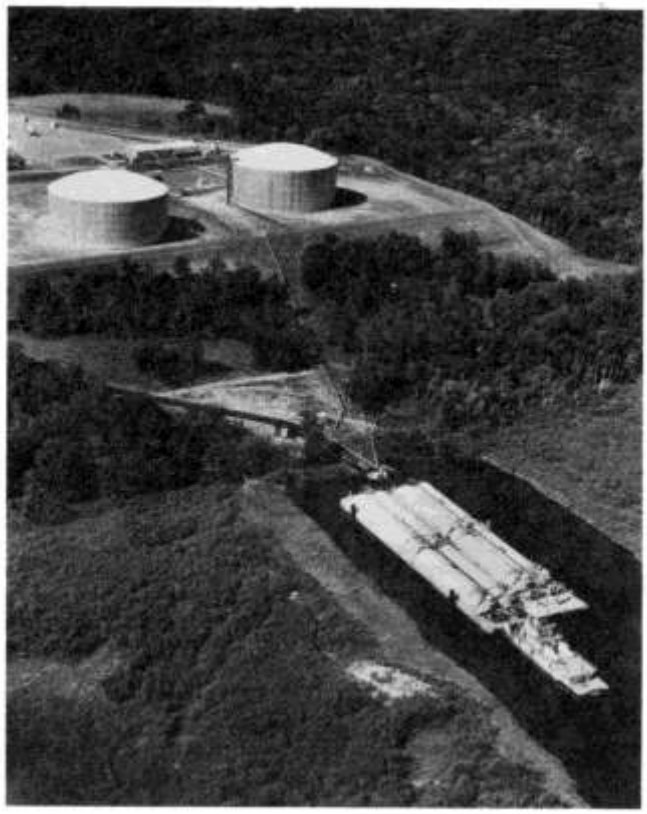


Figure 3. Ammonia Storage Terminal at Pine Bend, Minnesota.

الشكل (3) : يظهر مرفأ أمونيا عند Minnesota-Pinebend على نهر المسيسبي الأعلى بثمانية مراكب مقطورة من الأمونيا .

إن محطات مرفئية مشابهة تتوضع عند نقاط مختلفة ومتنوعة على طول النهر وروافده ، وتبلغ الطاقة التخزينية لمثل هذه المحطة مقدار 60.000 طن من الأمونيا وتتألف من خزانين سعة كل منها 30.000 طن . وبما أن النهر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يتجمّد خلال فصل الشتاء , فإن خزانات هذه المحطات يجب أن تملئ في أواخر الخريف . الأمونيا من هذه المحطات تنقل بعد ذلك بواسطة الشاحنات البرية أو السكك الحديدية إما من أجل البيع بالتجزئة كما هو مشروح في الفصل العاشر ، وعادة ما تكون ضمن معدّل 150 كم أكثر أو أقل .



Figure 4. Truck Being Loaded at Ammonia Terminal

الشكل (4) : يظهر شاحنة نقل تصل إلى المحطة من أجل تحميلها

أن هذه الأمونيا في المحطة قد تستعمل لإنتاج أسمدة مركبة سائلة أو صلبة وأن بعض مصنعي الأسمدة المركبة يتلقون الأمونيا بواسطة مراكب نقل ولديهم محطاتهم التخزينية الخاصة بهم .

والجدول التالي يبين كلفة الشحن على مثل هذه المراكب الصادرة من Donaldson - Ville , Louisiana (near New Orleans) :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Destination	Estimated Distance, km[a]	Freight Cost $/Short Ton	Freight Cost $/Metric Ton
Peoria, IL	1,135	7.60	8.38
Minneapolis, MN	1,700	6.75	7.44
Omaha, NE	1,517	18.80	20.72
Sioux City, IA	1,600	25.00	27.55

a. Estimated straight-line distances; river travel distance may be 50% more than the straight-line distance.

إن النسب تعكس تأثير المسلك (الطريق) على التكلفة بشكل محسوس أكثر من تأثير المسافة فإن Peoria تقع على نهر Illinois والذي يعتبر نهر أضيق من المسيسيبي التي تقع عليه مدينة Minneapolis أما مدينتي Omaha و Sioux– فإنهما تقعان على نهر Missouri والذي هو نهر ضحل لا تستعمل فيه إلا المراكب الصغيرة ، ووسائل أخرى من النقل تستعمل أحياناً للوصول إلى هذه النقاط .

ونظراً لأن بعض مراكب النقل هذه ترجع ملكيتها أو أنها تحت عقود إيجار لأمد طويل لأهم منتجي الأمونيا أو الشركات البتروكيميائية . وبالتالي فإن المعلومات من الكلفة تكون نادرة ، وكذلك الانتفاع والاستفادة من النقل في المراكب ذات الأمد القصير لا يمكن الاعتماد عليه والوثوق به ، وحينما تكون الطرق المائية متاحة لجزء فقط من السنة كما في الجزء الشمالي من الولايات المتحدة فإن النقل بالمراكب قد يكون عند وضع غير موات ما لم يخطط لهذه المراكب العمل في مناطق أخرى خلال فصل الشتاء . ولهذا فاستعمال النقل في المراكب يبدو أنه يتناقص وينخفض . ففي عام 1968 كان هناك حوالي 85 مركب نقل متاحة لنقل الأمونيا في الولايات المتحدة منها 66 مركب كانت مهيأة ومصممة لنقل الأمونيا فقط . وفي الوقت الحالي فهناك حوالي 40 مركب ومعظمها ترجع ملكيته لشركات المنتجة للأمونيا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نقل الأمونيا بواسطة خطوط الأنابيب :

إن نقل الأمونيا اللامائية بواسطة خطوط الأنابيب هو أمر اقتصادي مثير وملفت للانتباه في بعض الحالات لأن النقل يستمر طوال العام .

وإن أمثلة عن النقل لمسافات بعيدة قد وجدت في المكسيك ، الاتحاد السوفياتي (سابقاً) والولايات المتحدة . خطوط الأنابيب قد تستعمل لنقل الأمونيا من معامل التصنيع إلى محطات المرافئ البحرية من أجل شحنها إلى المصانع التي تنتج الأسمدة النهائية ، أو إلى مناطق التسويق من أجل الاستعمال المباشر . إن خط الأنابيب قد يجمع بين هذه الأهداف كلها .

بشكل نسبي فإن خط الأنابيب القصير والتي تقل عن 50 كم قد استعملت لمدة 30 سنة أو أكثر من أجل نقل الأمونيا . وعلى سبيل المثال في Sterlington في لويزيانا استعمل خط أنابيب وصل طوله 6.4 كم وقطر 7.6 سم وذلك في عام 1950 لنقل الأمونيا من مصنع الأمونيا إلى مصنع نترات الأمونيا . وبشكل مماثل في البرتغال فإن خط أنابيب بقطر 10سم وطول 17 كم وضع في التشغيل عام 1960 وذلك لربط مصنع الأمونيا بمصنع الأسمدة . وفي فرنسا يستعمل خط أنابيب بطول 50 كم لنقل الأمونيا من مصنع الأمونيا في Carbing بفرنسا إلى مصنع اليوريا في Besch ألمانيا . وهناك خط أنابيب موازي لنقل ثاني أكسيد الكربون . وفي المكسيك هناك خط أنابيب بطول 240 كم يعبر القطر من خليج المكسيك إلى الباسفيك . وفي أوربا نجد خط الأنابيب المنشأ في تشيكوسلوفاكية بين Most & Lovosice .

النقل بالأنابيب قد تطور ونما بشكل جيد في الولايات المتحدة ، والشكل (5) يبين أهم خطيّ أنبوبين فيها , الأول هو خط أنابيب الخليج الرئيسي الممتد من جنوب لويزيانا باتجاه الشمال عبر أركناس وميسوري إلى Iowa الشمالية ثم باتجاه الغرب إلى نيبراسكا , والمسافة الإجمالية تبلغ حوالي 2.100 كم وفرعاً

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ممتد من ميسوري عبر Illinios إلى إنديانا الشمالية الغربية بمسافة تبلغ حوالي 650 كم . إن أقساماً وأجزاءً متنوعة من خط الأنابيب هي بقطر 16 ,10 ,8 أنش . وكلفة خط الأنابيب قد وصلت إلى 70 مليون دولار ، ووضع تحت التشغيل في عام 1969 وهناك سبعة مصانع أمونيا ضخمة تغذي هذا الخط , والتي خمسة منها تقع في لويزيانا وواحدة في Iowa ، وواحدة في إنديانا ، وهناك 37 محطة عند 28 موقعاً على الخط مجهزة لتخزين الأمونيا المنتجة إن طاقة التخزين الإجمالية للمحطات المتصلة والمرتبطة بخط الأنابيب هذا تبلغ حوالي 1.500.000 طن بمعدل 40.000 طن لكل محطة علما بأن الخط نفسه يخزّن 70.000 طن وبعض هذه المحطات يمكن أن يزّود من

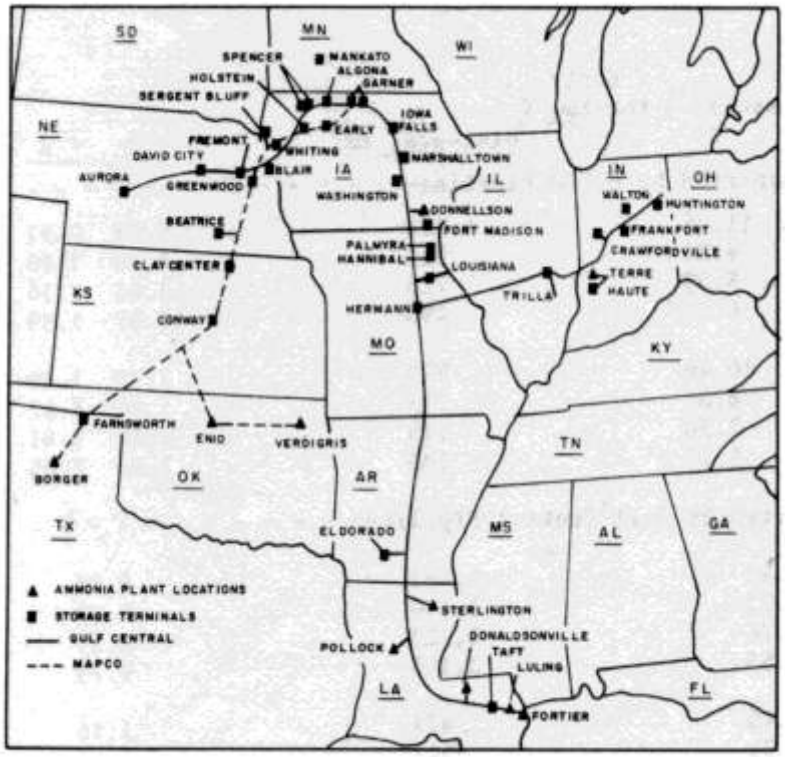


Figure 5. Ammonia Transportation Pipelines within the United States.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مراكب النقل أو السفن من نهر المسيسيبي . ومن الممكن نقل الأمونيا من أي محطة إلى أخرى , وبذلك فإن الأمونيا المستقبلة من المركب أو السفينة عند بعض المحطات يمكن أن تنقل إلى خط الأنابيب من أجل شحن إضافي. وبعض هذه المحطات ترجع ملكيتها إلى شركة خطوط أنابيب الخليج المركزية أو إلى شركات خاصة .

إن خط أنابيب أمريكا الوسطى MAPCOS يزود من مصنع أمونيا واحد في تكساس واثنين في أوكلاهوما . وهو يمتد عبر كنساس ونيبراسكا إلى Iowa الشمالية . إن الخط من Borger إلى تكساس إلى غاريز و Iowa قد أنشأ أصلاً في عام 1969 بكلفة وصلت إلى 12 مليون دولار ، والكثير من خطوط الأنابيب قد توضعت موازية لخطوط أنابيب MAPCOS وخطوط الأنابيب الأخرى التي تحمل PG والمنتجات البترولية وذلك من أجل تخفيض كلفة وحساب اكتساب حق المرور. إن قطر الأنبوب هو 25 و 20 سم في أقسام وأجزاء مختلفة وطوله حوالي 1.160 كم . والفروع المتصلة ما بين مصنعي أوكلاهوما قد أضيفت لاحقاً .

وقد أضيف توسع حديث من Carner إلى Iowa إلى مونكاتو إلى مينسوتا وبذلك يصبح الطول الإجمالي بما في ذلك الفروع هو 1.628 كم . وهناك 15 محطة فرعية للتخزين متصلة بالخط بطاقة إجمالية تبلغ حوالي 300.000 طن والمحطة الفرعية عند غارنر قد استخدمت من قبل كل من MAPCOS وشركة خطوة أنابيب الخليج المركزية بحيث أن الأمونيا المتلقاة بواسطة خط أنبوبي واحد يمكن أن تنقل بشكل أبعد عن طريق خط أنبوب آخر ، وبالإضافة إلى المحطات الفرعية التخزينية فهناك محطات متعددة لشحن عربات النقل (الشاحنات) على طول خط الأنابيب , حيث تحمل هذه العربات الأمونيا إلى موزعي التجزئة , أو إلى مصانع إنتاج الأسمدة , وهناك أيضاً على الأقل محطة واحدة لتحميل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وشحن عربات السكك الحديدية مباشرة من خطوط الأنابيب . كما أن العديد من المحطات الفرعية التخزينية تجهز لتزود عربات وشاحنات السكة الحديد .

إن الطاقة الإنتاجية الإجمالية المبدئية لخطوط أنابيب شركة الخليج المركزية كانت 1300 طن يومياً , والطاقة الإنتاجية الإجمالية المبدئية لخطوط أنابيب MAPCOS كانت 1300 طن يومياً كذلك . كلا الطاقتين قد ازدادت بإضافة محطات الضخ . والطاقة الحالية يحتمل أن تكون قد تضاعفت على الأقل . إن طاقة الأنابيب البالغ قطرها 25 سم و20 سم والمزودة بمحطات ضخ عند كل طول 64 كم هي 3 مليون و1.7 مليون طن سنوياً وبمعدل 8.220 و 4.660 طن يومياً . وقدرت كلفة الاستثمار بحوالي 44.000 دولار و 28.000 دولار/ كم وذلك عند مستويات كلفة عام 1969 حين أنشأت الأنابيب . إن ضغط التشغيل الأقصى لخط الأنابيب وهو 100 كغ / سم2إعتمادا على قطرها وسماكة الجدران . بعض من الأمونيا يستعمل من قبل مصنعي نترات الأمونيا والأسمدة المركبة السائلة والصلبة . والمصنعين الكبار يقيمون مصانعهم عند محطاتهم التخزينية ، أما المصنعين الصغار أو الموزعين قد يتعاقدون من أجل مساهمة قرب محطات التخزين التي تعود ملكيتها إلى شركتي خطوط الأنابيب أو أنهم قد يشترون الأمونيا من المحطات الفرعية التي تعود ملكيتها إلى منتجي الأمونيا ، إن المنطقة التي تعود ملكيتها إلى شركتي خطوط الأنابيب تحتوي المئات من المصنعين للأسمدة المركبة السائلة ، والذين يستهلكون نسبة لا بأس بها من الأمونيا ولكن الاستعمال الرئيسي للأمونيا هو من أجل الاستعمال المباشر وخاصة خلال بضعة أسابيع في الربيع . وخلال فصل الذروة فإن أجهزة وأنظمة خط الأنابيب تشغل بطاقتها الكاملة , والنقل قد يكون متاحاً فقط للشركات التي لها عقود مسبقة معها , وفي أوقات أخرى عندما تكون الطاقة الفائضة متوفرة فإن الأمونيا قد تقبل من أجل النقل على أساس عقود ذات أمد قصير وربما عند نسبة مخفضة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن مواصفات وشروط الأمونيا اللامائية كي تشحن بخطوط الأنابيب هي :

- درجة الحرارة : لا تقل عن°2 مئوية ولا تزيد عن°29 مئوية
- محتوى NH_3 : 99.5 % كحد أدنى وزناً
- محتوى الماء : 0.2 حد أدنى وزناً
- محتوى الزيت : 0.4 أجزاء لكل مليون وزناً
- الغازات النادرة : 0.5 cc / g Max

عندما تنقل الأمونيا من محطة مبردة إلى أخرى ، فيجب أن تدفئ من 33° . إلى 2° + على الأقل ومن ثم تبرد ثانية عند المحطة المستقبلة وهذا جداً ضروري لأن خط الأنابيب سوف يكون قابلاً للتصدع والتكسر والتقصّف عند درجات حرارة دون 2° وذلك كما درس سابقاً .

والعديد من المحطات التخزينية تكون طاقتها التخزينية من 100 إلى 1000 طن أمونيا عند درجة حرارة فوق 2° بالإضافة إلى طاقة تخزينية مقدارها من 18.000 إلى 77.000 طن بشكل مبرد .

إن أجهزة خطوط الأنابيب المذكورة أعلاه تكون عرضة للتنظيم والضبط من قبل حكومة الولايات المتحدة والتي تتطلب أمور عديدة ومنها معرفة مسبقة للكميات والنسب المنقولة في الخطوط . والنسب الواردة في الجدول (1) هي أمثلة عن الكميات المعروفة مسبقاً التي تنطبق على العقود التي تتضمن الشحنات السنوية لـ 250000 طن .

النسب والمعدلات لكل طن / كم وردت في الشكل (6) . والاختلاف بين النسب الواردة في (A+B) هي نوعاً ما معقدة وصعبة وذات صلة بترتيبات التسليم والاستلام خلال فترة الذروة , وفي كلا الحالتين عندما يكون العقد على أساس سنوي فإن الأمونيا تسلم عند نسبة ثابتة ومستقرة خلال العام

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

N OF AMMONIA BY PIPELINE[a]

Destination	Rate, $/ton A	Rate, $/ton B	Estimated Distance, km	Cost/ ton-km, ¢ A	Cost/ ton-km, ¢ B
			-Transported by MAPCO Pipeline-		
arner, IA	10.22	11.24	1,160	0.88	0.97
lair, NE	8.42	9.31	926	0.90	1.00
eatrice, NE	7.63	8.39	726	1.05	1.16
onway, AR	6.22	6.83	490	1.27	1.39
arner, IA	9.50	10.46	949	1.00	1.10
lair, NE	7.60	8.36	715	1.06	1.17
eatrice, NE	6.61	7.28	515	1.28	1.41
onway, AR	5.22	5.74	280	1.86	2.05
			- Transported by Gulf Central Pipeline-		
'almyra, MO	10.41		1,182	0.88	
'erre Haute, IN	14.22		1,430	0.99	
Spencer, IA	15.76		1,723	0.91	
Aurora, NE	16.53		2,100	0.79	
'erre Haute, IN	5.45		471	1.16	
Spencer, IA	8.21		541	1.52	
Aurora, NE	9.59		918	1.04	
Huntington, IN	6.01		245	2.45	
'almyra, MO	4.57		106	4.31	

onverted to metric units.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

خلال الفترة الأولى فإن الزيادة من الأمونيا الداخلة للخط تخزن حتى فصل الذروة إما في المحطات الفرعية للشاحنين , أو في المحطات الفرعية لشركة خط الأنابيب .

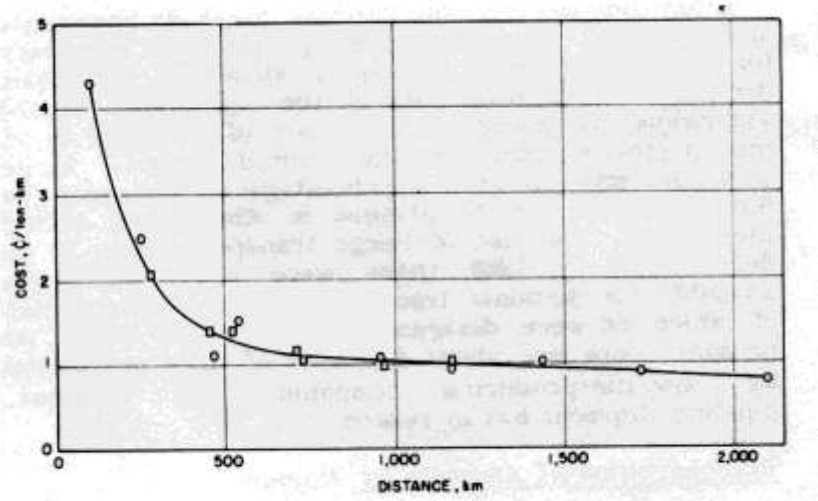


Figure 6. Pipeline Transportation Rates/ton-km.

النسب والمعدلات الموضحة هي من أجل النقل فقط وإذا تم تحميل الأمونيا مباشرة من خط الأنابيب إلى عربات الشاحنة فإن كلفة الشحن في عربة شاحنة تصل إلى 1.29 دولار/ للطن إذا تم تحقيق إنجاز الحمولة من قبل الشركة . وعندما تخزن الأمونيا في المحطات الفرعية للتخزين التابعة لشركات خطوط الأنابيب فإن الكلفة السنوية للتخزين تقدر بـ 27 دولار/ للطن من مساحة التخزين بالإضافة إلى 2.20 دولار/ طن من أجل التفريغ والتخزين . وإذا كانت الكمية المستجرة سنوياً هي ثلاثة أضعاف الكمية المتعاقد عليها فإن الكلفة هي (2.20 + 3 ÷ 27 دولار أو 11.20 دولار/ للطن .

الشكل (7) يوضح كلفة الطن الواحد عند معدّلات مختلفة . فيما إذا كانت الشحنة ترجع ملكيتها إلى الشاحن أو المستلم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

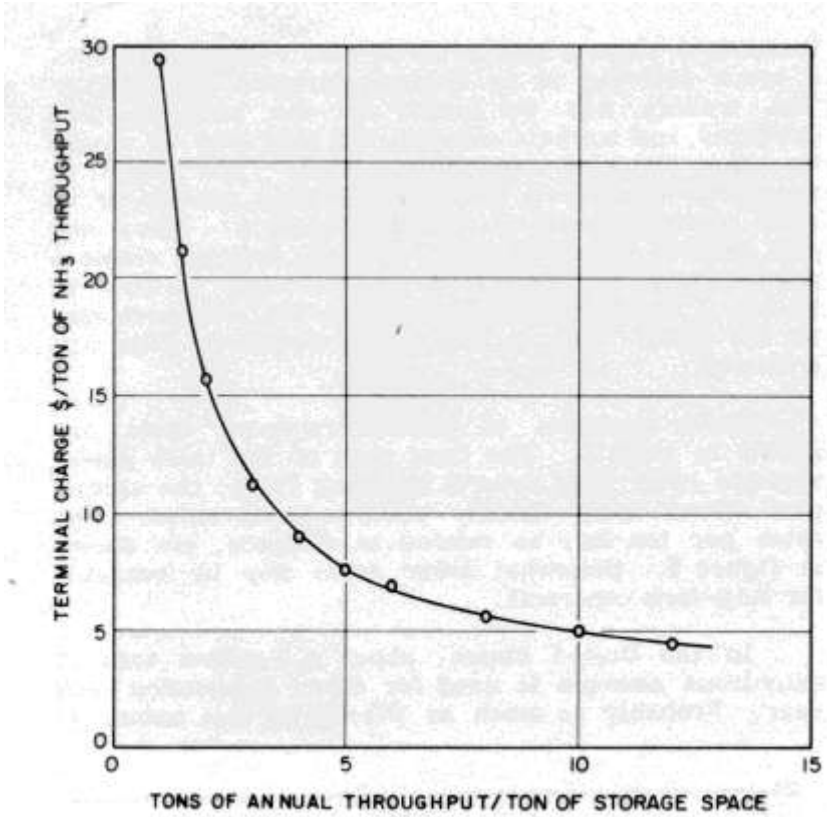


Figure 7. Terminal Charges for Various Space:Throughput Ratios.

في حال أن الأمونيا سلّمت إلى الزبون والذي يستعملها عند نسبة ثابتة (مصنع نترات الأمونيوم مثلاً) فإن الشحنة المستجرة من المحطة الفرعية المنخفضة تكون متوفرة ومتاحة بالاعتماد على الخط المستعمل .

على سبيل المثال فإن المصنع الذي يستعمل الأمونيا عند حد سنوي يصل إلى 80.000-90.000 طن بمعدل أسبوعي يصل إلى 1520-1720 طن قد يتعاقد من أجل 1700 طن من مساحة التخزين عند 27.00 دولار/ للطن بالنسبة الإضافية إلى 1.44 دولار/ للطن من الاستجرار . وإن كان الاستجرار

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بحدود 85.000 طن سنوياً فإن كلفة الشحن الإجمالية هي 1.98 دولار/للطن (0.45 كلفة المساحة + 1.44 دولار كلفة الاستجرار) .

وبالطبع فإن الشحن من المحطات الفرعية قد لاقت اتفاقاً بغض النظر عن طريقة الشحن , إلا أنه في حالة الشحن بالمراكب إلى الجزء الشمالي من الولايات المتحدة , فإن نسبة الإستجرار بواسطة الأنابيب من المحتمل أن تكون صغيرة , لأن المراكب يمكن أن تستعمل لجزء من السنة فقط . في هذه الحالة فإن تكاليف التخزين في المحطة الفرعية تكون أكبر لكل طن مستمر .

نقل الأمونيا بواسطة السكة الحديدية :

Transportation of Ammonia by Rail

تنقل الأمونيا في الولايات المتحدة بواسطة السكك الحديدية وبشكل رئيسي في مقطورات (عربات) لها طاقة تصل إلى 72 - 70 طن ، بالرغم من أن بعض العربات القديمة ذات الطاقة 30 - 25 طن مازالت قيد الاستعمال رغم توفر قاطرات ذات طاقة أكبر تصل إلى 90 طن . وبشكل عام فإن النقل في السكك الحديدية يستعمل من أجل المسافات التي تكون أقصر من خط الأنابيب أو النقل بالمراكب ، ولكن هذا ليس حالة دائمة لأن النقل بالسكك الحديدية يمكن أن يكون مكلفاً أكثر من بعض الحالات .

إن أحد استعمالات النقل بالسكك الحديدية هو النقل من خط الأنابيب أو المحطة التخزينية الضخمة إلى محطة تخزينية أخرى .

الشكل 8 يبين محطة تخزينية كبيرة تتلقى الأمونيا عن طريق السكك الحديدية . والاستعمالات الأخرى لهذا النقل هو من أحد منتجي الأمونيا إلى آخر عندما يملك أحد المنتجين فائض والآخر بحاجة لهذا الفائض . والأمر الثالث هو النقل من مصنع أو محطة تخزينية إلى مصنع صغير للمواد السائلة والصلبة . ومن أجل النقل بالمقطورات فإن الأمونيا إن أخذت من مخزن مبرد يجب أن تدفئ

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

على الأقل 5 درجات مئوية لأن التبريد الفجائي للدرجة °33 - يسبب إجهادات يمكن أن تنتج عن تصدع وتكسر الصهريج المعدني .

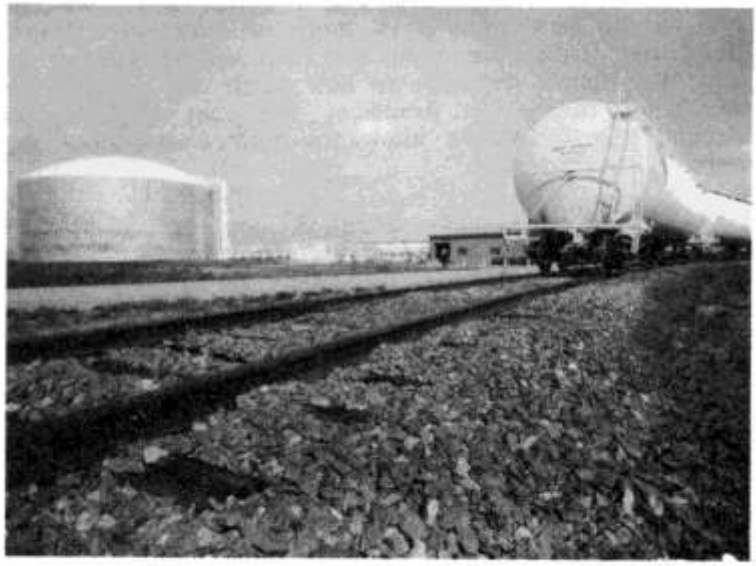


Figure 8. Large Storage Terminal that Receives Ammonia by Rail.

لكن هناك تحت ما يسمى النقل بالقاطرات المطوّرة القادرة على تلقي الأمونيا المبردة عند الدرجة °33 - وهي معزولة بشكل جيد وبحيث أن درجة الحرارة ترتفع إلى °(2 - 1) يومياً , مثل هذه العربات المقطورة سوف يكون لها ميزة واضحة من أجل نقل الأمونيا من محطة تخزين مبردة إلى أخرى . إن تكاليف شحن الأمونيا بواسطة السكك الحديدية بمقطورات ذات طاقة تصل إلى 70 طن وضحت في الجدول (2) , والنسب المذكورة في الجدول تستند على افتراض قائم على أن شركات السكك الحديدية هي التي تقدم المقطورات ، ولكن بما أن شركات الخطوط الحديدية لديها القليل فقط من العربات الملائمة لنقل الأمونيا ، ولذا فعلى الشاحن أن يقدم المقطورات ، وشركات الخط الحديدي تأخذ

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فقط أجور جر المقطورات . واستعمال الخط الحديدي وهذه الأجور تعتمد على طول المسافة التي تتحرك عليها المقطورات .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

FREIGHT RATES FOR ANHYDROUS AMMONIA[a]

, to:	Distance, km[b]	Single Car Rate,[c] $/ton	Multicar Rate,[d] $/ton
	339	12.07	-
	677	16.92	12.34
	927	19.04	-
	1,102	23.22	15.83
	1,361	26.77	20.89
	1,643	30.59	24.77
	1,601	29.65	23.90
	1,064	21.00	-
	653	16.92	12.34
	1,665	27.69	-
	494	13.98	10.17
	985	21.38	15.81
	763	18.26	13.40
	665	16.92	12.34

verted to metric units.
/ rail.
car--70.3 tons.
er shipment, subject to annual volume of 36,000 short tons (32,652 mt).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الشاحن قد يملك المقطورات أو أنه قد يستأجرها على أساس إيجار ذو أمد طويل أو قصير , في كلا الحالتين فإن الكلفة لكل طن / كم من المقطورة المستأجرة أو الممتلكة تعتمد على الكمية المنقولة خلال الفترة المعينة . وفي الواقع فإن الكلفة تحتمل أن تكون كبيرة إذا لم تستغل هذه المقطورات بالشكل الصحيح والثابت والمستقر .

كلفة النقل بمقطورات ذات حمولة صغيرة (23 ton) تعادل ضعف كلفة الحمولة بالمقطورات ذات الحمولة 70 طن ، وتنخفض الكلفة بشكل ملحوظ فيما إذا تمّ نقل الأمونيا بآن واحد بعدة مقطورات دفعة واحدة عن كلفتها فيما لو نقلت نفس الكمية وبعربة واحدة لعدة مرات .

وعلى سبيل المثال فإن كلفة النقل بالسكة الحديد يعطى بالجدول التالي :

Minimum Weight/ Car, tons	Freight Cost, $/ton for 494-km Distance
Single-car	
22.7	29.97
63.5	20.55
70.3	14.28
Multicar[a]	
70.3	10.17
72.6	10.00

a. Five or more cars per shipment, 32,652 tons annual minimum.

نقل الأمونيا بواسطة الشاحنات (سيارات الصهريج) :

Transportation of Ammonia by Truck

إن النقل بالسيارة الصهريج هو أكثر الطرق تكلفة وغلاء ولهذا فإنه لا يستعمل بشكل رئيسي إلا للنقل بين المسافات القصيرة التي تكون عادة أقل من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

150 كم . ولكن استعمال الشاحنات يزداد وينمو في الولايات المتحدة بسبب أن خطوط السكك الحديدية لا تتوفر في عدد كبير من المواقع التي تستهلك الأمونيا والشاحنات المستخدمة في الولايات المتحدة تتألف عادة من سيارة قاطرة وعربة مقطورة قابلة للفصل , وكل ولاية من الولايات المتحدة لها قوانينها الخاصة والتي تحكم وتسيطر على مجمل حمولة الشاحنات التي يسمح لها أن تعمل وتشغل على طرقها العامة . ولذلك فإنه هناك تنوعاً واختلافاً في طاقات عربات نقل الأمونيا المقطورة , والطاقة العادية هي 18 - 16 طن .

إن العربات المقطورة قد تعود إلى شركة الشحن . هذه العربات تستعمل لنقل الأمونيا إلى مراكز توزيع التجزئة أو إلى مصنعي الأسمدة السائلة ، وتستعمل هذه العربات أيضاً لنقل G. P. L وفي بعض الولايات الغربية قد يسمح للسيارات القاطرة أن تسحب مقطورتين في ترادف . حيث أن هذا الإجراء يقلل من كلفة النقل التي يمكن أن تدخل في تنافس وتزاحم مع نقل السكك الحديدية . إن بعض الأمثلة الخاصة بتكاليف نقل سيارة الشحن ستوضح في الجدول (3)

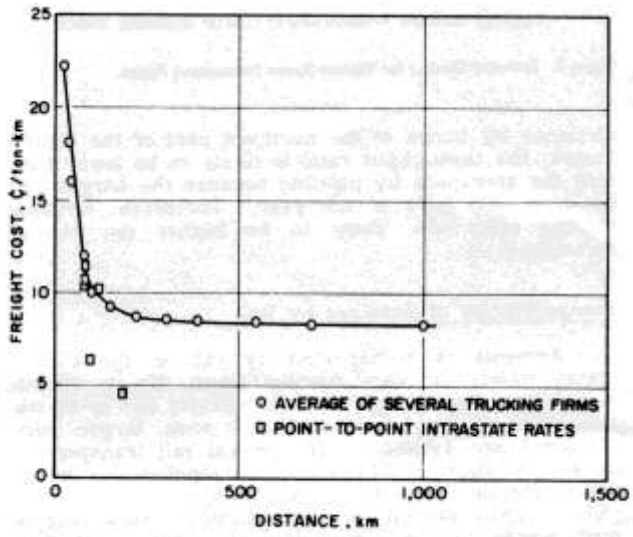


Figure 9. Transportation Rates/ton-km as Related to Distance.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TION OF AMMONIA BY TRUCK (AVERAGE OF RATES FROM SEVERAL TRUCKING COMPANIES)

Distance, km	$/ton	¢/ton-km
0 to 32	7.16	22.4 and up
80	9.50	11.9
153	14.35	10.7
225	19.66	8.7
306	26.18	8.6
386	32.84	8.5
467	39.30	8.4
547	46.44	8.5
627	52.93	8.4
708	58.60	8.3
788	65.40	8.3
1,000	83.51	8.3

Point-to-Point Rates (Intrastate)

To			
Fremont, NE	69	7.23	10.5
Manchester, IA	72	7.82	10.9
Rochester, MN	72	8.49	11.8
Circleville, OH	129	13.33	10.3
Fresno, CA	191	9.03	4.7
Sacramento, CA	97	6.17	6.4

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن الجزء الأول من الجدول يظهر المعدلات والنسب المتوسطة من شركات شحن متعددة . والقسم الثاني يظهر بعض النسب الخاصة من بلد لآخر إن النسب لكل طن / كم ، قد وضحت في الشكل (9) وهناك بعض النسبة المنخفضة التي قد تكون متاحة من أجل عقد ذات أجل طويل . وفي الولايات المتحدة حوالي 4.5 مليون طن من الأمونيا تستهلك للاستعمال المباشر في كل عام . وربما مانسبته % 80 - 75 من هذه الكمية تستعمل خلال شهر واحد من أشهر الربيع . وهذا يعني أن معظم الأمونيا التي تستهلك من أجل الاستعمال المباشر يجب أن تخزن في مناطق الاستهلاك ، جزء منها في مخازن التجزئة المحلية , وجزء آخر في محطات تخزينية كبيرة تابعة لشركة خطوط الأنابيب أو المراكب أو السكك الحديدية ولذلك فإنه من المحتمل أن تكون الكمية المستجرة سنوياً من هذه المحطات ليس أكثر من مرتين من طاقتها التخزينية ولذلك فإن تكاليف التخزين فيها تكون عالية وباهظة .

إن الكلفة الإجمالية المطابقة لتخزين ونقل الأمونيا المنتجة في لويزيانا وتكساس ، أو كلاهما إلى مركز بيع التجزئة في LOWA قد تكون كما يلي :

كلفة النقل بالأنابيب من المصنع إلى المحطة	: 10.00 $
كلفة التخزين	: 13.70
كلفة النقل بالصهريج من المحطة إلى المستهلك	: 9.50
المجموع	: 33.20 $

إن المجموع السابق لا يتضمن كلفة التخزين لباقي التجزئة أو النقل إلى المزارع , ورغم أن هذه الكلفة قد تكون مرتفعة وعالية , إلا أنه من الواجب الملاحظة أنه لتزويد كمية مكافئة من النتروجين من اليوريا (8 مليون طن) أو من نترات الأمونيا (0.9 مليون طن) من المحتمل أنها سوف تكون غالية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وباهظة , بالإضافة إلى أن كلفة الأمونيا المتحولة إلى يوريا أو نترات الأمونيوم سوف تؤخذ بعين الاعتبار .

من الجدير بالذكر أن أمام بائع التجزئة الفرضي في IOWA عدة خيارات مفتوحة أمامه , حيث أنه يستطيع أن يتلقى :

. شحنات مباشرة من منتج الأمونيا بواسطة السكك الحديدية وبكلفة تقدر بحوالي 25 دولار .

. ويمكنه أن يتلقى شحنات بسيارات الشحن المحملة مباشرة من خط الأنابيب بكلفة حوالي 20.99 دولار . (10 دولار نقل خطوط الأنابيب + 1.29 دولار كلفة تحميل سيارة الشحن + 9.70 كلفة نقل الشاحنات) .

. وقد يتلقى شحنات عن طريق السكك الحديدية أو المراكب في محطة تخزينية نهرية .

لكن بالرغم من أن كل هذه الخيارات متاحة لبائع التجزئة خلال فصل الذروة الدنيا وبأسعار رخيصة ولكن خلال فصل الذروة العليا فقد تكون كل هذه الخيارات غير متاحة ، كما أن كلفة النقل تكون أكبر ولذا فإن بائع التجزئة يسد النقص من احتياطه أو أن يتلقى الأمونيا من أي محطة تخزينية يمكن أن تزود وتؤمن حاجاته وبأية تكلفة .

مقارنة للطرق المتنوعة لنقل الأمونيا :

Comparison of Various Methods of Ammonia Transportation

الشكل رقم (10) التالي يظهر مقارنة لتكاليف نقل الأمونيا بواسطة خط الأنابيب ، السكة الحديدية ، والسيارات , من أجل شروط وظروف الولايات المتحدة . إن النقل بواسطة المراكب غير موضح لأن الكلفة تعتمد على ميزة وصفة الممر المائي أكثر من المسافة .

لكن من الواضح أن النقل بالمركب هو النقل الاقتصادي بين مراكز الإنتاج والتخزين والاستهلاك التي تقع على الممر المائي , وعلى سبيل المثال فإن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجدول التالي يعطينا مقارنة لتكاليف النقل بالطرق المختلفة ولمسافات متكافئة تقريباً .

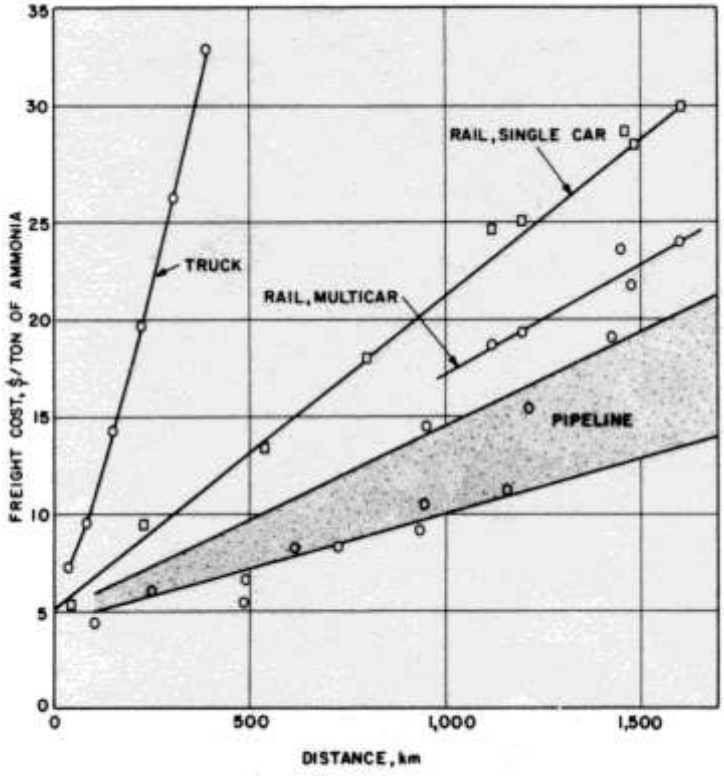


Figure 10. Comparison of Transportation Costs by Pipeline, Rail, and Truck.

إن النقل بالمراكب بالطبع محدود بالنسبة فقط للنقاط أو المراكز الواقعة على الممرات المائية الصالحة لسير السفن . والأمر السيئ الآخر حول النقل بالمراكب ، هو أن النقل بالمراكب بين الأنهار من المحتمل أن يتوقف خلال فترة الجليد أو الفيضانات ، أو الفترات التي يكون فيها الماء منخفضاً . إن الطاقة التخزينية للمحطة يجب أن تزداد وفقاً أو حسب الاستجرار السنوي أخذين بعين الاعتبار الإعاقات والتعطيل لمثل هذه الأمور وكنتيجة لذلك فإن تكاليف المحطة الزائدة قد تعوض على الأقل وبشكل جزئي من كلفة النقل المنخفضة . وإن حد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ونسبة هذه الخسارة أو الضرر يعتمد بشكل كبير على نوعية وميزة الممر المائي .

إن النقل بواسطة خطوط الأنابيب ، يبدو وكأنه أرخص وأقل كلفة من السكك الحديدية ، بينما النقل بالسيارات هو الأكثر غلاء . ولكن العديد من النقاط والمراكز يمكن أن تصل الشاحنة إليها أكثر من السكك الحديدية . وبالنسبة لمعظم الدول المتقدمة فإن العديد من المراكز يمكن الوصول إليها بواسطة السكك الحديدية أكثر من خطوط الأنابيب أو الممرات المائية ، ولذا فإن المقارنة في الشكل (10) تنطبق فقط على الولايات المتحدة وليس بالضرورة أن تكون سارية المفعول على البلاد الأخرى ، وهي تعطينا فكرة عن تكاليف النقل فقط أي أنها لا تتضمن تكاليف التخزين وتكاليف المحطة . وبالنسبة للنقل العالمي والدولي فإن النقل البحري هو الطريقة الوحيدة الأقل كلفة بين نقطتين يمكن الوصول إليهما بحرياً وهناك أمران يجب أن يؤخذا بعين الاعتبار:

– أولهما : نسب معدلات الشحن البحري من المحتمل أن تزداد وترتفع بشكل جوهري .

– ثانيهما : كلفة المحطات التخزينية البحرية ,وتحسينات الميناء ، والرصيف داخل الميناء . . الخ .

النقل بواسطة خطوط الأنابيب قد يكون خياراً جيداً بين النقاط المتصلة بالأرض (اليابسة) مثلاً : من مصنع أمونيا إلى واحداً أو أكثر من مصانع الأسمدة الواقعة في مناطق الاستهلاك . ولكن كلفة خطوط أنابيب الأمونيا أساسية وتتنوع بشكل واسع اعتماداً على التضاريس الأرضية وكلفة اكتساب وحيازة حق المرور . لكن النقل بخط الأنابيب هو أمر مستحب في حالة الاستعمال ذو الحجم العالي .

النقل بالسكك الحديدية فقد يكون هو الخيار الأفضل من أجل كميات معتدلة وخصوصاً من أجل مصانع أسمدة مبعثرة ومتعددة تمون من مصنع أمونيا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

واحد , وبشكل واضح فإن شبكة السكة الحديدية المناسبة والمقطورات يجب أن تكون متوفرة ومتاحة وملاءمة .

والنقل بواسطة السيارات هو بشكل نسبي غالي وباهظ ولكنه قد يكون الوسيلة الوحيدة في بعض الحالات وهو أكثر مرونة في كثير من الحالات .

أخيراً فإن هناك الكثير من الحالات حيث تجتمع عدة طرق للنقل مع محطات طرفية تخزينية عند نقاط التحويل والنقل وبشكل واضح فإن تقديرات كلفة اجتماع هذه الطرق سوية قد تكون صعبة ومعقدة . عندما لا تكون الأمونيا هي المنتج النهائي المطلوب فإن خيارات لإنتاج المنتج النهائي في مصنع الأمونيا ونقلها إلى مناطق التسويق يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار .

وبالرغم من أن شحن الأمونيا بأية طريقة من الطرق المذكورة هو أغلى وأعلى كلفة من شحن أسمدة النتروجين الصلبة أو السائلة لكل طن من المنتج ، فإنها أحيانا أقل كلفة لكل طن من النتروجين وذلك لتركيزها العالي 82 % . ولكن التقديرات لنفقات الإنتاج البديل , التوزيع ونظام التسويق هي مطلوبة لتحديد فيما إذا كانت الأنظمة والأجهزة التي تشتمل على شحن الأمونيا اقتصادياً وكذلك ما هي الطريقة المفضلة للنقل .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الثامن

أملاح الأمونيوم . حمض النتريك . النترات

VIII- Ammonium Salts , Nitric Acid , and Nitrates

مقدمة Introduction :

كما ذكر سابقاً فإن الأمونيا هي المصدر الأكثر من 95 % من أسمدة النتروجين الكيماوية والمنتجة حالياً في العالم . الأمونيا قد تستعمل مباشرة كمخصب ، أو أن تتحول إلى أملاح الأمونيوم أو النترات أو اليوريا ، ولا تتوفر تقديرات دقيقة حول النسب المئوية لهذه المنتجات المتنوعة في الاستعمال العالمي . في أوربا تعتبر نترات الأمونيوم الصيغة الرائدة لأسمدة النتروجين ، إما في مزيج مع كربونات الكالسيوم أو في الأسمدة المركبة كما في ذلك النتروفوسفات . وفي آسيا تعتبر اليوريا هي الصيغة والشكل الرائد والسائد ، إما منفردة أو مجتمعة مع الأسمدة المركبة . وفي شمال أمريكا تعتبر الأمونيا اللامائية هي الصيغة الرائدة لأسمدة النتروجين .

إن هدف وغرض هذا الفصل هو وصف تقنية إنتاج بعض أملاح الأمونيا من أجل استعمالها لأسمدة بدلاً من فوسفات الأمونيوم التي غطيت في الفصل (XIV) وإنتاج حمض النتريك والنترات ماعدا نترات البوتاسيوم (التي غطيت ودرست في الفصل XVIII)

كبريتات الأمونيوم :Ammonium Sulfate

إن كبريتات الأمونيوم كانت لفترة ما الصيغة الرائدة لأسمدة النتروجين ولكن نسبة استعمالها الآن أصبحت صغيرة نسبياً من أسمدة النتروجين العالمية، بسبب النمو السريع في استعمال اليوريا ، ونترات الأمونيوم ، والأمونيا اللامائية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتقدر كمية كبريتات الأمونيوم المستهلكة عالمياً والتي بقيت ثابتة خلال السنوات المنصرمة عند حوالي 6 مليون طن من النتروجين بغض النظر عن كمية كبريتات الأمونيوم المتشكلة باستعمال حمض الكبريت والأمونيا في عمليات الأسمدة المركبة . إن الميزات الرئيسية لكبريتات الأمونيوم هي : صفاتها الفيزيائية الجيدة عندما تحضر بشكل مناسب ، واستقرارها الكيماوي ، وامتصاصها المنخفض للرطوبة من الهواء ، وفعاليتها الزراعية الجيدة . وهي مصدر جيد للكبريت إضافة للنتروجين . وتفاعلها في التربة هو تفاعل حمضي قوي (انظر الفصل XXII) والذي يعتبر ميزة لصالح الترب القلوية ولبعض المحاصيل مثل الشاي , إلا أنه في بعض المواقف الأخرى تعتبر ميزة تفاعلها الحمضي ضرراً وواحداً من مساوئها . كما أن من مساوئها الرئيسية هو محتواها المنخفض من النتروجين N 21 % والذي يزيد من تكاليف التخزين والنقل والتعبئة وكنتيجة فإن الكلفة المسلّمة على مستوى المزرعة عادة ما تكون أعلى لكل وحدة من النتروجين أكثر مقارنة مع اليوريا أو نترات الأمونيوم . ولكن في بعض الحالات قد تكون كبريتات الأمونيوم هي المصدر الاقتصادي الأكثر للنتروجين عندما تكون مسافة النقل قصيرة ، وعندما تكون متوفرة كمنتج ثانوي وبكلفة منخفضة أو عندما يؤخذ محتواها من الكبريت بعين الاعتبار .

كبريتات الأمونيوم متوفرة كمنتج ثانوي من صناعة الفولاذ المسترد من غاز فرن فحم الكوك ، ومن بعض العمليات والمعالجات الكيماوية ومصدراً آخر لها كمنتج ثانوي من إنتاج الـ Caprolactam

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ميزات كبريتات الأمونيوم : Properties of Ammonium Sulfate

الجدول (1) يظهر أهم ميزات كبريتات الأمونيوم المتبلورة .

TABLE 1. PROPERTIES OF PURE AMMONIUM SULFATE

Color	White	
Molecular weight	132.14	
N content	21.2%	
Density of solid, 20°/4°C	1.769	
Specific gravity of saturated solutions	1.2414 at 20°C 1.2502 at 93°C	
Specific heat of solid	0.345 at 91°C	
Specific heat of saturated solutions	0.67 at 20°C 0.63 at 100°C	
Heat of crystallization	11.6 cal/kg in 42% solution	
Heat of dilution	6.35 cal/kg from 42% to 1.8% solutions	
Melting point	512.2°C	
Thermal stability	Decomposes above 280°C	
pH	5.0	
Loose-bulk density	962 kg/m^3	
Angle of repose	28°	
Stoichiometric requirements, tons per ton of product	NH_3 H_2SO_4	0.2578 0.7422
Critical relative humidity	At 20°C At 30°C	81% 81.1%
Solubility, g/100 g of water		
At 0°C	70.6	
At 100°C	103.8	

طرق الإنتاج : Production Methods

هناك طرق مختلفة ومتعددة تستعمل لتصنيع بكبريتات الأمونيوم ، وذلك حسب توافر المواد الأولية والشروط المحلية .

الطرق الرئيسية هي :

1- تفاعل الأمونيا مع حمض الكبريت في مبخر تحت ضغط منخفض أو عند ضغط جوي واسترداد البلورات بواسطة طارد مركزي أو مرشح .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2- غسل غاز الاستصباح أو غاز فرن فحم الكوك بحمض الكبريت في وحدات خاصة واسترداد البلورات بواسطة الطرد المركزي أو الترشيح .

3- تفاعل كربونات الأمونيوم مع كبريتات الكالسيوم أو الجبس المشتق من مصادر طبيعية أو منتجات ثانوي ثم إزالة كربونات الكالسيوم بواسطة الترشيح . ثم تبخير المحلول وبلورة كبريتات الأمونيوم وفصلها من السائل الأم بالطرد المركزي .

4- تبخير سوائل المنتج الثانوي الحاوي على كبريتات الأمونيوم والناتج عن عمليات أخرى ، وفصل الملح النقي تقريباً بواسطة البلورة والطرد المركزي بشكل متناوب . الاسترداد بواسطة التحبيب بطريقة الطبقة المتحركة وإعادة الدوران في جهاز غربلة مجفف لإعطاء الحبيبات الحجم المطلوب .

5- التفاعل المباشر للأمونيا الغازية مع حمض الكبريت في برج الترذيذ لتشكيل منتج جاف غير متبلور .

6- إنتاج كبريتات الأمونيوم ممزوجة مع أملاح الأمونيوم الأخرى في عمليات إنتاج الأسمدة المحببة المركبة لإنتاج الأسمدة المركبة من الفوسفات أو النترات , أو النترو فوسفات الحاوية على كبريتات الأمونيوم .

7- استعمال طرق متعددة أخرى مثل إنتاجها باسترداد غاز SO2 المنطلق في غاز المداخن أو في صناعة حمض الكبريت. انظر الفصل XII .

تقنية البلورة : Crystallization Technology

باستثناء حالات خاصة ، كتلك التي درست في فقرات ثنوى 6 - 5 - 4 فإن البلورات ذات أهمية بالغة في إنتاج كبريتات الأمونيوم وكذلك في تصنيع أملاح أخرى ، ولذلك فمن الملائم والمناسب في هذه المرحلة مراجعة وبشكل مختصر العملية الأساسية وملامح التصميم التي تحكم وتسيطر على تشكل البلورة وتؤثر إنتاج وتقديم المصنع (5 - 4 - 3 - 2) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وهناك أمران يجب أن يؤخذان بعين الاعتبار في تقنية البلورة ،

أولاهما : تشكل النوى (النويات) في محلول فرط التشبع (فوق مشبع) .

وثانيهما : نمو هذه النوى إلى منتج ذو المدى الحجمي المطلوب . وفي كلا المرحلتين فإن القوة المحركة هي درجة فرط التشبع في السائل الأم , الذي سمح له أن يرتفع تقديرياً فإن ذلك يعود لتشكل نوى لا يمكن التحكم بها . النمو البلوري التالي (اللاحق) عادة ما يكون أمراً تناسبياً بالنسبة لفرط التشبع وكقاعدة ومبدأ من السهل الضبط والتحكم في نمو البلورات . وعندما يبرد المحلول إلى قبيل الدرجة التي تظهر فيها نوى التبلور الصلبة والدقيقة . هذا المحلول يدعى بشبه مستقر أو مؤقت الاستقرار كما يدعى بمحلول فرط التبريد Super cooling .

بعد الترسب الأولي ، هذا المحلول يعتبر غير مستقر (غير ثابت) وإضافة ثابتة من السائل شبه المستقر سوف تسبب وتؤدي بكل نواة لأن تنمو وتكبر إلى بلورة واحدة مفردة . وهكذا فإن التحكم وضبط شروط التبلور هو عامل هام وأساسي في تصميم وتخطيط وتشغيل وحدة المبلورة ، ومن هذه الشروط : زمن ووقت التبلور والتحريك ، وصفات سطح جهاز التبلور وكذلك درجة الـ PH ، ودرجة الحرارة ، والملونات ، والشوائب المنحلة وغير المنحلة الموجودة في السائل .

وكذلك من أجل تشغيل ثابت ومستمر لابد من قيام توازن بين عدد النوى الكاملة التبلور التي تزال من المحلول وعدد النوى الجديدة المتشكلة . وتحت هذه الشروط تنتج البلورات المنتظمة الحجم , وخاصة عندما يتم تأمين التلقيم (التغذية) الثابت لجهاز التبلور . ولذلك فإن البلّورة المستمرة يجب أن تؤمن طريقة للضبط وللتحكم بعدد النوى ، والدقائق المنتجة ، وإمكانية تصنيعها ، وذلك لتقليل المشاكل اللاحقة ، والتجفيف ، ومشاكل التخزين فيما بعد .

إن المبلورات الحديثة مصممة ومعدة ومزودة بتجهيزات ومعدات الضبط من أجل ضمان التشغيل الآلي المستمر . بعد نمو البلورات وتشكلها إلى الحجم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المطلوب فإن بلورات كبريتات الأمونيوم تعزل من السائل الأم بالطرد المركزي ثم تغسل بالماء (أو بسائل الأمونيا) وتجفف في مجفف دوراني قبل عملية الغربلة ثم إلى التخزين . وفي بعض المصانع فإن إنتاج بلورات مغسولة بشكل جيد واستعمال أجهزة نوابذ الطرد المركزي ذات الكفاءة العالية تقلل من طاقة التجفيف فيما بعد ولكنه عندما تنتج بلورات صغيرة وخاصة عندما تكون الشوائب موجودة فلا بد من إضافة مواد لمنع التجبل والتكتل أثناء عمليتي التجفيف والتبريد . وعندما يرغب ببلورات كبيرة وضخمة ، فإن البلورات تغربل بعد التجفيف لفصل البلورات الصغيرة التي تحل وتذاب ثانية وتعاد إلى المبلور . الطرق الأخرى للاسترداد البلوري والمعالجة تتضمن استعمال المجفف ذو مرشح هوائي (تحت التفريغ) دوار ذو تغذية علوية ثم تحبب البلورات الصغيرة بأي من أجهزة التحبيب المختلفة . إن مثل هذه الآلات تكون ملائمة بشكل خاص للمصانع ذات الطاقات الإنتاجية الصغيرة كإنتاج كبريتات الأمونيوم كمنتج ثانوي لفرن فحم الكوك .

الميزات الفيزيائية والكيميائية: Chemical & Physical Specification

تصنف درجة كبريتات الأمونيوم عادة بحسب محتواها الأدنى للنتروجين والذي يجب أن لا يقل من 20.5 % , وكذلك بنسبة محتواها من الحموضة الحرة التي يجب أن لا تتعدى عن 0.2 % مقدرة كـ H_2SO_4 , ومحتواها من الرطوبة الحرة والتي يجب أن لا تتعدى كذلك 0.2 % , كما لابد من تحديد القيم العليا (القصوى) بالنسبة للشوائب العضوية وغير العضوية المسموح وجودها في المنتج . ويدخل في المواصفات أيضاً الحجم البلوري للبلورات وهذا يعتمد على مستلزمات وطلبات الزبون أو العميل وعلى محط التطبيق والاستعمال ، وبصورة عامة فإن بلورات بأبعاد تصل 3-1 ملم هي المفضّلة في بعض البلدان بالرغم من أن البلورات الصغيرة نوعاً ما قد تكون هي المقبولة في بعض البلدان الأخرى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وخاصة عند إنتاج الأسمدة المركبة . والحصول على بلورات بالحجم المرغوب يعود إلى تصميم المبلّور ومهارة التشغيل لتعزيز نمو البلورات أو لتعديل شكل البلورة ، وهناك اتجاهاً ومنحى نحو إنتاج بلورات صغيرة (حوالي 0.8 - 0.2) ملم والتي تباع كما هي إلى منتجي الأسمدة المركبة المحببة أو أنها تتحول إلى حبيبة بواسطة أجهزة التحبيب المختلفة وذلك من أجل الاستعمال المباشر أو المزج . إن عملية التحبيب ستدرس في الفصل XVIII .

تفاصيل الإنتاج : Production Detail

طرق التبخير – التفاعل الموحدة :

Combined Reaction - Evaporation Methods

إن كميات كبيرة من كبريتات الأمونيوم تنتج من تفاعل الأمونيا اللامائية وحمض الكبريت القوي في وحدات البلورة المشبعة المستمرة التي تشتغل إما تحت الفراغ أو الضغط الجوي ، وتزال حرارة التفاعل في أجهزة التفاعل تحت الفراغ بواسطة تبخير الماء الموجود في حمض التغذية أو المضاف إلى الجهاز لغرض ضبط الحرارة , أما في المفاعلات التي تعمل تحت الضغط الجوي فيمكن تبريدها تناوبيا بنفخ أحجام ضخمة من الهواء خلال الكتلة المتفاعلة والتفاعل التالي يبين التفاعل بين الأمونيا الغازية اللامائية وحمض الكبريت :

$$2NH_3(g) + H_2SO_4(l) \rightarrow (NH_4)_2SO_4(S) - 67.710 cal/g - mole$$

وفي الواقع فإن الحرارة الناتجة من التفاعل الناشر للحرارة والمعطى أعلاه هي تقريباً مساوية لـ 2.350 Kcal / كغ من N . إن التفاعل تحت الضغط المنخفض مصممة وفقاً للمبادئ الأساسية للبلورة والتي أعيد النظر فيها سابقاً وعادة ما تكون على شكل وعاء تعليق مع حجرة للوميض . يتم إضافة الأمونيا وحمض الكبريت إلى خط إعادة دوران السائل الأم حيث يتفاعلان ويسخنان

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

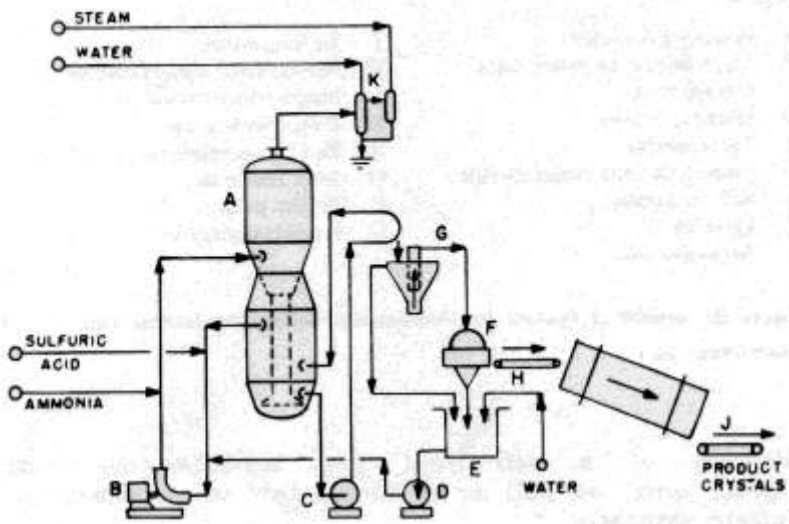
Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بإفراط السائل الدوار , والذي بشكل تالي يومض في الحجرة العلوية عند ضغط منخفض عادة يكون بين 58-55 سم زئبق . إن فقدان الماء في هذه المنطقة يجعل السائل فوق مشبع والذي يعود ليدور إلى وعاء التعليق السفلي بواسطة قناة (أنبوب داخلي) ويصبح على صلة وتماس مع البلورات الصغيرة والنوى وهناك تثير وتحرض لنمو أكبر للبلورات وذلك حسب الحجم لا حسب العدد . ويعاد تدوير الطين السائل بواسطة سيفون (ممص) حراري، أو بواسطة مضخة خارجية حيث احدث كما هي اتصال أو تماس مع المواد المتفاعلة المضافة حديثاً . والحرارة الناتجة للتفاعل الناشر للحرارة تدمر وتقضي على النوى والدقائق غير المرغوب بها . إن التصميم الصناعي الحاذق لوعاء التعليق وكذلك طرق ووسائل سحب الطين السائل تسمح للتصنيف الحجمي أن يستحصل عليه في الوحدة وكذلك أجهزة القياس الآلية الملائمة تكفل وتضمن فترات طويلة من التشغيل المنتظم للبلورات .

ولعل من أشهر المفاعلات والمبلورات التي تعمل تحت الضغط المنخفض المبلور المعروف باسم Krystal أو وحدة Oslo . لأنه طور في النرويج , والشكل (1) التالي يوضح بشكل بياني استعمال التدوير القشري في الرابط والفصل بهذا التصميم من المبلورات من أجل إنتاج كبريتات الأمونيوم . وخلال التشغيل من الهام جداً التحكم بدرجة الـ PH . ضمن حدود قريبة تقريباً من 3.5-3.0 لأن القيمة الدنيا المنخفضة تعطي وتنتج بلورات رقيقة غير مرغوب بها كما أن الحموضة المفرطة تفرز وتشجع نمو زائد للبلورات وخاصة في خط الأنابيب مما يستدعي ويتطلب إعادة ذوبان وانحلال متواتر بواسطة البخار خوف انسداد الأنابيب .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Legend

A "Krystal" type of vacuum evaporator-crystallizer
B Forced-circulation pump
C Slurry-recirculation pump
D Mother-liquor recycle pump
E Mother-liquor tank
F Continuous or batch centrifuge
G Slurry concentrator
H Drier conveyer
I Rotary drier
J Dried-product conveyer
K Vacuum condenser-ejector unit

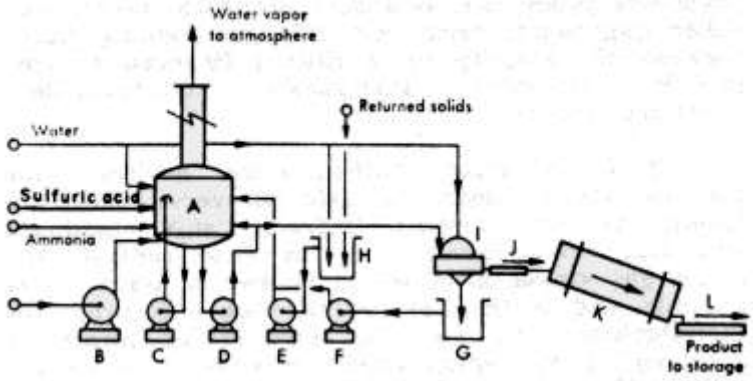
Figure 1. "Krystal" Type of Unit for Ammonium Sulfate Production.

كما أن الحموضة الغير كافية من جهة واحدة تنتج بلورات أقل جودة والتي من الصعب غسلها وخزنها إضافة إلى أنها كذلك تسبب خسارة في الأمونيا . ولهذه الأسباب فإن بعض المصانع تحافظ على حموضة حرة بنسبة 10-10 غ من H_2SO_4 / ليتر من المحلول . أما الوحدات التي تعمل تحت الضغط الجوي فهي على أنواع ولها الأفضلية عند بعض المنتجين أكثر من المبلورات التي تعمل تحت التفريغ وخاصة من أجل الطاقات الإنتاجية الصغيرة والمتوسطة وذلك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بسبب بساطتها وإلى حد ما بسبب تكاليف الاستثمار المنخفضة لها . حيث يمكن للأمونيا أن تضاف بواسطة أنبوب ناضح أو خلاط ذو نموذج نافوري .



Legend

A Evaporator-crystallizer	G Mother-liquor tank
B Air blower	H Sump tank
C Liquor-recirculation pump	I Batch or continuous centrifuge
D Slurry-recirculation pump	J Drier conveyer
E Makeup pump	K Rotary drier
F Mother-liquor pump	L Product conveyer

Figure 2. Atmospheric-Pressure Process for Ammonium Sulfate Manufacture.

والتصميم في الشكل (2) يستخدم وعاء مفرد من أجل كلا التفاعل والبلورة . وحرارة التفاعل تزال بواسطة تبخير الماء حيث تلحق في حالات عديدة بواسطة نفخ الهواء . وفي تصاميم أخرى فإن أوعية البلورة والتعادل تكون منفصلة وذلك من أجل تأمين تشكيل أسهل ومحكم أدق والتوازن المثالي بين طاقة هواء التبريد ومردود التبلور يكون عادة عندما تكون درجات حرارة البلورة مضبوطة في مدى يتراوح بين 66° - 63 .

وفي معظم الحالات فإن بلورات كبريتات الأمونيوم تفصل من الطين السائل وذلك بواسطة إعادة التدوير خلال طارد مركزي مستمراً ومتقطع آلي ثم تغسل بالماء والأمونيا الضعيفة وتجفف ثم تغربل . وفي بعض المصانع تستعمل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المرشحات تحت الضغط المنخفض ذات التغذية العلوية المستمرة بدلاً من أجهزة الطرد المركزية وخاصة في المصانع ذات الطاقة الصغيرة لأن المنتج يمكن أن يفصل ويغسل في نفس المرشح . وكما هو معروف فإن محاليل كبريتات الأمونيوم هي محاليل أكالة والأجزاء المبتلة من المعدات عادة ما تكون مصنوعة من الستانلس ستيل أو من الفولاذ الطري المبطن بالمطاط . وفي بعض المصانع الأولى فإن الأوعية والأحواض كانت مبنية من الخشب والفولاذ الطري والتآكل كان يقلل إلى أدنى حد بالتحكم الدقيق بدرجة PH . والمعدلات أو بإضافة بعض أملاح المعادن الثلاثية التكافؤ والتي تساعد أيضاً البلورات كما يمكن إضافة مواد لمنع التآكل كحمض الفوسفور بكميات ضئيلة أو مركبات الزرنيخ .

طرق المنتج الثانوي لمصانع الغاز :

Gasworks Byproduct Methods

قبل أن تتوفر الأمونيا الصناعية في أوائل 1920 كان المصدر الفعلي للأمونيا هي الأمونيا المستحصل عليها من مصانع تفحيم الوقود الصلب .

وإن الفحوم النارية أو البيوتومية المطابقة المستعملة من أجل إنتاج الفحم تحوي % 2 - 1 من النتروجين و % 20 - 15 من هذا النتروجين يكون على شكل أمونيا ، وبذلك يمكن الحصول على 3.0 - 2.5 كغ من NH_3 / لكل طن، ولو أن نقاوة المنتج من المحتمل أن تكون محدودة جداً لأنه من الصعب المحافظة على توازن أمثل بين الحموضة الحرة اللازمة لمنع الشوائب ولإعطاء درجة الـ PH المثلى اللازمة لتعزيز النمو البلوري الجيد . والمشاكل المبكرة للتشغيل المباشر أدت إلى تطوير هذه الطريقة المباشرة حيث تجعل الغازات أولاً بتماس مع سائل الغسل الدوار وتتبع في بعض الحالات بتقنية أخرى بالغسل بالماء , وسوائل الغسل هذه ترسل إلى الجزء الأعلى لوحدة تقطير الأمونيا ذات النمط الغطائي الفقاعي والتي فيها اتصال وتماس مباشر مع البخار حيث يتحرر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتنطلق الأمونيا الحرة الموجودة ككربونات الأمونيوم أو ككبريت الأمونيوم أو أية أملاح أمونيومية سهلة التفكك . السائل بعد ذلك يمرر إلى وحدة المصانعة بسائل التكلس لتفكيك وتحلل أملاح الأمونيوم الثابتة مثل : كلور الأمونيوم . البخار المحرر باتجاه الأعلى من قاعدة العمود يخرج جارفاً معه غاز الأمونيوم المنتج فعلياً والذي يسترد كمحلول أمونيا خام أو أنه يرسل إلى غاسل حمض الكبريت من أجل إنتاج كبريتات الأمونيوم . إن ميزات هذه الطريقة تتضمن إنتاج ملح خالي بشكل أساسي من الشوائب ، وله مواصفات لا بأس بها ، بالإضافة إمكانية إنتاج محلول الأمونيا ومشتقاتها . ولكن تكاليف التشغيل مرتفعة جداً إضافة إلى ظهور بعض المشاكل التقنية وخاصة الخسارة في الأمونيا بسبب التفاعل أو الامتصاص الناقص والغير تام. إن الطريقة شبه المباشرة تعطي اتفاق وسط بين طريقة التشغيل المباشر وغير المباشر حيث أن الغاز يبرد أولاً ويغسل لإزالة القطران والنواتج القابلة للتكاثف أو الانحلال بالماء ، إلاّ أن الأخيرة يعاد استرجاعها في وحدة تقطير .

الأمونيا NH_3 المتحررة تتفاعل مع تيار الغاز الرئيسي الذي يعاد تسخينه إلى حوالي 70 درجة مئوية وينقى بمحلول كبريتات الأمونيوم شبه المشبع و - 5 6 % من حمض الكبريت عند حوالي °70 - 50 درجة مئوية في الوحدات التي من نمط الامتصاص بالرش أو التي من نمط الإشباع . لأن هذه العملية تسترد الأمونيا بشكل أكبر من ذلك التي تسترد بالطريقة المباشرة وأيضاً تعطي وتقدم ملحاً حراً من القطران – البريدين والشوائب الأخرى ، وقد أصبحت هذه الطريقة وهي الأكثر شهرة من أجل التراكيب الضخمة من الفحم . ومعظم هذه الأمونيا يعتقد أنها تتشكل عند درجات حرارة تتراوح في مدى يصل إلى 1000 درجة مئوية . وذلك بعد أن تحدث عملية (تفحيم) . ولأن معظم الأمونيا تكون كمنتج ثانوي تترافق عادة بوحدات التفحيم ذات درجات الحرارة العالية مثل مصانع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التفحيم لإنتاج الحديد والفولاذ حيث تقدر الكمية المنتجة من كبريتات الأمونيوم بحوالي 20 كغ / لكل طن من الفولاذ .

تزال الأمونيا من الغاز لسببين رئيسين :

أولاهما : لمنع التآكل التالي في خطوط التوزيع الرئيسية والتجهيزات والمعدات الملحقة ومناطق التوصيل .

وثانيهما : لإنتاج منتج ثانوي نافع ومفيد وبربح معقول ومقبول .

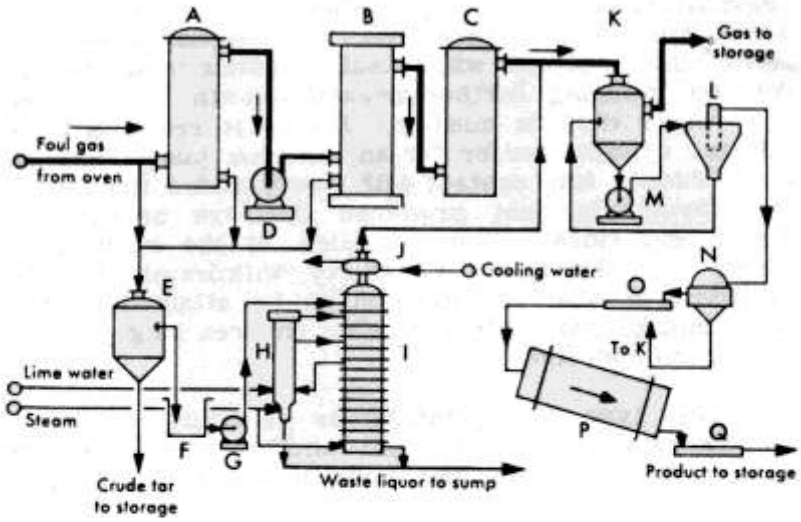
ولكنه في السنوات الأخيرة نظراً لتدني أسعار كبريتات الأمونيوم العالمية وتغيرها بشكل واسع من وقت لآخر حتى أنها كانت تباع من مصانع الغاز وأفران الفحم بمحتويات الأسعار لحمض الكبريت اللازم كمادة أولية . وكنتيجة لذلك فإن بعض المنتجين قد حوّلوا وحداتهم إلى إنتاج مواد بديلة أكثر ربحاً وكسباً . مثل إنتاج فوسفات الأمونيوم- ثيوسيانات الأمونيوم- فيروسيانيدات _ بيريدينات- قطران . . الخ .

هناك ثلاثة طرق رئيسية متاحة من أجل استرداد ملح الأمونيوم والأمونيا . وهذه الطرق معروفة بالعمليات المباشرة وغير المباشرة وشبه المباشرة .

في **الطريقة الأولى** يبرد كامل تيار الغاز لإزالة القطران قدر الإمكان ومن ثم يمرر خلال مشبع من نموذج الفقاعة أو أنه في المصانع الحديثة هناك جهاز غسل الغاز من نموذج الرش حيث يغسل بحمض الكبريت . إن السائل الطيني لكبريتات الأمونيوم المنتج يتم سحبه وطرده مركزياً ثم يغسل ويجفف ومن ثم يرسل للتخزين . إن محاسن هذا النموذج من الوحدات يتضمن كميات منخفضة من البخار , وأحجام السوائل المنبعثة صغيرة , ورغم ذلك فإن المنتج يكون ملوثاً مع القطران ومركبات البيريدين ، وقد يكون غير مقبولاً , وقد يبلور قبل البيع ، بالإضافة إلى أن الكلورات الموجودة في الوقود أو الماء تتفاعل لإنتاج وتشكيل كلور الأمونيوم وتخلق مشاكل تآكل إضافية ما لم تستعمل بطانة مطاطية أو بلاستيكية . وبالإضافة لذلك فقد تتم عملية التنقية بالبلورة المنفصلة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Legend

A	Primary gas-cooler	J	Dephlegmator
B	Electrostatic tar-precipitator	K	Sulfate saturator-crystallizer
C	Gas reheater	L	Slurry concentrator
D	Main gas-blower	M	Slurry feed-pump
E	Tar separator	N	Batch or continuous centrifuge
F	Crude ammonia liquor storage	O	Drier conveyer
G	Still feed-pump	P	Rotary drier
H	Lime leg	Q	Product conveyer
I	Ammonia still		

Figure 3. Semidirect Process for Ammonium Sulfate Production from Coke-Oven Gas.

الشكل (3) يوضح الشكل الأساسي لعملية تنقية الغاز شبه المباشر وكذلك وحدة إنتاج كبريتات الأمونيوم وكذلك توضيح لمشبع كبريتات الأمونيوم وهناك تنوّعات مختلفة وتعديلات كبيرة لهذه الأجهزة قد وجدت في العالم كله وقد طورت بشكل رئيسي من قبل مؤسسات Koppers OHO Wilputti .

إنتاج كبريتات الأمونيوم بتفاعل الجبس مع كربونات الأمونيوم :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Ammonium Carbonate - Gypsum Process

هذه الطريقة والتي تعرف أيضاً بعملية Merseburg وقد تطورت أصلاً في ألمانيا وقد استعملت لفترة طويلة في النمسا ، الهند ، الباكستان ، وإنكلترا . وهي تعتمد على تفاعل الأمونيا مع ثاني أوكسيد الكربون لإنتاج كربونات الأمونيوم ثم تفاعل الأخيرة مع الجبس أو الانهيدرات ذات أصل منتج ثانوي أو طبيعي ، وذلك لإنتاج كبريتات الأمونيوم وكربونات الكالسيوم . كما يلي :

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH - 8,320 \text{ cal/g-mole}$$

$$2NH_4OH + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + H_2O - 22,080 \text{ cal/g-mole}$$

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4 + 2H_2O - 3,900 \text{ cal/g-mole}$$

وتحت بعض الشروط والظروف ، لهذه العملية عدة ميزات وحسنات فعلى سبيل المثال البلاد التي ليس لها احتياطي محلي من الكبريت ولكنها تملك مصادر منتج ثانوية أو طبيعية للجبس أو الانهيدرات يمكن أن تنتج كبريتات الأمونيوم بدون شراء الكبريت من الخارج . بالإضافة إلى أن كربونات الكالسيوم المنتج الثانوي في هذه العملية يمكن أن تستعمل من أجل انتاج الاسمنت أو أهداف أخرى مثل الكلس الزراعي أو في صناعة نترات الأمونيوم والكالسيوم ، والسبب الوحيد الكمية الضخمة من الطاقة (البخار) اللازم لإنتاج كبريتات الأمونيوم الصلب من المحلول المخفف نسبياً . في أحد مصانع الهند ، فإن غاز الأمونيا يمتص في الماء ويكربن عند ضغط يصل إلى حوالي 2.1كغ/سم2 في برجين من الألمنيوم ذات السلاسل المتصلة هذا الضغط يسمح بإستخدام ماء تبريد ذو درجة أعلى فيما لو أستخدم الضغط الجوي . إن ثاني أوكسيد الكربون يدخل عند قاعدة البرج الأولي والمعبأ بحلقات خزفية بأبعاد 5سم مرطبة بمحلول دوار من هيدروكسيد الأمونيوم وكربونات الأمونيوم . الإمتصاص الأخير يحدث في البرج الثانوي وحرارة التفاعل تمتص بإعادة تدوير السائل خلال مبادل حرارة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ماء مبرد في دارة مغلقة بكل برج وعادة يكون تركيز السائل الناتج إلى حد تقريبي يصل إلى 170 غ من الأمونيا و 225 غ من ثاني أوكسيد الكربون بكل ليتر وتضع أجزاء المضخات الماسة للسائل من الستانلس ستيل ، أما شبكة الأنابيب التي يجري فيها السائل فتكون من الألمنيوم

وفي أحد مصانع الهند الحديثة . FERTILINER ROUND CHEMICAL LTD TROVAN CORE تستعمل أجهزة الإمتصاص نفاثة لتحضير كل من محلول الأمونيا ومحلول كربونات الأمونيا في إتصال مع برج الكربنة الإشباع بثاني أوكسيد الكربون ، التبريد بحيث بإعادة تدوير السائل خلال المبادلات الحرارية المبردة بالماء أو حرارة التفاعل فإنها تستعمل لتبخير الأمونيا السائلة المستعملة في هذه العملية . يصبح المحلول بالتركيز المطلوب فإنه يرسل للتخزين ومن ثم للعمليات اللاحقة .

عندما يستخدم الجبس الطبيعي (والانهيدرايت) فإنه يسحق ويطحن قبل إجراء التفاعل . إلى نعومة بحيث يمر حوالي 90 % منه خلال منخل 120 إلاَّ أنه تحت ظروف معينة هناك دلالات على أن ليس من الضروري هذه النعومة الفائقة . وعندما يستعمل الجبس المنتج الثانوي لمصنع حمض الفوسفور فإنه من المفضل إزالة الشوائب المتواصل للجبس بالماء إلى أقصى على قبل التفاعل مع كربونات الأمونيوم . بعض طرق تنقية الجبس المنتج الثانوي سوف تدرس في الفصل XIII .

التفاعل يمكن أن يحدث إما في سلسلة من الأحواض الخشبية أو الخزانات المصنوعة من الفولاذ الطري والمزودة بملفات بخارية وخلاطات . والتفاعل يستغرق عادة زمناً يصل إلى 4 – 6 ساعات . في الطين السائل المنتج يرشح وقرص كربونات الكالسيوم تغسل عدة مرات بالماء قبل كشفها عن الإسطوانة الدوارة للمرشح . في بعض المصانع المبكرة يتم الترشيح بالمرشحات الضاغطة . إن التنقية الأخيرة بواسطة الترشيح الضاغط أو التركيز أحياناً ما

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تستخدم لضمان النقاوة العظمى للمنتج ومن ثم تتبع بالتعديل بحمض الكبريت والتسخين إلى حوالي 110 درجة مئوية إزالة الأمونيا الزائدة قبل القيام بالتركيز وعملية البلورة . إن سائل تغذية المبخر عادة يحتوي على 500–520 غ من كبريتات الأمونيوم وأقل من 0.1 غ من الأمونيا لكل ليتر .

التبخير يحدث في مبلورات المبخر ذو التأثير المتعدد والمستمر والإنتاج يمكن أن يكمل إن رغب بذلك بإضافة الأمونيا وحمض الكبريت إلى خط إعادة تدوير المبلور وذلك كما شرح ووصف سابقاً . البلوريات من المدى الحجمي المطلوب تفصل وتغسل في طارد مركزي وتجفف في مجفف دوار عند الدرجة 120–130 درجة مئوية ومن ثم ترسل إلى التخزين ويفضل عادة استعمال المبرد بمجفف العمودي لأنه بلورات مكسورة وناعمة أقل وذلك بالمقارنة مع استعمال المبرد المجفف الدوار . والشكل (4) يعطي مخططاً لإنتاج كبريتات الأمونيوم باستعمال الجبس .

إنتاج كبريتات الأمونيوم من المنتجات الثانوية :

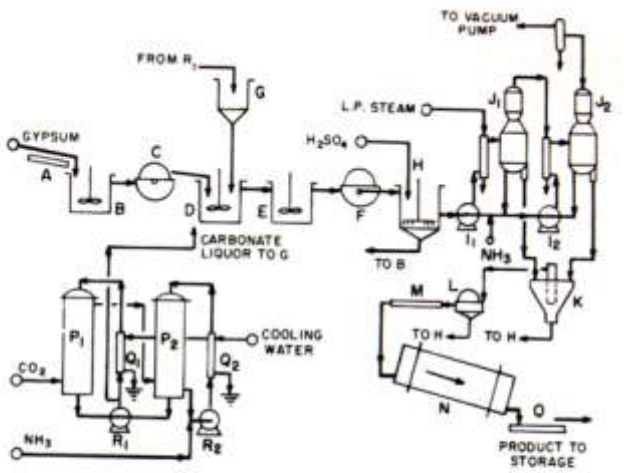
Recovery of By product Liquor

إن وحدات المنتج الثانوي قد أنشأت من بلدان متعددة من أجل انتاج كبريتات الأمونيوم من السوائل والفضلات الناتجة من العمليات الكيميائية المتعددة في مثل هذه الحالات فإن السائل المتدور يجب أن يحتوي على الأقل % 35 من كبريتات الأمونيوم وإلا فإن الاسترداد لا يبرر إلا من أجل تحقيق هدف منع التلوث . لأن الاسترداد وأحياناً غير مربح وغير اقتصادي .

من حين لآخر فإن حمض الكبريت يستعمل من مصافي النفط المصانع البتروكيميائية ومصانع الصابون قد يستعمل من أجل إنتاج كبريتات الأمونيوم وذلك إن كانت الشوائب لا تسبب مشاكل لا يمكن التغلب عليها أو مشاكل تآكلية أو أن تجعل المنتج غير مقبول .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Legend

A	Gypsum conveyer
B	Gypsum washing tank
C	Gypsum dewatering filter
D	Primary reactor
E	Secondary reactor
F	Calcium carbonate filter
G	Ammonium carbonate storage tank
H	Sulfate-liquor clarifier
I_1, I_2	Evaporator feed-pumps
J_1, J_2	Vacuum evaporator-crystallizers
K	Slurry concentrator
L	Batch or continuous centrifuge
M	Drier conveyer
N	Rotary drier
O	Product conveyer
P_1, P_2	Ammonium carbonate towers
Q_1, Q_2	Heat exchanger-coolers
R_1, R_2	Carbonate liquor recirculating pumps

Figure 4. Gypsum Process for Ammonium Sulfate Production.

وإن كان الحمض قد لون بشكل شيء فإن قد يكون من اللائق حرق الشوائب في فرن مصمم بشكل خاص ولإنتاج حمض جديد والخيار الآخر هو أمنية الحمض الملوث وتحبيب الطين السائل في جهاز تحبيب من النموذج لذلك المستعمل لإنتاج الأسمدة الحبيبية .

الأمنية ببرج الرش : Tower –Spray Ammoniation

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن الكميات الأساسية من سلفات الأمونيوم قد صنعت لسنوات عديدة في اليابان من تفاعل حمض كبريت والأمونيا في أبراج الرش حيث يرش الحمض على بخار الأمونيا داخل البرج وحرارة التفاعل تعطي منتج جاف غير بلوري وغالباً دون 300 والتي بشكل مستمر يزال من قاعدة البرج بواسطة ناقل لولبي إن هذا النوع من كبريتات الأمونيوم يكون ملائماً بشكل خاص من أجل الاستعمال في الأسمدة المركبة المبرغلة .

إنتاج الملح الممزوج والمضاعف :

Double - & Mixed - Salt Production

بأمنية مزيج من حمض الكبريت وحمض النتريك أو بدمج أملاحهما الأمونيومية بطرق خاصة فإن من الممكن إنتاج مركبات حاوية على كل من النتروجين الأمونيومي والنتراتي على شكل أملاح مضاعف حقيقة . وهناك ثلاث أملاح مضاعفة قد تم تعريفها وتحديدها وهي :

$$(NH_4)_2SO_4.NH_4NO_3$$
$$(NH_4)_2SO_4.2NH_4NO_3$$
$$(NH_4)_2SO_4.3NH_4NO_3$$

إن وحدة من الطرق والعمليات الألمانية تنتج ميزات كبريتات الأمونيوم المطابق بشكل تقريبي $(NH_4)SO_4.NH_4NO_3$ والحاوية على 62 % من كبريتات الأمونيوم و 38 % من نترات الأمونيوم . مجموع محتوى النتروجين هو حوالي 26 % أي أن حوالي ثلاثة أرباع النتروجين الكلي موجوداً على شكل أمونيومي وربعه الآخر على شكل نتراتي وقد تم تشكله بواسطة أمنية المزيج اللازم من الحمضين ثم يبرد المحلول إلى محتوى رطوبة 3 % مع إضافة حواي 1 % من كبريتات الحديدي لمنع التكتل اللاحق ثم التبريد إلى 100 درجة مئوية والتبريد المفاجئ حيثاً بتشكل الملح المضاعف بشكل قشور ثم رش لمنتج بمحلول

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأمونيا المخفف ومن ثم برغلة الملح المضاعف (أحياناً بواسطة كبريتات أمونيا إضافية) ثم تجفيفه وتبريده وتعبأته .

في طريقة أبسط والتي هي أيضاً من أصل ألماني فإن محلول نترات الأمونيوم يبخر تحت الفراغ إلى تركيز يصل إلى 95 % ويبرد إلى حوالي 130 ° درجة مئوية ويحبب مع كبريتات الأمونيوم الصلبة في جهاز التحبيب حتى يتم الحصول على درجة PH التي تصل إلى 4.0 والتي بعدها المنتج يجفف ويبرد ويعبأ .

لسنوات عديدة تم إنتاج نترات كبريتات الأمونيا الحاوية على 30 % من N وذلك بشكل أساسي من أجل الإستعمال في المناطق التي تشكو نقصاً في الكبريت إن العملية تتضمن أمنية مزيجاً من حمض الكبريت والنتريك تتبع بعملية تحبب شامل للراسب السائل الناتج . والمنتج يتألف بشكل أساسي من ملح مضاعف $(NH_4)_2SO_4.3NH_4NO_3$ مقارنة مع كبريتات الأمونيوم فإن نترات كبريتات الأمونيوم من الدرجة العادية 26 % N المحتوي على نسبة إضافية من N تصل إلى 5 % وميزات تخزين هي أفضل مقارنة مع نترات الأمونيوم أو مزيج من كبريتات الأمونيوم الصلب ونترات الأمونيوم لأن نترات الأمونيوم الحرة غير موجودة . ولكن تضيع اليوريا على مستوى واسع وخاصة في السنوات الأخيرة قد قلل من أهمية نترات كبريتات الأمونيوم في معظم البلاد والأقطار .

عندما يتم أمنية خليط من حمض الكبريت وحمض الفوسفور ، فإن مجموعة متنوعة من منتجات الأملاح الممزوجة والمضاعفة يمكن أن تتشكل ومن أهم هذه الأملاح هو ما يدعى أموفوس AMMO-PHOS الحاوي على 16 % من N و 20 % من P_2O_5 وبعد الأمنية فإن الراسب السائل المتشكل يبرغل ومن ثم يجفف ويغربل و(أحياناً يبرد) لإعطاء منتج قابل للإنحلال في الماء ويحتوي على وزناً حوالي ثلثين من كبريتات الأمونيوم وثلث من فوسفات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأمونيوم هذه المادة لها ميزات تخزينية جيدة تحت الشروط الطبيعية انظر الفصل XIV .

إن مزيج من كبريتات الأمونيا/ اليوريا قد تم إنتاجها من أجل استعمالها في المناطق التي تشكو نقصاً في الكبريت . إن العملية شبيهة بالبرغلة الشاملة لليوريا الصرفة . منتج واحد مثل هذا المنتج يحتوي على 40 % من N و 4 % من S .

عمليات متعددة ومتنوعة : miscellaneous Processes

تم إقتراح أو تطويرالعديد من العمليات من أجل استرداد الكبريت الذي ينطلق من غاز المداخن SO_2 وذلك بغسل الغاز بواسطة الأمونيا أو بحقن الأمونيا إلى داخل المداخن ، هذه العمليات تعطي مزيجاً من كبريتات وبيكبريتات وكبريتات الأمونيوم . كبريتات الأمونيوم يمكن أن ينتج كمنتج نهائي وهناك استعمال تجاري قد تم مداولته في اليابان ولكن الطلب على كبريتات الأمونيوم ضئيل بالمقارنة مع الاحتياطي الكامنة من كبريت غاز المداخن وكذلك فإن معظم العمليات تشتمل التخلص من الكبريت ككبريتات أو كبريتات الكالسيوم وإعادة تدوير الأمونيا .

التخزين والمداولة : Storage & Handling

لتخزين كبريتات الأمونيوم والأسمدة الأخرى لابد من الأخذ بعين الاعتبار عوامل عدة هامة ولعل من أهمها :

أولاً : يجب أن يكون المنتج من حجم بلوري متماثل ويجب أن يحتوي على نسبة ضئيلة من الجسيمات الناعمة الدقيقة .

ثانياً : يجب أن يكون جافاً ويكون أفضل إن احتوى على مادون 0.1 % من الرطوبة الحرة .

ثالثاً : يجب أن لا تكون هناك حموضة حرة على السطوح البلورية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

رابعاً : المنتج يجب أن يبرد بالهواء الجاف تحت شروط ممكنة ومضبوطة وبعد التجفيف وإن كانت درجة الحرارة المحيطة والرطوبة عالية لأن تسبب تكثف رطوبة لاحقة فلابد بعد التبريد من تخزين المنتج في صوامع مغلقة أو في أكياس مختومة .

كلور الأمونيوم : Ammonium chloride

معلومات عامة : General Information

إن كلور الأمونيوم يحتوي على % 26 من N عندما يكون نقياً أما كلور الأمونيوم المستعمل كسماد فهو يحتوي على % 25 من N . إن الطاقة العالية الإنتاجية لعام 1978 بلغت 365,000 من N و التي ثلثيها تتوضع في اليابان ومعظم الثلث المتبقي يقع في الهند ومعظم الإنتاج الهندي يصعد , والصادرات السنوية خلال 1974–1978 تراوح من من 400,000–600,000 وحوالي ثلاثة أرباع الصادرات كانت إلى الصين والبقية ذهبت إلى 11 بلد وبشكل رئيسي في شرق آسيا . الاستهلاك المحلي عام 1977 لكلور الأمونيوم في اليابان كان 170,000 طن واذي لا يتضمن استعماله في الأسمدة المركبة . كلور الأمونيا يستعمل في مجموعة من الأسمدة المركبة المتنوعة والأمثلة هي كالتالي :

18-22-0 كلور فوسفات الأمونيوم

16-0-20 كلور بوتاسيوم الأمونيوم

14-14-14

12-18-14

وكذلك فإن كلور الأمونيوم استعمل في ممزوجاً مع الأسمدة الأخرى لإنتاج الأسمدة المركبة كمزجه مع اليوريا أو كبريتات الأمونيوم . إن الأشكال المبرغلة أو المبلورة الخشنة هي المنفصلة من أجل الإستعمال المباشر بينما البلورات الدقيقة يمكن أن تستعمل في الأسمدة المركبة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ميزات كلور الأمونيوم هي أنه يحتوي على تركيز أعلى من كبريتات الأمونيوم وإلى حد ما فإن كلفة إنتاجه منخفضة لكل وحدة من N(في اليابان) وله ميزات زراعية بالنسبة للأرز , وإن النترجة هي أقل سرعة من اليوريا أو كبريتات الأمونيوم ولذلك فإن خسارات N تكون أقل , بينما المردود والإنتاج يكون أعلى . وبالرغم من أن كلور الأمونيوم مناسب وملائم كسماد للأرز فقد تم إختباره بشكل ناجح واستعمل مع محاصيل أخرى مثل القمح ، الشعير ، قصب السكر الذرة ، المحاصيل الليفية , الذرة الصفراء . . الخ . وفي شروط خاصة متنوعة. ومن الجدير بملاحظته هو استعمال كلور الأمونيوم على أشجار النخيل . إن أهمية الكلور كمادة محمضة مسمدة لايمكن الاستغناء عنها من أجل جوز الهند والنخيل الزيتي . وقد أشارت الدراسات العديدة على أن الإستجابة الخطية لجوز الهند عادة الكلورين وذلك حسب مردود إنتاج تمر جوز الهند لكل شجرة حيث وجد أن المردود كان حوالي 70 % زيادة على المردود المستعمل من الأشجار التي لا تتلقى أي كلورين .

إن كلور الأمونيوم يحتوي على نسبة عالية من محتوى الكلور تصل إلى 66 % ولذلك تعتبر كسماد ملائم جداً لجوز الهند حيث التربة تكون مكتفية من البوتاسيوم ولكن ينقصها النتروجين والكلورين . ولكن حين يكون البوتاسيوم أيضاً ناقصاً وقليلاً في التربة فإن التطبيق أو الاستعمال الموحد لكلور الأمونيوم وكلور البوتاسيوم يمكن أن تكون أكثر فعالة ونشاطاً .

لكن من عيوب كلور الأمونيوم هو تأثيره الحضي المرتفع مثل كبريتات الأمونيوم لكل وحدة من N , ومحتواه المنخفض من النتروجين بالمقارنة مع اليوريا ونترات الأمونيوم , ومحتواه العالي من الكلور السيء الأثر على بعض الترب والمحاصيل .

إلاّ أن محتواه العالي من الكلور يمكن أن يصبح ضروريا في المصانع التي لديها فائض من الكلور أو حمض الهيدروكلوريك , والميزة الأخرى النافعة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لكلور الأمونيوم هي أنه يمكن استعماله لتسميد الأرز بأمان بوجود فطريات معينة التي تحلل سماد كبريتات الأمونيوم إلى سلفيدات سامة . أضف إلى ذلك أن الإستعمالات الصناعية لكلور الأمونيوم واسعة الإنتشار ومعروفة بالرغم من تواجدها في كميات صغيرة نسبياً حيث يدخل في تصنيع البطاريات الجافة وكمادة مساعدة في عمليات اللحام (بالقصدير) واللحام بالنحاس الأصفر.

ميزات وصفات كلور الأمونيوم :

Properties of Ammonium Chloride

إن ميزات كلور الأمونيوم معطاة في الجدول (2) التالي :

TABLE 2. PROPERTIES OF PURE AMMONIUM CHLORIDE

Color	White
Molecular weight	53.50
Density, 20°/4°C	1.526
Nitrogen content	26%
Solubility, g/100 g of water at Temperature (°C)	
0	29.4
20	37.2
40	45.8
60	55.3
80	65.6
100	77.3
115.6 (boiling-point)	87.3
Effect of heat	
Ammonium chloride begins to dissociate at 350°C and sublimes at 520°C	
Critical relative humidity	
At 20°C (68°F)	79.2
At 30°C (86°F)	77.5

طرق الإنتاج : Production Methods

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك طرق عديدة لإنتاج كلور الأمونيوم ، وترتيبها حسب أهميتها هو كالتالي :

1- عملية الملح الثنائي (المضاعف) حيث أن كلور الأمونيوم وكربونات الصوديوم تنتجان بشكل متزامن وآني .

2- عملية التعديل المباشر للأمونيا بواسطة حمض الهيدروكلوريك .

3- طرق أخرى متنوعة .

عملية الملح الثنائي : The Dual - Salts Process

معظم كلور الأمونيوم المستعمل في الهند ، الصين ، واليابان من أجل أغراض تخصيبية قد أنتج بعملية الملح المزدوج والتي هي تعديل لطريقة سولفي ، كما هو مبين من المعادلات التالية حيث تعالج الأمونيا بغازثاني أوكسيد الكربون في أبراج امتصاص ضخمة لتشكيل كربونات الأمونيوم :

$$2NH_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3$$

والكربنة الإضافية تعطي بيكربونات الأمونيوم :

$$(NH_4)_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2NH_4HCO_3$$

وإضافة كلور الصوديوم يعطي بيكربونات الصوديوم وكلور الأمونيوم :

$$NH_4HCO_3 + NaCl \rightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl^-$$

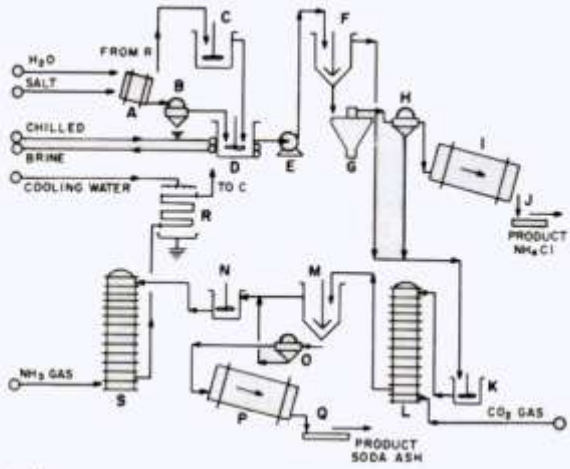
تفصل بيكربونات الصوديوم بواسطة الطرد المركزي أو الترشيح وتكلس لإنتاج كربونات الصوديوم و CO_2 . الأخير يعاد تدويره إلى الجهاز . في طريقة سولفي Solvay يصل التفاعل إلى حد التوازن عند حده 75 % , والسائل الأم يتفاعل مع سائل الكلس لاسترداد الأمونيا من أجل إعادة الإستعمال في العملية :

$$2NH_4Cl + CaCOH_2 \rightarrow CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O$$

إن سائل كلور الكالسيوم يمكن أحياناً أن يباع أو أن يرمى ويطرح في أثناء غياب الأسواق المناسبة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Legend

A Salt washer
B Salt centrifuge
C Ammoniated-brine tank
D Salt reactor
E Slurry pump
F Ammonium chloride slurry tank
G Ammonium chloride concentrator
H Ammonium chloride centrifuge
I Ammonium chloride drier
J Ammonium chloride product conveyer
K Mother-liquor tank
L Carbonating tower
M Bicarbonate slurry tank
N Bicarbonate mother-liquor tank
O Bicarbonate centrifuge
P Soda-ash calciner
Q Soda-ash product conveyer
R Ammoniated-brine cooler
S Ammoniation tower

Figure 5. Dual-Salt Process for Ammonium Chloride Production.

في طريقة الملح المزدوج (أو عملية سولفي المعدلة) فإن السائل الأم المتبقي بعد فصل بيكربونات الصوديوم يتم أمنيته ويبرد تحت (15) درجة مئوية ويملح بإضافة كلور الصوديوم الصلب والمغسول . إن كلور الأمونيوم المترسب يطرد مركزياً ثم يغسل ويجفف . والبلورات الدقيقة يمكن أن تحبب أو أنها تستعمل في الأسمدة المركبة . ومؤخراً اتبعت اليابان طريقة لإنتاج بلورات كلور الأمونيوم ضخمة والتي لها شكل حبة الأرز والتي يبلغ حجمها 2–3 ملم وذلك بالتحكم بدرجة حرارة التبريد والتنوية والبلورة لكلور الأمونيوم تحت شروط ممكنة ومضبوطة في مبلورات منفصلة وذات تصميم خاص .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن الطين السائل Slurry الناتج عن المبلور الأخير يطرد مركزياً ثم يغسل ويجفف إلى حوالي 0.25 % من الرطوبة الحرة في مجفف دوار عند الدرجة 105 درجات مئوية . وبعد إزالة كلور الأمونيوم , فإن السائل تعاد أمنيته ويعاد إلى برج الكربنة لإنتاج بيكربونات صوديوم لأخرى والبدء بحلقة جديدة من التشغيل . إن الرسم البياني الأساسي لهذه العملية موضحة في الشكل (5) السابق .

إن كلور الأمونيوم المنتج بهذه الطريقة خاصة عندما يبرغل أو ينتج على شكل بلورات خشنة له صفات فيزيائية جيدة . والتحليل النموذجي له قد أعطي في الجدول (3) .

TABLE 3. TYPICAL ANALYSIS OF DUAL-SALT PROCESS AMMONIUM

	%
NH_4Cl (minimum)	95.0
NaCl	1.5
Carbonates as CO_2	0.5
Sulfates as SO_4	0.3
Insoluble material	0.1

إن اقتصادية هذه العملية يجب أن تقيم بالمقارنة مع طرق إنتاج رماد الصودا الأخرى . إن المقارنة تكون مفضلة عندما يتم تنفيذ وإنجاز العملية يقرب مصنع الأمونيا الذي يعد مصدراً له CO_2 .

وكما ذكر سابقاً في طريقة سولفي التقليدية . ترسب بيكربونات الصوديوم يكون بحدود 75 % تقريباً من النهاية فقط . إن عملية سولفي المعدلة والطريقة المزدوجة للملح تسمح بتخفيض كمية كلور الصوديوم اللازمة إلى 1.25–1.50 طن لكل طن من ماء الصودا بالمقارنة مع حوالي 2 طن بالنسبة لطريقة سولفي التقليدية وهذا يمكن أن يمثل توفيراً يمكن تقديره في العملية الصعبة بالنسبة للأقطار المجبرة على استيراد ملح كلور الصوديوم وكذلك فإن طريقة الملح

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المزدوجة تتجنب وفي معظم البلدان إن الطلب لأسمدة النتروجين يفوق بشكل كبير الطلب لرماد الصودا ولذلك فإن كلور الأمونيوم من هذا المصدر لا يحتمل أن يؤمن نسبة كبيرة من حاجات طلبات أسمدة النتروجين .

طريقة التعديل المباشرة :

The Direct - Neutralization Method

إن كلور الأمونيوم ذو النقاوة العالية يصنع في العديد من البلاد بالتفاعل المباشر بين غاز الأمونيا وغاز حمض هيدروكلور حسب التفاعل التالي :

$$NH_3(g) + HCl(g) \rightarrow NH_4Cl(S)e12,...Cal/g-mole$$

وفي معظم الحالات فإن التعديل يحدث عند ضغط منخفض يصل إلى 250–300 ملم زئبقي في وعاء تفاعل أو أكثر وتصنع أوعية التفاعل هذه من الفولاذ المبطنة بالمطاط والتي تم حمايتها وصيانتها ببطانة داخلية إضافية من الطوب الخامل . يمرر غاز حمض هيدروكلوريك المركز من خلال مصاصة حيث هناك يخفف ويعدل بالهواء إلى حوالي تركيز 20 % ويدخل المفاعل بواسطة أنبوب مرش عمودي .

ويدخل غاز الأمونيا إلى المفاعل إما بواسطة مرش أو بواسطة ثقوب في قاعدة المفاعل . التحريك يتم تأمينه بواسطة حجم كبير من الهواء الداخل إلى المفاعل مع بخار حمض الهيدروكلوريك وهكذا يتم تجنب الحاجة لمحرك ميكانيكي بمتطلبات قوة إضافية ومشاكل صيانة .

وبشكل مماثل فإن التشغيل تحت الضغط المنخفض لا يؤمن فقط تبريد جيد وممتاز فقط بل يمنع أيضاً وبشكل متزامن (آلي) إنفلات الأبخرة المؤذية (الطيارة) وتبعد وتزيل الحاجة إلى نافخ لبخار حمض الهيدروكلوريك بالإضافة إلى تخفيض تكاليف الصيانة . إن الضغط المنخفض بحوالي 250–300 ملم زئبقي ودرجة حرارة الطين السائل المماثل التي تصل إلى 75–80 درجة مئوية تمثل شروط التشغيل النموذجي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

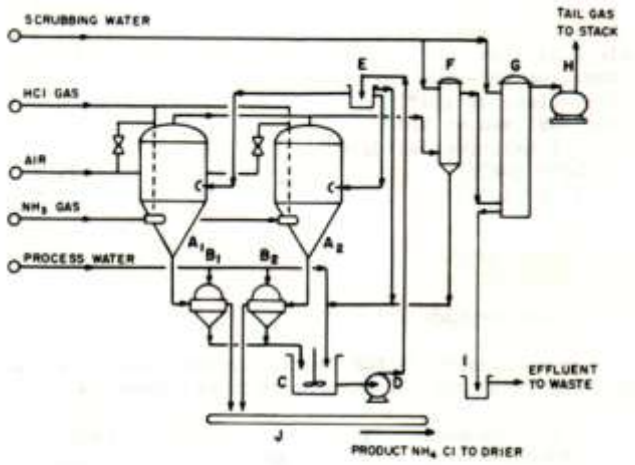
Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وفي معظم الحالات فإنه من العادي والمألوف المحافظة على معدل تغذية منتظم للحمض بما يتناسب مع الطاقة والمردود المطلوب وكذلك الضبط والتحكم بكمية الأمونيا المضافة وذلك للوصول إلى درجة PH ثابتة ومستقرة أي 8.0 . إن جهاز الضبط والتحكم يجب أن يشمل ويتضمن تدابير احتياطية لإقفال وقطع مغذي الحمض وذلك إن هبطت درجة PH إلى مادون 7 وإلا فإن الأجزاء والأقسام الملحقة بالمفاعل والتي تكون عادة غير المصانة بالبطانات المطاطية والبلاستيكية (مثل الطارد المركزي) سوف تتلف بسرعة بواسطة التآكل . الطين السائل يسحب من المشبع عند تركيز حوالي % 80 من تركيز المواد الصلبة وبلورات كلور الأمونيوم تفصل وتشطف فيها طارد مركزي فولاذي لا يصدأ . وفي بعض الحالات فإن التجفيف يحدث أيضاً في فاصل وذلك بواسطة نفخ الهواء الساخن خلال الطبقة البلورية قبل التفريغ . وبشكل متناوب فإن مجفف المرشح ذو التغذية العلوية يمكن أن يستعمل بدلاً من الطوارد المركزية .

السائل الأم الناتج من الطوارد المركزية يضخ ثانية إلى المشبع من صهريج التخزين . إن غازات الداخلية المشبعة يجب أن تغسل بشكل جيد قبل إدخالها إلى مضخة وحدة تفريغ وذلك لمنع التآكل وتقليل تلوث الهواء . إن نظام جهاز الغسل ذو المرحلتين عادة ما يستعمل وقد يتألف من مكثف (غاسل الغاز) باروميتري يتبع ببرج مرطب ومغلف . السائل من مكثف غاسل الغاز يعاد إلى صهريج السائل الأم ويبخر في مشبع وهكذا يتم تأمين وسائل وطرق الضبط والتحكم بدرجة الحرارة وكذلك إسترداد الحمض . الشكل (6) يظهر مخطط الأساسي لوحدة التعديل المباشر النموذجية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Legend

A_1, A_2 Neutralizer-crystallizers	F Primary scrubber
B_1, B_2 Batch or continuous centrifuges	G Secondary scrubber
C Mother-liquor tank	H Vacuum pump
D Neutralizer feed-pump	I Seal-pot
E Splitter feed-box	J Product conveyer

Figure 6. Direct-Neutralization Process for Ammonium Chloride Production.

وكما هو الأمر مع طرق وعمليات أخرى تتضمن تفاعلات بين حمض الهيدروكلوريك (أو الكلوريدات) والأمونيا ، فإن مقادير ضيئلة من الكلور الحر في الحمض المغذي يمكن أن تؤدي لإنفجارات بسبب تشكل ثلاثي كلور النتروجين في المشبع ولهذا السبب فإن تدابير وقائية أمينة دقيقة دورانية بالغرض يجب أن تتخذ وعند اكتشاف أية كمية بين الطارد الحر في التدفق يجب أن يتوقف على أن هذا يمكن أن يبخر ويتحقق بطرق كثيرة مثل تمرير تيار صغير من الغاز عبر وحدة مقياس الشدة اللونية . خلية كهربائية ضوئية الحاوية على يوديد البوتاسيوم أو استعمال محلل غاز مستمر وحديث من النموذج الماص أو الكروماتوغرافي .

بعد الفصل والتجفيف فإن كلور الأمونيوم البلوري يعبأ بسرعة قدر الإمكان في أوعية مانعة للرطوبة وذلك لتقليل صعوبات الإستعمال والتخزين اللاحقة . والمحاولات والتجارب الأخيرة قد بينت وأوضحت العديد من مواد منع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التجبل والتكتل مثل بعض مشتقات الحموضة الدسمة أو المساحيق الخاملة والتي قد تضاف على البلورات بعد التجفيف أو قد تضاف إلى المشبع مباشرة . إن (التحبيب) بواسة الإندماج بالمحبب الدوار سوف يؤمن مادة جيدة من أجل التطبيق والاستعمال المباشر والبلورات الدقيقة يمكن أن تستعمل في الأسمدة المركبة . مواد التغذية وطريقة التعديل المباشر تعطي كلور الأمونيوم بنقاوة عالية وخاصة إذا كانت مواد التغذية ذات نقاوة عالية أيضاً وتم تشغيل المصانع تحت شروط عالية من الدقة والصيانة والحفظ وعلى سبيل المثال في واحد من مصانع الهند فإن منتجاً ذو نوعية جيدة تفوق مواصفات (ميزات) . دستور الأدوية البريطانية يمكن أن تبخر وتتحقق .

HCl المنتج الثانوي من انتاج كبريتات البوتاسيوم حسب طريقة Mannhiem يمكن أن تستعمل انظر الفصل XVIII . وكذلك أن كميات أساسية وجوهرية من HCl المنتج الثانوي تكون متوفرة ومتاحة من صناعات أخرى . الإنتاج من كلور الأمونيوم قد يكون طريقة ووسيلة ملائمة للإستفادة والانتفاع بـ HCl المنتج الثانوي الذي له أحياناً قيمة منخفضة وتتخذ وصفاً معيناً لمشاكل تخلص صعبة .

عمليات متنوعة : Miscellaneous processes

كلور الأمونيوم يمكن أن يصنع من كبريتات الأمونيوم وكلور الصوديوم حسب التفاعل التالي :

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaCl \rightarrow Na_2SO_4 + 2NH_4Cl$$

وفي إحدى الطرق : فإن كبريتات الأمونيوم وزيادة 5 % من ملح كلور الصوديوم ، تضافان إلى محلول كبريتات الأمونيوم ويتبعان بتسخين وتحريك لمدة عدة ساعات . الطين الناتج يرشح أو يطرد مركزياً بينما يكون ساخناً ويغسل بالماء الساخن لفصل كبريتات الصوديوم الصلب من سائل كلور الأمونيوم . الأخير يركز ويبرد ويبلور في أحواض مسطحة مبطنة بالرصاص والبلورات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المنبوذة بالطرد المركزي تغسل بالماء وتجفف . وبشكل طبيعي فإنه فقط كلور الأمونيوم من أجل أغراض كيميائية سوف يصنع من أجل هذه الطريقة بكميات صغيرة نسبياً لأن كبريتات الأمونيوم المستعمل كمادة خام يمكن اعتبارها كسماد ومفضل وله الأفضلية .

وهناك طريقة أخرى وهي تفاعل SO_2 أو سائل كبريتات مع الأمونيوم وكلور الصوديوم وذلك كما هو موضح أدناه :

$$SO_2 + 2NH_3 + H_2O + 2NaCl \rightarrow 2NH_4Cl + Na_2SO_3$$

الأمونيا وثاني أوكسيد الكبريت أو سائل الكبريتات تضاف إلى محلول كلور الصوديوم وزيادة من SO2 مكافئة ومساوية لحوالي % 2 من بيكبريتات يحتفظ بها مبدئياً والتي تخفض إلى حوالي % 1 وذلك عندما يصل التفاعل إلى حد التوازن . وعندما تصل درجة الحرارة 60 درجة مئوية فإن كبريتات الصوديوم يترسب وينبذ بواسطة الطرد المركزي ويغسل ويجفف . إن السائل الأم لكلور الأمونيوم يكثف ويركز ، يبلور ويطرد مركزياً بالإعطاء منتجاً ونقاوة عالية وذلك بعد الغسل والتجفيف .

وبالرغم من أن ندرة إستعمال كلور الأمونيوم كسماد في غير مناطق آسيا الشرقية (شرق آسيا) فإنه يعتبر من المكونات الهامة للأسمدة المركبة (المبرغلة أو السائلة) في أوربا وشمالي أمريكا وهي تشكل في مصانع أسمدة NPK بتفاعل نترات الأمونيا أو كبريتات الأمونيوم مع كلور البوتاسيوم .

$$NH_4NO_3 + KCl \rightarrow NH_4Cl + KNO_3$$

$$(NH_4)_2SO_4 + 2KCl \rightarrow 2NH_4Cl + K_2SO_4$$

هذه التفاعلات تتجه بشكل أساسي وجوهري نحو الإتمام والنهاية في معظم عمليات التحبحب ، أي العمليات النتروفوسفاتية وفي عمليات الأسمدة المركبة السائلة . ويعتبر كلور الأمونيوم من أهم أشكال وصيغ النتروجين بنسبة ودرجات تمثيلية للأسمدة المبرغلة NPK في الولايات المتحدة وهكذا فإن الإنتاج واستعمال

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأسمدة المركبة الحاوية على كلور الأمونيوم قد تأسست على أساس إنتشار عالمي وحتى أن بعض الناس العاملين في مجال الصناعة غير مدركين له .

حمض النتريك : Nitric Acid

التطور التاريخي : Historical Development

إن حمض النتريك له تاريخ مثير وقد صنع في العصور الوسطى هذا إن لم يكن قبل ذلك بفترة طويلة . حوالي عام 1100 . وصف العالم العربي جابر Geber طريقة تحضير (ماء النار Aqua-fortis) حمض النتريك وذلك بتقطير النتر Nitre مع كبريتات النحاس وحجر الشب . وفي منتصف القرن السابع عشر صنع Glauber حمض النتريك المدخن وذلك بتقطير النتر مع حمض الكبريت المركز . في عام 1785 وجد كافندش Cavendish أن حمض النتريك يتألف من النتروجين والأوكسجين واستطاع الحصول عليه بإمرار مزيج من هذين الغازين خلال شرارة كهربائية . وفي عام 1788 حصل Milner Of Cambridge على حمض النتريك بتمرير الأمونيا فوق ثاني أوكسيد المنغنيز المسخن وامتصاص الأبخرة في الماء . وفي عام 1839 حصل Kuhlman على براءة اختراع طريقة لتشكيل أكسيد النتريك باستعمال البلاتينوم لأكسدة مزيج من الأمونيا والهواء والتي أصبحت قاعدة وأساساً لصناعة حمض النتريك اليوم .

وفي عام 1895 أشار Rayleigh إلى أن النتروجين والأكسجين يمكن أن يزالا من الهواء ويتحدا ليشكلا أكاسيد من النتروجين بواسطة قوس كهربائي : هذه الظاهرة أيضاً قد ابتكرت من قبل Grookers . وفي عام 1980 أقيم مصنع تجريبي صغير في مانشستر في إنكلترا لإنتاج حمض النتريك بهذه الطريقة ولكنه مردود أوكسيد النتريك حسب هذه الطريقة كان فقط (1.5–2.0) % بالرغم من وجود حاجات ومتطلبات لقدرة ضخمة وكبيرة . وفي عام 1902 بنيت من قبل Birbeland في النرويج مصنعاً على مستوى تجاري باستعمال 350,000

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حصان أي ما يعادل 261,000 كيلو واط) من مصدر هيدرومائي وقد تم تشغيله لعدة سنوات . ثم تم تحويل المصنع لإنتاج حمض النتريك باستعمال طريقة أكسدة الأمونيا باستعمال وسيط البلاتينيوم هذه الطريقة التي طورت من قبل Ostwald و brause وقد تم تشغيلها لأول مرة في ألمانيا حوالي 1908 . هذه الطريقة لتحضير حمض النتريك أصبحت المفضلة على طريقة تحضير حمض النتريك من النتر والتي كانت سابقاً المصدر الأساسي لحمض النتريك وقد كانت نترات الصوديوم المترسبة طبيعياً في تشيلي يتم تقطيرها بحمض الكبريت المركز والأبخرة المنطلقة يتم امتصاصها في الماء باستعمال تجهيزات ومعدات خزفية حجرية .

إن الإستعمال الرئيسي لحمض النتريك هو من أجل انتاج الأسمدة وبشكل أساسي من أجل انتاج نترات الأمونيوم أو الأسمدة المركبة أو النتروفوسفاتية أو محاليل النتروجين أو أملاح المخلوطة أو نترات البوتاسيوم أو نترات الكالسيوم حمض النتريك له استعمالات صناعية متعددة والتي من صناعة المتفجرات .

ميزات حمض النتريك : Properties of Nitric Acid

إن حمض النتريك هو حمض قوي وهو عامل أكسدة فعال . حمض النتريك اللامائي لا يوجد عادة على شكل سائل . وعند تقطير محاليل الأملاح النتراتية القوية تحت ضغط منخفض بحمض الكبريت المركز والأوزون فيمكن الحصول على حمض النتريك النقي والذي تركيزه يصل إلى 99.7 % ووزنه النوعي 1.52 . وعند تجميد محلول بتركيز 98 % تنفصل بلورات عديمة اللون لها درجة انصهار تصل إلى 141 درجة مئوية . وعندما تسخن عند الضغط الجوي العادي يحصل على حمض النتريك المركز الذي يغلي عند 78.2 % درجة مئوية ولكنه يبدأ بالتفكك أو التحلل متحولاً لمحلول حمض بتركيز 68 % HNO_3 بدرجة غليان عظمى تصل إلى 120.5 درجة مئوية وهنا ينطبق بشكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تقريبي على $2HNO_3.3H_2O$ ولكنه ليس بتموه حقيقي لأن تركيبه وتركيزه متعلقان بالضغط . والميزة الأكثر أهمية لحمض النتريك قد تم تلخيصها في الجدول (4) .

هناك اثنان من الماءات الصلبة يمكن أن تحضر وفق $HNO_3.3H_2O$ و $HNO_3.3H_2O$ ولهما نقطتي انصهار تصل تقريباً إلى 38 درجة مئوية و 18.5 درجة مئوية . حرارة التخفيف تكون عند حد أعظمي والمماثلة لـ $3HNO_3.H_2O$ بالرغم من أنه لم يكتشف أي تموه حقيقي وله هذا التحليل . وعندما تركز المحاليل المخفضة لحمض النتريك تحت ضغط جوي فإن محلول نقط الغليان العظمى ثانية فيطابق ويتماثل مع نتائج HNO_3 بنسبة 68 % والعلاقة بين الوزن النوعي ونسبة حمض النتريك عند الدرجة 15 درجة مئوية معطاة في الشكل (7) السابق .

TABLE 4. PROPERTIES OF NITRIC ACID

Molecular weight	63.02
Color	
In liquid state	Transparent to yellow
As gaseous oxides	Transparent to yellow or brown (color darkens on prolonged exposure to light)
Odor	Sweet to pungent
Hazards	
In liquid state	Rapidly attacks flesh and most organic matter
As gaseous oxides	Anesthetic to dangerously toxic
Melting point	-41.6°C
Boiling point of constant boiling point mixture containing 68% HNO_3, at 760 mm Hg	120.5°C
Density of 68% HNO_3, 20°/4°C	1.41
Refractive index at 16.4°C	1.397
Solubility in water	Totally soluble at all concentrations
Acidity	A strong acid, having pronounced oxidizing characteristics. Will passivate some metals, such as iron and aluminum
Entropy	
Liquid at 16°C	37.19 cal/g-mole
Gas at 25°C	63.62 cal/g-mole
Heat of fusion	2,503 cal/g-mole
Heat of vaporization at 20°C	9,426 cal/g-mole
Heat of infinite dilution at 25°C	-7,971 cal/g-mole
Heat capacity at 27°C	26.24 cal/g-mole
Typical impurities in HNO_3 of ammonia origin	Cl_2--less than 5 ppm HNO_2--less than 5 ppm

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

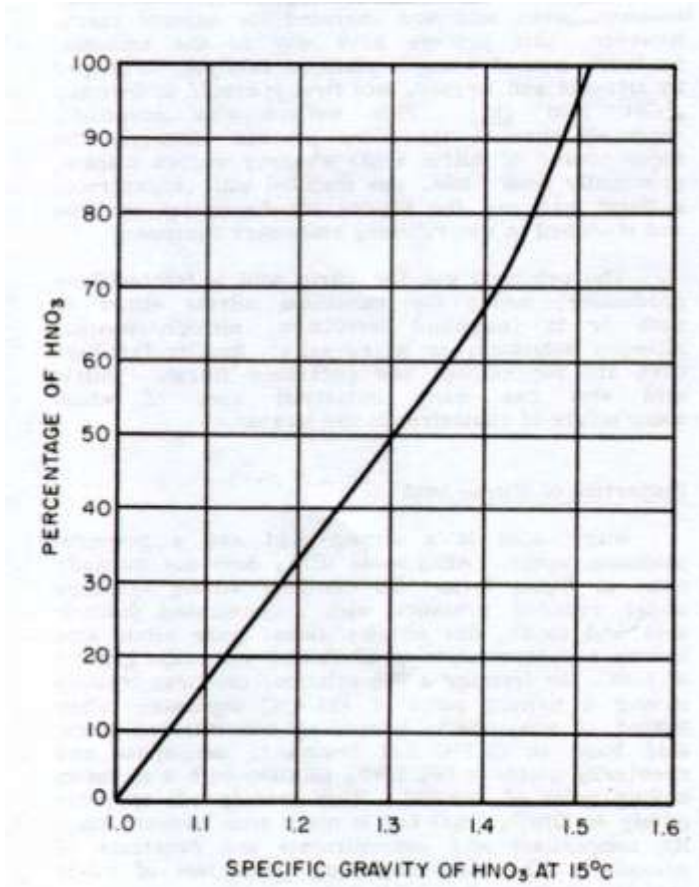


Figure 7. Specific Gravity at 15° C, Nitric Acid Solutions.

أكاسيد النتروجين : Oxides of Nitrogen

إن أكاسيد النتروجين ذات الأهمية في انتاج حمض النتريك هي :

1- أكسيد النيتروز Nitrous Oxside N_2O

2- أكسيد النتريك Nitric Oxside NO

3- ثاني أوكسيد النتروجين Nitrogen Dioxside NO_2

4- ثنائي نتروجين رباعي أكسيد Dinitrogen Tetraoxide N_2O_4

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومن بين هذه الأكاسيد هناك NO و NO_2 واللذان يعتبران على قدر كبير من الأهمية إن N_2O_4 يتواجد في حالة توازن كما يلي : $2NO_2 \Leftrightarrow N_2O_4NO_2$ ولا يتواجد بنسب ذات دلالة عند درجات حرارة تفوق 100 درجة مئوية . وهو يلعب دور وسيطي انتقالي في حالة الامتصاص ذو الدرجة المنخفضة لـ NO_2 في حمض النتريك . أما N_2O نادراً ما يوجد وبكميات هامة . إن مزيجاً من أكاسيد النتروجين وعادة NO و NO_2 ما تنسب إلى NO وخصوصاً في مجال لغة السيطرة والتحكم على التلوث .

الاعتبارات النظرية والكيميائية في عملية انتاج حمض النتريك من الأمونيا :

Chemical & Theoretical consideration in Production of Nitric Acid from Ammonia :

إن التفاعلات الكيميائية التي تحدث في عملية انتاج حمض النتريك من الأمونيا بما في ذلك كل من التفاعلات المطلوبة وبعض التفاعلات غير المطلوبة قد تم جدولتها أدناه مرفقة مع درجات حرارة التفاعلات .

التفاعلات الكيميائية التي تحدث في عملية انتاج حمض النتريك ودرجات الحرارة القياسية للتفاعل : Chemical Reactions Occurring in Nitric Acid production & Standard Heats Reaction :

إن التفاعل الكلي ناشر للحرارة بشكل كبير وقوي . ومن إجمالي الحرارة المتحررة فإن أكثر من النصف يتحرر في مرحلة أكسدة الأمونيا (التفاعل 2) عند درجة حرارة عالية مرتفعة لتسمح بذلك للتوفير الاقتصادي كالبخار أو من أجل اغراض أخرى يتم دراستها لاحقا . وكذلك فإن جزء (حوالي النصف) من الحرارة المتحررة بالتفاعل (7) يمكن يستفاد منه كحرارة نافعة ومفيدة , والجزء المتبقي من الحرارة والذي يتم تحريره عند درجات حرارة منخفضة جدا يستفاد منه من أجل شبكة امتصاص الطاقة في دارة التبريد والحمض وعمليات الغاز وفي بعض العمليات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

No.	Reaction	Heat of Reaction[a] Joules/ g mole	Cal/ g mole
1	$\underline{NH_3}(g) + 2O_2(g) \rightarrow \underline{HNO_3}(aq) + H_2O(l)$	-436,918	-104,423
2	$\underline{4NH_3}(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$	-226,523	-54,139
3	$\underline{4NH_3}(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(g)$	-316,832	-75,723
4	$\underline{2NH_3}(g) + 2O_2(g) \rightarrow N_2O(g) + 3H_2O(g)$	-275,780	-65,911
5	$\underline{4NH_3}(g) + 6NO(g) \rightarrow 5N_2(g) + 6H_2O(g)$	-451,296	-107,860
6	$\underline{2NO}(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$	-90,309	-21,583
7	$\underline{2NO}(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$	-57,108	-13,649
8	$\underline{2NO_2}(g) \rightarrow N_2O_4(g)$	-28,617	-6,839
9	$\underline{3N_2O_4}(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4HNO_3(aq) + 2NO(g)$	-15,747	-3,764
10	$3NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow \underline{2HNO_3}(aq) + NO(g)$	-58,672	-14,023
11	$4NO(g) + 3O_2(g) + \underline{2H_2O}(l) \rightarrow 4HNO_3(aq)$	-144,334	-34,496
12	$4NO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow \underline{4HNO_3}(aq)$	-87,226	-20,847
13	$2N_2O_4(g) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow \underline{4HNO_3}(aq)$	-58,609	-14,008

a. Heats of reaction per g mole of the underlined compound. All reactions are exothermic.

في مرحلة أكسدة الأمونيا فإن التفاعل (2) هو التفاعل المطلوب واللازم أما التفاعلات (3 . 4 .5 . 6) فهي التغاعلات غير اللازمة والتي يجب أن تخفض إلى أدنى حدّ ممكن .إن فعالية كفاءة تحويل الأمونيا إلى NO هي بشكل رئيسي تعود لعدة عوامل منها : فعالية ونشاط الوسيط , درجة الحرارة , الضغط , ونسبة مزج الهواء الداخل مع الأمونيا , وكذلك سرعة تدفق الغاز خلال الوسيط . إن كفاءة التحويل فوق 94 % يمكن وبشكل سريع أن يستحصل عليها وعلى نطاق واسع في درجات الحرارة 800 . 1000 درجة مئوية , وفوق الـ 1000 درجة مئوية يصبح تفكك وتحلل NO (التفاعل 6) ذو دلالة ومعنى , وفقدان الوسيط بواسطة التصعيد أو التبخير السريع لأكسيد البلاتنيوم أو الروديوم . والجدول التالي يظهر العلاقة المتبادلة بين درجة الحرارة المقاسة عند سطح الوسيط , مع ضغط التشغيل وكفاءة التحويل :

Pressure atm	Temperture o C	Conversion Efficienct %
1	**79 0- 850**	**97 - 98**
3.5	**870**	**97–96**
8	**920**	**96–95**
10.5	**940**	**94 - 95**

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن درجة الحرارة تضبط بواسطة التسخين المسبق للهواء والأمونيا وبكمية الهواء الفائض , إن نسبة الهواء الفائض عادة ما تنتج بنسبة 8 % . 11,5 % NH_3 حجما في مزيج الهواء . الأمونيا . والمزيج الحاوي على أعلى من هذه النسبة يجب أن يتجنب .

عدة أكاسيد وخلائط معدنية قد تم تجربتها كوسطاء , ولكن الأفضلية كانت لسبيكة للبلاتين الحاوية على 2 . 10 % روديوم Rh . في المصانع ذات الضغط المتوسط (8 . 10) ضغط جوي تتألف السبيكة المعدنية من 5 – 7 % روديوم . وفي روسيا تستعمل سبيكة معدنية ثلاثية العناصر حاوية على 3,5 % روديوم , و4 % بلاديوم Pd , و92,5 % بلاتين . أن الروديوم يحسن القوة الميكانيكية لأسلاك البلاتين , ويزيد من فعالية ونشاط الوسيط , ويخفض من خسارات الوسيط , ولو أن ثمنه أكثر من ضعفي ثمن البلاتين .

هناك سبائك أخرى من عناصر مجموعة البلاتين التي تم تجربتها واستعملت تجاريا وقت الحرب عندما كان البلاتين غير متوفر . أن تركيبات وتوليفات متعددة لأكاسيد الكوبالت والثوريوم والسيزيوم والبزموت ومعادن أخرى قد بشرت وكانت دلائلها مشجعة لمستقبل جديد , والدراسات مازالت مستمرة بهذا الخصوص , ولكنه حتى الوقت الحاضر لم يعرف أي استعمال تجاري لها .

التفاعل (1) هو التفاعل الشامل الكلي المطلوب والخطوات في العملية هي أكسدة NO إلى NO_2 (التفاعل 7) وتحويل NO_2 إلى حمض النتريك (التفاعل 12) . إن التفاعل 12 هو النتيجة الإجمالية لسلسلة الخطوات والتي فيها N_2O_4 أو NO_2 يتفاعل مع الماء لتشكيل حمض النتريك و NO (التفاعل 10 أو التفاعلات 7 و 8 و 9) . إن NO المتشكل بواسطة هذه التفاعلات يجب أن تعاد أكسدته ويمتص ثانية مشكلا حمض نتريك آخر و NO . وتكر هذه العملية حتى تنقص وتنخفض كمية NO إلى مستوي منخفض جدا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والنسب ذات الأهمية القصوى هي نسبة تدفق الغاز على الوسيط . إن نسب التدفق الفائضة لا تزيد فقط من وزن الأمونيا المتوفرة من أجل الأكسدة (بافتراض تركيب ثابت للغاز) ولكن من المحتمل أيضا أن تؤدي إلى نقل نسبة عالية من الأوكسجين على سطح الوسيط , وإسراع إزالة المنتجات المتوسطة المتشكلة حديثا . بالإضافة لذلك فإن السرعات المنخفضة تجعل أكسيد النتريك ينتشر ضد التيار خلف الوسيط لتشكيل ثاني أكسيد النيتروجين الذي سوف ينتج لاحقا خسارة أو فقدان للنيتروجين المثبت (التفاعل 5) . نفس التفاعل يمكن أن يسبب أن الأمونيا غير المتحولة تمر عبر الوسيط , الذي يمكن أن يحدث بسبب المزج الضعيف أو الفجوات في شبكة الوسيط .

إن زيادة سرعات الغاز وكذلك تأمين طبقات متعددة للوسيط تساعد أيضا في تخفيض وإنقاص التفاعلات المتجهة باتجاه مجرى التيار غير اللازمة بين الأمونيا غير المتحولة وأكاسيد النتروجين .بالإضافة إلى تفكك أكسيد النتريك إلى نتروجين وأكسجين (6) . التفاعلات الجانبية غير اللازمة بالتالي تنخفض وتنقص , والتفاعل 2 يفضل بتأمين سرعات غازية عالية وزمن تماس قصير والذي عادة ما يكون ضمن مدى يصل إلى 0,001 ثانية .

بشكل طبيعي هناك سرعة محددة والتي خلفها تأثيرات غير لازمة , والتي تشمل وتتضمن التآكل الزائد وخسارة الوسيط وربما الأكسدة الناقصة للأمونيا . السرعة المثلى تزداد بزيادة درجة الحرارة . والممارسة العادية المعروفة هي في وصل وزن الوسيط بطاقة المصنع من أجل أغراض تصميميه . هذه العلاقة درست وشرحت تحت عنوان نسبة تحميل الأمونيا . والمطبوعات الحديثة أعطت نسب عادية (3,6 . 4,3 كغ / غ / يوم) . وهذا ينطبق على كل من الضغط المنخفض والمرتفع لوحدات أكسدة الأمونيا .

إن أكسيد النتروجين المنتج في حارق الأمونيا يجب أن يؤكسد إلى ثاني أكسيد النتروجين بواسطة زيادة من الهواء الموجود قبل الامتصاص في الماء .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بعض أكسيد النتريك يتشكل خلال هذا الامتصاص ويجب أيضاً أن يؤكسد قبل إعادة امتصاصه (التفاعل 7) .

هذا تفاعل ثلاثي الجزئيات ، ذو نظام غير عادي لأن له مصانع درجة حرارة سلبية وهو يساعد بدرجات الحرارة المنخفضة والضغوط الزائدة . وزمن التحول قد ظهر ووضح كوظيفة دّالة عكسية لمربع الضغط . إن نسبة التفاعل هي دالة مباشرة لمكعب الضغط بالرغم من أن هذه التفاعل قد درس من قبل الكثيرين بتفصيل كبير ولكنه مازال غير مفهوماً بشكل كامل .

إن تفاعلات الامتصاص الرئيسية لأهمية ودلالة تصنيع حمض النتريك هي التفاعلات 7,8,9 والتفاعل الكامل الشامل بين ثاني أكسيد النتروجين والماء قد أعطي في التفاعل 12 .

إن امتصاص ثاني أكسيد النتروجين في الماء قد درس بشكل كثيف ونتائج عديدة يمكن تدوينها والوصول إليها من بين الكم الهائل لبيانات البحوث المتاحة . فعلى سبيل المثال ، عندما تخفض درجات الحرارة فإن توازن حالة الغاز تتحرك باتجاه تشكيل رباعي أكسيد ثاني النتروجين Tetroxide Dinitrogen الإضافي وقابلية انحلال زائدة في HNO_3 . وكنتيجة في بعض الحالات ، فإن إنقاصاً أو تخفيضاً لـ 5 درجات مئوية لا يحسن فقط نسبة الامتصاص ولكن أيضاً يزيد تركيز الحمض بنسبة حوالي 2 % بالإضافة إلى أن الميل والاتجاه نمو حمض النتريك للتفكك والتحلل قد نقص وانخفض . ولهذا فإن التشغيل الكامل للماص قد تحسن بشكل كبير بواسطة درجات الحرارة المنخفضة .

وكذلك فإن اشتغال الماص يُعاد ويُساعد بواسطة الضغط الزائد ليس فقط بسبب التأثير المفيد والآني على التفاعل (7) ولكن أيضاً بسبب أن نسبة الامتصاص قد زادت والتوازن الكيماوي يتحرك باتجاه تشكيل حمض نتريك أقوى . وعند ضغوط تصل إلى 50 ضغط جوي وبماص / مبرد فإن زمن الاستقرار يصل إلى 15 ثانية وتراكيز الحمض التي تكون عالية تصل إلى 72 % من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

HNO_3 يمكن الحصول عليها على الرغم من أن كفاية الامتصاص تكون منخفضة . وفي التشغيل التجاري هناك زيادة غير اقتصادية في الضغط تكون ضرورية ولازمة للحصول على تركيز فوق 60 % من HNO_3 ماعدا في حالة وحدات الماص ذات التصميم الخاص .

اعتبارات الإنتاج : Production Consideration

معلومات هامة : General Information

هناك عمليات خاصة ومتعددة لتصنيع حمض النتريك حالياً متوفرة . ولكنها تختلف في تفاصيل التصميم أو شروط التشغيل المنتقاة والمختارة وليس في المبادئ الأساسية والجوهرية . والمميزات الأساسية عادة ما تكتشف في مصانع حمض النتريك الحديثة وتتضمن :

1- التبخير والتسخين الزائد وترشيح الأمونيا اللامائية .

2- التسخين المسبق والترشيح وضغط هواء العملية .

3- الأكسدة الوساطية للأمونيا .

4- تبريد أكسيد النتريك بواسطة التبادل الحراري وذلك بوسائل ووسائط متعددة : مثل هواء العملية ، ماء الغلي ، غاز النهاية .

5- أكسدة أكسيد النتريك إلى أكاسيد عالية .

6- امتصاص أكاسيد النتروجين في الماء لتشكيل حمض النتريك .

7- تبيض الحمض بواسطة هواء إضافي أو وسائل أخرى .

8- معالجة غاز النهاية لتحسين كفاءة المصنع الإجمالية ولتقليل تلوث الهواء .

9- استرداد الطاقة في غازات العملية المضغوطة .

10- استرداد الوسيط من أجل إعادة بيعه .

العمليات التجارية عادة ما تصنف حسب : الضغط المستعمل , فالعمليات ذات الضغط الأحادي تستعمل نفس الضغط من الأول للآخر بينما العمليات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ذات الضغط الثنائي تستعمل ضغط أدنى من أجل مرحلة الأكسدة أكثر مما تستعمله من أجل مرحلة الامتصاص .

إن مصانع حمض النتريك الأولى قد استعملت من الأول للآخر ضغط قريب من الضغط الجوي ، ولكنه بشكل خاص فإن المصانع الحديثة تستعمل الضغوط المرتفعة والأنماط العامة التالية هي شائعة و معروفة وهي :

1- المصانع ذات الضغط الأحادي باستعمال ضغط متوسط 5-3 ضغط جوي من الأول للآخر.

2- مصانع ذات ضغط أحادي تستعمل ضغطاً مرتفعاً 13-8 ضغط جوي من الأول للآخر.

3- مصانع ذات ضغط مزدوج (ثنائي) باستعمال احتراق ذو ضغط معتدل وامتصاص ذو ضغط منخفض والرسم البياني المبَّسط لكل من هذه النماذج من المصانع قد وضحت في الأشكال 8,9,10,11 .

وكتعليق على الرسوم البيانية للعملية (للأشكال 11-8) فيجب الملاحظة أن كل رسم تخطيطي يعتمد على المعلومات التي تم التزود بها وتأمينها ، من قبل هيئات ومنظمات إنشاء وهندسة . وكل واحدة من المنظمات تعطي مدى للعملية وذلك لمواجهة حاجات وطلبات الزبون المتعددة . على سبيل المثال : الشكل (8) قد عرَّف وحدد بعملية Uhde وهي واحدة من بين العمليات المتعددة المتقدمة من قبل تلك الشركة . وكذلك فإن شركات أخرى متعددة تقدم عمليات حمض النتريك وليس هناك أي بنية أو قصد لتضمن تلك العمليات المقدَّمة من قبل الشركات الأربعة المذكورة بالاسم وعمليات حمض النتريك والتي بالضرورة تكون أعلى بالنسبة لتلك المقدمة من قبل شركات أخرى .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

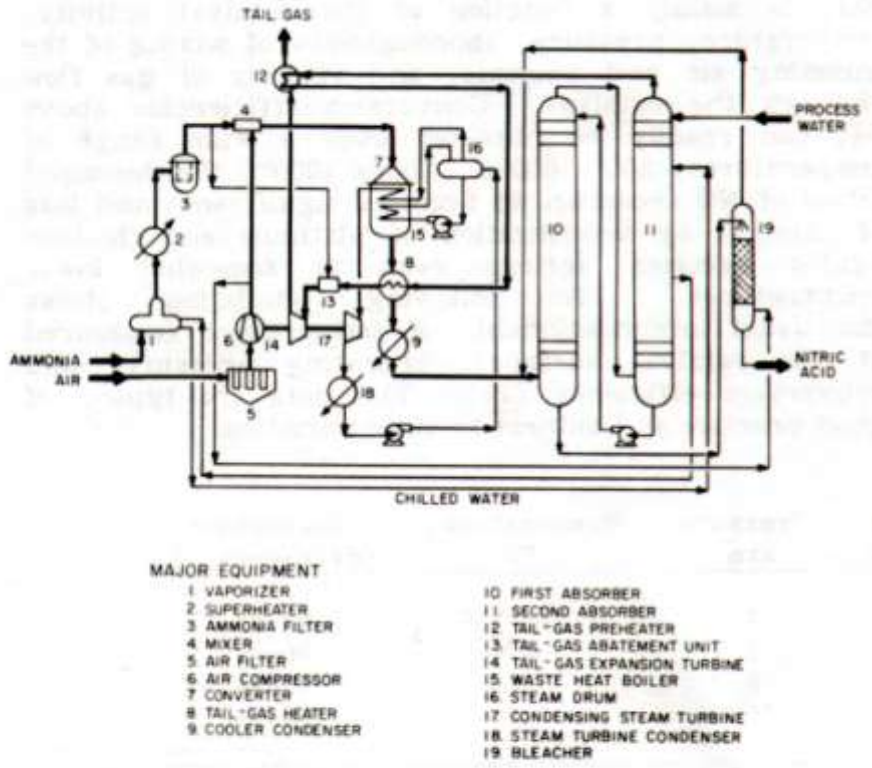


Figure 8. Medium-Pressure Nitric Acid Process (Uhde).

وبعض ملامح وصفات العمليات الخاصة والمحددة والتي قد لا تكون واضحة من الرسم البياني ، يجب أن توضح وتظهر ففي تشغيل العملية المتوسطة لـ Uhde عنده ضغط جوي ، تصعد وتبخر الأمونيا بواسطة الماء المبارد وبهذا فهي تمد وتؤمن الماء المجمد من أجل تبريد برج الامتصاص الثاني . ماء التبريد يعاد تدويره ثانية إلى مبخر الأمونيا وبهذا النوع من المصانع فإن تركيز حمض النتريك التي تفوق 65 % يمكن أن تبخر وتحقق باسترداد النتروجين الكامل أي حوالي 96 % ومحتوى NO_X لغاز النهاية Tail gas هو حوالي 500 ppm وإن كان هذا التركيز غير منخفض بشكل كافي لمواجهة قوانين وأنظمة التحكم والسيطرة بالتلوث، فإنه يمكن أن تخفض وتنقص إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مادون 200 ppm وذلك بواسطة إنقاص وانخفاض منتقى بعملية الأمونيا والتي تخفض استرداد النتروجين إلى 95.3 % . في هذه العمليات كما في العمليات الأخرى الضواغط قد تدار بواسطة محركات كهربائية وحرارة التفاعل التي تم استردادها بواسطة البخار قد تطرح إن كان هناك حاجة إليها في وحدات المصنع الأخرى . ولكن الترتيبات الموضحة عادة ما تكون عادية والضاغط يدار بالبخار وتمدد غاز النهاية المسخن مسبقاً . Uhde أيضاً قدم عملية ذات ضغط عالي ومرتفع 8-10 ضغط جوي ، وعملية الضغط الثنائي (المزدوج) أكسدة الأمونيا عند ضغط جوي يصل إلى (5) وامتصاص يصل إلى 4-10 ضغط جوي وعملية لصنع حمض النتريك المركز بشكل مرتفع (98-99) % من HNO_3 .

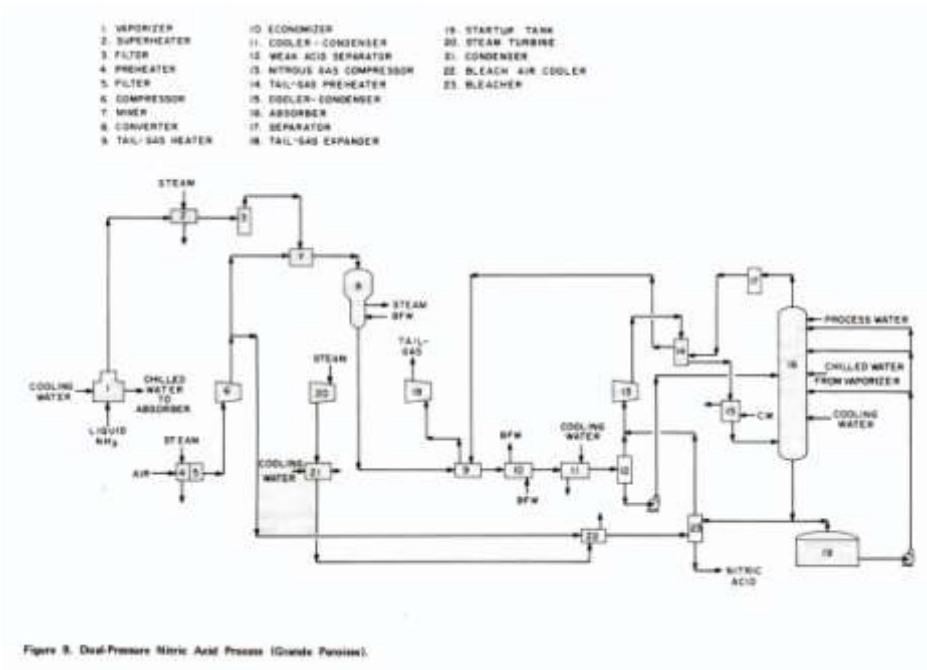


Figure 9. Dual-Pressure Nitric Acid Process (Grande Paroisse).

إن عملية Grande Paroisse ذات الضغط الثنائي قد وسعت عملية الامتصاص الشكل (9) بحيث تشتغل عند ضغط يصل إلى 4 ضغط جوي من أجل أكسدة الأمونيا و10 ضغط جوي من أجل مرحلة الامتصاص .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الامتصاص ينجز وفي برج طويل ارتفاعه40 م على الرغم من أنه لتحسين الاسترداد في المصنع الموجود والذي له برج قصير قد يضاف إليه برج ثاني آخر. الماء المبرد من مبخر الأمونيا يستعمل لتبريد الجزء العلوي من برج الامتصاص . ومحتوى NO لغاز النهاية هو 200 ppm أو دون ذلك . وكذلك الشركة تقدم عملية ذات ضغط متوسط وتركيز حمض النتريك العادي هو 60 % .

وعملية Weathrly ذات الضغط المرتفع تشتغل عند حوالي 10 ضغط جوي وذلك لكل من خطوة أكسدة الأمونيا وخطوة الامتصاص . وكما في العمليات الأخرى ، هناك بعض الهبوط في الضغط وذلك عندما يمر الغاز خلال مراحل العملية المختلفة وبذلك ضغط غاز النهاية الداخل إلى المدد قد يكون حوالي 1.6 ضغط جوي دون الضغط عند تصريف الضاغط الهوائي . كل الوحدات معدة للتشغيل عند ضغوط تصل إلى حوالي 13 ضغط جوي ولذلك بزيادة سرعة ضاغط الهواء والضغط و Throughput يمكن أن يزداد وكذلك الترتيبات والتنظيمات تسمح للمشغل أن يستفيد من مردود الضاغط الفائض عندما يكون الهواء الجوي أبرد وبالتالي أكثف . وهكذا فإن المصنع يمكن أن يشتغل عند حوالي 120 % من طاقة التصميم .

إن المبادلات الحرارية المتنوعة من مؤكسد الأمونيا إلى مرشح البلاتينيوم قد وصلت تناكبيا باتجاه بعضها البعض لتشكيل تسلسل متراص وتخفيض تكاليف الإنشاء والبناء . إن قطع الـ (Spool) تدخل إلى التسلسل لزيادة زمن الاحتفاظ والاستبقاء وبالتالي زيادة نسبة NO المؤكسد إلى NO_2 عند درجة حرارة مرتفعة بشكل كافية من أجل استرداد اقتصادي لحرارة التفاعل . وكما في العمليات الأخرى الماء يعاد تبريده خلال مبخر الأمونيا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

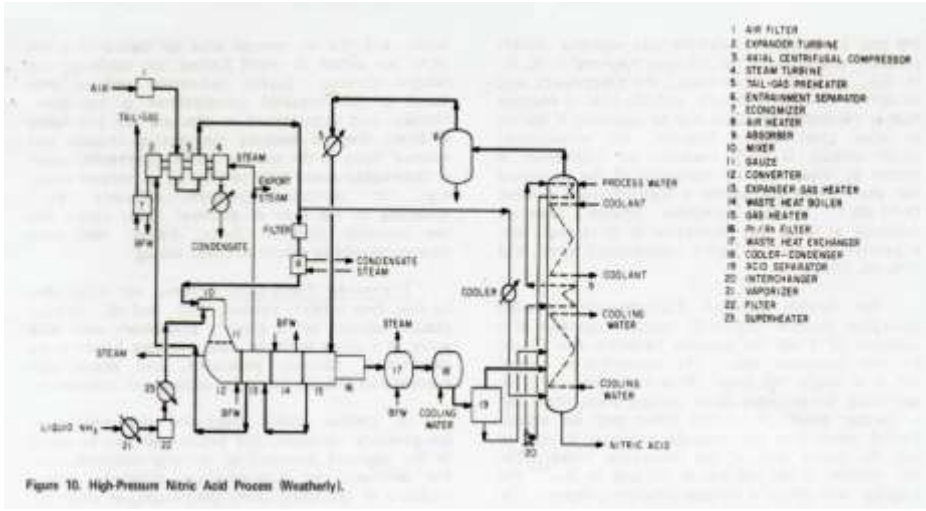


Figure 10. High-Pressure Nitric Acid Process (Weatherly).

في الاسترداد الموسع الموضح في الشكل 10 ، الجزء العلوي من برج الامتصاص يبرد إلى حوالي 2° باستعمال محلول ملحي لكربونات البوتاسيوم المبرَّدة . الماء يبرد في وشائع بواسطة الغاز البارد التارك أعلى البرج ويدار خلال وشائع التبادل الحراري في الجزء الأوسط من البرج وذلك للتبريد المسبق للغاز الصاعد . إن تبريد المحلول الملحي قد يتم في مبخر أمونيا ذو ضغط منخفض مع بخار الأمونيا المتجه إلى وحدة إنتاج نترات الأمونيوم أو بشكل متناوب التبريد الميكانيكي يمكن أن يستعمل وبجهاز الامتصاص الموَّسع فإن تركيز NO_X يمكن أن يخفض إلى أقل من 200 ppm . والشركة أيضاً تقدم خيار اختزال غاز النهاية بواسطة الاحتراق مع غاز الوقود . وتركيز حمض النتريك العادي هو 85 % .

إن عملية C & Girdler هي عملية ذات ضغط مرتفع حوالي 10 ضغط جوي كما في الشكل 11 التالي . الماء المبرد يستعمل في الجزء الأعلى من برج الامتصاص لإنقاص محتوى NO_X لغاز النهاية إلى أقل من 200ppm.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

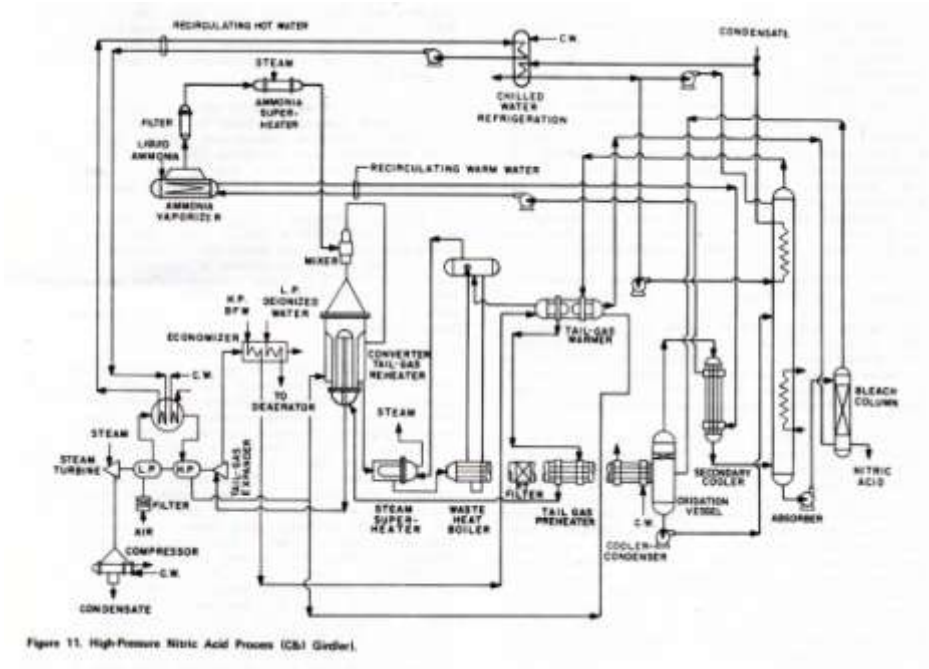


Figure 11. High-Pressure Nitric Acid Process (C&I Girdler).

إن تراكيز حمض النتريك تتراوح من 55 % إلى 65 % وكما في عمليات أخرى التراكيز العالية سيتحصل عليها على حساب المحتوى العالي لـ NO لغاز النهاية ما لم يتم تأمين إمداد وتزويد خاص من أجل إنتاجها بواسطة التبريد الإضافي ، عدد كبير من الألواح الصفائح المعدنية في عمود الماص أو إرجاعاً كيميائياً .

تحضير الأمونيا : Ammonia Prepartion

الأمونيا اللامائية المستعملة يجب أن تكون خالية من مسممات الوسيط المذكورة أدناه , ومحتوى الزيت يجب أن لا يزيد عن أجزاء قليلة لكل مليون وذلك لتجنب تلويث المبخر ومصافي وشبكات ترشيح الوسيط . إن الأمونيا اللامائية والسائلة المنتجة حسب المواصفات المطلوبة تصعد وتبخر وترشح وتسخن بإفراط لإبعاد وإزالة أي إمكانية للقطرات السائلة من الدخول إلى غرفة الوسيط وفجوات الاحتراق في شبكات الترشيح والمصافي . البخار المسخن بإفراط يمزج بشكل كامل مع هواء العملية بطرق متعددة مثل : تدفق الغاز أو السائل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

، مرش ناشر رذاذ وذلك حسب نمط ونموذج العملية بعض المصانع تستعمل أيضاً أنابيب وقنوات مصممة بشكل خاص ، حواجز وعوارض وحتى أعمدة معبأة لضمان وللتأكد من المزج الكامل .

تحضير هواء العملية : Process- Air Preparation

إن هواء العملية يجب أيضاً أن يكون خالياً من مسممات الوسيط والغبار والزيت . في بعض المصانع الهواء المحيط يخضع لغسل مبدئي بالماء في برج رنش أو الأعمدة المعبأة قبل أن تضغط ترشح أو تسخن بشكل مسبق أو وتمزج مع بخار الأمونيا المسخن بإفراط من أجل الاحتراق اللاحق .

في بعض المصانع توظيف واستعمال الأكسدة الجوية أو الأكسدة ذات الضغط المنخفض فإن هواء العملية يمكن رفعه إلى الضغط المطلوب بواسطة مراوح مصممة بشكل مناسب وملائم . من أجل الأكسدة ذات الضغط العالي والمتوسط فإن آلات دورانية التي لها تصميم نتوء ، ريشة المروحة (أو التوربين) طارد مركزي أو دفق محوري يمكن أن تستعمل مع زيادة الأفضلية للنموذجين الأخيرين لأن هذه الوحدات يمكن أن تدمج وتتحد مع إدارة (ناقل الحركة) التربينية المتعددة وموّسعات على شكل تركيب وإنشاء ذو عمود مفرد وضخم . (في بعض التصاميم فإن حرارة الضغط تؤمن تسخين مسبق للهواء كافية) .

إن نسبة الأمونيا إلى الهواء وكذلك نسبة التدفق لكل مكوِّن يجب أن يسيطر ويتحكم بها وبحذر شديد وذلك لضمان كفاية وفاعلية تحويل قصوى- وتحرر من الانفجار ومردود المصنع الأقصى . وبالتالي فإن مجموع الآلات المستعملة الموثوقة في هذا الجزء بالإضافة إلى الأجزاء الأخرى من المصنع هي ذات أهمية عظمى وقصوى .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأكسدة الحفَّازة للأمونيا : Catalytic Ammonia Oxidation

إن الاختيار العادي هو شبكة الراديوم والبلاتينيوم لأن هذه السبيكة المعدنية ترفع التفاعل وكذلك تواجه معايير وقواعد تشغيله أخرى مثل الشروط القاسية والشديدة للاستخدام والنفع . إن محتوى الروديوم بنسبة % 10-4 هي نسبة عادية وبما أن النسب الأعلى تميل وتنمو إلى إعطاء تحويلات وتبديلات ضخمة نوعاً ما وحياة أطول فإن % 10 من محتوى الروديوم قد أصبح معياراً ومقياساً في العديد من العمليات .

الحاجة لتقليل والتحكم بزمن الاتصال لمنع وإيقاف التفاعلات غير المرغوب بها ولتقليل حاجات وطلبات الوسيط قد أدت إلى تبنّي مبكر للشبكات والمصافي الدقيقة على شكل وسيط ملائم ومناسب . وهذه عادة ما تكون دائرية في الشكل وُترص وتكوّم في صفوف ومجموعات مرتبة متعددة كما أن استعمال مصافي وشبكات ترشيح متعددة من 5 إلى 50 يسمح لزمن الاحتفاظ وزمن الاتصال أن يتغير بسهولة وبسرعة من أجل الحصول على مردود أعظمي من أكسيد النتريك . إن استعمال شبكة Ganzes البلاتينوم المتعددة في الوصل مع الهواء المسخن مسبقاً قد تمَّ تسجيله وترخيصه في عام 1909 من قبل Kaiser في ألمانيا وهذه المبادئ والأسس ما تزال أساساً للمعايير الممارسة اليوم .

إن الحراقات ذات الضغط المرتفع أحياناً تجهز وتمد بشبكات لها أسلاك قطرها 0.076 ملم منسوجة مع 1.024 ثقوب الشبكة / سم2. الشبكات الدقيقة والمزودة بأسلاك ذات مدى 0.051-0.057 ملم هي المفضلة من قبل البعض وذلك من أجل الإنشاء والتركيب في الوحدات ذات الضغط المنخفض . الأنوال الحديثة قادرة على نسج وحياكة شبكات الوسيط إلى حد يصل إلى 4 م عرضاً والتي تكون لازمة وضرورية لبعض المصانع الضخمة والكبيرة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن شبكات السبيكة المعدنية للنيكل والكروم تستعمل لدعم وتعزيز هذه الشبكات الدقيقة لأن لها قوة ميكانيكية ضعيفة وذلك عندما تشتغل في الدرجة 900 مئوية وبشكل متزامن وآني فإنها تتعرض لضغوط متباينة ويمكن تقديرها مسببة لسرعات الغاز العالية في حجرة الحراق .

عندما تم تركيب وإنشاء أول شبكة فإن الشبكة الجديدة قد أظهرت فعالية ضعيفة نسبياً ولكن بعد عدة أيام من التشغيل ضمن شروط عامة فإن الفعالية والكفاية الحفَّازة قد ارتفعت إلى مستوى مقبول ومُرضي وقد بقيت تقريباً ثابتة خلال الحياة الفاعلة للشبكة والتي يجب أن تكون أسابيعاً متعددة أو حتى أشهراً، ومن أجل الحراقات ذات الضغط المرتفع والمنخفض . وخلال التشغيل فإن البنية البلورية لسبيكة البلاتينيوم قد عدلت بواسطة شدة وقساوة الاستخدام والانتفاع ويحدث التشويه (الالتواء) . والتآكل (التحاث) يحدث كذلك إن كان الاهتزاز موجوداً وخاصة عند درجات حرارة مرتفعة أو عالية وضغوط مرتفعة كذلك والتي أيضاً تنتج في الفعالية المنخفضة . وفي الواقع فإن الشبكات تبلى وتتآكل وبالتالي يجب استبدالها . وكما هو معروف تماماً إن وسائط البلاتينيوم لمعظم العمليات يمكن أن تتسمم بواسطة هذه العناصر مثل : Si-S-Pb-P-Bi-As و Sn ولا يوجد هاك استثناء لشبكات أكسدة الأمونيا . ولحسن الحظ الأمونيا الصناعية تكون عادة ذات نقاوة عالية ما لم تتلوث بشكل عرضي ولكن بما أن الهواء يمكن أن يتلوث بالغبار أو مواد ملوثة أخرى متعددة فإن تصفية الهواء الكاملة تصبح لازمة وضرورية. وموقع مدخل الهواء في منطقة نسبياً خالية من المواد الملوثة سوف يكون أمراً جيداً ويساعد كثيراً . إن كان التسمم بواسطة الأمونيا غير النقية فإن تغلغلاً عميقاً قد يحدث مؤدياً بذلك إلى تشكيل مركبات غير فعالة في الشبكات وربما إلى هلاك وتلف الوسيط . في أمثلة أخرى فإن التلوث بكميات قليلة من Fe , Cr أو Ni أن قد تخفض بشكل مؤقت من فعالية وكفاية التحول ولكن هذا الأمر يمكن استرجاعه واسترداده بواسطة المعالجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بحمض الهيدروكلوريك أو بعض الأملاح المحددة. ومن حين لآخر فإن الفعالية يمكن أن تُصان بواسطة تفكيك مجموعة شبكة الوسيط من وقت لآخر وإزالة الأجسام الصلبة المتراكمة بواسطة التفريش الخفيف للشبكة والذي أيضاً يساعد في إنقاص وتخفيض هبوط الضغط عبر الحراق . ولكن شبكات الوسيط يجب أن تعامل إلى أدنى حد لأنها تصبح قصيفة خلال الاستعمال .

إن حراقات الأمونيا تصنف إلى أنماط مختلفة من الضغط المنخفض والمتوسط والمرتفع وذلك وفقاً لشروط التشغيل . المصانع الجديدة عادة تبنى بحراقات ضغط وسطي أي 3-6 ضغط جوي أو ضغط مرتفع 8-12 ضغط جوي بالرغم من أن بعض المصانع الحراقات ذات الضغط المنخفض ما تزال قيد التشغيل .

الحراقات من أجل الضغوط الجوية والضغوط المنخفضة إلى المتوسطة عادة ما يبلغ قطرها 3-4 م وأحياناً قد تندمج إلى نسبة 5 أو ما يقاربها من شبكات الوسيط بينما الحراقات ذات الضغط المرتفع عادة ما تكون أصغر في القطر ربما 1.2-1.5 م وربما تحتوي 25-45 شبكة . الوحدات ذات الضغط المرتفع من هذا الحجم تستطيع أن تنتج 250 طن من HNO_3 أو حتى أكثر لكل 24 ساعة يومياً . المصانع ذات الحجم الضخم هي مصانع شائعة ، أي أن ما يفوق 1.100 طن يومياً يمكن أن تنتج بحراق مفرد مع حراقات ضغط إما مرتفعة أو متوسطة بالرغم من أن حارقين يمكن أن يفضلا من أجل المدى المنخفض من عمليات الضغط المتوسط . سرعات الغاز هي أكثر وأضخم في حراقات الضغط المرتفعة . والفعاليات أو الكفايات عادة ما تكون أقل مثل : في مدى يتراوح ما بين 93-95 % بالمقارنة مع 96-97 % أو ما يشابهه من أجل وحدات الضغط المتوسطة والمنخفضة .

ولكن التصاميم الحديثة الأخيرة لبعض الحراقات الضغط المرتفع والتي فيها الأقطار (القطر) تزداد لتقليل (تخفيض) سرعات الغاز ، هذه التصاميم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يحتمل فيها أن تصل أو تقترب من الكفايات بشكل مسبق ويستحصل عليها فقط في وحدات الضغط المنخفض، معظم الحراقات ذات الضغط المنخفض تشتغل في نطاق 865 درجة مئوية ووحدات الضغط المرتفع عند حوالي 940 درجة مئوية . درجات الحرارة والضغوط المرتفعة وسرعات الغاز المترافق مع الحراقات ذات ضغط مرتفع فإنها تعكس وتوضح خسارات للوسيط كبيرة وعظيمة. وكدليل مماثل فقط أعطى Mukherjee الخسارات النسبية التالية قبل الاسترداد :

Ammonia-Burner Pressure	Absorption Pressure	Relative Platinum Losses
Atmospheric	Atmospheric	1
Atmospheric	3.2 x atmospheric	1
3.2 x atmospheric	3.2 x atmospheric	3
8.0 x atmospheric	8.0 x atmospheric	5

ومن الواجب ملاحظته أن كلفة معالجة شبكات الوسيط المستعملة وكلفة الاسترداد والتنقية فإن الراديوم والبلاتينيوم المسترد في مرشحات يمكن تقديرها. في صفحة سابقة والتي قارنت عملية الأكسدة ذات ضغط منخفض بالعملية ذات الضغط المرتفع ، والبيانات التالية قد أعطيت موضحة أن تكاليف الوسيط الإجمالية كانت 1.81 دولار/ لكل طن من HNO_3 وهي أعلى وأغلى لأجل العملية ذات الضغط المرتفع أكثر من الضغط المنخفض .

ومعظم المصانع وخاصة تلك المجهزة بالحراقات ذات ضغط مرتفع لها مرشحات من النوع الذي يسترد جزءاً من البلاتينيوم الذي فقد من الوسيط. الاستهلاك الخالص (الصافي) لوسطاء البلاتينيوم هي في مدى 100-200 ملغ/ لكل طن من HNO_3 من أجل وحدات الضغط المرتفع والمتوسط .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Catalyst Cost per ton of Nitric Acid in Plants Using Low- and High-Pressure Ammonia Oxidation

Pressure (Absolute)	High Pressure (10.1 atm)		Low Pressure (3.4 atm)	
	mg/ton	Cost, $/ton	mg/ton	Cost, $/ton
Net loss of Pt	206	1.52	94	0.70
Net loss of Rh	29	0.48	7	0.10
Recovery, refining, etc.	-	0.81	-	0.20
Total catalyst cost		2.81		1.00

Note: Cost of platinum--$230/troy ounce = $7.40/g.
Cost of rhodium--$511/troy ounce = $16.43/g.
(Since the paper was written the cost of platinum has increased to over $300/oz).

إن زمن التوقف لتجديد الوسيط هي نسبياً أكبر وأعظم في الحراقات ذات الضغط المرتفع من أجل زمن معطى من الوسيط المُنشأ . وعلى الرغم من ذلك ففي بعض المصانع ذات الضغط المرتفع فإن معدل حياة الشبكة والتي تبلغ حوالي 60 يوماً من التشغيل المستمر يستحصل عليها وتحسين إضافي آخر محتمل وممكن بواسطة تنظيف كامل لهواء الاحتراق والأمونيا .

تبريد منتجات التفاعل : Cooling of reaction Products

الغازات الحارة التي تترك الحارق تبرد لزيادة تشكل ثاني أكسيد النتروجين ولاسترداد الحرارة من أجل الاستعمال في مكان آخر من المصنع وبالتالي تسهم وتشترك في عملية الاكتفاء الذاتي للعملية . في معظم المصانع ذات الضغط المرتفع والمتوسط تستعمل متتاليات مختلفة ، الغازات قد تمر بالدور خلال مرجل الحرارة المهدورة ، مسخن غاز النهاية ، مكثف ، مبرد وضاغط في المصانع (الوحدات ذات الضغط المزدوج) ومكثف ، مبرد آخر. في بعض الحالات الغازات أيضاً قد تمر خلال مسخن فوق بخاري ومسخن لهواء الاحتراق . إن مرشح استرداد البلاتينيوم عادة يسبق المكثف / المبرد . في إحدى العمليات كل المبادلات الحرارية الرئيسية تركب بشكل أفقي نهاية مقابل النهاية وذلك لتبسيط تصميم المصنع وتقليل تكاليف رأس المال (انظر الشكل 10) . في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عمليات أوربية متعددة بعض المبادلات الحرارة تبنى وتركب كجزء متكامل من معدات وتجهيزات أخرى ، على سبيل المثال ، الحارق أو مراجل الحرارة المهدورة . استرداد الحرارة بنسبة % 82-85 يستحصل عليها في بعض المصانع ، الأشكال المرتفعة تتحدد بواسطة نقطة التكاثف واعتبارات التآكل . في بعض حالات محددة حوالي 1.1 طن من البخار لكل طن من % 100 من HNO_3 يمكن أن تنتج . ومعظم هذه النسبة عادة ما يستعمل من أجل أغراض القوة ضمن وحدة حمض النتريك ولكن ما نسبته 0.4 طن يمكن أن يكون متوفراً ومتاحاً من أجل التصدير.

إن تسلسل تبريد الغاز المثالي يترافق وبشكل مع قيم ونماذج وحدات استرداد الطاقة وكذلك درجات الحرارة العاملة والضغوط المنتقاة لكل مرحلة من العملية . إن طاقات المصنع تكاليف الأمونيا وتكاليف التشغيل ورأس المال يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار وذلك عند اختيار أفضل تسلسل تبريدي من أجل التركيب المحدد والخاص .

أكسدة أكسيد النتريك : Nitric Oxide Oxidation

في العمليات ذات الضغط المتوسط إلى المنخفض وكذلك العمليات الجوية ، واحدة أو أكثر من وحدات التبريد – الأكسدة المنفصلة أحياناً تكون متضمنة ومشمولة قبل عملية امتصاص الغاز. هذه الوحدات عادة ما تبنى على شكل أبراج عاموديه مبردة بأغطية وحجاب مائي خارجي ، وحدات الأنبوب والهيكل المفرغ Shell And Tube وكذلك مبردات الدارة والمتعاقبة (بحيث كل مبرد يدير الآخر) . الهواء الزائد في الغاز يشجع ويؤثر الأكسدة الأولية وكذلك بعض بخار الماء الموجود يتكاثف ليشكل حمض نتريك ضعيف الذي فيما بعد يتكاثف في قسم الامتصاص . هواء إضافي من أجل الأكسدة عادة يحقق عند بعض النقاط من العملية وعادة في برج الامتصاص . في بعض المصانع ،

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الغاز يبرد بشكل سريع في وحدات مصممة خصيصاً لتكثيف بخار الماء بدون تشكيل حمض ضعيف بشكل أكثر وبالتالي يساعد عن زيادة تركيز الحمض النهائي . إن وحدة الفرازة الدوامية للمكثف السيكلوني ذو المراحل المتعددة المركب المصمم لإزالة الماء من الجهاز والقادر على إعطاء حمض بتركيز يصل إلى حوالي 63% من HNO_3 قد تمت دراسته ووصفه .

بعض العمليات ذات الضغط العالي تعمل على رفع ومضاعفة حد ونسبة الأكسدة من NO إلى NO2 وذلك في تسلسل وتتابع استرداد الحرارة وبالتالي فإن الحرارة المولّدة نتيجة هذا التفاعل يمكن أن تسترد عند مستوى درجة حرارة مرتفعة وعالية نسبياً . وهذا يمكن إنجازه وتحقيقه بإدخال حجرات إضافية إلى التسلسل لزيادة زمن الاستبقاء فعلى سبيل المثال ، يبين مرجل الحرارة المهدورة ومسخن غاز النهاية إلى 25 ما نوعه 80% من NO يمكن أن يتأكسد إلى NO2 وذلك قبل أن يدخل مكثف/ مبرد بهذه الواسطة في بعض العمليات ذات الضغط المرتفع الأخرى تبريد الغاز وأكسدة NO يمكن أن تحدث في عمود امتصاص الأكسدة الموحد . ولكن المرونة والليونة الإضافية التي تم تأمينها والتزويد بها بواسطة وحدة تبريد وأكسدة منفصلة والقدرة على تخفيض كمية الحمض الضعيف المتشكل قبل الامتصاص ، تعتبر نافعة وذات ميزات من قبل العديد من المنتجين .

امتصاص ثاني أكسيد النتروجين : Nitrogen Dioxide Absorption

عند ضغوط جوية قريبة الأكسدة والامتصاص تكون بطيئة وبعض مصانع الضغط المنخفض والجوي الأولى قد استعملت ما بين خمس إلى عشر من أبراج الخزف الحجري المعبأة والمحشوة والضخمة والتي فيها الغازات المؤكسدة بشكل جزئي قد امتصت في تيار معاكس من حمض النتريك ذات التركيز الزائد . المقدرة العظمى المستحصل عليها كانت في مدى يتراوح ما بين % 42-52 من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

HNO_3 . ومن أجل تخفيض رأس مال الاستثمار ومن أجل الحصول على كفاءات تشغيل عالية وزائدة فإن الامتصاص تحت الضغط قد تطور ونما باستعمال نماذج وأنماط مختلفة من المعدات والتجهيزات مثال المبردات المتعاقبة والأعمدة المحشوة وأبراج الرش وأعمدة صفائح الفقاعة المتحدة والغرابيل وأدوات أخرى خاصة مثل صينية Kuhlman .

وبما أن تراكيز الحمض لها الأفضلية من قبل وحدات الامتصاص ذات درجة الحرارة المنخفضة فإن العديد من طرق التبريد المختلفة والمتعددة قد تطورت أيضاً مثل : بواسطة الوحدات الخارجية للصحيفة ، والدارة (الاسطوانة) أو النموذج المتعاقب بواسطة أغلفة وحجاب الماء خارج البرج وكذلك بواسطة لفات ووشائع التبريد والتي تقع بشكل استراتيجي داخل عمود الامتصاص . في بعض المصانع التي تستعمل أكسدة الأمونيا ذات الضغط المنخفض ، تبخير وتصعيد الأمونيا يستعمل ليبرد مسبقاً مياه تغذية عمود وحدة الامتصاص وماء التبريد .

إن أجهزة امتصاص الضغط الحديثة تسمح بامتصاص كفاءات وقدرات بشكل جيد ونسبة فوق 99 % يجب أن يستحصل عليها مع تراكيز الحمض في مدى يتراوح ما بين 55-65 % . في بعض العمليات التراكيز لما فوق 70 % من HNO3 عادة تُنجز باستعمال ضغوط عالية وماء مبرد في اتحاد مع أعمدة امتصاص مصممة بشكل خاص . في بعض الوحدات الهواء الزائد قد يحقق إما إلى مبرد أو عمود الامتصاص وذلك لزيادة سرعة تفاعل الأكسدة. ماء العملية من أجل أجهزة الامتصاص يجب أن يكون نقياً وصافياً لتقليل تأثيرات وآثار التآكل في معمل حمض النتريك وكذلك في الاستعمالات اللاحقة للحمض . وبشكل خاص محتوى الكلور يجب أن يكون منخفضاً وذلك الماء من مصادر ناتج التكثيف أو وحدات التنقية ذات التبادل الأيوني أحياناً ما تستعمل .

تبييض الحمض : Acid Bleaching

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحمض المنتج في معظم وحدات الامتصاص ذو لون أصفر أو بني وذلك بسبب ثاني أكسيد النتروجين المنحل . وهذا يزال إما في برج تبيض صغير منفصل أو في الجزء الأسفل الإضافي من عمود الامتصاص الرئيسي بواسطة حقنة الهواء المضغوط .

معالجة غاز النهاية : Gas –Tail Treatment

باستثناء الحالة من أجل وحدات الضغط الجوي فإن الهواء الخارج من الماص عادة يسخن مسبقاً في توربين (عنفة) وذلك لاسترداد كمية قابلة للتقدير من الطاقة المستعملة من أجل أغراض الضغط , هذا الغاز يحتوي بشكل رئيسي النتروجين إضافة إلى بعض بخار الماء والأوكسجين ومزيج من أكاسيد النتريك .

في السنوات 1960 (في الستينات) تراكيز مطابقة لـ NO_X في غاز النهاية يتراوح من 1.500 إلى 3.000 ppm . في السنوات الأخيرة الاهتمام حول التحكم بالتلوث قد أدى إلى قوانين وتنظيمات قللت وخفضت من المستويات المسموح بها لـ NO_X في غاز النهاية من مصانع حمض النتريك (انظر الفصل XX III) . على سبيل المثال : التركيز الأعظمي في الولايات المتحدة هو مساوٍ لـ 200 ppm من NO_X بالنسبة للمصانع الجديدة أو 500 ppm بالنسبة للمصانع الموجودة (المستويات قد عينت بالكغ من NO_2 المساوي لكل طن من HNO_3) .

لمواجهة المتطلبات والمعدات التي الهيئات والمنظمات في بلدان مختلفة تريدها فإن طرقاً متنوعة قد استعملت . بعض البلدان قد تأخذ بوجهة النظر القائلة أن ناتج NO_X لمصانع حمض النتريك هي نسبة صغيرة من الإجمالي لأن كميات أكبر أخرى تشحن إلى الجو من احتراق الوقود في مصانع القدرة ومحركات الاحتراق الداخلية . في مثل هذه الحالات التشتت بواسطة حزم (

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مدافن) طويلة وتخفيف غاز النهاية بالهواء وذلك لضبط مستويات المحيط قد تكون مقبولة ومعقولة . ولكن معظم الدول تتطلب وتستلزم تخفيض لـ NO_X الفعلي إلى أدنى من مستويات السنوات العشر الماضية .

الطرق الرئيسية المستخدمة لضبط مستوى NO في غاز النهاية هي : 1 . الامتصاص الموسع . 2- الاختزال الحفاز بالوقود مثل الميتان أو غاز تنقية معمل الأمونيا . 3- الاختزال الحفاز المنتقى بالأمونيا . 4- الامتزاز بجل السيليكا أو المناخل الجزيئة . 5- التنقية بالقلويات أو محاليل اليوريا .

وهناك أفضلية نامية ومزدهرة للامتزاز الموسَّع كطريقة لضبط NO_X في غاز النهاية . الطريقة تتألف بشكل بسيط من زيادة ومضاعفة كفاية جهاز الامتصاص وذلك بإضافة برج امتصاص آخر. وبإضافة أجزاء وأقسام إضافية إلى برج الامتصاص أو في بعض الحالات بتخفيض وتقليل درجة الحرارة في مراحل الامتصاص الأخيرة بواسطة ملفات ووشائع التبريد المستعملة سواء مبرد أو أي مادة مبردة أخرى , هناك شركة واحدة فقط تستعمل محلول كربونات البوتاسيوم المبردة كمادة مبرِّدة .

العديد من المنظمات والهيئات بما في ذلك (Friedrick Udle) من ألمانيا و Societe Chimiquede Grande Paroisse من فرنسا و Girdler و D.M. Weatherly And Co من الولايات المتحدة الأمريكية هذه الهيئات قدمت تصاميم لمصانع حمض النتريك بامتصاص موسع والذي سوف يعطي تراكيز NO_X غاز النهاية دون 200 ppm والذي هو حد منخفض بحيث يرضي ويواجه الحاجات والطلبات الحالية للولايات المتحدة أو أي بلد أوربي. وبالنسبة للبلدان حيث التنظيمات الصارمة الشديدة تكون أقل تأثيراً فإن بعض المدخرات في كلفة رأس المال قد تكون ممكنة، وطريقة الامتصاص الموسعة لها الميزة الواضحة في أن استرداد النتروجين لحمض نتروجين يزداد بنسبة % (1.0-1.5) بالمقارنة مع الممارسة السابقة والتي بشكل جزئي يعادل ويوازن الكلفة الزائدة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن تقليل غاز النهاية بواسطة الوقود يشتمل ويتضمن اختزالاً لـ NO_X بالغاز الطبيعي أو النفتا أو غاز تنقية الأمونيا والذي يحتوي $N_2, CH_4, NH_3,$ H_2 .

1. $2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$
2. $4NO + CH_4 \rightarrow 2N_2 + CO_2 + 2H_2O$
3. $4NO_2 + CH_4 \rightarrow 4NO + CO_2 + 2H_2O$
4. $6NO + 4NH_3 \rightarrow 5N_2 + 6H_2O$
5. $2NO_2 + CH_4 \rightarrow N_2 + CO_2 + 2H_2O$
6. $2NO_2 + 4H_2 \rightarrow N_2 + 4H_2O$
7. $6NO_2 + 8NH_3 \rightarrow 7N_2 + 12H_2O$

والتفاعلات الموضحة هي : غاز نهاية يحتوي حوالي 3.5 % من الأوكسجين الذي أيضاً يتفاعل مع الوقود المضاف. وعندما نسبة مخفضة (عجز) أو قصور في الوقود تستعمل لتقليل محتوى O_2 لغاز النهاية من 3.5 % إلى 2.5 % مثلاً ، إن NO_2 في غاز النهاية يخفض إلى NO كما في التفاعل (3) أعلاه . إن هذا يزيل لون غاز النهاية لأن NO لا لون له ، بينما NO_2 له لون بني إلى أصفر . في بعض البلاد ، إزالة اللون لغاز النهاية يكون مقبولاً بالرغم من أنه لا يخفض من مردود NO_X الإجمالي .

من أجل الإنقاص الكامل لـ NO_X فإن غاز الوقود الكافي يضاف من أجل استهلاك كل الأوكسجين الموجود في غاز النهاية . هذه الطريقة تولد الكثير من الحرارة وتستدعي اثنين أو أكثر من طبقات الوسيط في سلسلة مع تبريد متبادل لمنع درجات الحرارة الزائدة. الحرارة ستسترد كبخار . من المحتمل أن هذه الطريقة أيضاً تولد مواد ملوثة أخرى في غاز النهاية ، وإن كان الوقود الميتان أو أي هيدروكربون آخر فإن كميات لا بأس بها من CO و HCN تتشكل ، أما مع غاز تنقية الأمونيا فإن بعض الأمونيا قد تبقى في غاز النهاية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن التقليل المنتقى لـ NO بواسطة الأمونيا وحسب التفاعلات 4 و 7 هي طريقة قد استعملت بنجاح في مصانع تجارية متعددة في اليابان والولايات المتحدة وأوربا . العمليات التجارية قد تم تقديمها وعرضها من قبل Gulf Oil Chemicals, Inc في الولايات المتحدة ، و Mitsubishi في اليابان و BSAF في ألمانيا . ووسطاء متعددة أخرى قد استعملت والتفاعل يحدث عند درجات حرارة تتراوح من 250 درجة مئوية إلى 450 درجة وذلك اعتماداً على الوسيط .

إن وحدة الاختزال قد توضع بين موسع غاز النهاية والمدخنة حيث الضغط يكون قريباً للضغط الجوي أو أنه يقع عند نقطة حيث تكون درجة حرارة الغاز في مدى ومعدل ملائم ومناسب . العملية فعالّة في تقليل وتخفيض تركيز NO غاز النهاية بشكل جيد دون 100 ppm .

إن الامتزاز بواسطة جيل السيلكا أو المناخل الجزئية ممكن ، العملية تتطلب توليد للمواد المتغيرة وتسمح بعودة NO_X إلى العملية . والضرر هو أن بخار الماء في غاز النهاية يجب أن يزال من أجل الامتزاز الكافي والفعال .

التنقية بواسطة محلول قلوي فعال فقط عندما يحتوي الغاز على : NO_2 ونسب مول لـ 1:1 أو أكثر . وباستعمال NaOH كمثال ، فإن التفاعل يكون :

$$2NaOH + NO + NO_2 \rightarrow NaNO_2 + H_2O$$

إن الانتفاع واستعمال نترات القلوي قد يكون مشكلة . Norsk Hydro طوَّرت طريقة التنقية والتي فيها وسيلة التنقية هي محلول من اليوريا وحمض النتريك . أكاسيد النتروجين تتفاعل مع الماء لتشكيل حمض النتروز .

$$NO + NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_2$$

إن الحمض النتروز يتفاعل بعد ذلك مع اليوريا وحمض النتريك حسب التفاعل التالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

$$HNO_2 + CO(NH_2)_2 + HNO_3 \rightarrow N_2 + CO_2 + NH_4NO_3 + H_2O$$

إن التفاعلات المتوسطة من المعتقد أنها تشتمل على تشكيل لحمض النتروز HNO_2 الذي يتفاعل مع اليوريا لتشكيل HCNO و N_2 . و HCNO يتفاعل مع HNO_3 و H_2O مشكلاً NH_4NO_3 و CO_2 . إن خسارة وفقدان النتروجين الثابت في النهاية هي ميزة سيئة .

وفي عملية Goodpasture (الولايات المتحدة) غاز النهاية ينقى بمحلول نترات الأمونيا مع إضافة من الأمونيا في وحدة التنقية تحت درجة حرارة مضبوطة وضمن شروط درجة PH جزء من NO_X قد تسترجع كنترات أمونيا وجزء آخر قد يختزل ويخفض إلى نتروجين .

وهناك العديد من أجهزة التنقية العديدة التي تم اقتراحها أو أنها تحت التطوير ولكنه بشكل عام طريقة (الامتصاص الموسَّع) تبدو الأكثر شيوعاً .

استرداد الطاقة : Energy Recovery

باستثناء المصانع القديمة فإن التشغيل عند ضغط جوي من الأول للآخر وكذلك في تراكيب ذات ضغط مرتفع ومتوسط صغير، معظم أو كل الطاقة اللازمة أو المطلوبة لإدارة ضاغط الهواء يمكن أن تسترد على شكل بخار وغاز نهاية ساخن وحار. في بعض الأمثلة ، كمية صغيرة من البخار الغائض يتم توليدها .

هذا يمكن أن يكون ممكناً بواسطة توفر آلات كافية وفعالة بشكل عالٍ والتي تشتمل على ضاغط ، وعنفة (توربين) بخارية , وموسع غاز النهاية قد بنيت على شكل وحدة على نسق مفردة . في العمليات ذات الضغط المزدوج الضاغط من أجل رفع ضغط أكاسيد النتروجين ، قبل الامتصاص أيضاً يمكن تضمينها واشتمالها . ومن حين لآخر فإن المحرك الكهربائي يضاف إلى وحدة القدرة من أجل البدء وأغراض طارئة وذلك إن كان البخار الكافي ليس دائماً

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

متوفراً ومتاحاً . المعدات الكهربائية من أجل أغراض الضخ والأغراض المساعدة الثانوية عادة ما تسحب من احتياطي قدرة المصنع الرئيسية .

استرداد البلاتينيوم : Platinum Recovery

البلاتينيوم يمرر إلى تيار الغاز على شكل جزئيات دقيقة صغيرة جداً وفقدانها أو خسارتها يمكن أن يعبر عن زيادة لنسب متعددة في تكاليف الإنتاج ولذلك فإن وحدات الاسترداد تنشئ في عدة مصانع والغبار الدقيق الناعم يعاد مع الشبكات إلى مصفاة المعدن الثمين . هناك نماذج متعددة لوحدات الاسترداد قيد الاستعمال والأكثر اندماجاً هي الترشيح من خلال صوف الزجاج أو ألياف السيلكا . وهناك وسيلة واحدة تستعمل أكسيد الكالسيوم كوسط ترشيح . وغبار البلاتينيوم المستحصل عليه يسترد كوحل Slurrying في بالماء وينحل في حمض النتريك ومن ثم يتبع بالترشيح . المواد المستردة يجب أن تكون ضمن نظام يصل على الأقل إلى حد 50 % من أجل المرشحات الجافة وقد تكون مرتفعة بنسبة 80 % من أجل وحدة نموذج الكلس , وذلك حسب قابلية النفوذ في المرشح المستعمل وكذلك نموذج ونمط العملية . المحاولات لزيادة استرداد البلاتينيوم بواسطة استعمال أوساط مرشحة دقيقة وناعمة قد تؤدي إلى تكاليف تشغيل عالية ولذلك فإن توازن مثالي يبين هذين العاملين يجب أن يتم ويُتبنى .

المقارنات الاقتصادية والتقنية :

Technical & Economic Comparison

إن توفر تقنيات ضغط مرتفع ومتوسط ومنخفض للأكسدة والامتصاص تقدم تنوع اتحادات تناوبية والتي بواسطتها يمكن تصنيع حمض النتريك . وهذا قد أدى إلى تطور للعمليات التجارية المتعددة والتي تختلف بشكل كبير في توافقها مع الاتحاد المختار والمنتقى . وبشكل عام فإن التشغيل ذو الضغط العالي يسمح لوحدات المصنع الأصغر لأن تستعمل من أجل ضغوط معطاة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وكذلك مراعاة امتصاص NO_2 ولكن أكسدة الأمونيا ذات الضغط العالي تحث وتحرض على خسارات وسيطية أعلى وأكبر وكذلك تزيد معدات وتجهيزات القدرة ما لم تركب معدات جديدة إضافية من أجل استرداد الطاقة . وبسبب التأكيد الحديث على التحكم وضبط التلوث فإن القدرة للعمليات ذات الضغط المرتفع للحصول على مستويات NO_X منخفضة بشكل مقبول في غاز النهاية فضلت وساندت ما تم تبنيه . ولذلك فإن معظم المصانع الجديدة تستعمل إما ضغط عالي أحادي أو ثنائي الضغط ومزدود عمليات (امتصاص ذو ضغط متوسط واحتراق ذو ضغط عالي) ، على الرغم من أن بعض العمليات ذات الضغط المتوسط والأحادي قد استعملت .

وفقاً لـ Honti فإن هناك حسنات وميزات ومساوئ النماذج الثلاثة للعملية يمكن أن تلخص حسب التالي :

	Mono-Medium Pressure 5/5[a]	Dual-Medium-High Pressure 5/10[a]	Mono-High Pressure 10/10[a]
NH_3 required, kg/ton HNO_3	284	284	288
Pt loss, mg/ton HNO_3	95	95	150
Electricity required, kWh/ton HNO_3	22	22	8
Steam credit, kg/ton HNO_3	600	300	400
Relative capital cost[b]	120	110	100
NO_x in tail gas, ppm	400	less than 200	less than 200

a. Pressure in atmospheres in combustion and absorption, respectively.
b. Typical values for extended absorption from various sources.

إن القيم أعلاه المقصود منها أن تكون قيم توضيحية فقط ، ولكن القيم الفعلية قد تختلف وتتغير بشكل واسع وذلك اعتماداً على تصميم المصنع وشروط التشغيل ولكن الجدول يوضح النقطة التي تكون عندها العملية ذات الضغط المرتفع عادة ذات كلفة رأس مال دنيا وكلفة تشغيلية مرتفعة وذلك بسبب خسارة البلاتينيوم العالية وتحويل NH_3 الأقل كفاية واسترداد البخار المنخفض . إن العملية ذات الضغط المتوسط سوف يكون لها أعلى كلفة رأس مال وأقل كلفة تشغيلية (مع افتراض أن محتوى NO_X لغاز النهاية يكون مقبولاً ومعقولاً) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العملية ذات الضغط المزدوج تمثل اتفاقاً وسطاً . والاختيار قد يتأثر بالشروط المحلية .

الورقة الجديدة والتي قارنت عملية الضغط المزدوج لـ (COFAZ) المشتغلة عند 3 و 10 ضغط جوي بالعملية ذات الضغط المرتفع والمفرد لـ (C & I Girdler) المشتغلة عند ضغط 10 ضغط جوي وكلاهما بطاقة تصل إلى 900 طن يومياً وبكفايات امتصاص كافية لضمان وتأكيد محتوى NO_X في غاز النهاية لنسبة أو حد أقل من 200 ppm وتحت شروط الولايات المتحدة فإن تكاليف رأس المال كانت % 31 أعلى من أجل العملية ذات الضغط المزدوج (13.8 دولار مقابل 12.2 مليون دولاراً) .

	Requirements per ton of HNO_3	
	Dual Pressure	High Pressure
NH_3, kg	282.1	286.6
Catalyst loss, mg	101	235
Electricity, kWh	4.7	7.5
Steam export, kg	341	456

وكلفة الإنتاج مع الأمونيا عند 121 دولار/ للطن قد قدرت أن تصل إلى 1.34 دولار/ للطن من HNO_3 أدنى بالنسبة للعملية ذات الضغط المزدوج (34.28 دولار مقابل 35.84 دولار) غير مُتضمنة رأس المال . الناشرين والمؤلفين وصلوا إلى نتيجة مفادها أن تحت الشروط المفترضة في التقدير، فإن الادخار في كلفة التشغيل لم تكن كافية لتبرير كلفة رأس المال العالية بالنسبة لشروط الولايات المتحدة . ومع ذلك فإن التغيرات في كلفة الوسيط أو في قيمة البخار ستؤدي إلى نهاية مختلفة . وقد لوحظ أن قيمة البخار المصدر سوف تعتمد على موقع المصنع .

مواد التركيب والإنشاء : Material of Construction

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن الخواص المؤكسدة القوية لحمض النتريك تعطي تأثيراً سلبيا على بعض المعادن مثل : الحديد ، والفولاذ والألمنيوم لتشكل أكاسيد معقدة وطبقات رقيقة من النتريد Nitride . وبالتالي فإن هذه المعادن يمكن أن تستخدم من أجل بناء وإنشاء بعض أجزاء المعدات وأوعية التخزين التي تكون على تماس مع الحموض الحاوية (55-65) % من HNO_3 تحت شروط ثابتة أو متحركة بشكل معتدل وليس عند درجات حرارة مرتفعة . ومن أجل الاستخدام الشديد فإن الحديد . سيليكون وبعض مواد الستانلس ستيل المقاومة للتآكل بشكل عالي يُحتاج إليها وتكون لازمة . إن الستانلس ستيل ذو النموذج 304 يستعمل بشكل واسع من أجل صهاريج التخزين . ومحاليل HNO_3 المخففة وخصوصاً إن تم تحريكها وتسخينها قد تستلزم أيضاً استعمال خليطة معدنية من الفولاذ .

مثال : بالنسبة للأجزاء الرطبة من المضخات والعنفات وأعمدة التقطير. من أجل المعدات المستعملة في معالجة الغازات الجافة الحارة فإن الفولاذ المعتدل عادة ما يكون ملائماً ومناسباً . في بعض الأمثلة معظم المصانع المبنية بكاملها من الستانلس ستيل هي المفضلة لأن الاحتياط والتوفير في تكاليف الصيانة وأداء التشغيل المحسنة والمطوَّرة من المحتمل أن تبرر وتعلل تكاليف الاستثمار الإضافية .

وفيما يخص المواد غير المعدنية فإن المصانع المبكرة قد استعملت الخزف الحجري من أجل تركيب المعدات والتجهيزات . وكذلك فإن الأواني الزجاجية الصناعية يتم استخدامها . وكذلك فإن مواد اللدائنية من الفلورو كربون Fluoro Carbon قد اعتبرت أنها خاملة حتى بالنسبة لحمض النتريك المدخن والساخن .

نترات الأمونيوم : Ammonium Nitrate

نترات الأمونيوم هي الشكل الأكثر شيوعاً وشهرة لأسمدة النتروجين في معظم البلاد الأوروبية وفي بعض أقطار المنطقة المعتدلة . وهي رائجة في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

شمال أمريكا ولكن ليست الأشهر لأن ذلك المكان مشغول بالأمونيا اللامائية Anhydrous وهي أكثر توفراً بالنسبة للمحاصيل أكثر من اليوريا أو كبريتات الأمونيوم ، معظم المحاصيل تحتاج للنتروجين وبشكل أساسي على شكل نترات , ولهذا فإن النتروجين النشادري يجب أن يحول إلى نترات في التربة قبل أن تصبح فعالة . وبينما تكون عملية النترجة سريعة في التربة الدافئة فإنها بطيئة جداً في التربة الباردة (10 درجة مئوية ومادون) . وكذلك اليوريا تكون سامة نباتياً بالنسبة لبعض المحاصيل وذلك عندما توضع بالقرب من البذور , وكبريتات الأمونيا ذات تأثير حمضي قوي .

من أجل هذه الأسباب وأسباب أخرى فإن نترات الأمونيوم هي أشهر سماد نتروجيني في العديد من أقطار المنطقة المعتدلة بما في ذلك معظم البلاد الأوربية . وهي تستعمل كمادة صرفة أو في خلطة مع كربونات الكالسيوم أوالحجر الكلسي أو الدولوميت تدعى بنترات الأمونيوم والكالسيوم (CAN) أو (ANL) أو أسماء تجارية متنوعة ومتعددة , كما تستعمل في الأسمدة المركبة الفوسفاتية بما في ذلك النتروفوسفات . وهو أيضاً عنصر مقوم رئيسي لمحاليل النتروجين (الفصل X) .

الميزات السلبية (السيئة) لنترات الأمونيوم هي أنها :

1- ماصة للرطوبة من الهواء . 2- تسبب نشوب حريق أو حتى انفجارات ما لم تتخذ تدابير احتياطية ملائمة . 3- أقل فعالية بالنسبة لأرز مقارنة مع اليوريا أو النتروجين النشادري . 4- أكثر ميلاً وعرضة للرشح (غسل التربة لنزع الأملاح المعدنية منها) من المنتجات النشادرية .

كميات كبيرة من نترات الأمونيوم تستعمل من أجل أغراض التفجير والنسف في مزجها مع زيت الوقود ، وكميات صغيرة نسبياً منها تستهلك من قبل الصناعات الكيميائية وصنع الجعة . إن نموذج نترات الأمونيا المبرغلة قد صنع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بواسطة تدحرج الملح شبه منصهر في حوض مفتوح ومن ثم طليها بطبقة خارجية بالشموع أو الراتينات (الراتنجات) .

خواص نترات الأمونيا : Properties of Ammonium Nitrate

TABLE 5. PROPERTIES OF PURE AMMONIUM NITRATE (CRYSTALLINE FORM IV)

Color	White
Molecular weight	80.04
Nitrogen content	35.0%
Density, 20°/4°C	1.725
Melting point	170.4°C

Solubility, g/100 g of water

Temperature (°C)	
0	118
20	187
40	297
60	410
80	576
100	843

Crystal states

Temperature (°C)	State	System
169.6	Liquid	-
169.6 to 125.2	Cubic	1
125.2 to 84.2	Tetragonal	2
84.2 to 32.1	Rhombic	3
32.1 to -18	Rhombic	4
Below -18	Tetragonal	5

Critical relative humidities

20°C	63.3
30°C	59.4

إن أهم ميزات نترات الأمونيا معطاة في الجدول (5) والتغييرات في حالة التبلور عند 84.2 درجة مئوية و 32.1 درجة مئوية تنتج في التمدد المفاجئ , والذي يمكن أن يسبب تحلل خلال العملية وكذلك خلال التخزين . إن التغير في الشكل البلوري عند 32.1 درجة مئوية يمكن أن يكون بشكل خصوصي مزعجاً في المناخ حيث درجة الحرارة المحيطة أحياناً تمر خلال هذه النقطة ، والدورة المكررة خلال درجة الحرارة هذه يمكن أن تسبب تفتت وانحلال

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحبيبات إلى مسحوق ويمكن أن تؤدي إلى مشاكل . ولكن طرق تثبيت الشكل البلوري في الشكل المعني IV قد تطورت كثيراً وتستعمل بشكل كبير . واحدة من هذه الطرق قد تطورت وسجلت ببراءة اختراع من قبل Mississippi Chemical Corporation والتي تتألف من إضافة نسبة صغيرة حوالي 1 % من مزيج من كبريتات الأمونيوم وفوسفات ثنائية الأمونيوم والمسمى Permalcne . تستعمل نترات المغنزيوم أيضاً كمادة موازية في بعض البلدان الأوربية . والصفة الميزة الأخرى لنترات الأمونيوم هي الحرارة السلبية للمحلول حيث أن 60 جزءاً من الملح تعطي اختزالاً في درجة الحرارة من 13.6 + درجة مئوية إلى 13.6 . درجة مئوية وذلك عندما تحل في 100 جزء من الماء .

مخاطر نترات الأمونيوم : Hazards of Ammonium Nitrate

من المعروف تماماً أن نترات الأمونيوم يمكن أن تستعمل كمادة متفجرة ، وفي الواقع فإن معظم المصانع قد بنيت خلال الحربين العالميتين الأولى والثانية لإنتاج نترات الأمونيوم للاستعمال في القنابل ومتفجرات أخرى . من أجل هذا الغرض كانت عادة تمزج بمواد متفجرة فعالة وقوية أو كبسولات تفجير . إن مزيجاً من نترات الأمونيوم مع حوالي 6 % زيت وقود تستعمل بشكل واسع كعامل تفجير/ نسف لتقليل التشغيل . نترات الأمونيوم ذو الدرجة السمادية سابقاً كانت في الأربعينات تكيف مع طبقة رقيقة خارجية عضوية (مزيج من البارافين والروزين والبترول) وبعض التفجرات الكارثية الهائلة تحدث عندما حمولة السفن من هذه المادة تتفجر بواسطة الغاز والحصر . هذه الكوارث تؤدي إلى قوانين حكومية صارمة وشديدة تحكم وتضبط التصنيع والنقل والتخزين واستعمال نترات الأمونيوم لأغراض تسميدية . بعض البلدان تحرّم وتمنع بيع نترات الأمونيوم الصرفة كسماد وفي هذه البلدان فإن مزيجا من نترات الأمونيوم مع كربونات الكالسيوم والذي يدعى بـ CAN ، هو أمر مسموح به . سابقاً كان

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الـ CAN الحاوي على % 20.5 من N يقابل حوالي % 60 من نترات الأمونيوم ، وحالياً فإن النسبة المعروفة هي % 26 من N (% 75 AN) .

في بلدان أخرى (كفرنسا والاتحاد السوفيتي ورومانيا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة) تستعمل نترات الأمونيوم الصرفة كسماد مع وجود قوانين صارمة وشديدة فمثلاً ، معهد الأسمدة Fertilizer Institute(الولايات المتحدة) قد أصدر ونشر تعريفاً لسماد نترات الأمونيوم كالتالي :

سماد نترات الأمونيوم يعرّف بنترات الأمونيوم الصلبة والحاوية كحد أدنى على نسبة % 33.0 نتروجين وله درجة PH دنيا تصل إلى 4.0 في % 10 من محلول مائي ، % 0.20 كربون أعظمي ، % 0.010 كبريت عنصري كحد أعظمي و % 0.150 كلور أعظمي كـ Cl أو جسيمات دقيقة معدنية كافية لتحرير 4.60 ملل ، وكحد أعظمي من الهيدروجين من 50.0غ والتي سوف تجتاز اختبار الانتشار والامتداد التفجيري في الجزء 2.0 واختبار الاشتعال في الجزء 4.0 .

ما تم نشره يحتوي على إجراءات الاختبارات والتحليل. في اختبار الانتشار والامتداد التفجيري فإن نترات الأمونيوم تحشى مع صاعق في أنبوب من الحديد ذو نوعية خاصة بقطر 3 إنش (7.6 سم) إلى حد 6 قدم (1.83 متر) , عندما تفجر شحنة المتفجرات فإن الحد الذي إليه نترات الأمونيوم تتفجر يتم تحديده بواسطة طول الأنبوب المحطم Damaged وأي مادة تمتد وتنتشر خلال طول الأنبوب ولا تترك أي أنبوب غير متلف تعتبر غير آمنة .

إن اختبار الاشتعال معقد نوعاً ما ولكن بشكل عام هو مصمم ليتضمن الصيغ التي يمكن بكل حفّاز أن تزيد نسبة تفكك نترات الأمونيوم حتى وإن لم تستبعد المادة الحفازة بواسطة تحديدها أو تقديرها بواسطة الطرق التحليلية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك قوانين أخرى إضافة تغطي التدابير الاحتياطية التي يجب أن تتخذ في تخزين وتعبئة ونقل نترات الأمونيوم وفي مواجهة الحريق حيث توجد نترات الأمونيوم .

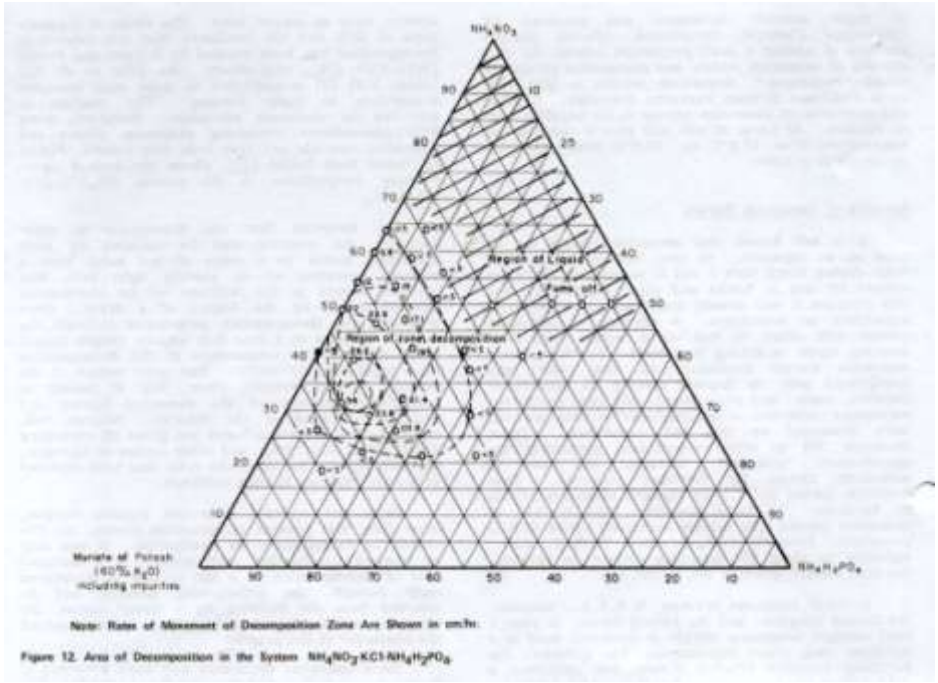
بعض الأسمدة المركبة الحاوية على نترات الأمونيوم والكلور مثل كلور البوتاسيوم هي عرضة لتفكك وانحلال ممتد ومنتشر (أو احتراق اشتعال السيجار) عندما تشتعل . إن درجة حرارة الاشتعال هي حوالي 200 ° درجة مئوية ولكنها قد تخفض بواسطة عوامل مثيرة للحساسية معينة مثل أملاح النحاس . إن نسبة ومدى التركيب لأسمدة NPK و NK والتي هي عرضة للتفكك والانحلال قد درس من قبل Huygeu و Perbal و TVA وآخرون . ونسبة % 4 من KCl (حوالي % 1.9 من Cl كافية لصنع بعض الخلطات القابلة والسريعة التأثر لاحتراق السيجار . إن التفاعل قد مُنع بفوسفات الأمونيوم ولذلك فإن العديد من تراكيب NPK الحاوية على نترات الأمونيوم وكلور البوتاسيوم تكون حرة وخالية من هذ المخاطر . الشكل رقم 12 المأخوذ من Perble يظهر ويري المنطقة الخاصة بتراكيب احتراق السيجار في الجهاز NH4NO3-KCl-NH4H2PO4 .

بالنسبة للمواد التي هي سريعة التأثر والقابلة لاحتراق السيجار فإن التفاعل قد يبدأ بواسطة الوسائل العرضية كقطعة من معدن ساخن من عملية اللحام أو بصلة أو زجاجة المصباح الكهربائي التي تصبح مطمورة في السماد أو بالمادة المسخنة بإفراط . وعندما تبدأ فإن الانحلال والتفكك ينتشر ويمتد خلال كتلة المادة عند نسبة تتراوح عادة من 5 إلى 50 سم/ hr .

درجة الحرارة في منطقة التفكك والانحلال عادة ما تكون 300-500 درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



مئوية . وطبيعة التفاعل الدقيقة ليست واضحة تماماً ولكنها تنتج في التدمير والهلاك الكامل لنترات الأمونيا وانبعاث أو توليد لبعض من الكلور . الأدخنة البنية والصفراء والبيضاء والحمراء الضارة والمؤذية تُخرج حاوية على NO2, Cl2, HCl, NH4Cl وأكاسيد أخرى للنتروجين H2O و N2 هذه الأدخنة سامة وقد سببت إصابات قاتلة وخطيرة في بعض الحوادث .

وبما أن التفاعل لا يستلزم غير ذلك الأوكسجين الموجود في نترات الأمونيا ، فإن الحريق لا يمكن أن يخمد ويطفأ بواسطة الخنق . الحريق يمكن إيقافه فقط بواسطة إغراقه بفيض من الماء . وإذا اكتشفت بشكل مبكر منطقة موضعية متفككة في صندوق أو عمود أو كومة ركام ، فإن المادة المتفككة قد تزال من البناء بواسطة مجرفة آلية على سبيل المثال ، والإخماد بواسطة الماء يوفر جزءاً من بقايا المادة .

بما أن الأسمدة المركبة لها صيغ متنوعة ، فإنه من غير الممكن دوماً التنبؤ بماهية التركيب الذي سوف يكون في نوع احتراق السيجار . لذلك فإن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TVA قد طور وحسن اختباراً بسيطاً على النحو التالي : 50 Lb (23 كغ) من السماد في صندوق يسخن عند طرف (نهاية واحدة) بواسطة شعلة مصباح النفخ وذلك حتى يبدأ التفكك كدليل وذلك بواسطة الأدخنة الوافدة والكثيرة وإن توقف التفكك عندما يزال الدخان ، فإن المادة ليست عرضة لتفكك انتشاري وامتدادي . وإن استمرت بالتفكك فإن نسبة التقدم لمنطقة التفكك يمكن أن تقاس بواسطة مزدوجة حرارية مدخلة في المادة عند حد 10 سم .

إن الطريقة الأكثر دقة قد درست في كتيب عنوانه : **الطرق المختارة لاختبار الاستقرار الحراري للأكسدة المركبة الحاوية على نترات الأمونيوم** والذي صدر من قبل ISMA و APEA (الطبعة الأولى في 1970) إن اختبار التفكك النظامي يحدث ويتم في جهاز يتألف من شبكة through أبعادها : 50*15*15 سم مبنية من ثقوب وفتحات سلكية متينة .

الشبكة تملئ بالسماد المراد اختباره وتسخن عند نهاية واحدة من الشبكة صفيحة فولاذية إلى درجة حرارة ما بين 400-800 درجة مئوية إما بواسطة حراقات الغاز أو عنصر تسخين كهربي . التسخين يستمر حتى يتفكك السماد المتاخم لصفيحة الفولاذ المسخنة بشكل جيد أو إلى حد ساعة واحدة . بعد ذلك يوقف التسخين وتتم ملاحظة موضع مقدمة التفكك . إن توقف انتشار التفكك حالما يتم إيقاف وإطفاء مصدر الحرارة فإن المادة لا تظهر تفككاً ذو إمداد ذاتي . وإن استمرت منطقة التفكك خلال كامل الشبكة ، فإن السماد قادر على التفكك ذو الدعم الذاتي . وإن رُغب فإن نسبة التقدم والاستمرار للمنطقة قد يعيّر حسب توقيت معين ، في بعض الحالات التفكك قد يستمر لبعض الوقت بعد أن يتم إيقاف الحرارة ولكنه يتوقف قبل أن يصل إلى نهاية الشبكة . في هذه الحالة الكتيب يقترح أن التفكك والانحلال يجب أن يعتبر كدعم وإمداد ذاتي وذلك إن استمر لمسافة تقدر بـ 15سم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المنظمات والهيئات الصادرة والمنبثة (ISMA & APEA) قد تنصلت وأنكرت مسؤولية التطبيق العملي للاختبار . ولكن بعض البلدان بشكل أساسي الاسكندنافية قد اقتنعت وحرمت بيع الأسمدة التي هي عرضة للتفكك الذاتي الدعم , أو اختبار الشبكة الموضح أعلاه هو اختبار مقبول لتعيين وتحديد مثل هذه الأسمدة . إن كتيب ISMA & APEA يحتوي أيضاً على طرق اختباريه لتعيين القابلية للتفجر (ثلاث طرق) والتفكك المتجانس عند درجات حرارة مرتفعة أو أسمدة ذات إمداد ذاتي أو مؤكسد كافية . وهناك العديد من الوكالات والهيئات التي أصدرت قوانين وتنظيمات لنقل البضائع الخطرة بشكل كامن بواسطة القطارات والسفن والمراكب والطائرة أوالسيارات الشاحنة المقطورة .

إن نترات الأمونيوم تعتبر عادة في معظم البلاد غير مسببة لأخطار غير متوقعة وذلك عندما تتخذ إجراءات وقائية مناسبة وملائمة . (رتبة الأسمدة) نترات الأمونيوم (انظر التعريف أعلاه) لا يمكن أن يتفجر بواسطة الصدمات وليس هناك انفجارات مسجلة بسبب الحرارة والنار لوحدها . في حالات عديدة أبنية التخزين وأبنية المزارع الحاوية على نترات الأمونيوم قد احترقت بدون انفجار . ولكن في حالة واحدة من حريق مخزن البضائع فإن كمية صغيرة من نترات الأمونيوم التي قد تلوثت بزيت يتقطر من المجرفة الآلية تفجرت ولكن بقية نترات الأمونيوم لم تنفجر . بعض البلاد قد تمنع وتحرم نترات الأمونيوم الخالصة والصافية والتي من السهل نسبياً أن تنفجر .

والسؤال الذي يطرح أحياناً : ما هي النسبة العظمى لنترات الأمونيوم في الأسمدة والتي هي غير مسببة للانفجار؟ . وليس هناك جواب بسيط لهذا السؤال ، وهو يعتمد على ما هي المواد التي يمزج معها نترات الأمونيوم ، وكم من المادة الحاوية – نسبة الكربونية موجودة وإن وجدت كم من المفجر قد استعمل وعوامل أخرى متعددة . وكما ذكر سابقاً نترات الأمونيوم الخالصة والصافية من الصعب أن تنفجر ولكنها يمكن أن تنفجر وذلك إن حصرت وحجزت أو إن طليت بمادة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

متفجرة عالية . Perbal يشرح ويصف الاختبارات التي فيها خلطات من نترات الأمونيوم ومواد الأسمدة الأخرى المتنوعة قد طليت وغطيت بـ 0.4 % من زيت الوقود . الخلطات بعد ذلك تم اختبارها من أجل قابليتها الانفجار بواسطة إجراءين اختياريين قياسيين وكلاهما يشتملان على شحنة تفجيرية معيارية وكنتيجة لهذه الاختبارات واختبارات أخرى فإن هيئات ومنظمات الحكومة الهولندية قد وضعت وحددت الحدود العظمى التالية لخلطات ومزيج نترات الأمونيوم :

Material Mixed with Ammonium Nitrate	Maximum Allowable % Ammonium Nitrate
Chalk	80
$(NH_4)_2SO_4$	40-45
$(NH_4)_2HPO_4$	65-70
$CaHPO_4$	70
KCl	70
K_2SO_4	70

وقد توصل Perbal لنتيجة مفادها أن الأسمدة المركبة بشكل عام قد تعتبر كمواد خالية من خطر الانفجار إن احتوت على نسبة أقل من 70 % من NH_4NO_3 ما لم يكن هناك نسبة عالية من $(NH_4)_2SO_4$ أو أية مادة ممكن اختزالها في الخليط والتي في هذه الحالة المادة يجب أن تختبر وتفحص .

طرق الإنتاج : Production Methods

هناك عمليات عديدة خاصة لتصنيع نترات الأمونيوم وكلها متوفرة ومتاحة ، باستعمال تراكيب وتوليفات متنوعة من طرق التعادل والتبخير والتجفيف والإنهاء . نترات الأمونيوم الصلبة تنتج على شكل بلورات وحبيبات وكرات إما لوحدها أو في اتحاد مع مواد أخرى . وكميات ضخمة من نترات الأمونيوم كذلك تصنّع على شكل محاليل حاوية على تراكيز في مدى 80-90 % للاستخدام في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأسمدة المركبة المبرغلة . المحلول الساخن يشحن وخاصة في المملكة المتحدة إلى مصانع التحبيب في صهاريج معزولة إما بالقطارات أو السيارات , المحلول أيضاً يستعمل لتحضير وإعداد محاليل النتروجين الحاوية على الأمونيا أو اليوريا للاستعمال في مصانع البرغلة أو الأسمدة السائلة (انظر الفصل X) . تشغيل الوحدة الرئيسية المستعملة في تصنيع نترات الأمونيوم يتم دراستها ووضعها أدناه .

التعديل : Neutralization

عندما يتوفر بخار كافي لتشغيل المصنع من منتج ثانوي أو مصدر ذو كلفة منخفضة آخر فإن استعمال نموذج هوائي جوي من المعادل قد يفضل لأن مثل هذه الوحدات نسبياً منخفضة في تكاليف رأس المال وبسيطة بالنسبة للتشغيل . وبشكل متناوب ، معظم أو كل البخار اللازم للتسخين المسبق للمواد التغذية ولرفع تركيز محلول نترات الأمونيوم يمكن توليده بواسطة حموض التعادل حاوية على أكثر من 50 % من HNO_3 في وحدة من نموذج الضغط (وباستعمال 64 % حمض ، حوالي 1 طن من البخار يمكن أن تنتج لكل طن من الأمونيا المعدلة) . في بعض المصانع ، خاصة تلك المصممة لإنتاج منتجات بلورية فإن التعديل يتم تحت الفراغ في معدات وتجهيزات مشابهة لتلك المستعملة لتصنيع كبريتات الأمونيوم.

في عمليات التعادل تحت الضغط عادة المصانع تشتغل عند 4-5 ضغط جوي و 175-180 درجة مئوية . حمض النتريك يلقم إلى المعادل عند تركيز عادي بنسبة (50-60) % . في بعض الحالات يمكن أن يسخن حمض النتريك مسبقاً ببخار منتج ثانوي . تلقم الأمونيا إلى المعادل على شكل غازي . وإن توفرت على شكل سائل فإنها تبخر وتصعَّد في مبادل حراري بواسطة البخار أو الهواء . إن استعمل الهواء فإن الهواء المبرد قد يستعمل لتبريد نترات الأمونيا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المحببة أو المكورة . المُعادل قد يشتغل عند درجة PH منخفضة (3-4) وذلك لتجنب خسارة وفقدان الأمونيا , وأمونيا إضافية قد تضاف فيما بعد لتعديل درجة PH إلى 7 .

إن تركيز المحلول للمتعادل عادة ما يكون في مدى ما بين % 80-78 من نترات الأمونيوم . وهي تبخر وتصعد باستعمال البخار من المعادل إلى تركيز ما بين 94-98 % في مصانع عديدة المبخر المركز النهائي يستعمل لرفع تركيز المحلول إلى 99.5-99.8 % .

في عملية التعادل تحت الضغط الجوي العادي تكون درجة الحرارة في المعادل هي أدنى (حوالي 145 ° مئوية) . والبخار المولّد ذو درجة حرارة منخفضة وضغط منخفض . البخار المهدور يمكن أن يستعمل لتبخير الأمونيا أو لتبخير محلول نترات الأمونيا في مبخر فراغي . وبالاعتماد على كفاية الانتفاع فإن حرارة التفاعل وتركيز حمض النتريك وعوامل أخرى فإن معدات وتجهيزات البخارية الصافية قد تتراوح إلى 0.5 . طن/ لكل طن من AN ، في بعض الحالات قد يكون متوفراً فائض صغير من البخار للتصدير .

عمليات الإنهاء : Finishing Processes

في الماضي استعملت طرق إنهاء متعددة بما في ذلك التحبيب والتقشر والتبرغل والبلورة والتكور ذات الكثافة المنخفضة . في التكور ذات الكثافة المنخفضة يلقم محلول نترات الأمونيوم إلى برج التكوير عند حوالي % 95 من التركيز . والكرات الناتجة تجفف وتبرد . الكرات نوعاً ما مسامية ونفوذه ولها وزن نوعي ظاهري يصل إلى 1.29 مقارنة مع 1.65 من أجل الكرات ذات الكثافة العالية . بعض من هذه الطرق مازالت ضمن الاستعمال ، وخصوصاً من أجل AN المستعمل كعامل تفجير ونسف , إن الكرات المسامية أو الحبيبية التي سوف تمتص الزيت هي المفضلة بسبب هذا الاستعمال .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بالنسبة لاستعمال الأسمدة ، فإن عملية التكوير ذات الكثافة العالية باستعمال 99 % من تركيز المحلول ، قد استعمل في معظم المصانع الحديثة التي تصنع وتركب AN الصرف . وتماماً مؤخراً أصبح هناك اتجاهاً وميلاً نحو استعمال أكبر وأضخم لعملية التبرغل والتحبيب التي تستعمل أيضاً محلول 99 % . وهناك عمليتي تبرغل قيد الاستعمال التجاري ، عملية تحبيب الحوض المسطح المطور من قبل (Norsk Hydro) في النرويج , والثانية التحبيب لاسطوانة الرش (Spherodizer) في الولايات المتحدة من قبل C&I Girdler وهو فرع من Bechtel . إن ميزات عمليات التحبيب هي : 1 – حجم حبيبة أوسع 4-10 ملم . 2- أقل تدخينا وتغبيرا لموجهة معايير ومقاييس تحكم وضبط تلوث الصارمة والجديدة . إن عمليات التحبيب مناسبة لليوريا وسوف يتم دراستها في الفصل (IX) .الشكل 13 هو جدول لعملية التكوير ذات الكثافة العالية بما في ذلك خطوة التبخير والتعادل .

وعندما يكون المنتج المطلوب هو CAN ، فإن الاختيار العادي هو بين التكوير والتحبيب . إما براميل أسطوانية دوارة أو خلاطات تستعمل هنا. إن محلول نترات الأمونيوم المركز يمزج مع الحجر الكلسي الدولوميتي أو الطباشيري أو المارل أو كربونات الكالسيوم المترسبة (منتج ثانوي لبعض عمليات النتروفوسفاتية انظر الفصل XV) . الخلط أو المزج يجب أن يتم بسرعة وذلك لتقليل خسارة وفقدان الأمونيا بواسطة التفاعل :

$$2NH_4NO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + NH_3 + CO_2 + H_2O$$

إن الحجر الكلسي الطباشيري أو الطري هو المفضل في بعض عمليات التحبيب . الجبص قد استعمل بدلاً من الحجر الكلسي اختبارياً تجريبياً مع نتائج جيدة وطيبة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

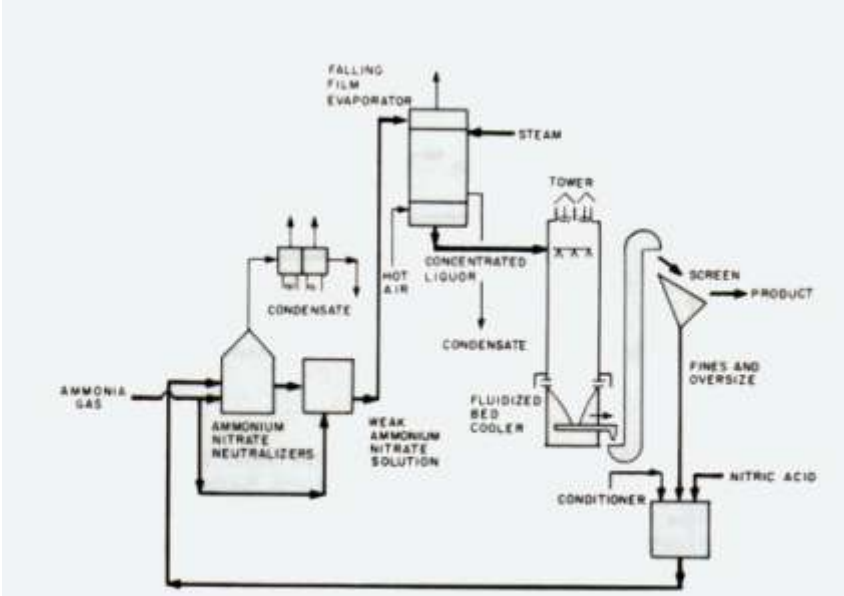


Figure 13. Ammonium Nitrate High-Density Prilling Process (ICI).

إن درجة CAN كانت حوالي N 21 % في أوائل الستينات . هذه الدرجة تتناسب مع AN 60 % والدرجة قد زادت في معظم البلدان إلى N 26 % (حوالي AN 74 %) وكما في حالة نترات الأمونيا الصرفة ، هناك اتجاهاً لاستعمال محلول AN الأكثر تركيزاً وذلك لتفادي خطوة التجفيف .

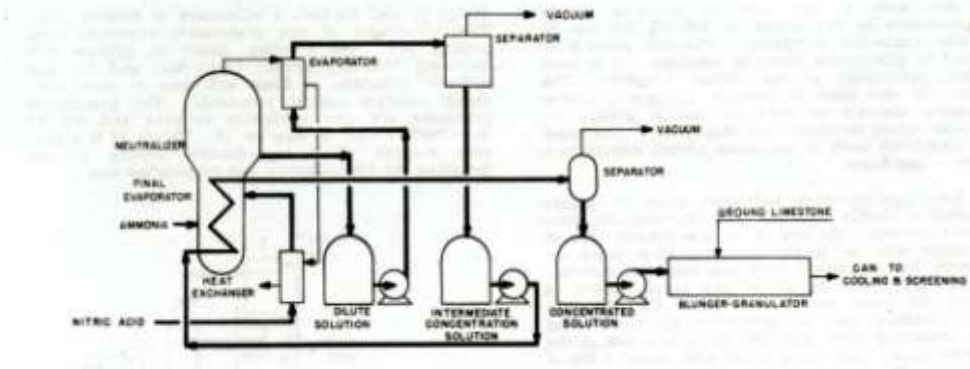


Figure 14. Process Using Pressure Neutralization and Limestone Addition to Make Calcium Ammonium Nitrate (CAN) (Based on SBA Process).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ولكن % 98 تركيز أو حتى تراكيز أدنى يمكن أن تستعمل لأن حرارة التبلور كافية لتجفيف المنتج إلى مستوى مقبول . الشكل 14 يظهر جدول لعملية CAN نموذجية .

إن عملية **SBA** تستعمل : بشكل واسع في أوربا . وأجهزة التحبيب لـ SBA مشابهة للخلاط ذو الأعمدة المزدوجة ماعدا في أنها تحتوي على Flights لولبية متداخلة ومتعشقة عند نهاية التلقيم حيث محلول نترات الأمونيوم يمزج مع الحجر الكلسي المطحون والدقائق المعادة Recycled . إن بقية الخلاط يزود بنموذج عادي من الشفرات (النصل) . إن نسبة ووجهة التدوير هي للحصول على تأثير سطحي مميَّع ، وتدفق الهواء خلال جهاز التحبيب هي لجرف بخار الماء . في أجهزة التحبيب الأسطوانية الدوارة ، يكون الإنتاج من CAN المحبب شديد الشبه بالأسمدة المركبة (انظر الفصل XIX) المنتج يبرد ويغربل والمواد الأكبر أو الأصغر من الحجم المعتاد يعاد تدويرها Recycles . إن المبرد السطحي المميع يستعمل في بضع المصانع. في بعض المصانع جزء من الطباشير المطحونة أو الحجر الكلسي يعاد استعمالها لطلاء وتغطية المنتج النهائي لتحسين ميزاته الفيزيائية , في مصانع أخرى قد يستخدم مكيف طيني Glay .

في عملية التكوير لـ CAN يمزج محلول AN مسبقاً مع الحجر الكلسي المطحون وذلك قبل عملية التكوير . إن جهاز التكوير الدوار هو النموذج المفضل على جهاز تشكيل الكرات بالتساقط Drop-forming . إن أبراج التكوير من أجل كلا من CAN و AN عادة ما يبلغ ارتفاعها 46-56 متر ,والتبريد قد يتم في مبرد دوار أو في وسادة هوائية Fluidized Bed إما في قاع برج التكوير أو في وحدة منفصلة .

إن مواد CAN و AN المحببة أو المكورة غالباً ما تغطى وتطلى بعامل تهيئة وتكييف سهل التفتت مثل الطين الصيني أو تراب نقاعي (دياتومي) أو

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التراب المكلس بكميات تتراوح من (1-3) % . نترات الأمونيوم المكيفة تكون نسبة N فيها 33.0-34.0 %. في بعض الحالات الطلاء لمنع التجبل Caking لا يعتبر ضرورياً وخاصة مع الكرات ذات الكثافة العالية المستقرة ذات محتوى الرطوبة المنخفض جداً .

في هذه الحالة محتوى الـ N المضمون يصل إلى 34.0-34.5 % . وكما ذكرنا سابقاً تستعمل بعض المواد لحفظ شكل البلورات عند الدرجة 32مئوية ومن هذه المواد المثبتة نجد نترات المغنزيوم (المنتجة عن طريق انحلال المغنيزيت في حمض النتريك) وكذلك توليفة من كبريتات الأمونيوم وفوسفات ثنائية الأمونيوم .

نترات الأمونيوم قد تخزن سائبة (غير معبأة) على الرغم من أنه في معظم الطقوس والحالات الجوية أبنية التخزين ذات الرطوبة المضبوطة تكون ملائمة ومستحسنة . في معظم البلاد المنتج يوزع ضمن أكياس والتي يجب أن تكون ذات اختبار استدلالي للرطوبة على الأقل طبقة واحدة يجب أن تكون كتيمة (لا تنفذ منها الرطوبة) الأكياس ذات الغشاء البلاستيكي أو الأكياس ذات البطانة البلاستيكية هي مناسبة وملائمة وذلك إن تم تصنيعها بشكل ملائم ومناسب . في الولايات المتحدة ، الشحن السائب عادة يستعمل عربات السكة الحديدية ذات القاع القمعي الشكل المغطاة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

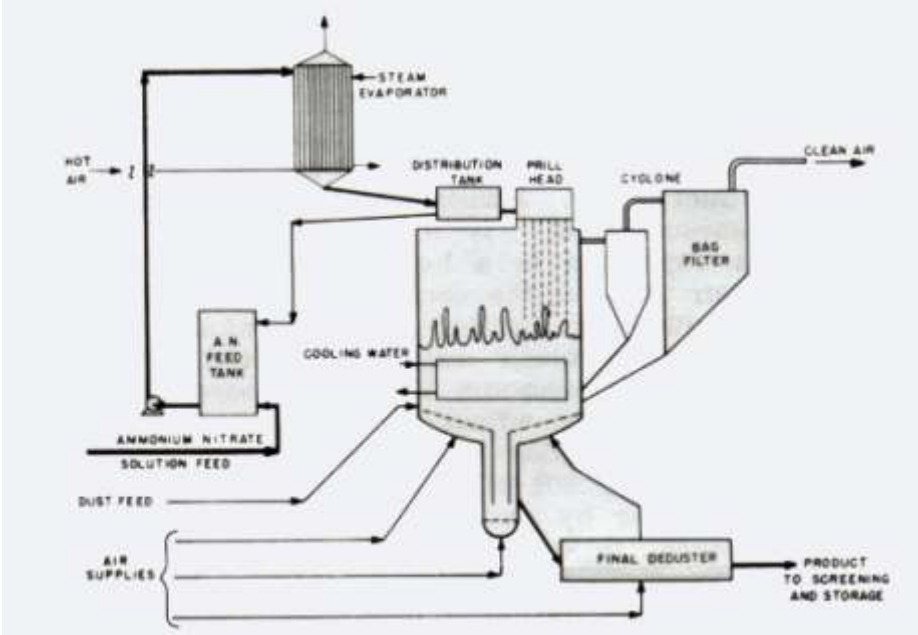


Figure 15. Ammonium Nitrate Dust Prilling Process (Fisons).

شركة Fisons (المملكة المتحدة) قد طورت عملية نترات الأمونيوم ودعتها باسم (Nitro) والتي فيها محلول AN 99.7 % يكور بالوسادة الهوائية من الغبار. والشكل 15 هو جدول بياني مبسط للعملية. طبقة الغبار تبرد بواسطة ماء تبريد دوراني خلال ملفات (وشائع) وطبقات صفيحة في طبقة الغبار للمحافظة على درجة حرارة تصل إلى حوالي 50 درجة مئوية . الغبار قد يكون طين وحل أو تالك أو أي مادة أخرى أصغر من 50 um . بعض من الغبار يلتصق بالكرات كطلاء أو طبقة تحسن الميزات والصفات الفيزيائية . إن كمية الغبار التي تلتصق تعتمد على المادة وذلك باستعمال مزيج الطين والتالك أو أي مزيج آخر والتي قد تصل لحد 30 % . تيارالهواء يمر خلال فرازة مخروطية (سيكلون) وكيس ترشيح لتنقية الهواء من الغبار وذلك قبل أن يصرف إلى الهواء الجوي ، الغبار المسترد يعاد إلى طبقة الغبار. الكرات تشحن من قاع التيار المعاكس للبرج إلى تيار هوائي الذي يسحب ويعيق الغبار .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المنتج بعد ذلك يذهب إلى مزيل غبار نهائي وبعد ذلك إلى غربال حيث تُفصل كميات صغيرة من المادة التي حجمها غير مناسب .

إن ميزات هذه الطريقة :

1- إن حجم الكرات متناسق ومتناظر ويمكن أن يكون أكبر من التكوير الهوائي , على سبيل المثال : 99 % + 2.4-4.0 ملم (متوسط القطر 2,6 ملم) هذا الحجم هو الحجم العادي للأسمدة المحببة في أوربا ولذلك يمكن أن تستعمل وتطبق بواسطة نفس الآلة بدون ضبط أو تعديل أو تستعمل في الخلطات بالجملة .

2- إن برج التكوير هو فقط 7 م طولاً مقارنة مع حوالي 50 م بالنسبة للتكوير الهوائي .

3- إن نفس المعدات والتجهيزات تجمع وظيفة وعمل التكوير والتبريد والطلاء (التغطية) .

4- ليس هناك مشاكل ضبط وتحكم بالتلوث .

ضبط وتحكم التلوث : Pollution Cotrol

كما في كل عمليات التشغيل الصناعية فإن مستلزمات وحاجات ضبط التلوث بالنسبة لمصانع CAN وAN قد أصبحت أكثر شدة في السنوات الأخيرة . وهذا قد سبب وأدى إلى مشكلة صعبة خاصة لـ AN المكور ذو الكثافة العالية وذلك بسبب الحجم الضخم من الهواء المنبعث من أبراج التكوير وكذلك بسبب الحجم الدقائق الصغيرة للدخان في الهواء . التدخين يكون أكثر شدة في التكوير ذو الكثافة العالية وذلك لأن AN يجب أن تكور عند درجات حرارة مرتفعة حوالي 180 درجة مئوية وذلك لمنع تجمدها ، عند درجة الحرارة هذه هناك ضغط بخاري يمكن تقديره لـ HNO_3+NH_3 الناتج عن حل وتفكك AN وفقاً للموازنة :

$$NH_4NO_3 \rightarrow NH_3 + HNO_3$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن منتجات التفكك تجتمع وتتحد ثانية في هواء المبرد وذلك لتشكيل ضباب خفيف (اغبرار) أزرق يتألف من جسيمات AN ذات حجم دون ميكروني . الجسيمات من هذا الحجم من الصعب جمعها وهي تظهر ضباب أو ضباب خفيف مستقر ومرئية عالي . إن المشكلة هي أقل جدية وأهمية مع التكوير ذات الكثافة المنخفضة وذلك بسبب درجات الحرارة المنخفضة لمحلول AN . وهي أقل أهمية كذلك في عمليات التحبيب وذلك بسبب الأحجام الصغيرة من الهواء ذات التماس مع المحلول الساخن .

إن كمية AN في غاز الانفلات (العادم) من برج التكوير ذو الكثافة العالية من المحتمل أن تكون فقط حوالي 0.1 % من مجموع الإنتاج بما في ذلك كل من الغبار والدخان . إن استرداد هذه الكمية نادراً ما يتم تبريده على أساس التوفير الاقتصادي فقط ولكنه أحياناً تكون ضرورية لأسباب بيئية .

إن الحل لهذه المشكلة الصعبة قد تطورت ونما على يد شركة CO-Operation From Chemicals Association وهي قيد الاستعمال في مصانعها في شمال أمريكا . إن جهاز تخفيض الدخان يتألف من تركيب غطاء ذات شكل مخروطي حول رأس المرش (المرذاذ) في الجزء العلوي من برج التكوير وذلك لجمع الهواء المحمَّل دخاناً من ذلك الجزء من البرج حيث الدخان يتشكل بسبب تماس الهواء مع محلول AN الساخن أو التكور في عملية التصلب . الهواء الذي يجري ويمر خلال هذا الغطاء (الافريز) هو حوالي فقط 25 % من تيار ومجرى الهواء الكامل خلال البرج ، الجزء الباقي أي 75 % هو عملياً خالي من الغبار والدخان ويصرف مباشرة إلى الهواء الجوي . الهواء من الغطاء يسحب خلال جهاز غسل الغاز ومزيلات الضباب الرذاذة ذات الكفاية العالية . الدخان والأبخرة من المعادل والمبخرات تعامل في نفس جهاز غسل الغاز. إن محلول جهاز غسل الغاز يعاد تبريده وذلك لرفع تركيزه وبعد ذلك يعاد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إلى خطوة تحضير محلول الـ AN . إن كامل الجهاز يتوقع أن يكلف حوالي 0.5 – 1.5 مليون دولار للمصانع ذات الطاقة 250-1,000 طن يومياً .

إن الجهاز يسترد حوالي 3-7 كغ من AN/ طن من المنتج من جميع المصادر (المصنع والمبخر وبرج التكوير) الذي يوازن ويعادل كلفة التشغيل (باستثناء تكاليف رأس المال) . ومن وجهة نظر تخفيض التلوث الجهاز قد واجه معايير ومقاييس قابلة للتطبيق لانبعاث جوي أقل من 0.5 كغ/ للطن من المنتج مائلاً للضوء والإشعاعات أقل من 10 % قد تم استحصالها .

نترات الصوديوم Sodium Nitrite

قبل توفر الأمونيا الصناعية ومشتقاتها ، كانت نترات الصوديوم ذات الأصل الطبيعي المصدر الرئيسي لحمض النتريك والنتروجين الكيماوي من أجل أغراض تسميدية في العديد من البلدان . معظم هذه النترات تقع في تشيلي حيث وجدت بكتلة فلزية خامية ضخمة حوالي 500 ميلاً طول وعرض 10-50 ميل ، في الجزء الشرقي من المنطقة الساحلية من تشيلي . إنتاج النترات مازال الصناعة الرئيسية في تشيلي وقد بلغ الإنتاج في عام 1976 حوالي 650,000 طن من نترات الصوديوم سنوياً . وهناك مناطق ترسبات أخرى في مناطق أخرى من العالم مثل : أفريقيا – استراليا– مكسيكو– ومصر.

الكميات الأساسية من نترات الصوديوم الصناعية قد صنعت مسبقاً في أوربا والولايات المتحدة ، ولكن الإنتاج قد تناقص منذ الحرب العالية الثانية وحالياً فقط كميات غير هامة تنتج من مصادر منتج ثانوي .

الاستعمالات الرئيسية : Principal Uses

استعملت نترات الصوديوم لوقت طويل كسماد للقطن والتبغ وبعض محاصيل الخضراوات ، ولكن استعمالها كأسمدة نتروجين صرفة وخالصة قد تناقص وانخفض بشكل ملحوظ خلال القرن التاسع عشر ، على سبيل المثال ،

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في المملكة المتحدة حوالي 20,000 طن من N قد استعملت على شكل نترات صوديوم في عام 1899 بينما نسبياً ولا واحد منها يستعمل حالياً . في الولايات المتحدة الاستهلاك في عام 1977 كان حوالي 10,000 طن من N . ومثل النترات الأخرى فإن نترات الصوديوم ميالة لغسل التربة (لنزع الأملاح المعدنية منها) , وعلى العكس من الأمونيا ومشتقاتها بما في ذلك اليوريا ، فإن نترات الصوديوم سوف تزيد خسارات الكاتيون في التربة ويؤدي إلى حموضة تربة غير متوقعة . إن الاستعمالات والتطبيقات الصناعية لها اليوم تتضمن فقط المعالجة الحرارية للمعادن واستعمالها كمساعدة للانصهار في اللحام في الصناعات السيراميكية والمعدنية .

مواصفات نترات الصوديوم : Properties of Sodium Nitrate

إن ميزات نترات الصوديوم معطاة في الجدول (6) التالي :

TABLE 6. PROPERTIES OF PURE SODIUM NITRATE

Formula	$NaNO_3$
Guaranteed analysis (typical)	
Nitrogen	16.48%
Sodium	27.05%
Appearance	White crystalline rhombohedra
Molecular weight	85.01
Melting point	308.3°C
Density, 20°/4°C	2.257
Solubility, g/100 g of water	
Temperature (°C)	
0	73
10	96
30	176
100	180
Bulk density	
Pellets	1,202 kg/m^3
Coarse material	1,282 kg/m^3
Fine powder	1,363 kg/m^3
Critical relative humidities	
20°C (68°F)	74.7
30°C (86°F)	73.7

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

طرق الإنتاج Production Methods

من ترسبات طبيعية : From Natural Deposits

في تشيلي خام النترات أو الكاليش (نترات الصوديوم) تتنوع بشكل واسع في التركيب وقد تتراوح من تركيز % 80 إلى 0 من محتوى النترات على الرغم من أن هناك درجة عالية متوفرة اليوم . إن تحليل مطابق لسير عمل تعدين المعدن الخام قد تكون على النحو التالي :

$NaNO_3$	7-10
NaCl	4-10
Na_2SO_4	10-30
Mg,Ca,K,Br,I_2	2-7
H_2O	1-2
(Gangue)Remainder	41-76

هذه المكونات موجودة على شكل كبريتات ممزوج ومركب مثل : Darapskite ($NaNO_3.Na_2SO_4.H_2O$) إن طرق الإنتاج الأولى المبكرة كانت تعتمد على الالتقاط اليدوي للرتبة العالية للخام الحاوي على حوالي % 13 من نترات الصوديوم وتصويل المعدن الخام في أحواض مفتوحة مسخنة بشكل مباشر حتى يتم التوصل إلى مرحلة الإشباع المحلول ثم ضخه بعد ذلك إلى أحواض مسطحة ترسيبية ويبرد لإنتاج نترات الصوديوم التي تجفف في الشمس وتعبأ أو تشحن سائبة في سفن عابرة للمحيطات . إن النسخة المعدلة والمحسنة لهذه الطريقة تعرف بطريقة Shanks ، التي استعلت حوالي 1890 وبقيت شائعة لحوالي 50 سنة ، هذه الطريقة الآن قد بطل استعمالها . معظم الإنتاج الحالي ينجز حسب طريقة Guggeheim التي تسمح للخامات الحاوية على أقل من % 10 من النترات لأن تعمل بشكل مفيد وهكذا يتم ضمان حماية أطول لصناعة النترات التشيلية لعقود قادمة متعددة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في عملية Gaggenheim نترات الصوديوم تعدن بواسطة عمليات المنجم المفتوح باستعمال كبل السحب والمجارف الآلية وتسحق أو تطحن إلى حد 80 % بين 3/4 و 8/3 إنش (0.95-1.9 سم) . هذا المنتج يصفى ويرشح عند حوالي 40 درجة مئوية بالماء في سلسلة من الأوعية والأحواض وكل واحد منها له طاقة تصل إلى 10,000 طن من الخام المطحون. إن قطع الخام الكبيرة التي لا تنساق بالغسل من كل حوض تسخن قبل أن تمرر إلى الحوض الثاني لأن نترات الصوديوم له حرارة لمحلول سلبية. بعد أن ينجز الاستخلاص والغسل أو يكتمل فإن الباقي يزال من الأحواض بواسطة خطاف رافعة ميكانيكي إلى مستودع الفضلات والمهملات . المادة الدقيقة الناتجة عن الكسارات تحول إلى عجينة في جهاز منفصل والشوائب تزال في مرشحات مور Moore . إن نواتج الترشيح تدمج مع السائل النافذ من صهاريج التصفية والترشيح وتبرد في وحدات ذات الأنابيب Shell and Tube وذلك لترسيب نترات الصوديوم البلورية . التبريد الأولي يتأثر بالتبادل الحراري مع سائل التصفية والترشيح أثناء العملية وبالتبريد النهائي بواسطة الأمونيا . إن الطين السائل لنترات يزال الماء عنه ويغسل في الطوارد المركزية لإنتاج وإعطاء منتج بلوري بشكل أساسي حجمه 48 ميش وحاوي بشكل تقريبي 3.5 % من الرطوبة الحرة وعندما يكون هناك حاجة وطلب لمنتج ذو نموذج محبب أو مكور فإن الملح المطرود بعيداً عن المركز ينصهر عند الدرجة 400 درجة مئوية في أفران عاكسة ، تجفف بشكل رذاذ في أبراج ضخمة ، وتنخل إلى 10-20 Mesh وحاوية على حوالي 98 % من نترات الصوديوم و 0.2-0.3 % من الرطوبة الحرة .

إن أملاح اليود الموجودة في نترات الصوديوم تتجمع وتتراكم في السائل الأم المعاد تدويره وتختزل إلى اليود وذلك في عملية منفصلة ، هذا الإنتاج يصل إلى حوالي 2,000 طن سنوياً . بالإضافة إلى أن قد وجد أن الأملاح غير الذوابة في محاليل التدوير يمكن أن تستخلص وتستخرج من نترات الصوديوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بالماء الطازج وتسترد بواسطة التبخير الشمسي والبلورة لإنتاج وإعطاء كميات إضافية من نترات الصوديوم ونترات البوتاسيوم وملح الحامض اليودي وبورات وبكبريتات . هذه الأملاح المرافقة قد تكون ذات أهمية مستقبلية بالنسبة لصناعة النترات التشيلية .

نترات الصوديوم الصناعية : Synthetic Sodium Nitrate

إن اعتماد الولايات المتحدة أو البلاد الأخرى على نترات الصوديوم التشيلية الطبيعية خلال الجزء الأول المبكر من القرن العشرين قد أدى إلى تطور ونمو لعمليات كيماوية متعددة خاصة بضاعتها النترات . كل هذا الطرق تعطي وتنتج محلول نترات الصوديوم الذي يكثف ويبلور ويطرد مركزياً . في بعض الحالات الملح المزال عنه الماء المغسول يجفف في مجفف دوار قبل عملية الغربلة والتخزين والتعبئة . وبشكل متناوب يمكن أن تصهر وتحبب أو تكور . إن الكميات الممكن تقديرها لنترات الصوديوم قد تم صنعها في الولايات المتحدة عن طريق العملية المطوَّرة من قبل شركة Allied Chemical . في هذه الطريقة التي يعتقد أنها ليست قيد التشغيل حالياً ، حمض النتريك وكلور الصوديوم تتفاعل لإنتاج نترات الصوديوم والكلور وكلور النتروسيل والماء مثل :

$$4HNO_3 + 3NaCl \rightarrow 3NaNO_3 + Cl_2 + 2H_2O + NaCl$$

إن كلور النتروسيل يمكن أن تستعمل كمادة أولية لمشتقات أخرى . أو يمكن أن تتفاعل مع كربونات الصوديوم لإنتاج نترات صوديوم وكلور الصوديوم أوكسيد النتريك ، ثاني أوكسيد الكربون :

$$3NaCl + 2Na_2CO_3 \rightarrow NaNo_3 + 2NaCl + 2NO + 2CO_2$$

الأملاح المنتجة يمكن أن تهضم ثانية وأكسيد النتريك يستعمل لصنع نترات صوديوم إضافية (أو حمض النتريك) . وبشكل متناوب كلور النتروسيل يمكن أن يؤكسد لإنتاج رباعي أكسيد ثنائي النتروجين والكلور من أجل استعمال آخر وإضافي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

$$2NaCl + O_2 \rightarrow N_2O_4 + Cl_2$$

طرق أخرى تستعمل لإنتاج نترات الصوديوم أحياناً كمنتج ثانوي تتضمن تفاعل حمض النتريك مع رماد الصودا أو الصود الكاوي واستعمال التبادل الأيوني بين نترات الكالسيوم وزيولايت الصوديوم وتفاعلات التفكك المضاعف المتعددة بين نترات متعددة وأملاح القلوي مثال : نترات الأمونيوم والصود الكاوية أو الملح الشائع إما أنها قد تم اختبارها على نطاق صغير .

التخزين : Storage

نترات الصوديوم يمكن أن تخزن أو تشحن سائبة تحت شروط رطوبة منخفضة ولكن يجب أن تعبأ في أكياس مانعة ومقاومة للرطوبة عندما تكون مقصودة للاستعمال في الأجواء والأحوال الجوية الاستوائية والرطبة . في بعض البلدان يؤخذ بعين الاعتبار خطر الحريق الكامن وربما تستدعي تأمين وتدابير احتياطية شبيهة بتلك الخاصة بنترات الأمونيوم ونترات البوتاسيوم . مثل هذه المواد مثل الأكياس والألواح الخشبية عندما تشبّع بنترات الصوديوم وتجف قد تشتعل وتلتهب وذلك إن عُرضت لدرجات حرارة مرتفعة لذا يجب أن تدمر أو أن تغسل بشكل كامل أو تطلى بمواد صادة للنار لا تحترق .

نترات البوتاسيوم Potassium Nitrate

إن الإنتاج وميزاته واستعمال نترات البوتاسيوم سوف يغطى في الفصل XVIII (أسمدة البوتاس) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نترات الكالسيوم Calcium Nitrate

معلومات عامة : General Information

على الرغم من أنه طرق بسيطة متوفرة ومتاحة من أجل إنتاج نترات الكالسيوم ، إلا أنها قليلة الاستعمال كسماد بسبب شرهها لامتصاص الرطوبة من الهواء في الأجواء الرطبة . إلاّ أن التوفر الأكثر حداثة للأكياس البلاستيكية الكتيمة قد يزيد من رواج وشيوع نترات الكالسيوم كسماد لما لها من ميزات وخاصة من أجل استعمالها في الترب الملحية لأن الكالسيوم يحل محل الصوديوم الذي يمتص من قبل الطين في الترب . ولهذا السبب قد تكون مفضلة للاستعمال في المناطق التي تعاني من مشاكل التملح مثال ذلك : مناطق من مصر وكاليفورنيا , ولها أيضاً ميزة التشكل غير الحمضي . الاستعمالات والتطبيقات الأخرى لها تتضمن المواد المتفجرة وصناعة الصواريخ النارية ، والعمليات الكيميائية غير العضوية .

ميزات وصفات نترات الكالسيوم : Properties of Calcium Nitrate

إن ميزات نترات الكالسيوم معطاة في الجدول (7)

طرق الإنتاج : Production Methods

إن معظم نترات الكالسيوم تأتي من أوربا ، حيث تنتج في طريقتين رئيسيتين . في إحدى الطرق يتم تفاعل مباشر بين كربونات الكالسيوم وحمض النتريك . وفي أخرى نترات الكالسيوم تتشكل كمنتج مشترك في بعض العمليات النتروفوسفاتية تُفصل بواسطة البلورة والترشيح والطرد المركزي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 7. PROPERTIES OF CALCIUM NITRATE

Formula	$Ca(NO_3)_2$
Appearance	White, crystalline
Molecular weight	164.10
Melting point	555.7°C
Density, 20°/4°C	2.36 (anhydride)
Solubility, g/100 g of water	
Temperature (°C)	
0	102
100	364
Approximate analysis (fertilizer grade)	
Nitrogen	15.5%
Calcium	36.0%
Critical relative humidities	
20°C	54.8
30°C	46.5

العملية المباشرة : Direct Process

في العملية المباشرة الحجر الكلسي المطحون يتفاعل مع 50 % من حمض النتريك في أبراج مبطنة بآجر مقاوم للحموضة , والحمض المتبقي يعادل بالكلس . السائل الحاوي على حوالي 40 % Ca (NO3)2 ينقى في صهاريج الترسيب حيث يصل تركيزه إلى 87 % في وحدة المبخر الهوائي الذي يعمل بالتفريغ الهوائي . وحوالي 5 % من نترات الأمونيوم عندئذ تضاف كمساعدة تحبيب وذلك لرفع محتوى النتروجين إلى 15.5 % قبل التجفيف بالرش في برج التكوير . تبرد الكرات وتغربل وتعبأ في أكياس مانعة للرطوبة . التفاعل أعلاه والذي هو ناشر للحرارة يمكن تمثيله بالمعادلة التالية:

$$CaCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O - 15{,}410$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إنتاج نترات الكالسيوم/ نتروفوسفات :

Nitrophosphate / Calcium Nitrate Prodution

إن إنتاج نترات الكالسيوم كمنتج ثانوي في عمليات النتروفوسفات قد درست في الفصل XV .

عمليات النتروفوسفات يمكن أن تقسم إلى فئتين : تلك العمليات التي فيها نترات الكالسيوم تفصل عن سائل النتروفوسفات ، وتلك التي فيها نترات الكالسيوم تتحول إلى مركبات مسترطبة أقل مثل : نترات الأمونيوم ولا انفصال يحدث .

معظم العمليات في الفئة الأولى هي تبدلات واختلافات للطريقة النرويجية الأصلية (Odda) والتي فيها 1.0 جزء من حجر الفوسفات المطحون تهضم مع حوالي 1,5 جزء من حمض النتريك عند الدرجة 55-70 درجة مئوية في جهاز تفاعل مستمر . سائل التفاعل بعد ذلك يبرد بواسطة محلول ملحي في مبادل حراري وذلك لترسيب رباعي هيدرات نترات الكالسيوم ، التي تفصل وتغسل بواسطة الطرد المركزي أو مرشحات خوائية دوّارة . البلورات تصهر عند الدرجة 42 درجة مئوية ، وتعادل بغاز الأمونيا ثم تكور تبرد وتعبأ . في بعض المصانع نترات الأمونيا تضاف قبل البلورة لإعطاء الملح المضاعف . $5Ca(NO_3)_2.NH_4NO_3-10H_2O$

إن عمليات التكوير الخاصة قد تطورت في هولاندا وقد استعملت هناك وفي بلدان أخرى وهي تتألف من تكوير المنتج في مغطس زيتي بدلاً من مغطس هوائي , وبما أن الزيت يحتوي على حوالي 10 % شمع بارافين الذي يشكل طلية على الكرات ولذلك فإن الامتصاص الرطوبة يعاقى . تفصل الكرات عن الزيت بواسطة الترسيب والطرد المركزي . وهي تخزن سائبة لبضعة أسابيع بينما الزيت الباقي على سطح الكرات تمتص إلى الداخل تاركة الطبقة الشمعية على السطح . إن محتوى الزيت المستعمل للكرات هي حوالي 1 % . الملح العشاري ماء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التبلور 5Ca (NO3)2.NH4NO3-10H2O يمتص الماء عندما تزيد الرطوبة عن % 50 . والملح 2Ca(NO_3) اللامائي والمسترطب أكثر، سوف يمتص حوالي % 40 من وزنه من الماء قبل أن يحدث التمييع الأولي . كلا المنتجين تعبأ في أكياس مانعة للرطوبة لتقليل مشاكل التخزين والمداولة خلال الشحن .

التخزين : Storage

باستثناء الأجواء الجافة فإن نترات الكالسيوم من المحتمل أن تتميع . والتخزين في أكياس مضادة للرطوبة عادة ما تكون إلزامية . بالنسبة لأملاح أسمدة النترات الأخرى فإن تدابير احتياطية يجب أن تتخذ لتجنب تشرب المادة العضوية مع نترات الكالسيوم وذلك للتقليل من الحرائق الكبيرة الممكنة من المصدر الحراري في المنطقة المجاورة . ولهذا السبب تخزين خاص وتنظيمات قوانين الشحن قد تستعمل في بعض البلدان .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل التاسع

اليوريا Urea

مقدمة Introduction :

عرفت اليوريا في عام 1773 عندما عزلت بالتبلور عن اليورين (البول) وحضرت صناعياً لأول مرة في عام 1828 من قبل Wohler من حمض سيانوريك والأمونيا :

$$NH_3 + HCNO \rightarrow CO(NH_2)_2$$

هذا التحضير كان مَعْلَماً في العلم لأن اليوريا أصبحت المركب العضوي الأول المحضر عن طريق التصنيع من المواد غير العضوية . حيث كان من الاعتقاد قديماً أن المركبات العضوية لا يمكن أن تحضر إلاّ بواسطة العضويات الحية . الطريقة الحالية لتصنيع اليوريا من الأمونيا وثاني أكسيد الكربون قد عرفت كأساس منذ عام 1868 ولكن الإنتاج التجاري بهذه الطريقة بدأ في ألمانيا عام 1922 وفي الولايات المتحدة عام 1932 وفي إنكلترا عام 1935 . وكان هناك بعض الإنتاج التجاري في كندا من قبل Dupont قد بدأ في 1920 باستعمال سينواميد الكالسيوم حسب التفاعل التالي :

$$CaCN_2 + 3H_2O \rightarrow CO(NH_2)_2 + Ca(OH)_2$$

إن استعمال اليوريا كسماد قد تطور بشكل بطيء نوعاً ما في البداية بسبب أن العمليات الأولى المبكرة كانت غالية ومكلفة ومرهقة وبسبب وجود بعض الشك حول ملاءمتها للزراعة . اليوريا قد اعتبرت سماد ذات تحرر بطيء في أوربا لأنها يجب أن تخضع لعمليتي تحور في التربة وذلك قبل أن تصبح متاحة لمعظم المحاصيل .

التحور الأول هو التحلل بالماء

$$CO(NH_2)_2 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التحور الثاني هو النترجة والتي فيها الأمونيا تؤكسد في التربة بواسطة الدقائق العضوية الحيوية أولاً للنتريت وثانية للنترات . هذه التفاعلات تتعدم بسرعة في التربة الرطبة والدافئة ولكنها بطيئة في الترب الباردة والتي تعتبر صفة الأجواء المعتدلة (أوربا الشمالية) في فصل الربيع .

تحت بعض الظروف اليوريا يمكن أن تكون سامة نباتياً ويمكن أن تسبب أضراراً بالغة للمحاصيل وهناك حالات قد حدث فيها هذا الضرر وخاصة عندما وضعت اليوريا بالقرب من البذور . هذه الحالات قد ترافقت بالطمر المشترك الذي يعتبر ممارسة عادية وشائعة في بعض البلدان الأوربية . الممارسة العملية تتألف طمر السماد مع البذور . إن التسمم النباتي يمكن أن يحدث بسبب التراكيز العالية المحلية للأمونيا خلال مرحلة الحلمهة ، أو أنها قد تسبب بتراكم النتريت خلال مرحلة النترجة والسبب الثالث الممكن هو وجود كميات فائضة وكبيرة من البيوريت كشائبة ومادة ملوثة في اليوريا .

بغض النظر عن الناحية السمية ، فإن النتائج الزراعية الضعيفة قد تكون بسبب فقدان الأمونيا إلى الجو عندما تستعمل اليوريا على سطح التربة Topdressing للمحاصيل النامية . هذه الخسائر قد تُسبب بتشكل الأمونيا عن طريق الحلمهة . تحت مثل هذه الشروط ، جزء منها يتسرب إلى الجو بدلاً من أن يمتص من قبل التربة . إن الاستعمال الرئيسي لسماد النتروجين الصرف في المملكة المتحدة والعديد من البلدان الأوربية هو من أجل التسميد على سطح التربة للمحاصيل والأعشاب . الدراسات في إنكلترا وهولندا قد أظهرت أن ما نسبته 80-85 % من اليوريا فعالة مثل نترات الأمونيوم لهذا الغرض . لهذه الأسباب التي ذكرت أعلاه اليوريا غير شائعة ورائجة في معظم البلدان الأوروبية وما تزال تجد لها استعمالاً ضئيلاً في أوربا الشمالية كسماد نتروجيني صرف . ولكن الدراسات الحديثة قد أظهرت أن اليوريا فعالة مثلها مثل نترات الأمونيا عندما تندمج في التربة عند أو قبل الزراعة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

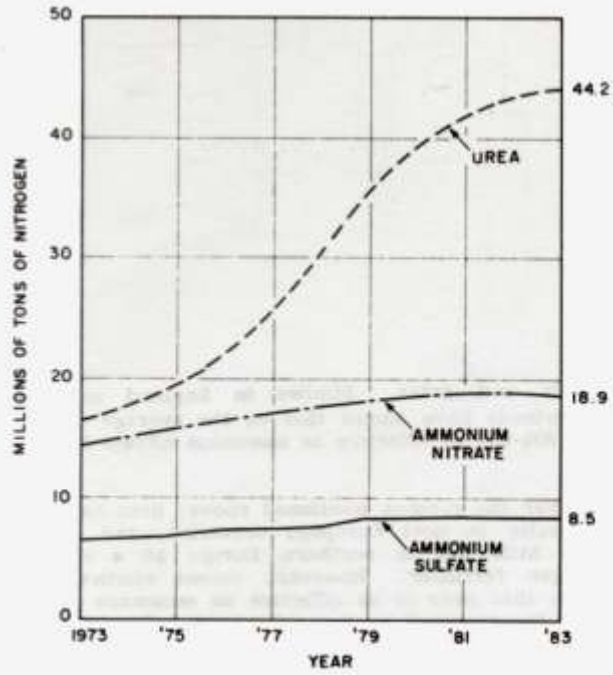
في الولايات المتحدة يرى العاملون في مجال الزراعة أن اليوريا جيدة مثلها مثل أي سماد نتروجيني إن استعملت بشكل ملائم وصحيح . ولكن لا ينصح باستعمالها في بعض الحالات مثل الاستعمال السطحي أو في الأراضي العشبية أو في الأجواء الرطبة أو في التماس المباشر مع البذور .

اليوريا عادة ما تكون مناسبة لمحصول الرز ومفضلة على النترات لأن النترات تختزل إلى N_2O أو N_2 في منطقة لا هوائية وبالتالي فهي تضيع في الجو . وعلى عكس الكثير من المحاصيل الأخرى فإن نبات الأرز يمكن أن يستفيد من الأمونيا من النتروجين بشكل فعال . في المناطق الاستوائية الدافئة تتم الحلمهة والنترجة (في شروط التربة اللاهوائية) وتكتمل بسرعة ، ولهذا فإنه لا يوجد مفعول تفكك لاحق . لهذه الأسباب وبسبب تركيزها العالي وكلفة الإنتاج المفضلة ، قد أصبحت اليوريا سماد النتروجين الشائع والرائج في آسيا والعديد من البلدان في مناطق متعددة . إن الدراسة الجيدة للتأثيرات الزراعية لليوريا قد تم عرضها من قبل Tomlinson الذي توصل إلى أن اليوريا يمكن أن تستعمل وبفعالية ولكن استعمالها يتطلب درجة عالية من الوعي والإدراك مختلفة عما هو الحال عليه في الأملاح النتروجينية البسيطة .

قدرت أن نسبة استهلاك اليوريا في آسيا في عام 1980 بحوالي 85 % من طاقة الأسمدة النتروجينية وعلى نطاق عالمي تعتبر اليوريا اليوم السماد النتروجين الصلب الأكثر شيوعاً ورواجاً واستعمالها ينمو بسرعة أكثر من المواد الأخرى . والشكل (1) يظهر التيارات المستقبلية والحالية المصممة لطاقة الأسمدة العالمية من اليوريا ونترات الأمونيوم وكبريتات الأمونيوم . ومن الواضح إن كميات اليوريا المستهلكة تزداد بسرعة أكبر من كميات المنتجين الآخرين . علما بأن استهلاكات نترات الأمونيوم وكبريتات الأمونيوم لا تتضمن الكميات المنتجة مباشرة في الأسمدة المركبة مثل نترات فوسفات الأمونيوم والنتروفوسفات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Source: TVA Unpublished Fertilizer Statistics, May 1978.

Figure 1. World Nitrogen Fertilizer Capacity Trends.

Properties of Pure Urea

Molecular weight	60.06
Nitrogen content, %	46.6
Color	white
Specific gravity	1.335
Melting point, °C	132.7
Solubility in water, parts per 100 parts of water by weight at	
0°C	66.7
20°C	108.0
40°C	167.0
60°C	251.0
80°C	400.0
100°C	733.0
Critical relative humidity at	
20°C	81%
30°C	73%
Specific heat at 20°C	0.320
Heat of solution in water (endothermic), cal/g	-57.8

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تستعمل اليوريا كذلك كإضافة ملحقة بتغذية المواشي حيث يمكن أن تحل محل جزء من حاجات البروتين ولها أيضاً استعمالات صناعية متعددة وخاصة لإنتاج بلاستيك اللدائن .

مواصفات اليوريا : Properties of Urea

إن ما يعنينا من مواصفات اليوريا هي تلك الخاصة باستعمالات الأسمدة وهي كالتالي :

الوزن النوعي المنخفض نسبياً مقارنة مع الوزن النوعي للأسمدة الأخرى يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار في حساب متطلبات مساحة التخزين . على سبيل المثال : متطلبات مساحة التخزين لكل وحدة من النتروجين هي نفسها بالنسبة لليوريا وكذلك بالنسبة لنترات الأمونيا لأن التحليل العالي لليوريا يُعادل بوزنها النوعي المنخفض .

تعتبر اليوريا أقل استرطابا من نترات الأمونيوم ولكنها مسترطبة أكثر من كبريتات الأمونيوم ، وهي تتطلب وتستلزم حماية ووقاية من الجو الرطب في بعض الأجواء .

تشكل اليوريا مركبات إضافية مع العديد من المركبات ، بعض منها الموجود أحياناً في الأسمدة ككبريتات الكالسيوم وفوسفات أحادي الكالسيوم وكلور الأمونيوم . في بعض الحالات تشكّل هذه الإضافات قد يؤدي إلى تجبل شديد . اليوريا أيضاً تتفاعل مع حمض الفوسفور وحمض النتريك مشكلة المركبات المتبلورة : فوسفات اليوريا ونترات اليوريا . إن الانتفاع من هذه الأملاح كأسمدة أو مركبات وسيطية تخصيبية قد تم اقتراحه , والتطور الاختباري مازال في تقدم مستمر في العديد من البلدان . ولكن لم يعرف حتى الآن أي استعمال تجاري .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تشكل البيوريت : Biuret Formation

تتشكل البيوريت (NH_2-CO-NH-CO-NH_2) خلال تصنيع اليوريا وفي معالجة المحاليل الحاوية على اليوريا اللاحقة خلال عملية التصنيع . إن التشكل خلال التصنيع يوقف ويُخمد بزيادة من الأمونيا . وهي تشكل سريعاً عند صهر اليوريا في درجات الحرارة العادية حوالي 140 درجة مئوية والمستعملة في تكوير أو تحبيب اليوريا وكذلك عند نسب أدنى عند درجات حرارة منخفضة في المحاليل الساخنة . في معظم العمليات والطرق تشكل البيوريت يكون محدداً بواسطة تخفيض زمن الاستبقاء للمحلول الساخن أو المصهور خلال مراحل التبخر التكوير أو التحبيب .

اليوريا ذات المحتوى المنخفض من البيوريت (أقل من 0,25%) يمكن أن يستحصل عليها بواسطة التبلور الفراغي لمحلول اليوريا . بيوريت أقل تتشكل عند درجات الحرارة المنخفضة المستعملة في التبلور الفراغي والبيوريت لا تتبلور مع اليوريا . البيوريت التي تتجمع في السائل الأم يتم التخلص منها بواسطة سحب تيار جانبي من السائل الذي يعاد إلى وحدة تصنيع الأمونيا حيث يعود ليتحول ثانية إلى يوريا .

اليوريا المتبلورة يمكن أن تنحل وتستعمل لأغراض عدة أو أنها تصهر أوتكور أو تحبب . إن بعضاً من البيوريت يتشكل خلال الانصهار ولكن الكرات الحاوية على % 0.3 أو أقل من البيوريت يمكن إنتاجها . في طريقة التكوير التبخيرية يحوي المنتج عادة على حوالي % 1 من البيوريت . ومصمموا الوحدة (المصنع) عادة سوف يكفلون ويضمنون أقل من % 1 من البيوريت ولكن باختلافات وتغييرات في تشغيل المصنع فإن معدلاً أو مدى من % 0.8 إلى % 2.5 هو الأمر العادي والشائع .

بالنسبة لاستعمالات معظم أسمدة اليوريا فإن محتوى البيوريت إلى ما يتجاوز % 2 ليس بذات أهمية ، وهي تتفكك وتتحلل في التربة ومحتواها

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

النتروجيني يصبح متاحاً ومتوفراً للمحاصيل , ولكن إن وضعت اليوريا في تماس مع البذور أو بالقرب منها فإن ضرراً بالمحصول بسبب البيوريت قد ينتج . هذا النمط من التوضع يمكن أن يسبب ضرراً أدنى حتى مع اليوريا النقية أو أية أسمدة أخرى مركزة ولكن البيوريت المرتفعة أكثر من 1 % هي سمية جداً أكثر من البيوريت المنخفضة .

البيوريت سامة لأشجار الحمضيات وبعض المحاصيل الأخرى وكذلك عندما تستعمل كرش كسماد ورقيFoliar . بالنسبة للاستعمال كرش على محاصيل الحمضيات فإن اليوريا الحاوية على أقل من 0.25 % من البيوريت تكون مفضلة . بالنسبة للمحاصيل الأخرى ذات الحساسية والسريعة التأثير بالبيوريت فإنها تتنوع وتختلف بشكل واسع ، والمحاليل المحضرة من اليوريا الحاوية على 1.5 % من البيوريت قد اعتبرت مقبولة من أجل الاستعمال كرش للذرة وفول الصويا .

البيوريت تفضل عن اليوريا للاستعمال في تغذية المواشي كبديل بروتيني . والعمليات هي تحت الدراسة لاسترداد البيوريت من إنتاج اليوريا كمنتج ثانوي مفيد ونافع .

عمليات الإنتاج : Production Processes

كل الإنتاج التجاري لليوريا هو من ثاني أكسيد الكربون والأمونيا . وثاني أكسيد الكربون يستحصل عليه كمنتج ثانوي من إنتاج الأمونيا . والتفاعل يستمر خلال خطوتين :

1- تشكل كربامات الأمونيوم . و2- إزالة ماء كربامات الأمونيوم .

$$2NH_3 + CO_2 \Leftrightarrow NH_2CO_2NH_4$$

$$NH_2CO_2NH_4 \Leftrightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$$

إن التفاعل الأول هو ناشر للحرارة بشكل مرتفع (37.7 Kcal/g-mole) بينما التفاعل الثاني هو ماص وخافض للحرارة (7.7 Kcal/g-mole) التفاعل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأول يكون بطيئاً عند الضغط الجوي ولكن عند ضغوط مرتفعة مستعملة فإنه يكون آنياً وفورياً . التفاعل الثاني لا يكتمل وهو يصل حد التوازن عند نسبة تعتمد على درجة الحرارة والضغط .

وملخصاً للتأثيرات لأهم المتغيرات يكون كالتالي :

متغيرات التشغيل : Operating Variables

1 . درجة الحرارة : Temperature

إن تحويل كربامات الأمونيوم إلى يوريا في غياب الأمونيا الزائدة يزداد بزيادة درجة الحرارة إلى حد أعظمي يصل إلى حوالي 50 % عند درجة حرارة 170-190 درجة مئوية وذلك عندما يكون الضغط عالي بشكل كاف ليحفظ المواد المتفاعلة بحالة سائلة . إن نسبة التفاعل تزداد بزيادة درجة الحرارة فهي منخفضة عند 150 درجة مئوية ومادون (بنسبة متكافئة من CO_2: NH_3) وسريعة تماماً عند 210 درجة مئوية . إن التوصل المقنع والمرضي للتوازن يمكن الحصول عليه في مدى درجة حرارة تصل إلى 180-200 درجة مئوية في 0.3- 1.5 ساعات أو عند درجات حرارة منخفضة مع زيادة من الأمونيا . إن صعوبات ومشاكل التآكل تزداد بزيادة درجة الحرارة ودرجة مقدارها 180-200 درجة مئوية عادة ما تكون مقبولة كنسبة مثلى لمعظم العمليات .

2 . الضغط : Pressure

يزداد التحويل عند درجة حرارة ثابتة بزيادة درجة الحرارة حتى تصل إلى نقطة حاسمة وحرجة والتي هي النقطة التي عندها حالة البخار تخفض وتنقص بشكل أساسي والمواد المتفاعلة تكون في حالة سائلة ، الزيادة الإضافية في الضغط ليست نافعة ومفيدة . إن درجة الحرارة الحرجة هي وظيفة معقدة ومركبة لدرجة الحرارة وتركيب محتوى المواد المتفاعلة ، مثلاً : عند درجة حرارة 150 درجة مئوية فإن ضغطاً يصل إلى حوالي 100 ضغط جوي قد يكون قريباً من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحد المثالي لنسبة متكافئة من NH_3 : CO_2 ولكن عند درجة الحرارة هذه نسبة التفاعل يكون بشكل غير معقول بطيئة عند درجات حرارة مفضلة 180-210 درجات مئوية لضغوط تصل إلى 140-250 وضغط جوي عادة ما تستعمل .

نسبة المول لـ NH_3 : CO_2 Mole Ratio of

إن زيادة من NH_3 تفوق نسبة مول متكافئة لـ 2 تناسب التفاعل . إن نسبة من CO_2 المتحولة إلى يوريا تزداد ولكن بالطبع نسبة NH_3 المتحولة إلى يوريا تقل وتنقص وبما أن التدوير Recycling لزيادة من NH_3 هي نسبياً بسيطة (مقارنة مع CO_2 التي تبقى ككربامات) , معظم العمليات تستعمل 50 % أو أكثر من الأمونيا الزائدة (نسبة المول 1 : 3 أو أكثر) .

عوامل أخرى : Other Factors

إن وجود الماء يخفض ويقلل التحول ولذلك فإن معظم العمليات مصممة لتخفيض كمية الماء المعاد Recycled إلى المفاعل . إن وجود كميات صغيرة من أوكسجين الهواء يخفض ويقلل التآكل والعديد من العمليات تستعمل هذه الطريقة لتقليل التآكل .

الشروط المثلى : Optimum Condition

من المعروف أنه غير اقتصادي تقليل نسبة التحويل في المفاعل لأن هذا سوف يتطلب زمن احتفاظ فائض وزائد . الهدف لذلك هو الحصول على كمية عظمى من إنتاج اليوريا لكل وحدة من الزمن مع الأخذ بعين الاعتبار كلفة تدوير CO_2 و NH_3 الغير متفاعلين , كذلك كلفة حجم المفاعل الزائد ومصاعب التآكل التي تزداد بزيادة درجة الحرارة .

إن شروط التشغيل المثلى هي : درجة الحرارة 180-210 درجة مئوية الضغط 140-250 ضغط جوي ، نسبة مول NH_3 : CO_2 ، 4:1- 3: 1 وزمن الاستبقاء 20-30 دقيقة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عمليات إعادة الدوران الجزئية والأوحادي :

Once - Through & Partial Processes Recycle

معظم المصانع الحديثة تستعمل اليوم عمليات إعادة دوران كاملة ، ولكن عمليات إعادة الدوران الجزئية أو الأحادية قد شاعت في بعض البلدان وفي بعض الحالات ما تزال مفضلة . إن هذه الطريقة هي الأبسط والأقل كلفة (في كل من الاستثمار ورأس المال وتكاليف التشغيل للأنماط الثلاثة الرئيسية للعمليات . إن الوحدة المطابقة للخطوات المتتالية في عملية الإنتاج (فقط قسم التصنيع) معطى في الشكل (2) حيث الأمونيا السائلة وثاني أكسيد الكربون الغازي يضمان إلى مفاعل اليوريا عند حوالي 200 ضغط جوي .

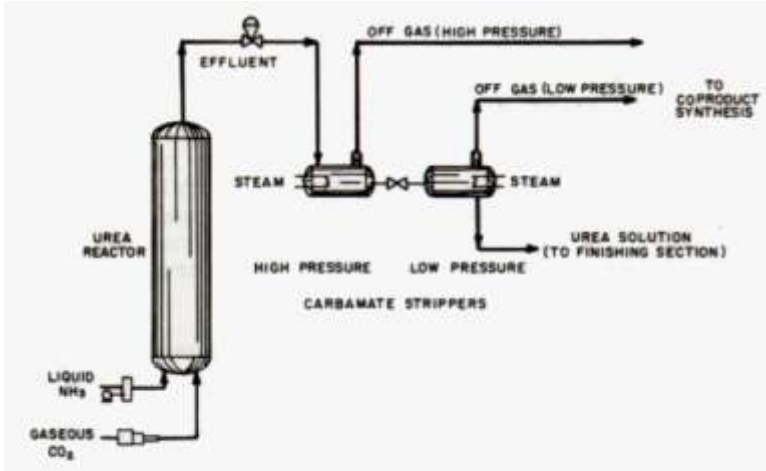


Figure 2. Typical Once-Through Urea Process.

ودرجة حرارة المفاعل يحتفظ بها عند حوالي 185 درجة مئوية وذلك بواسطة تنظيم كمية الأمونيا الزائدة . حوالي % 100 من NH_3 الزائدة مطلوبة ولازمة وحوالي % 35 من مجمل NH_3 يتحول إلى يوريا (% 75 من CO_2 تتحول) إن المحلول المنبعث من المفاعل يحتوي حوالي % 80 من اليوريا بعد انتزاع استخلاص الكربامات . NH_3 و CO_2 المتحولان يساقان عند ضغوط معدلة بواسطة تسخين بخار المحلول المنبعث في جهاز مزيل الكربامات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بينما تعتبر هذه العملية الأبسط من بين عمليات اليوريا ، فإنها الأقل مرونة ولا يمكن أن تشتغل ما لم يكون هناك بعض الانتفاع بالكمية الكبيرة للأمونيا وهي بذلك مرتبطة بالإنتاج لبعض المواد الأخرى مثل : كبريتات الأمونيوم ونترات الأمونيوم وحمض النتريك أو فوسفات الأمونيوم والتي من أجلها الأمونيا يمكن أن تستعمل . وهناك حالة واحدة التي فيها النظام يمكن أن يستعمل هي إنتاج محلول نترات الأمونيوم- اليوريا . وNH_3 غير المتحولة تستعمل لصنع محلول نترات الأمونيوم التي بعد ذلك تمزج مع محلول اليوريا وحتى في هذه الحالة فإن معظم المصانع الحديثة تستخدم عملية إعادة الدوران الكاملة .

في عمليات إعادة الدوران الجزئية قسم من الأمونيا الفائضة Off-Gas وثاني أكسيد الكربون من نازعة الكربامات يعاد تدويرها إلى مفاعل اليوريا . إعادة الدوران تتم بامتصاص النازعة للغازات في تيار معاد الدوران لانبثاق اليوريا المستخلصة جزئياً في ناتج تكثيف بخار العملية أو في السائل الأم من عملية نهاية البلورة . بهذه الطريقة تخفض كمية NH_3 الفائضة وتنقص . وأي نسبة من الأمونيا غير المتفاعلة يمكن أن يعاد تدويرها . وبشكل مماثل كمية الأمونيا التي يجب أن تستعمل في عمليات أخرى تقلل وتخفض إلى حوالي 15 % من تلك الكمية من وحدة التدوير الأوحادي .

الخطوات المتتالية لعملية إعادة الدوران الجزئية الخاصة بـ Mitsui Toatsu مطابقة للطريقة الأولى وموضحة في الشكل (3) . حيث NH_3 السائل و CO_2 الغازي يضمان إلى مفاعل اليوريا عند 200 ضغط جوي و حرارة المفاعل يحتفظ بها عند حوالي 185 درجة مئوية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

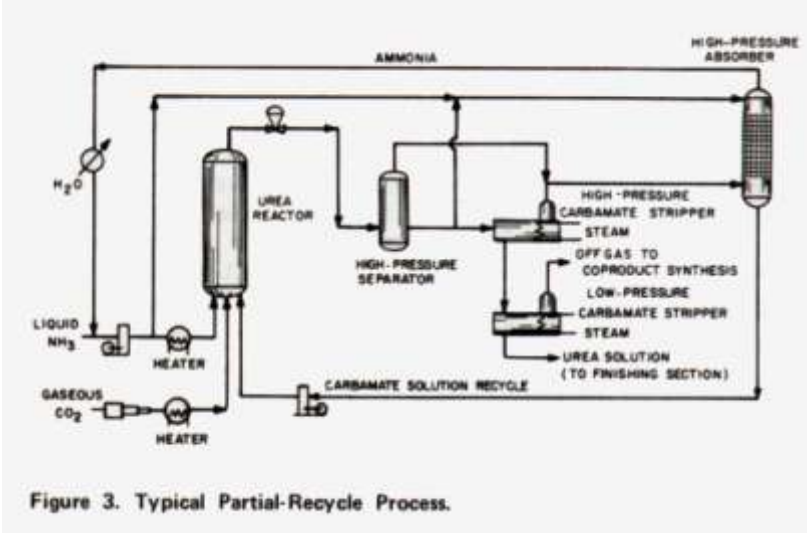


Figure 3. Typical Partial-Recycle Process.

NH_3 الزائد و مغذى إعادة الدوران لمحلول الكربامات . حوالي 100-110 % من NH_3 الزائد تستعمل حوالي 70 % من NH_3 و 87 % من CO_2 تتحولان إلى يوريا . النسبة 30 % الباقية من NH_3 يجب أن تستعمل في عمليات أخرى . إن ما ينبعث من المفاعل يحوي حوالي 80 % يوريا .

NH_3 وCO_2 غير المتفاعلين تفصلان عن محلول اليوريا في فاصل ذو ضغط مرتفع واثنين أو ثلاثة من نازعات كربامات بالبخار المسخن عند ضغوط منخفضة بشكل متعاقب . إن الغاز المنبعث من الفاصل ونازعة المرحلة الأولى يمتص في جهاز امتصاص ذو ضغط عالي تيار جانبي للمفاعل المنزوع جزئياً من الفاصل ذو الضغط العالي . الحرارة المنبعثة في مفاعل الماص تزال (لزيادة طاقة الامتصاص) وذلك بالإضافة وتمدد جزء من مغذي الأمونيا السائلة عند هذه النقطة . الأمونيا الغازية النقية من أعلى حد الماص يعاد تدويرها أيضاً إلى مفاعل اليوريا بعد أن تكثف .

وبما أن كمية كربامات الأمونيوم التي يمكن أن تمتص في محلول الماص المذكور أعلاه تتحدد بقابليتها الانحلالية في نظام : H_2O .
اليوريا . NH_3 ، جزء من الأمونيا وثاني أكسيد الكربون لا يمكن أن يعاد تدويرهما

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ويجب أن تستعملان في إنتاج مواد نتروجينة . وكما في عملية التدوير الأحادية تشغيل وحدة اليوريا يجب أن يتوافق مع وحدة الإنتاج المشتركة Co product .

عمليات إعادة الدوران الجزئية الأخرى تختلف بالتفاصيل ولكنها تحقق نتائج مشابهة . وهناك اهتمام ضئيل بهذه العمليات في الوقت الحالي . بينما تكون كلفة الاستثمار نوعاً ما منخفضة من تلك الخاصة بإعادة الدوران الكاملة هذه الميزة وبشكل واضح لا تعوّض خاصة اللاانتائية الناتجة عن ضرورة تشغيل وحدة بمشاكل اعتماد متبادلة ومشتركة .

عمليات إعادة الدوران الكاملة : Total - Recycle Processes

في عمليات إعادة الدوران الكاملة كامل مزيج ثاني أكسيد الكربون– الأمونيا غير المتحولة يعاد تدويرهما إلى مفاعل اليوريا (حوالي 99 %) وبالتالي ليس هناك حاجة لوحدة إنتاج نتروجين مشتركة . وهذا هو الجانب الأكثر مرونة في عمليات اليوريا لأنها تعتمد فقط على مؤونة CO_2 وNH_3 من وحدة تأمينها للتشغيل ولكنها أيضاً الأكثر نفقة وغلاء من بين تكاليف التشغيل والاستثمار ، ولذلك إن كان إنتاج مواد أخرى التي تستلزم الأمونيا مخططاً له فإن وحدة إعادة الدوران الجزئية والأحادية المندمجة سوف تكلف كلفة استثمارية منخفضة وربما تكاليف تشغيلية منخفضة أيضاً . إن المساوئ هي موثوقية واعتمادية مخفضة ناقصة ناتجة عن اعتماد مشترك لكلا الوحدتين وبسبب هذه المصاعب معظم المنتجين يفضلون عملية إعادة دوران كاملة حتى عندما يرغبون بمنتج نتروجين ثاني .

إن مفيض Effluent مفاعل اليوريا يحوي اليوريا والماء الناتج عن تفاعل التصنيع وهو أيضاً يحوي الكربامات غير المتحولة والأمونيا الزائدة . هذه المكونات يجب أن تفصل لتعطي محلول يوريا خالي من المواد الأخرى ولإعادة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تدوير CO_2 و NH_3 إلى مفاعل التصنيع ولفصل الكربامات عن اليوريا يجب أن تتفكك وتحل حسب الموازنة التالية :

$$NH_2CO_2NH_4 \Leftrightarrow CO_2 + 2NH_3$$

هذا التفاعل هو عكس الخطوة الأولى لعملية التصنيع وهو بشكل كبير ماص للحرارة (37.7 al/g-mole) . إن التفكك يتم بواسطة اتحادات كيماوية للحرارة المزودة الضغط المنخفض والانتزاع الذي يخفض الضغط الجزئي لمكون أو أكثر .

إن NH_3 و CO_2 يزالان من محلول اليوريا كغازات تترافق مع بعض الماء على شكل بخار . وبشكل طبيعي CO_2 و NH_3 سوف يتحدان ثانية محررين حرارة عندما تنخفض درجة الحرارة أو ينخفض الضغط وبالتالي التكثيف بواسطة التبريد أو رد ضغط (كبس) مزيج غازي مؤلف من CO_2 و NH_3 و H_2O يعطي محلول الكربامات .

إن عمليات إعادة الدوران الكاملة يمكن أن تصنف في خمس مجموعات وذلك حسب مبدأ إعادة الدوران :

1- إعادة دوران مزيج الغاز الساخن . 2- إعادة دوران الغاز المفصول 3- إعادة دوران الملاط . 4- إعادة دوران محلول الكربامات . 5- الانتزاع . إن المجموعات الأربع الأولى التي تستعمل خطوات تحلل وتفكك الكربامات هي بشكل أساسي مشابهة لتلك الخطوات الخاصة بعملية التسخين الآنية وإعادة الدوران الجزئية بينما الخطوة الأخيرة تختلف حتى في هذا السياق .

إعادة تدوير الغاز الساخن لمزيج CO_2 وNH_3 و H_2O قد استعمل في ألمانيا بين الحربين العالميتين الأولى والثانية من قبل Farben industrie . الغاز الساخن قد ضغط في خمس مراحل بواسطة ضواغط ذات كباس متردد بين المراحل Inter stage إلى درجة حرارة 260-270 درجة مئوية وضغط يصل إلى 120-130 ضغط جوي وبعد ذلك يبرد إلى 160 درجة مئوية لتكثيف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الغازات (مع تشكل الكاربامات) والحرارة قد استرددت كبخار . لم تكن العملية ناجحة تماماً وعندما دمر المصنع خلال الحرب العالمية الثانية فإنه لم يبنى ثانية . إن الفكرة قد نشطت عن طريق شركة Chemical Construction Company باقتراح أن الضغط يجب أن يتم بضواغط طرد مركزي ضخمة التي أصبحت متاحة في سنوات 1960 باستعمال مواد جديدة من التركيب والإنشاء التي يمكن أن تشتغل عند درجة حرارة مرتفعة 450-400 درجة مئوية بدون تبريد ما بين المراحل . إن العملية المقترحة تبدو تقنياً سليمة وصحيحة ولكن ضواغط الطرد المركزي لهذا النوع هي قابلة للتنفيذ فقط في أحجام مختلفة حيث أن الدرجة الدنيا سوف تشتمل على مصنع وحدة يوريا تصل طاقته الإنتاجية إلى 1,200 طن يومياً . وبما أن التطور ذو الدرجة الأصغر ليست قابلة للتنفيذ فإنه ولا منظمة راغبة بالمجازفة أو المخاطرة باستعمال العملية غير المجربة على الدرجة الواسعة .

إن طريقة إعادة دوران الغاز المنفصل قط تطورت وتقدمت للتغلب على صعوبات عملية إعادة دوران الغاز الساخن الممزوج . إن CO_2 و NH_3 يمكن أن تضغط بشكل منفصل بدون صعوبات مسببة بواسطة تشكل الكاربامات . العمليات من هذا النمط تطورت من قبل Inventa(Switzerland) و CPI- Allied (United States) إن مبدأ هذه العملية هو أن CO_2 في مزيج الغازي من جهاز التفكيك تمتص بشكل انتقائي في مذيب مثل أحادي إيتانول أمين (MEA) . إن NH_3 الباقي بعد إزالة CO_2 تضغط ويعاد تدويرها إلى مفاعل التصنيع . إن CO_2 المجموع من مذيب MEA بالتسخين وهي يعاد تدويرها بشكل منفصل .

إن هذه العملية لها ميزة أن التحويل لا تخفض بواسطة إعادة تدوير الماء إلى المفاعل وأن مشكلة محلول آكّال معاد الدوران إلى المفاعل يتم تجنبه موازنة ومعادلة هذا هي الصعوبة في طريق الحرارة المستردة وكلفة تحضير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

MEA . أن عدد هذه المصانع المستعملة لهذه الطريقة هي نسبياً صغيرة وتعرف بأنها قيد الاستعمال في أي من المصانع الضخمة (1,000 طن يومياً وما فوق) المبينة في السنوات الأخيرة . إن مبدأ عملية إعادة دوران الملاط هو أن مزيج غاز CO_2-NH_3-H_2O تذهب إلى مفاعل حيث زيت البارافين الخفيف يضاف , الكاربامات يتشكل في المفاعل كمادة معلقة في الزيت . هذا التعليق الحاوي % 30-40 من المواد الصلبة تضخ إلى وحدة تصنيع اليوريا سوية مع غاز CO_2 و NH_3 . المزيج بعد ذلك يذهب خلال مكوّن الكاربامات والزيت يفصل من محلول اليوريا بواسطة سكب السائل من وعاء لآخر للترويق من أجل إعادة الاستعمال . العملية قد تطورت من قبل Peching (فرنسا) وقد استعملت من قبل هذه الهيئة .

عمليات إعادة تدوير محلول الكربامات هي حالياً الأكثر شيوعاً . وهناك العديد من العمليات الخاضعة (Stamicarbon و Montedison و Mitsui Toatsu و Snamprogetti) والتي (أي العمليات) قدمت من قبل مطوريّها والمرخص لهم . إنهم يختلفون فقط بشكل رئيسي في التفاصيل الهندسية وطرق استرداد الحرارة . ووسائل بقاء الطاقة . وبشكل عام فإن عمليات إعادة دوران المحلول تتضمن امتصاص CO_2 و NH_3 في الماء وإعادة دورانها إلى خطوة التصنيع كمحلول كاربامات مائي . إن كمية من الماء يجب أن يحتفظ بها إلى أدنى حد ولكن إضافة الماء تؤدي إلى تخفيض نسبة التحول إلى يوريا . وكذلك تصعّد وتبخر الماء الإضافي له تأثير سلبي على اقتصاد وتدبير العملية .

لعدة سنوات مضت كان هناك تغيير وتنوع ملحوظ في ميزات تصميم عمليات إعادة تدوير المحلول ، هذه الاختلافات قد اختفت تدريجياً . واليوم معظم العمليات المألوفة التقليدية تكون متشابهة إلى حد كبير . حيث أنها كلها تستعمل شروط مفاعل متشابهة (درجة الحرارة حوالي 185 درجة مئوية وضغط حوالي 200 ضغط جوي) و تحتفظ بنسبة مول من NH_3 :CO_2

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حوالي 4 :1 وذلك في خط Loop التصنيع ويحصل بالتالي على نفس التحول 65-67 % من CO_2 إلى يوريا لكل مرور أو اجتياز خلال مفاعل التصنيع . التحول الشامل لـ NH_3 إلى يوريا هو 99 % أو أكثر . وكل هذه العمليات تقلل ضغط المنبعث من المفاعل إلى مستوى متوسط ومعتدل ومن ثم يمر المحلول خلال مرحلتين أو أكثر من التحلل بالتسخين عند مستويات ضغط منخفضة بشكل متتابع (متعاقب) . في كل مرحلة مزيج الغاز المنتشر يكثف أو يمتص في محلول ضعيف تم تكثيفه في مرحلة تالية والمحاليل الناتجة تعاد خلال الجهاز إلى المفاعل . الأمونيا الزائدة (من الكمية الزائدة المستعملة في تغذية المفاعل الأولي التي تمرر خلال أجهزة الامتصاص يتم تكثيفها و تُلقم ثانية إلى المفاعل .

بالرغم من أن الخطوات الأساسية هي عادية وشائعة بالنسبة للطرق التقليدية المتنوعة فإنه هناك اختلاف ملحوظ وواضح في أجهزة إعادة دوران محلول الكربامات في مستويات الضغط والحرارة لخطوات التحلل , ترتيبات المعدات والتجهيزات وسير جريان العملية . هذه الحالة من التطور والنمو ما تزال في حالة من الجريان حتى بالنسبة لشركة معطاة فإن كشفه بالعمليات المتتابعة في عملية الإنتاج لمعمل حديث حالي سوف تكون نوعاً ما مختلفة عن ذلك المصنع السابق إن أهداف التصميم العامة هي كالتالي :

1- استرداد أكبر قدر من الحرارة .

2- تخفيض كمية محلول الكاربامات المعاد الدوران (مضخات أصغر وقوة أقل) وكمية من الماء العائد إلى المفاعل (تحول أفضل) .

3- تخفيض حاجات ومستلزمات القوة .

4- استرداد أكبر قدر من الأمونيا (كلفة تشغيل أقل وتلوث أقل) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبما أن الهدف الرئيسي الآخر هو تخفيض تكاليف الاستثمار فإن المشكلة تكون في إيجاد أفضل توازن بين الاستهلاك والصيانة من ناحية أولى والاستثمار من ناحية أخرى .

عدة اعتبارات بارامترية تستعمل في تصميم جهاز إعادة دوران محلول الكاربامات وهي مرتبطة ومتحدة بعضها البعض ولذلك فمن الصعب تحليلهم بشكل منفصل . وتغيير واحداً من هذه المعايير في جهة التحسين دائماً تغيير واحداً أو أكثر من المقاييس الأخرى في اتجاه معاكس وحد التأثير المعاكس يمكن أن يتحدد فقط بواسطة تقديرات معقدة وصعبة . وبالتالي فمن الصعوبة بمكان تقدير بشكل كمي الخطط والمشاريع المتنوعة التي تم تطويرها .

وهناك نقطة اعتبارية أخرى وهي عدد مراحل التحلل . تخفيض وإنقاص العدد الذي يخفض استثمار الوحدة ولكن زيادة كمية الماء العائد إلى المفاعل تجعل استرداد الحرارة أقل جاذبية (ضغوط جهاز التحلل عادة منخفضة) وتسبب في الأمونيا المرتفعة خسائر في المواد المنبعثة السائلة أو الغازية . إن الاتجاه السائد حالياً هو نحو ثلاثة مراحل كعدد أعظمي . المرحلة الثالثة عادة تشتمل كلا من تفكك الكاربامات وتبخر الماء مع فراغ استعمل لإزالة الأمونيا إلى مستوى منخفض جداً وذلك كوسيلة لتقليل التلوث الجوي . الغاز يمرر خلال مكثف تبريد الماء ، ناتج التكثيف ينزع من الأمونيا والناتج المنزوع بشكل مفضل يُطرح بدلاً من أن يعاد إلى المفاعل . مثل هذا الإجراء يعطي فقط مقادير ضئيلة من الأمونيا في نواتج الانبعاث الغازية والمائية .

إن نقطة استرداد الحرارة أيضاً تتنوع ، والمصدر الرئيسي للحرارة في الجهاز هو تشكل الكاربامات في المفاعل . في تصاميم سابقة الاسترداد أو إزالة الحرارة مباشرة من المفاعل . قد يتم بواسطة ملفات مائية في المفاعل أو غلاف تبريد خارجي . الأمونيا المعادة الدوران ومحلول الكربامات اليوم تأخذ حرارة التفاعل وتنقله بعيداً خارج منطقة التفاعل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في قسم التفكك الحرارة يجب أن تضاف وذلك للحصول على نسبة دقيقة من تفكك وتحلل الكاربامات . والكثير منها هي حرارة إعادة تكثيف الغازات المنبعثة وهي عند هذه النقطة فإن الحرارة عادة ما تسترد . الاسترداد ينحصر ويتحدد فقط لمرحلة التفكك الأولى . ولكن بسبب أن الغازات منخفضة الضغط جداً في المراحل الأخيرة فأن درجة حرارة التكثيف تكون منخفضة من أجل الاسترداد الاقتصادي للحرارة .

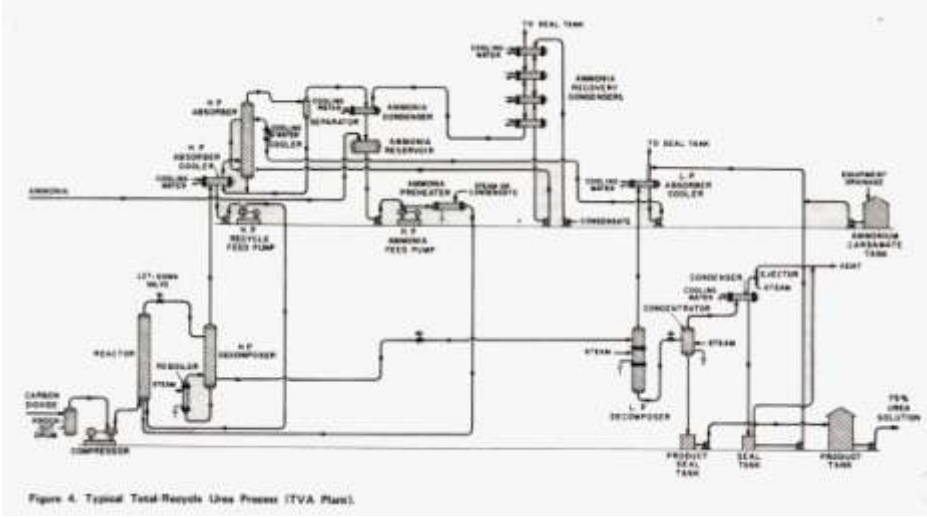
وهكذا فإن المصدر العادي لاسترداد الحرارة هو سائل مكثف ساخن من الماص ذو المرحلة الأولى عمليا تتنوع حسب التيار المستعمل لامتصاص هذه الحرارة في بعض الحالات الماء يسخن والبخار يُنتج وفي الخطوات المتتالية في عملية الإنتاج عملية التيار تُشتمل وتُدخل .

إن عملية تحرر الغاز يمكن أن يكون لها تأثير هام على كمية الماء المعاد الدوران إلى المفاعل , إن الإعداد الأبسط فقط يحرر الضغط ، ويدفق المحلول إلى الصهريج مع تسخينه والسماح للغازات المنبعثة لأن تتطاير وهذا الترتيب نسبياً غير كافٍ لأنه يعطى تبخر أعظمي للماء . وهناك نظامان قد طورا وكلاهما يخفضان تبخر الماء . الأول يشتمل على تسلسل في كل مرحلة 1- إنقاص وتخفيض الضغط . 2- تحرير الغاز . 3- التسخين 4- تحرر غاز إضافي . الميزة هي أن الغاز الذي ينبعث بواسطة تحرر الضغط لوحده يحدث عند درجات حرارة منخفضة بدلاً من تسخين جهاز التفكك . إن علاقات الضغط الجزئي المتضمنة هي في مثل هذا الإجراء تعطي تبخراً أقل للماء .

في النظام الثاني عمود التجزئة يستعمل كجهاز للتفكك , ونسبياً المحلول الداخل البارد يجري باتجاه الأسفل في تدفق تيار معاكس إلى الغاز الأسخن المنبعث في جهاز المسخن (أو مرجل) في الأسفل . وهكذا فإن تركيب الغاز التارك العمود يقترب من الموازنة مع المحلول الداخل الذي له ضغط جزئي منخفض نسبياً من الماء وذلك بسبب درجة الحرارة المخفضة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



كلا النظامين يستعملان , ولكن يبدو أنه هناك تياراً باتجاه نموذج عمود التجزئة ، أجهزة التسخين على مسار خط التدفق الرئيسي تُفضل من قبل البعض بسبب أن انتقال الحرارة السريع عند معدل التدفق المرتفع .

وبسبب العدد الضخم للعمليات المقدمة والمعروضة والتغيرات الحاصلة في الخطوات المتتالية في الإنتاج من غير الممكن تنفيذه لإظهار جداول التدفق والجريان لكل العمليات . الشكل (4) يظهر عملية إعادة الدوران الكاملة الخاصة بـ Mitsui Toatsu العملية (c) . وليس هناك تضمين مقصود بأن هذه العملية بالضرورة هي أفضل من العمليات الأخرى .

إن عمليات الانتزاع تختلف بشكل أساسي وجوهري عن عمليات إعادة الدوران الكاملة الأخرى من حيث أن واحداً من المواد المتفاعلة CO_2 أو NH_3 يستعمل للمساعدة في تحلل الكاربامات عند ضغط مرتفع نسبياً , أو حتى عند ضغط التصنيع . إن المبدأ المتبع هو أن تدفقاً وانسياباً للغاز الخامل سوف تعزز تبخر السائل وهو إلى حد ما مشابه لتبخر الماء دون درجة غليانها بواسطة تدفق وجريان الهواء . في حالة محلول اليوريا الحاوية على الكاربامات فإن أحد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المواد المتفاعلة التي على شكل غازي تعمل كغاز خامل لتخفيض ضغط البخار وجرف الغازات المنبعثة من تفكك الكاربامات .

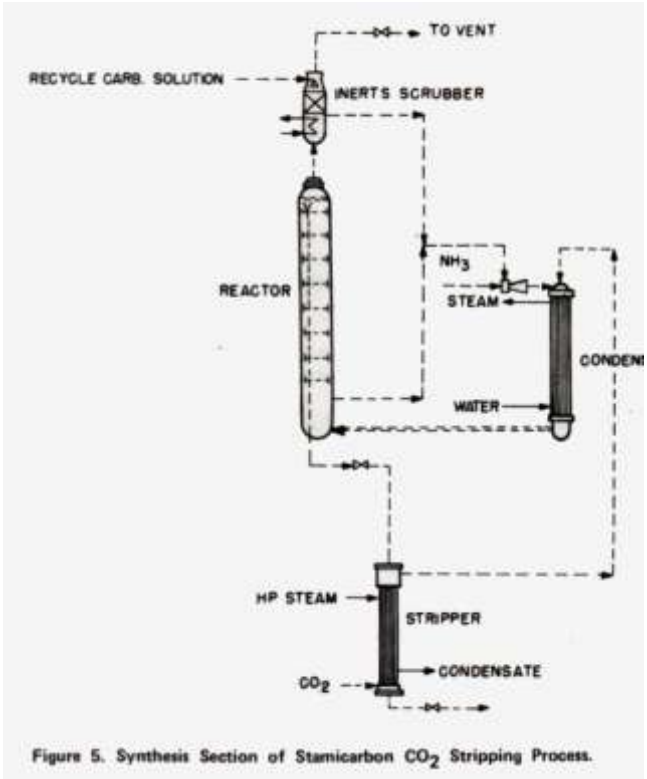


Figure 5. Synthesis Section of Stamicarbon CO_2 Stripping Process.

إن Dutch State Mines قد طورت عملية الانتزاع باستعمال CO_2 كعامل انتزاع بدءاً بـ 20 طن يومياً وحدة صناعية تجريبية في 1964 . العملية متوفرة ومتاحة خلال Stamicarbon والترخيص العديدة وتستعمل بشكل واسع . وهي عادة ما تعرف بعملية انتزاع Stamicarbon (كما أن Stamicarbon أيضاً قدمت عمليات يوريا أخرى .

Kaasenbrood and Chermin قد وضعوا ودرسوا العملية في تقرير حديث شرحوا فيه الديناميكية الحراري المعقدة وتوازن الطور Phase Equilibrium . عملية الانتزاع تشرح وتُفسر بمساعدة الشكل (5) السابق

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والذي يظهر الوحدات الأربع والتي تحتوي قسم التصنيع . إن مفاعل اليوريا يشتغل عند ضغط حوالي 140 ضغط جوي وحرارة 185-180درجة مئوية مع نسبة مولية لـ حوالي 2.8 (مع زيادة % 40 من NH3) . المحلول من المفاعل ينساب بواسطة الجاذبية إلى النازع . وكما في كل عمليات تصنيع اليوريا المحلول يحتوي يوريا وكاربامات وزيادة من الأمونيا وماء . إن النازع يمثل مبخر طبقة رقيقة Falling Film وهو يحتوي أنابيب متوازية خارجياً مسخنة بواسطة البخار يؤمن الحرارة التي تمتص بواسطة تفكك الكاربامات . درجة حرارة المحلول تحفظ في مدى190-180 درجة مئوية المحلول يجري وينساب كطبقة رقيقة إلى الجدران الداخلية للأنابيب أسفلاً. كل CO_2 المطلوب في العملية ويدخل أسفل النازع ويجري صاعداً خلال أنابيب التيار المعاكس إلى المحلول . كمية صغيرة من الهواء تضاف إلى CO_2 لمنع التآكل . إن كمية الهواء يجب أن تكون كافية لتعطي تركيز على الأقل يصل إلى 5 ppm من الأوكسجين . الغاز المنزوع يترك النازع الذي يحتوي على CO2 الداخل إضافة إلى NH3 و CO2 المنزوعة من المحلول والجارية إلى المكثف . المحلول المنزوع الذي يحتوي اليوريا والماء وكمية صغيرة نسبياً من الكاربامات تجري إلى قسم آخر من الوحدة (توصف فيما بعد) من أجل معالجة إضافية . تيار الغاز من النازع يدخل إلى أعلى المكثف سوية مع NH_3 للجهاز . المكثف أيضاً يتلقى تياراً من محلول الكاربامات المعاد الدوران مباشرة من المفاعل والذي يؤمن مذيب كاف لمنع ترسب الكاربامات الصلبة . المزيج يجري أسفلاً خلال المكثف الذي يحوي على سلسلة من صفائح غربالية لمنع المزج المعاكس . المفاعل يبرد بواسطة الماء لإزالة الحرارة المتحررة من تشكل الكاربامات وتكثفها . التكثيف يتم جزئياً في المكثف ، المزيج يجري إلى أسفل المفاعل ثم يتجه للأعلى خلال المفاعل حيث يتم تشكل الكاربامات وتحولها إلى يوريا محلول المفاعل يذهب بعدئذ إلى النازع الدورة تتم وتكتمل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كميات صغيرة من الغاز تتجمع في أعلى مفاعل اليوريا . الغازات تتألف من الهواء الذي أضيف من أجل التحكم وضبط التآكل + N_2 + H_2 المنحل في سائل الأمونيا والشوائب الثانوية في CO_2 . الغازات تهوّى خلال جهاز غسل الغاز ذو الضغط العالي حيث تغسل الغازات مع محلول الكاربامات لاسترداد معظم NH_3 و CO_2 ومن ثم تهوّى إلى عمود الغسل ذو الضغط المنخفض (لم يظهر في الشكل 5) .

إن الجدول البياني الأساسي لكامل العملية قد وضح في الشكل (6) . محلول اليوريا يترك قسم التصنيع خلال صمام التمدد عند 160 درجة مئوية ، فهو يعالج أولاً عند ضغط متوسط حوالي 2.5 ضغط جوي في عمود ترسيب ومسخن وفاصل لإزالة معظم الكاربامات المتبقية كـ CO_2 و NH_3 . إن ضغط المحلول بعد ذلك يخفض إلى ضغط جوي من أجل التنقية والتصفية النهائية . إن NH_3 و CO_2 المستردة في هذه الخطوات تكثف لتشكل محلول كاربامات الذي يعاد تدويره إلى قسم التصنيع .

معظم المعدات والتجهيزات مصنوعة ومعدة من فولاذ لا يصدأ (ستانلس ستيل) ذو كربون قليل من نموذج 316 أو 317 الحاوي على 17 % و 12 % ، و 2 % أو 17 % و 13 % و 4 % من Cr أو Ni و Mo . ولكن شروط التآكل تكون بشكل خاص قاسية وشديدة في النازع وسبيكة 25-22-2 تكون مفضلة لهذا التجهيز . بالنسبة لبعض العمليات فإن صهريج فولاذ لا يصدأ مبطنة بالتيتانيوم تستعمل من أجل خطوة التصنيع .

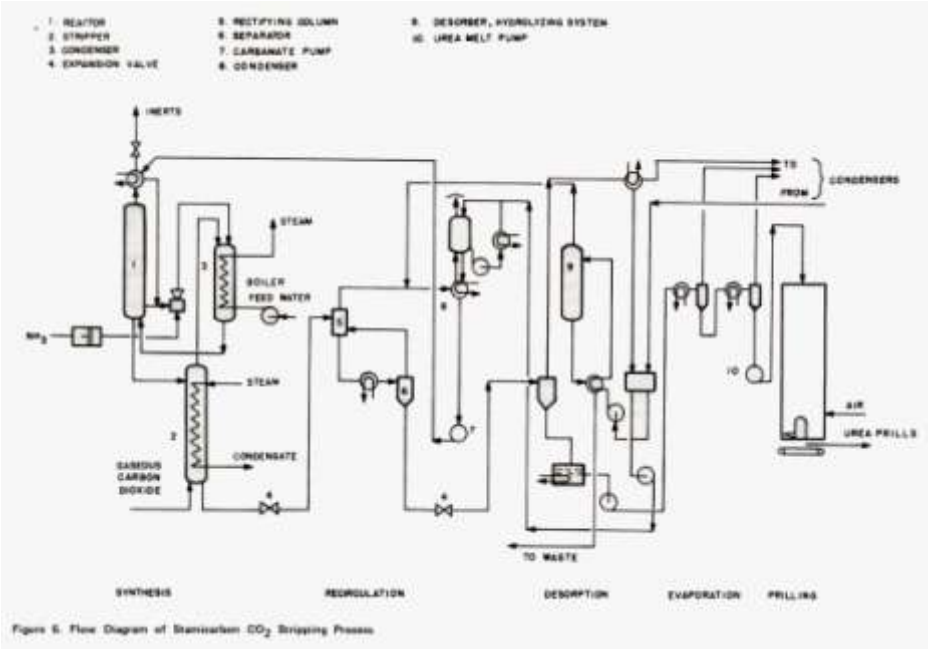
إن ميزات عملية الانتزاع هي استهلاك الطاقة الصافية المنخفضة (بخار وكهرباء) , إلى حد ما كلفة الاستثمار المنخفضة أو تجهيزات الصيانة المنخفضة . إن توفير الطاقة نتيجة القيام بمعظم إعادة الدوران عند ضغط التصنيع وبالتالي يتم تجنب إعادة ضغط المواد المتفاعلة . المضخات المعدة لإعادة دوران محلول الكاربامات المركز والساخن هي المصادر الأساسية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للحفاظ والصيانة في العمليات ولكنها غير مطلوبة في عملية الانتزاع .

وهناك عمليات انتزاع أخرى متعددة والتي تم اقتراحها أو استعمالها . بعضها انتزاعاً عند ضغط مخفض (مثل 100-75 ضغط جوي) مع إعادة ضغط للغاز الساخن إلى حد ضغط المفاعل الممتلئ . إن الاختلاف الرئيسي هو استعمال NH_3 بدلاً من CO_2 من أجل الانتزاع وذلك كما في طريقة (SNAM Snamprogetti) .



العملية يمكن أن تشتغل بنوازع ومفاعل عند ضغط منخفض (150-100 ضغط جوي) وتفاعل عند ضغط مرتفع (250-200 ضغط جوي) . عندما الانتزاع والتفاعل يحصلان عند نفس الضغط ، فإن ضغط التفاعل يجب أن يكون إلى حد ما أقل من العمليات المألوفة والتقليدية التي تؤدي إلى بعض الخسارة في كفاية التحويل في المفاعل . من جهة أخرى إن تم الانتزاع عند ضغط منخفض فإن الغازات المنتزعة يجب أن تضغط ثانية وهكذا يتم فقدان أو خسارة بعض من ميزات توفير الطاقة في عملية الانتزاع .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عمليات اليوريا . الأمونيا المتكاملة :

Integrated Ammonia - Urea Processes

العديد من المصانع الحديثة تنتج الأمونيا بشكل وحيد فقط من أجل إنتاج اليوريا . من الممكن والمحتمل دمج بعض الخطوات المحددة للعمليتين والتي على الأقل نظرياً يجب أن تؤدي إلى توفير في كل من تكاليف التشغيل ورأس الماء. هناك تطابقان يجعلان هذا الاندماج التكاملي جذاباً :

1- بما أن حدود الضغط المستعمل بشكل عام وشائع في تصنيع الأمونيا واليوريا ، فإن نفس الضغط يمكن أن يستعمل في كلتا العمليتين .

و2- كمية CO_2 المتولدة بواسطة وحدة الأمونيا باستعمال الغاز الطبيعي كمادة تلقيم هي تقريباً مكافئة لتلك اللازمة لتحويل الأمونيا إلى يوريا .

هناك هيئات ومنظمات متعددة قد درست عمليات اليوريا والأمونيا المندمجة والمتكاملة بشكل اختباري وتجريبي . Mitsui Toatsu قد شغلت وحدة صناعية اختباريه تجريبية في اليابان لعدة سنوات ، و Snamprogetti (SNAM) قد طورت واختبر العملية في وحدة صغيرة (80 طن يومياً من اليوريا في سيسيلي Sicily .

وهناك نقطة واحدة والتي عندها عمليات اليوريا والأمونيا يمكن أن تدمجا وتتكاملا وهي بواسطة دمج خطوة إزالة CO_2 لعملية الأمونيا مع خطوة تشكل الكاربامات لعملية اليوريا . في كشف بالعمليات المتتابعة في عملية إنتاج لطريقة SNAM تم هذا بواسطة امتصاص CO_2 من غاز تصنيع الأمونيا في محلول الأمونيا القوي في اثنين من المبادلات الحرارية ذات الطبقة الرقيقة Falling-Film في سلسلة بحث أحدهما يشتغل عند ضغط مرتفع (130°) درجة مئوية مع استرداد الحرارة والآخر يشتغل عند حرارة منخفضة (40) درجة مئوية . في عملية Mitsui يزال CO_2 من غاز تصنيع الأمونيا بواسطة الغسل بمحلول

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكاربامات المعاد الدوران مع إضافة من الأمونيا في برج معبأ أو محشو . في كلتا الحالتين الخطوة تتم أن تنفذ عند ضغط التصنيع (200-250 ضغط جوي) ومحلول الكاربامات القوي الناتج يحول مباشرة إلى وحدة تصنيع اليوريا بينما الغاز المغسول يذهب إلى وحدة تصنيع NH_3 . إن الميزات المكافئة لهذا الاندماج واضحة . وهي تمثل الخطوة الأساسية لاستهلاك الطاقة في تنقية غاز تصنيع الأمونيا والتي فيها بخار CO_2 يُمتص في مذيب ومن ثم يمج لتحرير CO_2 الذي يجب عندئذ أن يعاد ضغطه للاستعمال في وحدة اليوريا .

النقطة الأساسية الهامة الأخرى الاندماج هي في استخلاص الأمونيا من Loopعقدة التصنيع . في وحدة الأمونيا التقليدية الغاز الخارج من محوّل الأمونيا والحاوي على حوالي % 14 من NH_3 يبرد لتكثيف NH_3 إلى سائل وهكذا يتم فصلها عن N_2 و H_2 غير المتفاعلين . في عملية SNAM المتكاملة يتم امتصاص NH_3 في الماء في ماص ذو Falling-Film منتجاً محلول حاوياً % 80 NH_3 و % 20 من H_2O الذي يذهب إلى مرحلة امتصاص CO_2 . تسيلُ وتميع الأمونيا وتخزين الأمونيا السائلة يتم تجفيفهما . هذه المرحلة أيضاً تنجز أو تتم عند ضغط مرتفع 200 ضغط جوي أو أكثر .

إن الوصف أعلاه لعمليات اليوريا ، الأمونيا المتكاملة قد بُسّط وسُهل كثيراً ، إن وصفاً أكثر كمالاً لعملية SNAM قد أعطيت من قبل Lagana و Zardi و Lagana . المؤلفون يزعمون أن% 15 توفيراً في كلفة الاستثمار و% 17 توفير في المواد الخام وتكاليف الانتفاع والاستفادة للعملية المتكاملة مقارنة مع وحدات اليوريا وNH_3 المنفصلة . ولكنه ليس هناك وحدات على مدى واسع قد تمَّ بناءها ولذلك فإن كمية محددة من المخاطرة والمجازفة يتم شملها في أثناء قياس تدريجي للعملية . Snampragetti تري أنه لاوجود لأية صعوبة أساسية في تدرج العملية حتى لطاقة 2,000 طن يومياً من اليوريا . من جانب آخر ، الشركة تقترح أن وحدات اليوريا الأمونيا المتكاملة الصغيرة لطاقة إنتاجية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تصل إلى 150 طن يومياً اقتصادية أكثر من مصانع اليوريا الكبيرة (1500 طن / يوم). بالرغم من أكثر 10 من الوحدات الصغيرة سوف تكلف حوالي 13 % أكثر من وحدة ضخمة وكبيرة . هذه الميزة السيئة سوف يتم معادلتها بواسطة توفير في تكاليف وأسعار التسويق وكذلك في معدات وتجهيزات الأساس . إن الحالة الخاصة بإبطال مركزية المنتج في الوحدات الصغيرة قد تم وضعها من قبل الآخرين ولا تعتمد بالضرورة على عملية اليوريا– الأمونيا المتكاملة . ولكن سوف يكون هناك ميزة واضحة في استعمال بعض من التصاميم القياسية وذلك إن بنيت مصانع صغيرة متعددة .

هناك بعض المساوئ في دمج عمليتين وذلك بسبب فقدان المرونة . لا مصنع اليوريا ولا مصنع الأمونيا يمكن أن يشتغل بشكل مستقل . وحتى في مجموعة متشابكة من اليوريا والأمونيا والتي تتألف من وحدات يوريا وأمونيا منفصلة ومستقلة هناك بعض المشاكل من الاعتماد المشترك المتبادل . وانقطاع أو توقف تشغيل مصنع وحدة الأمونيا يجبر إلى إغلاق وحدة اليوريا بسبب نقص في CO_2 . وحدة الأمونيا يمكن أن تستمر بالتشغيل عند تغلق وحدة اليوريا طالما تتوفر إمكانية تخزين الأمونيا أو عندما يكون هناك مخرج آخر(استعمال أو بيع) . وهو أمر أو فرض هندسي ذلك بأن عمليتين (أو عدة عمليات) تكونان بشكل مشترك معتمدة بعضها على بعض ، والطاقة الإنتاجية الفعلية الاندماج هو الطاقة الإنتاجية الفعلية العمليات الفردية . فمثلاً إن كان مصنع اليوريا ومصنع الأمونيا كل منها له طاقة إنتاجية فعلية تصل إلى 90 % فإن الطاقة الإنتاجية الفعلية للوحدتين المتكاملتين سوف تكون $0.90 \times 0.90 = 0.81$ أو 81 % .

عندما جزء من الأمونيا يجب أن يستعمل لمنتجات غير اليوريا أو عندما مواد تلقيم الأمونيا لها نسبة H : C مرتفعة أكثر من المطلوب أو اللازم لإنتاج اليوريا فإنه سوف يكون هناك زيادة من CO_2 فوق ذلك اللازم لإنتاج اليوريا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عمليات الأمونيا– اليوريا المندمجة يمكن أن تعدل لمواجهة هذه الشروط ولكن على حساب خسارة جزء من الميزات المفترضة .

عمليات نهاية اليوريا : Urea Finishing Processes

عمليات تصنيع اليوريا المدروسة في الجزء السابق تعطي وتقدم محلول مائي يحتوي على حوالي 75 % من اليوريا . المحلول يمكن أن يستعمل مباشرة لتحضير محاليل أسمدة النتروجين (انظر الفصل X) . كما يمكن أن تستعمل أيضاً لتحضير الأسمدة المركبة المحببة في الفصل (XIX) على الرغم من أن التركيز عادة يكون مفضلاً ومرغوباً لهذا الغرض .

طرق إنتاج اليوريا الصلبة تتضمن التقشر Flaking والتكور Prilling والتحبب والتبلور و اندماج التبلور متبوعا بالانصهار أو التبشر أو التحبب .

التقشير يتم بواسطة تبخير المحلول إلى نقطة الانصهار (أقل من 1 % من H_2O) ومن ثم تصلب الصهارة على سطح معدني مبرد مثل محوِّل Sandvik . إن المصهور المتصلب يتكسر إلى ندفات رقيقة ، وهذه وسيلة تقليدية لإنتاج مادة صلبة وقاسية معدة للشحن أو أن يستعمل المنتج في عمليات صناعية أو في محاليل . قشور اليوريا لا تستعمل مباشرة للأسمدة . التبلور الخوائي قد درس بشكل مختصر تحت عنوان تشكل البيوريت . عملية التبلور مشابهة لتلك التي درست تحت عنوان كبريتات الأمونيوم الفصل (VIII) ، البلورات تفصل عن السائل الأم بواسطة الطرد المركزي وتجفف عادة في مجفف Fuel-Fire دوَّار . في بعض البلدان اليوريا البلورية تعبأ وتوزع من أجل الاستعمال كسماد ، ولكنها ليست مقنعة جداً لهذا الاستعمال بسبب الحجم الصغير للبلورات التي تؤدي إلى التجبّل Caking . اليوريا البلورية قد تستعمل أيضاً لتحضير محاليل الأسمدة للتسميد الورقي Foliar أو من أجل أغراض غير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تسميدية . بخصوص التسميد الورقي فإن محتوى من البيوريت المنخفض هو ميزة نوعية وخاصة للمحاصيل مثل الحمضيات التي تعتبر حساسة للبيوريت .

التكور Prilling :

حتى وقت قريب كل اليوريا الصرفة قد حضرت تقريباً لاستعمال الأسمدة بواسطة التكور وهذا العملية لاتزال المستعملة بشكل واسع . عملية التكور شبيهة لتلك المدروسة في الفصل VIII تحت عنوان نترات الأمونيوم ، إن نسبة 75 % من محلول اليوريا تبخر إلى مصهور وتكّور باستعمال واحدة من أدوات تشكل القطرة .

1- رشاش يتألف من عدد من الأنابيب بثقوب فيها أو

2- قادوس دوار مثقب عادة على شكل مخروطي .

بشكل متناوب مصهور اليوريا قد يتشكل بواسطة اليوريا المبلورة المصهورة.

إن القطرات المتشكلة بالتكور تبرد وتصلب عندما تسقط خلال تيار هوائي صاعد ، اليوريا لها نقطة انصهار منخفضة أكثر من نترات الأمونيوم أو المواد التسميدية الأخرى القابلة للتكور . ولذلك فإن زمنا طويلا يكون لازماً للتصلب لنفس الحجم من الكرات أو في برج التكوير ذو الارتفاع المعطى . قد يُحتاج إلى كرات أصغر . عملياً كرات اليوريا بشكل عام أصغر من كرات نترات الأمونيوم وبشكل ملحوظ أصغر من الحجم العادي للأسمدة المحببة .

اليوريا المكورة أيضاً أضعف من اليوريا المحببة في كل من قوة التحطم والسحق والمقاومة للتآكل , وذلك كما هو موضح بالبيانات التالية من TVA التي تظهر أيضاً تأثيرات حجم الدقيقة وإضافة الفورمالدهيد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Crushing Strength of Prilled and Granular Urea

Type of Urea	Crushing Strength, kg -7 +8 mesh (-2.74 +2.36 mm)	-8 +9 mesh (-2.36 +1.98 mm)	-9 +10 mesh (-1.98 +1.65 mm)	Increase of -16 Mesh in Abrasion Test,[a] %
Products Without Formaldehyde Additive				
Prilled urea	1.20[b]	1.0	0.7	20
Granular urea, spray drum		(No data available)		
Granular urea, TVA pan	1.6	1.2	0.9	2
Products With Formaldehyde Additive (0.3%-0.4% HCOH)				
Prilled urea	1.4[b]	1.0	0.9	10
Granular urea, spray drum	3.3	2.5	2.1	<1
Granular urea, TVA pan	2.4	2.0	1.6	1

a. The resistance to abrasion is determined by measuring the increase in minus 16-mesh (0.99 mm) fraction after the material has been rolled for 5 minutes with steel balls.
b. This fraction is extremely minor (usually less than 5%) in prilled urea; most of the particles are smaller.

وبالإضافة للقوة المعتدَّلة لليوريا المحببة لها ميزة ليونة عظيمة في حجم الدقيقة وأي حجم مرغوب يمكن أن يصنع على الأقل في مدى 1.5 إلى 15.0 ملم . على سبيل المثال حجم مماثل من KCl أو DAP المحبب (1.5-3.3 ملم أو 2.5-4.0 ملم) يمكن أن ينتج من أجل المزج السائب (الدكمة) أو أن حجماً أكبر (6-10) ملم يمكن أن ينتج من أجل التسميد الحراجي الجوي أو من أجل استعمالات خاصة أخرى مثل التسميد بالغمر Flooded في حقول الرز . هناك ميزة أخرى للتحبب فوق التكور وهي السهولة اليسرى الكبيرة للتحكم بالدخان والغبار , والتي قد ذكرت تحت عنوان (نترات الأمونيوم) الفصل VII .

إن ميزات التحبب فوق التكور هامة بشكل كافي بحيث أن معظم مصانع اليوريا الحديثة في الولايات المتحدة وكندا قد استعملت التحبب , وتسهيلات التحبب قد أضيفت إلى بعض المصانع الأقدم التي استعملت سابقاً التكور . استعمال تحبب اليوريا في بعض البلدان الأخرى قد تم التخطيط له . الطاقة الحالية لليوريا المحببة هي من نظام 2,5 مليون طن سنويا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الوصف التالي لعملية تحبب اليوريا مأخوذة بشكل رئيسي من تقرير IFDC . هناك ثلاث من العمليات التي أنتجت اليوريا المحببة في الوحدات المعايّرة اقتصادياً ، وهي :

1- عملية التحبب بدارة اسطوانة الرش المقدمة من قبل C & I و Girdler .

2- عملية التحبب الوعائي لـ TVA .

3- عملية التحبب الوعائي لـ Norsk Hydro .

بالإضافة إلى أن هناك عمليتان إضافيتان واللتان تعتبران معروفتان من أنهما قيد الاستعمال التجاري وأثبتتا قابلية إمكانية تنفيذها على مدى ضئيل وهما عملية الاسطوانة الدوارة لـ Fison وعملية التحبب ذات الطبقة المتدفقة والتي درست من قبل شركات متعددة في اليابان ، إيطاليا ، فرنسا .

عملية التحبب الوعائي لـ TVA : TVA Pan Granulation

إن جهاز التحبيب الشامل المنحدر قد وُضح من قبل TVA عند 7.7 طن لكل ساعة وهي طاقة وحدة محلول اليوريا لـ TVA . عملية التحبب وإعادة الدوران الداخلية أو عمل التنسيق في الوعاء قد وضعت من قبل Waggoner و Mc Camy و Young . الشكل 7 هو رسم تخطيطي لهذه العملية . إن التغذية للعملية تتألف من اليوريا المنصهرة من جرف هوائي وقرص دوار ومبخر فلمي متساقط .

المصهور عند تركيز أكثر من 99 % ودرجة حرارة تصل إلى 141° درجة مئوية يضخ من أسفل المبخر إلى مرشات متعددة ومضاعفة فوق طبقة الأجسام الصلبة المتحركة في جهاز التحبيب .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

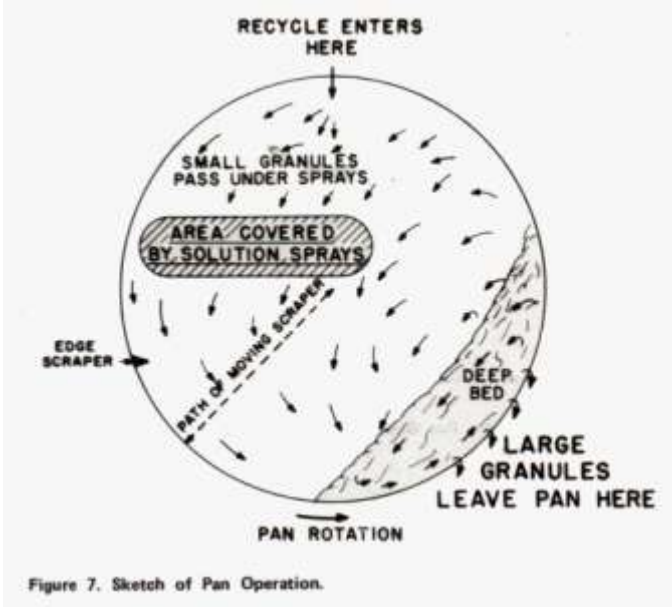


Figure 7. Sketch of Pan Operation.

مع تركيب وتحديد الموضع المناسب لفتحات الرش ذو المخروط المجوف والتي تغذي المصهور وكذلك مع التوزيع المناسب للحجم الصغير المعاد الدوران على سطح الوعاء ، المصهور يتصلب في طبقات مستوية على الحجم الصغير في المنطقة العليا من الحوض المسطح . عندما تصل الجسيمات الدقيقة إلى الحجم الملائم بواسطة عملية الترقيد أو عملية سلخ قشر الطمي (التورق الرقيق الشفاف) ، هذه الجسيمات تفرغ بواسطة فعل التنسيق الطبيعي للحوض المسطح قبل أي كمية ممكن تقديرها للحجم الأكبر من المعتاد يمكن أن يتشكل .

الحوض المسطح يمكن أن يدار على محور في إما باتجاه حركة عقارب الساعة أو باتجاه معاكس لحركة عقرب الساعة . إن حجم وشكل الجسيمات الصغيرة يتأثران بالسرعة الدورانية وانحدار أو ميل الحوض المسطح . الميزات الحرجة للتشغيل الأفضل لحوض التحبيب تتضمن الانحدار (الميل) والسرعة الدورانية وتوضع المرشات ودرجة حرارة المادة المعادة الدوران .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TVA قامت بدراسات حول وحدة تجريبية اختباريه لكل من درجة الحرارة المرتفعة والمنخفضة لطرق تحبيب اليوريا في حوض التحبيب ، في عملية التحبب ذات درجة الحرارة العالية ، درجة حرارة الطبقة تحفظ فقط عند بضع درجات دون درجة حرارة التبلور لمصهور التغذية (132°) م .

تم إنجاز هذا بضبط وتنظيم درجة الحرارة والكمية المعادة الدوران . وعندما كانت درجة حرارة إعادة الدوران (49-57) درجة مئوية فإن إعادة الدوران من أجل التغذية لنسبة 1.0-1.5 كانت لازمة ومطلوبة . التحبب الأمثل تم حصوله عندما درجة حرارة للحوض ثم الاحتفاظ بها عند درجة حرارة (107-121) درجة مئوية . في هذا النموذج من تشكيل الحبيبات التي تعتبر طرية وهي حارة ونحصل على شكل كروي بواسطة دوران الحوض . إن ميزة الدرجة الحرارة العالية للتحبب هي أن الحبيبات أقوى من تلك المصنوعة بطريقة درجة الحرارة المنخفضة . الميزة السيئة هي أن انقلاب في جهاز إعادة الدوران يمكن أن يسبب الطبقة في الجهاز لأن تنصهر وتوقف التشغيل

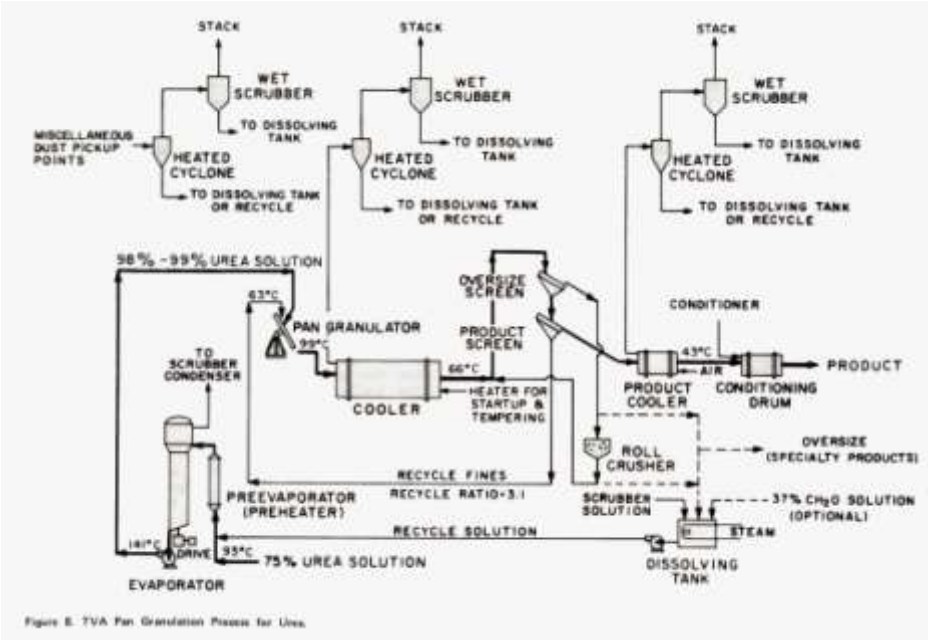


Figure 8. TVA Pan Granulation Process for Urea

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التحبب ذو درجة الحرارة المنخفضة يستعمل من قبل TVA في وحدة Demonstration Scale . الشكل (8) هو رسم توضيحي للخطوات المتبعة الأساسية في عملية الإنتاج لهذه العملية . درجة حرارة الطبقة bed قد حفظت عند 93-102 درجة مئوية والتي هي بشكل أساسي أدنى من درجة حرارة الانصهار التي هي 132 درجة مئوية . المادة الناتجة من المحبب تنساب إلى مبرد دور حيث تخفض درجة الحرارة إلى تقريباً 66 درجة مئوية قبل عملية الغربلة . إن ناتج تصريف المبرد يغربل إلى حبيبات فوق الحجم العادي وبحجم عادي ودون الحجم . الحبيبات التي هي فوق الحجم المعتاد تسحق وتعاد إلى جهاز إعادة الدوران أو أنها تحل وتعاد عبر جهاز محلول التنقية , الحبيبات التي هي دون الحجم المعتاد تعاد إلى جهاز التحبيب ويعاد دورانها .

TABLE 1. TYPICAL OPERATING DATA--UREA PAN GRANULATION

Production rate, tph	7.65
Pan granulator	
Speed, rpm	18 to 19
Slope, degrees	60
Number of sprays	10
Urea, 75% solution from plant	
Temperature, °C	93
Concentrated melt to granulator	
Temperature, °C	141
Concentration, %	98.5-99.5
Granulation	
Recycle temperature, °C	60
Recycle ratio, kg/kg of product	2.5 to 3.0
Granulator temperature, °C	93-102
Cooler temperature, °C	43
Product chemical analysis, %	
Total N[a]	45.5
Biuret	1.1
H_2O (Karl Fisher)	0.1 to 0.2
Conditioner, %	
Oil-wax mixture	0.3
Clay	0.7
Screen analysis, % (Tyler screen)	
+6 mesh (+3.3 mm)	0
-6 +10 mesh (-3.3 mm +1.7 mm)	85
-10 +16 mesh (-1.7 mm +0.99 mm)	15
-16 mesh (-0.99 mm)	0

a. In recent operation, the oil-wax plus clay conditioner has been omitted and about 0.35% formaldehyde added; the total N content of the product is 46%.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المنتج الناتج من الغربال تذهب إلى مبرد حيث تنخفض درجة الحرارة إلى أقل من 43 درجة مئوية . والاسطوانة يتم تأمينها من أجل تغطية المنتج بالزيت والطين . ولكن في الوقت الحالي 1978 التغطية لم تعد تستعمل ، بدلاً من ذلك فالمنتج بإضافة 0.3-0.4 % من الفورمالدهيد والتي تزيد القوة والمتانة ومقاومة التآكل للحبيبات التي تخفض من تشكل الغبار. البيانات التشغيلية المطابقة موضحة في الجدول (1) .

عملية Norsk Hydro Pan :

طورت شركة Norsk من النرويج عملية ذات درجة حرارة مرتفعة خاصة بحوض تحبيب للأسمدة بما في ذلك اليوريا ، العملية قد سميت بتحبب الحوض ذو درجة الحرارة المرتفعة (HTPG) . إن وصفاً ودراسة للعملية قد أعطي من قبل Skauli. O . العملية تستخدم محبب مسطح ذو تصميم تقليدي . ولكن بما أن العملية تشتغل عند درجات حرارة قريبة جداً من درجة حرارة التبلور ، لذا فإن التحكم والضبط لمقاييس الباروميتري للحوض يكون ضرورياً . التحكم الأولي هو توضع النقطة التي عندها يتم إعادة دوران المواد الصلبة عندها إلى الحوض . أفادت Norsk Hydro أن 80 % من المادة في مصرف الحوض تكون ضمن الحجم المعتاد (2-4) ملم وبأن نسبة إعادة الدوران (صلبة إلى مصهور) هي حوالي (1) . الجسيمات الدقيقة هي أقسى وأصلب بثلاث مرات من الكريات من نفس الحجم وهي جيدة الصفات للتخزين والتداول .

الشكل (9) هو بيان مبسط بخطوات العملية ، الأجسام الدقيقة المنصهرة والمعادة الدوران والتي هي دون الحجم المعتاد تضاف إلى الحوض. الأجسام التي هي ضمن الحجم المعتاد تفرغ من الحوض إلى اسطوانة تلميع Polishing drum ومن ثم إلى مبرد الذي يمكن أن يكون إما من نموذج الطبقة Fluid-bed أو نموذج دوَّار . إن ناتج تصريف المبرد يغربل لفصل الأجزاء التي هي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ضمن الحجم المعتاد , عن تلك التي دون الحجم المعتاد , والتي هي فوق الحجم المعتاد المادة . التي هي فوق الحجم المعتاد تسحق ويعاد دورانها إلى الحوض مع المواد التي هي دون الحجم المعتاد والغبار من جهاز التحكم وضبط الغبار . على الرغم من أن هذه التقنية قد استعملت لتقديم نترات أمونيوم محببة على أساس رتبة تجارية ، اليوريا قد أنتجت فقط على مستوى محطة اختباريه ، ولكن المصانع التي يتوجب عليها الإنتاج على مستوي تجاري قد تم الإعلان عنها .

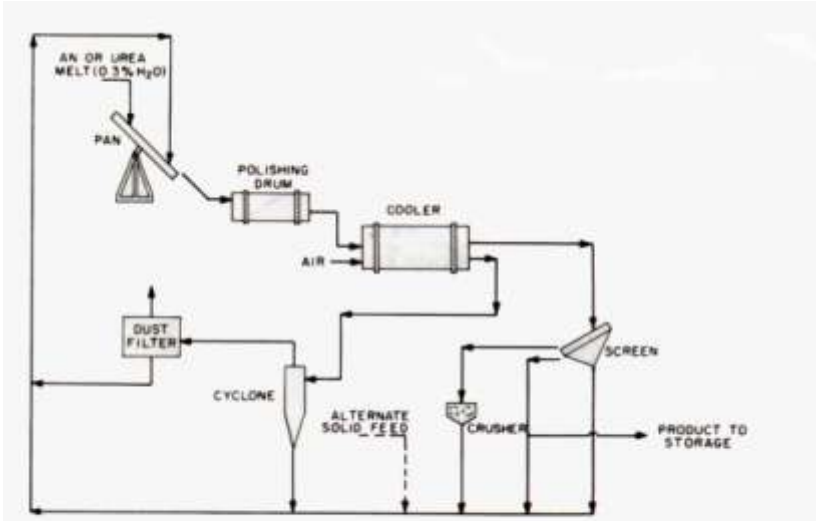


Figure 9. Norsk Hydro Pan Granulation Process for Urea or Ammonium Nitrate.

عملية التحبب الكروي لـ CFL Girdler :

إن المكوّرSpherodizer والذي هو عملية جهاز التحبيب الأسطواني الخاص ، مصمم لتجنب مشاكل نموذج الطبقة للتحبيب . إن تكيف المكوّر لعملية تحبيب مصهورة قد طورت من قبل Cominco(كندا) والتي تملك براءة الاختراع وامتياز الاستثمار الأصلي مع C & L Girdler وذلك كمرخص مجاز وحيد من أجل العملية . العملية قد تمَّ إثباتها تجارياً بطاقة 5,600 طن يومياً ,

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إما من طاقة منشأة حديثاً أو معلنة حديثاً بالإضافة إلى ثلاثة مصانع أصلية قد بنيت في كندا . أربعة مصانع أخرى بطاقة إجمالية تصل إلى 4,050 طن يومياً قد تم هندستها في الوقت الحاضر . الأسمدة المركبة المكورة قد أنتجت بداية في عام 1958 أما إنتاج اليوريا المحببة ونترات الأمونيوم المحببة قد تم في عام 1965 .

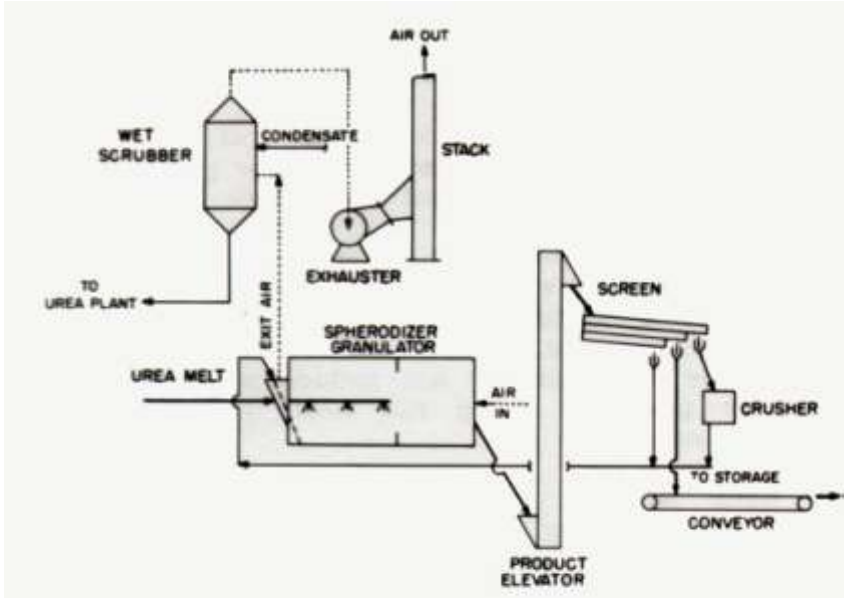


Figure 10. C&I Girdler Urea Spherodizer Process.

إن مخططاً لخطوات عملية الإنتاج المبسط قد أعطي في الشكل (10) . اليوريا المنصهرة ترش في داخل اسطوانة دوَّارة نحو الطبقة المتموجة للجسيمات الصلبة . وكنتيجة لفعل اللف والدوران فإن تغطى بغطاء رقيق من السائل وبشكل تدريجي تبنى إلى حبيبات كروية صلبة , هواء التبريد يسحب خلال التيار المعاكس للأسطوانة إلى مجرى تدفق الحبيبات . الغبار المزال بواسطة هواء التبريد يجمع في نازع رطب ذو نمط ارتطام والسائل يعاد دورانه إلى قسم التركيز من وحدة اليوريا . بعد التبريد الحبيبات تجري إلى قسم غربلة تقليدي من أجل فصل الحبيبات التي هي ضمن الحجم المعتاد أو دونه أو فوقه .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحبيبات فوق الحجم المعتاد تسحق وتعاد من أجل إعادة الدوران وذلك مع الحبيبات التي هي دون الحجم المعتاد ، يعامل المنتج ذوالحجم المعتاد بواسطة مكيف إذا رغب بذلك وتنتقل بعد ذلك إلى التخزين . بيانات التشغيل المطابقة موضحة في الجدول (2) من أجل إنتاج اليوريا بواسطة عملية التكوير عند نسبة إنتاج تصل إلى 300 طن يومياً ونسبة إعادة دوران تصل إلى (2) .

TABLE 2. TYPICAL OPERATING DATA--UREA SPHERODIZER GRANULATION

Melt temperature, °C	138
Melt concentration, %	99.3
Moisture in product, %	0.06
Air inlet temperature, °C	10
Production rate, tpd in 14-foot (4.27 m) diameter drum	300
Recycle ratio (recycle/product)	2
Product temperature, °C	43

عملية اليوريا المحببة لـ Fisons :

قامت شركة Fisons من المملكة المتحدة بتشغيل محطة تجريبية لإنتاج اليوريا المحببة في جهاز تحبب أسطواني دوّار ، وحسب ما ورد في الورقة الحديثة فإن محلول اليوريا بتركيز أعلى من 99 % من وحدة التبخير التقليدية ترش في جهاز التحبيب حيث تلامس تياراً معاد الدوران من الأجزاء الدقيقة . نسبة إعادة الدوران هي من 3-2 كغ/ كغ من المنتج . التحبب يحدث عند درجة حرارة عالية ومحتوى رطوبة منخفض . بعد التحبب تنساب المادة إلى مبرد الذي يمكن أن يكون اسطوانة دوّارة أو ذو نموذج طبقي حيث تزال بعضاً من الرطوبة ودرجة حرارة الماء تخفض وتنقص . في العملية لا يستعمل أي مجفف بعد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التبريد ، المادة تغربل وتسحق حيث الحبيبات التي فوق الحجم المعتاد والدقائق تعاد إلى الحبيب ، الغبار الناتج عن الجهاز يسترد بواسطة التنقية الرطبة وتعاد إلى خطوة تركيز اليوريا . ما قدمته Fisons كان ملائماً لتصميم وتشغيل المصانع التي تزيد طاقتها الإنتاجية على 1,000 طن يومياً اعتماداً على العملية .

التحبب بالطبقة المتدفقة : Spouted - Bed Granulation

كما ذكر سابقاً فإن التحبب الطبقي المتدفق قد درس بشكل اختباري في العديد من البلدان ويعتقد بأنه سوف يكون قيد الاستعمال التجاري في اليابان من أجل تحبيب الأسمدة المركبة الفصل (XIX) . وبينما الطريقة ليست معروفة لأن تكون ضمن الاستعمال التجاري لتحبيب اليوريا فإن إمكانية تطبيق تحبيب اليوريا بهذه الطريقة قد تم توضيحه في المحطة الاختبارية . وهناك ورقة أخرى حديثة توضح وتشرح العملية .

التحول من التكوير إلى التحبيب :

Conversion from Prilling to Granulation

المصانع الموجودة والمعدة للتكوير قد تتحول باستعمال اليوريا المكورة كجزء من التغذية لوحدة التحبب باستبدال جزء من إعادة الدوران . في هذه الحالة وحدة التحبيب تعمل لأن يتم توصل حجم الكرات إلى المستوى المطلوب وذلك بواسطة الطبقة . هذا التعديل قد توضح عملياً بعملية التحبب للحوض المسطح الخاص بـ Norsk ويمكن أن تستعمل مع عمليات تحبيبية أخرى .

استرداد الغبار والدخان : Dust & Fume Recovery

إن جزءاً من القرار لإنتاج يوريا محببة لا يشتمل فقط على اختيار للعملية بل على اختيار لطريقة استرداد الغبار . عملية TVA تستخدم أجهزة غسل الغاز الرطبة ذات نموذج ارتطام والتي ركبت سابقاً من أجل عملية أخرى . عملية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التكوير عادة ما تستخدم الغسل الرطب . ولكن التجمع والتراكم الجاف ومرشح الكيس يمكن أن يستعملا إما في عملية التحبب ذات الحوض المسطح أو عملية التحبب ذات الاسطوانة . ومرشحات الكيس عادة تستلزم صيانة أكثر من أجهزة الغسل الرطبة ولكنها تجعل مستوى الدقائق أقل ما يمكن في المدخنة . إن جهاز الغسل الرطب الحديث قد تم تضمينه واشتماله في خطوات العملية الخاصة بعملية TVA ، والشكل (8) يوضح ذلك . إن جهازاً منفصلاً يستعمل لكل واحد من المبردات وآخر لجهاز تحكم وضبط الغبارغير الثابت . وكل واحد يتألف من سيكلون مسخن , وجهاز غسل غاز رطب , ومضخة الدوران , ونوافخ ، وصهريج سائل ، والغاز الناتج عن أجهزة غسل الغاز الثلاثة يهوى إلى مدخنة عادية . الغبار الخارج من السيكلونات (الدوامات) ينحل في سائل غسل الغاز . سائل غسل الغاز يجمع ويلقم ثانية إلى قسم التركيز . وكنوع من التغيير والتبديل صهريج السائل والمضخة يمكن أن تكون عادية بالنسبة للأجهزة الثلاثة .

وهناك اعتبار وأمر هام يجب أخذه بعين الاعتبار في أثناء تصميم جهاز جمع الغبار ألا وهو المرونة للسماح إما بالذوبان أو بالانحلال للغبار المتجمع الجاف أو إعادته جافاً إلى جهاز التحبيب . ولا واحدة من عمليات التحبب يمكن أن تشتغل بشكل جيد إن كان هناك نسبة كبيرة من الغبار في عملية إعادة الدوران . ولذلك يبدو من الضروري أحياناً أن ينحل الغبار من السيكلونات المخروطية ومرشحات الكيس والحبيبات التي هي تتجاوز الحجم المعتاد والمسحوقة وتلقيمها ثانية كسائل إلى قسم التركيز . إن جهاز التركيز يجب أن يحتوي على طاقة إضافية مصممة فيها وذلك منذ البداية .

تأثير عملية الإنهاء على محتوى البيوريت :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Effect of Finishing Process on Biuret Content

العديد من الباحثين وجدوا أن البيوريت لا تتشكل في كميات يمكن كشفها خلال عملية التكوير أو التحبيب بحد ذاتها ولكنها تتشكل خلال تحضير المصهور فيما إن تم بواسطة تبخر لمحلول أو بواسطة انصهار اليوريا البلورية . كذلك تستمر البيوريت في التشكيل في المصهور كلما بقيت لفترة طويلة في حالة منصهرة . عمليا إعادة دوران اليوريا والدخان إلى مرحلة التبخير تسبب زيادة محتوى البيوريت . من المحتمل أنه هناك الكثير من المادة المعادة الدوران في عمليات التحبب أكثر من التكوير . اليوريا المحببة المنتجة في مصانع الولايات المتحدة تصل إلى معدل حوالي 1.5 % من البيوريت. وليس هناك معلومات حديثة عن محتوى البيوريت لليوريا المكورة في الولايات المتحدة ، ولكن التحاليل لبعض العينات تشير إلى مستوي يبلغ 1.5-1.6 % . المحتوى المنخفض من البيوريت لا يعتبر ذو أهمية ولذلك فإن مجهوداً خاصاً يبذل لضبطها والتحكم بها عند مستوى منخفض ، وبما أنه ليس هناك إنتاج تجاري معروف لليوريا المحببة في بلدان أخرى غير الولايات المتحدة ، فإن المقارنة هنا غير واردة أو متاحة .

إلى جانب ذلك فإن Norsk Hydro صنعت يوريا محببة حاوية فقط على 0.56 % من البيوريت في وحدة تجريبية للتحبيب بالحوض . وبشكل مماثل فإن اليوريا المحببة ذات نسبة البيوريت المنخفضة يمكن أن تنتج بواسطة إظهار عناية كافية في تخفيض زمن الاستبقاء في مرحلة التبخر ومعالجة المصهور وكذلك بواسطة إعادة دوران محلول جهاز غسل الغاز المسترد والدقائق إلى مرحلة التصنيع أو إلى مرحلة التبلور بدلاً من خطوة التبخير .

وكما ذكر سابقاً فالمنتج ذو نسبة البيوريت المنخفض ينتج بواسطة التبلور الفراغي لليوريا متبوعاً بتجفيف للبلورات وبعد ذلك إعادة صهرها من أجل عملية التحبب أو التكوير . ولكن كلفة رأس المال لمصنع لليوريا مستعملاً بذلك خطوة البلورة هي بشكل أساسي أكبر وأضخم من تلك لمصنع يستعمل طريقة التبخير .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وخلاصة القول إنتاج اليوريا المحببة ذات البيوريت المنخفضة قد تم إيضاحها في محطة اختباريه ولكن ليس في عملية تجارية كبيرة . ولكن ليس هناك سبب واضح لافتراض أن اليوريا المحببة سوف تحتوي بالضرورة الكثير من البيوريت من اليوريا المكورة .

الكلفة النسبية لعملية التحبب والتكوير :

Comparative Cost of Granulation & Prilling

إن الكلفة النسبية لطرق التكوير والتحبب المتعددة تعتمد على مقياس التشغيل ، إن إنتاج ما مقداره 1,800 طن يومياً هو أمر ممكن تنفيذه في وحدة تكوير مفردة , بينما عملية التحبب في جهاز التحبيب ذو اسطوانة الرش قد حددت إنتاجها إلى 300 طن يومياً وذلك بسبب الصعوبات في صنع ونقل وحدات أكبر وأضخم . إن اسطوانة الرش القياسية للتحبب المصهور لليوريا هو 3.6 م في القطر . إن الحد الأعلى لأجهزة التحبب ليست معروفة بشكل دقيق ولكن ما مقداره 600 طن يومياً معروف بأنه ممكن تنفيذه بالنسبة لـ 4,3 م قطر الحوض المسطح . حد الطاقة الإنتاجية الأعلى للأنماط من أجهزة التحبيب هي نظرية بالرغم من أن Fisous قد قدمت طاقة إنتاجية تزيد عن 1,000 طن يومياً وذلك في وحدة تحبيب ذات اسطوانة مفردة .

إن كلفة برج التكوير تزداد بشكل معتدل نسبياً مع الطاقة الإنتاجية ، بينما مع أنماط ونماذج أخرى من أجهزة التحبيب فإن نسبة الزيادة في الكلفة مع الطاقة الإنتاجية تكون عادة أكبر وأضخم وخصوصاً إن كان هناك حاجة لوحدات متعددة مضاعفة . المقارنة تتعقد أيضاً بواسطة معدات وتجهيزات استرداد الدخان والغبار ، حيث أن متطلبات اللقاء الشديد تكون غالية وباهظة مع التكوير أكثر مع التحبب . وهكذا من أجل وحدة صغيرة طاقتها الإنتاجية 300 طن يومياً ، فإن معدات التحبب تكون أقل كلفة أكثر من التكوير وخصوصاً إن كان لازماً

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وضرورياً تحكم جيد بالغبار . بالنسبة للوحدات الكبيرة الطاقة 1,200 طن يومياً فإن وحدة التكوير من المحتمل أن تكلف رأس مال منخفض .

قارن Ruskan نفقات التحبب في الحوض المسطح والتحبب في اسطوانة الرش على مستوى طاقة 600 طن يومياً . تكاليف التشغيل المقدرة والتي تنطبق فقط على خطوة التحبب والتكوير كانت :

	Estimated Operating Cost, $/ton of Urea[a]	
	Without Capital Costs	With Capital Costs[b]
Spray-drum granulation	5.61	13.85
Pan granulation	3.96	9.55
Prilling with scrubbing	3.50	8.69
Prilling without scrubbing	2.80	6.88

a. Taken from Ruskan, converted to metric tons (20).
b. Capital-related costs include depreciation, return on investment, and interest on working capital.

تكاليف الاستثمار في عام 1976 الخاصة بالحالات الأربعة السابقة كما قرأت بشكل تقريبي من قبل Ruskan لوحدات طاقتها الإنتاجية 600 طن يومياً هي كالتالي :

Spray-drum granulation	$4.2 million
Pan granulation	3.0 million
Prilling with scrubbing	2.5 million
Prilling without scrubbing	2.1 million

قارن Waggoner التحبب ذو الحوض المسطح بعملية التكوير وعند مدى تصل إلى 400 طن قصير(363 طن متري) / يومياً فإن كلفة استثمار رأس المال كانت تقريباً نفسها 2 مليون دولار وكلفة الإنتاج بما في ذلك ثمن وكلفة رأس المال كانت 1.36 دولار/ طن متري أي أعلى بالنسبة لعملية التحبب وعند 900 طن متري / يومياً بلغت تكاليف الاستثمار 3.9 مليون دولار من أجل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التحبب بالحوض المسطح مقابل 3.1 مليون دولار من أجل التكوير . تكاليف الإنتاج كانت 2.13 دولار / طن , وهي أعلى بالنسبة التحبب بالحوض المسطح . كانت التقديرات تعتمد على تجمع وتراكم الغبار الجاف من أجل التحبب بالحوض المسطح والذي كان يعتقد بأنه يمكن أن يؤمن ويزود تحكم وضبط بالتلوث دقيق بينما بالنسبة للتكور فإن التقديرات لم تتضمن التنقية وغسل الغاز ولذلك فمن المحتمل أنها تواجه معايير ضبط التلوث الأمريكية .

كل المؤلفين والباحثين توصلوا إلى نتيجة مفادها أن الاختلاف في تكاليف التشغيل ورأس المال كانت نسبة صغيرة من الكلفة الإجمالية لإنتاج اليوريا وميزات الصفات الفيزيائية للمنتج المحبب في الحوض المسطح المتزايدة في اختيار حجم الجسيمات سوف تعلل وتبرر الكلفة الإضافية (إن وجدت) للتحبب ذو الحوض المسطح . إن نفس النتيجة العامة تنطبق على التحبب ذو اسطوانة الرش . بالرغم من أن كلفة أعلى من تلك من التحبب ذو الحوض المسطح (التجربة الشائعة والرائجة مع العملية قد أدت بالكثير من المصنعين والمنتجين لأن يتبنوها) .

التكييف : Condition

اليوريا الحبيبية أو الكروية يمكن أن تسوق بدون معالجة تكييفية في بعض المناطق ولكنها أحياناً تعالج وتعامل بمكيف لتحسين متانتها وقوتها الفيزيائية وتزيد مقاومتها ضمن التجبّل . إن المعالجة التكيفية الأكثر شهرة في الوقت الحالي هي إضافة الفورمالدهيدات إلى المحلول المركز تماماً قبل التكوير أو التحبب . الكمية المضافة عادة ما تكون 0.3-0.4 % فورمالدهيد قد يضاف على شكل محلول مائي بتركيز 37 % أو كمحلول حاوي على : 59 % من فورمالدهيد ، 26 % يوريا و15% ماء . المحلول الأخير يدعى بناتج التركيز 85 UF . كلا المحلولين يكونان متوفرين في عربة صهريج في الولايات المتحدة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وربما في بلدان أخرى . إن التكييف بالفورمالدهيد تزيد قوة ومتانة الكرات والحبيبات وتخفض من نزعة التجبل .

إن تغطية الكرات والحبيبات تستعمل أيضاً كتكييف على الرغم من أن استعمالها ينقص ويقل بسبب معالجة الفورمالدهيد عادة ما تكون مفضلة . مواد التغطية تتضمن مواد مسحوقية مثل الكيزلكور Kieselguhr والطين الصيني والتالك . . الخ . إن اتحاد حوالي 1 % من الطين مع 0.5 من الزيت قد تم استعماله والزيت يعزز التصاق الطين بالنسبة لحبيبات أو كرات اليوريا . بعض النماذج أو الأنماط من مواد التغطية المسحوقية سوف تلتصق بدون الزيت . معالجات التكييف والتصاق المكيف وعلاقتها بالأسمدة بشكل عام قد درست في الفصل XXII .

إن تغطية زيت ذو لزوجة متوسطة بدون طين قد تم تطويرها من قبل هيئة المناجم الألمانية من أجل اليوريا المكورة وذلك لمنع وإيقاف امتصاص الرطوبة . وهي مقصودة من أجل معالجة اليوريا التي سوف تسوق في مناخات رطبة ودافئة , في مثل هذه الأجواء والظروف فإن ميزات التدفق الحر لليوريا المحببة يمكن أن تتدهور بسرعة بعد أن يفتح الكيس وقبل أن تستعمل اليوريا . يتوقع من المعالجة أن تكون فعالة في منع الفساد السريع .

مستلزمات ومتطلبات العملية : Process Requirements

إن تكاليف إنتاج اليوريا سوف يناقش في الفصل XI , الجزء الحالي يعالج مستلزمات العملية المضمونة من قبل شركات الإنشاء والهندسة والتي تتنوع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتختلف بشكل ملحوظ وتتأثر بالحاجات المحلية ، ودرجة الاحتراس المستعمل من قبل المسعِّر وتغييرات العملية . هناك العديد من العروض ومتطلبات البخار يمكن أن تقلل على حساب استهلاك قوة الكهرباء المتزايدة أو على حساب كلفة رأس المال العالية من أجل معدات استرداد الحرارة . خسارات النتروجين يمكن أن تقلل على حساب كلفة رأس المال الأعلى وحاجات ومتطلبات القدرة الأعلى ، إن متطلبات ضبط التلوث قد تضاف بشكل رئيسي إلى مستلزمات رأس المال واستهلاك الطاقة . ولهذه الأسباب من الصعب جداً إجراء مقارنة دقيقة للعمليات .

الجدول التالي يظهر مدى مستلزمات وحاجات العملية (لكل طن من اليوريا) من مصادر متعددة والتي سوف تستعمل في التقديرات النسبية في الفصل XI . هذه المستلزمات هي من أجل عمليات إعادة الدوران الكاملة ولا تتضمن عمليات الأمونيا– يوريا المتكاملة لأن الخبرة بهذه العمليات محدودة .

Item	Range	Selected Value
Ammonia	0.57-0.58 ton	0.575 ton
Carbon dioxide	About 0.76 ton	0.76 ton
Formaldehyde[a]	2-4 kg	3.5 kg
Steam	0.9-1.5 ton	1.2 ton
Electricity	100-160 kWh	125 kWh
Cooling water[b]	55-100 ton	70 ton

a. Other conditioners may be used or, in some cases, conditioner may be omitted.
b. Once-through basis.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل العاشر

الإنتاج والميزات واستعمال محاليل النتروجين واستعمال الأمونيا اللامائية من أجل الاستعمال المباشر

Production , Properties , & Use of Nitrogen Solution & Use of Anhydrous Ammonia for Direct Application

مقدمة Introduction :

هذا الفصل سوف يعالج (يتعامل) مع أسمدة النتروجين السائلة بما في ذلك محاليل النتروجين والأمونيا Anyhydrous . إن ميزات واستعمال الأمونيا Anyhydrous للإستعمال (التطبيق) المباشر سوف يتم دراسته ، وإنتاجه قد درس في الفصل VI محاليل النتروجين بما في ذلك محاليل الأمونيا في الماء (الأمونيا المائية) والمحاليل الحاوية على أمونيا حرة + نترات الأمونيوم أو اليوريا أو كلاهما أو محاليل من اليوريا أو نترات الأمونيوم أو كلاهما مع أمونيا حرة . المحاليل التي لاتحتوي أمونيا حرى تدعى بـ محاليل Inonpressure . المحاليل الحاوية على أمونيا حرة سوف يكون لها بعض الضغط البخاري للأمونيا على الرغم من أن ضغط البخار قد يكون دون محاليل الجوية . لضغط منخفض ، الاستعمال الرئيسي لمحاليل النتروجين هو من أجل الاستعمال المباشر للتربة كسماد بالرغم من أنهم يستعملون أيضاً لإنتاج أسمدة مركبة مائلة أو صلبة (الفصل XIX) .

ولسوء الحظ فإنه ليس هناك بيانات ومعلومات دقيقة منتشرة عالمياً خاصة باستعمال الأمونيا Anyhydrous ومحاليل النتروجين . والحمولة الطينية هذه

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المواد المستعملة تكون نسبياً صغيرة وقليلة خارج الولايات المتحدة ولكن في بعض البلدان فإن يؤمنون (يزودون) نسبة هامة من إجمالي استعمال N .

والبيانات (المعلومات) المتاحة من مصادر متعددة تذكر أسفلاً ، والسنة المعطاة في البيانات الإحصائية هي سنة نهاية 30 تموز من السنة المخصصة (المعنية) المحددة .

استراليا :

تؤمن استراليا من الأمونيا السائلة وAnyhydrous حوالي % 25 من إجمالي استعمال N في عام 1977 % 83 من N الصرفة (غير الممزوجة) واستهلاك هذه المواد يزداد بنسبة % 35 في عام 1977 على عام 1976 (احصائيات استهلاك الأسمدة) لجنة (هيئة) تدبير نفقات وتكاليف ISMA (1978)

كندا :

الأمونيا Anyhydrous كانت الصيغة الرائدة للنتروجين في 1977 م تؤمن (تزود) ما نسبته %22 من كامل N أو % 35 من N الصرفة غير الممزوجة ، محاليل النتروجين التي تزود % 3.6 من كامل N (احصائيات استهلاك الأسمدة) لجنة تدبير نفقات ISMA ، 1978 حسب ووفقاً إلى مصدر آخر ، المواد السائلة (المميعة) تؤمن % 31 من كامل N في عام 1977 .

الدانمارك :

الأمونيا Anyhydrous تؤمن % 41 من استهلاك N في عام 1976 و % 36 في 1977 (احصائيات استهلاك الأسمدة ولجنة اقتصاديات ISMA .

المملكة المتحدة :

محاليل النتروجين تؤمن ماينوف على % 10 من استعمال N الصرفة في 1977 (حسب احصائيات استهلاك الأسمدة) هيئة وتدبير النفقات ISMA

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1978) في عام 1976 السوائل شملت (احتوت على) % 7.5 من تسويق الأسمدة في المملكة المتحدة وكانت في توسيع عندما نسبته % 10 لكل سنة (سنوياً) . محاليل النتروجين الصرفة تعلل % 60 من مجمل (إجمالي) السوائل ، والباقي كان بشكل أساسي سوائل أسمدة مركبة Fertilizer International, 1978(10: 06)

فرنسا :

في عام 1976 محاليل النتروجين احتوت على % 10 من سوق (تسويق) كامل النتروجين وNH_3 Anyhydrous % 2 . من استعمالات النتروجين الصرف (غير الممزوج) هناك محاليل النتروجين التي تزود وتؤمن % 15.3 و NH_3 % 3.1 (احصائيات استهلاك الأسمدة) هيئة (لجنة) اقتصاديات ISMA (1978) .

المكسيك :

الأمونيا Anyhydrous كانت الصيغة الرائدة للنتروجين في عام 1977 (% 28 من كامل N) ومن المتوقع أن تزداد إلى % 38 في 1978 (التقديرات معدة من قبل Guanomex أيلول 1977) .

كولومبيا :

الأسمدة السائلة كانت مقدرة لأن تصل مابين % 10 و % 20 من كامل الأسمدة في عام 1975 لـ Lobo, P 1975 . (تقنية الأسمدة السائلة ، محاليل الأسمدة 46 :,Runs Gamut 19) . NH_3 Anyhydrous تؤمن % 10 من مجمل استعمال N في 1977 مقابل % 20 من 1976 (احصائيات استهلاك الأسمدة هيئة (لجنة اقتصاديات ISMA ، 1978 .

بالإضافة إلى أن بعض استعمالات محاليل النتروجين أو الأمونيا Anyhydrous أو كلاهما كان معروفاً في العديد من البلدان الأخرى بما في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ذلك بلجيكا ، برازيل ، الصين ، الهند ، اليابان ، اسبانيا ، السويد و Netr lands ولكن البيانات الكمية ماتزال ناقصة وغير كافية .

حوالي 58 % من أسمدة النتروجين المستعملة في الولايات المتحدة تستعمل على شكل سائل بما في ذلك محتوى N المقدر للأسمدة المركبة السائلة. والجدول أدناه يظهر كميات أسمدة N المستعملة في الولايات المتحدة خلال سنة 1977 نهاية تموز (30)

Nitrogen Fertilizers Used in the United States in 1976-77

Material	Thousand Metric Tons of N	% of Total N
Anhydrous ammonia	3,664	38.0
Aqua ammonia	120	1.2
Nitrogen solutions	1,528	15.8
Ammonium nitrate[a]	853	8.8
Urea	775	8.0
Ammonium sulfate	200	2.1
Ammonium phosphates[b]	92	1.0
Other nitrogen materials	107	1.1
Compound fertilizers[c]	2,312	24.0
Total	9,651	100.0

a. Including ammonium nitrate-limestone.
b. Includes 11-48-0, 13-39-0, 16-20-0, 21-53-0, and 27-14-0; other ammonium phosphates are included in compound fertilizers.
c. Includes both solid and liquid compounds.

إن ميزات الأسمدة السائلة بشكل عام سوف تدرس في الفصل XIX (السمدة المركبة) هذه الميزات (الصفات) تنطبق أيضاً على محاليل النتروجين من أجل التطبيق (الاستعمال) المباشر . بعض منهم ينطبق أيضاً على محاليل النتروجين من أجل الاستعمال كمواد متوسطة في صناعة الأسمدة المركبة . في حالة أمونيا Anyhydrous الميزة الرئيسية هي الكلفة المنخفضة. والأسعار

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المدفوعة من قبل المزارعين في الولايات المتحدة من أجل أسمدة النتروجين المتعددة مجدولة أدناه حسب التالي .

Average Prices Paid by U.S. Farmers for Nitrogen Fertilizers, October 15, 1977

Fertilizer	$/20-lb Unit of N	$/kg of N
Ammonium sulfate	5.00	0.55
Ammonium nitrate	4.28	0.47
Urea	3.66	0.40
N solution (30% N)	3.96	0.44
Anhydrous ammonia	2.14	0.24

Source: "The 1978 Fertilizer Situation," U.S. Department of Agriculture, December 1977.

استعمال الأمونيا Anyhydrous :

عمليات وتكاليف إنتاج الأمونيا Anyhydrous معطاة في فصلو أخرى من هذا المؤلف . هذا الجزء سوف يكرس لاستعمال الأمونيا Anyhydrous من أجل الاستعمال (التطبيق المباشر) . بعض من الميزات الفيزيائية للأمونيا السائلة Anyhydrous مجدولة أدناه .

Physical Characteristics of Anhydrous Ammonia

Characteristics	Value
Boiling point[a]	-33.4°C (-28°F)
Freezing point[a]	-77.7°C (-108°F)
Latent heat of vaporization[a]	327.4 kcal/kg (589 Btu/lb)
Solubility in water at 25°C[a]	0.456 g/g H_2O
Vapor pressure kg/cm² (psig)[b]	
-18°C (0°F)	1.10 (15.7)
0°C (32°F)	3.35 (47.0)
38°C (100°F)	13.87 (197.2)
Specific gravity	
-18°C (0°F)	0.6749
0°C (32°F)	0.6385
38°C (100°F)	0.5831
Explosive mixture	16%-25% NH_3 in air

a. At atmospheric pressure.
b. Gauge pressure (psig = pounds per square inch, gauge).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأمونيا النقية تحتوي على 82.245 % من N أي الأمونيا Anyhydrous ذات درجة (رتبة تخصيبة) تحتوي على 82.52 % من N كحد أدنى ، 0.2-0.5 % من الماء وأقل من Ppmo من الزيت . الأمونيا Anyhydrous هي الأكثر شيوعاً من أجل التطبيق المباشر في الولايات المتحدة 3.660 مليون طن من N 380 % من كامل N . والسبب في هذه الشيوعة (الرواج) هي أنها عادة ماتكون المصدر الأكثر اقتصادي للنتروجين بالنسبة لمزارعي الولايات المتحدة كي يشترونها . وأحد أسباب هذه الكلفة المنخفضة (انخفاض الكلفة) هي التسهيلات الممتازة من أجل نقل وتخزين الأمونيا السائلة . وهناك الآن اثنين من أجهزة خط أنابيب الأمونيا من أجل نقل الأمونيا من المناطق المنتجة إلى مناطق الاستهلاك الرئيسية وهناك خطط ونوايا لتركيب خط أنابيب إضافية لهذا الغرض وهناك العديد من صهاريخ تخزين الأمونيا الهوائية (الجوية) الضخمة في الولايات المتحدة كمثل ذلك الموضح في الشكل (1) :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

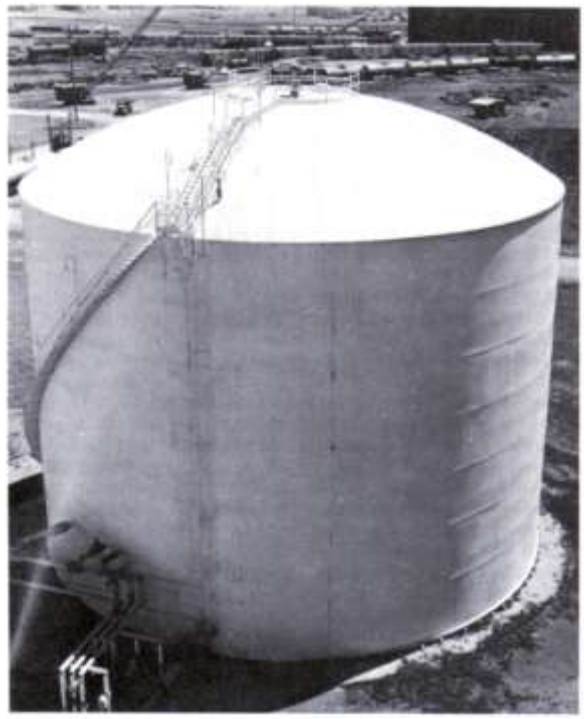


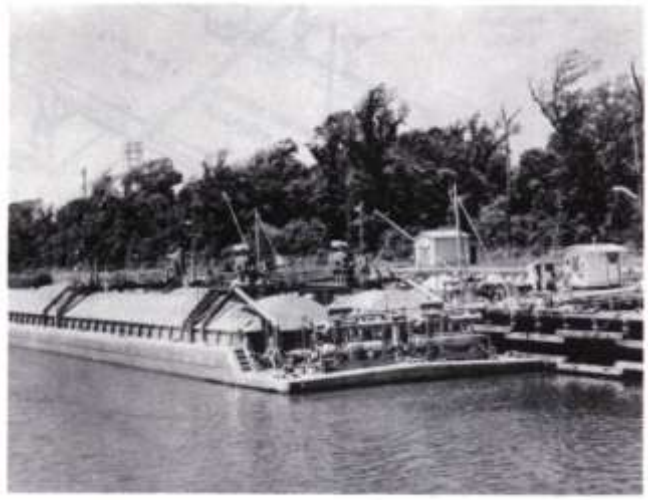
Figure 1. Atmospheric Ammonia Storage Tank.

بطاقات تتراوح من 45,000 إلى 5,500 طن . هذه الصهاريج تحفظ عند ضغط جوي باستعمال الأمونيا كسائل تبريد ليحفظ السائل عند درجة حرارة 33 درجة مئوية (28-) فهرنانهيت . وهذا يتم بواسطة سحب وضغط بخار الأمونيا من الصهريج ، وتبريدها بواسطة الماء لتمييعها (لإسالتها) وتبخير السائل الناتج في صهريج ليحفظ محتوياته باردة .

نماذج وأنماط مماثلة لصهاريج التخزين تظهر في المراكب لنقل الأمونيا السائلة على أجهزة (أنظمة) نهرية متعددة من الولايات المتحدة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Source: Breit & Garcia.

Figure 2. Refrigerated Ammonia Barge.

الشكل (2) هو صورة لهذا النموذج (النمط) من المراكب التي عادة لها طاقة إنتاجية لنقل حوالي 2,400 طن من الأمونيا . كل مركب هي مكتفية ذاتياً من حيث أنها تمتلك جهاز تبريد خاصاً بها . عادة العديد من المراكب تقطر مع بعضها كشحنة واحدة بحيث أن ماقيمته 20,000 طن تنقل في وقت واحد . وهناك آلاف عربات صهريج ذو نمط ضغطي ضخمة jumbo وتستعمل من أجل النقل بواسطة السكك الحديدية للسائل . هذه العربات تتراوح في طاقتها من 24 إلى 73 طن وهذا أمر عادي ومألوف أن يكون هناك شحنة ذات قافلة كاملة من الأمونيا بسلاسل لها عربات تصل إلى 100 عربة وبكل (مع كل) العربات الشاحنة والتي تشحن مباشرة مناطق الإنتاج إلى مناطق الاستهلاك .

عمليات البيع بالتجزئة :

عادة معظم تجار بيع التجزئة يملكون صهاريج تخزين ذات نمط (نموذج) ضغطي والتي تختلف (تتنوع) في الحجم من 13,000 إلى 50,000 gal (49,000-189,000) ليتر. الضغط العامل في هذه الصهاريج يجب ألا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يزيد 265 in2/Ib (18.7 Kg/Cm2) وقد وصى (أقترح) أن كل الوصلات (المفاصل) تصور بالأشعة السينية والصهاريج .

الصهاريج عادة ماتزود بمؤشر مستوى السائل ولها (تحتوي على) مقياس أمونيا ذو نموذج ضغطي . كذلك يجب أن يكونوا مزودين بـ ممر وصمام تخفيف (تنفيس) .

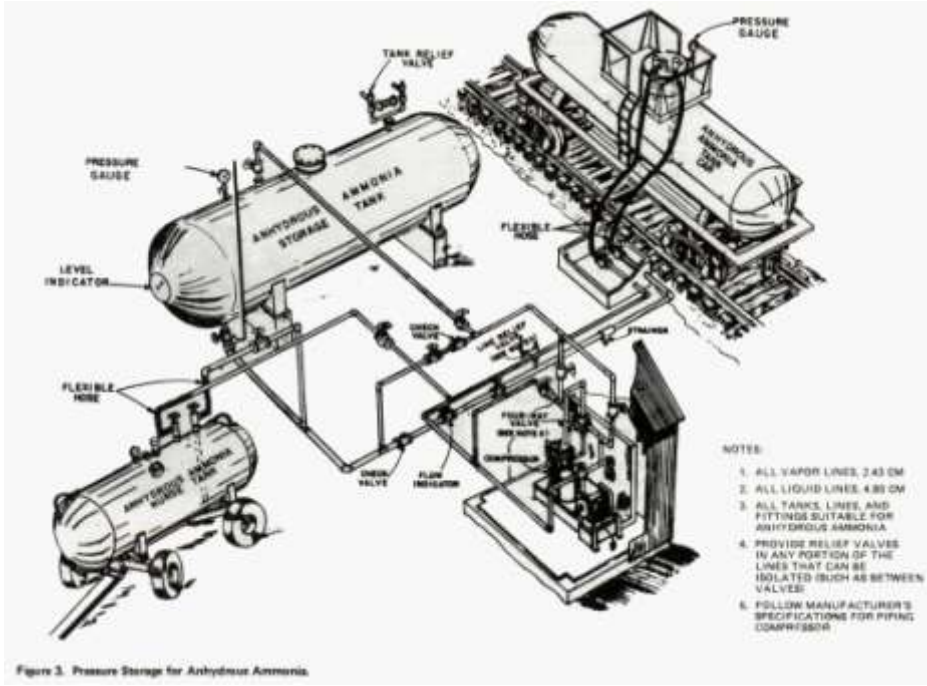


Figure 3. Pressure Storage for Anhydrous Ammonia.

والشكل (3) يظهر رسم تخطيطي للمخطط المطابق (المماثل) لصهريج التخزين ذو النموذج الضغطي وذلك عند مركز (موضع) البيع بالتجزئة . الأمونيا السائلة تنقل من عربة صهريج السكة الحديدية إلى صهريج التخزين بواسطة ضاغط أمونيا أو مضخة إزاحة إيجابية (عادة ما تكون مضخة ذات مسننات) . ضاغط الأمونيا هي الطريقة الأكثر استعمالاً لنقل هذه الأمونيا السائلة (طريقة الشكل (3)) هذه النقل يتم بإزالة البخار من صهريج التخزين وضخها إلى عربة صهريج السكة الحديدية . إزالة البخار من صهريج التخزين تؤدي بمحتوياتها لأن تبرد ، ضغط الغاز يؤدي بها لأن تسخن والغاز الساخن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يؤدي بدرجة حرارة المحتويات الخاصة بعربة الصهريج لأن تزداد . هذه التبدلات الحرارية تؤدي إلى ضغط تباييني (تفاضلي) لأن يتشكل مابين عربة صهريج السكة الحديدية وصهريج التخزين وهكذا تسمح (سامحة) للأمونيا السائلة لأن تنتقل بشكل سهل من عربة الصهريج إلى صهريج التخزين .

هذه الشركات التي تستعمل مضخة إزاحة إيجابية عادة ماتزودها بمجرى جانبي ومنظم في الممر الجانبي وبذلك فإن المضخة لن تصبخ بخار مغلق وذلك عندما يضخ البخار إلى صهريج التغذية .

وهذه المضخات تتفاوت في الحجم ولكن المضخات ذات أقطار تصريف (تفريغ) تصل إلى 7.6سم (3 إنش) قد استعملت لنقل الأمونيا بشكل سريع. وهناك عناية وحذر من نوع يجب أخذخ بعين الاعتبار وهو التجنب التام التعبئة (الملئ) إما بصهريج التخزين أو صهاريج التغذية لأن التنوع والاختلاف الكبير في الجاذبية النوعية للأمونيا السائلة مع درجة الحرارة .

بعض الصهاريج قد تتصدع وذلك لأنهم كانوا يلؤون عندما كانت المونيا باردة ولم يكن هناك فراغاً أو مكاناص (متسعاً) للأمونيا لأن تتحدد و(تتوسع) وذلك عندما أصبحت دافئة ولهذا السبب فإن صهاريج التخزين والتطبيق عادة لاتملئ إلى أكثر من 85 % من طاقتهم . عند المحطة الطرفية لبيع التجزئة صهاريج التغذية الخاصة بالمُزارع عادة ماتملئ بإستعمال نفس التجهيزات المستعملة لنقل الأمونيا من عربات السكة الحديدية .

صهاريج التغذية ذات نمط الضغطي (طاقة إنتاجية بحوالي 1,000-2,000 gal ، 3,785-7,570 ليترات) عادة ما يستعمل لنقل الأمونيا من المحطة الطرفية لبيع التجزئة إلى المزرعة . هذه الصهاريج لها نفس المواصفات والميزات التي تمتلكها صهاريج التخزين . في المزرعة الأمونيا تنقل من صهريج التغذية إلى صهريج التطبيق فإن ضغط البخار للأمونيا في صهريج التغذية يؤدي بسائل الأمونيا لأن تنقل إلى صهريج الاستعمال . إن تاجر التجزئة قد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يشتري مواد تسميدية أخرى ومواد مؤونة زراعية أخرى بالإضافة إلى الأمونيا ولكنه ، عادة مايؤمن (يزود) صهريج تغذية الأمونيا ويسّلم ، صهريج التغذية إلى المزرعة . والمزارع يطبق (يستعمل) الأمونيا ولكن قد يستأخر واحداً (آخراً) من التاجر .



Figure 4. Transfer of Ammonia from Nurse Tank to Farmer's Applicator Using Vapor Transfer Pump.

إن كلفة صهريج التخزين ذو النمط الضغطي عند مركز (موضع) البيع بالتجزئة تتراوح من 18,000 دولار لـ 45,420 لتير (12,000 gal) 30,000 دولار لصهريج طاقته 113,600 ليتر (30,000 gal) وبسبب التنيمات والقوانين فإن صهريج الغذية الأضخم عادة المزود من قبل المتعامل له طاقة إنتاجية 3,385 لتير (1,000 gal) وعادة ما تكلف 2,800 دولار .

استعمال الأمونيا Anyhyrous :

إن الاستعمال المباشر للأمونيا قد بدأ في تجهيزات وضيعة في بداية 1940 (الأربعينات) وإن واحداً من application التجزئة الأولى موضحة في الشكل (5) وبإثبات الفعالية الزراعة للأمونيا Anyhyrous فإن تجهيزات ومعدات أكثر تعقيداً قد تطورت وتحسنت وبالتالي تم استعمالها .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

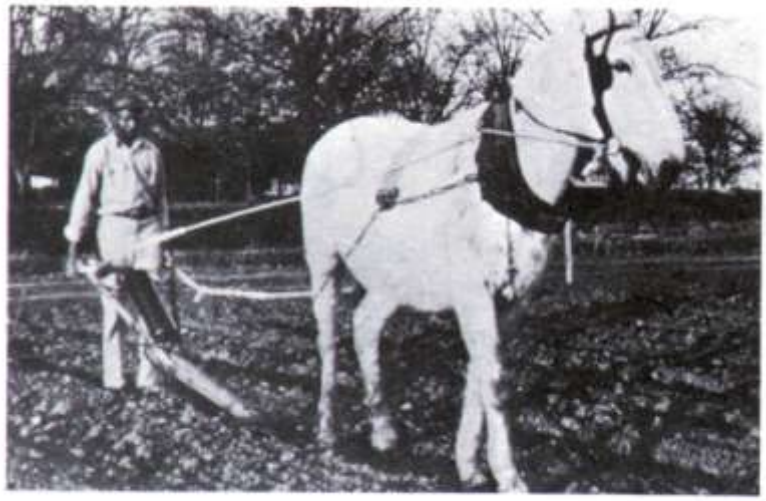


Figure 5. One of First Ammonia Applicators.

ولأنها تستعمل كسائل طيّار – متطاير فإن الأمونيا Anyhyrous يجب أن تحقن 15-25 سم دون سطح التربة ، وهذا عادة يتم (ينجز) بواسطة سكينة استعمال (تطبيق) مثل تلك الموضحة في الشكل (6) . الأمونيا Anyhyrous سائبة (محلولة) تستعمل (تطبق) بواسطة إزميل الأمونيا وهي كذلك موضحة في الشكل (6) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

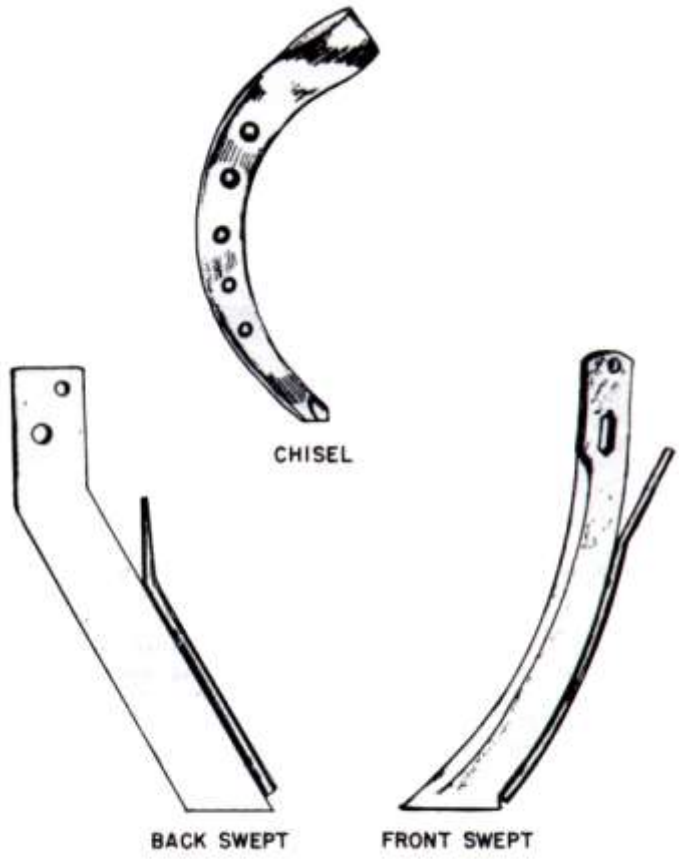


Figure 6. Sketch Showing Ammonia Knives.

الأمونيا Anyhyrous عادة ما تقاس (تعاير) بواسطة مقياس (معيار) ذو نموذج فتحة (فوهة) متنوع . إن نسبة التدفق تكون بواسطة تحريك سدادة ذات شكل 7 إلى داخل أو خارج الفوهة الضغط المتفاوت الثابت يحتفظ به عند الفوهة بواسطة غشاء (حجاب . نسبة التطبيق (الاستعمال) تضبط بواسطة مركز أو موقع السدادة في الفوهة وسرعة بعض المزارعيين يفضلون (برغبون) أن تكون نسبة تطبيق الأمونيا منفصلة وغير معتمدة (مستقلة) عن سرعة application . ولإنجاز هذا الأمر ، فإن أداة القياس (العيار) يجب أن تكون تدار بواسطة دولاب العجلة المدارة المؤرضة ، إن مضخة القياس (العيار) ذات النموذج الكباس هي أداة قياس الأمونيا والمدارة والمؤرضة والمستعملة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بشكل واسع . المكبس يدار بواسطة سلسلة التدوير والتي تدار (تشغل) بواسطة دولاب مسنن والذي يتصل (يربط) بدولاب /عجلة . إن نسبة التطبيق (الاستعمال) تتغير بتغير طول شوط الكباس المضخة تزود بمبادل حراري . والأمونيا من المضخة تتحدد وتتوسع في المبادل الحراري والذي يبرد الأمونيا الداخلة وبذلك فإن لا فقاعات تتشكل . هذا يؤكد أنه فقط الأمونيا السائلة تقاس وتعير .

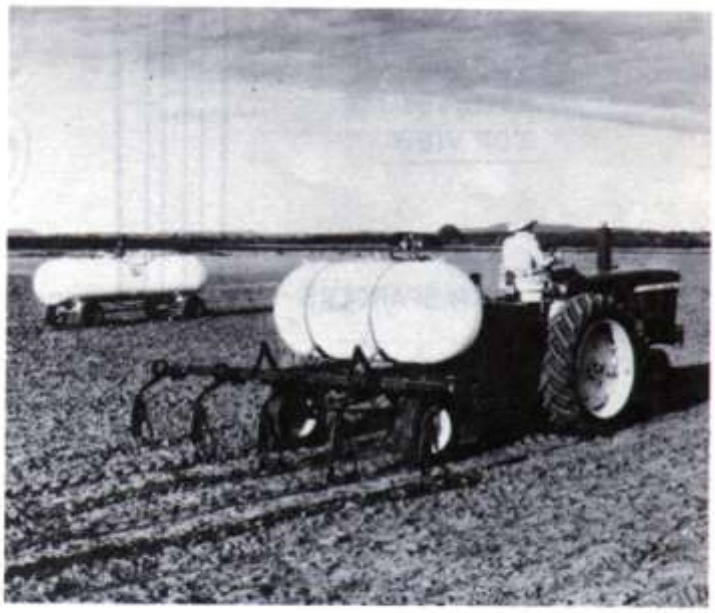


Figure 7. Five-Row Applicator.

إن application الأمونيا يتراوح في الحجم من تجهيزات صغيرة ذات صفوف خمسة موضحة في الشكل (7) إلى تجهيزات ضخمة التي لها لفافات (عصابات) تصل في عرضها إلى 20 م وتسحب بواسطة جرار ذو نمط (نموذج) زاحف Crawler وذلك كما هو موضح في الشكل (8) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

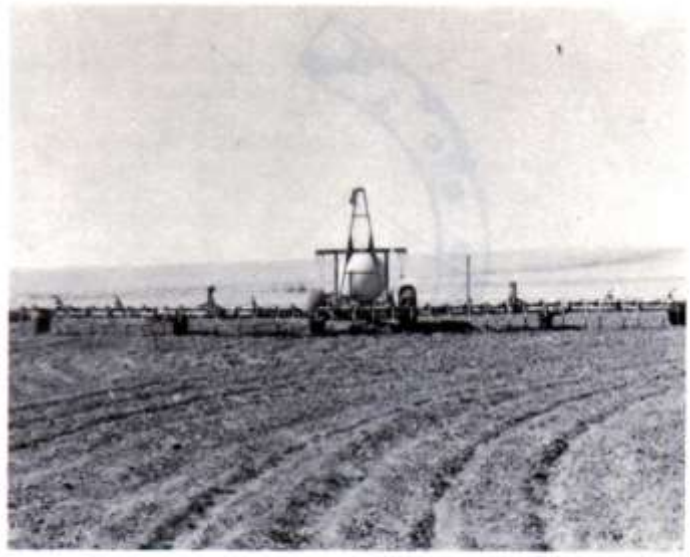


Figure 8. Anhydrous Ammonia Applicator with 20-Meter Swath.

والأمونيا بسبب ضغطها البخاري العالي لايمكن أن تستعمل سطحياً (أو على السطح) بدون فقدان كل تغذية النبات على الأغلب . ولكن شركة واحدة قد بنت وأنشأت application تجريبي (اختباري) والذي يغذي بالأمونيا إلى داخل الأرض عند مقياس (عيار) 352 كغ/سم2 (5,000 Pisg) . هذا applicator يتحرك (ينتقل) بضعة إنشات ثقيلة جداً وهي تحتاج إلى تحسيم لأن تحسن وتطور . وبذلك فإن جرارات صغيرة يمكن أن تستعمل لإزالتها .

وهناك جهود تبذل لتخفيض تكاليف التطبيق في الولايات المتحدة وهذا قد تم إنجازه وتحقيقه بواسطة واحد أو أكثر من الممارسات (الأعمال) التالية . الطريقة الأولى هي استعمال جرارات ضخمة وبذلك فإن applicator بسعات وامتدادات لفافات (وعصابات) عريضة يمكن أن تستعمل . وهذا يزيد من عدد الفدادين التي يمكن أن تعالج (تعامل) في يوم والذي ينتج في عمل منخفض وتكاليف التجهيزات (العدات) لكل فدان من النتروجين المطبق (المستعمل) . الطريقة الأخرى (الثانية) هي تخفيض تكاليف (التطبيق)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الاستعمال هي استعمال تجهيزات ومعدات التي تستعمل الأمونيا خلال عمليات الحراثة (الفلاحة) .

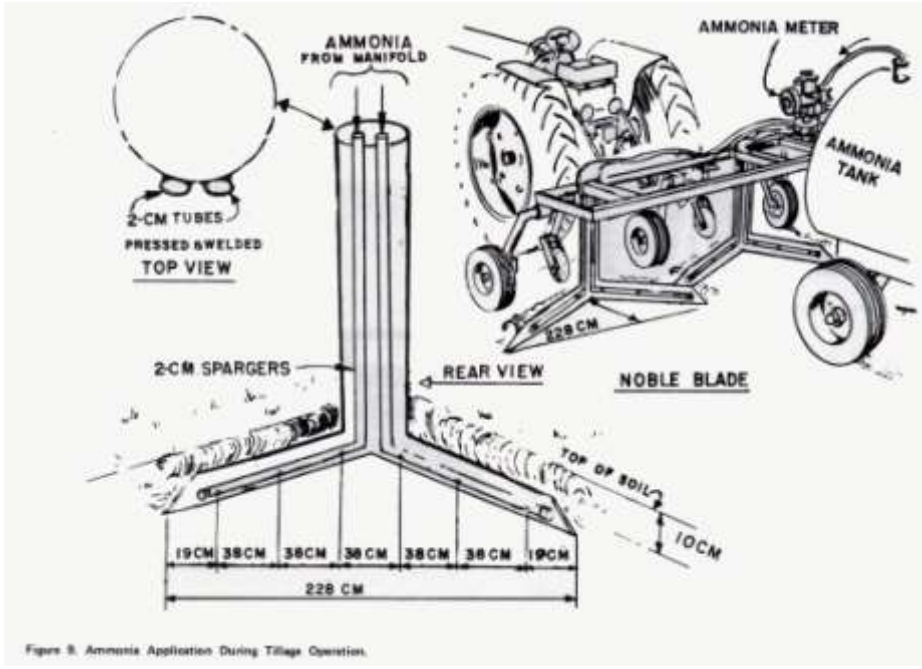


Figure 9. Ammonia Application During Tillage Operation.

الشكل (9) يوضح رسم تخطيطي للمعدات (التجهيزات) من هذا النوع (النمط) وهذا هو المفهوم الذي استعمل (ساد) لسنوات عدة في واحدة من مناطق نمو القمح حيث الأمونيا Anyhydrous تضاف خلال عمليات الحراثة (الفلاحة) التي تتبع حصاد القمح . وهي الممارسة في تلك المناطق لتمرير محراث ذو شكل مثلثي حوالي 4-3 في (10.2-7.6) سم تحت التربة . وهذا يساعد على تدمير (تخريب) نمو الأعشاب ، فلاحة التربة ، وتترك طبقة من القش وجذامة القمح مانعة وواقية على السطح لمنع تحات تعرية الماء والرياح . وعادة حوالي Ib (80-50) لكل فدان (90-56) كغ/ هكتار من الأمونيا يمكن أن تستعمل بدون خسارات ملحوظة للأمونيا .

مزارعون آخرون في وادي النهر الأحمر للولايات المتحدة (مينستوا وداكوتا الشمالية) يضيعون الأمونيا خلال عمليات الفلاحة . الأمونيا تضاف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

خلال أنبوب ذو نهاية مفتوحة مباشرة خلف محراث ذو شكل (7) والذي عادة يمرر 10 سم أقل من سطح التربة . بعض من الشركات عملت وبذلت جهدها (حاولت) أن تحفظ الأمونيا في حالة سائلة لفترة كافية وذلك كي تسترد بالتربة . . خلال عمليات الفلاحة التقليدية مثل disking الخ . باجتماع أو اتحاد الفلاحة وتطبيقات الأمونيا ، واحدة تمرر خلال (عبر) الحقل قد قللت (نقصت) ولكن هذا العمل مازال في مراحله الأولى من التطوير والتحسين ومازال هناك عدم اتقاف (اختلاف) حول ميزات استخدامه (استعماله) . وهناك ممارسة أخرى في توفير المعدات (التجهيزات والعمل وهي استعمال الأمونيا Anyhydrous مع المبيدات الحشرية أو مانعات النترجة . ومؤخراً قد توضح أن المانعات سوف تقلل وتخفض نشاط العضويات الدقيقة وبذلك فإن تحول نتروجين الأمونيا إلى نتروجين نترات سوف يؤجل (يؤخر) .

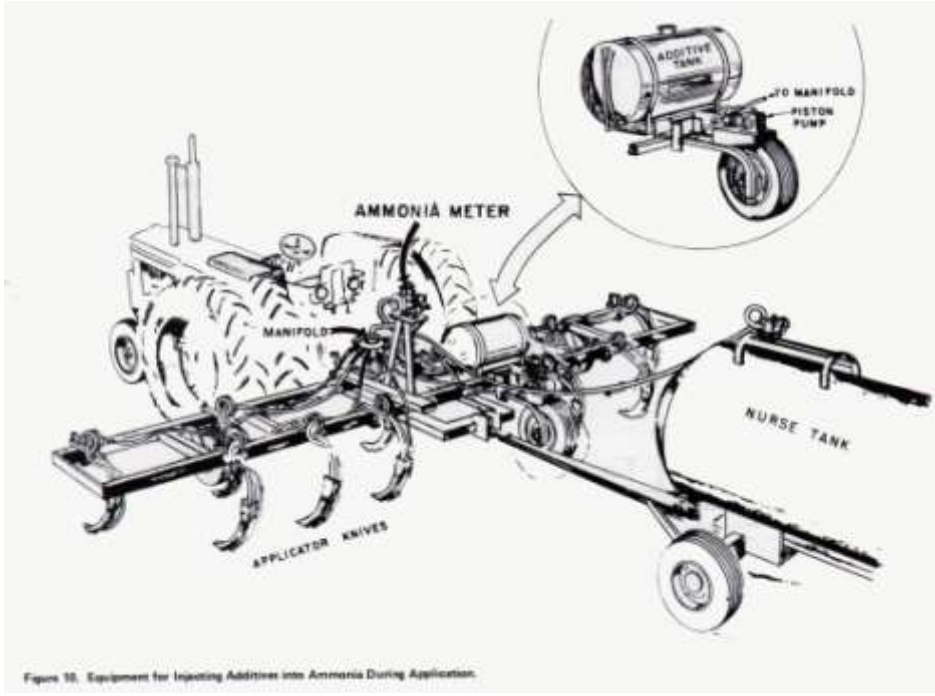


Figure 10. Equipment for Injecting Additives into Ammonia During Application.

وهكذا فإن هناك خسارة أقل للنتروجين المطبق (المستعمل) بسبب ترشيح نتروجين النترات من التربة . ولذلك عندما المانعات تكون فعالة فإنه هناك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

استعمال كاف للنتروجين . ولكن من أجل فعالية وتوفير وقت استعمال فإن الأمونيا والمانعات يجب أن تضاف في نفس الوقت .

والشكل 10 السابق يوضح رسم تخطيطي للتجيهزات المستعمل للتطبيق المزدوج (المضاعف) للأمونيا والمبيدات الحشرية ومانعات النترجة . المواد المضافة تتحد وتشترك بعد أن تقاس (تعير) الأمونيا وهكذا فإن تفادي (تجنب) انسداد المقياس ، التآكل ، تلوث صهريج الاستعمال . عندما تستعمل المبيدات والأمونيا بهذه الأداة (الوسيلة) فإنه فقط واحد والذي يجتاز (يعبر) الحقل يكون لازماً ومطلوباً .

إن كلفة تجهيزات (معدات) التطبيق أو الاستعمال للأمونيا Anyhydrous ذات مدى واسع بحيث يكون منفصلاً مستقلاً عند حجم applicator والمعدات المساعدة المضافة إلى applicator . وبشكل مماثل (مطابق) فإن applicator أمونيا Anyhydrous ذو الصفوف الأربعة الصغير ذو 757 لتير (200 gal) من صهريج تطبيق الأمونيا له كلفة استثمارية تصل إلى 2,300 دولار وapplicator ذو الصفوف الثمانية الضخم (الكبير) من كلفة تقدر بـ 3,400 دولار . وعادة إن ما كميته 3,785 ليتر (1,000 gal) من صهريج التغذية تقطر وتسحب خلف applicator الضخم وكلفتها تصل إلى 2,750 دولار . ولكن applicator الضخمة والكبيرة المستعملة لتطبيق الأمونيا على بعض من مناطق القمح النامي والتي لها امتدادات لَفافة تصل إلى 10.8م (65 ft) وحوالي 40 سكينة لها كلفة تصل إلى حوالي 16,500 دولار . في معظم الأمثلة كلفة applicator الأمونيا قليلة مقارنة مع كلفة الجرار المستعمل لسحبها .

الأمان والسلامة في معاملة واستعمال الأمونيا :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك بعض الأخطار الكامنة في معاملة واستعمال الأمونيا Anyhydrous والمتعامل معها (المزارع) يجب أن يكون حذراً لميزات الضغط البخاري للأمونيا وبذلك فإن تصدع الصهريج يمكن تفاديه . ضغط البخار للأمونيا Anyhydrous مقابل درجة الحرارة موضحة في الشكل 11 :

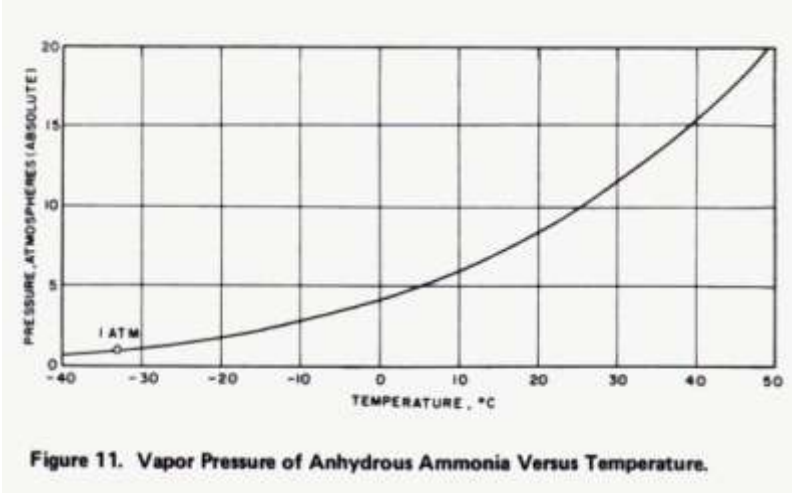


Figure 11. Vapor Pressure of Anhydrous Ammonia Versus Temperature.

وهذه البيانات توضح أنه عند درجات حرارة سائلة أي 21 درجة مئوية و70 F أي درجات حرارة الصيف العادية لمعظم مناطق الاستهلاك ومدلول مقياس الضغط للبخار يكون حوالي 8 كغ/سم2 و 114 Pisg . عند درجات حرارة مرتفعة مثل 38° درجة مئوية 100 هذه الحرارة يمكن أن تكون مرتفعة إلى حوالي 13.9 كغ/سم2 (197 Pisg) . صهاريج الضغط عادة المستعملة عند مراكز توضع المعامل dealer (من يتعامل بالأمونيا) يمكن أن تقاوم الضغوط العاملة (المشتغلة) في زيادة تصل إلى 18.6 كغ/سم2/ 256 Pisg .

الأمونيا هو مادة كيماوية قلوية فعالة بشكل عالي ويجب أن تعامل باحتراس وحذر . الأمونيا السائلة يمكن أن تسبب حروق كيماوية بالغة ، وكغاز فإنها إلى حد كبير تحرق العيون ، الجهاز التنفسي . التراكيز العالية بشكل كافي يمكن أن تسبب الموت من الاختناق ومن وجهة نظر ، فإنه من حسن الحظ أن الغاز حارق جداً للعيون وبالتالي فإن العاملين (المزارعين) بشكل طوعي وإرادي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

سوف يتركون منطقة الخطر قبل أن تحدث أية أضرار . وبالطبع فإن هذا ليس اجراءاً وقائياً ضد لقاء الم مع السائل أو التراكم المركز للغاز .

تركيز الأمونيا من أجل التعريض المتكرر لمدة 8 ساعات لم يؤسس (ينشأ) عالمياً بعد ولكن الوكالات الاتحادية تقوم الآن بتأسيس وإنشاء هذه الحدود (التحديدات – التقيدات) .

والعديد من الولايات قد وافقت على حد 100 Ppm من التعريض موحد مدة 8 ساعات وعند هذا التركيز كمية قليلة من تهيج– إثارة الأنفي والعيني تصبح ملاحظة واضحة . الأمونيا Anyhydrous لها قرابة (صلة) قوية للماء ، وهذا هو السبب الذي يوضح لماذا الأمونيا السائلة يمكن أن تسبب حروق شديدة لنسيج الجلد ، وقد تم الاتفاق بشكل عام أنه لا تأثيرات جدية وهامة أو دائمة قد نتجت عن تعريض تراكيز الأمونيا التي لاتسبب إزعاج أو مشقة بالغة .

وبعض الإجراءات (التدابير) الأمنية لمعالجة واستعمال الأمونيا هي كالتالي :

1- دوماً يجب أن يكون (يتوفر) ماء نظيف وغزير (كاف) .

2- دوماً يجب أن تكون فتحات الصمامات وخراطيم المياه نظيفة .

3- دوماً يجب أن ترتدي قفازات والنظارات الواقية عند نقل الأمونيا .

4- دوماً أغلق الصمامات وخراطيم المياه غير المتصلة عند محطة التحميل تكون مرافقة (ملازمة) .

5- دوماً تأكد أن الضغط قد تحرر قبل فصل (فك) الخراطيم أو الأجزاء .

6- لا تملئ الصهريج إلى أكثر من 85% من مجمل الطاقة .

7- لا تترك عمليات النقل غير مرافقة (ملازمة) .

8- لا تعبث على صمامات التخفيف (التنفيس) أو أدوات أمان أخرى .

9- لا تحاول أن تدبر أمر واستعمل فقط معدات الأمونيا المثبتة (المصدق عليها) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

10- لا تحاول جر أو سحب عربة مقطورة بدون أجزاء موصولة بشكل آمن وسلاسل سلامة (آمنة) .

محاليل النتروجين غير الضغطية (الإزاحية) :

إن المادة السائلة التالية الأكثر شهرة من أجل الاستعمال المباشر هي محاليل النتروجين اللاضغطية ، في الولايات المتحدة استهلاك هذه المحاليل يزداد عند نسبة كبيرة أكثر من الأمونيا Anyhydrous ، ومجمل الكمية المستهلكة في الولايات المتحدة خلال 1976 كانت حوالي 5.5 مليون طن ( ) وهذا يتضمن الكمية المقدرة المستعملة لإنتاج المزيج الخلطات السائلة (المميعة)) وأكثر الأسباب الكافية وراء زيادة شهرتها هي :

1- محاليل النتروجين اللاضغطية من السهل التعامل (معالجتها) واستعمالها أكثر من المصادر الأخرى للنتروجين كمثل الأمونيا أو النترات الصلبة .

2- يمكن استعمالهم بشكل متناسق (متناظر) في التربة أكثر من مصادر النتروجين الصلبة الأخرى .

3- المبيدات يمكن أن تتحدد وتشترك مع الخلطات السائلة وتستعمل في نفس الوقت الذي فيه تستعملان وهكذا فإن تقليل الحاجة لواحد منها Pass Across The Field .

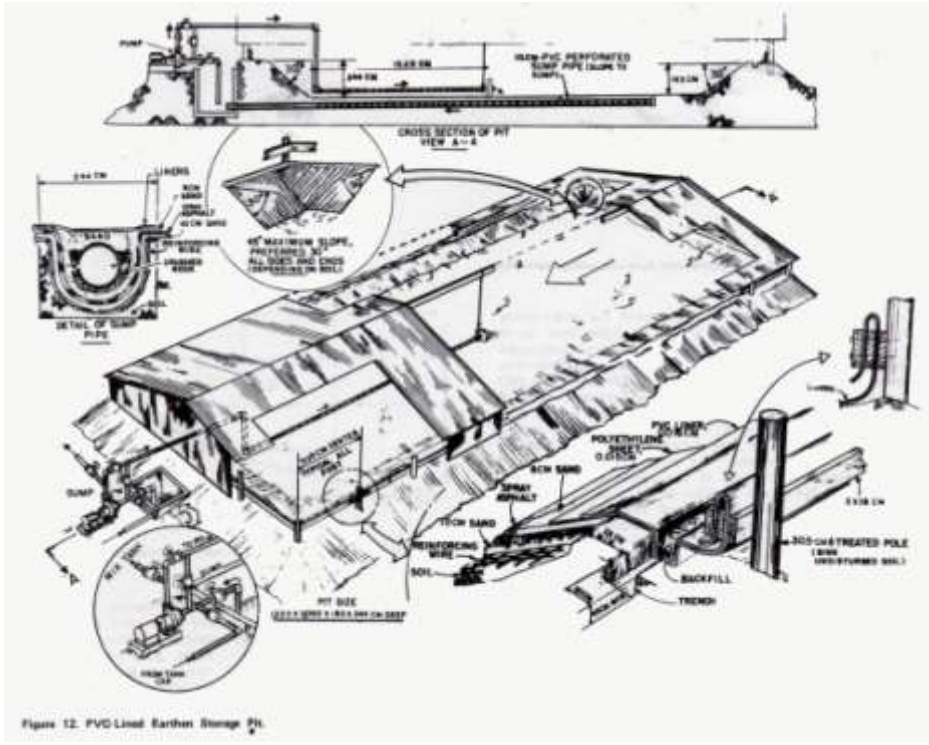
4- محاليل النتروجين اللاضغطية يمكن أن تحقق إلى داخل أجهزة الري

5- يمكن نقلهم بسهولة في خطوط أنابيب ، مراكب ، وعربات سكة الحديد وتسهيلات النقل هي أقل كلفة من تلك اللازمة للأمونيا Anyhydrous وبالتالي فالإخطار المتوقعة تكون أقل .

6- تسهيلات الخزن ذات الكلفة المنخفضة يمكن أن تستعمل لتخزين المادة . التسهيلات مثل تخزين في الهوة (منجم) كما هو موضح في الشكل 12 :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



عادة ما تستعمل لخزن مثل هذه المحاليل وهذه التسهيلات ذات كلفة أقل أكثر من تلك الخاصة بمعظم المواد النتروجينية .

7- المحاليل هي مصدر ممتاز وجيد لـ N التكميلي (الإضافي) من أجل خلطات NPK ذات النمط السائل .

8- كلفة الإنتاج هي أقل بالنسبة لمعظم المصادر الصلبة للنتروجين .

9- إنهم أكثر أماناً في الاستعمال والمعاملة أكثر من الأمونيا Anyhydrous .

محاليل النتروجين هذه عادة تنتج من اليوريا ومحاليل نترات الأمونيوم + الماء . وعادة يحتوون عامل منع التآكل ويمكن أن تخزن وتستعمل في معدات فولاذ كربوني (فولاذ معتدل) ، المحاليل عادة تكون صلبة في الولايات المتحدة ولها ثلاثة تراكيز 32 % -30 و 28 % من N . ودرجات حرارتهم تختلف وتتنوع مباشرة تبعاً لتركيز وحدة المواد المغذية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

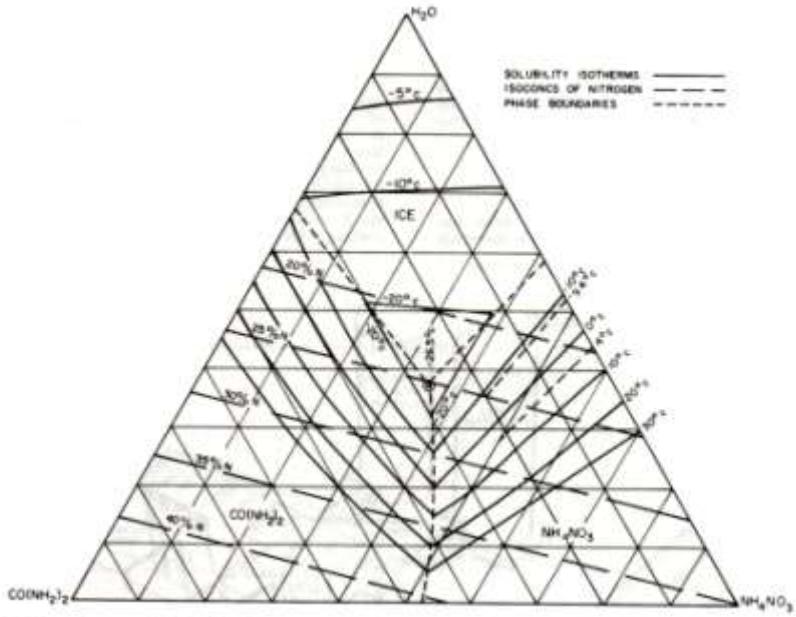


Figure 13. Solubility System of Ammonium Nitrate-Urea-Water.

والشكل 13 يظهر جهاز الانحلال لنترات الأمونيوم ، اليوريا والماء ، والانحلالية العظمى للأملاح في المحلول يستحصل عليها عندما تكون نسبة نتروجين اليوريا إلى نسبة نتروجين نترات الأمونيوم هي 1-0 وبعض من الميزات الفيزيائية والكيميائية للمحاليل اللاضغطية الثلاثة عادة تستعمل في الولايات المتحدة وهي كالتالي :

Physical and Chemical Characteristics of Urea-Ammonium Nitrate Nonpressure Nitrogen Solutions (5)

Grade, % N	28	30	32
Composition by weight			
Ammonium nitrate, %	40.1	42.2	43.3
Urea, %	30.0	32.7	35.4
Water, %	29.9	25.1	20.3
Specific gravity, 15.6°C (60°F)	1.283	1.303	1.32
Salt-out temperature, °C (°F)	-18 (1)	-10 (+14)	-2 (+28)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

محاليل ذات تراكيز أخرى يمكن أن تستعمل ففي انكلترا ما نسبته 26 % من محلول N يسوق والذي له درجة حرارة Salt-Out أي 25°. في المناطق الإستوائية محاليل ذات تراكيز أكثر يمكن أن تستعمل ، فعلى سبيل المثال محلول نترات الأمونيوم– اليوريا الحاوي على 35 % من N سوف يكون له درجة حرارة تصل إلى حوالي 15° ، العامل المانع المستعمل على الأغلب لهيه المحاليل هو الأمونيا Anyhydrous وعادة حوالي 5 كغ . من الأمونيا لكل طن من المنتج تضاف كأمونيا حرة لتعديل درجة Ph للمحلول إلى 0.7 وعامل مانع آخر والذي وجد بأنه فعال هو فوسفات الأمونيوم . فقط كمية صغيرة من فوسفات الأمونيوم تكون لازمة ومطلوبة لمنع المحلول . وعادة حوالي 0.2 % من P_2O_5 كمثل فوسفات الأمونيوم تضاف . هذه المادة الفوسفاتية تتفاعل مع صهريج الفولاذ المعتدل لتشكيل طبقة فوسفاتية حديدية على الصهريج الذي يكون جاهزاً (مانعاً) لتآكل آخر إضافي للصهريج . عوامل المنع المستعملة عادة هي كالتالي :

Inhibitor	Concentration
Ammonia	0.5% (pH 7.0-7.5
10-34-0	0.2% P_2O_5
Ammonium thiocyanate (NH_4CNS)	0.2%
Sodium arsenite (Na_2HAsO_3)	0.1%

ومؤخراً العديد من الشركات في كاليفورينا ، ينبراسكا وواشنطن في الولايات المتحدة قد بدأت إنتاج محلول يوريا الذي يحتوي 18-19 % من N . وهي تنتج من اليوريا المحببة أو Prilled والماء الساخن 20-49° فهرنهايت. وواحدة من الشركات التي أنتجت الأمونيا تستعمل الحرارة المتولدة بواسطة تحويل الأمونيا إلى أمونيا لتسخين الماء المستعمل لإنتاج محلول اليوريا . وأكدت الشركة أنه يمكن إنتاج 8طن من المحلول في وحدة الخلط (الخلاط) البسيط الذي يتألف من صهريج خلط العجنة (الدفعة) مع مضخة معادن الدوران (الإنتشار) ذات حجم متوسط 7.6سم أو 3 إنش قطر التصريف . ولا تحريك أو اهتزاز ماعدا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إعادة الدوران يكون لازماً ومطلوباً . وحوالي ساعة واحدة من كامل وقت (زمن) المزج يكون لازماً لإنتاج (10-8) طن كعجنة . الإختبار الحقل للمحلول خلال رشة وحدات ري (السقي) يُظهر أنه تسبب بشكل أساسي حرق لأوراق النبات أقل من محلول نترات الأمونيوم- يوريا الذي يضاف أيضاً من خلال هذا النمط من وحدة الري وكذلك الاختبارات ذات رتبة الأقل تظهر أنه هناك بشكل أساسي تآكل أقل للفولاذ المعتدل مع محلول اليوريا أكثر من محلول نترات الأمونيوم- يوريا الذي يحتوي على مانع . معظم الشركات أفادت أن أكثر تدبيراً للنفقات وأكثر اقتصادية تسويق محلول اليوريا أكثر من تسويق من محلول نترات الأمونيوم- يوريا % 32-28 من N التي تزود وتؤمن من اليوريا تتحول إلى محلول عند مستوى التجزئية (البيع بالتجزئة) وتباع في نصف قطر 15 ميل من وحدة الخلط وهذه الشركات أشارت إلى أهم المساوئ محلول اليوريا وهو تحليلها المنخفض .

بلاد أخرى مثل الهند قد أنتجت كمية محددة من محلول اليوريا وذلك بحل اليوريا في الماء . واستعملوا بقايا الراسبة الصلبة الصغيرة في المحلول وذلك إن احتوت اليوريا على عامل فصل أو تجزئة ذو نموذج أرضي (ترابي) دياتومي . ولكن هذا الراسب هو كمية صغيرة جداً من الجسيمات ذات الحجم الصغير والتي تسقر أسفل الصهريج ولا تسبب أية مشاكل في التطبيق أو الاستعمال . عندما اليوريا تكيف وتهيأ مع فورم الدهيد كعامل فإنها تستعمل والمحلول الصافي بدون جسيمات (جزئيات) يتشكل بسبب يوريا الميتامين المشكلة هي أيضاً ذوابة في الماء .

إنتاج محاليل نترات الأمونيا- اليوريا :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن إنتاج نترات الأمونيوم واليوريا قد تم دراسته في فصول سابقة . كلا المادتين تنتجان بشكل أولي على شكل محاليل نترات الأمونيوم بنسبة محلول 75-85 % ويوريا بنسبة حوالي 70 % محلولاً .

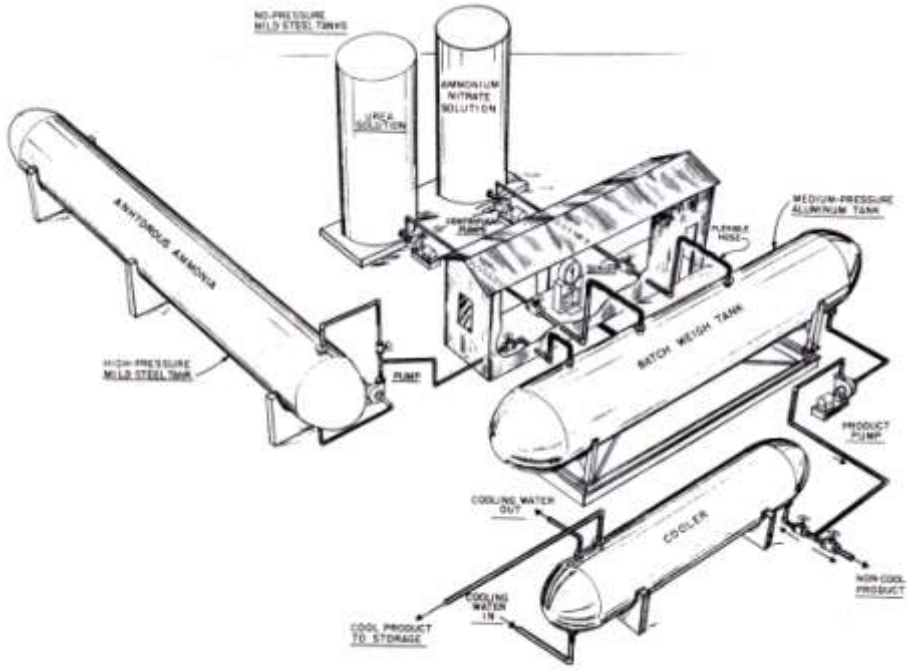


Figure 14. Batch Plant for Nitrogen Solutions.

الكلفة والقدرة الملاحظة (حوالي 1 مليون Kcal لكل طن من N) تكون لازمتان لتحويل هذه المحاليل إلى أجسام صلبة وكذلك من أجل إنتاج محلول UAN من المفضل تجنب هذه الخطوة . ولهذا السبب معظم الإنتاج ذو الدرجة الكبيرة لمحاليل UAN تتوضع في وحدات أو معامل حيث إما نترات الأمونيوم أو اليوريا كلاهما ينتجان .

إن كلا النمطين لعمليتي الإنتاج المستعملة هي طريقة ال (على دفعات) والطريقة المستمرة . وكلاهما غير معقدين وف يكان عملية اليوريا المركزة ومحاليل نترات الأمونيوم تقاس وتخلط وبعد ذلك تبرد . والشكل 14 السابق يظهر رسماً تخطيطياً لجهاز الهجنة والتي فيها صهريج الخلط ووزن العجنة يركب على

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ميزان الوزن . المحاليل توزن في صهريج الخلط ، والمانع يوزن بشكل مستقل ويضاف إلى صهريج الخلط بعد المزج النهائي يبرد .

والعملية المستمرة تكون مشابهة ، ماعدا الحالة الخاصة بمحاليل النتروجين ، الماء وعامل المنع حيث أنهم يعيرون ويقاسون ومن ثم يلقمون بشكل مستمر إلى أنبوب الخلط الذي يكون شبيهاً للخلاط TVA الموضح في الشكل (15) السائل الناتج من حجرة المزج يبرد ويضخ إلى المستودع .

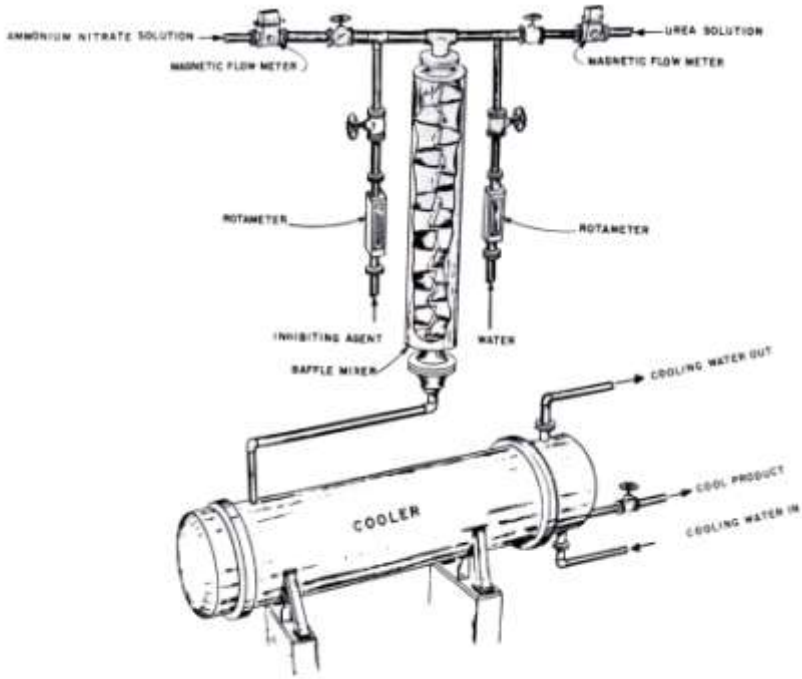


Figure 15. TVA Continuous-Type Urea-Ammonium Nitrate Solution Plant

معظم المنتجين الكبار يستعملون الطريقة المستمر . مثل هذه الوحدة يتوقع أن تصل طاقتها إلى 233,000 طن يومياً والوحدة الثانية التي لها نفس الطاقة الإنتاجية ماتزال تحت البناء والإنشاء في نفس المكان والموضع ، مثل هذه الوحدات الضخمة والكبيرة عادة ما تتوضع حيث يكون هناك النقل بواسطة المراكب أو خط الأنابيب أو أن كلاهما متوفر ومتاح . إن شبكة من خط الأنابيب تكون متوفرة في الولايات المتحدة من أجل نقل المنتجات البترولية (

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الغازولين ، وقود (زيت) الديزل الخ . .) وهذه الشبكة تستعمل بشكل مغاير لنقل محاليل uan ومرخراً برز بعض الاهتمام والعناية في مجال إنتاج محايل النتروجين من اليوريا Prilled ونترات الأمونيوم . وعندما أنتج المحلول من هذه المواد الصلبة ، وعادة ما ينتج في صهريج خلط العجنة والماء الساخن يكون لازماً لتقليل الزمن اللازم لحل المواد . وعادة حرارة كافية تؤمن بحيث أن كل الأجسام الصلبة سوف تنحل عند نهاية 30 دقيقة . وحوالي 75 / كغ/ لكل طن من البخار المشبع تكون لازماً ومطلوبة للحصول على زمن خلط معقول . هذه العملية أكثر انحلالاً من تلك التي تستعمل فيها المحاليل ، ولكنه في بعض الأحيان سيسات التسعير الخاصة تجعله ملائمة لإنتاج محلول من المواد الصلبة . ومؤخراً شركة خط أنابيب أمونيا واحدة والتي لها أيضاً محطة طرفية نهرية قريبة ومتاخمة إلى خط الأنابيب قررت أنه أكثر اقتصادية إنتاج محلول نترات الأمونيوم الساخن من الأمونيا عند خط الأنابيب ومزجه باليوريا التي تم تلقيها بواسطة المركب . عندما ينجز هذا ، فإنه لاحاجة للماء الساخن لحل اليوريا ولا تبريد يكون لازماً لمحلول نترات الأمونيوم الساخن بسبب الحرارة المزودة من قبل محلول نترات الأمونيوم الساخن الذي يعدل الحرارة السلبية لمحلول اليوريا وجدت هذه الشركة أنه أمر اقتصادي إنتاج محاليل بعيدة عن معمل الأمونيا لأنه أمر أكثر اقتصادي شحن الأمونيا واليوريا % 82 و % 46 من N أكثر من شحن المحاليل % 32-28 من N ، وهناك نظام أو جهاز مشابه قد استعمل في معمل في انكلترا .

التطبيق والاستعمال :

معظم محاليل النتروجين تستعمل للإستعمال (التطبيق) المباشر ولكن الكمية الأساسية تستعمل لإنتاج الخلطات السائلة ومعظمهم تطبق وتستعمل بواسطة البث باستعمال (مستعملة) نماذج متنوعة من الفوهات والحنفيات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بعض من مستخدمي يفضلون استخدام الفوهة (الحنفية ذات نموذج مروحي لإستعمال خلطات من مبيدات الأعشاب من محاليل النتروجين . وأكدوا أنهم تلقوا وحصلوا على استجابات ونتائج متناسقة من N وقتل (تجريب) للأعشاب . آخرون أعلنوا أن هناك الكثير من التكوم من الأسمدة (للأسمدة) وذلك عندما الفوهات تستعمل عندما تهب الريح . العاملون الآخيرون يفضلون استعمال المحلول خلال فوهات الإسالة . هذه الفوهات (الحنفيات تطلق (تبعث) قطرات بنفس الحجم المعدل قطرات المطر . هناك القليل أو أنه ليس هناك تكون يمكن مواجهة عندما يستعملان .



Figure 16. Pull-Type Applicator for Fluid Fertilizers.

أيضاً معطيات تطبيق استعمال متماثل عبر لافة (عصابة) إن عربات المستعملة لنشر وبث محاليل النتروجين تختلف في الحجم من نموذج سحب صغير والتي تسحب خلف جرارة المزارع الشكل (16) إلى applicatro ذات طفو عالي وذاتية الدفع أو السير الشكل (17) إن نماذج ذات الطفو العالي تقلل التراص (الدموج) بالإنضغاط للتربة خلال استعمال الأسمدة وبذلك فإن السماد يمكن أن يستعمل خلال فترات (مراحل) الرطبة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Figure 17. Five-Wheel-High Flotation Applicator.

applicators الضخمة قادرة على استعمال كميات دقيقة من المحلول التسميدي (السماد) عند نسبة تصل إلى 0.71 min/ha .

محاليل النتروجين اللاضغطية تضاف خلال نماذج متنوعة من أنظمة (أجهزة) الري مثل نموذج القطر (التقطر) المرشة أو الأنبوب المحجوز (ذو) المصدات والخندق (الحفرة) . هذه الممارسة (العمل) قد أشير إليها بـ تغذية للمحصول لأن المحلول يضاف مع ماء السقاية مرات عدة خلال فصل النمو أو بشكل مستمر في حالة السقاية والري بالتقطير (القطر) . إن جهاز التغذية لهذه المحاليل إلى وحدة السقاية عادة ما يتألف من صهريج التخزين ومضخة قياس (تعيير) ذات نموذج . إن النسبة تختلف بتغيير طول الضربة (الصدمة) وعدد الضربات لكل دقيقة من المضخة . بعض المحاليل تخلط مع سوائل إضافية مثل 0-34-10 ، 0-37-11 ، والبوتاس لإنتاج خلطات سائل صافية . الدرجات المطابقة والمماثلة هي 8-8-8 ، 0-7-21 ، و 4-4-12 . إن وحدة خلط السائل المطابقة لهذا الغرض موضحة في الشكل 18 (وحدة الخلط البارد) :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

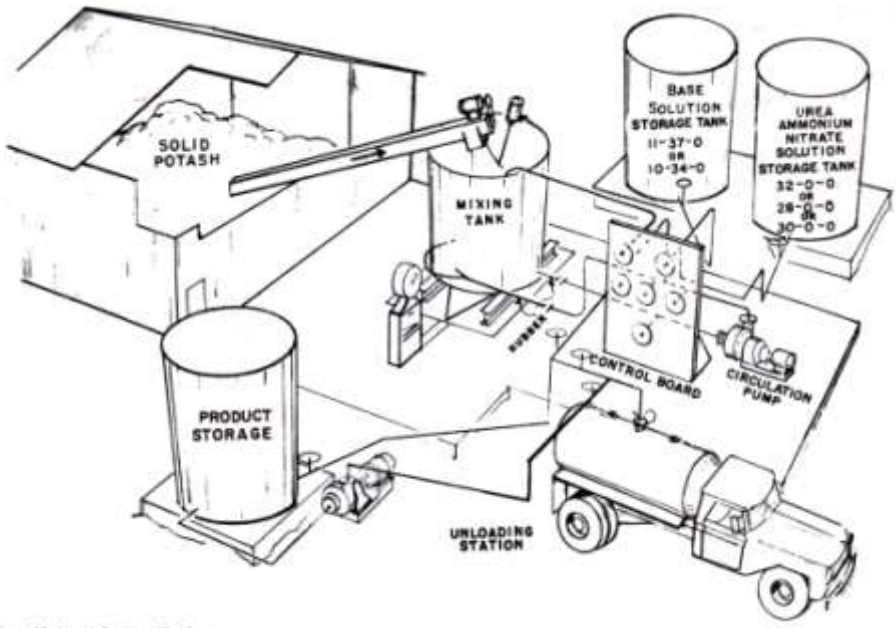


Figure 18. Liquid Fertilizer Mix Plant.

محاليل النتروجين تستعمل أيضاً في الاتحاد مع مواد التعليق الأساسية مثل 11-30-0 أو 13-38-0 (حاوية على 1.5 % من طين الجيلن (التجمد) والبوتاس لإنتاج خلطات مثل 20-10-10 ، 14-14-14 ، و 24-8-8 . إنهم أيضاً يستعملون في الاتحاد مع حمض الفوسفور ، الأمونيا والبوتاس لإنتاج سوائل بواسطة عملية الخلط الساخن .

الأمونيا Aqua :

الأمونيا aqua ليست شائعة ومعروفة مثل الأمونيا Anyhydrous ولكن الأمونيا في طريقها في الرواج لأنها أكثر أمناً وسلامة في الاستعمال أكثر من الأمونيا . وأكثر الأمونيا شهرة هو محلول يحتوي 20 % من N وهو لايبذل أي مقياس (عيار) ضغطي عند درجات حرارة دون حوالي 36-97°F ، ولذلك فإن الأمونيا aqua من هذا التركيز (لهذا التركيز) يمكن عادة أن تخزن في صهاريج تخزين ذات نمط لا ضغطي ومغطاة . هذه الصهاريج عادة ما تنشأ (تبنى) لتحمل ضغط يصل إلى 0.35 كغ/سم2 (0 Pisg) وهم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مزودين (مجهزين) بصمامات أمان ضغطية وبخارية . هذه الصمامات معدة لفتح عند 1.051 و 0.991 ضغط جوي كضغط مطلق الأمونيا aqua عادة ماتنتج في مراكز التوزيع بالقرب من السوق في وحدة مستمرة شبيهة بتلك الموضحة في الشكل 19 :

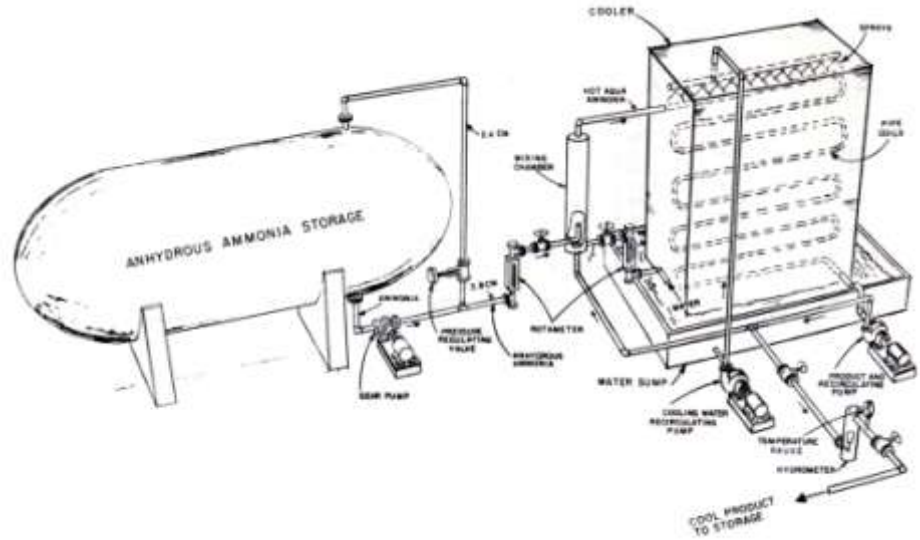


Figure 19. Continuous-Type Ammonia Converter.

الأمونيا Anyhydrous ، الماء والأمونيا aqua المبردَّة والمعادة الدوران تخلط في حجرة الخلط ذات نموذج أنبوبي بسيط .

وكمية كافية من الماء تضاف لتعدي الجاذبية النوعية للسائل بالنسبة لسائل الأمونيا aqua الحاوي على 20 % من N . الخط المنحني في الشكل 20 يُري هذه الجابية النوعية عند درجات حرارة متعددة . ومع هذا النمط من المعامل (الوحدات) التي سعتها 50 طن للأمونيا Anyhydrous يمكن عادة أن تتحول إلى 206 طن من الأمونيا aqua في مدة تقريبية تصل إلى 5-8 ساعات . هذه النسبة من التحويل تعتمد على حجم المبرد في الوحدة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

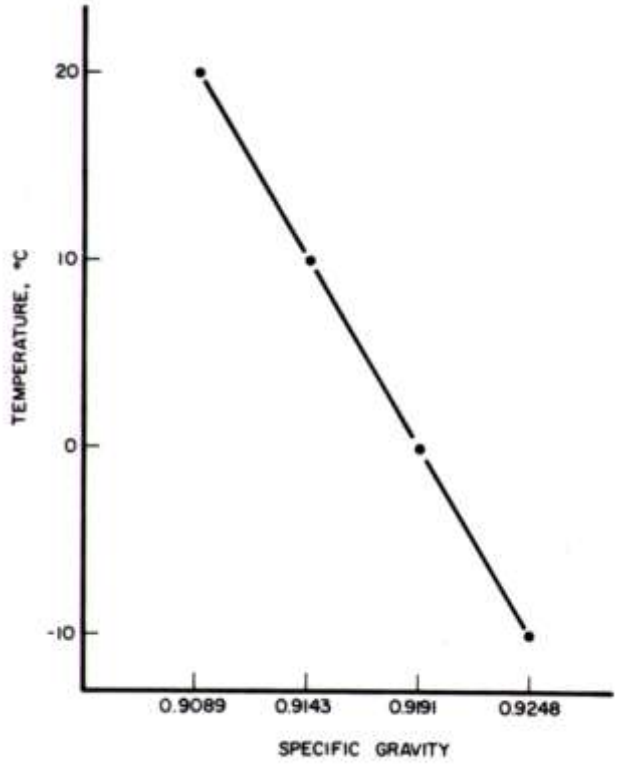


Figure 20. Specific Gravity Versus Temperature of 20%-N Aqua Ammonia (Ref. 4° C).

ولأن الأمونيا aqua لها ضغط بخاري منخفض فإنها لاتحتاج لأن تخقن بعمق إلى داخل التربة كأمونيا Anyhydrous معظم المشتغلين (العاملين) وجدوا أنه ليس لديهم خسارات أمونيا مبالغ فيها (زائدة) وذلك إن حقنوا الأمونيا qaua حوالي (7.6-12.6) سم (3-5) انش تحت سطح التربة . وهذا تقريباً نصف عمق الحقنة التي هي تكون لازمة مطلوبة للأمونيا Anyhydrous . applicators المستعملة من أجل تطبيق واستعمال الأمونيا aqua تكون مطابقة (مماثلة) لتلك المستعملة من أجل الأمونيا Anyhydrous وذلك من حيث أنهم لديهم سكاكين الحقن ، ولكن بما أن هذه السكاكين تنتقل وتتحرك عند مستوى ضحل من العمق فإن النسبة الأكثر قلة من الطاقة (القدرة) تكون لازمة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لسحبهم . وكذلك فإن الأمونيا aqua يمكن أن تستعمل أو تطبق عند نسبة أكثر سرعة من الأمونيا Anyhydrous لأن الحقنة العميقة لهذا المحلول لاتكون لازمة ومطلوبة .

العديد من المشتغلين وجدوا أنه يمكن لهم أن يطبقوا ويستعملوا الأمونيا aqua في عمليات الحراثة مثل الحراثة (الفلاحة) و . . . . الخ بدون خسارات مرتفعة في الأمونيا .

المحاليل ذات النمط الضغطي :

العديد من المحاليل ذات النمط الضغطي المختلفة قد استعملت في الولايات المتحدة . عادة هذه المحاليل مصنوعة (محضرة) من اتحاد الأمونيا ونترات الأمونيوم أو اليوريا أو كلاهما معاً . كل المحاليل تحتوي على ماء ولكن البعض منهم لهم محتوى من الماء منخفض يصل إلى 1.5 % . الجدول (1) يظهر بعض من الميزات الفيزيائية والكيميائية لمحاليل نترات الأمونيوم– الأمونيا– المماثلة والتي قد استعملت في الولايات المتحدة والجدول (2) يظهر بيانات مماثلة للأمونيا ، يوريا– نترات الأمونيوم ومحاليل يوريا– الأمونيا .

TABLE 1. AMMONIA-AMMONIUM NITRATE SOLUTIONS

Solution No.[a]	Total N	Free NH_3	NH_4NO_3	H_2O	Specific Gravity, at 16°C	Gauge Pressure, kg/cm^2 at 40°C	Salt-Out Temp., °F	°C
448(25-69-0)	44.8	25.0	69.0	6.0	1.124	1.20	6	-14
471(30-64-0)	47.1	30.0	64.0	6.0	1.103	1.90	-32	-36
466(25-74.5-0)	46.6	25.0	74.5	0.5	1.150	2.04	5	-15
490(34-60-8)	49.0	34.0	60.0	6.0	1.042	3.37	-52	-47
414(19-74-0)	41.4	19.0	74.0	7.0	1.186	0.56	64	18
440(28-60-0)	44.0	28.0	60.0	12.0	1.083	1.76	-36	-38
370(16.6-66.8-0)	37.0	16.6	66.8	16.6	1.182	0.07	48	9
410(26.3-55.5-0)	41.0	26.3	55.5	18.2	1.079	1.20	-25	-32
452(29.9-59.0-0)	45.2	29.9	59.0	11.1	1.070	1.83	-27	-33
452(26-68-0)	45.17	26.0	68.0	6.0	1.12	1.97	6	-14

a. In the solution numbering code, the first number is the percentage of total N (in tenths of percent); the numbers in parentheses are the percentages of free ammonia, ammonium nitrate, and urea, respectively.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 2. AMMONIA-AMMONIUM NITRATE-UREA AND AMMONIA-UREA SOLUTIONS

Solution No.[a]	% Total N	% Free NH_3	% NH_4NO_3	% Urea	% H_2O	Specific Gravity, at 16°C	Gauge Pressure, kg/cm^2 at 40°C	Salt-Out Temp., °F	Salt-Out Temp., °C
449(28-40-15)	44.0	28.0	40.0	15.0	17.0	1.052	1.97	1	-17
444(25-55-10)	44.5	25.0	55.0	10.0	10.0	1.108	1.55	-23	-31
450(27-50-12)	45.2	26.7	50.0	12.0	11.3	1.085	2.11	-8	-22
490(33-43-13)	49.1	33.5	44.0	13.0	9.5	1.020	3.80	-26	-32
495(37-40-11)	49.5	37.0	40.0	11.0	12.0	1.039	4.22	-50	-46
515(40-40-10)	51.6	40.0	40.0	10.0	10.0	0.983	5.48	-3	-19
370(25-0-35)	37.1	25.0	-	35.3	23.3	1.090	1.69	34	1
450(37-0-32)	45.0	36.6	-	32.0	31.4	0.929	3.80	17	-8

a. In the solution numbering code, the first number is the percentage of total N (in tenths of percent); the numbers in parentheses are the percentages of free ammonia, ammonium nitrate, and urea, respectively.

هذه المحاليل تنتج في نفس وحدة نموذج الفجة (دفعات) المستعملة لإنتاج محلول UAN اللاضغطي الشكل (14) صهريج الدفعة المستعملة في إنتاج هذه المحاليل عادة ما تنشأ وتبنى وبذلك فإنها سوف تتحمل الضغوط إلى مافوق 5.3 كغ/سم2 (75 Pisg) ، إن نفس إجراء الخلط والمزج يستعمل في إنتاج هذه المحاليل وذلك عندما تستعمل للمحلول اللاضغطي ماعدا الأمونيا Anyhydrous والتي هي مكون إضافي الذي يجب أن يضاف وأجهزة (أنظمة) شبكة الأنابيب يجب أن تكون مصنعَّة لتتحمل الضغوط ذات 5.3 كغ/سم2 .

استعمال محاليل النتروجين ذات النمط الضغطي :

إن بعضاً من استعمال المحاليل ذات النمط الضغطي والخاصة بالإستعمال (التطبيق) المباشر قد تم الإشارة إليه ، ولكنهم يستعملون بشكل أولي كمصدر للنتروجين والأمونيا من أجل الاستعمال في وحدات التحبيب– الأمينة لإنتاج أسمدة مركبة . الأمونيا الحرة للمحاليل تتفاعل مع سوبر فوسفات والحموض التي تضاف أيضاً إلى المحبب ، هذه المحاليل تؤمن وتزود نتروجين مكمل (متمم) مثل نترات الأمونيوم وأو اليوريا لإنتاج درجات نتروجين عليا ومرتفعة . المحبب عادة محبب دوران ونموذج TVA والذي فيه محاليل النتروجين تضاف تحت أو أسفل طبقة الدحرجة (التدحرج) للمادة. تفاعل الأمونيا مع المواد الأخرى يسبب حرارة كافية وحالة سائلة وذلك كي تضاف إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المحبب والذي يؤدي بالجزئيات ذات الحجم الصغير لأن تتكتل إلى الحجم اللازم (المطلوب) للحبيبات وذلك من أجل التخزين الجيد ، الاستعمال المتناظر (المتماثل) وقبول (رض) الزبون أحياناً البخار يضاف أيضاً لتشجيع وتعزيز التحبب . والمحلول الأكثر شهرة والمعروف لهذا النمط هو ذلك الحاوي على نسبة 44,8% من مجمل له .

25 % من NH_3 الحر ، 699 % من NH_4NO_3 و 6 % من H_2O .

إن المحاليل الأخرى المعروفة تحتوي على 47,1% من كامل N ، 30 % من NH_3 الحر و 64 % من NH_4NO_3 و 6 % من H_2O . هذه المحاليل قد استعملت لإنتاج الأسمدة المركبة مثل 15-15-15 ، 16-8-8 الخ . في وحدات التحبيب– الأمينة ، ولكن التيار السائد في الولايات المتحدة هي استبدالهم بالأمونيا Anyhydrous . الأسمدة المركبة سوف تدرس (تناقش) في الفصل (XIX) والذي فيه استعمال محاليل النتروجين ، الأمونيا Anyhydrous والحموض تغطى (تدرس) ذلك الفصل أيضاً يغطي حسابات وتقادير لدرجات حرارة التفاعل والحالة السائلة لتشكيلات وصيغ التحبب لتأمين وتزويد تحبب جيد في معامل (وحدات) التحبب المماثل باستعمال محبب TVA .

محاليل النتروجين عادة تستبدل بواسطة الأمونيا Anyhydrous لأن الأمونيا Anyhydrous الآن متاحة ومتوفرة بالنسبة لوحدة التحبب – الأمنية عند كلفة منخفضة أكثر من محاليل النتروجين ، ولذلك فإن معظم معامل (وحدات) التحبب تستعمل كميات ضخمة من حمض السلفوريك وحمض الفوسفوريك لتثبيت الأمونيا المستعملة في الصيغ والتشكيلات . وكذلك العديد من محاليل النتروجين عادة ما تستبدل بمنتج ثانوي سلفيت الأمونيوم .

وحديثاً بعض الشركات قد استبدلت محاليل النتروجين بيوريا ذات كلفة منخفضة . وعادة اليوريا والأمونيا Anyhydrous يمكن أن تسلم إلى وحدات تحبيب الأمونيا عند كلفة منخفضة أكثر من محاليل النتروجين ولهذا السبب فقد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تم التوقع والتنبؤ أن هذه المحاليل سوف تصبح أقل رواجاً وشيوعاً في المستقبل كمصدر لكل من الأمونيا والنتروجين لوحدات ومعامل التحبب .

بالإضافة إلى المحاليل الموضحة في الجداول (1) و (2) فإن محلول يوريا– أمونيا ذات ضغط منخفض في أوربا وشحنت إلى البرازيل من أجل الاستعمال في وحدات التحبب . هذا المحلول لايبذل أي ضغط مقياسي (معياري) وذلك حتى يصل درجة الحرارة إلى 35° درجة مئوية (95 F) وعند الدرجة 41° (105 F) وهي تبذل ضغط مقياسي ومعياري والذي يقدر لأن يكون حوالي 0.35 كغ/سم2 (5 Pisg) ، المحلول يحتوي % 33 من N و % 16 من أمونيا حرة ، % 44 يوريا و % 40 ماء .

الشركة البرازيلية التي تلقت هذا المحلول وجدت أنه من الأمان والسلامة خزن المحلول في صهريج تخزين لا ضغطي مستعمل مسبقاً لخزن الزيت الخام . لم تُفقد أي أمونيا من المحلول وذلك عندما أنشأت متعددة من الزيت الخام سمح لها لتغطي سطح السائل في الصهريج . هذا المحلول قد استعمل لإنتاج منتجات محببة في وحدة التحبيب (التبرغل) الحاوية على كل من محبب دوار وسطح . إن تجربة هذه الشركة تشرح وتوضح أن هذا المحلول من المحتمل أن تستعمل في البلدان النامية .

ملخص :

المواد النتروجينية السائلة (محاليل النتروجين والأمونيا aqua و Anyhydrous) هي مصادر رئيسية للنتروجين في الولايات المتحدة ، كندا ، مكسيكو والدانمارك . وهي مصادر هامة ونامية في بلدان أخرى متعددة . وحوالي % 60 من N المستعمل في الولايات المتحدة تستعمل على أشكال سائلة . إن رواج وشهرة هذه المواد قد ازدادت لأنهم عادة ما يكونوا واحدة من المصادر الاقتصادية للنتروجين . وكذلك فإن معدات وتجهيزات الطاقة من أجل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تصنيعهم وتحضيرهم هي أقل من المواد الصلبة . المحاليل اللاضغطية لها نسبة نمو أعطمي (العظمى) بسبب سهولة في معالجتهم واستعمالهم ، تخزينهم والاستعمال . التطبيق (والاستعمال) مع ماء السقاية هو بشكل خاص مشهورة ومعروفة . وكذلك ، هم نواقل ممتازة وجيدة للمبيدات الحشرية والمواد المغذة الدقيقة وتستعمل كمصدر للنتروجين المكمل (المتمم) للخلطات السائلة .

نترات الأمونيا – الأمونيا ذات الضغط المتوسط ومحاليل اليوريا – نترات الأمونيوم – الأمونيا تظهر (تبدو) لأن تفقد شهرتهم ورواجهم كمصدر للأمونيا والنتروجين من أجل إنتاج الأسمدة المركبة المحببة في وحدات التحبب – الأمنية . وعادة مايستبدلون بأمونيا Anyhydrous ومواد نتروجينية صلبة . بعض من البلدان النامية قد بدأت باستعمال محاليل نتروجينية ذات ضغط منخفض وبعض من البلدان الأمريكية اللاتينية والآسيوية قد أظهرت اهتماماً وعناية ملحوظة في تطبيق واستعمال الأمونيا Anyhydrous و aqua أو سوائل أخرى .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الحادي عشر

11- بعض العوامل المؤثرة في اختيار أسمدة النتروجين :

المقدمة Introduction :

إن الهدف العادي من وراء اختيار أي من أسمدة النتروجين أو الأسمدة يجب أن تقدم وتنتج وتسوق هو أو يجب أن تحدد أي من المنتجات سوف يعطي (يقدم) الزيادة الأكبر في قيمة المحصول لكل دولار مستهلك .

المشكلة ليست بالأمر البسيط ، وهي تتضمن وتشتمل على تقدير الكلفة تصنيع أو تمويل المنتجات ، كلفة تسويقهم وتوزيعهم ، الفعالية والنشاط الزراعي للمنتجات البديلة والتحيزية وقيمة الإنتاج الزراعي المتزايد .

قد يكون الجواب مختلف للعديد من المحاصيل والمناطق وأحياناً بعض التسوية (اتفاق وسط) يجب أن تكون بين كلفة التصنيع والتوزيع من جهة واحدة والفعالية الزراعية من جهة أخرى . والسؤال يكون فيما إذا كان تأمين النتروجين في اثنين أو أكثر من الأشكال والصيغ لمواجهة الحاجات والمتطلبات المتنوعة والمختلفة ، حاجات يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في ضوء فيما إذا كانت المنطقة الفائدة الإضافية (الزائدة) تستحق زيادة في الكلفة (هذا إن وجدت) وأخيراً ، فإن قراراً يحتاج إليه فيما إذا فقط أسمدة النتروجين الصرفة هي التي يجب أن تنتج أو أن النتروجين يجب أن ينتج على شكل أسمدة مركبة . معظم البلدان وجدت أن من المفيد تأمين (تزويد) كلا النموذجين .

وجهات نظر زراعية :

لقد قيل أحياناً أن كل أسمدة النتروجين بشكل متساوي فعالة عندما تستعمل بشكل ملائم . ولكن هذا ليس صحيحاً تماماً مالم يحدد (يصرف) واحداً الاستعمال الملائم بتجنب بعض نماذج وأنماط الاستعمالات والتي فيها بعض

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المنتجات لها فعالية منخفضة بشكل ملائم ولإيضاح هذه النقطة ، فإن المرء يحتاج أن يأخذ بعين الاعتبار كيفية استعمال المنتجات . ومن الصعب جداً تغيير العادات أو الطرق (الممارسات) لعدد كبير من المزارعيين . وفي الحقيقة يبدو أنه لا اقتصادي فعل ذلك إن كانت الأعمال المقترحة تتضمن على نفقات كلفة التجهيز والإعداد والتي المزارعيين الصغار لايستطيعون تقديمها ولذلك فإن فعالية الأسمدة يجب أن تقدر على أساس من الزراعيين من المحتمل أن يستخدموهم بدلاً من كيف يجب أن يستعملوا من أجل فعالية عظمى .

أسمدة النتروجين قد تصنف إلى ثلاث مجموعات وذلك وفقاً لحقيقة فيما إذا النتروجين موجود على شكل أمونيوي أو على شكل نترات أو خليط من الاثنين معاً . المجموعة الرابعة يمكن أن تضاف . . المركبات العضوية المركبة (المعقدة) الأسمدة العضوية الطبيعية لا تقع ضمن هذا المجال من هذا الكتيب بينما المركبات العضوية الصناعية غير اليوريا سوف تدرس بشكل منفصل تحت عنوان أسمدة التحرير المضبوط (المحكم) الفصل XXI .

الأسمدة الأمونيوية هي الأمونيا Anyhydrous والأمونيا aqua وأملاح الأمونيوم . . السلفيت . . الفوسفات ، الكلوريد ، الكربونات أو البيكربونات ، اليوريا سوف تُشتمل ضمن هذه المجموعة لأنها بشكل سريع تتحلل في التربة إلى كربونات أمونيوم .

أسمدة النترات هي: الصوديوم ، البوتاسيوم ، ونترات الكالسيوم . الأسمدة الحاوية على مزيج من أسمدة النترات والأسمدة الأمونيومية هي بشكل رئيسي نترات الأمونيوم واتحادات متعددة تحتويها مثل نترات أمونيوم اليوريا ، نترات فوسفات الأمونيوم . . الخ .

الأسمدة الأمونيومية كمجموعة لها بعض الميزات والصفات بشكل عام ، ومعظم الوحدات (المصانع) لايمكن أن تستفيد من النتروجين الأمويونية بشكل فعال (الأرز هو استثناء ملحوظ) وهكذا من أجل معظمهم المحاصيل ،

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الإنتفاع (الاستفادة) تعتمد على تحويل وتغيير النتروحين الأمويوني إلى نتروجين نترات في التربة . هذا التحويل يحدث خلال سلسلة من العمليات البيولوجية الدقيقة وعادة ماتكون سريعة تماماً في الترب الدافئة ولكن التفاعل يتطلب الأوكسجين ولايمكن أن يحدث عندما يكون الهواء يستثنى عن التربة على سبيل المثال بواسطة الفيضان والسيول .

إن نسبة النترجة تنقص بنقصان درجات الحرارة وعند درجات حرارة التربة أي 10° وما دون التفاعل يتوقف بشكل جزئي . ولهذا السبب الأسمدة الحاوية على الأقل بعض النترات تكون مفضلة من أجل الإستعمال في الأجواء والظروف الباردة ، من أجل هذه المحاصيل التي تظهر نمو أساسي في أوائل الربيع عندما تكون درجة حرارة التربة منخفضة العديد من محاصيل الحقول مثل الذرة والقطن سوف لن تنبت أو تنمو في الترة الباردة وهكذا فإن نسبة النترجة من غير المحتمل أن تكون عاملاً محدداً لهذه المحاصيل .

النتروجين الأميوني يمتص بواسطة مادة غروية في التربة ولذلك تكون مقاومة لن التربة . بسبب النترجة السريعة في معظم المواقع الزراعية ، فإن هذه الميزة فقيرة الأمد ، وبالتالي نسبياً هي غير هامة . وهناك حالتا استثناء هامتان .

1- عندما سماد نشادري يُوضع في منطقة التقليل (اللاهوائية) للتربة (للتربة الفيضانات) فإنه يبقى على شكل نشادري وبالتالي يقاوم نض التربة طول مدة وجود المنطقة لا هوائية .

وبما أن نبات الأرز يمكن أن يستفيد من نتروجين النشادري بشكل كافي، هذا الموقف يزود ويؤمن فرصة مناسبة وهامة لمزارعي الأرز لتقليل خسارات النتروجين بواسطة نض التربة أو التطاير .

2- وبما أن النتروجين النشادري لايتحول إلى نتروجين في التربة الباردة، فإنه قد يستعمل في آخر الخريف من أجل التسميد (التخصيب) المحاصيل كي تزرع في فصل الربيع بدون التعرض لخطر فقدان (الخسارة) بواسطة نض

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التربة خلال فصل الشتاء في هذه الأجواء حيث درجة حرارة التربة تبقى دون 10 درجة مئوية خلال فصل الشتاء . هذا المحلول يمكن المزارعيين لأن يستفيدوا من ميزة السعر المنخفض أو المؤونة الوافرة للأسمدة التي قد تكون متاحة خلال فصل الخريف ومن أجل استعمال الأسمدة خلال وقت أقل انشغالاً أكثر من فصل الزراعية في الربيع .

إن النتروجين النشادري المستعمل السطحي هي عرضة لخسارات جدية أقل أو أكثر بواسطة تطاير الأمونيا المعتمد على نمط ونموذج الأسمدة ، درجة PH للتربة ، درجة الحرارة . . الخ . الأمونيا Anyhydrous سوف تتطاير سريعاً وذلك إن استعملت على سطح التربة ، وهكذا فإنها يجب أن تحقق مايقارب 10سم أو أكثر دون السطح لتجنب خسارات كبيرة وثقيلة . نفس الأمر (ينطبق) بالنسبة للأمونيا aqua ذات التركيز العادي 25 % من NH_3 . الأمونيا aqua المخففة (5 % من NH_3) يمكن أن تطبق وتستعمل سطحياً بدون خسارات جدية على بعض الترب . اليوريا المستعملة سطحياً تكون عرضة لخسارات ثقيلة إلى معتدلة وبشكل خاص في الأجواء المعتدلة والدافئة أو على الترب الكلسية: في حال الأرز ، خسارة الأمونيا بواسطة الاستعمال السطحي لليوريا يعتمد على درجة PH لماء الفيضان أكثر من ذلك الخاص بالترب (ماء التربة) وعندما اليوريا تستعمل لسطح التربة غير وخسارة الأمونيا تعتمد على نسبة التحلل الكهربي لليوريا إلى أمونيا وثاني أوكسيد الكربون ويمكن أن تُمنع بشكل كبير بواسطة تشغيلها داخل التربة وذلك حالما يتم التطبيق أو بواسطة الأمطار المناسبة أو السقاية .

بيكربونات الأمونيا تكون عرضة لخسارة حقيقية للأمونيا وذلك مالم يتم تشغيلها ومعالجتها إلى داخل التربة . أملاح الأمونيا الأخرى تكون نسبياً خالية من مشاكل خسارة أمونيا ولكن الخسارة الممكن تقديرها يمكن أن تحدث مع تطبيق سطحي على الترب القلوية بشكل قوي أو القلوي وخاصة مع فوسفات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ثنائي الأمونيوم وحتى مع سلفيت الأمونيوم . كل الأسمدة النشادرية هي ذات تشكل حمضي ولكن سلفيت الأمونيوم والكلوريد هي أكثر مواد تشكيل الحمض القوية لأن كل من النتروجين والأيون تهمان وتشتركان في تحميض التربة . (من أجل مناقشة ميزات وصفات تشكل الأساس والحمض للأسمدة ، انظر الفصل XXII) . إن ميزة تشكل الحمض قد تكون ميزة للإستعمال على الترب القلوية أو من أجل محاصيل تتطلب ترب حمضية مثل (الشاي) . في حالات أخرى ، الحموضة يحتمل لها أن تكون ميزة سيئة لأنه أخيراً التربة قد تصبح حمضية جداً بحيث أنها تصبح غير مناسبة للإستعمال الزراعي مالم تصحح باستعمال الجير الكلسي .

إن قيمة الأنيون (شاردة) ملح الأمونيا يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار . وهذا بشكل خاص صحيح بالنسبة لفوسفات الأمونيوم التي عادة تعتبر كأسمدة فوسفاتية ربما أن نسبة وزنهم $N:P_2O_5$ من 1:5 لـ MAP إلى 2:5 لـ DAP ولكنهم قادرين على تأمين والتزويد بشكل اقتصادي كمية أساسية وجوهرية من النتروجين وذلك كما سيتم توضيحه في الفصل XVIE ويجب أن تعطى بسبب اعتبارات معينة في تخطيط مؤونة النتروجين . سلفيت الأمونيوم أحياناً يتم تقديره من أجل محتواه من الكبريت لأنه هناك نقص وعجز متداول ومنتشر لهذا العنصر (انظر الفصل XXI) . ولكن إن نسبتهم S:N هي أكبر وأعظم من اللازم والمطلوب لمعظم المواقف والمواقع ، وهكذا فإنها أحياناً تستعمل كعنصر مكون للأسمدة المركبة بدلاً من أسمدة نتروجين صرفة . ومحتوى الكلورين لكلوريد الأمونيوم يكون مفيد ونافع في حالات نادرة (انظر الفصل VIII) ولكن يكون مضراً ومؤذياً لبعض المحاصيل والترب . وهي تنض التربة بشكل سريع من التربة المسقية بشكل جيد ولا تعتبر مؤذية أو ضارة في حالات عدة باستثناء بعض المحاصيل الخاصة والتي تكون سريعة التأثر أو حساسة لها أو للمواضع حيث تراكمات الكلوريد في التربة يخلق مشكلة (مثل الترب نصف السنوية)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

النترات عادة ما تكون زراعياً فعالة ومفضلة بالنسبة لبعض المحاصيل (التبغ) أو من أجل استجابات سريعة في الترب الباردة ، النترات تغض التربة (تغسل التربة لنزع الأملاح المعدنية منها) من بعض الترب تحت شروط وظروف هطول مطر شديد أو سقاية (ري) . وكما أوضح مسبقاً النتروجين النشادري يتحول بشكل سريع إلى نترات في معظم المواقف وهكذا فإنه فقط في بعض الشروط والظروف يمكن لأي صفة (ميزة) نوعية أو أي ميزة سيئة أن تعزى وتنسب إلى صيغة وشكل النترات . النترات بالطبع خالية من مشاكل خسارة وفقدان الأمونيا . في الترب المشبعة بالماء ونتروجين النترات قد يُخفض (ينزع النتروجين منه) أولاً إلى نترات ومن ثم إلى N_2 ، N_2O أو NO وهكذا يتم فقدانه وخسارته في الجو ، ولهذا السبب النترات عادة ما تعتبر كمواد غير ملائمة للتطبيق السطحي بالنسبة للأرز الصوديوم ، الكالسيوم ونترات البوتاسيوم لها تفاعل أساسي ورئيسي في التربة التي تعتبر ميزة خاصة بالترب الحمضية ومحتوى الصوديوم لنترات الصوديوم يمكن أن يعتبر نافعاً ومفيداً في زيادة مردود بعض المحاصيل ولكن يمكن أن تكون ميزة ضارة للترب التي لها محتوى صوديومي زائد ومبالغ به . نترات الكالسيوم تستعمل على الترب الملحية لأن الكالسيوم يبدل الصوديوم الممتص على الطين ، سامحاً بذلك للصوديوم بأن يُغسل . والميزة السيئة الرئيسية للكالسيوم ونترات الصوديوم هي في التحليل المنخفض % 15-16 . نترات البوتاسيوم عادة ما تعتبر كأسمدة بوتاسية (13-0-44) وميزاتهم سوف تدرس في الفصل (XVIII) ولكن أيضاً تُقيم بسببها محتواها من نتروجين النترات من أجل الاستعمال في بعض الأسمدة الخاصة مثل سماد التبغ .

نترات الأمونيوم تحتوي على كل من النتروجين النترات والنشادري بكميات متساوية ولذلك لها بعض ميزات والمساوئ لكلا الشكلين (الصيغتين) وعادة ماتعتبر فعالة زراعياً بالنسبة لمدى واسع من المحاصيل والترب مع استثناء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ملاحظة للإستعمال السطحي على الأرز . وهي مرضية ومقنعة من أجل الاستعمال على الأرز المرتفع (الهضبي) وفي بعض الحالات من أجل الاستعمال السطحي على الأرز ، وهي تستعمل بشكل واسع في أوربا وأمريكا الشمالية ، في كلا الصيغتين كمادة نتروجينية صرفة وكمكون للأسمدة المركبة. محلول نترات أمونيوم اليوريا (UAN) ونترات سلفيت الأمونيوم (ASN) تحتويان على ربع واحد من مادتهم النتروجيني على شكل نترات وثلاثة أرباع على شكل نشادري .

الميزات الفيزيائية والأمان والسلامة :

إن الميزات الفيزيائية للأسمدة هي ذات أهمية كبيرة وأحياناً تعتبر عامل محدد . والميزات الفيزيائية للأسمدة الصلبة سوف تدرس وتناقش في الفصل XXI وفي فصول أخرى متنوعة والتي تعالج منتجات نوعية . الفصل X قد غطى الميزات والخواص الفيزيائية المتصلة بالموضوع محاليل النتروجين ، الأمونيا Anyhydrous والأمونيا aqua .

هناك بعض الأخطار التي يمكن مواجهتها في التخزين ، النقل واستعمال نترات الأمونيوم والأسمدة المركبة الحاوية عليها واللتان قد نوقشتا في الفصل VIII .

في بعض البلدان حيث الأعمال والممارسات الآمنة تكون صعبة كي تنفذ بالقوة ، هذه الأخطار قد تكون عائق حقيقي . وكذلك الأمر بالنسبة للنقل ، التخزين واستعمال الأمونيا Anyhydrous يشتمل كذلك على أخطار الفصل X) الذي يمكن أن تقلل إلى مستوى مقبول وذلك فقط بواسطة تعزيز وتشجيع المواصفات والميزات القاسية من أجل المعدات واتباع الممارسات الآمنة . هذه الشروط قد يكون من الصعوب الحصول عليها في بعض البلدان .

اعتبارات ووجهات نظر التصنيع :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن اختيار سماد النتروجين كي يقدم وينتج داخل بلد قد يتأثر (الاختيار) بالارتباط مع صناعات أخرى أو مع موارد البلد . تصنيع اليوريا ليس أمراً اقتصادياً ماعدا في الحالة التي يترافق مع معمل أمونيا . بالنسبة للبلدان حيث يكون فيها استيراد الأمونيا أقل كلفة من الإنتاج المحلي ، والاختيار الأفضل قد يكون استعمال الأمونيا المستوردة من أجل الإنتاج نترات الأمونيوم . فوسفات الأمونيوم وسلفيت الأمونيوم أو اتحاد للثلاثة معاً .

والإمكانية الأخرى لاستعمال الأمونيا المستوردة هي إنتاج أسمدة نتروفوسفاتية والتي سوف تؤمن وتزود كل من أسمدة الفوسفات والنتروجين . في معظم الحالات من الأفضل تخطيط وتصميم صناعة الأسمدة لكل أكثر من صناعة النتروجين بشكل منفصل .

سلفيت الأمونيوم أحياناً مايتم توفره كمنتج ثانوي من صناعات أخرى مثل عمليات التفحيم ، عمليات الاستخلاص الفلزية وإنتاج Caprolactam ، حمض السلفوريك المنتج الثانوي ذو الكلفة المنخفضة من أجل الإستعمال في تحضير وتصنيع سلفيت الأمونيوم ، قد يكون متوفرة من صناعات الصهر . وكذلك فإن سلفيت الأمونيوم قد يكون منتج ثانوي ملائم وموافق من تسهيلات حسر وتخفيض التلوّث . وبالمثل فإن كلوريد الأمونيوم قد ينتج بشكل اقتصادي كمنتج مشترك من إنتاج الرماد الصودا أو من حمض كلوريك المنتج الثاني من صناعات أخرى .

وبشكل عكسي ، فإن تسهيلات إنتاج الأسمدة أحياناً يمكن أن يؤمن مواد خام لصناعات أخرى ، الأمونيا واليوريا لها استعمالات صناعية أخرى . نترات الأمونيا تستعمل بشكل واسع كعامل بلاستيكي في صناعة المناجم في أو بناء الطرق . ولذلك فإن التخطيط المتكامل للقسم الصناعي يمكن أن يؤثر اختيار منتجات أسمدة النتروجين .

اعتبارات اقتصادية :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن الهدف العادي في اختيار سماد النتروجين هو اختيار وانتقاء منتج أو منتجات التي سوف تنتج في معدل منخفض للكلفة المسلّمة لكل كيلو غرام من N عند مستوى المزرعة مع افتراض أن كل المصادر لـ N هي كافية بشكل متساوٍ ، إن الجزء أو القسم الأخير من هذا الملخص سوف توضح وتظهر تقديرات مقارنة مطابقة وموضحة لتكاليف التصنيع . ولكن المقارنة يمكن أن نقوم بها على أساس التكاليف المسلمة الفعالية في بلد ما حيث منتجات النتروجين المتنوعة تصنع وتسوق في تنافس مع بعضهم البعض تحت شروط تسويقية حرة . مثل هذه المقارنة تكون متوفرة بالنسبة للولايات المتحدة . البيانات للسنوات العشر الماضية 1968-1977 موضحة في الجدول (1) :

TABLE 1. AVERAGE PRICES PAID BY U.S. FARMERS FOR NITROGEN FERTILIZERS, 1968-77 ($/kg OF N)

	Ammonium Sulfate	Ammonium Nitrate	Urea	Anhydrous Ammonia	N Solution (30% N)
1968	0.29	0.22	0.22	0.12	0.23
1969	0.28	0.20	0.20	0.10	0.20
1970	0.28	0.20	0.20	0.10	0.20
1971	0.28	0.21	0.20	0.11	0.21
1972	0.28	0.21	0.20	0.11	0.20
1973	0.30	0.23	0.22	0.12	0.21
1974	0.59	0.46	0.44	0.26	0.41
1975	0.81	0.61	0.59	0.36	0.56
1976	0.52	0.45	0.40	0.25	0.41
1977	0.55	0.47	0.41	0.24	0.44

Source: 1978 Fertilizer Situation, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, December 1977 (original data converted to metric units).

والأمونيا Anyhydrous قد اعتبرت الأقل كلفة كمصدر للنتروجين خلال هذه الفترة وهي تكلف حوالي نصف واحد بقدر اليوريا أو نترات الأمونيوم ، اليوريا ونترات الأمونيوم ومحاليل النتروجين قد بقيت تقريباً عند نفس السعر خلال هذه الفترة مع وجود ميل نحو أسعار اليوريا المنخفضة نسبياً خلال السنوات العشر الماضية وربما بسبب زيادة المؤونة من هذه المنتج . أسعار سلفيت

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأمونيوم تتراوح من حوالي % 25 إلى % 40 أعلى من تلك الخاصة بنترات الأمونيوم أو اليوريا .

ليس بالضرورة أن تكون المقارنة ممكن نقلها إلى بلدان أخرى ، الكلفة المسلَّحة المنخفضة للأمونيا Anyhydrous تعتمد على نظام توزيع غالي وذو درجة ضخمة ومنظم جيداً والذي سوف يكون صعباً مقارنة ومضاهرة في معظم البلدان . إن توزيع محلول النتروجين له أيضاً معدات وتجهيزات متخصصة ونوعية .

ولكن الكلفة النسبية للمواد الصلبة يجب أن تكون على الأقل مناسبة بشكل نوعي على الرغم من كلفتهم ، إن بيانات الأسعار للمواد الصلبة في الجدول (1) هي مزيج من المنتجات المعبأو في عامل 1976 حوالي % 73 من الأسمدة الصلبة التي بيعت في الولايات المتحدة كانت على شكل جملة والاستلام في صناديق سوف يزيد الكلفة النسبية للمواد ذات التحليل المنخفض لكل كيلو غرام من N .

وربما تكون سماد النتروجين الصلب ذو الكلفة المنخفضة هو فوسفات ثنائي الأمونيوم . وتوضيح في الفصل XVIIV يظهر أن DAP هو سماد فوسفاتي ذو كلفة أدنى عندما يتم تقييم وتقدير محتوى النتروجين عند حد السعر بكمية مرادفة (مكافئة من اليوريا . نفس البيانات يمكن أن تُفسر لإظهار وإيضاح أنه عندما قيمة محتوى P_2O_5 تعتمد وتستند على كلفة TSP ، فإن الكلفة الصافية للنتروجين سوف تكون 0,26 دولار/كغ مقابل 0,34 دولار/كغ من اليوريا . ومقارنة مماثلة قد تجرى على أساس أسعار السوق العالمية المتداولة وذلك كما هي موضحة في الأسمدة العالمية تموز 1978 . مع TSP عند حد 90 دولار/طن و DAP عند 125 دولار/طن تكون الكلفة الصافية لـ N في DAP حوالي 0.19 دولار/كغ من N مقابل % 26 دولار/طن من أجل اليوريا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

. هذا التباين سوف يزداد بواسطة النقل ، التخزين ، وتكاليف التعبئة لأن DAP مركزاً أكثر من TSP أو اليوريا .

ولسوء الحظ فإن معظم المحاصيل تتطلب نسبة عالية من $N:P_2O_5$ أكثر من تلك بالنسبة لـ DAP وهكذا فإن نتروجين إضاف يجب أن يؤمن من مصدر آخر . هذا يمكن القيام به بإضافة نترات الأمونيوم سلفيت الأمونيوم أو اليوريا لتحضير APS – APN أو UAP أو باستعمال نتروجين صرف مكمل عند مستوى (حد) المزرعة .

إن تقييم وتقدير الميزة الاقتصادية للكفاية الزراعية المحسنة سوف تكون نسبياً بسيطة وذلك إن كان بالإمكان توضيح ميزة زراعية ذات تخفيض واضح. فعلى سبيل المثال ، إن كانت نسبة الاستجابة للقمح باتجاه الأسمدة B هي 1:11 فإن كفاية % 10 إضافية للأسمدة B سوف تنتج في 1طن إضافي من القمح لكل طن من N بينما السماد B يستعمل بدلاً من السماد A . إن تم تقدير واحد طن من القمح عند حد 120 دولار والوحدة المقترحة سوف تنتج 300,000 طن من N سنوياً وبعد ذلك دخل المزرعة السنوي الإضافي 36 مليون دولار سوف ينتج من اختيار رأس و B عوضاً عن A هذا المثال يوضح أهمية اختيار السماد ذو النمط الأكثر فعالية ولسوء الحظ فمن النادر أن يكون بالإمكان توضيح الأفضلية العامة ذات تخفيض الواضح لسماد نتروجيني على آخر . إن الاختلافات أي % 10 من نسب الاستجابة عادة ماتكون غير ذات أهمية إحصائياً والنتائج أحياناً تكون متنوعة من سنة لأخرى ومن محصول لآخر ومن تربة لأخرى . وبشكل خاص الكفاية النسبية أحياناً تتأثر بالطريقة– الزمن (التوقيت) أو المكان مؤدية بذلك إلى نتيجة مفادها أن الأفضلية أو النقص لأسمدة النتروجين نادراً ماتكون صفة وميزة جوهرية ببماء نفسها ولكنها أكثر اتصالاً لكيفية استعمالها . ولهذا فإن المخططون قد واجهوا مشكلة خيارات اختيار

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وانتقاء المنتج الذي سوف يكون الأفضل مع استعمال المزارع الشامل أو تعليم ملايين المزارعيين كيف يستعملون منتجاً معطى بشكل أكثر فعالية .

الكلفة المقدرة وسعر مبيع البوابة لليوريا– نترات الأمونيوم– سلفيت الأمونيوم :

إن تقديرات الكلفة المقارنة (النسبية الثالية مقصودة لأن تكون توضيحية وكي تؤمن مقارنة وموازنة بين المنتجات اكثر أن تؤمن قيم وتقديرات مطلقة . وهي تعتمد في جزء منها على الأشكال الصادرة والمنشورة وفي جزء آخر على المعلومات المتلقاة من شركان الهندسة والمتعدهين (المقاولين) في كل حالة تكاليف استثمار الوحدة (المعمل) موضحة لمدى من الطاقات . تكاليف الإنتاج تحسب بالنسبة لحالة الأساس ، والتي تكون من أجل شروط متداولة (1978) في موقع صناعي من البلد المتطور (الولايات المتحدة) أو أوربا .

إن مصداقية ووثوقية هذه التقديرات يمكن أن يحكم عليها بواسطة مقارنة مع أسعار السوق العالمية المتداولة التقديرات الأخرى الإضافية سوف تشير عندئذ إلى تأثير الكف لرأس المال المرتفعة والتي من المحتمل أن تكون عارضة في البلدان النامية ، تأثير درجة أو رتبة التشغيل ، تأثير نسبة الاستفادة من الطاقة الإنتاجية وتأثير كلفة المواد الولية . الإفتراضات العامة المستعملة في كل تقديرات الكلفة في هذا الملحق قد عرضت ودرست في الفصل VI و XXV ولن تعاد هنا .

الكلفة التقديرية لإنتاج اليوريا :

إن مستلزمات رأس المال التقريبية لمعامل اليوريا في البلدان المتطورة من خلال علاقتها بالطاقة الإنتاجية التي تتراوح من 500-1,700 طن يومياً قد تم إيضاحها في الشكل (1) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

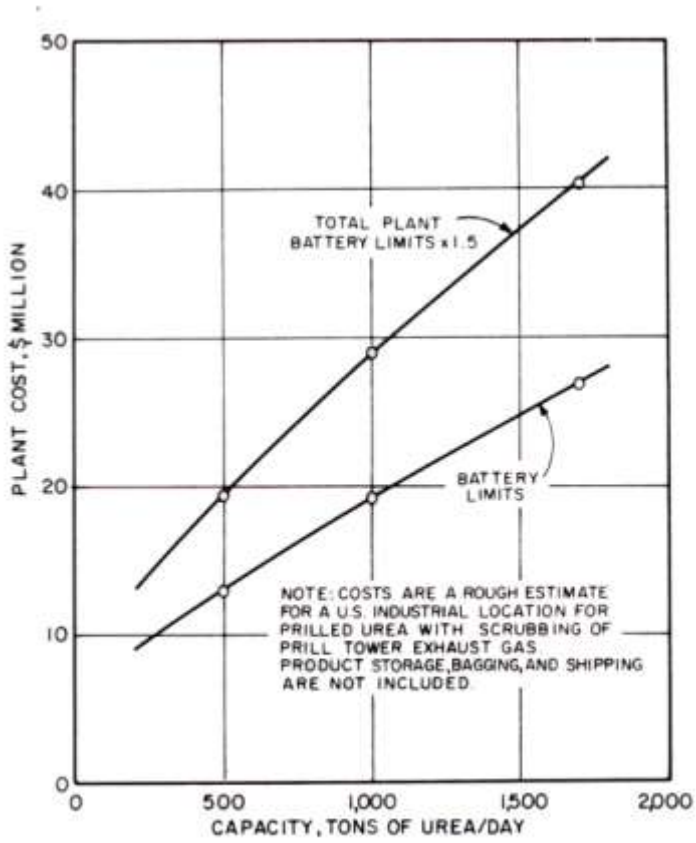


Figure 1. Estimated Investment Cost of Urea Plants as Related to Capacity.

تكاليف تتراوح من حوالي 13 مليون دولار عند حد 500 طن يومياً إلى 27 مليون دولار عند حد 1,700 طن يومياً . التكاليف المعمد الإجمالية قد أخذت بقد 1.5 مرة لتكاليف Battery Limits . الجدول (2) يظهر الكلفة الإنتاجية التقديرية لليوريا Prilled لحالة الأساس في بلد متطور لمعمل ذو طاقة 1,000 طن يومياً ويشتغل عند % 90 من الطاقة المقدرة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 2. ESTIMATED PRODUCTION COST OF UREA (BASE CASE) PRILLED (46% N)

Capacity--1,000 tpd; Capacity Utilization--90%
Annual Production--300,000 tpy
Plant Investment--$31 million
Storage Facilities--$3 million

Item	Quantity	Unit Cost	$/ton of Urea
Raw Materials			
Ammonia	0.575 ton	$120	69.00
CO_2	0.760 ton	no charge	
Formaldehyde	3.5 kg	0.38	1.33
Utilities			
Water	70 m^3	0.01	0.70
Steam	1.2 tons	4.00	4.80
Electricity	125 kWh	0.02	2.50
Labor	0.40 man-hour	7.00	2.80
Overhead	100% of labor		2.80
Chemical control	20% of labor		0.56
Maintenance	5% of investment		5.67
Taxes and insurance	2% of investment		2.67
Depreciation and interest	10.67% of investment		12.09
Miscellaneous supplies			1.00
Subtotal			105.92
Adm. and misc. expense	5% of subtotal		5.30
Production cost (bulk)			111.22
Bags and bagging			12.00
Production cost (bagged)			123.22
Return on investment, 10%			11.33
Gate sale price (bulk)			122.55
Gate sale price (bagged)			134.55

إن كلفة تسهيلات التخزين تعتمد على 45 يوم من الإنتاج للتخزين بالجملية عنده دولار/ طن من طاقة التخزين المزالة الرطوبة + 10 أيام من تخزين المنتج المعبأ عند 75 دولار/ طن ثاني أوكسيد الكربون يفترض أن يكون متاحاً ولا عند أي كلفة من معمل أمونيا قريب . وبافتراض أن الأمونيا متوفرة عند حد 120 دولار/ طن من كلفة إنتاج اليوريا بالجملة المقدرة هي حوالي 111 دولار/ طن .

TABLE 3. EFFECT OF CAPACITY ON PRODUCTION COST AND GATE SALE PRICE OF BULK UREA (90% CAPACITY UTILIZATION)

	500-tpd Plant	1,000-tpd Plant[a]	1,700-tpd Plant
Plant cost, $ million	19.5	31.0	40.2
Storage facilities, $ million	1.5	3.0	5.1
Total investment, $ million	21.0	34.0	45.3
Cost, $/ton of urea			
Raw materials, utilities, and supplies	79.33	79.33	79.33
Labor-related costs	8.12	6.16	4.98
Capital-related costs	24.74	20.43	15.70
Subtotal	112.19	105.92	100.01
Adm. and misc. expense 5%	5.61	5.30	5.00
Production cost	117.80	111.22	105.01
ROI, 10%	14.00	11.33	8.88
Gate sale price, bulk	131.80	122.55	113.89

a. Base case.

بالسماح لـ عوائد % 10 على الاستثمار فإن سعر بيع البوابة بالجملة هي حوالي 124 دولار/طن . وهذا يكون على نفس الخط مع أسعار السوق العالمية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المتداولة . وبافتراض الكلفة 12 دولار/طن للصناديق والتعبئة فإن سعر مبيع البوابة لليوريا المعبأة هي 135 دولار/طن . كلفة الصناديق تعتمد عى نموذج الصندوق . السماح لـ 12 دولار/طن يعتبر دقيقاً لصناديق ذات سعة 50 كغ تتألف من طبقة خارجية من بولي بروبيلين مع طبقة داخلية للصندوق من بولي إيتلين .

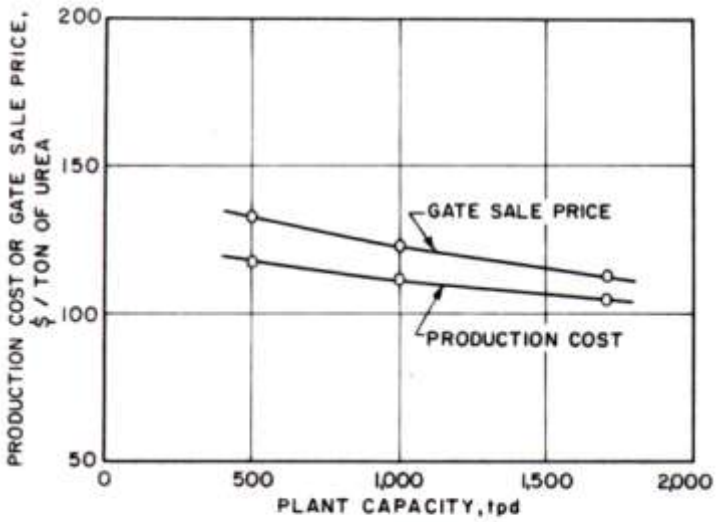


Figure 2. Effect of Plant Capacity on Production Cost and Gate Sale Price of Urea.
(Developed Country, 90% Capacity Utilization, Ammonia Cost – $120/ton).

إن تأثير درجة الإنتاج موضحة في الجدول (3) والشكل (2) . في عملية حساب لكلفة **الإنتاج عند طاقات إنتاجية غير الكلفة الأساسية فإن الافتراضات التالية تكون:**

1- كلفة المواد الأولية الخام ، المؤونة ، الخدمات العامة ، سوق يبقى ثابتة لكل طن من المنتج .

2- التكاليف المتصلة بالعمل (العمل ، Overhead– التحكم والضبط الكيميائي) لكل سنة سوف يزيد بنسبة 0.6 من قوة القدرة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- التكاليف المتصلة برأس المال لكل سنة (صيانة الربح ، الضرائب والتأمين . .) سوف تكون بشكل مباشر نسبية بالنسبة لاستثمار رأس المال .

إن نتيجة الحسابات تشير إلى أن زيادة درجة التشغيل من 500 طن إلى 1,700 طن يومياً سوف يخفض كلفة الإنتاج بالجملة من 118 دولار إلى 105 دولار/طن وسعر مبيع البوابة من 132 دولار إلى 114 دولار/طن . وهكذا فإن تدابير الاقتصادية للدرجة تكون معتدلة . ولكن كما قد وضح سابقاً فإن التدابير الاقتصادية لدرجة أو رتبة إنتاج الأمونيا تكون هامة تماماً . وهكذا فإن من مجموعة متشابكة يوريا– أمونيا حيث اليوريا تكون المنتج النهائي الوحيد .

التدابير الاقتصادية المتحدة لدرجة كل من المعملين سوف تكون ذات أهمية كبيرة . من جانب آخر إن قراراً لتصنيع اثنين أو أكثر من المنتجات النهائية من مزود (نتاج) لمعمل أمونيا واحد (مفرد) قد لاتزيد كلفة المنتجات النهائية بواسطة نسبة أساسية ويمكن أن يكون لها صفات مكافئة .

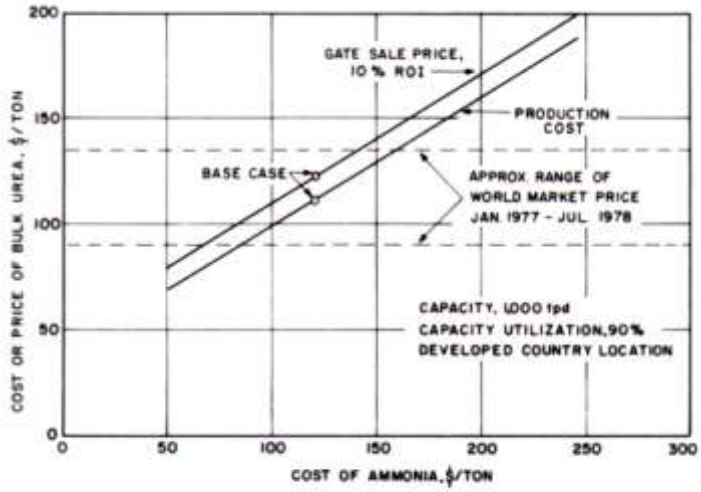


Figure 3. Effect of Ammonia Cost on Production Cost and Gate Sale Price of Urea.

إن أثر كلفة الأمونيا على كلفة الإنتاج لليوريا موضحة في الشكل (3) لمعمل طاقته الإنتاجية 1,000 طن يومياً . الشكل كان قد قدر على أساس أن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كلفة اليوريا سوف تختلف عن تلك في حالة الأساس بالنسبة للإختلاف لإنتاج 1 طن من اليوريا . والعامل 1.05 يزيد نفقات الإدارة والنفقات المتنوعة بنفس نسبة كلفة الأمونيا وبالتالي اليوريا تزداد وبالتالي تسمح لزيادة في المنفعة (الربح) على رأس المال المشتغل . إن زيادة كلفة الأمونيا من 100 دولار إلى 200 دولار/طن سوف يزيد كلفة إنتاج اليوريا من 100 إلى 160 دولار/للطن . وسعر مبيع البوابة سوف يزداد من 11 إلى171 دولار/طن .

معامل اليوريا تتوضع بشكل متنوع قريبة من معمل الأمونيا وبالتالي فإن تأثير التمركز لتكاليف اليوريا هي بشكل أولي مرتبطة بتأثير التوضع على كلفة الأمونيا . ومن الممكن تقنياً إنتاج يوريا من الأمونيا المستوردة باستعمال ثاني أوكسيد الكربون من مصادر أخرى . على سبيل المثال أوكسيد الكربون يمكن أن تستخلص من الغاز المنصرف المدخن من الفرن الكلسي ، معمل الاسمنت أو معمل توليد الكهرباء ذات Fuel-Fired باستعمال المحاليل الماصة لـ CO_2 مثل MEA (انظر الفصل VI) إزالة CO_2 .

وبما أن 0.76 طن من CO_2 تكون لازمة لكل طن من اليوريا ، إذا كان بالإمكان الحصول على CO_2 عند كلفة تصل إلى 20 دولار/طن ، فإن الكلفة لكل طن من اليوريا سوف تكون 15.20 دولار . قد يكون هناك حالات والتي فيها هذه الخيار يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار . هذا التوضع أيضاً يمكن أن يؤثر كلفة اليوريا عن طريق التأثير في كلفة الاستثمار . التمركز في البلدان النامية أو في القسم النائي من البلد المتطور مثل لاسكا وسيبيريا تكون نتيجة في تكاليف استثمارية مرتفعة وذلك بسبب كلفة الإنشاء العالية الحاجة إلى تسهيلات داعمة ومساعدة . . الخ . في حالة الأساس التكاليف المتصلة برأس المال بلغت في مجموعها 20.43 دولار/طن من اليوريا والعائد على الاستثمار كانت 11.33 دولار . إن تأثير زيادة تكاليف رأس المال بنسبة % 25-50 موضحة في الجداول التالية :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Effect of Increased Capital Cost on Production Cost and Gate Sale Price of Urea (Bulk)

Increase in Capital Investment, %	Production Cost, $/ton of Urea	Gate Sale Price (10% ROI), $/ton of Urea
0 (base case)	111.22	123.22
25	116.33	130.49
50	121.44	138.44

وتأثير التشغيل عند نسبة منخفضة من الطاقة لأكثر من 90 % (بافتراض في حالة الأساس) هو في زيادة الكلفة لكل طن من المنتج لأن تكاليف المتصلة برأس المال والعمل تبقى نفسها على أساس سنوي وبالتالي فإنها تكون أعظم لكل طن من المنتج . في حالة الأساس مبلغ التكاليف المتصلة بالعمل ورأس المال 26.59 دولار/ لكل طن من اليوريا . والجدول التالي يوضح تأثير انتفاع الطاقة على التكاليف .

Effect of Capacity Utilization on Production Cost and Gate Sale Price of Urea (1,000-tpd, 330,000-tpy Capacity)

Capacity Utilization, %	Production Cost, $/ton	Gate Sale Price (10% ROI), $/ton
100	108.56	118.76
90 (base case)	111.22	122.55
80	114.54	127.29
70	118.82	133.39
60	124.51	141.51

وهكذا ، فإن الكلفة المزادة المسببة بواسطة التشغيل دون– الطاقة يكون نوعاً ما معتدلاً . ولكن في مجموعة متشابكة من اليوريا– الأمونيا ، التشغيل دون الطاقة سوف يزيد كلفة الأمونيا بشكل حاد وبالتالي كلفة اليوريا . ومن جهة أخرى فإن كانت المجموعة المتشابكة تحتوي على استعمال بديل للأمونيا أو أنه يمكن للأمونيا أن تباع وكذلك فإن الفشل في تشغيل معمل اليوريا عند نسبة عالية من الطاقة سوف يكون أمراً ذو خطورة وجدية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكلفة التقديرية لإنتاج نترات الأمونيوم :

إن تسهيلات إنتاج نترات الأمونيوم عادة ما تشتغل بشكل ثابت غير متقلب في اتحادها مع وحدة حمض النتريك وليس بالضرورة في اتحادها مع معمل الأمونيا . كلفة رأس المال التقديرية لوحدات حمض النتريك في اتصالها (ارتباطها) بالطاقة والنموذج قد وضحت في الشكل (4) :

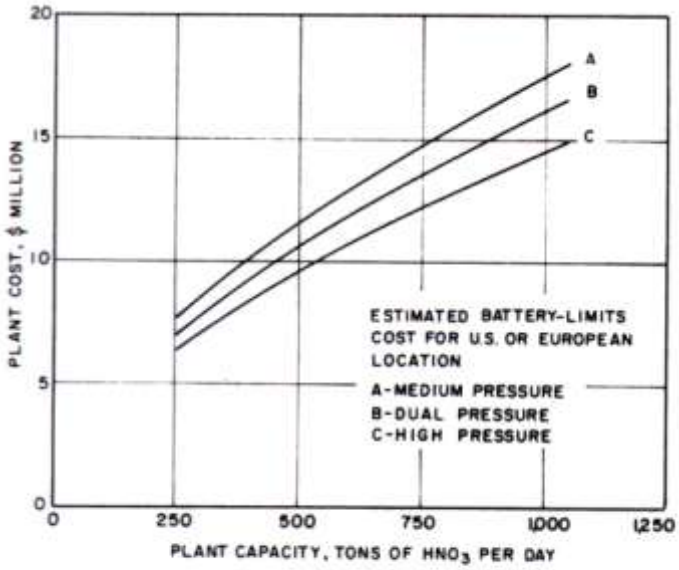


Figure 4. Effect of Type of Process and Plant Size on Capital Cost of Nitric Acid Plants.

وبالنسبة لمرحلة فإن طاقة تصل إلى 1,070 طن يومياً من HNO_3 تم افتراضها والتي تعتبر كافية لإنتاج 1,353 طن يومياً من نترات الأمونيوم (34 % N) وهذا مكافئ ومرادف لطاقة تصل إلى 460 طن يومياً من N والتي تكون نفسها بالنسبة لطاقة معمل اليوريا أي 1,000 طن يومياً والتي قد استعملت كحالة الأساس في القسم السابق . إن حالة الأساس تفترض استخدام عملية ذات ضغط مرتفع مع كلفة رأس المال أي مايقارب 15.3 مليون دولار وكلفة إجمالية تصل إلى 23 مليون دولار والتي يجب أن تكون كافية للسماح للتخزين المتوسط لمدة عشرة أيام لحمض النتريك بالإضافة إلى تسهيلات داعمة ومعززة ومساعدة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أخرى من المحتمل أنه لن يكون كافياً للسماح للمحطة الطرفية للأمونيا الضخمة وكذلك سهولة التخزين في حالة أن الأمونيا قد استوردت من مصادر عبر البحار (بعيدة) .

TABLE 4. ESTIMATED PRODUCTION COST OF NITRIC ACID

Capacity--1,070 tpd (100% HNO_3 basis); Capacity Utilization--90%
Annual Production--321,000 tpy
Plant Investment--$23 million (includes 7 days' storage)
Process--High Pressure, Extended Absorption

Item	Quantity	Unit Cost	$/ton of 100% HNO_3
Raw materials			
Ammonia	0.288 ton	$120	34.56
Catalyst (Pt)	150 mg	$9/g	1.35
Utilities			
Steam (credit)	-0.4 ton	4.00	-1.60
Cooling water	87 m^3	0.01	0.87
Boiler feedwater[a]	8.5 m^3	0.13	1.10
Electricity[b]	9.5 kWh	0.02	0.19
Labor	0.08 man-hour	7.00	0.56
Overhead	100% of labor		0.56
Chemical control	20% of labor		0.11
Maintenance	5% of investment		3.58
Taxes and insurance	2% of investment		1.43
Depreciation and interest	10.67% of investment		7.65
Miscellaneous supplies			0.50
Subtotal			50.86
Adm. and misc. expense	5% of subtotal		2.54
Production cost			53.40

a. Includes water to absorption tower.
b. Does not include electricity for mechanical refrigeration of absorption tower coolant (not always required).

إن كلفة الإنتاج التقديرية لحمض النتريك من أجل حالة الأساس قد وضحت في الجدول (4) ، وبافتراض أن الأمونيا متوفرة عند 120 دولار/طن ، فإن كلفة الإنتاج المقدرة هي 53.40 دولار/طن . إن تأثير الطاقة على كلفة الإنتاج موضحة في الجدول (5) . وكلما زادت الطاقة من 250 إلى 1,070 طن يومياً ، فإن كلفة الإنتاج تنقص من حوالي 56 دولار إلى 53 دولار/ طن . الشكل (5) يوضح أثر كلفة الأمونيا وطاقة حمض النتريك على الكلفة الإجمالية لحمض النتريك والدراسة الإضافية للتدابير الاقتصادية لإنتاج حمض النتريك سوف يتحد مع تلك لنترات الأمونيوم .

كلفة الإنتاج التقديرية وسعر مبيع البوابة لنترات الأمونيوم (34 % N) من أجل حالة الأساس موضحة في الجدول (6) . والافتراضات هي نفسها بالنسبة لحالة الأساس لليوريا والتي تسمح بالمقارنة المباشرة التالية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

	Urea		Ammonium Nitrate	
	$/ton	$/kg of N	$/ton	$/kg of N
Production cost, bulk	111.22	0.24	85.29	0.25
Production cost, bagged	123.22	0.27	97.29	0.29
Gate sale price, bulk	122.55	0.27	96.25	0.28
Gate sale price, bagged	134.55	0.29	108.25	0.32

الموازنة تشير إلى أن اليوريا هي 0.01 دولار إلى 0.03 أقل كلفة لكل كيلو غرام من N أكثر من نترات الأمونيوم .

TABLE 5. EFFECT OF CAPACITY ON PRODUCTION COST OF NITRIC ACID

	250-tpd Plant	500-tpd Plant	1,070-tpd Plant[a]
Cost, $/ton of HNO_3			
Raw materials, utilities, and supplies	36.97	36.97	36.97
Labor-related costs	2.22	1.67	1.23
Capital-related costs	22.97	17.22	12.66
Subtotal	62.16	55.86	50.86
Adm. and misc. expense 5%	3.11	2.79	2.54
Production cost	65.27	58.65	53.40

a. Base case.

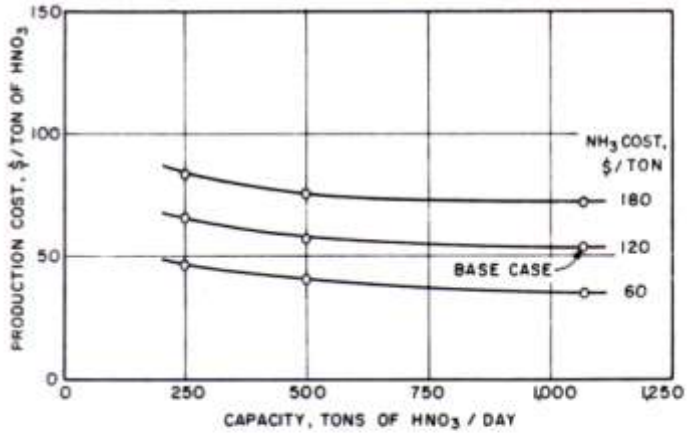


Figure 5. Effect of Plant Capacity and Ammonia Cost on Production Costs of Nitric Acid.

أسعار السوق العالمية لنترات الأمونيا بالجملة غير متوفرة من أجل المقارنة ولكل العروض الحالية على تعبئة وتغليف نترات الأمونيوم المسلمة في الاسكندرية ، مصر تراوحت من 130 دولار إلى 143 دولار/طن مقارنة مع اليوريا المعبأة عند 160-173 دولار/طن (الأسمدة العالمية) رقم 110 تموز

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1978 العروض المنخفضة تطابقت ماتلت ماقيمته 0.38 دولار و 0.35 دولار/طغ من N بالنسبة لنترات الأمونيوم واليوريا .

TABLE 6. ESTIMATED PRODUCTION COST AND GATE SALE PRICE OF AMMONIUM NITRATE (PRILLED 34% N)

Capacity--1,353 tpd; Capacity Utilization--90%
Annual Production--405,900 tons
Plant Investment--$17.5 million
Storage--$4.0 million

Item	Quantity	Unit Cost, $	$/ton of Product
Raw materials			
Ammonia	0.210 ton	120	25.20
Nitric acid	0.773 ton	53.40	41.27
Stabilizer	4 kg	0.25	1.00
Utilities			
Steam	0.2 ton	4.00	0.80
Water	8 m^3	0.01	0.08
Electricity	20 kWh	0.02	0.40
Labor	0.17 man-hour	7.00	1.19
Overhead	100% of labor		1.19
Chemical control	20% of labor		0.24
Maintenance	5% of investment		2.65
Taxes and insurance	2% of investment		1.06
Depreciation and interest	10.67% of investment		5.65
Miscellaneous supplies			0.50
Subtotal			81.23
Adm. and misc. expense	5% of subtotal		4.06
Production cost (bulk)			85.29
Bags and bagging			12.00
Production cost (bagged)			97.29
Return on investment, 10% of $44.5 million			10.96
Gate sale price (bulk)			96.25
Gate sale price (bagged)			108.25

وبما أن التكاليف الشحن متضمنة في أسعار العروض ، فإنهم ليسوا بشكل مباشر يمكن مقارنتهم مع أسعار مبيع البوابة المقدرة ووفقاً للتقديرات الحالية فإن كلفة استثمار رأس المال من أجل حالة الأساس هي دون بالنسبة لليوريا أكثر منه بالنسبة لنترات الأمونيوم (بما في ذلك حمض النتريك) أي 34 مليون دولار لليوريا مقابل 44 مليون دولار لنترات الأمونيوم . ولكنه صفة واحدة لنترات الأمونيوم هي أنه لايستلزم وحدة أمونيا متعايشة . وكمثال عن هذه الميزة ، إن كان بالإمكان استيراد الأمونيا بكلفة 120 دولار/طن وإن كان الإنتاج المحلي للأمونيا سوف يكلف 200 دولار/طن ، فإنه إنتاج نترات الأمونيوم من الأمونيا المستوردة سوف يتصف بصفة واضحة تتميز على إنتاج اليوريا من أمونيا منتجة محلياً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذه الإمكانية يمكن أن تكون هامة وذات مغزى بالنسبة للبلدان التي ليس لها مواد تغذية (تلقيم) اقتصادية من أجل إنتاج الأمونيا .

والميزة الأخرى لنترات الأمونيوم على اليوريا هي أن وحدة نترات الأمونيوم يمكن أن تشتغل بشكل منفصل عند وحدة حمض النتريك وكلاهما يكون منفصلين عن وحدة الأمونيا لأن تخزين المنتجات المتوسطة ، الأمونيا وحمض النتريك ممكن تنفيذه وحدة اليوريا من جانب آخر ، لايمكن أن تشتغل عندما معمل الأمونيا المرافقة لاتكون في التشغيل لأنه أمر غير ممكن تنفيذه اقتصادياً تخزين CO_2 اللازم لإنتاج اليوريا . هذه الدرجة من الاعتماد بالنسبة لتشغيل المعمل يجب أن تنتج في انتفاع للطاقة أكقر وأعلى بالنسبة لنترات الأمونيوم أكثر من اليوريا .

وعلى سبيل المثال إن اشتغلت وحدتان منفصلتان وكل واحدة منهما لها اعتمادية تصل إلى % 90 فإن المعمل (الوحدة) ككل لها مصداقية تصل إلى % 90 وذلك إن تم تأمين تخزين متوسط دقيق ولكن وحدتان تابعتان وتشتغل كل واحدة منها بمصداقية تصل إلى % 90 فإنها سوف يكون لها وثوقية إجمالاً تصل إلى فقط % 81 الكلفة التقديرية لنترات الأمونيوم المنتجة على درجات ورتب 323 و 647 طن يومياً ، والمطابقة لـ 250 و500 طن يومياً من HNO_3 ، وهي موضحة في الجدول (7) . إن سعر مبيع البوابة بالجملة المقدر ينخفض إلى 124 دولار إلى 96 دولار/طن من المنتج بالجملة بينما الطاقة تزداد من 323 إلى 1,353 طن يومياً .

هذه النتائج موضحة في الشكل (6) الذي يظهر أيضاً تأثير كلفة الأمونيوم على مبيع سعر البوابة لنترات الأمونيوم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 7. ESTIMATED PRODUCTION COST AND GATE SALE PRICE OF AMMONIUM NITRATE AS AFFECTED BY SCALE OF OPERATION

Capacities--323, 647, and 1,353 tpd; Capacity Utilization--90%
Annual Production--96,900, 194,100, and 405,900 tpy

Item	Quantity	Unit Cost, $	Cost, $/ton of Ammonium Nitrate 323 tpd	647 tpd	1,353 tpd[a]
Ammonia	0.210 ton	120/ton	25.20	25.20	25.20
Nitric acid	0.773 ton	See table 5	50.45	45.34	41.27
Stabilizer	4 kg	0.25/kg	1.00	1.00	1.00
Utilities		See table 6	1.28	1.28	1.28
Labor-related costs[b]			4.66	3.48	2.62
Capital-related costs[c]			16.65	12.44	9.36
Miscellaneous supplies			0.50	0.50	0.50
Subtotal			99.74	89.24	81.23
Adm. and misc. expense, 5% of subtotal			4.99	4.46	4.06
Production cost (bulk)			104.73	93.70	85.29
Bags and bagging			12.00	12.00	12.00
Production cost (bagged)			116.73	105.70	97.29
ROI, 10%[d]			19.50	14.54	10.96
Gate sale price (bulk)			124.23	108.24	96.25
Gate sale price (bagged)			136.23	120.24	108.25

a. Base case.
b. Annual labor cost assumed to vary as the 0.6 power of capacity.
c. Based on 17.67% of $9.13, $13.67, and $21.5 million.
d. Based on total capital costs for nitric acid and ammonium nitrate plants of $18.9, $28.3, and $44.5 million.

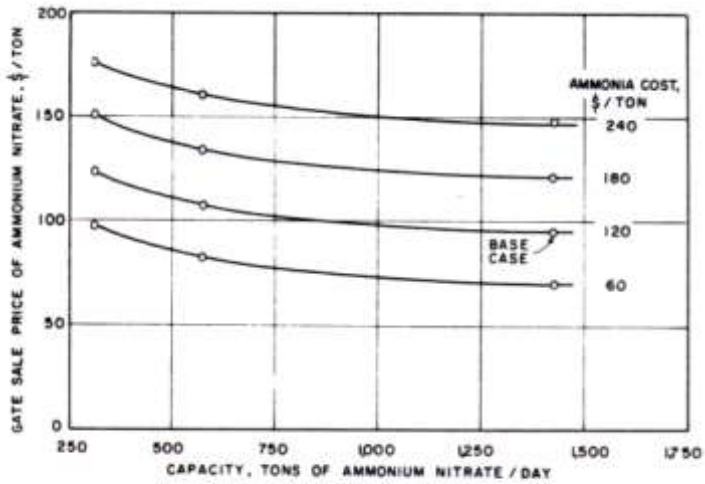


Figure 6. Effect of Plant Capacity and Ammonia Cost on Gate Sale Price of Bulk Ammonium Nitrate (34% N) for Nitric Acid-Ammonium Nitrate Complexes.

الكلفة التقديرية لإنتاج سلفيت الأمونيوم :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نادراً مايتم إنتاج سلفيت الأمونيوم الصرفة من حمض السلفوريك والأمونيا مالم واحد من اثنين من المواد الأولية يكون منتجاً ثانوياً وهكذا فإنه غير متصل ومتعلق بالمواقف والمواقع أن تقدر كلفة الإنتاج على هذا الأساس.

سلفيت الأمونيوم أحياناً ينتج كمكون للأسمدة المركبة المحببة بواسطة تضمين الأمونيا وحمض السلفوريك في التشكيل . انظر الفصل XIX في هذه الحالة كلفة كلتا المادتين تكون جزء من كلفة التشكيل مع بعض الإعتماد بالنسبة لحرارة التفاعل الذي يسهم ويساعد في تجفيف المنتج أو في بعض الحالات فإن تقلل الحاجة للتجفيف .

التقديرات التالية لكلفة الإنتاج الصرف سلفيت الأمونيوم المبلور (البلوري قد تكون مساعدة حتى إن كانت كلفة المادة الأولية من غير المحتمل أن تلاءم وتناسب واقع الحال لأن التقديرات يمكن أن يُلائم ويعدل لأي كلفة من تكاليف المواد الأولية .

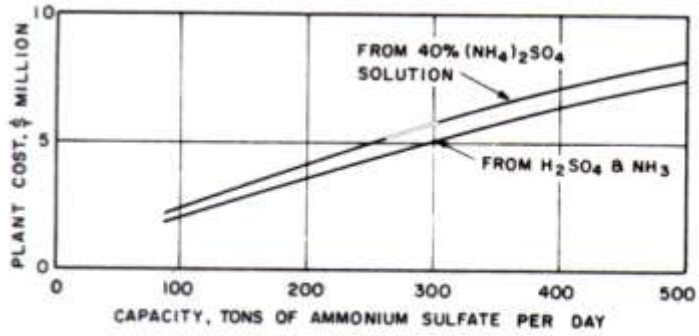


Figure 7. Cost of Battery-Limits Plants for Producing Crystalline Ammonium Sulfate.

الشكل (7) يظهر المقدرة لوحدات سلفيت الأمونيوم في مدى يصل إلى 100-500 طن يومياً ، المنحني الأدنى (المخفض) يكون لوحدة البلورة باستعمال حمض الكبريت والأمونيا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والمنحني العلوي يكون لوحدة البلورة باستعمال محلول سلفيت الأمونيوم المنتج الثانوي ذو تركيز % 40 الوحدة الأخيرة يتطلب تجهيزات ومعدات أخرى من أجل تبخير وتصعيد الماء وبالتالي تكون إلى حد ما غالية .

تقديرات كلفة الإنتاج لنموذجين من الوحدات موضحة في الجدول (8+9) ، الكلفة المقدرة لإنتاج سلفيت الأمونيوم بالجملة من الأمونيا المقدر سعرها بـ 120 دولار/طن ومن حمض الكبريت المقدر سعره بـ 35 دولار/طن هي حوالي 82 دولار/طن وسعر مبيع البوابة يكون 90 دولار .

TABLE 8. ESTIMATED PRODUCTION COST OF AMMONIUM SULFATE (BASE CASE), CRYSTALLINE, 21% N

Capacity--400 tpd; Capacity Utilization--90%
Annual Production--120,000 tpy
Plant Investment--$9.4 million
Storage Facilities--$1.0 million

Item	Quantity	Unit Cost, $	$/ton of Prod
Ammonia	0.258 ton	120	30.96
Sulfuric acid	0.744 ton	35	26.04
Electricity	36 kWh	0.02	0.72
Water	50 m^3	0.01	0.50
Fuel		0.25	
Labor	0.2 man-hour	7.00	1.40
Overhead	100% of labor		1.40
Chemical control	20% of labor		0.28
Maintenance	5% of investment		4.33
Taxes and insurance	2% of investment		1.73
Depreciation and interest	10.67% of investment		9.25
Miscellaneous supplies			1.00
Subtotal			77.86
Adm. and misc. expense	5% of subtotal		3.89
Production cost, bulk			81.75
ROI, 10%			8.67
Gate sale price, bulk			90.42

التدابير الاقتصادية للإنتاج بمحلول المنتج الثانوي يعتمد على ماهي القيمة المتوضعة على المحلول ، في التقديرات في الجدول (9) من المفترض أن المحلول يقدر ويقيم عند كلفة كمية مرادفة ومناسبة من الأمونيا عند حد 120 دولار /طن وكلفة الإنتاج التقديرية للإنتاج بالجملية هي حوالي 63 دولار/طن . وإضافة نسبة % 10 من ROI يعطي سعر مبيع البوابة بكلفة قدرها 72 دولار/طن والتي تكون ملائمة ومرادفة لحوالي 34 دولار/كغ من N . السعر السوق العالمي المتداول (حزيران 1978) هو في مدى تتراوح من 0.31 دولار

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إلى 0.36 دولار/كغ من N . وبسبب تحليلها المنخفض N % 21) فإن الكلفة المسلمة لسلفيت الأمونيوم من المحتمل أن تكون أعلى بكثير لكل كيلو غرام من N .

TABLE 9. ESTIMATED PRODUCTION COST OF AMMONIUM SULFATE PRODUCTION FROM AMMONIUM SULFATE SOLUTION FROM CAPROLACTAM PRODUCTION OR POLLUTION ABATEMENT SCRUBBING OPERATIONS

Assumption: Ammonium sulfate solution at 40% concentration is available at a cost equal to the cost of the ammonia content. Solution preparation is charged to pollution abatement or caprolactam production.

Capacity--400 tpd; Capacity Utilization--90%
Annual Production--120,000 tpy
Plant Investment--$10.5 million
Storage Facilities--$1.0 million

Item	Quantity	Unit Cost, $	$/ton of Product
Solution, 40% AS	2.5 tons	12.38	30.96
Electricity	36 kWh	0.2	0.72
Water	50 m^3	0.1	0.50
Fuel			0.25
Steam	1.6 tons	4.00	6.40
Labor	0.2 man-hour	7.00	1.40
Overhead	100% of labor		1.40
Chemical control	20% of labor		0.28
Maintenance	5% of investment		4.79
Taxes and insurance	2% of investment		1.92
Depreciation and interest	10.67% of investment		10.22
Miscellaneous supplies			1.00
Subtotal			59.84
Adm. and misc. expense	5% of subtotal		2.99
Production cost, bulk			62.83
ROI, 10%			9.58
Gate sale price			72.41

عندما تستعمل حمض السلفوريك والأمونيا في وحدة التحبب (التبرغل) كجزء من التشكيل من أجل الأسمدة المركبة . الغرض قد يكون المساعدة والاسهام في التحبب ، لتجنب كلفة التجفيف وتأمين الكبريت لأسباب زراعية بالإضافة إلى تأمين النتروجين . وإن كلفة الأمونيا 120 دولار/طن وحمض السلفوريك 35 دولار/طن فإن كلفة كل من هاتين المادتين تكون ملائمة ومرادفة لـ 57 دولار/طن من سلفيت الأمونيوم أو 0.27 دولار/كغ من N .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجزء الثالث

الأسمدة الفوسفاتية

PHOSPHATE FERTILIZERS

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الثاني عشر

12- حجر الفوسفات وحمض الكبريت :

المقدمة Introduction :

يعتبر حجر الفوسفات وحمض الكبريت من المواد الأولية لتصنيع الأسمدة الفوسفاتية وتقريباً الأسمدة الفوسفاتية .

الفوسفاتية التجارية هي مشتقة من حجر الفوسفات والاستثناء الأساسي هو الخبث الأولي والأساسي الذي يشتق مصدره (مادته) النفوذية من المعادن الفوسفاتية والتي هي موجودة في الخام الحديدي أو أنها تضاف عمداً إلى شحنة الفرن العالي الحديدي . الحالات الشاذة (الاستثناءات) الثانوية هي بالنسبة للمواد ذات الأصل العضوي مثل العظام والسن والمتراكم من ذَرق الطيور على الجزائر (الجزر) وبينما تكون إعادة دوران المادة العضوية ماتزال وسيلة هامة لصيانة وحفظ التربة الفوسفورية فإن إعادة الدوران بشكل رئيسي تتم وتنجز بواسطة التضمين في الأسمدة التجارية . حمض الكبريت هو مادة أولية هامة في معظم عمليات إنتاج الأسمدة الفوسفاتية المعروفة . والحالات الشاذة الأساسية هي الخبث الأساسي وبعض العمليات النتروفوسفاتية . الحالات الشاذة الثانوية سوف يتم ملاحظتها والإشارة عنها في الفصل XVI تحت عنوان أسمدة فوساتية أخرى . كما أن حمض الكبريت هو مادة خام لإنتاج بعض من الأسمدة النتروفوسفاتية وبشكل رئيسي سلفات البوتاسيوم والأمونيوم وسلفات عناصر المواد المغذية الدقيقة . إن الاحتياطي العالمي والإنتاج الحالي لصخر الفوسفاتي وللمواد الأولية لإنتاج حمض الكبريت قد درست في الفصل (7) . البيانات الخاصة بإنتاج هذه المواد من قبل أي بلد منتج وأيضاً قد درست كما أن عوامل الكيفية والنوعية المؤثرة على ملاءمة صخر الفوسفات للإستعمال في العمليات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكيماوية قد درست تحت ضمن كل عملية (الفصول XIII و XIX و XV) والفصل الحالي سوف يصف ويدرس بشكل مختصر صناعة صخر الفوسفاتية العالمية تعدين صخر الفوسفات ، واستعماله من أجل التطبيق المباشر . الفصل كذلك سوف يناقش إنتاج حمض الكبريت وذلك ضمن علاقته بتصنيع الأسمدة .

الصخر الفوسفاتي :

لقد بدأ الإنتاج التجاري واستعمال الصخر الفوسفاتي في القرن التاسع عشر . والبيانات الإحصائية الأولى والمسجلة كانت خاصة بعام 1847 وذلك عندما 500 طن في Suffolk ، انكلترا England وعلى الرغم من أنه من المحتمل أنه كان هناك بعض الإنتاج التجاري المبكر . إن الإنتاج العالي يزداد بسرعة إلى 5,000 طن في عام 1850 و 10,000 طن في عام 1853 ، وما يزيد عن 100,000 طن في عام 1865 وفوق 1,000,000 طن في 1885 ، وما ينوف عن 10,000,000 طن في 1928 وأكثر من 110,000,000 طن في 1974 . بينما كان الإنتاج في 1977 حوالي 116 مليون طن .

واعتماداً على استهلاك الأسمدة المخططة مع السماح لاستعمالات أخرى فإنه من المحتمل أن إنتاج صخر الفوسفات السنوي سوف يكون ضخماً جداً بحيث يصل إلى 300 مليون طن في عام 2000 .

وعلى الرغم من أن صخر الفوسفات له استعمالات متعددة ، فإنه من المحتمل أن ما يشتبه % 85 من الإنتاج العالمي نستعمل لتصنيع الأسمدة ، بما في الاستعمالات المباشر للتربة . إن درجة (رتبة) صخر الفوسفات التجاري قد تشرح وتدرس حسب محتواها من P_2O_5 والمدى العادي هو % 28-38 من P_2O_5 . وفي السنوات الأخيرة تراوح المعدل العالمي من % 32.7 إلى 32.5 % من P_2O_5 وذلك بالنسبة لصخر الفوسفاتي التجاري المباع أو المستعمل من قبل المنتج .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كذلك الدرجة أو الرتبة يعبر عنها حسب فوسفات ثلاثي الكالسيوم ، $)_2$ ($Ca_3(PO_4$ والمعروف في الوسط التجاري باسم فوسفات العظام من (للكلس) أو BPL . هذا المصطلح قد نشأ عندما كان معتقداً أن فوسفات ثلاثي الكالسيوم هو المكون الوحيد والأساسي للعظام وصخر الفوسفات . وأما الآن فمن المعروف أن المكوِّن الفوسفاتي لكل من العظام ومعظم أحجار الفوسفات هي مركبات أباتيت (خام فوسفوري) وعوامل التحويل (التبديل) هي :

$$P_2O_5 \rightarrow 0.4576 \times Bpl$$

$$Bpl \rightarrow P_2O_5 \times 2.1852$$

الصخر الفوسفاتي التجاري عادة ما يشير إلى أي صخر يحتوي على نسبة عالية من المعادن الفوسفاتية التي يمكن أن تستعمل لاستعمالات تجارية مثل تصنيع الأسمدة ، التطبيع ، المباشر على التربة ، أو تصنيع مركبات الفوسفوروز الصناعية .

والمصطلح عادة ينطبق على منتج تم الحصول عليه بواسطة التعدين والاستفادة على الرغم من أنه في بعض الحالات الصخر الذي عُدّن يمكن أن يستعمل بدون استفادة (منفعة) .

Grade, % BPL	% of Total Exports
65 and under	3.7
66-68	12.0
69-72	35.1
73-77	22.2
78 and over	27.0
	100.0

كما أن توريد (تسليم) تصريف صخر الفوسفات (المحلي والمصدر) قد ارتفع إلى حوالي 103 مليون في 1976 والذي من هذه الكمية قد تم تصدير ما نسبته % 40 من البلد المصدر . والجدول السابق يظهر ويُري انخفاضاً في الصخر المصدر .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن السعر يختلف ويتنوع بتنوع الدرجة ، التمركز (التوضع) وعوامل أخرى ، الأسعار الموضوعة في قائمة في كانون الثاني لعام 1977 تراوحت من 24 دولار للطن لـ % (80-82) من صخر Blp Bucraa إلى 35.25 دولار لـ % (70-72) من صخر المغربي اليوسفية Blp . وبالنسبة لصخر فلوريدا كان المعدل من 31 دولار بالنسبة لـ % 75 من صخر Bpl إلى 25 دولار بالنسبة % 18 من صخر Bpl . معظم الصخر الفوسفاتي تباع بواسطة عقود ذات أسعار دون الأسعار المجدولة .

(إن جدولة الأسعار قد انقطع وتوقف في عام 1977) ، ووفقاً لتقديرات مكتب التعدين والمناجم في S.U فإن معدل السعر لـ % 70 من صخر Bpl تاسب أو جاك سونفيل ، فلوريدا ، كانت 25 دولار/ طن في تموز 1978 ، بما في ذلك 1,27 دولار كضريبة تقسيم (فصل) قطع العديد من البلدان تصدر صخر الفوسفات ولكن ما نسبته % 75.5 من كل الصخر المصدر قد جاء من المغرب والولايات المتحدة .

Country of Origin	% of Total Exports (1976)
Morocco	35.5
United States	22.0
U.S.S.R.	11.8
Togo	4.8
Tunisia	4.4
Jordan	4.0
Senegal	3.7
Israel	1.5
Algeria	1.3
Egypt	0.4
All others	10.6
	100.0

والنسبة للصادرات كلها إجمالي الصادرات من قبل البلدان هي كما في الجدول السابق .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن صخر الفوسفات قد تصنف حسب أصلهم إن كانت رسوبية ، متحولة أو نارية (بركانية) وحوالي % 85 من صخر الفوسفات المستعمل تجارياً يكون من أصل رسومي والباقي يكون أساساً ناري (بركاني) .

فوسفات الأباتيت Apatitic Phosphates :

معظم صخور الفوسفات التجارية تحتوي على فلور أباتيت وذلك كمصدر أولي وبمادة كمصدر وحيد للفوسفوروز والصيغة العامة لـ فلورأباتيت النقي والصافي هي $Ca_{10}F_2(PO_4)_6$. ولكن فلور أباتيت الصافي نسبياً يكون نادراً . إن بنية وتركيب الأنابيب مطواعة (مستجيبة) للعديد من الاستبدالات والإحلال والتي من بينها الأكثر شيوعاً هو :

Na , Sr, Mg بدلاً من Ca , OH , Cl بدلاً من F , As بدلاً من F + CO_3 , P بدلاً من PO4 إن نسبة كبيرة من صخور ذات الأصل الرسوبي تقع ضمن المجموعة المسماة أباتيت فرانكوليت أو الكربونيت . كل من Mcclellan, Lehr أعطيا الصيغة العامة التالية التجريبية لمجموعة فرانكوليت :

$$Ca_{10-a-b}Na_aMg_b(PO_4)_{6-X}(Co_3)_XF_{0-4X}F_2$$

حيث a تمثل استبدالاً (إحلال) جزئ Na لـ Ca (بدلاً من Ca) و b تمثل استبدال الاحلال الجزيئي لـ Mg بدلاً من Ca و X هي تمثيل للإحلال الجزيئي لـ CO3 و F بدلاً من PO4 .

وقد أوضح كلا المؤلفين أنه كلما X وهي حد الإحلال الكاربونيت– تزداد فإن الفعالية تزداد بالتالي . وقيمة X قد تتراوح من الصفر تقريباً إلى حوالي 1,2 في صخر الفوسفاتي التجاري . ومحتوى P_2O_5 من فلور أباتيت النقي هي 42.2 % ومحتوى P_2O_5 لأباتيت الكاربونيت ينخفض ويقل بزيادة استبدال واحلال الكاربونيت إلى حد أدنى يصل إلى حوالي % 34 في معظم الأباتيت (الخام الفوسفوري) المستبدلة– كما أن القيمة الهامة لصخور الفوسفات تظهر وتري

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

استبدال جوهري (OH) (هيدروكسيل) لـ F (بدلاً من F) وهي تتضمن (تشتمل على الفوسفات من Nauru و Christmas- Island والأباتيت المحلي البرازيلي و Curacao . بعض من هذه الفوسفات له أيضاً استبدال واحلال كربونيت جوهري وأساسي . والمثال الهام هو فوسفات Curacao . وهو يحتوي على حوالي فقط % 20 من فلورين المتكافي (النقي التركيب) أو فلوريد أباتيت . وبالمثل فإن الاستبدال الهيدروكسيلي يعلل نسبة % 80 الباقية (المتبقية) . ولها أيضاً نسبة أساسية وجوهرية من الاستبدال الكاربونيت للفوسفات (بدلاً من الفوسفات) . إن مركبات الفوسفات الجزيرة تتشكل بتفاعل الحجر الكلسي الجيري المرجاني مع الفوسفات المرّشح من ترسبات السماد المتراكم من ذَرْق الطيور على الجزائر وقد تم تضمينهم مع الخامات الرسوبية من أجل الملاءمة .

ومعظم الأباتيت البرازيلي ذو الأصل الناري هي عاجزة من الغلورين والعينات المماثلة يحتوي على ثلث واحد إلى ثلثين من الكمية المتكافئة وقد يتم تصنيفهم حسب أو كـ فلورأباتيت– هيدروكسي .

الفوسفات الألومينـي :

إن الترسبات والتي فيها معادن الفوسفات الرئيسية هو ألومينية وهي منتشرة بشكل واسع . والترسبات في Thies في السينغال والخام ذو الدرجة 2- في Christmas Island قد تم تعدينها حديثاص وبالتالي استعمالها .

إن حد الانتفاع والاستفادة من خام درجة 2- مايزال ضيئلاً في الوقت الحاضر ولكنه يحدث ويتم في طبقة تعلو فوق خام الأباتيت بحيث أن معظمها يتعدن ويخزن (يدخر) بانتظار عملية الاستخدام الاقتصادي بينما خام الأباتيت يسوّق إن موقفاً ووصفاً مماثلاً يوجد في فلوريدا حيث المنطقة المرشحة (المصفاة) الحاوية على فوسفات الألمومنيوم تعلو فوق مزيج الفوسفات الحصواني (كثير الحصى) وبما ان المنطقة المرشحة ذات درجة منخفضة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومتنوعة في التركيب والتكوين فإن لم يجري أية محاولة لإدخارها وتخزينها . ومعادن فوسفات الألمنيوم الأساسية هي : التركيب الكيماوي لهذه المعادن نوعاً ما متنوع ولكن الصيغ التالية مشابهة ومماثلة .

Wavellite	$4ALPO_4 .2AL(OH)_3 .9H_2O$
Crandallite	$CaO .2Al_2O_3 .P_2O_5 .5H_2O$
Millisite	$2CaO .Na_2O .6Al_2O_3 .4P_2O_5 .17H_2O$

وكما هو الأمر في الأباتيت فإن استبدالات وإحلالات متنوعة تكون ممكنة ، حيث أن استبدال Al هو إحلال معروف وممكن ، إن خامات فوسفات والألومينية تسهم بنسبة صغيرة جداً بالإستعمال العالمي الحالي . ولكنهم قد يستعملون لتصنيع الأسمدة بواسطة تقنية نتروفوسفاتية أو في بعض الحالات . من أجل التطبيق المباشر بعد التكلس بالتحميض (التفتيت بالحرارة) معادن فوسفات الألمنيوم قد توجد على شكل معادن إضافية في بعض ترسبات الأباتيت .

المعادن الإضافية (المساعدة) :

ترسبات الفوسفاتية تحتوي على تنوع واسع للمعادن الإضافية ، وقيمة (رقم) الراسب (الترسب) أحياناص ماتكون متصلة وعلى علاقة مع كمية وميزة المعادن الإضافية وسهولة أو صعوبة فصلهم عن الفوسفات . وربما يكون من أكثرها شيوعاً: السيليكا والتي توجد على شكل توارتز أو كرسيتوباليت أو على شكل Hydrous مثل شيرت Chert وأوبال Opal ، الطين ومعادن شيليكيت أخرى مثل فيلوسبار Feldspar ، الميكا Mica . . الخ وكربونات وبشكل رئيسي الدولوميت والكالسيت .

الميزات الفيزيائية :

غالباً ماتكون الميزات الفيزيائية للترسب (الراسب) عاملاً محدداً وضابطاً في تحديد فيما إن كان بالإمكان تعدين الترسب والإنتفاع به بشكل اقتصادي مثل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذه العوامل تتضمن فيما إذا كان الخام مدمجاً متصلباً (مسمنت ملصق مع بعضها) أو غير متجمداً (متصلباً) ، حجم جزئيات الفوسفات والمعادن الإضافية وكذلك قساوتهم . وإن كان الخام متصلباً ومدمجاً فإن نموذج ونمط عامل الالتصاق (المنته) ودرجة التصلب تؤثر على إمكانية (احتمالية) الاستفادة . كذلك حد الحجم البلورية والتفتت (التفكك للمواد المكوّنه عادة مايكون أمراً هاماً . والمعالجة المفضلة لهذا الموضوع هي بعيدة عن مجال هذا الملخص .

العوامل التي تؤثر ي الجهد الاقتصادي :

إن الجهد الاقتصادي للراسب (الترسب) سوف يعتمد على عوامل عدة بما في ذلك سعر أو قيمة السوق– حدد درجة الترسب ، التوضع ، الكلفة المقدرة للتعدين و benefication ، نوعية ودرجة المنتج المنتفع منه وعوامل بيئية محيطية . وفي السنوات الأخيرة ازدياد الأهمية قد أدى إلى مشاكل بيئية محيطة واقتراحات متعددة لتعدين ترسبات جديدة توقفت وأُرجأت (أجلت) بسبب معارضة البيئيوون الذين زعموا أن المناجم وسوف تؤذي المياه البرية وتدمر القيم الجمالية والذوقية أو تلوّث احتياطي الماء الطبيعي .

عندما يتوجب تعدين ترسب ما لإستخدام محلي فإن التدابير الاقتصادية الكامنة تكون على صلة بالبديل أو الخيار لإستخدام الخام المعدني المستورد أو الأسمدة المستوردة . والدراسة الكاملة يُحتاج إليها لتحديد فيما إذا كان بالإمكان للأسمدة الفوسفاتية ان تصنع وتسلم إلى مزارعين محليين عند كلفة منخفضة باستعمال خام محلي مقارنة مع خام مستورد . كما أن قيمة العملة الأجنبية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار وكذلك استقرار السعر واحتياطي الصخر المستورد .

يجب أن يقيم ويقدر والتغيرات والتقلبات الأخيرة في سعر السوق العالمية لايوغر أو يُلهم الثقة في الإستقرار والثبات . وقائمة الأسعار لعام 1972 كانت

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حوالي 14-10 دولار/ طن في موانئ المغرب وفلوريد و b. O. F من أجل 72% من صخر الفوسفات Bpl . وبدءاً من عام 1973 ارتفع السعر بشكل جاد ووصل إلى 48 دولار و 56 دولار/طن في 1975 وذلك بالنسبة لـ فلوريدا ، الصخر المغربي . وبعد ذلك انخفض السعر وفي كانون الثاني من عام 1977 كانت الأسعار التالي

المصدر	دولار/ طن
لـ % 72 من صخر Bpl المغرب الحزبية	38.00
المغرب اليوسفية	35.25
فلوريدا	28.50[a]

a- ازداد إلى 34 دولار في تموز 1977

إن معدل الدرجة لصخر الفوسفاتي لـ S. U المصدر في عام 1977 كان 32.1 % من P_2O_5 حوالي 70 % من Bpl وقيمة المعدل عند المنجم كانت 21.81 دولار . والمعدل الإجمالي أو الكلي للإنتاج المسوق من صخر الفوسفات في الولايات المتحدة كان 30.8 % من P_2O_5 (67.3 Bpl) وقيمة معدلها كانت 17.39 دولار .

التطبيق المباشر لصخر الفوسفات :

إن الصخر الفوسفاتي المطحون لايصنف ضمن الأسمدة في معظم البلدان وهي غير مشمولة في احصائيات استهلاك الأسمدة التي تقدمها معظم الأقطار ولكن تقادير FAO . المنظمة العالمية للأغذية والأسمدة تعطي فكرة عن استهلاك صخر الفوسفات المطحون بشكل منفصل بحيث أنه في عام 1976 الاستهلاك كان مساوياً ومكافئاً إلى 1.2 مليون طن من P_2O_5 وحوالي 5 % من استهلاك الأسمدة الفوسفاتية . ومايزيد عن 70 % من الإستعمال كان في الإتحاد السوفياتي والباقي كان متوزعاً بشكل واسع بين العديد من البلدان . من المحتمل أن الإستهلاك الفعلي لصخر الفوسفات من أجل الاستعمال المباشر هي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بشكل أساسي أعلى من reported وذلك بسبب الإستهلاك غير أو أنه في بعض البلدان التضمين مع استعمال الأسمدة . وعلى سبيل المثال فقد أعتقد أن استعمال فوسفات الصخر المطحون هو جزء هام وأساسي لإستهلاك P_2O_5 ولكن لا وجود لإحصائيات في هذه المجال .

والإختلاف في الرأي والملحوظ يكمن في مزايا فوسفات الصخر المطحون كأسمدة . في معظم الأقطار صناعة الأسمدة الفوسفاتية الكيماوية يعتبر الصخر المطحون تهديداً لشهرتها ورواجها وقد حثت تقيدات الحكومة بسبب (لعدم) استعمالها في حالات أخرى الصناعة أو السلطات الحكومية قد شجعت وعززت استعمالها . إن بعضاً من تلك العوامل التي تسهم في صعوبة إيجاد اندماج منصف لميزات وصفات التطبيق المباشر لفوسفات الصخر المطحون وهي كالتالي :

1- الصخور الفوسفاتية تتنوع في فعاليتها وبالتالي في قيمتها الزراعية .

2- الإستجابة الزراعية لفوسفات الصخري تعتمد بشكل قوي على نموذج ونمط الأرض (التربة) وإلى حد ما على عوامل الجو والمحصول .

3- الإستجابة تعتمد على التوقيت ، طريقة الإستعمال وحجم الجزئيات .

4- القيمة المتبقية للتطبيق الوحيد (الفردي) أو القيمة التراكمية للإستعمالات المتكررة هي أمر هام جداً مع كل الأسمدة الفوسفاتية ولكن هذا لايُقيم بسهولة . الفوسفات الصخري المطحون عادة له تأثير ذو مدى طويل مفضل أكثر من التأثير ذو المدى القصير والدراسات الزراعية والإقتصادية للإستعمال ذو المدى الطويل على محاصيل الأغذية عادة ما تكون ناقصة وغير كافية .

5- إن الميزة الأساسية لفوسفات الصخر المطحون هي كلفتها المنخفضة وعندما يتوجب استيراد كليهما فإن الصخر المطحون قد يكلف حوالي نصف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مايكلفة (يقدر) TSP وعندما يتوفر الصخر المحلي فإن تباين والاختلاف الكلفة قد يكون أكبر وأعظم والميزات الأخرى هي :

1- استثمار رأس المال المنخفض جداً يكون لازماً من أجل العملية والمعالجة .

2- لايكون مطلوباً (لازماً) تقنيات ومهارات تقنية خاصة .

3- معدات وتجهيزات الطاقة تكون ضئيلة وصغيرة .

4- هناك خسارة قليلة أولاً خسارة على الاطلاق في المعالجة (العملية)

5- ال غير الملائمة للمعالجة الكيميائية هي في بعض الحالات ملائمة ومناسبة للتطبيق والاستعمال المباشر .

6- يمكن تجنب وتفادي التأجيل في إنشاء معامل (وحدات) المعالجة الكيميائية .

7- توفير في نفقات الدرجة أمر غير هام نسبياً .

8- صخر الفوسفات المطحون له قيمة (رقم) المتبدلة على الترب الحمضية التي يُتاج لأن تدرس بشكل موسع وإضافي .

والميزات الرئيسية الأهم: هي عدم الوثوقية (الشك) بقيمة الزراعية ، عدم الملاءمة والمناسبة في معالجة وتطبيق الدقائق– المادة الغبارية ، وبشكل نسبي محتوى P_2O_5 مقارنة مع TSP أو فوسفات الأمونيوم وبشكل عام فمن المتفقة عليه أن الفوسفات المطحون يكون فعالاً فقط على الترب الحمضية حيث Ph تكون 6 أو مادون ، هذه العبارة تنطبق على الصخور الأباتيتة وليس على خامات فوسفات الألمنيوم المتكلس والتي تكون فعالة على الترب المعدّلة أو الكلسية .

الصخور الفوسفاتية تكون أيضاً ذات فعالة أكثر في الأجواء الدافئة في الترب الرطبة وكذلك على المحاصيل ذات نمط نمو طويل الأمد بشكل معتدل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وهي أقل فعالية وتأثيراً للمحاصيل ذات الفصل القصير النامي تحت درجات حرارة تربة باردة وخصوصاً في السنة الأولى من التطبيق (الاستعمال) .

وبشكل عام فقد تم الإتفاق على أن الصخر يجب أن يكون مطحوناً بشكل دقيق وممزوج جيداً مع التربة ، ولكن هناك بعض الإختلاف في الرأي بالنسبة لنفع وصلاحية الطحن الدقيق جداً .

وغالبية الرأي تبدو في أنه هناك القليل الذي يجب الحصول عليه بواسطة الطحن بشكل دقيق أكثر من حوالي % 90 خلال 100 (0.147)ملم على الرغم أنه هناك من ادعى الطحن الدقيق جداً أي % 80 خلال 320 (0.043)ملم هو أمر جدير بالتقدير .

الصخر المطحون الذي قد تمت برغلته بعد الطحن قد أعطى نتائج مردود أولى ضعيفة نوعاً ما حتى عندما الحبيبات تتفتت في التربة وبشكل مماثل لأن عملية التحبيت تقلل منطقة التماس والاتصال في تقدم وتطور في IFDC مع الحبيبات الصغيرة جداً (0.1-0.5)ملم والذي أعطى أملاً بالتغلب على تشكل الغبار للصخر المطحون بدون إفساد يذكر لفعاليتها . وبينما تم الإتفاق بشكل عام على أن الفعالية أمر هام فإنه هناك اختلاف حول المدى الذي تصل إليه هذه الأهمية وكيفية قياسها . الطرق الكيميائية من أجل تقييم الفعالية سوف تناقش فيما بعد . وأهمية التفاعل هي عظيمة بالنسبة للمحصول الأول أو الفصل والفعالية المتبقية أو ذات الأمد الطويل لاتبدون على صلة كبيرة بالفعالية والصخور ذات الفعالية الضئيلة وقد أظهرت فعالية ذات أمد طويل جيدة . بعض الباحثين قد علقوا الإستجابة لصخر الفوسفات إلى سقوط المطر السنوي والنتائج الأفضل قد تم الحصول عليها على الترب المشبعة بالماء جيداً وفي أوائل القرن العشرين العديد من التجارب ذات الأمد الطويل قد تم ضبطها في الولايات المتحدة مع صخر الفوسفات والتي تعتبر واحداً من الصخور الرسوبية الأقل تفاعلاً (فعالية) هوبكنز قد سجل النتائج المستحصل عليها من التجارب في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الولايات الأربع للولايات المتحدة والتي أظهرت أن القيمة المزادة (الزائدة) للمحاصيل النامية في الدورة الزراعية مع صخر الفوسفات المضاف قد فاقت كلفة فوسفات الصخر للعوامل التي تتراوح من حوالي 1:5 إلى 0:1 وعندما استعمل سوبر فوسفات فإن نسبة كلفة القيمة للمحصول الزائد كانت منخفضة جداً ، وذلك لأن كلفة سوبر فوسفات كانت تقريباً أربعة أضعاف لكل طن من P_2O_5 بقدر كلفة فوسفات الصخر المطحون . وكنتيجة لهذه الإختبارات فإن استعمال فوسفات الصخر المطحون قد تزايد في الولايات المتحدة إلى حد أعظمي أكثر من 1 مليون طن يومياً في عام 1953 ولكنه مؤخراً الإستعمال قد قل وانخفض في عام 1976 وارتفع إلى فقط حوالي 41,000 طن أمريكي . بما في ذلك الفوسفات الفرواني مادة دقيقة مستردة من البرك المهملة في فلوريدا .

الإستعمال المتناقص يعزي إلى عاملين الأول هو الإنتاج ذو الدرجة الواسعة من الفوسفات ذو التحليل العالي TSP, DAP قد جعلت الكلفة المسلمة لهذه المواد منخفضة إلى النقطة التي عندها فوسفات المطحون له ميزة الكلفة وبشكل خاص عندما ينقل عبر مسافات طويلة . والثاني فوسفات المبرغل تكون أسهل في المعالجة والمعاملة ويستعمل على التربة أكثر من فوسفات الصخر المطحون الدقيق .

الصخر الفوسفاتي المطحون قد توسط استعمل من أجل استصلاح الترب ذات الفوسفور الضئيل للمزارع المهجورة أو للأرض الحديثة والمحروثة مسبقاً ذات الخصوبة الفوسفورية الأصلية . ولهذا الغرض فإن استعمالاً (تطبيقاً) ثقيلاً يكون لازماً وموصى به ، حيث 3-1 طن/ هكتار والتي يمكن أن تعاد عند فاصل زمني 10-5 سنوات ، كذلك صخر الفوسفات يستعمل في أوربا كبديل الخبث الأساسي ليحفظ ويصون خصوبة التربة وعادة بواسطة استعمالات ضخمة وكبيرة نسبياً عند فواصل زمنية لعدة سنوات ، في كلا الحالتين قد يكون هناك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

استعمال تكميلي وإضافي لأسمدة الفوسفات الذوابة بالإعتماد على حاجات ومتطلبات المحاصيل .

في اختبارات الخاصة بنتائج المحصول السنوي المفرد معظم الصخور الفوسفاتية المتفاعلة قد أظهرت فعالية تقريباً مساوية لسوبر فوسفات مع بعض المحاصيل والترب .

طرق قياس فعالية صخر الفوسفات :

العديد من الطرق الكيماوية قد جربت اختبارياً والعديد قد استعمل تجارياً من أجل تقيم وتقدير فعالية صخر الفوسفات للإستعمال المباشر . المواد المستخلصة التي استعملت لتقدير وتقييم فعالية صخر الفوسفات في حمض النتريك وحمض الفورميك ستيرات الأمونيوم المعدّلة وستيرات الأمونيوم المعدّلة وستيرات الأمونيوم القلوية . الأخير يستعمل بشكل رئيسي لتقييم فوسفات الألمنيوم المتكلس .

معظم هذه الكواشف لم يكن المقصور منها أصلاً تقدير فعالية الصخور الفوسفاتية ، فعلى سبيل المثال محاليل استيرات الأمونيوم القلوية والمعدّلة أصلاً هي مقصودة لفصل منتجات التفاعل الكيماوي في سوبر فوسفات أو أي سماد آخر من الصخر غير المتفاعل على فرض أن الحجر غير المتفاعل أو غير ذواباً في هذه الكواشف خلاصة حمض الستياريك قد طورت لتقييم الخبث الأساسي ، المادة الحمضية المشهورة في البلدان الأوروبية بشكل واضح خلاصة حمض الفورميك طورت خصوصاً من أجل صخر الفوسفات .

وتقريباً كل طرق الإستخلاص استعملت نسبة من وزن العينة إلى حجم الخلاصة أي 1غ: 100مل وزمن الإستخلاص عادة يكون 30 دقيقة إلى 1 ساعة . ودرجة حرارة الإستخلاص والتحريك عملية الاستخلاص قد تكون معينة أو محددة . وعلى سبيل المثال فإن طريقة AOAC استعملت ستيرات الأمونيوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المعدلة ذات تركيز محدد معين (1 غ من العينة) 100 مل من المحلول مع زمن وقدره 30 دقيقة عند درجة حرارة 65° وطريقة فاغنز استعملت 2% من محلول حمض الستيرك خلال 30 دقيقة عند درجة حرارة 17,5° إن تنوع شروط وظروف الاستحلاص قد جربت اختبارياً بما في ذلك درجة الحرارة ، الع ، نسبة الاستخلاص ، زمن الاستخلاص وتركيز المحلول وذلك في محاولة للموازنة ومقارنة القيم المستحصل عليها مع بيانات زراعية . العمليات الاستخلاصية الناجحة لنفس العينة أيضاً قد جربت واختبرت . والميزة السيئة لكل هذه الطرق هي أن نسبة P_2O_5 المستخلص تعتمد على درجة ورتبة الصخر وخصوصاً عندما يكون الصخر حاوياً على شوائب معدنية خاملة مثل السيليكا . فعلى سبيل المثال ، في سلسلة من الاختبارات مع خلطات من حجر وتوارتز كارولينا الشمالية بنسب تتراوح من 9:91 إلى 50:50 وكمية P_2O_5 المستخلصة من 1غ من عينة المزيج الخليط ، كانت تقريباً ثابتة % (5.5-6.0) من العينة ولكن نسبة محتوى P_2O_5 الكلية المستخلصة قد تزايدت من 21.0 إلى 36.9 بينما تناقصت درجة ورتبة الخليط وهكذا فإن أخذت بعين الاعتبار الفعالية كنسبة لـP_2O_5 المستخلص فإن الفعالية الواضحة تزاد بينما تنخفض الدرجة هذا الوضع يميل وينزع إلى تثبيط الانتفاع الكافي لأنه عندما درجة عالية يستحصل عليها فإن الفعالية الواضحة تنخفض وتقلل . من الممكن أيضاً أن التجار غير المدققين (غير المرتابين) يمكن لهم أن يخفضوا الدرجة بإضافة مخفف عديم الجدوى وذلك من أجل زيادة الفعالية الواضحة (الظاهرية) .

ولتقيل التأثير العرضي فقد قام كل من Mc Clellan , Lehr بتطوير مفهوم (انحلالية ستيريت المطلقة 1 والتي فيها P_2O_5 المنحل يشرح ويُفسر كنسبة لـ محتوى P_2O_5 للأباتيت ذو الشوائب الحرة . الأخير يمكن أن يقيم ويقدر بواسطة بيانات ومفاهيم أشعة X أو بواسطة التشخيص الكامل الكيماوي والمعدني (الخاص بعلم المعادن) . ومساوئ هذه الطريقة هي كالتالي : 1- إن تقدير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتقييم محتوى P_2O_5 للأباتيت يتطلب معدات وتجهيزات ومهارات والتي غير متوفرة . 2- كذلك محتوى P_2O_5 للأباتيت يختلف ويتنوع بنسبة حوالي 34 % إلى 42 % وبذلك بهذه الطريقة تقدم تنوعاً غير متصل (متعلق) بشكل واضح واضح بالفعالية .

بعض من المعادن التي تظهر في حجر الفوسفاتي تخفض قابلية انحلال P_2O_5 في العديد من مركبات الاستخلاص والاستخراج . ولعل الأشهر من بين هذه المركبات هو الكالسيت ودولوميت . وكذلك الجبصين أو أي ملح كالسيوم ذواب يمكن أن يؤثر على انحلالية P_2O_5 في طرق ستيرات الأمونيوم المعدَّلة. هذه المواد يمكن أن تزال بواسطة استعمال مذيبات مناسبة وملاءمة قبل ان يتم تحديد وتعيين انحلالية P_2O_5 . وعندما تستخلص ستة من أحجار الفوسفات ذات الكالسيت الحر مع ستيريت الأمونيوم المعدل فإن معدل الكمية لـ P_2O_5 المستخلص كانت 5 % من وزن العينة أو حوالي 16 % من كامل P_2O_5 . الإضافات (2-1) % و 4 % من الكالسيت تختزل خلاصة P_2O_5 كالتالي :

إضافة الكالسيت %	0	1	2	4
P_2O_5 المستخلص ،% من كامل P_2O_5	16	12	10	6

وهكذا فإنه حتى الكمية الصغيرة من الكالسيت في صخر الفوسفات تسبب اختزالاً وارجاعاً نسبي ضخم وكبير لانحلال P_2O_5 في ستيريت الأمونيوم المعدَّل . الكالسيت أيضاً يؤثر على انجلالية P_2O_5 في حمض الستيريك وحمض الفورميك ، في واحد من الاختبارات اختزال الانحلالية قد سُبب (10 % من الكالسيت التي كانت من 37 % إلى 26 % من أجل حمض الستيريك ومن 59 % إلى 47 % من أجل حمض الفورميك .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 1. SOLUBILITY OF PHOSPHATE ROCKS IN VARIOUS EXTRACTANTS COMPARED WITH AGRONOMIC EFFICIENCY[a]

	Rock Source					
	North Carolina	North Florida	Central Florida	Tennessee	Idaho	Missour
Total P_2O_5	30.5	32.4	32.7	30.7	32.5	34.7
	% of Total P_2O_5 Extracted					
Ammonium citrate, pH 7[b,c]	26.1	20.4	16.2	14.9	11.5	1.4
Citric acid, 2%	49.6	29.7	25.7	25.3	23.8	6.0
Formic acid, 2%	85.8	30.3	28.0	21.3	33.1	5.0
Ammonium citrate, pH 3[b]	81.1	48.4	42.3	31.5	27.9	5.3
	Relative Agronomic Efficiency, TSP = 100[d]					
Rice[e]	84	46	37	6	24	0
Corn[f]	77	41	34	10	33	1

a. From unpublished cooperative studies by IFDC and TVA.
b. Ammonium citrate solution concentration was equivalent to 185 g of citric acid per liter.
c. Extracted 30 minutes at 65°C (AOAC method). All others extracted 1 hour at room temperature.
d. Yield response expressed as percent of response to TSP.
e. Greenhouse experiment: Engelstad, O.P., A. Jugsujinda, and S. K. De Datta. 1974. Soil Science Society of America Proceedings, 38:524-529.
f. Greenhouse experiment: Khasawneh, F. D., TVA unpublished information.

الجدول (1) يظهر نتائج قابلية الانحلال المستحصل عليها عن طريق طرق الاستخلاص الأربعة مع عينات من حجر الفوسفات عن مصادر ستة في الولايات المتحدة . الطريقة التي تستعمل ستيرات الأمونيوم الحمضية (pH 3) هي طريقة اختبارية واعدة والتي استعملت من قبل TVA و IFDC . الطرق الثلاثة الأخرى قد استعملت تجارياً في بعض الأقطار . ونتائج هذه الاختبارات واختبارات أخرى قد تمت مقارنتها مع نتائج اختبارات زراعية متعددة ومتنوعة . والصلة (العلاقة) المتبادلة الجيدة قد تم الحصول عليها مابين الكفاية الزراعية للمحصول الأول في اثنين من تجارب المستنبت الزراعي وبين قيم قابلية الانحلال عن طريق أي من طرق الاستخلا، وطريقة pH 3 اعطت أفضل علاقة متبادلة . ولكنه في بعض الاختبارات للمحاميل ذات الفصل الطويل كان هناك اختلاف قليل في فعالية الصخور من مصادر متعددة. وكذلك العلاقة المتبادلة للمواد المنحلة باستجابات متخلقة كانت أقل إرضاء واقناعاً . وماتم التوصل إليه من نتائج كان مايلي :

1- كل طرق الاستخلاص أعطت بشكل معقول اتصال وعلاقات جيدة مع الكفاية الزراعية النسبية (RAF) للمحصول الأول في هذه التجربة بالتحديد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في هذا الاختبارات واختبارات أحرى الاستخلاص بستيريت الأمونيوم الحمضي PH3 أعطى أفضل علاقة متبادلة .

2- ولا واحدة من الطرق قد اتصلت جيداً مع الفعالية المتخلفة المتبقية أو القيم الزراعية ذات المدى الطويل .

في تجربة اختبارية أخرى ، مجموعة من صخور الفوسفات كانت قد استعملت في المستنبت الزراعي والتجارب الحقلية في كولومبيا ، المواد المتفاعلة ، كمل قد أشير بواسطة انحلالية P_2O_5 في العديد من الكواشف ، هذه المواد المتفاعلة موضحة في الجدول (2)

TABLE 2. REACTIVITY SCALES OF THE PHOSPHATE ROCKS AS MEASURED BY VARIOUS METHODS

Rock Source	Total P_2O_5 in Rock, %	Soluble P_2O_5, % of Rock: Neutral Ammonium Citrate 1st	Neutral Ammonium Citrate 2nd	2% Citric Acid	2% Formic Acid	pH 3 Ammonium Citrate	Absolute Citrate Solubility % [a]
Huila, Colombia	20.9	0.8	3.4	5.2	6.2	10.5	12.2
Pesca, Colombia	19.8	1.9	1.9	7.0	5.3	8.5	9.7
Sechura, Peru	30.0	5.3	5.4	15.2	21.8	24.1	14.9
Gafsa, Tunisia	30.0	4.9	5.6	14.1	22.4	21.1	18.5
North Carolina	29.9	7.2	6.7	15.9	25.7	24.8	19.8
Central Florida	32.7	3.0	3.2	8.4	8.2	14.0	10.1
Tennessee	30.1	2.6	2.7	8.8	6.9	9.8	5.1

a. Solubility of P_2O_5 in neutral ammonium citrate as determined by a method described in reference (6).

والموازنة للنتائج الزراعية المستحصل عليها في هذه الاختبارات موضحة في الجدول (4) . وفي الاختبار الحقلي مع الكاسافا (نوع من نشاء الأكل) فإنه كان هناك استجابة جيد لكل صخور الفوسفات ولكنه لم يلاحظ أي اختلاف ذو أهمية احصائياً بين الحجارة المختلفة . معامل الاتصال (الارتباط) للمواد المنحلة مقابل مردود وناتج كل من التجربتين (الاختبارين الأخريين) موضحة في الجدول (4) في هذه الاختبارات الصخور المتفاعلة الثلاثة (قفعة) سيكورا- كارولينا الشمالية كانت دوماً على الأقل % 80 فعالية وذلك كمقياس أو معيار للموازنة التي كانت الخبث أساسي لعشب وحشائش الذرة واختبارات الكاسافا وسوبر فوسفات ثلاثي للاختبار مع القرينان الفول والفاصولياء .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 3. RELATIVE DRY MATTER YIELD OF CROP RESPONSE TO SEVEN PHOSPHATE ROCKS

Rock Sample	Relative Dry Matter Yield, % Guinea Grass[a]	Beans[b]	Cassava[b]
Huila	44	82	90
Pesca	30	60	88
Sechura	100	92	-
Gafsa	85	90	100
North Carolina	88	100	98
Central Florida	57	78	92
Tennessee	38	67	86
No P (check)	0	43	41

a. Greenhouse experiment.
b. Field experiment.

والارتباط الجيد قد تم الحصول عليه بواسطة طريقة pH 3 عندما تكون انحلالية P_2O_5 موضحة كنسبة للعينة وعندما تشرح أو تفسر كنسبة لكامل (لمجمل) P_2O_5 فإن الارتباط كان ضعيفاً الصخور ذات الرتبة المنخفضة أعطت تفاعل فعالية ظاهرية عالية نسبياً والحقيقة تبقى أنه هناك اختلاف ضئيل في فعالية الصخور المختلفة في تجربة الكاسافا وهو يؤكد أن تفاعلية الصخور ليست دوماً عاملاً مهماً بشكل كبير .

TABLE 4. CORRELATION OF VARIOUS REACTIVITY SCALES OF THE PHOSPHATE ROCKS AND THE DRY MATTER YIELDS OF GUINEA GRASS AND BEANS

Method of Evaluation	Correlation Coefficient, r Guinea Grass	Beans
Neutral ammonium citrate[a]	0.867	0.778
Neutral ammonium citrate[b]	0.927	0.961
2% citric acid	0.921	0.774
2% formic acid	0.944	0.879
Ammonium citrate, pH 3	0.984	0.910
Absolute citrate solubility	0.811	0.874

a. First extraction.
b. Second extraction.

تجربة الحقل مع القرينات (الفول – الفاصولياء) استمرت لمدة ثلاثة محاصيل مغطية بذلك فترة حوالي 18شهر . والنتائج أظهرت أن الكفاية الزراعية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

النسبية RAF الصخور الفوسفات مقارنة مع Tsp قد ازدادت مع الوقت كما في الجدول :

TABLE 4. CORRELATION OF VARIOUS REACTIVITY SCALES OF THE PHOSPHATE ROCKS AND THE DRY MATTER YIELDS OF GUINEA GRASS AND BEANS

Method of Evaluation	Correlation Coefficient, r	
	Guinea Grass	Beans
Neutral ammonium citrate[a]	0.867	0.778
Neutral ammonium citrate[b]	0.927	0.961
2% citric acid	0.921	0.774
2% formic acid	0.944	0.879
Ammonium citrate, pH 3	0.984	0.910
Absolute citrate solubility	0.811	0.874

a. First extraction.
b. Second extraction.

وقد تم التوصل (الانتهاء بنتيجة) مفادها أن الفعالية المقدرة المعتمدة على فترة محصول القطع إلى أطول معينة واحد ليست كافية ووافية . وقد فحص كل من Mcclellan, Lehr المئات من العينات لصخر الفوسفات من المصادر العالمية الأساسية وكانت هناك ملاحظة واحدة جديرة بالاهتمام وهي أن مفاعلية العينات المختلفة من نفس الموقع الجغرافي قد تتنوع وتختلف بشكل واسع . في بعض الحالات عينات الصخر من طبقات مختلفة – لنفس المنجم قد يكون لها فاعليات وتفاعلات مختلفة . وبينما يكون هناك حاجة لطريقة كيمائية محسنة لتقدير وتقييم فعالية صخور الفوسفات من أجل الاستعمال المباشر فإنه من الواضح أن الفاعلية هي واحدة من بين عدة عوامل تؤثر في الاستفادة والانتفاع الزراعي والاقتصادي ولذلك فإن أرقام التفاعلية (المفاعلية) تكون مفيدة فقط كدليل عام أي أين وكيف استعمل الصخر هما أمران بشكل متساوي (متعادل) مهمان .

فوسفات الألمنيوم المكلس بالتحميص :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الخامات المؤلفة بشكل أساسي من معادن فوسفات الألمنيوم المميأ تكون نافعة من أجل الاستعمال المباشر وذلك بعد أن تكلس بالتحميص عند درجة حرارة مضبوطة التكليس بالتحميص قد يتم في فرق دوار أو في مكلس (فرن تكليس ذو لمعة مميعة) (سائلة) . التكليس يدفع (يطرد بعيداً) الماء الموحد (المتضام) وبالتالي يزيد من الدرجة (الرتبة) ويتلف قابلية التبلر للمعادن الفوسفاتية والتي تحسن فاعلية الفوسفات . في الوقت الحالي هناك اثنين فقط من خامات الفوسفات الألمنيوم معروفاً لأن يستعمل للاستعمال المباشر بعد التكليس واحد منها يوجد في السينغال بالقرب من This . الخام عندما يعدن يحتوي على حوالي % 29 من P_2O_5 على أساس (قاعدة) جاف بعد التكليس ، يصبح حاوياً على أكثر من % 34 من P_2O_5 والتحليل الجزيئي للمنتج المكلس يكون كالتالي : " كتابة النسب وأسماء المركبات " ص 154 .

بعد التكليس بالتحميص الخام يطحن إلى حوالي % 95 – ناقص 100 mesh ومن ثم تسوق من أجل الاستعمال المباشر تحت اسم تجاري يدعى فوسبال "Phospal" وحوالي % 75 من P_2O_5 يكون ذواباً في ستيرات الأمونيوم القلوية واختبارات الحقلية أظهرت أن فعالية الأسمدة للمنتج كان تقريباً مساوية لتلك الخاصة بـ سوبر فوسفات على الترب الكلسية والمتعادلة والحمضية . كان سوبر فوسفات أفضل مباشرة بعد التطبيق بين فوسبال كان أفضل (أعطى نتائج أفضل) في الاختبارات ذات المدى الطويل . المنتج يستعمل بشكل رئيسي في فرنسا والسينغال وفي بعض الأقطار المجاورة .

إن خاماً مشابهاً يظهر (يوجد) في الطبقة العليا (ذو الدرجة C-) لترسبات الفوسفات في Christmas Island . إن الخام ذو الدرجة (C) يحتوي على حوالي % 25 من P_2O_5 كأساس جاف وبعد أن يكلس بالتحميص فإن معدل التركيب يكون : (كتابة مواد ونسب) التكلس بالتحميص تنجز في طبقة مميعة . والتجارب أظهرت أن انحلالية ستيرات العظمى قد استحصل عليها

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في مدى مابين 600-400 درجة مئوية . والانحلالية العظمى لـ P2O5 هي حوالي % 75 من كل من محلول ستيرين الأمونيوم القلوي والمعدل . الانحلالية في % 2 من محلول حمض الستيريك تكون منخفضة دون حوالي % 30-25 المنتج يستعمل من أجل التطبيق (الاستعمال المباشر بعد أن يطحن لتحرير 100 mesh من غربال قطره 0 .15mm .

كل من الفوسبال من السينغال ومنتج christmas Island قد يشحن بالجملة بعد التكليس بالتحميص وذلك كي يطحنوا في البلد المستورد . بعض من المنتج المطحون يستعمل في خلطات (مزيج) مع مواد تخصيبية أخرى ولكن إن كان المزيج قد تحبب إلى حبيبات من الحجم العادي (1-4mm) فإن الفعالية الزراعية تكون أدنى على الأقل من أجل الفصل الأول بعد التطبيق (الاستعمال) .

TVA أجرى تجارباً على خام المنطقة المرشحة من فلوريدا والتي أيضاً تحتوي علىنسبة عالية من معادن فوسفات الألمنيوم مثل ميليسايتmillisite وغراند اليت Crandlite وويغاليت Wavellite وقد وجد أن انحلال ستيرين P_2O_5 العظمى لـ % 79-70 قد تم الحصول عليها بواسطة التكلس بالتحميص عند الدرجة % 600-500 ولكن مادة المنطقة المرشحة ذات درجة منخفضة وهي تتنوع في التركيب وبالتالي تكون ملائمة بشكل ضعيف للانتفاع والاستفادة التجارية .

حمض الكبريت :

يعتبر حمض الكبريت مادة خامية هامة لانتاج سماد الفوسفات وإلى حد ضئيل بالنسبة لأسمدة البوتاسيوم والنتروجين الانتاج العالمي من حمض الكبريت كانت حوالي 121 مليون طن في 1977 ومن المحتمل أن نصف هذا الانتاج قد استعمل في إنتاج الأسمدة . حوالي % 58 من الانتاج العالمي كان يرتكز (

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يعتمد) على الكبريت الأولي % 25 على البيريت و% 17 على مصادر أخرى من بين المصادر الأخرى ، المصدر الأساسي كان حمض المنتج الثانوي المسترد من عمليات الصهر (الانصهار) .

وبوجه عام فإن حمض الكبريت ينتج بواسطة أكسدة الوسيط لحمص ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) والتي بشكل تالي لاحق تمتص في الماء لتشكيل حمض الكبريت (H_2SO_4) وفعلياً وبالممارسة SO_3 يمتص في حمض الكبريت الذي يحتفظ به عند تركيز مضبوط (حوالي % 98) عن طريق إضافة الماء . وليست هناك تنوع أساسي خاص بالأهمية المنفعة التجارية على هذا الأساس الكيماوي . هناك بدائل وخيارات خاصة بمصدر SO_2 وطريقة التحويل إلى SO_3 . العمليتان الرئيسيتان لتحويل SO_2 تعرفان بعمليتا الحجرة والاتصال (التلامس) عملية الحجرة الأولى (القديمة) قد تم إنتاجها في أوربا حوالي منتصف القرن الثامن عشر باستعمال أكاسيد النتروجين كوسطاء حاصلين للأوكسجين من أجل تحويل SO_2 إلى SO_3 . التفاعلات التي تعطي SO_3 وحمض الكبريت تحتوي على حجرات (غرف) رصاصية (ضخمة) والتي منها أشتق اسم العملية أو في أبراج محشوة (معبأة) والتي يمكن أن تستبدل بدل الحجرات (الغرف) الميزة السيئة الأساسية الخاصة بعملية الحجرة هي التقييدات في throughput النوعية التركيز (عادة 60° Be) أو حوالي % 78 من حمض الكبريت . كل المعامل الحديثة المعروفة تستعمل عملية التلامس على الرغم من أن بعض عمليات الحجرات الأولى الأقدم قد تكون ماتزال قيد التشغيل والعمل .

في طريقة التلامس SO_2 إلىSO_3 باستعمال وسيط معدني أو أوكسيد معدني البلاتنيوم قد استعمل بشكل واسع كوسيط ولكن بسبب كلفته الأولى الباهظة وقابليته (سرعة تأثره بالمواد السمية فإنه قد استبدل بأوكسيد الفانديوم Vanandium. SO_3 يمرر إلى برج الامتصاص حيث هناك يمتص في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حمض مركز ومعاد الدوران وهناك تنوعات واختلافات متعددة في طريقة التلامس بالاعتماد على نماذج وأنماط المواد المتوفرة وهناك أيضاً اعتبارات أخرى . .

هناك عدد من التنوعات الهندسية ماتزال ضمن (قيد الاستعمال) من قبل العديد من شركات الانشاء (البناء) التصميم المختلفة التي تقدم خدمات في هذا المجال . الميزات الأساسية بطريقة التلامس هي أن الحمض المركز 98 % من H_2SO_4 ذو النقاوة العالية يمكن أن ينتج مباشرة وأن وحدات (معامل) الدمج التراص للطاقة (القدرة) الانتاجية العالية قد أصبحت الآن مألوفة إعتيادية والطاقات التي تصل لأكثر من حوالي 2,000 طن يومياً ليست غير عادية .

حمض الكبريت من الكبريت الأولي :

الكبريت الأولي يدعى أيضاً brimstne كبريت العمود الطبيعي هو المصدر المفضل لحمض الكبريت وذلك عندما يتوفر بكلفة مقعولة ومقبولة . الكبريت الأولي قد يعدن بواسطة عملية Frasch المعروفة جداً حيث يسترد من الخامات المعادن الخامية البركانية ويسترد من الغاز الطبيعي (الغاز الحامض) يحتوي على مركبات كبريتية . أو أنه يسترد من الزيت . من الممكن أحياناً وأحياناً يمكن تنفيذه اقتصادياً انتاج كبريت أولي من البيريت وخامات كبريتية أخرى ومن الفحم . الكبريت التجاري عادة مايكون 99.5 % أو أعلى من ذلك من حيث النقاوة . الكبريت الغامق (الأسود) القاتم يحتوي على ملوثات وشوائب هيدروكربونية إلى حد أكثر من حوالي 15 % والكبريت الخفيف (الفاتح) يحتوي أقل من حوالي 0.1 % (الكبريت الأسود يسبب مشاكل في بعض نماذج وأنماط معامل احتراق الكبريت ولكن طرق استعمال الكبريت الأسود بدون صعوبة تذكر قد تم تطويرها . وعامل النوعية الآخر هو محتوى الرماد الذي يجب أن يكون تماماً منخفضاً لتجنب الغبار الذي سوف يتراكم في طبقة الوسيط . الشوائب الصلبة يمكن أن تزال من الكبريت المصهور بواسطة الترشيح . وبشكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

متناوب عن طريق استعمال مرشح غاز ساخن ، الغبار المتصاعد من الرماد في الكبريت يمكن أن يزال من الغاز الحار تاركاً حارق الكبريت . معظم وحدات حرق الكبريت مصممة بشكل يسمح باستعمال الكبريت وهو حالة سائلة على الرغم من أنه وحدات أخرى قد تم تشغيلها بتغذية صلبةز وفي حالات متعددة ينقل الكبريت على شكل سائل بواسطة السفن ، المراكب ، أو عربات السكك الحديدية (المزودة خصيصاً لهذا الغرض) في هذه الحالة الكبريت يخزن على شكل سائل عند المحطة الطرفية التي تتلقى المخزون وذلك حتى يتم استعمال . عندما يتم تلقي الكبريت في حالة صلبة ، فإنه عادة ينصهر قبل الاستعمال . في عملية إنتاج حمض الكبريت من الكبريت ، تتحرر الحرارة في خطوات متعددة للعملية على الشكل التالي :

Reaction	Heat Released, kcal/mole of H_2SO_4
$S + O_2 = SO_2$	70.9
$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$	23.5
$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$	32.8
Total reaction $S + 1\text{-}1/2\ O_2 + H_2O = H_2SO_4$	126.2

بعض من الحرارة الإضافية تتحرر بواسطة تخفيف لحمض الكبريت إلى التركيز الاعتيادي أي حوالي 98 % أو 93 % ولكن هذا يبقى ضئيلاً نسبياً ، كامل الحرارة المتحررة تكون مساوية لحوالي 3. 1 مليون Kcla لكل طن من H_2SO_4 استرداد النسبة الجزء الأعظمي لهذه الحرارة كطاقة قابلة للاستعمال هو أمر وموضوع هام جداً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

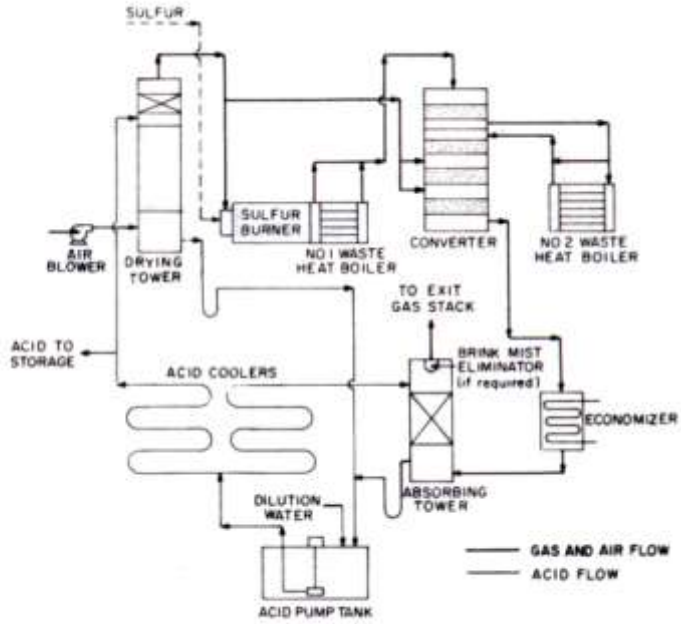


Figure 1. Sulfur-Burning, Single-Contact Sulfuric Acid Plant.

في وحدة مطابقة (مماثلة) لوحدة حمض الكبريت الشكل (1) الكبريت المنصهر يحرق بالهواء الجاف . الهواء يجفف في برج التجفيف بواسطة التلامس مع حمض الكبريت المركز يحرق الكبريت في حجرة احتراق منطبقة بشكل حراري (مقاوم للصهر) مع زيادة من الهواء عند درجة حرارة تصل إلى 1100- 950 ° منتجة بذلك غاز احتراق حاوي على حوالي 10% من SO_2 يبرد الغاز في المرجل الذي يولد البخار إلى حوالي 420% ، درجة حرارة الدخول المطلوبة إلى ناقل الوسيط بعض من الهواء الفائض قد حول الحارق والمرجل وذلك ليتم التحكم بدرجة حرارة غرفة الاحتراق ولتخفيض الحجم المطلوب للغلاية (المرجل) وبشكل متناوب قد يضاف الهواء الزائد مابين طبقات الوسيط للتحكم بدرجة الحرارة خلال التحويل (التغيير) .

التحويل الوسيطي لـ SO_2 إلى SO_3 عادة يتم في ثلاث خطوات أو أكثر (طبقات الوسيط) مع تبريد للغاز بين المراحل (الخطوات) للحفاظ على درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحرارة ضمن المدى (المعدل) المطلوب (المرغوب) أي ° 450 -° 420 خطوات التحويل تنجز بواسطة تلامس الغاز مع الطبقات المتتالية (المتتابعة) الوسيط أوكسيد الفاندوم Vandium التي عادة ترتب في أقسام وأجزاء من (البرج المفرد) الغاز التارك طبقة الوسيط الأولى قد يكون عند درجة حرارة تصل إلى ° 600 - ° 580 ويجب أن يبرد إلى مدى (معدل) ° 450 - ° 420 وذلك لتعزيز وتشجيع التحويل الكافي في الطبقة الثانية وذلك بسبب الموازنة غير المفضلة عندما درجات حرارة عالية مرتفعة . التبريد قد يتم بواسطة حقن الهواء البارد أو بواسطة التبادل الحراري وذلك لانتاج بخار أكثر . وبالمثل التبريد بين الطبقات الثانية والثالثة المتتابعة يكون لافرقاً ومطلوباً ولكن ارتفاع درجة الحرارة يكون أقل من ذلك بالنسبة للطبقة الأولى . الغاز التارك البرج يبرد بشكل إضافي أكثر في مبادل حراري وذلك قبل الدخول إلى برج الامتصاص حيث SO_3 يمتص في تيار معاد الدوران لحمض الكبريت المركز . حمض الكبريت يبقى عند التركيز المرغوب (المطلوب) عادة 98 % من H_2SO_4 بواسطة إضافة الماء . ودرجة حرارة تضبط في المدى (المعدل) المطلوب أي حوالي 90-70 درجة مئوية والمقاسة (المعيرة) عند مدخل البرج وذلك عن طريق تبريد الحمض المعاد الدوران . جزء من الحمض يذهب إلى برج تجفيف الهواء المذكور سابقاً حيث الرطوبة من الهواء الداخل تؤمن (تزدد) بعض من الماء اللازم في التفاعل . وبما أن الحرارة المتحررة في هذه المرحلة الخطوة هي عند مستوى درجة حرارة منخفضة (دنيا) فإن استعمالاً ضئيلاً وقليلاً يمكن أن يستفاد منها . في عملية الامتصاص المفرد المذكورة سابقاً (أعلاه) استرداد الكبريت كحمض كبريت هي 98-97 % الجزء المتبقي يفقد في الجول SO_2 . في معظم البلدان تصريف هذه الكمية من SO_2 إلى الجو غير مقبول بيئياً . ولذلك معظم المعامل (الوحدات) تستعمل جهاز تلامس مزدوج أو جهاز امتصاص مزدوج (DA/DC) وذلك كماهو موضح في الشكل (2) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

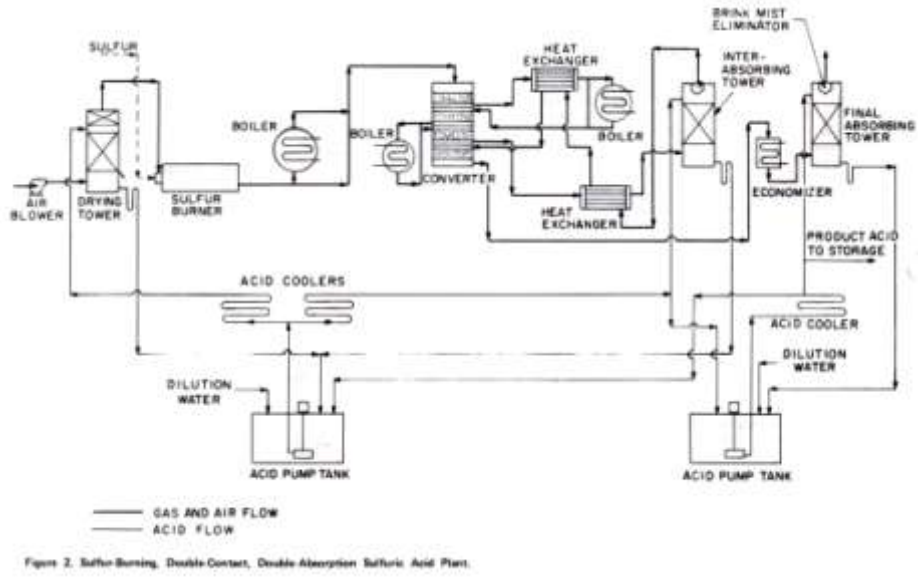


Figure 2. Sulfur-Burning, Double-Contact, Double-Absorption Sulfuric Acid Plant.

الغاز بعد أن يمر خلال طبقات الوسيط الثلاثة يذهب إلى برج الامتصاص الأولى حيث SO_3 يزال . الغاز بعد ذلك يعاد تسخينه إلى حوالي 420 درجة مئوية ماراً عبر طبقة الوسيط الرابعة وبعد ذلك يبرد ويرسل إلى برج الامتصاص الثاني في التفاعل التالي :

$$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$$

إزالة فنتج التفاعل SO_3 يسهل بشكل كافٍ التحويل في طبقة الوسيط الأخيرة وكذلك فإن عمليات DA/DC تخفض وتقلل خسارة SO_2 إلى أقل من 2Kg من SO_2 لكل طن من H_2SO_4 كذلك فإن مزيلات الضباب (الرذاذ) ذات الكفاية العالية تكون أيضاً لازمة لتحديد خسارة H_2SO_4 من الضباد (الرذاذ) إلى أقل من 0.05 كغ لكل طن من H_2SO_4 وهكذا فإن الاسترداد في وحدة DA/DC يجب أن يكون على الأقل 99.7 % .

استعمال جهاز DA/DC نضيف 10-15 % إلى كلفة العمل (الوحدة) مقارنة مع عملية تشغيل واحدة (مفردة) وتقليدية قديمة وهي أيضاً تستعمل طاقة أكبر وتعطي بخاراً أقل أو طاقة أخرى قابلة للاسترداد ، والبديل الذي افترض أن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يكون أقل كلفة وغلاءً هو في استرداد SO_2 من وحدة الامتصاص المفردة بواسطة تنقية وتصفية الأمونيا . تصفية وغسل الغاز محلول الأمونيا يعطي سلفايت الأمونيوم محلول بيسلفايت الذي بعد ذلك يتحمض بحمض الكبريت SO_2 المتحرر يعاد إلى وحدة حمض الكبريت ومحلول سلفيت الأمونيوم المركز يبقى لربما يكون له استعمال في وحدة (معمل) الأسمدة .

وبشكل متناوي محلول بيسلفايت – سلفيت الأمونيوم قد يتحمض بحمض الفوسفوريك منتجاً بذلك محلول فوسفات الأمونيوم وهناك العديد من عمليات غسل وتصفية غاز المؤخرة النهاية (القطارة) الذي يعطي وينتج منتجات ثانوية متنوعة أو منتجات مهملة .

تشغيل وحدة حمض الكبريت تحت الضغط لها بعض الميزات حيث المعدات والتجهيزات تكون أصغر وأقل كلفة ووسيط أقل يكون لازماً ومطلوباً وشروط الموازنة (التوازن) ونسب التفاعل تكون مفضلة أكثر في خطوات التحويل والامتصاص .

وحدة الضغط الأولى بناهاProduits Chimiques Ugine Kuhlman بالقرب من ليون Lyon في فرنسا وقد بدأ التشغيل في عام 1972 وبلغت طاقته الانتاجية حوالي 750-550 طن يومياً والفترة الحديثة تصف تاريخ تشغيلها وتعطي وصفاً يبين الخطوات المتتالية في عملية الانتاج . المعمل (الوحدة) تستغل وينتفع عملية امتصاص مزدوج وتلامس مزدوج وتشتغل عند (5) ضغط جوي وتقاس (الوحدة) وتعبر عند عادم ضاغط الهواء . كفاية التحويل كانت 99.85 % - 99.8 % خلال السنوات الخمس الأولى من التشغيل . وقد تم تقدير كلفة الاستثمار بـ 10 % أي أقل من الوحدة التقليدية اللاضغطية ولكن من أجل الحصول على طاقات أضخم تصل إلى أكثر من 2,000 طن يومياً فإن توفير في كلفة الاستثمار لأكثر من 17 % يكون ممكناً وحوالي $\frac{2}{3}$ ثلثين من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الطاقة اللازمة للضغط تسترد بتوسع للغاز المؤخرة (النهاية) المسخن ثانية في تروبين يدير ويقود الضاغط . نتائج التشغيل تلخص أدناه حسب التالي :

استهلاك الكبريت	330 كغ /طن
القوة الكهربائية	65 كيلو واط /طن
بخار المنتج الثانوي (عند 40 ضغط جيو)	990 كغ /طن
المعالجة وماء التبريد	نفس ماورد في العملية التقليدية
الصيانة	3-4% من كلفة رأس المال
اليد العاملة	2 عامل /وردية
تركيز الحمض	99.5 - 99.5% H_2SO_4

ولوحظ أن المعمل (الوحدة) مصممة في عام 1990 قبل أزمة – شدة الطاقة وبعض التحسينات في الحرارة واسترداد الطاقة سوف يكون ممكناً ومرغوباً اقتصادياً تحت شروط التيار وهناك عملية ضغط مطورة حديثة أخرى وتدعى بعملية CSL وهي عبارة عن منظمة كندية تدعى Chemetics International Ltd العملية تشتغيل عن 8 ضغط جوي وتستعمل جهاز التماس مفرد وجهاز امتصاص مفرد الميزة المتميزة للعملية هي أن SO_2 المتبقي في الغاز التارك للمحول يمتص في حمض الكبريت في برج الامتصاص . الحمض الحاوي على SO_2 المنحل يذهب بعدئذ إلى برج تجفيف الهواء حيث SO_2 المنحل ينزع من الحمض إلى تيار الهواء وهناك يعاد تدويره خلال حارق الكبريت إلى المحول .

إن انحلالية SO_2 في حمض الكبريت تزداد بزيادة الضغط وبانخفاض درجة الحرارة وفي الوحدة التقليدية (العادية) التي تشتغل عند (1) ضغط جوي ومع درجة حرارة الحمض البالغة 110° درجة مئوية فإن انحلالية SO_2 في حمض الكبريت تكون فقط 8ppm ولكنه بزيادة الضغط إلى 8 ضغط جوي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتخفيض الحرارة إلى 49 درجة مئوية فإن انحلالية SO_2 تزداد إلى 150ppm . تحت هذه الشروط فإن كمية أساسية /جوهري/ من SO2 يمكن أن تنقل في تيار الحمض إلى برج تجفيف الهواء وبعد ذلك إلى تيار الهواء الداخل Cameron et- al أوضح أنه ليس هناك حد نظري بالنسبة لكمية SO_2 التي يمكن أن تسترد ويعاد تدويرها ، وهي تعتمد على نسبة إعادة تدوير الحمض بين الماصّ (جهاز الامتصاص) وأبراج تجفيف الهواء . في وحدة تقليدية كل برج له جهاز تدوير الحمض الخاص به(انظر الشكل 1) مع تبادل مشترك كافي فقط بين الأجهزة للحفاظ على تراكيز الحمض عند المستوى المطلوب . في جهاز CIL معظم إعادة التدوير تكون بين كلا الجهازين وقد زعم أن هذا الجهاز يمكن أن يبلغ بسرعة أو يفوق حد تصل إلى 99 .7% وهي الكفاية اللازمة لمواجهة معايير ومقاييس التحكم بالتلوث التابعة للولايات المتحدة الأمريكية .

إن عملية CIL تتصف بميزات عملية الضغط وهذه الصفات قد أوضحت أثناء وصف عملية Kuhlmann والميزة الإضافية تقتضي إعداد وتجهيزات الامتصاص المفرد الوحيد والتماس المفرد الذي بوضوح سوف يقلل تكاليف رأس المال ويسهل من تشغيل الوحدة (المعمل) ولك الحفاظ على درجة حرارة الحمض المنخفضة نسبياً (حوالي 50 درجة مئوية) في برج الامتصاص سوف يتطلب (يستلزم) تبريد أكثر . ومن المعروف إلى أي حد عملية CIL قد استعملت في الممارسة التجارية .

تكاليف رأس المال :

إن كلفة رأس المال المقدرة لوحدات (معامل) حمض الكبريت DC/DA المعتمدة على الكبريت الأولي موضحة في الشكل (3) المنحني السفلي يوضح

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كلفة حدود البطارية لبلد صناعي . التقديرات تعتمد على تكاليف 1977 المبكرة ولاتسمح لتضخم مستقبلي والتقديرات تتضمن (تشتمل) على سماح التخزين مدته 4 أسابيع للكبريت أو حمض الكبريت . وهي لاتسمح لبرج التبريد لأن يستعمل ثانية ماء التبريد . المنحني الأعلى يعتمد على كلفة حدود البطارية 50 % للسماح لتسهيلات المؤونة والتزويد والتسهيلات المساعدة ، إعداد وتهيئة الموقع . . الخ هذه التكاليف سوف تختلف وتتنوع بتنوع تسهيلات التعايش والمكان . وعندما يكون معمل (وحدة) حمض الكبريت جزءاً من مركبات تخصيبية تسميدية أو صناعية ، هذا السماح يحتمل أن يكون دقيقاً ووافي بالغرض . بالنسبة للموقع أو المكان في البلدان النامية فإن التكاليف يجب أن تزداد بنسبة 25 % أو أكثر لتجنب الكلفة الزائدة للإستلام والإنشاء .

الوحدة (المعمل) عادة ينتج بخار كافٍ لإدارة ضاغط تزويد الهواء الرئيسي ومضخات تغذية الماء للمرحل + حوالي 1.2 طن من البخار الإضافي لكل طن من H_2SO_4 . هذا البخار الزائد يمكن أن يستعمل لتوليد الطاقة الكهربائية أو لتركيز حمض الفوسفوريك أو لأغراض أخرى .

تكاليف الإنتاج :

إن تقدير كلفة إنتاج حمض السلفوريك من الكبريت في وحدة (معمل المقدر بـ 600 طن من H_2SO_4 يومياً والذي يشتغل بطاقة إنتاجية كاملة 330 يوم/ سنوياً ، قد أعطي في الجدول (5) وبإفتراض كلفة الكبريت 50 دولار/ طن المسلمة عند المعمل ، فإن كلفة الإنتاج المقدرة لحمض الكبريت سوف تكون 26.74 دولار/طن من H_2SO_4 بالنسبة للبلدان المتطورة ، على افتراض أن كلفة رأس المال للمعمل (الوحدة) هي أعلى بنسبة 25 % .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

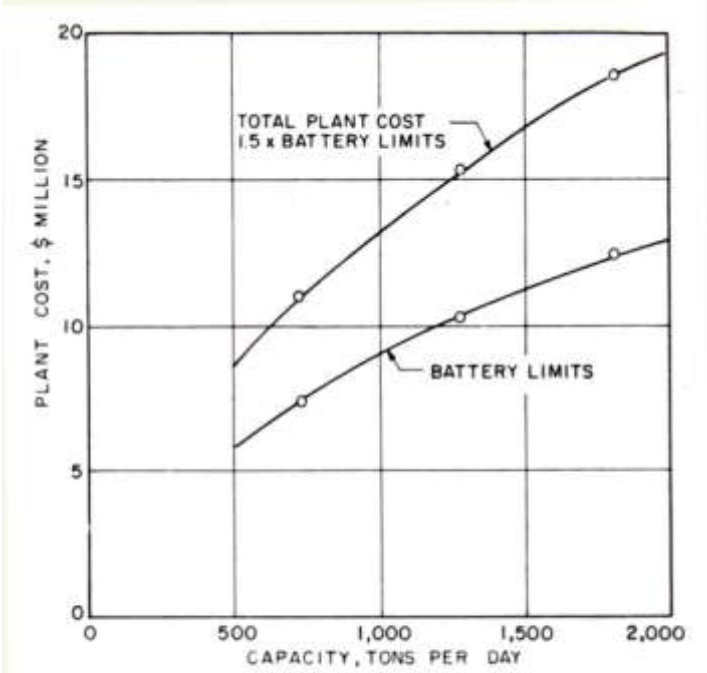


Figure 3. Capital Cost of Sulfur-Burning Sulfuric Acid Plants, Double Contact, U.S. or European Location, 1977.

وإن أضيفت نسبة % 10 من الأرباح على الاستثمار فإن كلفة الاستعمال المقيد هي 31.79 دولار و35.29 دولار بالنسبة للبلدان النامية والمتطورة . الجدول رقم (6) يظهر التأثير المقدر لدرجة الإنتاج على كلفة الإنتاج وسعر النقل أو التحويل . ونتائج الحساب والتقدير على افتراض نسبة % 100 من الاستفادة بالطاقة ، هذه النتائج ملخصة أدناه .

Capacity, tons of H_2SO_4/day	Cost or Price, $/ton of H_2SO_4			
	Developed Country		Developing Country	
	Production Cost	Transfer Price[a]	Production Cost	Transfer Price[a]
600	26.74	31.79	28.98	35.29
1,200	23.48	27.02	25.37	29.98
1,800	22.69	25.79	23.79	27.66

وبينما تكون لوحدات ومعامل حمض الكبريت بشكل عام ليس من الصعب تشغيلها بطاقة إنتاجية كاملة للفترات الممتدة والمطولة والحفاظ على استفادة عليا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من الطاقة فإنه يعتمد على وثوقية وحدات الإنتاج التي تستعمل المنتج وعلى عوامل متعددة أخرى .

الجدول رقم (7) يظهر تأثير الإنتفاع والإستفادة بالطاقة على سعر النقل والتحويل ، بافترض أن كلفة الكبريت هي 25 دورلار/ طن والعائد على الاستثمار هو % 10 وهي النسبة التي عادة تكون الدنيا والتي يمكن أن تعتبر مقبولة . ومن الواضح أن الإنتفاع بالطاقة الدنيا (المنخفضة) يمكن أن يزيد الكلفة بشكل ذو أهمية . على سبيل المثال التشغيل عند نسبة % 60 من الطاقة يزيد سعر التحويل (النقل) بنسبة 10 دولار/ طن في مقارنة مع التشغيل عند % 90 من الانتفاع بالطاقة لمعمل طاقته الإنتاجية 600 طن يومياً في موقع لبلد نامٍ . وبما أنه حوالي 3 طن من حمض السلفوريك تكون لازمة لكل طن من P_2O_5 المنتج كحمض فوسفوريك ، فإن تأثير الإنتفاع بالطاقة المنخفضة يمكن أن يكون ذو أهمية جدية في معمل حيث تكون فيه الوحدتان معتمدتان بعضهما على بعض .

إنتاج حمض الكبريت من البيريت أو من عمليات المَ (المَسْبَك) :

عندما يكون مصدر SO_2 الحاوي على الغازات يحمص و(يشوي) لبيريت (FeS_2) أو خامات سلفيد لاحديدي ، فإن معمل حمض الكبريت يكون مشابهاً (مماثلاً) لذلك الموصوف سابقاً الشكل (1.2) مع بعض الاستثناءات التالية :

1- فرن احتراق الكبريت يحذف . 2- الغاز الداخل يجب أن يبرد وينقى (يرشم) وإلا فإنه يُنظف لإزالة كل الملوثات التي قد تسمم وسيط التحويل والتغيير او أنها تسد وتعيق طبقة الوسيط .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 5. PRODUCTION COST OF SULFURIC ACID

Plant capacity, 600 tpd, 198,000 tpy
Capital cost, developed country, $10.0 million; developing country, $12.5 million

Item	Quantity	Unit Cost, $	Cost/ton of H_2SO_4
Sulfur	0.34 tons	50	17.00
Boiler feedwater	1.25 tons	0.32	0.40
Cooling water	25.8 tons	0.01	0.26
Electricity	35 kWh	0.02	0.70
Steam (excess)	1.2 tons	2.50	-3.00
Labor-related costs[a]	0.16 man-hours	15.40	2.46
Subtotal			17.82

	Developed Country	Developing Country
Operating costs	17.82	17.82
Capital-related costs[b]	8.92	11.16
Total production cost	26.74	28.98
Return on investment, 10%	5.05	6.31
Transfer price[c]	31.79	35.29

a. Includes overhead, chemical control, and miscellaneous supplies.
b. Capital-related costs:

Depreciation, 15 years	6.67% of capital costs/year.
Interest at 8% of 1/2 capital cost	4.00% of capital costs/year.
Maintenance	5.00% of capital costs/year.
Taxes and insurance	2.00% of capital costs/year.

c. Captive use in-plant transfer price.

TABLE 6. EFFECT OF PLANT CAPACITY ON COST OF SULFURIC ACID (ANNUAL PLANT CAPACITY ASSUMED TO BE 330 x DAILY CAPACITY)

Capacity, tpd	Developed Country 600	1,200	1,800	Developing Country 600	1,200	1,800
Plant cost, $ million[a]	10.0	14.6	18.4	12.5	18.25	23.00
	Cost, $/ton of H_2SO_4					
Sulfur	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Labor-related costs[b]	2.46	1.87	1.59	2.46	1.87	1.59
Capital-related costs[c]	8.92	6.25	5.74	11.16	8.14	6.84
Other costs[d]	-1.64	-1.64	-1.64	-1.64	-1.64	-1.64
Production cost	26.74	23.48	22.69	28.98	25.37	23.79
Return on investment[e]	5.05	3.54	3.10	5.68	4.61	3.87
Transfer price	31.79	27.02	25.79	34.66	29.98	27.66

a. Capital costs for developed countries from figure 3; cost for developing countries assumed to be 25% higher.
b. Annual labor-related costs assumed to be proportional to the 0.6 power of plant capacity.
c. See table 5, footnote b.
d. Electricity, boiler feedwater, cooling water, and steam credit.
e. Assuming 10% return on plant cost.

3- الغاز يجب أن يجفف في برج يستعمل حمض الكبريت كعامل تجفيف

4- الغاز النظيف الجاف يجب أن يسخن إلى درجة حرارة التحويل والتغيير (حوالي 420 درجة مئوية) . وهناك عادة حرارة كافية تم توليدها في مرحلة التحويل والتغيير وذلك ليسخن مسبقاً الغاز الداخل بواسطة مبادلات حرارية .

5- وبما أنه أحياناً يكون تركيز SO2 للغاز منخفضاً أكثر من ذلك الغاز الناتج من احتراق الكبريت ، فإن كل المعدات يجب أن تكون أضخم وأكبر .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وكما هو الحال في معامل ووحدات احتراق الكبريت فإن وحدة حمض الكبريت قد يستعمل اتصال مزدوج أو غسل الغاز النهاية وذلك كي تطابق وتوافق معدات وتجهيزات ضبط التلوث . إن المعمل الذي يستعمل ثاني أوكسيد الكبريت من تحميص السلفيد يحتمل لأن يكلف حوالي % 50 أي أكثر من وحدة احتراق الكبريت بما في ذلك تنظيف الغاز ولكن بإستثناء عملية التحميص . استرداد الحرارة يعتمد بشكل أساسي على كم من الحرارة يمكن أن يسترد من عملية التحميص .

وبشكل عام كمية الحرارة المستردة كبخار أو في أشكال أخرى نافعة هي إلى حد ما أقل بالنسبة لمعمل يعتمد على البيريت أكثر من معمل احتراق (حرق) الكبريت . إن البيريت النقي FeS_2 يحتوي على نسبة % 53.4 من S من Fe . ولكن عكس الكبريت (بخلاف) الكبريت فإن خامات البيريت تحتوي على ملوثات عديدة والتي تؤثر على قيمتهم إما بشكل سلبي أو إيجابي بعد التعدين وعادة أيضاً فإن الرتبة (الدرجة) التجارية للبيريت قد تحتوي على % (40-50) من S . ومن بين العناصر القيمة المعروفة المترافقة مع البيريت هناك النحاس ، القصدير والزنك . ولكن يمكن للخام أن يحتوي على عناصر أخرى (عادة كمركبات (مواد) سلفايد مثل النيكل ، الكوبالت ، الكادميوم ، النبرموث ، زرنيخ ونسبة ضيئلة من الفضة والذهب . والتحليل الجزئي للبيريت الإسباني يظهر مايلي رسم جدول بتركيبة البيريت الإسباني .

إن استرداد المعادن القيمة وكذلك الحديد يلعب دوراً هاماً في تدبير نفقة واقتصاد إعداد ومعالجة مركبات البيريت . الزرنيخ مادة ملوثة غير مرغوبة وهي تميل لأن تشكل مركبات طيارة خلال التحميص الذي يلوّث مبادلات الحرارة والمجاري أو المسالك (الأنابيب) ولطن طرق المعاملة والمعالجة مع هذه المشكلة قد تطورت وتحسنت . عندما تكون مركبات البيريت نسبياً غنية بالنحاس

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أو معادن أخرى قيمة ، فإن الخام قد يفصل بواسطة benefication لتجنب مواد السلفيد المركزة أو غير الحديدية والتي تعالج وتعامل منفصلة بشكل مستقل .

TABLE 7. EFFECT OF CAPACITY UTILIZATION ON TRANSFER PRICE OF SULFURIC ACID, $ PER TON OF H_2SO_4[a]

Rated Capacity, tpd: / Capacity Utilization, %	600	1,200	1,800
	Developed Countries		
100[b]	31.79	27.02	25.79
90	33.62	28.32	26.95
75	37.28	30.91	29.27
60	42.75	34.79	32.74
	Developing Countries		
100[b]	35.29	29.98	27.66
90	37.50	31.60	29.03
75	41.93	34.85	31.76
60	48.57	39.73	35.86

a. Calculated from the data of table 6, assuming that labor-related and capital-related costs are constant on an annual basis and that sulfur and utilities costs and steam credit are constant per ton of sulfuric acid.
b. Annual capacity = 330 x daily capacity.

وبشكل متناوب الباقي بعد التحميص قد يعالج بواحدة من الطرق المتعددة لإستخلاص عناصر قيمة . وبما أن الباقي الرماد (مخلفات الفحم المحترق) يتألف بشكل أساسي من أوكسيد الحديد .

	Composition of Spanish Pyrite (13)	
	Crude Pyrite	Floated Pyrite
Sulfur (S)	48%	48%
Copper (Cu)	0.8%-1.2%	0.3%
Lead (Pb)	0.5%-1.5%	0.3%
Zinc (Zn)	1.5%-2.5%	0.4%
Gold (Au)	1 g/ton	1 g/ton
Silver (Ag)	30 g/ton	30 g/ton

فإنه قد يستعمل في صناعة الفولاذ (الستيل) كخامة حديد ولكنه ، بما أن العديد من الملوثات هي مركبات موفرضة وغير مرغوب فيها للإستعمال

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كخامة حديدية ، فإن المعالجة بعد التحميص قد تؤدي عرضاً مزدوجاً لإسترداد العناصر القيمة وتنقية (تصفية) الباقي من أجل الاستعمال في صناعة الفولاذ (الستيل) .

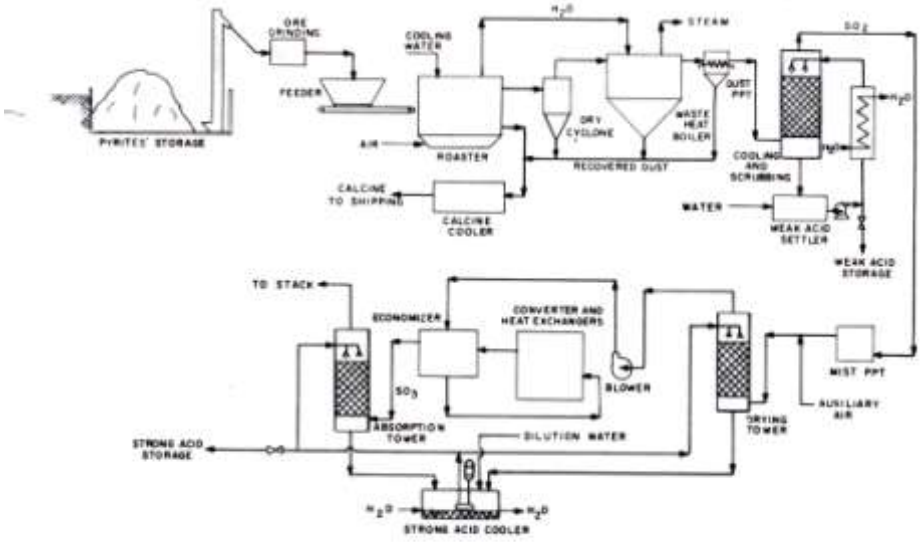


Figure 4. Simplified Flow Diagram for Plant to Produce Sulfuric Acid from Pyrites.

والشكل (4) يظهر رسماً بيانياً مبسَّط لإنتاج حمض الكبريت من البيريت . الرسم (الجدول) يظهر عملية الامتصاص المفرد والنحاس (الاتصال) المفرد . وفي معظم المواقع إما غسل الغاز المتراكم أو مرحلة الامتصاص–التماس الثانية تكون ضرورية لمنع تلوّث الجو . إن معالجة أو التخلص من الباقي (المخلفات) على الرغم من أنه أمر هام . فإنه أمر لايدخل ضمن مجال هذه الدراسة الحالية .

إن كلفة رأس المال للمعمل بما في ذلك خطوة تحميص البيريت هي حوالي 2.6 مرات كلفة وحدة (معمل احتراق)الكبريت مساوية ومماثلة . وبالإعتماد على التقديرات في الجدول (6) فإن تكاليف التشغيل المتصلة برأس المال سوف تكون أعلى من وحدة تعتمد على الكبريت بحوالي 13 دولار/طن من H_2SO_4 لمعمل طاقته الإنتاجية 1,200 في بلد نامٍ .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كلفة العمل (العمال) والتكاليف الأخرى سوف تكون أعلى ، ومع إفتراض أن التباين (التفاوت) الإجمالي هي 15 دولار/طن من H_2SO_4 فإنه من الواضح أنه من أجل تكاليف إنتاج متساوية ، تكون الكلفة لكل طن من الكبريت المحتوى في البيريت هي 54 دولار أي أقل من تلك الكلفة بالنسبة للكبريت الأولي وذلك مالم تخصص بعض القيمة للمخلفات Lasaosa أظهر وبين بيانات تظهر أن الكلفة الصافية لإنتاج حمض الكبريت من البيريت الإسباني بعد السماح للمنتجات الثانوية كانت أقل وذلك لإنتاج حمض الكبريت من الكبريت في عام 1972 . ولايمكن التوصل لخاتمة عامة (يمكن تعميمها) وذلك بسبب التنوع الواسع في النوعية البيريت ، قيمة المنتجات الثانوية والشروط المحلية .

إن استرداد المنتجات الثانوية من الخامات البيرتية يتطلب مستوى عال من التقنية وقد يكون التزام صعب بالنسبة لبلد نام . بعض البلدان التي تعتمد بشكل أساسي على البيريت كمصدر لحمض الكبريت هي فيلندا ، النرويج ، السويد ، اسبانيا ، البرتغال ، إيطاليا ، الصين والاتحاد السوفياتي . البلدان الأخرى مثل اليابان تنتج بشكل كبير حمض الكبريت من عمليات الصهر والسبك . والتصنيف بين البيريت والخامات اللاحديدية لم يحدد أو يصرَّف حتى الآن . في بعض البلدان الشركة التي تعالج الخام الحاوي على 1% من النحاس قد تصنف كمسبك نحاسي ينتج حمض الكبريت المنتج الثانوي ، والعملية المماثلة في بلد آخر قد ترتب وتوضع كمنتج لحمض الكبريت مع إنتاج نحاسي المنتج الثانوي . إن عملية Qutokumpu التي تطورت في فيلندا تتألف من بيريت محمص ومضيء في جو غير مؤكسد في الطبقة المميَّعة . حوالي نصف المحتوى الكبريتي يسترد لكبريت أوليّ والباقي يكون في المخلفات ، البيروتيت ، السلفايد الحديدي المغناطيسي . البيروتيت قد يحمص في جو مؤكسد من أجل استرداد الكبريت المتبقي كثاني أوكسيد الكبريت .

إنتاج حمض الكبريت من سلفيت الكالسيوم :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العديد من المعامل قد أنتجت حمض الكبريت من الجص أو انهيدرايت مع إنتاج الإسمنت البورتلاندي كمنتج ثانوي والجدول (الرسم البياني المبسط للعملية موضح في الشكل (5) العملية تتم أو تنجز في فرن دوار شبيه بالأفران الإسمنتية .

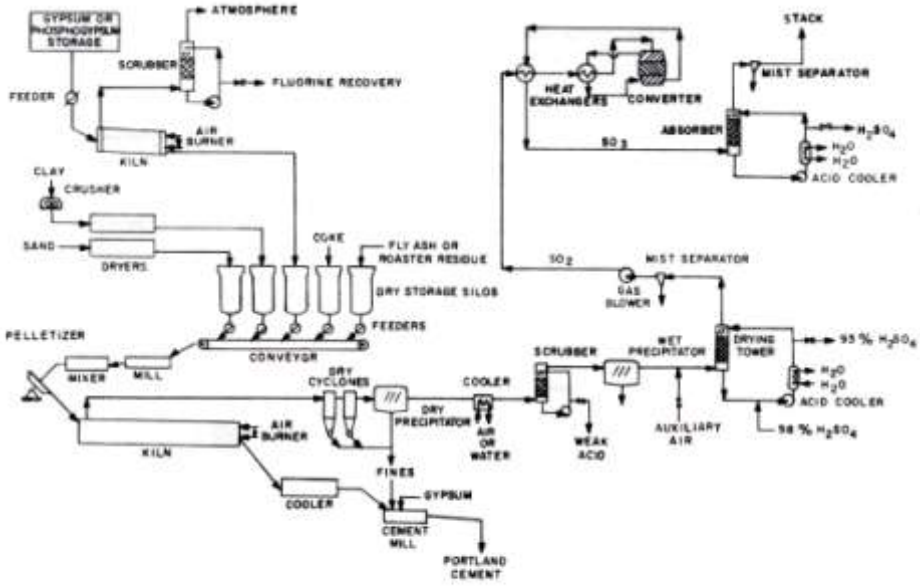


Figure 5. Simplified Flow Diagram for Plant to Produce Sulfuric Acid and Portland Cement from Gypsum or Phosphogypsum.

وعندما يستعمل الجص ، فإن أولاً ينزع الماء في فرن منفصل (مستقل) وعندما يستعمل فوسفو الجص فإن جزءاً من الغلورين يسحب ويطرد خارجاً وقد تسترد أو أنه يتم التخلص منها . وعندما نستعمل انهيدرايت مرحلة التكلس المسبق هذه تكون غير ضرورية . الشحنة إلى الفرن الدوار تتألف من انهيدرايت (أو الجص المكلس) ، فحم الكوك ، السيليكا أو من مصادر أخرى لأوكسيد الألمنيوم والحديد . الشحنة يجب أن تتناسب بدقة وذلك لتعطي النسب المطلوبة من CaO ، Al_2O_3-SiO_2 و Fe_2O_3 اللازمة للإسمنت ذو النوعية الجيدة .

الشحنة تخلط وتطحن وتكور على شكل كريان وذلك لتجنب خسارات الغبار . الفرن قد يشعل بواسطة الفحم ، الزيت أو الغاز . درجة الحرارة العظمى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في الفرن تكون حوالي 1400° . مخلفات الاحتراق الإسمنتية تصرف إلى المبرد وبعد ذلك تطحن بشكل دقيق وتخلط مع حوالي 5% من الجص . الكبريت يسحب من الشحنة كثاني أوكسيد الكبريت ويظهر في غاز الانفلات (العادم) للفرن الذي يحتوي أيضاً على أوكسجين ، نتروجين ، ثاني أوكسيد الكربون – بخار الماء – كمية جوهرية من الغبار . الغاز ينظلف ويبرد في جهاز (نظام) من الغرازات الدواميّة ، ومّرسبات الكتروستاتية جافة ، أجهزة غسل الغاز الرطبة وكذلك مرسبات الكتروستاتية رطبة . بعدئذ ، الهواء يضاف من أجل الأكسدة SO_2 إلى SO_3 . عند هذه النقطة 1- محتوى SO_2 للغاز تكون حوالي 5.5 % . الغاز يجفف ، يعاد تسخينه إلى مستوى درجة حرارة التحويل ويمرر خلال وحدة حمض الكبريت التي تكون مشابهة لتلك التي تم وضعها سابقاً تحت عنوان "حمض الكبريت من البيريت" . وبسبب التركيز المنخفض لـ SO_2 في غاز الدخول ، فإن كل المعدات يجب أن تكون ضخمة وحمض الكبريت ينتج عند التركيز العادي أي % (96-98) من H_2SO_4 إن إجمالي التفاعل والذي بواسطة الكبريت تطاير من سلفيت الكالسيوم هو كالتالي :

$$2CaSO_4 + C \rightarrow 2CaO + 2SO_2 + CO_2$$

التفاعل يستمر أو يتقدم في مرحلتين اثنتين : الأولى أن جزءاً من سلفيت الكالسيوم يتفاعل مع الكربون (الفحم) لتشكيل سلفيد الكالسيوم :

$$CaSO_4 + CaS \rightarrow 4CaO + 2CO_2$$

عند درجات حرارة مرتفعة أيضاً CaO يتفاعل مع مكونات شحنة أخرى لتشكيل المركبات المطلوبة في الاسمنت البورتلاندي وبشكل رئيسي سيليكات ثلاثي الكالسيوم . سيليكات ثاني الكالسيوم ، ألومنيت ثلاثي الكالسيوم وفريت (خام حديدي) الكالسيوم . وقد أعطى Ashburner المستلزمات التقريبية للعملية والتي هي موضحة أدناه مع مايس ويتم (يراد منهم) في النظام المتري .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Item	Requirement	
	Per Short Ton of H_2SO_4	Per Metric Ton of H_2SO_4
Anhydrite or Gypsum[a]	1.6 to 1.7 short tons 2.0 to 2.2 short tons	1.6 to 1.7 mt 2.0 to 2.2 mt
Shale	0.29 short tons	0.29 mt
Sand	0.06 short tons	0.06 mt
Coke	0.10 short tons	0.10 mt
Fuel for anhydrite	6 million Btu	1.5 million kcal
Fuel for gypsum	10 million Btu	2.5 million kcal
Cooling water (circulating)	14,000 gal	58 mt
Electricity	228 kWh[b]	251 kWh
Labor	0.82 man-hours	0.90 man-hours
Capital cost: $50 million for 1,000 mtpd[c]		

a. Does not include gypsum for addition to cement.
b. Includes 38 kWh for grinding cement clinker.
c. Basis: West Europe location, 1976, battery limits (22).

العملية تقوم بإنتاج كميات متساوية تقريباً من الإسمنت وحمض الكبريت. وأكبر فرن قد تم تشغيله في عام 1968 في معمل مارشون دوايت هافن في انكلترا ، قد وصلت طاقته الإنتاجية السنوية إلى 100,000 طن أمريكي من حمض الكبريت ونفس الكمية قد أنتجت من الإسمنت . المعمل الذي استعمل انهيدرايت المحلية يعمل بخمسة أفران مع طاقة إنتاج كاملة (إجمالية) تصل إلى 440,000 طن أمريكي من حمض الكبريت ومن الاسمنت . في الستينات بدأ معمل آخر بالتشغيل في بيلنج هام في انكلترا ومعمل ثالث في ولفن في ألمانيا وكلها كانت تعتمد على الانهيدرايت . المعمل الرابع كان في النمسا وقد استعمل الجص الطبيعي أو أنه أحياناً يستعمل مزيج من الجص الطبيعي والفوسفوجص . وكذلك المعامل الموجودة في فرسنا وبولندا قد تم الإشارة عنها. في ذلك الوقت 1968 ، لم يعرف عند أي معمل أنه قد استعمل الفوسفوجص بشكل مقتصر عليه فقط وذلك قد أغلقت لأسباب اقتصادية ولكن المعامل التي تستخدم الفوسفوجص ماتزال قيد التشغيل في النمسا ، جنوب أفريقيا ، ألمانيا الشرقية وبولندا . تفاصيل أكثر عن طاقات التشغيل قد صدرت مؤخراً . ومستلزمات ومتطلبات العملية قد طورت من قبل كيمي لينز Chemie Linz (النمسا) وهذه المعدات بشكل عام هي في توافق مع تلك المجدولة اعلاه .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في التعليق على استعمال الفوسفوجص في عملية حمض الكبريت – الاسمنتي ، أبرز آش برنر النقاط التالية :

1- المنتج الثانوي (الفوسفوجص عادة يحتوي على 15-25 % من الرطوبة الحرة بالإضافة إلى حوالي 21% من الماء المركب (أساس جاف). وهكذا فإن نسبة الوزن للماء إلى $CaSO_4$ تكون مابين 0.38 و 0.58 (مع افتراض أنه لا ملوثات توجد) . إزالة هذا الماء يزيد من مستلزمات الوقود مقارنة مع انهيدرايت الذي يكون جافاً تماماً عندما يعدّن .

2- إن محتوى P_2O_5 للفوسفوجص يجب أن تكون منخفضة تماماً لأن P_2O_5 له تأثير ضار ومؤذي على ميزات والخواص الشك للإسمنت . الحد الأعلى لم يعرف على وجه الدقة ولكن المستوى الأعظمي لـ 1 % من P_2O_5 في الاسمنت قد وضعت ، وحُددت من قبل منظمة واحدة . وللوصول إلى هذا المستوى فإن الفوسفوحص يجب أن يحتوي ليس على أكثر من 0.5 % . وهذا المستوى صعب الوصول إليه في معامل انهيدرايت ولكن يمكن الحصول عليه بواسطة إعادة التبلور في عمليات ثنائي الهيدرات ونصف الهيدرات أو نصف الهيدرات وثنائي الهيدرات (الفصل XIII) . والغسل الكامل لإزالة P_2O_5 المنحل (الذواب) يكون ضرورياً .

3- الغلورين مادة غير مرغوبة في شحنة الفرن الاسمنتي لأنها تخفض درجة الانصهار وقد تسبب التشكل الحلقي في الفرن . والمواصفات لـ 0.15 % من F في الفوسفوجص قد تمَّ اقتراحها وعرضها . معظم الغلورين قد يزال بواسطة التجفيف وتكليس الفوسفوجص الذي يكون ضرورياً في أية حالة لسحب محتواها من الماء . وكذلك فإن مركبات الغلورين في غازات الفرن يجب أن تزال تماماً وذلك قبل أن يدخلوا واحدة حمض الكبريت لمنع افساد واتلاف فعالية وسيط أوكسيد الغاناديوم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

4- الشوائب الأخرى عادة الموجودة في الفوسفوجص مثل السيليكا ومركبات الألمنيوم لاتكون مرفوضة ولكن يُحتاج لأن يؤخذوا بعين الاعتبار في تشكيل شحنة الفرن والتي يجب أن تضبط بدقة تامة .

الميزات الأساسية لحمض الكبريت والاسمنت من الفوسفوجص هي أن فوسفوجص المنتج الثانوي يكون متوفراً بشكل أوتوماتيكي عند وحدة حمض الفوسفوريك وبدون أي كلفة . ولكنه بعض من المصدر الإضافي للكبريت سوف يُحتاج إليه لتعويض الخسارات والفقدان في إعادة التدوير . كذلك فإن استعمال الفوسفورجص سوف يجنبها مشكلة التصريف والتنظيم .

البلدان النامية أحياناً تحتاج إلى كل من الاسمنت والأسمدة الفوسفاتية . وفي البلدان المتطورة حيث إنتاج الإسمنت يكون دقيقاً فإن تزويد وتأمين إضافي قد يبليل توازن السوق . وفي البلاد التي تكون فيها المصادر البديلة لحمض الكبريت غالية جداً وتكاليف الوقود منخفضة فإن العملية قد تؤخذ بعين الاعتبار جيداً . وفي حالات خاصة ، قد يكون هناك ميزات تفضل استخدام فوسفوجص وهذه الميزات من الصعب تقيمها وتقديرها مثل:

1- توفير في العملية الصعبة . 2- الاستقلالية عن المصادر الأجنبية . - 3 تنشيط وإثارة الاستخدام والتوظيف المحلي . 4- النقص والحاجة لوسائل بديلة مقبولة بيئياً من أجل تصريف الفوسفوجص (بعض من طرق انتفاع الفوسفوجص سوف تدرس في الفصل XIII . الميزات الأساسي لعملية اسمنت الجص الكبريت والاسمنت وذلك إن تم الاحتياج لكليهما . مستلزمات الوقود لإنتاج الاسمنت من الفوسفوحص تقدر بحوالي 2,5 مرات (أضعاف) تلك اللازمة لإنتاج الاسمنت من المواد الخام العادية (حجر الكلس شِل . . الخ) بينما إنتاج حمض الكبريت من الكبريت يقدم وينتج كمية جوهرية من الطاقة وعادة ماتكون على شكل بخار منتج ثانوي فإنه لايوجد بخار صادر من الوحدة المعتمدة على الجص ولا تتوفر حتى الآن موازنة دقيقة لكلفة رأس المال ، ولكنه

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من الواضح أن التوليفة (المزج) سوف يكون غالياً وباهظاً أكثر من الوحدات المستقلة لأن كل من فرن الاسمنت ووحدة حمض الكبريت سوف يستدعيان لأن يكون أكبر وأضخم وأكثر تعقيداً في العملية المركبة أكثر من الإنتاج المنفصل (المستقل) للإسمنت من حجر الكلس وحمض الكبريت من الكبريت . التقديرات لإستثمار رأس المال الكلي للعملية المركبة تتراوح من نسبة 1:5 إلى 1:10 وذلك عندما تقارن مع حمض الكبريت من الكبريت (ولا واحدة من الاستثمارات مخصصة للإسمنت) .

ودراسة TVA التي قارنت نفقات واقتصاد إنتاج حمض الكبريت من الكبريت ، البيريت والجص في المغرب ، الهند ، الأرغواني توصلت إلى نتيجة مفادها أن الفوسفوجص لن يكون البديل الاقتصادي في أي واحدة من الدول الثلاث تحت شروط ومعايير عام 1971 .

ومن الواضح أن سلفيت الكالسيوم غير محتمل لأن يكون مصدر اقتصادي لحمض الكبريت باستثناء ربما في الظروف غير العادية هذا الوضع قد يتغير في المستقبل وذلك إن كان من الواجب ازدياد سعر الكبريت أو أنه يجب أن تنبثق وتظهر تطويرات تقنية حديثة وجديدة في عملية أفضل وأحسن . وإحدى الإمكانيات تكون في إنتاج الكبريت الأولي والكلس بواسطة تسخين سلفيت الكالسيوم مع عامل إرجاع مثل الفحم في جو معادل (محايد) . وهذا التفاعل يجدث على مرحلتين :

$$CaSO_4 + 2C \rightarrow CaS + 2CO_2$$

$$3CaS + CaSO_4 \rightarrow 4CaO + 4S$$

التفاعلات تحدث عند درجة حرارة منخفضة أكثر من تلك اللازمة لإنتاج الاسمنت .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الثالث عشر

13- حمض الفوسفور Phosphoric Acid :

مقدمة Introduction :

أصبح حمض الفوسفور خلال السنوات القليلة الماضية مصدر ربما لأكثر من 90 % من إنتاج الأسمدة الفوسفاتية الحديثة وهذا الميل (الاتجاه) يتوقع أن يستمر في المستقبل المنظور . التوقعات من قبل اليونيدو والفاو FAO وتشير إلى أنه في الفترة مابين 1976-1981 احتياطي حمض الفوسفور سوف يزداد من 15.9 إلى 21.9 مليون طن من P_2O_5 زيادة بنسبة 38 % . في نفس الفترة احتياطي سماد P_2O_5 من كل المصادر قدر أن يزداد بشكل ضئيل فقط من 12.6 إلى 13.0 مليون طن . وهكذا في عام 1981 جض الفوسفوريك سوف يؤلف 63 % من كامل احتياطي سماد P_2O_5 . بينما يتوقع للأسمدة الفوسفاتية الأخرى كمجموعة أن تزداد بشكل ضئيل ، فإن بعض الزيادة في إنتاج النتروفوسفات أمر متوقع أيضاً والذي سوف يتوازن بواسطة ميل- انحراف في SSP والخبث الأساسي . الدراسة لا تتضمن أي تنبؤ حول الاستعمال المستقبلي لصخر الفوسفات المطحون من أجل الاستعمال المباشر وذلك لأنها لاتصنف كسماد مصنع .

وهناك نمطين أساسيين عند المعالجة لإنتاج حمض الفوسفوريك أولاهما عملية الفرن والثانية والعملة الرطبة . عمليات الأفران تتضمن عملية الفرن العالي وعملية الفرن الكهربائي . عملية الفرن العالي (لصهر الخامات المعدنية) لم تستعمل تجارياً منذ عام 1938 ، ولكنه عملية الفرن الكهربائي استعملت بشكل كثيف لصنع وتحضير الفوسفور الأولي ، معظم هذا الفوسفور يتحول إلى حمض فوسفوري من أجل الاستعمالات غير التخصيبية ، وبما أنه من غير المحتمل أن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عمليات الأفران سوف تكون تزاحمية من أجل إنتاج حمض الفوسفوريك للإستعمالات التسميدية باستثناء الاستعمالات في ظروف غير عادة ، هذه العمليات سوف تدرس فقط بشكل مختصر .

العمليات الرطبة قد تصنف حسب الحمض المستعمل لتفكيك وتحليل صخر الفوسفات . نتريك السلفوريك وحمض الهيدروكلوريك يستعملان في العمليات التجارية . العمليات التي تستعمل حمض النتريك سوف تدرس تحت عنوان (النتروفوسفات الفصل XV) العمليات التي تستعمل حمض الهيدروكلوريك لاتكون تنافسية من أجل أغراض تسميدية باستثناء الأغراض تحت شروط غير اعتيادية وسوف تدرس بشكل مختصر في هذا الفصل . العمليات التي تستخدم حمض الكبريت هي الوسائط الأكثر شهرة لإنتاج حمض الفوسفوريك من أجل الاستعمال التسميدي (التخصيبي) (وأحياناً من أجل استعمالات أخرى) . ولذلك ، فإن هذه العمليات سوف تدرس بتفصيل أكبر . ولكن مجال هذا الكتيب قد منع وحال دون الدراسة الموسعة والشاملة حتى لأهم العمليات .

إنتاج حمض الفوسفوريك بواسطة العمليات الرطبة باستعمال حمض الكبريت:

كيمياء العملية :

التفاعل الكيمائي الرئيسي في العملية الرطبة (حمض الكبريت) قد تمثل بواسطة الموازنة التالية باستعمال فلور أباتيت النقي وذلك لتنوب صخر الفوسفات :

حيث n = 0 أو 0.5 أو 2 وذلك اعتماداً على شكل الهيدريت والتي فيها توجد بلورات سلفيت الكالسيوم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التفاعل يمثل النتيجة الصافية لكتا المرحلتين ، في المرحلة الأولى ، حمض الفوسفوريك يتفاعل مع الأباتيت مشكلاً فوسفات أحادي الكالسيوم ، وفي المرحلة الثانية فوسفات أحادي الكالسيوم يتفاعل مع حمض الكبريت لتشكيل حمض الكبريت وسلفيت الكالسيوم . هاتين المرحلتين لاتتطلبان (تستلزمان) بالضرورة وعائي تفاعل ، لأنهم عادة ما يتمان في مفاعل واحد ومفرد بشكل متزامن وآني . وكما ذكر في الفصل XII صخر الفوسفات يحتوي على شوائب عدة في كل من الأباتيت تفسد وفي المعادن الإضافية . هذه الشوائب تساهم وتشترك في تفاعلات جانبية عديدة . معظم صخور الفوسفات لها نسبة من CaO:P2O5 أعلى من فلورا أباتيت النقي . إن CaO الإضافي يستهلك الكثير من حمض السلفوريك ويشكل الكثير من سلفيت الكالسيوم . HF المتشكل بواسطة التفاعل يتفاعل مع السيليكا وشوائب أخرى (Al , mg , K , Na) لتشكيل فلوسيليكات ومركبات مركبة . الكمية المتغيرة للغلورين تتطاير كَ SiF4 أو HF أو كلاهما معاً . الكمية المتطايرة والشكل يعتمد على تركيبة صخر الفوسفات وشروط العملية . وكنتيجة للتفاعلات الجانبية ، العديد من مركبات الشوائب تتشكل . ومن أجل الدراسة التامة لطبيعة الشوائب انظر حمض الفوسفوريك لـ Slack. V. A .

الحرارة المتحررة في التفاعل :

التفاعل الذي تم تضمينه واشتماله في إنتاج حمض الفوسفوريك من فلور أباتيت وحمض السلفوريك وذلك بواسطة عملية نزع الماء قد تم تمثيلها بالموازنة المعادلة التالية :

$$Ca_{10}F_2(PO_4)(S) + 10H_2SO_4(liq) + 2OH_2(liq) \rightarrow$$
$$10CaSO_4.2H_2O(S) + 2HF(aq) + 6H_3PO_4(aq)$$

حرارة التفاعل قد تحسب باستعمال كميات الحرارة التالية لتشكيل المواد المتفاعلة والمنتجات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Compound	Heat of Formation at 25°C, kcal/g-mole	Reference
$Ca_{10}F_2(PO_4)_6$ (crystalline solid)	3,267.2	Farr and Elmore (3)
H_2SO_4 (liquid)	193.91	National Bureau of Standards (4)
H_2O (liquid)	68.317	National Bureau of Standards (4)
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (crystalline solid)	483.06	National Bureau of Standards (4)
H_3PO_4 (aqueous, 30% P_2O_5)	308.25	Egan and Luff (5)
HF (aqueous)	75.56	National Bureau of Standards (4)

كمية حرارة التفاعل المحسوبة هي 256.94 غ/مول من الأباتيت الذي يساوي 255 Kcal/kg من الأباتيت أو حوالي 600 Kcal/kg من P_2O_5 . الحرارة اللازمة (مع درجة حرارة الجبص هي (Cp = 0.272) وحمض الفوسفوريك (30 % من P_2O_5 ، Cp = 0.703) من 25° إلى 82 درجة مئوية (77° إلى 180 فهرنهايت) وهي مقدرة لأن تكون 197 Kcal/kg من P_2O_5 وهكذا فإنه حوالي 403 kcal/kg من P_2O_5 يبقى ويتخلف كي يتم تبريده ومعظم العمليات تؤمن وسائل لإزالة الحرارة الزائدة وفعلياً ، تفقد جزء من الحرارة بواسطة التصعد (انتقال الحرارة بالحمل في اتجاه رأسي) والتوصيل (النقل) .

ومن جهة أخرى جزء من الحرارة قد تستعمل باستخدام ماء الغسل المسخن أو إذا كان ماء الغسل غير مسخن فإن جزءاً من الحرارة في الجص تُنقل إلى الحمض الضعيف المعاد الدوران وهكذا يعود إلى التفاعل .

حرارة إضافية سوف تولد عن طريق تفاعل حمض الكبريت الإضافي مع الشوائب في الصخر ، معظم صخر الفوسفات يحتوي على % (10-20) من الكالسيوم أكثر من ذلك اللازم لتشكيل فلور أباتيت النقي مع الفوسفور في الصخر ، والذي قد ينتج (يكون نتيجة عن إحلال الكاربونيت محل الفوسفات في الأناتيت أو بوجود الكالسيت أو كلاهما معاً . إن تفاعل هذه الكمية من الكالسيوم مع حمض الكبريت لتشكيل الجص سوف يزيد الحرارة الصافية للتفاعل لكل كيلو غرام من P_2O_5 بنسبة حوالي % (11-16) فلوريد الهيدروجين موضح كمنتج للتفاعل في المعادلة الأولى . وهو يتفاعل مع السيليكا الموجودة كشائبة في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

صخر الفوسفات لتشكيل مركبات أخرى مع الشوائب في الصخر . التأثير الحرارة لهذه التفاعلات يمكن إهماله لأنه تافه .

الحرارة الخالصة للتفاعل تتأثر بتركيز حمض الكبريت المستعمل وذلك كما هو موضح في الجدول التالي:

Concentration of Sulfuric Acid, % H_2SO_4	Net Heat of Reaction, kcal/g-mole of Apatite	Excess Heat to be Dissipated, kcal/kg of P_2O_5
100	256.94	403
98	247.54	385
93	224.54	329
90	211.54	299
85	191.94	253
80	174.24	211
75	160.74	180

وإن كانت الشروط مماثلة لتلك الخاصة ببلورات سلفيت الكالسيوم التي على شكل نصف هيدرات أو انهيدرايت (كبريتات الكالسيوم اللامائية بدلاً من الجص) فإن الحرارة الزائدة التي يجب أن تبدو تكون حوالي 100 Kcal/kg من P_2O_5 أقل من القيم المعطاة أعلاه .

نماذج وأنماط العمليات :

العمليات الرطبة التجارية قد تصنف وفقاً لشكل الهيدرات والذي فيه سلفيت الكالسيوم يتبلور :

Anhydrite - $CaSO_4$
Hemihdrate - $CaSO_4.1/2H_2O$
Dihydrate - $CaSO_4.2H_2O$

إن تشكل الهيدريت تضبط أساساً بواسطة درجة الحرارة وتركيز الحمض . وفي الوقت الحالي فإنه لاوجود لأي استعمال تجاري لعملية انهيدرايت وذلك لأن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

درجة حرارة التفاعل المطلوبة عالية بشكل كافي لأن تسبب صعوبات ومشاكل تآكل وتماماً قاسية وشديدة . المعالجات قيد الاستعمال التجاري تكون كمايلي :

Crystal Form(s)	Number of Separation Steps[a]	Usual Conc. of Product Acid, % P_2O_5	Usual Temp., °C	
			Reactor	Recrystallizer
Dihydrate	1	26-32	70-85	-
Hemihydrate	1	40-50	85-100	-
Hemihydrate-dihydrate	1	26-30	90-100	50-60
Hemihydrate-dihydrate	2	40-50	90-100	50-65
Dihydrate-hemihydrate	2	35-38	65-70	90-100

a. Filtration or centrifuging steps.

وفي الوقت الحالي عمليات نصف الهيدريت الصرفة هي الأكثر شيوعاً ورواجاً ، وبالتالي فإنه سوف يتم وضعها بتفصيل أكثر ، ولكن هناك عناية واهتمام زائد في العمليات ذات المرحلتين والتي تتضمنان التبلور على شكل نصف هيدرايت ومن ثم يتبع بإعادة التبلور على شكل نصف هيدريت أو العكس بالعكس ، مع أو بدون فصل متوسط بواسطة الترشيح أو الطرد المركزي . هذه العمليات سوف تدرس بشكل مختصر . عمليات نصف الهيدريت الصرفة هي الأكثر شيوعاً ورواجاً وانتشاراً وذلك لأنهم نسبياً بسيطة وسهلة التكييف مع مدى واسع من الدرجات ونماذج من صخر الفوسفات ، في حالة خاصة بالعمليات الأحدث نسبياً فإن التجارب والاختبارات قد اقتصرت على الصخر من مصادر معدودة ، وكذلك تغييرات وتقلبات العملية لم يتم إيضاحها وشرحها .

عمليات نصف الهيدريت لها فضل في إنتاج حمض الفوسفوريك ذو تركيز عالي نسبياً وهذا يعني أن خطوة التركيز يمكن أن تقلل إن كان التركيز عالياً بشكل كافي من أجل الاستعمال المطلوب والذي سوف يؤدي إلى كلفة رأس مال منخفضة وتكاليف التشغيل . وبما أن وحدات ومعامل حمض الفوسفوريك أحياناً تحصل على تسهيلات إنتاج حمض الكبريت والتي تزود وتؤمن بخار المنتج الثانوي من أجل التركيز حمض الفوسفوريك ، وميزة تقليل خطوة التركيز قد تعتمد على فيما إذا يمكن للبخار أن يستفاد منه بشكل مثمر لأغراض أخرى . عمليات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نصف الهيدريت كذلك لها ميزة منتج الحمض الحر– الحمأة وبعض الانخفاض في كمية الشوائب المستخلص من الصخر والذي يظهر في حمض المنتج . المساوئ الأساسية هي درجة حرارة التفاعل العالية التي تزيد التآكل والتمات وكذلك التعقيد الزائد لبعض العمليات (المعالجات) .

عمليات نصف هيدريت وثنائي الهيدريت بدون ترشيح متوسط ، هذه العمليات تستعمل بشكل واسع في اليابان . عملية و H نيسان هي مطابقة ومماثلة . والميزة الهامة هي أن منتج الجص يكون نقياً بشكل كافي من أجل الاستعمالات الصناعية وذلك بدون معالجة واسعة وشاملة . هذه الميزة ذات أهمية في اليابان حيث كل الجص المعدل يكون مستورداً وغالياً . العملية كذلك تزود وتؤمن استرداد عالي لـ P_2O_5 من الصخر لأن الخسارات أو الفقدان في الجص تكون منخفضة جداً . إن قيمة الزيادة % (2-3) في استرداد P_2O_5 يعتمد على كلفة الصخر . المساوئ هي : الكلفة العالية والتعقيد الزائد للعملية . كذلك فإن بعضاً من صخور الفوسفات تحتوي على شوائب التي تثبت وترسخ نصف الهيدريت وبالتالي تمنع إعادة التبلور للجص عند نسبة مقبولة .

عمليات نصف الهيدريت وثنائي الهيدريت مع خطوتي الترشيح لهم نفس الميزات كتلك المذكورة في الطريقة اليابانية ذات المرحلة المفردة بالإضافة إلى الميزة المضافة لإنتاج حمض الفوسفوريك ذو التركيز العالي نسبياً . العمليات من هذا النمط والتي هي قيد الاستعمال التجاري تتضمن عمليات فايزونس وعمليات "C" . مرحلة الترشيح الإضافي يزيد من كلفة وتعقيد المعمل ولكن هذه الميزة قد توازن بانخفاض أو تقليل خطوط التركيز .

عملية ثنائية الهيدريت ونصف الهيدريت لهما تقريباً نفس الميزات والمساوئ مثل نصف هيدريت– ثنائي الهيدريت باستثناء أنه للمنتج الثانوي نصف الهيدريت قد يكون أكثر نفعاً من الجص في بعض الحالات . وعملية Prayan المركزية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هي العملية المعروفة وقيد الاستعمال التجاري في بلجيكا . من جهة أخرى ، تركيز حمض المنتج تكون إلى حد ما منخفضة .

في الوصف العام خطوة بخطوة التالي لإنتاج حمض الفوسفوريك ، فإنه من المفترض أن عملية ثنائي الهيدريت المعيارية تستعمل مالم يتقرر غير ذلك. الدراسة سوف تقسم إلى الخطوات التالية :

1- اختيار صخر الفوسفات .
2- اختيار مصدر حمض الكبريت (1) .
3- استلام وتخزين المواد الأولية .
4- الطحن والتحضير للصخر .
5- مفاعلة صخر الفوسفات وحمض الكبريت .
6- الترشيح لفصل حمض الفوسفوريك من الجص (2) .
7- تركيز وتنقية حمض الفوسفوريك .

وصف الطريقة : – اختيار صخر الفوسفات :

العديد معامل حمض الفوسفوريك قد بينتها في بلدان حيث يستورد أو يجب أن يستورد فيها صخر الفوسفات يكون مصمماً على أساس بعض معايير ومقاييس صخر الفوسفات . ولكن ، أحياناً يكون من الحصافة والتعقيل بناء المعمل عادة وإنشاء انثنائية (مرونة) كافية داخل المعمل وذلك للسماح باستعمال الحجارة من مصادر مختلفة . هذه التعددية (التغلب في الاستعمال) سوف تمكن المنتج من أن يستفيد من المواقف والمواقع التنافسية (التزاحمية) وتجنب التخزين أو التصدع للإحتياطي عندما يكون المصدر المقصود غير كافي وغير مناسبة أو أنها قد توقفت بسبب الكوارث أو الأعمال العدائية أو ظروف أخرى . العديد من المعامل وجدت أنه من الأفضل استعمال مزيج من الصخور من مصادر مختلفة . والكلفة الإضافية في جعل المعمل أكثر تعددية في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الاستعمال عادة يمكن أن تُسرّع أضعاف المرات عن طريق المدخرات الناتجة عن حرية الاختيار في السوق العالمية . وبعض الأمثلة التي يمكن أن نوردها لخطوات زيادة تعددية الاستعمال للمعمل هي كالتالي :

1- طاقة الطحن الإضافية (الزائدة) للصخور الأقسى والأصلب .

2- طاقة ترشيح إضافية لإمداد تلك الصخور التي تسبب ترشيح سريع أقل .

3- أجهزة معالجة (معاملة) الملاط التي تتفق مع شوائب غير الذوابة– الحمضية في الصخر .

4- البنية المقاومة للتآكل للصخور التي لها شوائب أكالة .

إن اختيار مصدر صخر الفوسفات أحياناً يعتبر أمراً ومسألة بسيطة للحصول على كمية معطاة من P_2O_5 في الصخر المسلم إلى المعمل وبكلفة منخفضة . ولكن صخر الفوسفات ، هو مادة خام معقدة جداً والتي تؤثر على تشغيل المعمل وبطرق متعددة . بعض من هذه الطرق لايمكن التنبؤ بها . ولذلك فإن التعقيم الشامل لكل عوامل النوعية يجب أن تكون قبل اختيار صخر الفوسفات أو التغيير من مصدر لآخر . التحليل المعدني (التعديني والكيماوي الكامل لصخر الفوسفات يكون مساعداً ومفيداً في تقدير وتقييم مدى فائدته ونفق من أجل تحضير حمض الفوسفوريك . ولكن هذه البيانات والمعلومات ليست كافية بذاتها ، لذلك فالتجارب التي تجري في المعمل أو المحطة الاختبارية تكون لازمة من أجل التقدير والتقييم الموثوق والمعول عليه ، وذلك مالم يكن الصخر قد استعمل بشكل واسع في معامل أخرى مماثلة وبنتائج معروفة .

إن عوامل النوعية التالية قد تؤمن وتزود دليل عام لاختيار انتقاء صخر الفوسفات من أجل إنتاج حمض الفوسفوريك . والتأثير الاقتصادي للعديد من هذه العوامل لايمكن أن يقوَّم بشكل نوعي (على أساس نوعي) وذلك حتى يتم الوصول إلى قيمة موازنة ومقارنة للمصادر البديلة لصخر الفوسفات . بدءاً

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بالدرجة المعيارية للصخر ، فإن عوامل النوعية الشائعة (المعروفة) لإنتاج حمض الفوسفوريك بالعملية الرطبة وتأثيراتهم:

1- الدرجة المنخفضة للنسبة المئوية لـ P_2O_5 تعني أن الكثير من الحمولة يجب أن يباع– ينقل ، يعالج وعادة يطحن .

2- الزيادة في النسبة الوزنية لـ $CaO : P_2O_5$ تزيد من مستلزمات وتجهيزات حمض السلفوريك (بحيث أنه أي CaO موجود لـ $CaSO_4$ يجب أن يستثنى في حساب (تقدير) هذه النسبة .

3- صيغ وأشكال أوكسيد المغنزيوم تشترك مع الغلورين في المفاعل الذي يمكن أن يقيم غطاء (المرشح) لذلك فإن المحتوى العالي لـMgO يعتبر غير مرغوباً . وعندما يستعمل حمض الفوسفوريك لإنتاج فوسفات الأمونيوم أو بولي فوسفات الماء غير الذواب (غير المنحل) ولكن ستيرات الذوابة) ، مركبات فوسفات الأمونيوم المغنزيوم قد تتشكل . هذه المركبات تشكل شوائب مزعجة وشاقة في الأسمدة السائلة .

4- الزيادات في محتوى $FeSO_3+Al_2O_3$ لأكثر من % (2-3) يخفض من طاقة المعمل وأحياناً يخفض استرداد P_2O_5 ويسبب مشاكل مابعد الترسيب (الحمأة) وحل (كدارة) إلى حد يفوق حوالي % 5 قد يكون مسموحاً به .

5- وإنه لأمر مرغوب وجود سيليكا متفاعلة (فعالة) بشكل كافي (SiO)2 لتشكيل SiF_4 ورأو فلوسيليكات وذلك لتجنب تشكل HF الحر والذي هو أكال . السيليكا الزائدة أو شوائب غير ذوابة . حمضية أخرى قد تسبب (تؤدي) إلى صدأ للمعدات والتجهيزات وكذلك تراكم ممكن في أوعية الهضم التي تستند وتعتمد على حجم الجزئ ، ميزته (طبيعته) وكذلك تصميم المعمل . كذلك النسبة العالية للسيليكا في الصخر سوف يزيد منطقة (مساحة) المرشح اللازم (المطلوب) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

6- محتويات الكلورين التي تزيد عن 0.10 % تسبب تآكل متزايد للفولاذ الذي لايصدأ Stainless Steel وكذلك السبائك (الخلائط المعدنية الأكثر غلاء (كلفة) قد تتحمل محتوى الكلور Cl ذو النسبة 0.10 % أو أكثر من ذلك .

7- كذلك المادة العضوية العالية (المرتفعة) قد تزيد من مشاكل الرغوة (عن طريق تثبيت ، ترسيخ الرغوة) وكذلك تزيد اللزوجة وتمنع (تحول دون الترشيح) التأثير يعتمد على كل من النوعية (الميزات) وكمية المادة العضوية . بعض الصخور يجب أن تكلس لإزالة المادة العضوية وذلك لجعلهم صالحين للإستعمال (قابلين للإستعمال) .

8- ثاني أوكسيد الكربون CO_2 يسهم في تشكيل الرغوة ويزيد من استهلاك كواشف أنتي فوم .

9- كل صخور الفوسفات التجارية تحتوي على الفلورين F ، ولم يلاحظ أي تأثير بسبب التنوع في محتوى الفلورين ضمن مدى من التجربة والاختبار. تأثيرات الفلورين على التقشر ، التآكل– ومابعد الترسيب متعلقة بعناصر أخرى والتي تتحد مع الفلورين ، بما في ذلك Mg,Al,K,Na و Si .

10- بعض الصخور التي تحتوي على سلفيدا تحرر سلفين الهيدروين H_2S عند التحميص ، هذا الغاز يكون أيضاً ساماً . كذلك سلفيدات تميل لأن تزيد التآكل .

11- العديد من الشوائب المعروفة قد توجد في كمية كافية لأن تؤخذ بعين الاعتبار (Cd,BaO,SrO,TiO_2) . . الخ .

12- القساوة عامل هام بحث أن الصخور الصلبة تتطلب طاقة طحن أكبر .

13- الحجم الجزيئي للصخور يؤثر على كمية الطحين والسحق اللازمة، الحجم الجزيئي الدقيق قد يؤدي إلى خسارات وفقدان للغبار في أثناء المعالجة .

14- قابلية التفاعل المنخفضة للصخر قد تتطلب طحناً أدق .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

15- قابلية الترشيح الخبث الحمض– الصخر هي واحدة من بين ميزات صخر الفوسفات من أجل الاستعمال في إنتاج صخر الفوسفات ، العوامل المؤثرة في قابلية الترشيح معقدة وليست مفهومة بشكل كامل . ولكن إذا كان من المتوجب تصميم المعمل لأن يستعمل صخر خاص ، فإن نسبة الترشيح مقبولة يمكن الحصول عليها من خلال وسائل اختبارية وذلك بتعديل معايرة شروط التشغيل وإضافة مقدلات بلورية أو المعالجة المسبقة للصخر .

الجدول (1) يظهر مدى الاستهلاك والقيم الوسطية لمجموعة تتألف من 15 صخر فوسفاتي من مصادر تجارية . على الرغم أن المجموعة هي تمثيلية فإن التراكيب والبنى خارج هذا المدى قد استعملت أيضاً .

TABLE 1. TYPICAL ANALYSIS OF COMMERCIAL PHOSPHATE ROCKS

Constituent	% by Weight	
	Range	Median
P_2O_5	29-38	33
CaO	46-54	51
SiO_2	0.2-8.7	2
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0.4-3.4	1.4
MgO	0.1-0.8	0.2
Na_2O	0.1-0.8	0.5
CO_2	0.2-7.5	4.5
F	2.2-4.0	3.7
Cl	0.0-0.5	<0.02
SO_3	0.0-2.9	1.0
$CaO:P_2O_5$ weight ratio	1.35-1.70	1.5

وبافتراض 94 % من كامل استرداد P_2O_5 ، فإن رقم أطنان صخر الفوسفات اللازمة لكل طن من P_2O_5 المسترد كحمض فوسفوريك هي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

	Grade of Rock, % P_2O_5	Rock Requirement, Tons/Ton of P_2O_5 in Acid
Low	29	3.67
Median	33	3.22
High	38	2.80

حساب وتقديرات مستلزمات حمض الكبريت :

على الرغم من أن مستلزمات حمض الكبريت لإنتاج حمض الفوسفوريك من أي صخر معطى يتم الحصول عليها تجريبياً (اختبارياً) فإنه أحياناً من الضروري تقديرها من التحليل الكيميائي للصخر ، بالنسبة لكمية التقارب الحقيقية الأولى فإن مستلزمات ومعدات حمض الكبريت قد تتساوى مع تلك اللازمة للإتحاد مع الكالسيوم في الصخر لتشكيل سلفيت الكالسيوم . القيمة المحسوبة تكون أحياناً قريبة بشكل كافي بالنسبة لأغراض وأهداف التخطيط والتصميم .

TABLE 2. CALCULATION OF H_2SO_4 REQUIRED PER TON OF P_2O_5 RECOVERED AS PHOSPHORIC ACID USING MEDIAN ROCK ANALYSIS (TABLE 1)

Item	Kg per Ton of P_2O_5 Recovered
1. P_2O_5 required in rock at 94% recovery, $\frac{1,000}{0.94}$	1,064
2. kg of rock required per ton of P_2O_5 recovered, $\frac{1,064}{0.33}$	3,224
3. CaO in rock, 3,224 x 0.51	1,644
4. CaO equivalent to SO_3, 3,224 x 0.01 x $\frac{56}{80}$	22.6
5. CaO combined with P_2O_5 in filter cake, .033 x 1,064	35.1
6. CaO combined with fluorine, 0.15 x 0.037 x 3,224 x $\frac{56}{19x2}$	26.4
7. Total CaO not combined with sulfate	84.1
8. Net CaO for reaction with H_2SO_4, 1,644 - 84.1	1,559.9
9. H_2SO_4 required for $CaSO_4$, 1,559 x $\frac{98}{56}$	2,729.8
10. Excess H_2SO_4, $\frac{1.5}{30}$ x 1,000	50.0
11. Total H_2SO_4 required	2,779.8
Short Calculation	
12. H_2SO_4 required based on CaO only, 1,644 x $\frac{98}{56}$	2,877

المستلزمات لكل طن من P_2O_5 المسترد يجب أن تعدل وتسوى وفقاً للإسترداد المتوقع . الاسترداد الكلي الشامل نادراً مايكون أكثر من 94 % وذلك إن ضمنت خسارات الميكانيكية وخسارات الكدارة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن تم توفر التحليل الكامل للصخر فإن تقدير (حساب) أكثر دقة قد يتم إنجازه ، والطريقة موضحة في الجدول (2) السابق وهي مشروحة أدناه :

1 بافتراض أن 94 % من كامل استرداد P_2O_5 فإن 1.064 كغ من صخر P_2O_5 لازماً لكل طن من P_2O_5 المسترد .

2- إن حوى الصخر على 33 % من P_2O_5 ، فإن 3.224 كغ من الصخر تكون لازمة ومطلوبة .

3- محتوى CaO للصخر يقدر ويحسب ، وإن احتوى الصخر أي كايتون والذي يشكل سلفيت غير ذواب (مثل الباريوم) ، فإن مكافئ CaO يجب أن يضاف .

4- إن مكافئ CaO لمحتوى SO_3 (ليس كامل S) يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار .

5- Cake المرشح يحتوي على حوالي 3.3 % من P_2O_5 في أشكال غير ذوابة ، والتي منها حوالي 1 % قد تكون صخراً غير متفاعل و2.3 % هو $CaHPO_4$ والذي يتبلور مع الجص . نسبة الوزن المتراكمة لـ CaO المتحدة مع P_2O_5 هي حوالي 1.0 .

6- الإفتراض الإختباري (التجريبي) هو أن حوالي 15 % من الفلورين تتحد مع CaO لتشكيل CaF_2 التفاعلات الفعلية هي أكثر تعقيداً و $Ca_4SO_4SiF_6AlF_6(OH).12H_2O$ هو مثال للمركب غير الذواب المعقد الموجود في المرشح .

7- الأجزاء 4 , 5, 6 يتم جمعها .

8- الجزء (8) يطرح من 3 لبيض CaO الصافي للتفاعل مع H_2SO_4

9- المكافئ H_2SO_4 لـ CaO كذلك يتم حسابه وتقديره .

10- كمية H_2SO_4 الزائدة تحسب بافتراض أن 30 % من حمض P_2O_5 تحتوي على 1.5 % من H_2SO_4 الحر .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

-11 مستلزمات H_2SO_4 الكاملة هي الجزء 9 + الجزء 10 .

12- تقدير وحساب مبسط يعتمد على مكافئ H_2SO_4 إلى كامل CaO موضحة في الجدول (2) .

وفي الجدول التالي مستلزمات حمض الكبريت من أجل صخر متوسط الدرجة مأخوذة من الجدول (12) (2.78 طن من H_2SO_4 لكل طن من P_2O_5 ، والمستلزمات لأجل الصخور ذات نسب $Ca : P_2O_5$ تقدر في تناسب لتلك النسبة .

في الجدول التالي مستلزمات حمض السلفوريك للصخر ذو الدرجة المتوسطة يؤخذ من الجدول (2) (2.78 طن من H_2SO_4 لكل طن من P_2O_5) ومستلزمات الصخور لنسبة $Ca : P_2O_5$ الأخرى تقدر في تناسب لتلك النسبة .

	High	Median	Low
Grade of rock, % P_2O_5	38	33	29
Rock requirement, tons/ton of P_2O_5	2.80	3.22	3.67
CaO:P_2O_5 ratio in rock	1.70	1.50	1.35
H_2SO_4 requirement, tons/ton of P_2O_5	3.15	2.78	2.50

مصدر حمض السلفوريك (الكبريت) :

على الرغم من أن إنتاج حمض الكبريت قد درس في الفصل XII ، فإن بعض الأمور والعناصر الخاصة بمصدر الحمض سوف تؤثر على خطط (تصاميم) إنتاج حمض الفوسفوريك ، معظم ولكن ليس الكل ، معامل حمض الفوسفوريك تمتلك على تسهيلات لإنتاج حمض الكبريت من الكبريت أو البيريت . في هذه الحالة ، الحرارة تسترد من معامل حمض الكبريت على شكل بخار الذي يتوافر من أجل تركيز حمض الفوسفوريك والاستعمالات الأخرى .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومؤخراً ، عمليات الامتصاص المزدوج قد تم استعمالها في معامل حمض الكبريت للتحكم وضبط انبعاث SO_2 ، هذا الإجراء أضاف بشكل يمكن تقديره إلى الكلفة وخفض (قلل) كمية البخار المتوفر من أجل التصدير . والبلديل هو استعمال جهاز تنقية وغسل الأمونيا لاسترداد SO_2 من غاز النهاية لوحدة الامتصاص المقررة والتي تتبع بعملية تحميض حمض الكبريت ، الفوسفوريك أو النتريك وذلك لتحرير بخار مركز لـ SO_2 من أجل إعادته إلى وحدة حمض الكبريت ومحلول من سلفيت الأمونيوم ، الفوسفات أو النترات من أجل استعمالها في وحدة الأسمدة . (انظر الفصل XII) .

وأخيراً ، حمض الكبريت من البيريت ، عمليات المصد (المسبك) أو مصادر منتجات ثانوية أخرى يمكن أن تحتوي على الشوائب التي يمكن أو يمكن ألا تكون مؤذية (ضارة) من أجل إنتاج حمض الفوسفوريك . فعلى الأقل في حالة واحدة ، الزنك في حمض المسبك أثبتت نفعه وفائدته لأن الأسمدة المنتجة من حمض الفوسفوريك قد احتوت على زنك كافي مشتق بشكل رئيسي من حمض المنصهر وذلك لتحسين مردود المحاصيل في المناطق التي يمقصها الزنك .

استلام وتخزين المواد الأولية :

إن وجود جهاز (نظام) وافٍ خاص بالمعالجة بالجملة وخزن صخر الفوسفات والمواد الخام الأخرى يكون ضرورياً لمعمل حمض الفوسفوريك الحديث (العصري) (مواد أولية أخرى تدرس في مكان آخر) ، والقوى والمعايير التي يجب مراعاتها هي كالتالي :

1- التفريغ السريع للسفن أو وحدات الاستلام ، الأخرى .

2- الفقدان التافه الذي يمكن أهماله للصخر .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- التخزين السهل مع القدرة على فصل الشحنات أو مزج وخلط الشحنات كما هو مرغوب .

4- الاستعادة الفعال من التخزين .

5- الحماية (الوقاية) ضد الريح– المطر– الثلج والطقس المتجمد .

6- الوقاية من التلوث مع وجود أولية أخرى ، غبار هبوب الريح ، التربة . . . . الخ .

7- تزويد الإمداد من أجل التوسيع وذلك إن تطلب المستقبل مبرر .

عندما يستلم صخر الفوسفات جافاً ، فإنه من المرغوب عادة الاحتفاظ به جافاً بواسطة التخزين المغلف وخاصة إن كان من المتوجب استعماله في جهاز الطحن والسحق الجاف وذلك لتجنب كلفة إعادة التجفيف . وإذا ماتم استخدام التخزين ، المفتوح ، فإن الريح أو الأمطار الغزيرة تسبب خسارات في الصخر والتي يمكن أن ترتفع إلى نسب عديدة وذلك إن احتوت على دقائق صغيرة كثيرة . ولكن بشكل نسبي ، صخر الحشن يمكن أن يخزن في كوم مفتوحة ، وخاصة إن كان من اللازم طحنها وهي رطبة .

طاقة التخزين يجب أن تكون على الأقل 0.5 أضعاف أكبر الشحنة وذلك للسماح بالتأجيل .

وحتى الطاقة التخزينية الضخمة يمكن أن تكون ذات نفع من أجل الشحنات بالجملة .

طحن وسحق الصخر والإعداد (التحضير) :

الخيارات بالنسبة لطحن أو سحق الصخر تبدو بالطحن الجاف ، الطحن الرطب أو بلا طحن على الإطلاق . العديد من العمليات ادعت القدرة على استخدام الصخر بدون طحن وذلك إن كانت أو حد من 35 أو في بعض الحالات حوالي 20 طريقة أي 0.417 أو 0.833 ملم (حجم ثقوب الغربال).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وقد اقترح أن مثل الصخر الخشن هذا يكون ملائم (مناسباً لعلميات اله) مرجل لتسخين الخامات المفرد (الوحيد) عندما يكون ضبط والتحكم بالسلفيت جيداً فإن الطحن الدقيق يحتاج إليه من أجل الهواضم المتعددة الحجيرة (الصناديق) وكذلك عندما يكون ضبط السلفيت ضعيفاً . وقد أوضح Houghtaling أن الوحدات (المعامل) ذات نموذج برايون القديم (والتي تستخدم هواضم متعددة الحجيرات) قد استلزمت وتطلبت طحناً إلأى حد % (20-60) شبكة magh (0.074 ملم) .

المعامل الأحدث من نفس النمط والنموذج قد حددت فقط %(200-25) شبيكة ، % (100-60) والكل كلهم 35 شبيكة (طريقة (Tyler) . معظم المعامل القديمة والحديث تستعمل الطحن الجاف . المطاحن المستديرة والمطاحن المستديرة الحلقية أحياناً تستعمل مع الترتيب (التنسيق) الهوائي . مستلزمات ومعدات القوة بشكل طبيعي تعتمد على الحجم المبدئي (الأولي) للصخر ، قساوته ، والحجم الجزيئي المرغوب ، بالنسبة لطحن صخر فلوريدا إلى حد % (200-55) شبكة mesh فإن معدات ذات % (20-15) كيلو واط/طن من الصخر قد تم اقتراحها بما في ذلك التفريق الهوائي والنقل بالهواء المضغوط (النقل الرئوي) إلى مخزن ومستودع الصخر المطحون . الصخور الأطرى (اللينة) قد تستلزم نصف إلى ثلثين الطاقة (القوة) .

وهناك اتجاه عام نحو الطحن الرطب في المعامل الأحدث والتي تقع قرب المنجم . الطحن الرطب يتم في مطحنة مستديرة (كروية) الخبث الحاوي على % (70-62) من الأجسام الصلبة ينتج ويلقم إلى الهاضم عبر صهريج فائض التحور . إن نسبة ميزات الطحن الرطب هي % (40-30) من الإرجاع في معدات القوة والتقليل من خسارات الغبار ، التلوث الجوي بالغبار وضرورة تجفيف الصخر . الصبغات السيئة الرئيسية هي إلى حد ما التآكل والبلى السريع للكريات وبتطبيق تكون بطانة في المطحنة وانخفاض في كمية الماء المعاد الدوران الذي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يمكن أن يستعمل في مكان آخر في المعمل . وهي ضرورية (الطحن الرطب) للحفاظ علىتحكم وضبط قريب بشكل معقول لنسبة الماء والأجسام الصلبة في الطحن .

معدات القدرة للطحن الرطب التي تبلغ 180 طن أمريكي لكل ساعة من صخر فلوريد ناقص -35 شبكة قد أعطيت من قبل شيرون وقد بلغت 2,500 hp بالنسبة لطحن الدارة المغلقة و3,800-4,000 hp للطحن الدارة المفتوحة . استهلاك الطاقة المناظرة قد وصل إلى 11.4 كغ واط ساعي وحوالي 18 كيلو واط ساعي/mt بالنسبة للطحن الرطب ذو الدارة المغلقة والمفتوحة . وهناك بعض الاختلاف في الرأي حول الحاجة للطحن الدقيق للصخور غير المتفاعلة مثل أباتيت الناري (البركاني) لوتز وبرات اقترحا أن مثل هذا الصخر يجب أن يطحن إلى حد % (80-200) شبكة mesh بينما اعتبر أن مفاعلية ليست عاملاً هاماً . ووفقاً لـ أباتيت غير المطحون (150- شبكة mesh) يكون مرضياً ومقنعاً . إن شرح وتفسير هذا الاختلاف في الرأي وبما يكمن في نمط الهاضم المستعمل .

تكليس (بالتحميص) لصخر الفوسفات عادة مايعتبر جزءاً من benefication ولكن بعض من منتجي حمض الفوسفوريك والذي يبيعون الصخر أيضاً يقومون بتكليسه لتقليل المادة العضوية أو لتخفيض محتوى الكاربونيت أو كلاهما معاً . وأول هدف من التكليس هو تحسين لون المنتجات مثل السماد السائل أو منتجات غير تسميدية مثل صوديوم ثلاثي بولي فوسفات وقد أوضح stern أن معمل حمض فوسفوريك واحدة كان قادراً على زيادة الإنتاج بنسبة % (30-40) وذلك عن طريق التحويل التبديل من صخر غير مكلس إلى صخر مكلس . إن توفيراً وإدخاراً في كواشف ضبط الرغوة هي ميزة أخرى .

جهاز التفاعل :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك العديد من النماذج والأنماط من أجهزة التفاعل مازالت قيد الاستعمال على امتداد العالم بحيث أنه لم تكن هناك أية محاولة لتحديدهم كلهم والتعريف بهم . الغرض من وراء تصميم جهاز التفاعل هو تنفيذ وإجراء التفاعل بين صخر الفوسفات وحمض الكبريت بطريقة يمكن من استرداد نسبة عظمى من P_2O_5 أصلاً في الصخر كحمض فوسفوريك المنتج الثانوي بطريقة بسيطة وأقل كلفة . وبما أن خطوة الترشيح هي أهر وأغلى خطوة في العملية ، فإن الهدف المبدئي (الأولي) في خطوة التفاعل هي تشكيل بلورات الجص بحجم وشكل مناسبين بحيث أن الترشيح والغسل يمكن أن يتمان سريعاً وبشكل فعال .

إن رفع الاسترداد حدود عليا يعني تخفيض وتقليل الخسائر– هناك ثلاثة نماذج وأنماط من خسارات P_2O_5 1- صخر الفوسفات غير المتفاعل . 2- P_2O_5 المتبلور (المشترك) مع الجص من خلال استبدال متشابه الأجزاء لـ HpO_4 محل SO_4 . 3- حمض الفوسفوريك الضائع في الجص بسبب الغسل غير التام . وربما يكون المصدر الرابع للخسارة يجب أن يذكر . . أي الخسارات الغنية (الميكانيكية بسبب الإنسكاب (الإراقة)/ التسرب – غسل لغطاء (المرشح) الفجوات شبكة الأنابيب والمعدات (التجهيزات) للإزالة القياسية (النسبية) وكذلك خسارات الحمأة والكدارة .

على الرغم من أن أهداف خطوة التفاعل واضحة ، فإن الوسائل للحصول عليهم قد تبدو معقدة وصعبة . بالنسبة لـ لغير المتبدئين يبدو أن أفضل طريقة انجاز تفاعل كيماوي تكمن في مزج اثنين من المواد المتفاعلة مباشرة وأحد أهداف لهذا الترتيب (التنسيق هو تأكيد وضمان النمو البطيء لبلورات الجص إلى حجم أكبر نسبياً من تشكل العديد والصغير منها . كذلك التركيز العالي لحمض الكبريت الحر سوف يؤدي إلى ت وتغليف صخر الفوسفات بمنتج تفاعل سلفيت الكالسيوم وهكذا يتم حصر ومنع تفاعل آخر . إن حالة هامة وجدية بالنسبة لمنع وحصر التفاعل في وحدة حمض الفوسفوريك يمكن أن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تستغرق ساعات عديدة أو حتى أيام من أجل الإصلاح والتقويم . من جهة أخرى ، التركيز العالي لشوارد الكالسيوم (أيونات الكالسيوم) (السلفيت المنخفض في الخبث سوف تزيد كمية الفوسفات المتبلور مع الجص . وبالتالي فإن هدف المصممون والمشتغلون بجهاز التفاعل هو الحفاظ على تركيب (بنية) متناسقة للخبث ، مع تجنب جيوب ذات سلفيت عالي أو تركيز الكالسيوم . الحالة السائلة عادة تتألف من حمض الفوسفوريك حوالي (30 % P_2O_5 مع حوالي 1.5 % من حمض الكبريت الحر ، التركيز العالي لحمض الكبريت الحر يتنوع بتنوع تركيب وبنية الصخر . الحالة الصلبة تكون بشكل أساسي جصاً . ونسبة الأجسام الصلبة في الخبث هي حوالي % (35-45) جزئيات الصخر الفوسفاتي المقدمة إلى هذا الخبث تنحل بسرعة في حمض الفوسفوريك في الحالة السائلة مسببة اشباع زائد بسلفيت الكالسيوم الذي يؤدي إلى نمو لبلورات الجص ، وللتوصل لهذا الموقف المثالي فإن التيارات الداخلة لحمض الكبريت وصخر الفوسفات تمزج مع الخبث (مباشرة أو بشكل غير مباشر) بسرعة وبشكل تام وممكن والخبث في جهاز التفاعل يُحرك (يهز) لتأكيد وضمان التجانس والتماثل . والجدول (الرسم البياني) المبسط لجهاز بريون (Prayon) المعدل (Dary Power Gas) يوضح في الشكل (1) صهريج الهجوم يقسم من أربعة إلى ثمانية حجيرات (أقسام) وذلك بالإعتماد على حجم كامل المعمل (الوحدة) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

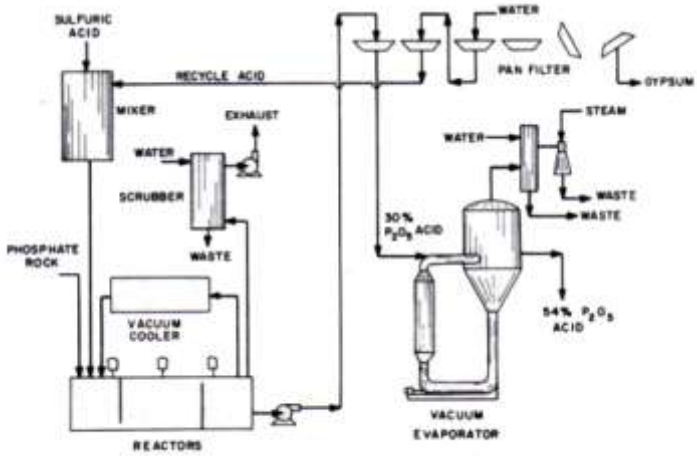


Figure 1. Typical Wet-Process Phosphoric Acid Plant.

حمض الكبريت يمزج مسبقاً مع حمض الفوسفوريك الضعيف المعاد الدوران ويفرغ (يصرف) إلى الحجرة القسم الأول ، الثاني أو الثالث وذلك بالإعتماد على نمط ونموذج الصخر . الخبث الصخري الناتج عن الطحن الرطب يفرغ إلى الحجيرات الأولى والثانية والثالثة أو أنه يقسم فيما بينهم . بالنسبة لضبط درجة الحرارة ، فإن نسبة جزءاً من الخبث تسحب إلى المبرد الوميض الضغطي . جزء من الخبث المبرد يعاد إلى جهاز وجزء آخر يرسل إلى جهاز الهاضم . وحجماً ضخماً من الخبث يعاد دورانها خلال جهاز attack من الحجيرة الأخيرة إلى الأولى .

صهاريج الهاضم تسمح باتمام وإكمال للتفاعل وتخفيض لأي اشباع زائد تحت التحريك المعتدل . كذلك فإن عمليات الضبط التعديل يمكن أن تتم هنا عن طريق إضافة حمض الكبريت أو صخر الفوسفات . المعامل ذات النموذج الموضح (المشروحة) قد بينت بطاقات تبلغ 1,140 طن من P_2O_5 لكل يوم في تسلسل مفرد . في عمليات ثنائي هيدرات صخر الفوسفات يمكن أن يمزج مسبقاً مع حمض الفوسفوريك الضعيف المعاد الدوران أو مع خبث التفاعل المعاد الدوران . حمض الكبريت قد يرش على السطح الخبث في وعاء المفاعل . في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العديد من المعامل القديمة ، حمض الكبريت كان يحل ويخفف أحياناً إلى حد % (55-600) من H_2SO_4 ويبرد في مبادل حراري قبل الاستعمال . معظم المعامل الحديثة تستعمل حمض الكبريت عند تركيز عادو % 93 من H_2SO_4 والذي عنده يُستلم . عندما يمزج مسبقاً حمض الكبريت القوي مع حمض الفوسفوريك المعاد الدوران الضعيف فإن الكثير من الحرارة تتحرر وتتفكك . وهذا يترافق بتبخير للماء وتطاير لمركبات الفلورين (أساس HF و SiF_4) . المبرد الضغطي يزود يؤمن تياراً غنياً من مركبات الفلورين في البخار الذي يمكن أن يسترد كحمض فلوسيليك من أجل البيع أو عمليات معالجة أخرى .

العديد من العمليات قد استعملت مفاعل الصهريج المفرد . وواحدة من هذه العمليات تعرف بعملية Gulf, Design, Isoihe باستعمال مبلور Swenson كمفاعل . الرسم البياني لجهاز المفاعل يوضح في الشكل (2) .

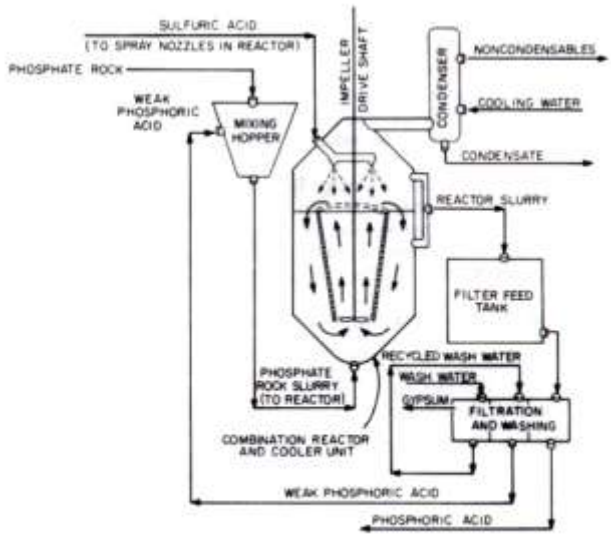


Figure 2. Phosphoric Acid via the Swenson–Gulf Design Isothermal Reactor System.

ومن الواجب ملاحظته أن حمض الكبريت القوي يرش على سطح الخبث في أعلى المفاعل ، بينما صخر الفوسفات يمزج مسبقاً مع حمض الفوسفوريك المعاد الدوران ويضخ داخلاً عند أسفل الوعاء . وكامل الوعاء يكون تحت ضغط

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مخفض وبالتالي يمكن التحكم وضبط درجة الحرارة بواسطة التبخر إن نموذج ونمط الدوران يضبط ويتحكم بواسطة محراك (تقلب) في قناة أو أنبوب شفط (سدد للهواء) . وقد زُعم (أعتقد) أن درجة الحرارة تتنوع بدرجة أقل من 0.3° من جزء إلى آخر من المفاعل . الوحدة الموضحة في الشكل (2) تصل طاقتها إلى 460 طن يومياً باستعمال صخر فلوريدا غير المطحون ، والطفو يصل تركيزه إلى 0.10-0.41 ملم (أي تركيز الخام المعدني بالتعويم يصل إلى 00 الميزات والحسنات تكون في استعمال الصخر غير المطحون ، الرطب ، رأس مال المنخفض ، التشغيل وتكاليف الصيانة والتحكم الجيد للتلوث الجوي .

النموذج الآخر لجهاز التفاعل قد درس من قبل Simer Ville وهو موضح في الشكل (3) :

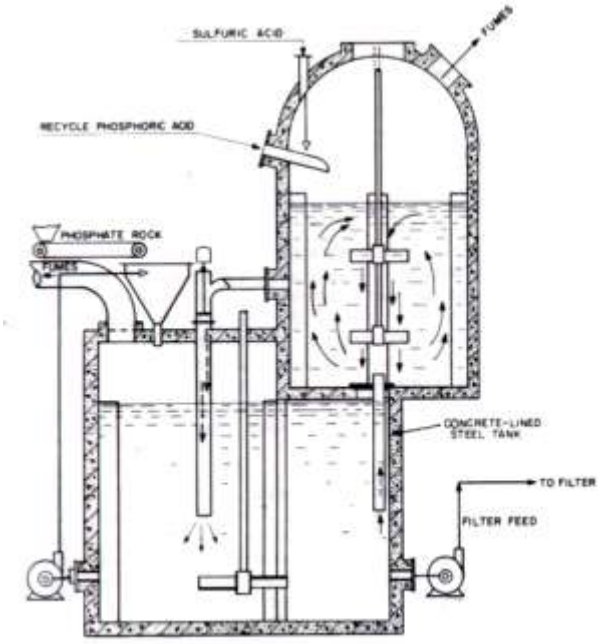


Figure 3. Somerville Phosphoric Acid Reaction System.

في هذه العملية الصخر الفوسفاتي 0.5 ملم أو أصفر ، يمزج مع الخبث المعاد الدوران في خلاط مخروطي ويصرف إلى المفاعل . حمض الكريت يمزج

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مسبقاً مع حمض الفوسفوريك المعاد الدوران والخليط يفرغ إلى داخل المبرد الضغطي الهوائي بالتفريغ الهوائي . التدفق الضيئل نسبياً للخبث يسحب من وعاء التفاعل إلى المبرد الهوائي ويعاد دورانه إلى المفاعل وذلك للتحكم وضبط درجة حرارة التفاعل .

درجات الحرارة التشغيل المطابقة هي 84° في المفاعل و 73° في المبرد ، وبالتعديلات الثانوية الجهاز يمكن أن يشتغل كعملية نصف هيدرات والتي في حالتها هذه درجات الحرارة تكون حوالي 100° في المفاعل و 83° في المبرد . الترتيب والتنسيق الواضح يوص به للمعامل ذات الطاقة التقريبية التي تصل إلى 360 طن أو أقل من P_2O_5 يومياً . بالنسبة للمعامل الأكبر (270 طن يومياً) اثنان من مبرد بالتفريغ الهوائي ينصح بهما مع تغذية حمض الكبريت الذاهب لواحد منها وتغذية المرشح المسحوبة من الآخر . والميزات التي تم زعمها هي ترشيح الجص الأفضل ، خسارات P_2O_5 المنخفضة في الجص وتكاليف التشغيل ورأس المال المنخفضة . كذلك فإن المعامل الصغيرة ذات الكلفة المنخفضة (50-20) طن يومياً يمكن أن تكون اقتصادية في بعض المواقف .

ومن بين ممارسات توفير الكلفة المقدمة من قبل Somerville الاستخدام المكثف للإسمنت كمادة بناء وإنشاء للمفاعل وأوعية التبريد ، واستناداً على خبرية 25 سنة الماضية ، فإن Somerville اعتبر الاسمنت ذو تصميم مناسب وتركيب ملائم مادة مقاومة لهجوم حمض الفوسفوريك في العملية الرطبة وهو يصنع (يحضر) مع ركام (تجمع) مقاوم للحمض مثل الرمل سيلكوني والجص . وكذلك فإن تكاليف الصيانة والاستبدال هي منخفضة.

هناك عملية أخرى تستخدم مفاعل صهريج مفرد وهي عملية Phone-Poulence والموضحة في الشكل (4) :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

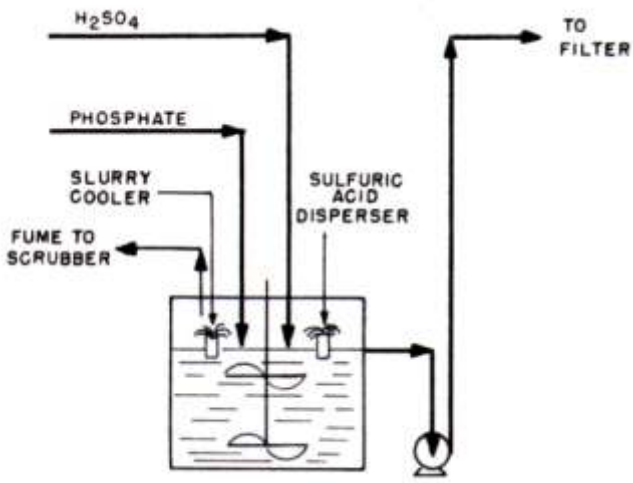


Figure 4. Rhone-Poulenc Phosphoric Acid Reaction System.

وإحدى ميزات هذه العملية هي أن درجة الحرارة في المفاعل تضبط ويحكم بها بواسطة تدفق الهواء على سطح الخبث في المفاعل . وللمساعدة في التبريد النجري وأدوات (معدات) خاصة تشبه المرش تلتقط بعضاً الخبث من الخبث وترشه بشكل رذاذ (على شكل قطيرات) خلال الفراغ (المساحة المجتازة– الهوائية في المفاعل فوق مستوى الخبث . كذلك يضاف حمض الكبريت بشكل رش (بخ) عند أعلى المفاعل . صخر الفوسفات يقدم ينتج خلال حوض مركزي إلى منطقة ذات تحريك (تقليب) أعظمي ، الجهاز قد استعمل في وحدات تنتج 800-100 طن من P_2O_5 يومياً . ولن تبدل أية محاولة لوصف أو حتى ذكر كل عمليات حمض الفوسفوريك والتي هي متاحة أو أنها قيد الاستعمال على امتداد العالم .

العمليات التي تم وصفها أعلاه تعقيد أنها ممثلة لعمليات ثنائي هيدرات وعملية Kellogg-Lopker المستعملة في انكلترا تستخدم جهاز مفاعل بصهر جديد والصفة (الميزة) غير العادية هي زمن الاحتفاظ (الاستبقاء القصير حوالي 1.5 ساعات مقارنة مع حوالي 0.8 ساعات لمعظم الأجهزة الأخرى . إن شركات Nissan Fisons و Doeeco Division Of Zacobs Engine قد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قدمت ثنائي هيدرات ، نصف هيدرات وعمليات ذات مرحلتين ، معظم شركات البناء والإنشاء وهندسة معمل السماد الأساسية تقدم عمليات حمض الفوسفوريك بينما معظم المعامل تشتغل بزيادة صغيرة من حمض الكبريت ، فإنه من الممكن التشغيل بنقص من حمض الكبريت ولكن مع زيادة من SO_4 وذلك بإحلال حزء من حمض الكبريت مع كمية مرادفة من سلفيت الأمونيوم (أو أي سلفيت منحل) إلى حد أكثر من حوالي % (15-10) من حمض الكبريت يمكن أن يُستبدل بسلفيت الأمونيوم . إن تعديل وتغيير العملية قد يكون مفضلاً وأمراً ذو ميزات بالنسبة للإنتفاع بكميات صغيرة من سلفيت أمونيوم المنتج الثانوي . والميزة الأخرى الإضافية هي نسبة ومعدلات التآكل المنخفضة . والصفة السيئة هي زمن التفاعل الطويل . كذلك فإن حمض الفوسفوريك المنتج بواسطة هذه العملية يحتوي على فوسفات الأمونيوم وذلك فإن استعماله تقصير على إنتاج فوسفات الأمونيوم أو الأسمدة المركبة . في عملية أخرى تعديلات وتغييرات حمض الكبريت الحر قد تعدل (جزئياً أو كاملاً) بعد عملية الهضم أو الترشيح مع الأمونيا أو فوسفات الكالسيوم وذلك لتفادي تآكل أقل في خطوات تالية . في حالة التعديل بفوسفات الكالسيوم فإن سلفيت كالسيوم إضافي يتم تشكله ويمكن أن يزال ، التقليل أو التخفيض من السلفيت في حمض الفوسفوريك تجعل من الممكن إنتاج وإعداد منتجات تسميدية ذات تحليل عالي (مرتفع) .

زمن التفاعل وزمن الاستبقاء (الاحتفاظ) :

أوضح Somerville أن معدل الحياة لجزئية صخر الفوسفات في جهاز التفاعل قد تتراوح من 15 ثانية إلى 3 دقائق . ولكن أزمنة الاستبقاء (الاحتفاظ) في الوحدات الصناعية تتراوح من 12.0-1.5 ساعة أو أكثر . واحداً من الأسباب ذو ارتباط بتشكل بلورات حبصية جيدة وذلك كما تم الدراسة مسبقاً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والسبب الآخر يكمن في الصعوبة والتحكم المحكم لمحتوى حمض الكبريت الحر SO_4 ، ذو الحالة السائلة وذلك عندما يكون زمن التفاعل قصيراً .

التحكم (الضبط) المحكم لهذه القيمة هو أمر هام للغاية . على الرغم من أن المستوى المثالي للتحكم قد يعتمد على نوعية وميزات الصخر بحيث أن مستوى واحد حوالي 1.5 % يكون مطابقاً ومماثلاً .

الانقلابات والتشويشات الجدية الهامة تحدث عندما يتغير مستوى SO_4 بشكل يمكن تقديره عن المستوى المثالي وبشكل واضح ، كلما كان زمن التفاعل قصيراً فإن الدخول في مشاكل يكون أسرع . ونجاح 1.5 ساعة من زمن التفاعل في عملية Kellogg-Lopker يحتمل أن يكون مرتبطاً باستعمال آلة تحليل سلفيت أوتوماتيكية والتي تسمح بتحكم وضبط محكم وتعديلات سريعة .

الترشيح :

إن الغرض من خطوة الترشيح هي فصل الجص (أو أي مواد غير منحلة مشتق من صخر الفوسفات أو أنها تشكل أثناء التفاعل) عن منتجات حمض الفوسفوريك بشكل كامل ، كافي واقتصادي قدر الإمكان . كل المعامل الحديثة تستخدم المرشحات المستمرة على الرغم من أن مرشحات المتقطعة قد استعملت في معامل صغيرة في الماضي .

إن أكثر نماذج وأنماط المرشحات الشائعة هي المرشحات الدوّارة ذات الحوض المائل القلاب ، مرشحات الحوض النقّال (المتحرك) مرشحات اللوح الأفقي ، ومرشحات سيرية (شريطية) في كل واحدة من هذه المرشحات تستمر الدورة (الدور خلال الخطوات التالية : 1- ترسب خبث الجص– حمض الفوسفوريك على المرشح . 2- تجمع حمض المنتج بواسطة استعمال الفراغ (الضغط الهوائي) . 3- اثنان أو ثلاثة من التيارات المعاكسة يقومان بالغسل لإتمام إزلة حمض الفوسفوريك من الجص . 4- تصريف وتفريغ الجص المغسول

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

. 5- غسل غطاء المرشح لمنع تراكم المواد وتشكل القشور . إن تتالٍ وتتابع العمليات يوضح في الشكل (1) . في أقسام الغسل ، المحاليل الضعيفة لحمض الفوسفوريك تجمع بشكل متتابع . الغسل النهائي يكون الماء الجديد أو أحياناً بماء معاد الدوران في بركة أو من حوض تجميع الماء الذي تقوم بجمع ماء غيل الغطاء والإنسكات والقطر . الحمض الضعيف جداً التجمع في الجزء الأخير يعاد إلى القسم السابق مع الراشح (الرشاحة) من الغسل الأولي الذي أعيد دورانه إلى أوعية التفاعل . جزء من حمض المنتج كذلك يمكن أن يعاد دورانها إلى خطوة الهضم لضبط نسبة الأجسام الصلبة في الخبث عند مستوى يباشر يدار عادة % (40-45) . المرشحات عادة تصنف وفقاً للمساحة السطحية الفعالية والتي تصل إلى 170 م2 . (نسبة) ومعدل الاستبقاء والاحتفاظ في المرشح الدوار أو معدل التنقل (في المرشح الشريطي) يتنوع ويختلف للسماح لـ تعديلات وتغييرات المطلوبة التي تحتاجها ميزات الترشيح للخبث وعوامل أخرى معدل الإنتاج قد يتنوع بشكل واسع ، ولكن عامل التصميم الشائع هو 6.5 طن من P_2O_5 /م2 يومياً . معدل الترشيح يتأثر بشكل مبدئي بحجم وشكل بلورات الجص والتي بدورها تتأثر بالظروف (الشروط) في قسم التفاعل بما في ذلك نموذج صخر الفوسفات واستعمال معدلات التي لها شكل بلورات ، ضبط والتحكم بشروط التفاعل . . الخ الشوائب غير الذوابة في الصخر مثل الطين يمكن أن تؤثر معدلات الترشيح بشكل عكسي . معدل الترشيح كذلك يتأثر بدرجة الحرارة ، التركيز، اللزوجة للحمض والاسترداد المطلوب . بينما العديد من المعامل تكافح من أجل الوصول إلى استرداد أعظمي فإنه في معامل محددة ، وهناك أحياناً معدل تشغيل أعظمي اقتصادي ، والذي عنده الإنتاج المتزايد (الفائض) نحصل عليه معدلات الترشيح كذلك تعتمد على تصميم المرشح ، كمية الفراغ وعوامل أخرى متعددة . وقد أعطى Maraillon,et al ., معدلات تتراوح من 2 إلى 18 طن/م2/ يومياً . وأشار

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

شيرون إلى المعدلات التي تتراوح من 0.8 إلى 1.0 طن أمريكي /F12/ يومياً 7.8 إلى 9.8 mt//م2/يومياً ، من أجل (بالنسبة) لمعامل فلوريدا .

تركيز وتصفية حمض الفوسفوريك :

حمض الفوسفوريك المنتج بواسطة معظم عمليات ثنائي هيدريت تحتوي على % (26-32) من P_2O_5 (حمض المرشح) . الحمض بهذا التركيز يمكن أن يستعمل في بعض عمليات معالجة الأسمدة ، ولكن من الناحية الاقتصادية يكون من الأفضل تركيزه بواسطة التبخير لقسم من محتوى الماء . التركيز المرغوب يعتمد على الاستعمال ونورد هنا بعض الإيضاحات :

Use	Acid Concentration, % P_2O_5
Triple superphosphate - den process	50-54
Triple superphosphate - slurry process	38-40
Diammonium phosphate	about 40
Monoammonium phosphate (depending on process)	40-54
Shipment (merchant grade)	54[a]
Superphosphoric acid for shipment or liquid fertilizer production	69-72

a. Although 54% P_2O_5 is the usual standard for merchant-grade acid, variations are in the range of 50%-60%.

التراكيز المذكورة أعلاه فقط دلائل للإستعمال المعياري (القياسي) ، ومن الممكن تماماً استعمال تراكيز أخرى في معظم الحالات . فعلى سبيل المثال 30 % من حمض P_2O_5 قد تم استعماله لإنتاج TSP بواسطة عملية تتطلب تجفيف مكثف وشامل للمنتج . ولكن الطاقة عادة تستعمل بشكل أكثر كفاية وفعالية بواسطة تركيز الحمض أكثر منه لا بواسطة تجفيف المنتج بمعدلات عالية من إعادة الدوران . وهذا تماماً صحيح عندما تتوفر الطاقة على شكل بخار من وحدة حمض الكبريت القريبة (المتاحة) .

المادة المترسبة تتشكل في حمض الفوسفوريك قبل وخلال وبعد التركيز . المركبات المترسبة قبل التركيز يحتمل لأن تكون أساساً سلفيت الكالسيوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وفلورسيكات . التنوع الواسع للمركبات قد يتشكل خلال وبعد التركيز ، بناء على تركيز الحمض هذه المركبات كمجموعة (مجتمعة) تعرف بـ "الحمأة- الكدارة" وتسبب العديد من الصعوبات في معاملة واستعمال الحمض وإنهم يشكلون قشوراً في المبخرات . ولذلك فالعديد من المصنعين قاموا بتصفية الحمض إما بإعادة دوران الحمأة أو باستعماله في منتجات تسميدية حيث يسبب (الحمض) مشاكل أقل . الحمض المعد للشحن ، بشكل خاص ، يجب أن ينقى ويصفى بشكل جيد . حمض الفوسفوريك المنتج بعمليات ثنائي الهيدرات % (40-50) من P_2O_5 هو نسبياً خال من الحمأة الكثير الفلورين يتطاير خلال التبخير ويجب أن يسترد لمنع التلوث . في بعض الحالات المنتجات الثانوية (الفلورين يتم إنتاجها على شكل حمض فلوسيليسيك ، فلوسيليكات ، الكريوليت أو فلوريد الألمنيوم .

أجهزة تركيز حمض الفوسفوريك قد تصنف حسب تسخينها إن كانت مباشرة أو غير مباشرة ، في المبخرات التي تعتمد على الاشتعال- الاحتراق المباشر ، غازات الاحتراق تدخل في تماس مباشر مع الحمض كما في برج الرش أو مبخرات الاحتراق المغمورة . استعمال هذا النموذج يقل ويتضاءل بسبب صعوبة تنظيف غازات الانفلات لاسترداد رذاذ الحمض ومركبات الفلورين . وكإستثناء من حمض مافوق الفوسفور ينتج في وحدات متعددة عن طريق تركيز 45 % من حمض P_2O_5 إلى حد % (69-72) من P_2O_5 في مبخر ذو احتراق مباشر شبيه بمخر الاحتراق المغمور . الشكل (5) يوضح جدولاً ورسماً بيانياً ، محطة تجريبية TVA من هذا النمط .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

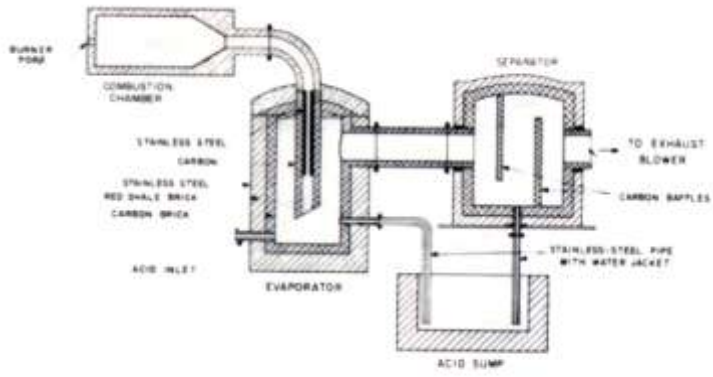


Figure 5. Pilot Plant for Concentration of Wet-Process Phosphoric Acid.

التحسينات اللاحقة والتعديلات قد تم إجراءها في وحدات ذات سلم تجاري ، واحدة منها تعرف بمبخر Oxy-Nordac . إلى حد ما المبخرات المشابه (المماثلة) قد تم تطويرها من قبل Nordacr Prayon وآخرون ، بالنسبة لتركيز حمض الترشيح من 30 % إلى 55 % (50-55) من P_2O_5.

معدات ومستلزمات الوقود من أجل التركيز من 30 % إلى 54 % من P_2O_5 تصل إلى حوالي 1,400,000 كالوري/للطن من P_2O_5 كذلك حوالي كيلو واط ساعي من الطاقة الكهربائية لكل طن من P_2O_5 . أي جسم صلب أو وقود غازي قد يستعمل وبعض من أنواع الفحم كذلك يمكن استخدامها . التركيز من 54 % إلى 70 % من P_2O_5 تتطلب حوالي (600,00-800,000) كالوري/طن من P_2O_5 . المبخرات المسخنة مباشرة عادة ما تسخن بواسطة البخار أو في بعض الحالات بواسطة وسط نقل وتحويل- الحرارة مثل Dowtherm والتي بدورها ، تسيخن في مبادل حرارة ذو اشتعال وقود . النماذج المعروفة هي المبخرات الأنبوبية وعادة بتدوير (بدوران) قسري ، أو مبلوريات (أجهزة تبلور) مبخر . النموذج الأخير مصمم ومعدّ لنقل وتحويل الشوائب المترسبة إلى البلورات الخشنة نسبياً لتقليل تشكل القشور وللتسهيل الإزالة بواسطة الاستقرار (الترسب) أو الطرد المركزي التركيز من 30 % إلى 54 % من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

P_2O_5 قد يتم تحقيقها وإنجازها في المراحل الأولى والثانية والثالثة بناءً على ميزات ومقياس المعالجة . التركيز من % 30 إلى % 54 يتطلب حوالي 1.9 طن من البخار لكل طن من P_2O_5 في الحمض المركز . هذه الكمية عادة ماتتوفر من صناعة وتحضير حمض الكبريت وذلك إن كان حمض الكبريت قد صُنع بواسطة حرق الكبريت . معدات القوة الكهربائية قد تتراوح من 11 إلى 16 كيلو واط ساعي/ لكل طن من P_2O_5 وذلك اعتماداً على مقياس ومعيار التشغيل (العملية) .

وحوالي 6 طن من ماء التبريد لكل طن من P_2O_5 يكون لازماً لتكثيف الماء المتبخر من الحمض .

إن كمية الفلورين المزال خلال التركيز من % 30 إلى % 45 من P_2O_5 قد تكون % (70-80) من ذلك P_2O_5 والموجود أصلاً في الحمض ، والذي معظمه يتطاير ويسترد في ناتج التكثيف .

بالنسبة لتركيز من % 54 إلى % 70 من P_2O_5 ، فإنه حوالي 1طن من البخار المضغط المرتفع (حوالي 27 ضغط جوي و°230 درجة الحرارة تكون لازمة لكل طن من P_2O_5 . معدات ومستلزمات القوة تكون حوالي 24 كيلو واط ساعي من P_2O_5 . وعندما يستعمل وسط نقل وتمويل الحرارة Dowtherm ، فإن معدات ومستلزمات الوقود تصل إلى حوالي 640,000 كالوري/طن .

في إنتاج حمض الفوسفوريك % (69-72) من P_2O_5 بواسطة تركيز حمض العملية الرطبة ، فإن معظم الفلورين يتطاير (بحيث) وبذلك فالحمض يحتوي فقط على % (0.2-0.3) من F . بواسطة (عن طريق) إضافة السيليكا الفعالة خلال التبخر لتعزيز وتأكيد تطاير الفلورين فإن محتوى الفلورين يمكن أن ينخفض ويقل إلى حوالي % 0.1 . مثل هذا الحمض يكون مناسباً لتحضير منتجات تأمين تغذية الحيوان ، كمثل فوسفات ثاني الكالسيوم أو

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فوسفات الأمونيوم وتستعمل كذلك لذلك الهدف الميزات الأخرى لحمض مافوق الفوسفور هي :

TABLE 3. CHEMICAL COMPOSITION OF SUPERPHOSPHORIC ACIDS

Type of Rock:	Florida	Western United States	North Carolina	Morocco	Togo	Taiba
Calcination:	No	Yes	Yes	No	No	No
Composition, % by weight						
Total P_2O_5	72.9	72.5	71.2	72.4	73.0	72.1
Ortho P_2O_5	31.8	34.0	37.6	25.1	35.3	27.1
Fe_2O_3	2.2	1.2	1.4	0.6	1.9	2.4
Al_2O_3	1.8	3.0	1.3	0.4	0.9	0.5
F	0.3	0.3	0.4	0.1	0.1	-
SO_3	2.0	2.1	3.4	2.7	1.7	3.3
MgO	0.3	0.8	0.6	1.1	0.1	0.1
Color	Black	Green	Green	Green	Dark	Dark
Polyphosphate content, % of total P_2O_5	56	53	47	65	52	62.5

1- مدخرات وتوفير أجرة الشحن تتم إذا شحن الحمض .

2- الحمأة تقل وتنخفض ، حموض بولي فوسفور تنمي أيونات معظم الشوائب المعروفة ، ولكنه في بعض الحموض ، التيتانيوم ، بيروفوسفات المغنزيوم قد تترسب .

3- حمض مافوق الفوسفور يكون أكالاً بنسبة أقل من التراكيز المنخفضة.

4- حمض مافوق الفوسفور ملائم ومناسب لإنتاج أسمدة سائلة نقية وصافية بولي فوسفات الأمونيوم لأن بولي فوسفات ينحي الشوائب التي سوف تترسب فوق الأمنية (انظر الفصل XIX) .

5- حمض مافوق الفوسفور يمكن أن يستعمل لإنتاج أسمدة مركبة بواسطة عملية ص (وسبك) والتي فيها (العمليات) خطوة التجفيف تخفض أو تقلل (انظر الفصل XIX) . الصفات السيئة الرئيسية لحمض ما فوق الفوسفور هي معدات وتجهيزات القوة ، التآكل في بعض أنماط ونماذج المعجزات واللزوجة العالية . اللزوجة تعتمد على درجة الحرارة ، التركيز ومحتوى الشوائب وبعض (جزء من حموض مافوق الفوسفور يجب أن تسحن إلى 60° أو أعلى من ذلك للسماح بالضخ بمضخات ذات نمط مركزي تراكيب حموض مافوق الفوسفور

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المنتجة من نماذج متعددة من صخر الفوسفات موضحة في الجدول (3) السابق .

الإنتفاع من الحمأة (الكدارة) :

وكما ذكر سابقاً شوائب الحمأة تترسب في حمض الفوسفوريك قبل وخلال وبعد التركيز إن استعمل الحمض لإنتاج الأسمدة ، فإنه من الممكن استعمال الحمض بدون فصل الحمأة (الكدارة) ولكنه في بعض الحالات .

كمية الحمأة (الكدارة) قد تكون كبيرة (ضخمة) جداً بحيث أنها تخفض وتقلل درجة منتجات الأسمدة دون الحد المرغوب . الأجسام الصلبة للكدارة التي تتشكل في حمض المرشح 30 % من P_2O_5 هي أساساً الجص وفلوسيليكات وقد تعاد في بعض الحالات إلى وحدة إنتاج حمض الفوسفوريك بدون تدخل واضح بتشغيلها وإدارتها . الحمأة المتشكلة بعد التركيز يحتمل أن تحتوي على نسبة عالية من الحديد ومركبات فوسفات الألمنيوم . وكواحد من الأمثلة هناك : ($3KH_{14}(Al_2Fe)(PO_4)_8.(H_2O)$)

وقد حدد Lehr 38 من المركبات البلورية الواضحة والتي توجد في الحمأة من حموض العملية الرطبة . وحدة الإنتاج يحتمل أن تؤدي قد تسبب بعض الصعوبات . وعندما يتوجب فصل الحمأة ، كما هي الحال عليه عادة في الشحن ، فإنه عادة تستعمل لإنتاج TSP . ومعظم P_2O_5 في الأجسام الصلبة للحمأة هي ذوابة في الستيرات ولكنها ليست ذوابة في الماء ولذلك فهذا المحلول ليس ذو ميزات وذلك عندما يباع TSP بناء على قابلية الانحلال في الماء .

الحمأة قد تستعمل في إنتاج فوسفات أحادي الأمونيوم غير المحبب MAP والذي بدوره يستعمل كمادة وسيطة (متوسطة) في إنتاج الأسمدة المركبة . وليس هناك رتبة معيارية لـ MAP يجب استعمالها كمادة متوسط بحيث أن المستعمل يشكل ويضيع الأسمدة المركبة على أساس التحليل الفعلي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في هذه الحالة أيضاً ، الحديد ، الألمنيوم ومركبات المغنزيوم ليست ذوابة في الماء ، وفي الواقع ليس هناك طريقة اقتصادية للإنتفاع من الأجسام الصلبة للحمأة في المناطق حيث يباع سماد الفوسفات على أساس انحلالية في الماء . الترسيب بعد التركيز إلى % 54 من P_2O_5 يكون بطيئاً ولا يكتمل ولكن الكثير من الراسب سوف يستمر في تشكيل تخزين آخر إضافي ولكن طريق التصفية والتنقية تكون متوفرة ومتاحة بحيث أنها تقلل مشكلة الحمأة في حموض ذات درجة تجارية إلى مستويات يمكن تدبيرها ومباشرتها .

مواد البناء والإنشاء :

على الرغم من اختيار مواد البناء أمر ذو أهمية ، فإنه فقط معاملة مختصرة متملة وممكنة في هذا الكتيب . معدلات التآكل في وحدات حمض الفوسفوريك تماماً هي متنوعة ومختلفة بسبب الطبيعة المركبة للحمض . العوامل المؤثرة على معدلات التآكل ليست مفهومة بشكل كافي بحيث يمكن التوقع والتنبؤ بشكل دقيق كيف يمكن أن يتأثروا بالتغيير في تركيب الصخر أو شروط التشغيل . ولذلك فالكلفة الإضافية للمواد المقاومة أحياناً بشكل اقتصادي يمكن تبريدها . خصوصاً عندما يكون الصخر من مصادر متعددة يحتمل أن يستعمل أو عندما يكون مصدر الصخر أو شروط التشغيل يمكن التنبؤ بها لتؤدي إلى شروط تآكل عالية ومرتفعة .

صهاريج التفاعل عادة تكون مصنوعة من فولاذ مبطن بالمطاط أو الاسمنت مع بطانة داخلية من الآجر الكربوني الفولاذ ذو البطانة المطاطية قد يتسعمل من أجل صهاريج التخزين. استعمال الاسمنت غير المبطن (المحشو) لصهاريج التفاعل قد تم ذكره مسبقاً بحيث أنه نجاحه يعتمد على اختيار تراكم مقاوم للحمض وتركيب إنشاء مناسب . كذلك عينات من الاسمنت يجب أن تختبر في الطين السائل التحميضي قبل استعماله في بناء وإنشاء المعمل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن الأقسام والأجزاء غير الحضية والحيدية لوحدة حمض الفوسفوريك هي : المقلاب المضخات والمرشحات شروط التآكل هي لأشد بالنسبة للمقلاب. ولكن ، المقلاب يمكن أن يُستبدل بكلفة منخفضة وسهولة نسبية من جهة أخرى، المرشحات تكون ضخمة وغالية وليس من السهولة استبدالها أو صيانتها . شروط التآكل إلى حد ما تكون أقل شدة بالنسبة للمرشح أكثر من المقلاب وذلك لأن درجة حرارة المعدل تكزن منخفضة والتآكل يكون عاملاً أقل أهمية .

لسنوات عديدة ، الفولاذ الذي لايصدأ 316 L له مادة مصروفة لبناء الإنشاء للمحراك (المقلاب) المرشحات ومعدات تجهيزات (أخرى) تدخل في تماس مباشر مع حمض الفوسفوريك للعملية الرطبة أو ملاط التفاعل . ولكن هناك اتجاه متزايد نحو استعمال خلائط أكثر مقاومة في المعامل الحديثة. وخصوصاً عندما يكون مصدر الصخر عرضة للتغيير والتبدل أو شروط تشغيل أكثر صرامة وشدة في عملية مقاومة التآكل (الفولاذ الذي لايصدأ : L317 ، ميزاليوم Ferralinm وخليطية Ub6 تجد لها استعمالاً متزايداً . العديد من الخلائط المشابهة تكون متوفرة تحت أسماء أخرى أو تسميات ميعنة. هذه الخلائط الأربع تذكر حسب طريقة التوضيح التالية وتراكيبهم هي :

	316L	317L	Ferralium	UB6
Cr	16-18	18-20	25	20
Ni	10-14	11-15	5	15
Mo	2-3	3-4	2	4-5
Cu	-	-	3	1.5
C	<0.03	<0.03	<0.06	<0.02

إن كلفة الفولاذ الذي لايصدأ L316 بالدولار الأمريكي لكل كيلو غرام هي حوالي 4.4-2.5 دولار بالنسبة للسبك (الصعب) و3.2 دولار– 4.0 دولار بالنسبة للوح (الصحيفة) إن كلفة خليطة L317 هي حوالي أعلى من % 10 فيراليوم أعلى من % 25 ، وUB_6 أعلى من % 50 ولكن هذه الكلفة الإضافية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يمكن بسهولة أن تبدو وتعلل بالأمد والحياة الطويلة ، ومقومات (إرجاءات) محدودة من أجل الصيانة ومرونة أكبر في اختيار الصخر وشروط التشغيل .

ثنائي الهيدريت والعمليات ذات المرحلتين :

لم تبذل أية محاولة لوصف ودراسة ثنائي هيدريت والعمليات ذات المرحلتين ، ولكن الجدول المبَّسط ، الشكل (6) بالنسبة لمعمل Trepca (يوغسلافيا) باستعمال عملية Fisons HDH هو مطابق بشكل أقل أو أكبر. والوصف المختصر للعملية يجري على النحو التالي :

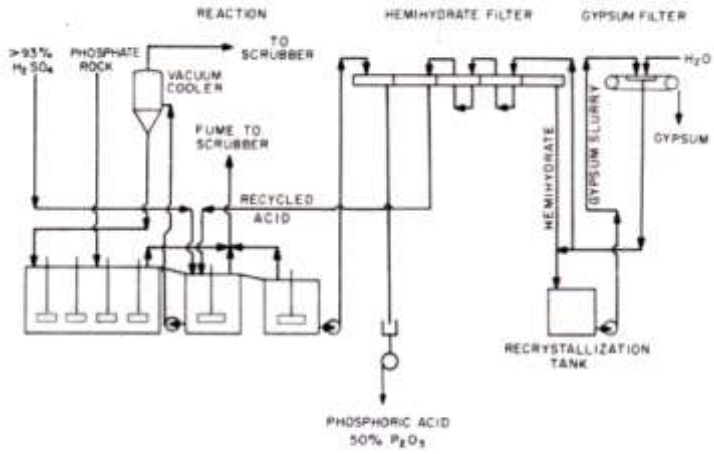


Figure 6. Flow Diagram for Hemihydrate–Dihydrate Phosphoric Acid Process.

إن عملية Fisons ثنائي هيدريت ذات المرحلتين أو عملية HDH مبنية ومنشأة من أجل Trepca ، هي مقدرة لإنتاج % (50-52) من P_2O_5 من حمض الفوسفوريك عند كفاية مرتفعة تصل إلى % 98.5 . العملية تتألف من جهاز تفاعل ثنائي هيدريت ترشيح ثنائي هيدريت ومرحلة إعادة التبلور وترشيح ثنائي هيدريت ومرحلة إعادة التبلور وترشيح ثنائي هيدريت . صخر الفوسفات ،% 100 أقل من 1.7 ملم ، يلقم إلى المفاعل الأول عبر سير (شريط) وزني . الخبث الناتج من المفاعل الأول يجري المفاعل الثاني والذي إليه حمض الكبريت المسبق المزج "والحمض العائد" يضافان درجة الحرارة في كلا المفاعلين

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تضبط ضمن (100-98) (بواسطة إعادة تدوير الخبث خلال مبرد ومضي لإزالة الحرارة الزائدة للتفاعل والتحفيف .

إن شروط التفاعل في كلا المفاعلين هي هامة لأن نجاح العملية يعتمد على نمو مقنع للبلورات المتماثلة (المتناظرة) مع ترشيح عالٍ ومرتفع ومعدل غسيل وتصفية . إن تحكم وضبط السلفيت في المفاعلات أمر هام وضروري ، والنسبة الثابتة للخبث الذي تم ضخه من المفاعل الثاني إلى المبرد الومضي زائد (إضافي) يتم إعادته إلى المفاعل الثاني عند % (1.5-2.0) من مستوى السلفيت والخبث بعد ذلك يجري ويتدفق إلى صهريج تغذية المرشح .

المفاعل الأول هو صهريج معترض (اعتراضي) مع أربعة من المقلاب بشفرات ستة ، اثنتان منها تضخان إلى الأعلى واثنتان تضخان إلى الأسفل وذلك للحصول إلى تحول وانقلاب كافي بشكل عالي للخبث المفاعل الثاني وصهريج تغذية المرشح يزددان بمحراك (مقلاب مفردة بستة شفرات وهي بالمثل اعتراضية (معترضة) .

عملية Fisons تستعمل اثنين من المرشحات المضبوطة بشكل مستقل وذلك من أجل ترشيح الخبث . وهذا يساعد السرعة والثخن اللازم لـ Cake لأن يصل إلى حده الأعظمي في كل من كلا المرشحين بشكل مستقل .

الخبث من صهريج تغذية المرشح يضخ إلى مرشح ثنائي هيدريت . .. أي مرشح ضغطي ذو حوض مائل (قلاب) ففي مقياس (معياري) مع ثلاثة مراحل غسل التيار المعاكس . حمض إعادة نصف هيدريت المعاد الدوران من المرحلة الثانية يستعمل من أجل غسل Cake النهائي وغسل الحوضي . الحمض من مرحلة الغسل الأولى ، مع جزء من حمض المنتج يعاد إلى جهاز التفاعل . هذا هو حمض إعادة نصف هيدريا الذي يمزج مسبقاً مع % 98 من حمض السلفوريك وتلقم إلى المفاعل الثاني . باقي حمض المنتج يضخ إلى نسبة تصل % 50 من صهريج تخزين الحمض P_2O_5.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ثنائي هيدريت المفرغ من المرشح ذو المرحلة الأولى يمر بواسطة ممر مجرى مائل إلى صهريج إعادة التبلور المحَّرك في هذا الصهريج زمن الاستبقاء (الاحتفاظ) ، محتوى الأجسام الصلبة والتركيب الكيماوي كلها أمور يتم ضبطها والتحكم بها لتأكيد وضمان إعادة التبلور الكاملة لنصف هيدريت إلى ثنائي هيدريت . والشبكة (النظام التشابكي) المترسب لـ P_2O_5 يتحرر ويتفكك من نصف هيدريت خلال العملية . حمض الكبريت يضاف إلى صهريج إعادة التبلور لتثبيت شوارد الكالسيوم المتحررة وللحفاظ على شروط مثالية لاسترداد أعظمي لـ P_2O_5 وتعزيز نمو بلورات نصف هيدريت الجيدة.

إن خبث نصف هيدريت يضخ إلى مرشح سيري مستمر حيث يغسل بالماء الداخل الجديد . ناتج الترشيح والذي يدعى بـ حمض إعادة نصف الهيدريت والذي يحتوي على P_2O_5 المشابك والمسترد ، يعاد دورانه إلى مرشح نصف هيدريت كغسل نهائي وكذلك غسل حوضي . إن Cake نصف هيدريت يصرف ويفرغ جافاً من المرشح ويعاد في صخريج محرَّك (مهيج) ويضخ من أجل التخلص منه . وبشكل متناوب فناتج التصريف الجاف يمكن أن يستعمل .

انسكاب وفائض الحمض يتم جمعه في مجمع أرضي ويعاد إلى صهريج إعادة التبلور . صهريج الغسل يركب للسماح بغسل دائري (مستدير) مغلق وتيري لمعدات وتجهيزات المرشح مع ماء ساخن أو محاليل كيماوية إن لزم الأمر .

وبالتالي فإنه لايكون لازماً (مطلوباً) غسل منتظ لمعدات وتجهيزات خبث التفاعل .

قسم من الفلورين الملقم مع الصخر يتم انتشاره وانبعاثه وهذا قد يسترد كـ H_2SiF_6 . على الصخر المغربي ذو الدرجة المقياسية (المعيارية) فإن % (40-50) من الفلورين الملقم في الصخر ، يتم انبعاثها في المبرد الومضي والمفاعلات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأبخرة من المبرد الومضي تمر إلى برج غسل والتصفية الضغطي ذو المرحلتين . في جهاز غسل الغاز (الفلورين) المبدئي (الأولي) فإن الأبخرة تصفى وتغسل بإعادة دوران H_2SiF_2 . الماء الجديد يلقم إلى داخل جهاز غسل الفلورين الثانوي واسترداد كامل للفلورين في زيادة تصل إلى % 99 يتم ضمانها وكفالتها و% 23 من H_2SiF_2 تكون منتجاً ثانوياً .

غازات الانفلات من المفاعلات ومرشح نصف هيدريت تمرر خلال جهاز غسل الغاز المشتغل تحت ضغط جوي والذي من أجله نفس تركيز حمض فلوسيليسيك وكفاية الغسل قد تم الحصول عليها .

إن ميزات عملية ثنائي هيدريت ونصف هيدريت بشكل عام قد درست سابقاً ، في هذه الحالة الخاصة لم يكن هناك بخاراً فائضاً ومتوفراً عن عملية إنتاج حمض السلفوريك وهكذا فإن تجنب الحاجة للبخار من أجل تركيز الحمض كانت ميزة هامة .

التدابير الاقتصادية لإنتاج حمض الفوسفوريك :

تكاليف المواد الخام : إن كلفة إنتاج حمض الفوسفوريك قد تأثرت بشدة بكلفة المواد الأولية أي صخر الفوسفات وحمض الكبريت . وكميات هذه المواد الخام ، لكل طن من P_2O_5 المسترد ، تتأثر بدرجة ورتبة الصخر وكذلك نسبته من P_2O_5 : CaO وذلك كما تم الدراسة مسبقاً . في دراسة موسعة ، فإنه فقط المعدات والتجيهزات الوسطية سوف يتم استعمالها ، ولكن يجب التذكر أن هذه المعدات أن تختلف وتتنوع بشكل جوهري وأساسي عن الوسطي في أوائل 1977 ، كان قائمة الأسعار للصخر المغذي 72 Bpl تصل إلى 38.00 دولار/طن و35.25 دولار/طن (يوسفية) s. a. f (واصل) إلى المدافئ المغربية ، وصخر 72 Bpl الفلوريدي قد بلغ 28,50 دولار/طن . b. o. f تامبا . وأسعار الكميات كبيرة يمكن أن تكون منخفضة ودون ذلك . ومعدلات الشحن المحيطي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قد تصل إلى أكثر من 20 دولار/طن من المغرب إلى الهند مثلاً . بالإضافة إلى أن تكاليف النقل في الداخل تكاليف التفريغ الحمولة قد تزيد التكاليف المسلمة إلى أكثر من 80 دولار/طن في بعض الحالات . التكاليف المسلمة للكبريت مؤخراً تراوحت من 50 دولار إلى 70 دولار للطن. حمض الكبريت المصنع من الكبريت والذي يكلف 50 دولار/طن يحتمل أن يكلف 30 دولار/طن أو أكثر . وبافتراض أن الصخر يكلف 50 دولار وحمض الكبريت 30 دولار فإن مجمل ومجموع كلفة هاتين المادتين الخام هي 244 دولار/طن الواحد من P2O5 كحمض فوسفوريك أي:

صخر الفوسفات 50 * 3.22 دولار = 161 دولار .

صخر الكبريت 30 * 78. 2 دولار = 83 دولار .

المجموع 244 دولار

وبما أن سعر السوق العالمية المتداول لحمض الفوسفوريك هو حوالي 200 دولار/طن من P_2O_5 ، فإنه من الواضح إنتاج حمض الفوسفوريك من المواد الخام المستورد ليس مهماً اقتصادياً في الوقت الحالي 1978 ولكن ، سعر الأسمدة الفوسفاتية والمواد المتوسطة (الوسيطية) تكون منخفضة حالياً بسبب فائض الاحتياطي . والتوقعات تشير إلى أن فائض الاحتياطي هذا سوف يستمر على الأقل خلال (98) .

معظم معامل حمض الفوسفوريك الجديدة سوف تقع عند أو بالقرب من مصدر صخر الفوسفات أو حمض الكبريت أو كلاهما وكلفة صخر الفوسفات عند المنجم قد تتنوع بشكل واسع ، ولكن في حالات عديدة تقع في المدى (المعدل) (25-20) دولار/طن .

وكلفة حمض الكبريت أو الكبريت أيضاً قد تختلف بشكل واسع وذلك اعتماداً على فيما إذا كان كبريتاً مسترداً ، كبريت مُعَدَّن أو حمض كبريت منتج ثانوي من حمض المصهر والمسبْك . في الحالة الأخيرة ، كلفة استرداد حمض

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكبريت من عملية المهصر تكون ضرورية لتجنب التلوث الجوي وكبديل لاستعمالها هناك عملية التخلص والتصريف الغالية مثل التعديل بالحجر الكلسي.

تكاليف رأس المال :

كلفة رأس المال للعمليات الموضحة مأخوذة من TVA Bulletin بناءً على تكاليف عام 1974 والتي ازدادت بنسبة % 26 للسماح بالصعود والارتقاء إلى عام 1978 .

تقديرات TVA كانت كالتالي :

1- سهولة تفريغ الحمولة للصخر قد حذفت وتم الاستغناء عنها ، فإذا تمركز المعمل عند المنجم فإن مثل السهولة واليسر لن يحتاج إليها .

2- تصفية وتنقية الحمض يتم الاستغناء عنها ، في معظم الحالات سوف تكون من غير الضروري وذلك إن استعمل الحمض عند المعمل .

3- كذلك سهولة تخزين الحمض انخفضت إلى 1 يوم من أجل إنتاج 30 % من حمض P_2O_5 ويومان من أجل إنتاج % 54 من الحمض .

هذا يجب أن يكون كافياً وفعالاً وذلك إن استعمل الحمض عند المعمل . إن كان من المتوجب شحنة إلى مواقع أخرى فإن تخزين إضافي يحتاج إليه (والتي درست تحت) شحن ونقل حمض الفوسفوريك .

كلفة حدود البطارية المقدرة والناتجة لمعمل ما في منطقة صناعية مثل ساحل الخليج في الولايات المتحدة أو أي موقع أوربي مكافئ ومساوٍ ، تم وضعها (الكلفة) في جدول لمعمل يصل معدله إلى 600 طن من P_2O_5 يومياً.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Item	Cost, U.S. $ Million	% of Total
Phosphate rock storage	0.74	4.4
Phosphate rock grinding	2.96	17.6
Reaction and filtration	7.59	44.9
Acid concentration	2.49	14.7
Gypsum and scrubber ponds	2.59	15.3
Acid storage	0.52	3.1
	16.89	100.0

كذلك فإن كلفة المعمل تختلف مع اختلاف الطاقة . وكلفة وسائل المساعدة (الدعم سوف تعتمد على المكان (الموقع) والكلفة الإجمالية سوف تعتمد على الأساس وعلى بُعْد الموقع (المكان) والجدول التالي والشكل (7) يظهران التقديرات الموضحة لذلك ،

Capital Cost of Phosphoric Acid Plants, U.S. $ Million

Item	Capacity, tons P_2O_5/day			
	200	400	600	900
	tons P_2O_5/day			
Battery limits, industrial location	8.4	13.3	16.9	21.7
Total plant[a], industrial location	12.6	20.0	25.4	32.6
Total plant, developing country[b]	15.8	25.0	31.8	40.8

a. Battery limits x 1.5 allow for auxiliary and support facilities.
b. Total plant cost for industrial location x 1.25.

الكلفة الزائدة في البلدان النامية يفترض أن تكون % 25 ، وتباين الكلفة الفعلية قد يختلف بشكل واسع اعتماداً على البعد وسهولة الوصول للمكان (الموقع) وكذلك توفر الأساس .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

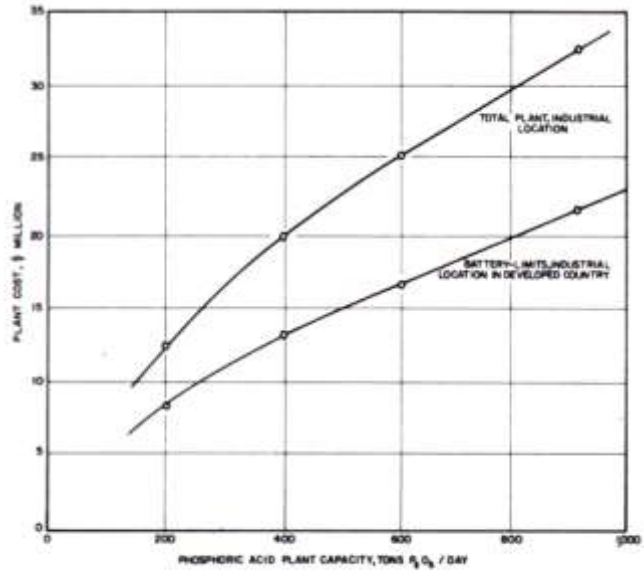


Figure 7. Capital Cost of Wet-Process Phosphoric Acid Plants.

التقديرات لاتشتمل على الأساس الذي قد يكون لازماً مثل الطرق العالية، طرق السككك الحديدية ، سهولة المرفأ (الإسكان وتطوير مرافق المجتمع (الجماعة) ، إسكان النزلاء . وسائل توليد الكهرباء . بعض أوكل هذه العوامل قد تكون لازمة في بعض المواقع (الأماكن) إن تم التخطيط لشحن حمض الفوسفوريك عبر البحار فإن الوسائل لتنقية وتصفية وكذلك تخزين 54 % من حمض P_2O_5 سوف يكون ضرورياً والذي قد يكلف 4-2 مليون دولار بناء على الكمية المشحونة وحجم الشحنات .

تكاليف الإنتاج :

الكلفة المقدرة لإنتاج حمض الفوسفوريك في بلد نام موضحة في الجدول (4) الشروط المفترضة هي مفضلة نسبياً ، صخر الفوسفات افترض أن يكون متوفراً عند قيمة قدرها 20 دولار/طن . والتي تكون ممكنة فقط عندما يقع المعمل عند أو بالقرب من المنجم حيث تكاليف التعدين تكون منخفضة ومعتدلة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 4. ESTIMATED COST OF PHOSPHORIC ACID PRODUCTION IN A DEVELOPING COUNTRY

Plant capacity, tons P_2O_5/day	200	400	600	900
Thousands of tons per year, 100% capacity	66	132	198	297
Fixed capital requirement, $ million	15.8	25.0	31.8	40.8
Production Cost, $ per ton of P_2O_5				
Capital-related costs[a]	42.27	33.48	28.38	24.28
Labor-related costs[b]	8.39	6.42	6.22	5.96
Subtotal	(50.66)	(39.90)	(34.60)	(30.24)
Raw materials costs				
Phosphate rock, 3.22 tons x $20	64.40	64.40	64.40	64.40
Sulfuric acid, 2.78 tons x $30	83.40	83.40	83.40	83.40
Subtotal	(147.80)			
Other costs				
Water and supplies[c]	2.50	2.50	2.50	2.50
Electricity, 150 kWh x $0.02	3.00	3.00	3.00	3.00
Steam,[d] 1.9 tons x $2.50	4.75	4.75	4.75	4.75
Subtotal	(10.25)	(10.25)	(10.25)	(10.25)
Total production costs	208.71	197.95	192.65	188.29

a. Capital-related costs:

Depreciation, 15 years	6.67% of capital/year
Interest at 8% of 1/2 of capital	4.00% of capital/year
Taxes and insurance	2.00% of capital/year
Maintenance	5.00% of capital/year
Total	17.67% of capital/year

b. Labor-related costs:
Operating labor
Supervision and overhead = 100% of operating labor
Quality control = 20% of operating labor
c. Process water, cooling water, recirculated pond water, antifoam chemicals, and other supplies.
d. If steam is available from a sulfuric acid plant, this cost can be credited to sulfuric acid production.

كلفة حمض الكبريت عند قيمة قدرها 30 دولار /طن يستحصل عليها مع الكبريت عند قيمة 50 دولار/طن حتى مع تكاليف المواد الخام المنخفضة نسبياً ، فإن كلفتهم هي % (71-78) من كامل إجمالي الكلفة الإنتاج وذلك عندما يشتغل المعمل عند حد % 100 من الطاقة المقدرة .

إن تأثير التشغيل نسبياً يكون صغيراً مقارنة مع إنتاج أسمدة النتروجين وزيادة القيمة من 200 إلى 900 طن سوف يخفض الكلفة فقط حوالي 20 دولار/طن من P_2O_5 أو حوالي % 10 من المجموع . ولكن إن كانت وحدة حمض الفوسفوريك جزءاً من الوحدات المركبة (المعقدة مع وحدة إنتاج حمض الكبريت والفوسفوريك أو وحدات إنتاج الأسمدة المركبة فإن تأثير المقياس Scake سوف يكون إلى حد ما أمراً هاماً . كذلك إن استدعت الوحدة تطوير للأساس خامل وموسع فإن مقياس التشغيل يجب أن يكون ضخماً بشكل كافي بحث يبرر ويعلل هذه الكلفة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

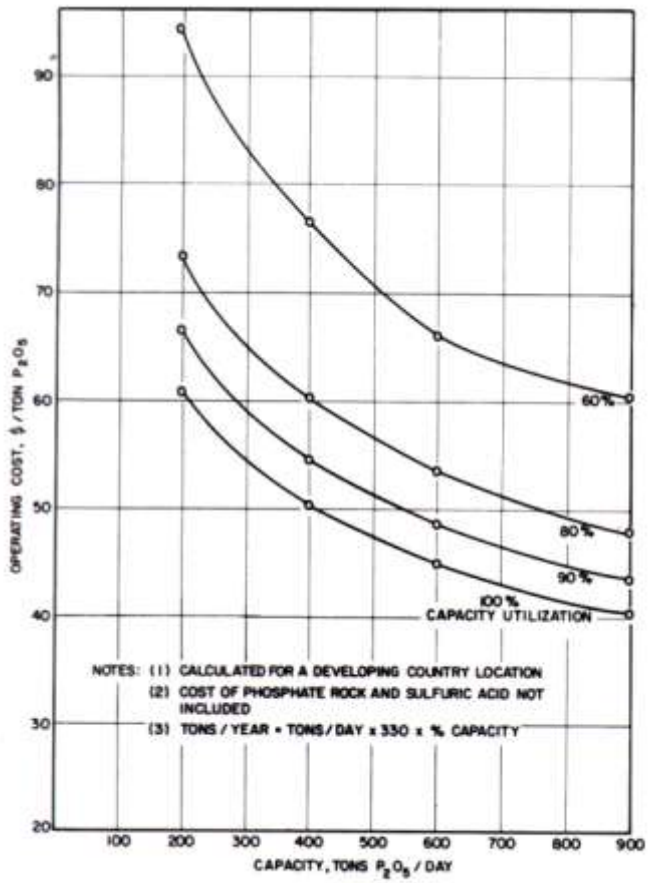


Figure 8. Effect of Scale and Percentage Capacity Utilization on Operating Cost of Phosphoric Acid Plants.

الشكل (8) يظهر تأثير حجم المعمل والانتفاع بالطاقة على كلفة الإنتاج. والانتفاع بالطاقة الإنتاجية في مدى يتراوح مابين % (80-100) ليس له تأثير قوي على الكلفة . ولكن إن كان الإنتفاع منخفضاً بنسبة % 60 فإن التأثير يكون أبلغ وأشد وخاصة بالنسبة للمعامل الصغيرة . ومرة ثانية ، إن كانت وحدة الفوسفوريك هي الوحدة الهامة الأساسية في مجموعة متشابكة فإن تأثير الإنتفاع بالطاقة الإنتاجية على كلفة المنتج النهائي سوف تكون أكثر اعلاناً ووضوحاً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وكما ذكر سابقاً تكاليف صخر الفوسفات وحمض الكبريت تشتمل على نسبة عالية من كلفة الإنتاج الإجمالية. وقد تم الحساب والتقدير للشروط التالية:

طاقة المعمل	600 طن من P_2O_5 يومياً
إنتفاع بالطاقة	90%
تكاليف غير الصخر والحمض	48.62 دولار/طن من P_2O_5
العائد على الاستثمار	10 % من كلفة المعمل/ سنوياً
	(17.84 دولار/طن من P_2O_5)
سعر المبيع لحمض الفوسفوريك	200 دولار 25 % دولار و300 دولار/طن من P_2O_5

ونتائج الحسابات والتقديرات موضحة في الشكل (9)

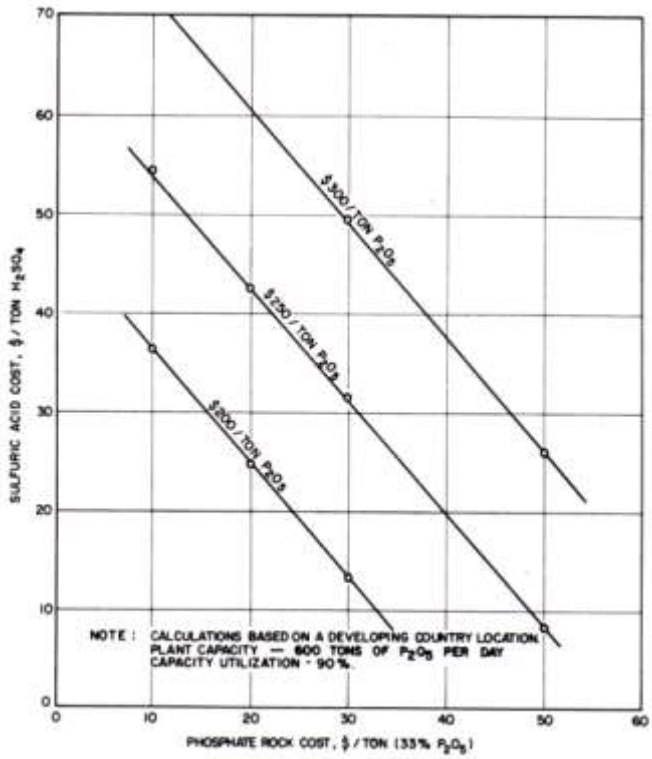


Figure 9. Effect of Sale Price of Phosphoric Acid on Allowable Cost of Phosphate Rock and Sulfuric Acid.

وإن كان سعر مبيع حمض الفوسفور هي 200 دولار/طن P_2O_5 (حوالي السعر السوق العالمي الحالي) فإن مجموع تكاليف الصخر وحمض

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكبريت يجب ألا تزيد عن 131.54 دولار/طن من P_2O_5. هذه الكلفة يمكن أن يحصل عليها مع الصخر عند حد 10 دولار/طن وحمض الكبريت عند 36 دولار/طن أو مع الصخر عند 20 دولار/طن والحمض عند 25 دولار/طن . وهكذا فإن الاتحاد المفضل سوف يكون لازماً للتنافس في السوق العالمية عند مستويات السعر الحالية (1978) . التكاليف الإضافية المترافقة مع الشحن بالمحيط للحمض سوف تدرس فيما بعد .

ولكن إن كان من المتوجب استعمال حمض الفوسفوريك لصنع الأسمدة الفوسفاتية من أجل الإستعمال المحلي فإنها يجب أن تتنافس مع الكلفة المسلمة للحمض المستورد الذي قد يصل إلى 250 دولار/طن في العديد من المواقع . عند هذا الحد من السعر تشغيلاً مثمراً يمكن الحصول عليه بالصخر والحمض عند حوالي 30 دولار/طن أو مع الصخر عند قيمة مقدارها 20 دولار/ طن والحمض عند 42 دولار/طن . وإن ارتفع سعر السوق العالمية وهو أمر مستحب أو أن المعمل يقع في منطقة تسويقية حيث استيراد حمض الفوسفوريك سوف يكون غالياً بشكل غير معقول (غير عادي) وسعر المعمل لـ 300 دولار/طن (أو أكثر) قد يكون أمراً واقعياً حقيقياً . في هذه الحالة الاتحادات مثل ، الصخر عند 50 دولار للطن والحمض عند 26 دولار/طن أو الصخر عند 20 دولار/طن والحمض عند 61 دولار/طن سوف تكون مثمرة بشكل كامن . التقديرات أعلاه هي للعمليات الموضحة فقط .

شحن حمض الفوسفوريك :

التطور الحديث النسبي هي شحن حمض الفوسفوريك من نقطة الإنتاج إلى مراكز أخرى حيث يتحول إلى فوسفات نهائية أو أسمدة مركبة . الشحن الموسع المكثف يحدث ضمن حدود الولايات المتحدة وبشكل رئيسي بواسطة السكك الحديدية من المنتجين في فلوريدا ، كارولينا الشمالية ولويزيانا إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المصنعين الأسمدة المتمركزين في مناطق التسويق والذي ينتجون تنوعاً كبيراً من الأسمدة المركبة (السائلة والصلبة) من أجل البيع المحلي . وهناك كميات أساسية لا بأس بها من حمض الفوسفور المشحونة ضمن أو بين أوربا ، جزء منها يشحن بواسطة السكة الحديدية ، ولكن الشحن بواسطة المراكب الساحلية أو بواسطة المراكب خلال الممار المائية الداخلية هو أمر شائع ومعروف .

الشحن عبر المحيطات ينمو ويزداد بسرعة والعديد من المنتجين قد بنوا أو أنهم يبنون وسائل لإنتاج حمض الفوسفور المعدن أساساً للتصدير . البلدان المصدرة الرئيسية هي المكسيك ، المغرب ، الولايات المتحدة ، اسبانيا ، فرنسا، تونس ، جنوب أفريقيا واسرائيل . البلدان المستوردة هي : الهند ، البرازيل ، كولومبيا والعديد من الدول الأوروبية واليابان . الشحن عبر المحيطات قد فاق 1 مليون طن من P_2O_5 في عام 1976 وزيادة أخرى متوقعة في 1977 لأن وحدات حمض الفوسفور الجديدة والضخمة قد دخلت في الإنتاج في جنوب أفريقيا والمغرب مع المردود (النتاج) الحق للتصدير . في عام 1977 التجارة العالمية في حمض الفوسفوريك قدرت بـ 1.5 مليون طن من P_2O_5 وزيادة قدرها 42 % لما بعد 1976 .

معظم الحمض شحن عبر البحار وكان من تركيز حمض P_2O_5 الذي بلغ 54 % على الرغم من أن حمض مافوق الفوسفور أي % (72-96) من P_2O_5 قد شحن ومازالت الخطط في تقدم لتأمين شحنات لأكثر من 1 مليون طن يومياً من حمض سوبرفوسفور من الولايات المتحدة (جاكسونفيل ، فلوريدا) إلى موانئ روسيا (الاتحاد السوفياتي) مثل أوديسا على البحر الأسود ومنينتسبل على بحر البلطق . ميزات شحن حمض الفوسفور التعددية في الاستعمال ، التحميل والتفريغ السريع للسفن والتركيز العالي . حمض الفوسفور قد يستعمل لإنتاج أي فوسفات مرغوب به أو أسمدة مركبة لمواجهة الحاجات المحلية بينما TSP أو فوسفات الأمونيوم هو أقل تعددية في الاستعمال . مقارنة مع استيراد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المواد الأولية فإن 1 طن من P_2O_5 كحمض فوسفوري يتطلب شحن يبلغ 1.85 طن من 54 % من P_2O_5 أو 1.34 طن من 70 % من حمض P_2O_5 مقارنة مع حوالي 4.3 طن من المواد الخام لـ 3.3 طن من صخر الفوسفات + حوالي 1 طن من الكبريت .

والمساوئ هي : الحاجة لسفن مجهزة ومزودة بشكل خاص وكذلك محطات طرفية خاصة بمضخات وصهاريج تخزين عند كل من نقاط الشحن والاستقبال (كذلك فإن الحاجة لمعالجة أخرى إضافية من قبل المستوردين قد حدد السوق فقط بالنسبة للبلدان التي لها متطلبات كافية لضمان مثل هذه الوسائل . حمض الفوسفور المعد للشحن يجب أن يكون نسبياً خالياً من الأجسام الصلبة التي تكون الحمأة (الكدارة) وإن كانت فيجب أن تكون أقل من 1% . ولمواجهة هذه المتطلبات الحمض عادة يجب أن ينقى وذلك كما درس سابقاً في هذا الفصل وكمية الحمأة تعتمد على تركيب صخر الفوسفات وعملية إنتاج حمض الفوسفور وفي بعض الحالات تكون التصفية والتنقية غير ضرورية .

العديد من المواد الكيماوية السائلة غير حمض الفوسفور تشحن بالجملة والعديد من السفن تزود بصهاريج مبطنة بالستانلس ستيل ، المطاط او أي مواد مقاومة للحمض . مثل هذه السفن تحمل حمض الفوسفوز وكذلك مواد كيماوية أخرى .

بالإضافة إلى أن سفن عديدة قد بنيت خصيصاً لنقل حمض الفوسفوز ومازال الكثير منها قيد البناء والإنشاء بالنسبة للشحن لمسافات طويلة وبعيدة ، فإن أوعية (صهاريج) ضخمة تستعمل وتكون مفضلة والعديد منها قد تبني مؤخراً في مدى يتراوح من 20,00 إلى 24,00 طن كطاقة إنتاجية على الأقل واحد من 38,000 طن كطاقة إنتاجية هو قيد الاستعمال .

وواضح أن طاقة التخزين عند المحطات الطرفية يجب أن تكون على الأقل مساوية لحجم أكبر شحنة على الرغم من أن السفن قد تحمل وتفرغ عند

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أكثر من محطة طرفية . المحطة الطرفية قد تمت وأكملت في مدينة مورهيدا Marchead ، كارولينا الشمالية بطاقة تخزينية تصل إلى 22,000 طن وبكلفة قدرها 2.6 مليون دولار . محطة أخرى في فلوريدا بطاقة 300,000 طن وكلفة 3 مليون دولار . تقدير 1973 أعطى كلفة تخزين الحمض بطاقة 30,000 طن بـ 1.23 مليون دولار . وكلفة الإنشاء تزداد منذ عام 1973 حتى وصلت إلى حوالي 40 % . الدراسة العالمية لعام 1976 أظهر أن 64 محطة طرفية هي في التشغيل أو أنها تمت الإنشاء والبناء لشحن ورأو استقبال حمض الفوسفوريك . والدراسة الأكثر حداثة والصادرة من ISMA في آب 1978 وضعت 82 محطة طرفية عرية ملاحية في قائمة مع طاقة تخزينية بجمعية تصل إلى حوالي 1,5 مليون طن . كذلك دراسة أخرى لـISMA نصف 128 سفينة والتي هي ملائمة لنقل حمض الفوسفوريك وسوائل أكالة أخرى بطاقات تتراوح من 500 إلى أكثر من 30,00 طن . الجدول التالي يُري عدد السفن في مدى متعدد للطاقة .

Dead Weight Capacity	Number of Ships
950- 2,000	13
2,001- 5,000	38
5,001-10,000	35
10,001-20,000	9
20,001-30,000	25
Over 30,000	8
	128

لإنشاء وبناء صهاريج التخزين فإن الصهاريج الفولاذية المبطنة بالمطاط هي المستعملة عادة على الرغم من أن بطانة الستانلس ستيل قد تستعمل . في بعض الحالات ، تستعمل البرك والبحيرات الساحلية للتخزين . البرك تبطن بصفيحات ثقيلة من المطاط أو البلاستيك والمبطنة بطبقة سفلية مع حص مع صرف (قناة صرف) إلى حوض تجميع بحيث أن أي تسرب يمكن أن يكتشف ويعاد إلى بركة أخرى . مثل هذا التركيب بالقرب من كامبا تتألف من أربع برك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بطاقة إجمالي إلى 11,00 طن . البرك لها أغطية بلاستيكية منفوخة بالهواء أو الغاز لحمايتهم من المطهر والتلوثات الأخرى . معظم صهاريج التخزين لها وسائل لتحريك الحمض لمنع ترسب الأجسام الصلبة . الكلفة التشغيلية للمحطة الطرفية يعتمد أساساً على Throughput وبافتراض أن 30,00 طن من المحطة الطرفية التخزينية فإنها تكلف 3 مليون دولار ، والتكاليف للتشغيل السنوية قدرت بالتالي :

Depreciation, 15 years	$200,000
Maintenance, 5%	150,000
Labor and overhead	30,000
Total	$380,000

وبالنسبة لـ Throughput السنوي والذي يصل إلى 100,00 طن من P_2O_5. ويجب أن يضاف لهذا الفائدة أو رو العائد على رأس المال الثابت والمشتغل (المتحرك) وبافتراض أن الطاقة التخزينية هي نصف ممتلئة وقُدر الحمض بـ 200 دولار/طن فإن رأس المال المشتغل هو 15,000طن × 0.54 × 200 دولار =1.62 مليون دولار . والكلفة الإجمالية هي 4.62 مليون دولار .

إن كان العائد والربح على الاستثمار بنسبة 14 % كان متوقعاً فإن كلفة الطن الواحد من P_2O_5 سوف تبلغ حوالي 6.45 دولار معطياً بذلك كلفة إجمالية إلى10.45 دولار . بالنسبة لحمض الفوسفور فإن كلفة الطن الواحد من P_2O_5 سوف تبلغ 70.54 × 10.25 دولار = 7.91 دولار/طن من P_2O_5 . والكلفة المشابهة سوف يتم اشتمالها من أجل المحطة الطرفية المستقبلية .

من الصعب مقارنة كلفة المحطة الطرفية لحمض الفوسفور مع تلك المنتجات الصلبة مثل ثنائي سوبر فوسفات (TSP) أو فوسفات أحادي الأمونيوم (MAP) . كلفة وسائل التخزين لنفس العدد من الأطنان من الأجسام الصلبة 30,000 طن قد قدرت بحوالي 40 % من كلفة حمض الفوسفوريك . ولكن الاستثمار الأساسي في التجهيز الفني سوف يكون مطلوباً لاسترداد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

واستعادة الأجسام الصلبة بالجملية من التخزين ولنقلهم إلى السفينة . بالإضافة إلى كمية أساسية من الجهد والعمل سوف تكون مطلوبة لتشغيل التجيهزات (المعدات) بينما تكاليف التحميل والتفريغ هي غير هامة بالنسبة لحمض الفوسفور . بالنسبة لمحطة طرفية مستقبلية في البلدان النامية والتي يمكن ألا تكون مزودة بوسائل ميكانيكية (فنية) وكامل (مجمل) كلفة تخزين في الميناء والتفريغ ربما تكون أعلى بالنسبة للمواد الصلبة .

يبدو أنه من المحتمل أن تخزين المحطة الطرفية الكلي (الإجمالي) وتكاليف المعالجة قد تكون نفسها للحموض وكذلك للمواد الصلبة معدلات الشحن بالنسبة للشحن عبر المحيطات لحمض الفوسفور لم تصدر حتى الآن والحمولات والشحنات الكبيرة (الضخمة) عادة ماتشحن في مراكب جوّالة . معدلات الشحن تراوح وتبدل بشكل كبير بتغيير العرض والطلب من أجل مساحة الشحن . ومن المعقول تماماً افتراض أن تكاليف الشحن سوف تكون أعلى بالنسبة لحمض الفوسفور وذلك لسبب الإنشاء الخاص المطلوب (اللازم) ودراسة أجريت في 1973 تفترض أن الكلفة سوف تكون % 40 أعلى بالنسبة للنقل بالجر القصير (شمالي أفريقيا إلى أوربا الشمالية وأعلى من % 25 للنقل بالجر والسحب الطويل (الولايات المتحدة إلى الهند) ولكن عند ذلك الوقت فقط سفن محدودة يتم تزويدها لنقل الحمض والآن لسبب تواجد عدد كبير من السفن فإن التباين قد ينتفخض ويقل .

الانتفاع والاستفادة من جص المنتج الثانوي :

في إنتاج حمض الفوسفور بالطريقة (العملية الرطبة) فإن (4.5-5.0) طن من (الأساس الجاف) لجص المنتج الثانوي تنتج لكل طن من P_2O_5 المسترد كحمض فوسفور . وفوسفو الجص يحتفظ ويستبقي على الأقل % 20

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من الماء الحر وزناً . والتخلص بالمنتج الثانوي والوسائل الأساسية للإنتفاع بفوسفو الجص هي :

1- تحضير سلفيت الأمونيوم بواسطة تفاعل الجص مع الأمونيا وثاني أوكسيد الكربون (درس في الفصل VIII) .

2- تحضير الاسمنت وحمض الكبريت بواسطة تحميص الجص مع الفحم والطين أو الطَفَل (درس في الفصل XII) .

3- تحضير الجبس (الملاط) أو اللوح المجصص لبناء المواد أو تحضير قوالب (كتل من خشب وحجر أو معدن) مضغوطة أو مصبوب (مسبوك) لأغراض إنشائية .

4- الاستعمال في الاسمنت كمعوق صلب وجامد .

5- الاستعمال كحشوة (جهاز تعبئة) للأسمدة .

6- الاستعمال من أجل التطبيق المباشر على التربة الزراعية وذلك عندما التربة تتطلب ذلك .

الاستعمال من أجل مواد البناء :

الجبس أو الملاط يتألف أساساً من الجص الذي أزيل عنه الماء وتحويل إلى نصف هيدريت $(CaSO4:1/2H_2O)$ تحت شروط مضبوطة ومحكم بشكل كبير بحيث أنها سوف تتميأ ثانية بسرعة عندما تمزج مع الماء .

الجص المنزوع الماء عادة يطحن إلى ذرات دقيقة وأحياناً يخلط مع الحشوة قبل الاستعمال . فوسفو الجص يجب أن ينقى ويصفى لهذا الاستعمال ، إن حد التنقية والتصفية يعتمد على كمية ونوعية الملوثات (الشوائب) وكم من الملاط يجب أن يستعمل عند يستعمل الملاط كطلاء على الجدران الداخلية وعادة مايكون اللون الأبيض اللامع مطلوباً ومرغوباً . الشوائب العضوية الناشئة عن بعض صخور الفوسفات قد تسبب لون أسود غير مرغوب . جزء من فوسفو

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجص قد ينقّى بشكل كافٍ بالغسل في الماء وتمرير الخبث خلال هيدروكلون لاسترداد التجزئة الخشنة ، بينما الدقائق التي هي بدون الحجم والتي لها محتوى شائبي مرتفع فإنه يتم التخلص منها وطردها .

عندما يكون الجص نقياً ، فإن غسلاً بسيطاً لإزالة الحمض المتخلف قد تكون كافية وفعالة . الجزء الآخير من الحمض قد يعدَّل بالكلس وماء الغسل يفصل بالترشيح .

ولإنتاج ألواح جدارية ، فإن ترسيب سريع يكون ضرورياً وفوسفو الجص مع محتوى عالٍ من P_2O_5 يكون غير ملائم (مناسب) الجص المنتج بواسطة عملية ثنائي الهيدريت . نصف الهيدريت عادة لها محتوى غير ذواب منخفض من P_2O_5 لهذا الغرض قد يحتوي فوسفو الجص على Radionucleides ناتجة عن صخر الفوسفات ، في بعض الحالات هذه الشوائب الإشعاعية قد تسبب مستوى من الاشعاع مرتفع بشكل كافٍ .

بعيداً عن الشوائب ، الميزة السيئة الأساسية لفوسفو الجص وذلك فيما يتعلق باستعماله كجبس (ملاط) هي محتواه من الرطوبة العالي . والذي يؤدي إلى كلفة وقود عالية للتجفيف ولهذا السبب كان هناك استعمال قليل وضيئل للفوسفو الجص من أجل مواد البناء في البلدان حيث الجص الطبيعي يكون متوفراً ومتاحاً . في اليابان حيث لايكون هناك احتياطي محلي للجص الطبيعي ، فإن فوسفو الجص قد استعمل لمدة طويلة كملاط ومواد إضافية اسمنتية . ومؤخراً حديثاً الكلفة المرتفعة المتصاعدة لطرق التخلص المقبولة بيئياً قد أدت ببعض البلدان الأوروبية لأن تشرع وتباشر الإنتفاع والاستفادة .

المؤلفات بخصوص موضوع إنتاج منتجات ملاطية (جصية) من الفوسفوجص هي ضخمة ، وبالتالي فإنه فقط كم قليل من عمليات متعددة والتي هي قيد الاستعمال أو تحت التطوير تكون ممكنة في هذا الكتيب والدراسة المطولة المفصلة قد صدرت في الفوسفور والبوتاسيوم ضمن سلسلة من أربعة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أجزاء تحت عنوان (التخلص من الفوسف الجص . الأجزاء الثلاثة والجزء الرابع يدرس العمليات لتحضير وتصنيع منتجات الملاط . وبشكل عام فإن لعمليات تتألف من 1- التنقية لفوسفور الجص بما في ذلك في بعض الحالات إضافة المواد الكيماوية مثل الكلس لتعديل الحموضة .

2- المعالجة الحرارية لتحويل الجص إلى نصف هيدريت وثنائي هيدريت أو مزيج من الاثنين معاً .

3- تحضير والإعداد للتسويق الذي قد يتضمن الطحن أو التكورّ وفي بعض الحالات التجفيف .

نصف الهيدريت يوجد على شكلين بللوريين: صيغة (شكل ألفا ينتج عند يسخن الفوسفوجص تحت الضغط في أوتوكلاف إلى حوالي °130-160 . وصيغة بيتا يحضر بواسطة التجفيف والتكلس (التحميص) عند حوالي 140(تحت شروط مضبوطة ومحكمة . كلا الصيغتين يمكن أن تستعملان لصنع وتحضير منتجات ملاطية ولكن صيغة ألفا تنتج ملاط أكثف وأقسى (أصلب). معظم عمليات التكليس من المحتمل أن تنتج مزيج من نصف هيدريت بيتا وأنهيدريت ولكن مثل هذه الخلطات تكون مقبولة لمعظم استعمالات الملاط وقد تكون مفضلة بالنسبة للبعض فقط .

عملية Cand F Chemic قد درست من قبل Neveu وهي تستعمل في فرنسا في معمل طاقته الانتاجية 130,000 طن يومياً وذلك لتصنيع وإعداد ألواح ملاطية ، الفوسفو الجص يغربل وهو رطب لإزالة الجزيئات (الحبيبات) الكثيرة مثل الكوارتز وتغسل لإزالة الشوائب الذوابة والشوائب العضوية ومن ثم تعدل بماء الكلس ويزال عنها بالترشيح . بعد ذلك تجفف وتحمص في سلسلة من فرازات مخروطية ثلاثة مع الهواء الساخن وتطحن إلى بودرة دقيقة.

عملية Phone - Phulenc قد استعملت في معملين ف فرنسا بطاقة إنتاجية كاملة تصل إلى حوالي 300,000 طن يومياً معامل أخرى مازالت قيد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الإنشاء في رومانيا والبرازيل . اجراءات التنقية تعتمد على ميزة ونوعية الفوسفور الجص والمعالجة الدنيا تعمل على فصل للجزيئات الضخمة غسلها لإزالة الشوائب الذوابة ، تعديلها بالكلس وإزالة الماء بواسطة الترشيح أو الطرد المركزي . فبالنسبة لفوسفور الجص مع شوائب كثيرة فإن الغسل المكرر مع إزالة قليلة أو أن الطفو أو العوم قد يستعمل إعادة المنقاة (المصفاة) تجفف وتحمص في خطوة واحدة أو خطوتين . وميزة (للعملية ذات المرحلتين) هي أن بعضاً (جزءاً) من الفوسفو الجص المجفف يمكن أن يزال بعد خطوة التجفيف الأولى وذلك من أجل الاستعمال كمادة مضافة (إضافية) اسمنتية . أما المكلس ذو الاحتراق المباشر أو المكلس ذو الحوض المميع المسخن بالهواء الساخن يمكن أن يستعملان (يستعمل) عمليات وطرق Knauf تتم تقديمها من قبل شركة ألمانية غربية وهي شركة Gebrueder Knauf West Deutch Gipswerke حيث ثلاثة طرق مختلفة استعملت في معملين في ألمانيا وواحد في بلجيكا بطاقة إنتاجية تصل إلى 1 مليون طن تقريباً من منتجات الملاط المتنوعة بمافي ذلك قوالب تجزئة الجص . العمليات الثلاثة تختلف في درجة التنقية ومثلاً واحدة من العمليات تتلقى نصف هيدريت من عملية Peayon برايون المركزية والتي طالما كانت نقية إن حد التنقية يقلل بواسطة المواد المضافة التي تترسب الفوسفات على شكل (صيغة) كامنة. التفاعل يكون بطيئاً ويتم في سلوة (مطمورة) التفاعل بعد إزالة ماء جزئية لنصف الهيدريت . والصفة (الميزة) غير العادية هي أن المنتجات المعدة لملاط الغباء والإنشاء تكور في جهاز تجيب مسطح إلى حد حجم الجزيء أي على الأقل 20 + 0.2 % ملم بعد إزالة الماء الجزئية بواسطة إضافة كمية صغيرة من الماء لتمييه ثانية جزءاً من نصف الهيدريت الحجم الجزيئية الخشن يكون مفضلاً من أجل ملاط البناء والإنشاء .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عملية CERPHOS تستعمل في معمل ذو طاقة انتاجية 30,000 ألف طن يومياً في السينغال يبدو أنها مماثلة لعملية C&F باستثناء أن تنقية (تصفية) أكثر لفوسفور الجص تستعمل وهذا يتضمن الغربلة الرطبة– الطفو (العوم)

عمليتا غسل وإضافة من كربونيت الكالسيوم . المنتج يجفف بالهواء المسخن في مجفف ومضي ويكلسي في فرن ذو احتراق غير مباشر .

استعملت عملية ICI في اثنين من المعامل الضخمة في انكلترا ولكن كلاهما توقف بسبب الصعوبات الناشئة عن التغيرات في تركيب صخر الفوسفات العملية استعملت طرق مقياسية (معيارية) للغسل والتعديل لتصفية فوسفو الجص المتبعة بتكليس وتحميص لنصف هيدريت بيتا . العملية قد طورت عملية نصف هيدريت ذات الحالة الرطبة لانتاج نصف هيدريت ألفا ولكنها لم تستعمل بعد .

العمليات الأخرى لم تعرف بعد استعمال التجاري قد تطورت من قبل FCI الهند و Allied Chemical في الولايات المتحدة . العملية الأخيرة والتي هي معدة خصيصاً لتصنيع اللوح الملاطي (الجصي) تتضمن الصفة والميزة غير العادية للتعديل بالأمونيا المكونات الحمضية لفوسفو الجص . العمليات المستخدمة في اليابان لصنع وتحضير المنتجات الملاطية تأثرت بانتشار وسيادة عمليات حمض الفوسفور ثنائي هيدريت– نصف هيدريت والتي تعطي (تنتج) جص نقي غير عادي ولذلك فإن خطوة التنقية يمكن تبسيطها .

من الملخص المختصر أعلاه من الواضح أن العمليات لصنع منتجات ملاطية بواسطة مسلك (بيتا نصف هيدريت) الجاف قد تختلف بالاعتماد على محتوى الشوائب لفوسفو الجص والذي بدوره يعتمد على تركيب صخر الفوسفات والعملية المستعملة لتحويله إلى حمض فوسفوري . الاتجاه العام نحو الانتفاع بالصخور ذات الدرجة المنخفضة يحتمل أن يؤدي إلى عمليات تنقية لفوسفو

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجص المعقد . النسبة الجوهرية لفوسفو الجص قد تضيع في عملية التنقية ويكون الاسترداد منخفضاً بنسبة % 70 وللأسباب أعلاه فإن مستلزمات ومعدات العملية تختلف بشكل واسع ولكن معدل معدات التالية بالنسبة لعملية Phone - Panlenc قد تكون توضيحية .

Item	Requirement per Ton of Plaster
Phosphogypsum	1,500 kg
Water	3 m^3
Lime	5-10 kg
Fuel oil	45 kg
Power	50 kWh

العملية التجارية الوحيدة لانتاج نصف هيدريت ألفا من فوسفو الجص هي عملية Glulini والتي تطورت في ألمانيا الغربية وتم استعمالها من اثنين من العامل في ذلك البلد واحد في إيرلندا وأخرى مازالت قيد البناء في روسيا . وكما ذكر سابقاً فإن نصف هيدريت ألفا يتشكل بواسطة إزالة الماء للجص في تعلق مائي في أوتوكلاف . خطوة التنقية لعملية Giulini كما هو الأمر في باقي العمليات تعتمد على مستوى الشائبات لفوسفو الجص الداخل ونمط منتج الملاط الواجب تحضيره وهي تتألف من الغسل أو الطفو أو كلاهما معاً بعد التنقية الجص يضخ إلى أوتوكلاف كخبث حيث يتم تشغيله (عند درجة 120(و PH من 3-1 درجة الحرارة تبقى بواسطة الحقن بالبخار . إزالة الماء وإعادة التبلور تحدثان في أوتوكلاف محررين بذلك شوائب مبلورة (وبشكل أساسي الفوسفات الذي ينحل في الحالة السائلة) .

إن حجم شكل بلورات نصف هيدريت ألغا والتي تشكلت في الأوتوكلاف هي ضرورية وتضبط أو يتحكم بها بواسطة المواد المضافة . الخبث يسحب من الأوتوكلاف بشكل مستمر ويرسل إلى المرشح حيث البلورات تغسل ويزال الماء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عنها إلى حد 10-20 % من الرطوبة . ناتج الترشيح الحاوي على كمية ممكن تقديرها من P_2O_5 وقد تعاد إلى وحدة حمض الفوسفور .

إن معالجة البلورات الرطبة من المرشح تعتمد على المنتج النائي المرغوب قوالب البناء المصبوبة تنتج بإضافة كمية مضبوطة من الماء إلى Cake المرشح ومن ثم صب الخبث إلى قوالب حيث تتصلب بينما نصف هيدريت تتميه ثانية إلى ثنائي هيدريت .

ولإنتاج مسحوق الملاط الجاف البلورات يجب أن تجفف وتطحن بعد أن تخزن المسحوق من أجل الاستعمال كلوح ملاطي أو منتجات ملاطية أخرى متنوعة .

ومعدات العملية الأساسية لكل طن من نصف هيدريت ألفا هي:

بخار ذو ضغط منخفض	0.4-0.6 طن
ماء ساخن 90 ° درجة	0.5 م3
ماء غير معالج	2.0 م2
كهرباء	25 كيلو واط ساعي

وإن استلزم الأمر منتج جاف فإن قوة كهربائية إضافية تصل إلى 10 كيلو واط ساعي و 200,000 كالوري من الوقود تكون لازمة لكل طن من المنتج .

إن عملية ICI الجديدة والتي لم تستعمل على أساس تجاري عادة ماتكون مشابهة لعملية Giulini ولكنها تستعمل اثنين من الأوتوكلاف في سلسلة والتي تشتغل عند 150 ° درجة مئوية وبلورات المنتج تفصل عن الحالة السائلة بواسطة الطرد المركزي وكما تفعل عملية Giulini فإنها تستفيد من معدلات التبلور لضبط حجم وشكل البلورات الاستعمال كمواد إضافية اسمنتية الاسمنت البورتلندي عادة يحتوي على حوالي 5 % من الجص الذي يضاف لضبط و(تأخير) وقت الاستقرار (الترقد) ولهذا السبب فإن P_2O_5 المتبور مع الجص يكون غير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مرغوباً ومركبات الفلورين كذلك غير مرغوبة ولكن المنتج الثانوي من عملية نصف الهيدرت – ثنائي الهيدريت يعتقد بأن تكون مناسبة .

كذلك فإن عملية معالجة الفوسفور الجص من عمليات ثنائي الهيدرت لجعلها ملائمة الاستعمال كمواد إضافية اسمنتية (و أغراض أخرى قد درست. وهي تتألف من تحميص فوسفو الجص إلى نصف هيدريت ومن ثم تمييهه بإضافة من ماء الكلس $CaCoH_2$ إعادة البلورة خلال إزالة الماء تحرر P_2O_5 التبلور ويحول الكلس P_2O_5 إلى أشكال كامنة كذلك الكلس يحول مركبات الفلورين إلى أشكال وصيغ غير فعالة . المستلزمات (المعدات) لكل طن من العملية للجص المعالج هي:

الكلس غير المطفأ (الحي) CaO	55 كغ
زيت الوقود	45 ليتر
الكهرباء	15 كيلو واط ساعي

وكتنوع في العملية الكلس قد يضاف إلى الجص قبل التحميص الذي يقلل انبعاث توليد الفلورين خلال التحميص . المنتج قد يبرغل خلال إعادة التميؤ من أجل الملاءمة في المعالجة (المعاملة) وبشكل عام فإن أي واحدة من العمليات المذكورة أعلاه لصنع منتجات ملاطية يمكن أن تستعمل لتحضير الجص للمواد الإضافية الاسمنتية بإضافة مرحلة إعادة التميؤ .

الاستعمال في الأسمدة المركبة :

كميات صغيرة من فوسفو الجص تستعمل كحشوة أو مواد مضافة للأسمدة المركبة . الجص المكلس (المحمص) أحياناً يضاف ليساعد في التحبب أو لزيادة منانة وقوة الحبيبا في حالات أخرى الهدف قد يكون تأمين الكبريت لأسباب

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

زراعية الجص المحبب يتوفر في بعض البلدان من أجل الاستعمال في المزج بالجملة .

التطبيق المباشر على أرض المزرعة (الحقل) :

الجص يستعمل بكميات كبيرة على بعض الترب لمعرفة تأثير الملوحة أو القلوية أو استصلاح التربة التي غمرت بماء البحر . الترب الوحلة تميل لأخذ و(الحصول) على الصوديوم من ماء الملحي واستعمال الجص يحل الصوديوم بدل الكالسيوم الجص كذلك يستعمل كمصدر جيد للكبريت من أجل الاستعمال على الترب التي ينقصها الكبريت .

بعض المحاصيل مثل Groundnuts تستفيد من الكالسيوم الذواب في الجص . الفوسفو جص الرطب من الصعب معالجته وتطبيقه ، وكلفة التجفيف هي أمر وميزة اقتصادية سيئة والتي تؤذي أحياناً إلى تفضيل الجص الطبيعي في الأجواء والمنامات الجافة الفوسفو جص يمكن أن يجفف بالهواء في الشمس. التجفيف إلى حوالي % 60 من الرطوبة يكون كافياً لجعله ذو تدفق وجريان حر .

على الرغم من الاستعمالات المتعددة المذكورة أعلاه فإن فقط كمية صغيرة من الفوسفو جص فعلياً تستعمل على أساس انتشار عالمي واسع ، في معظم الحالات يبدو أنه اقتصادياً من المفضل التخلص من المنتج الثانوي في البرك في مناطق تصريف أخرى أو في البحر بواسطة الانحلال في ماء البحر.

الانتفاع والاستفادة من الفلورين :

في عمليات ثنائي الهيدريت فإنه نسبة صغيرة من صخر الفوسفات تتطاير خلال الهضم والترشيح 75-15 من الفلورين في الجص بالاعتماد أساساً على تركيب الصخر ومعظم الجزء المتبقي يكون في حمض المرشح . وحوالي ثلثي الفلورين في حمض المرشح يتطاير عندما يركز الحمض إلى % 54-50

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من P_2O_5 . في حالة مطابقة حوالي 50 كغ من F تتطاير لكل طن من P_2O_5 وعادة HF_5 أو SiF_4 أو مزيج من الاثنين إن جمع الفلورين لمنع التلوث الجوي قد درس في الفصل XXXIII .

عمليات عديدة تم اقتراحها وتطورت بشكل اختباري من أجل استرداد مركبات الفلورين القابلة للبيع بعض من هذه العمليات هو قيد الاستعمال على أساس ودرجة صناعية ودراسة كل هذه العمليات هو أمر خارج نطاق هذه الكتيب .

الفلورين في عادة ما يسترد على شكل محلول مائي لحمض Fluosilicic و H_2SiF_6 التركيز قد يكون مرتفعاً بنسبة 20-25 % حمض Fluosilicic يستعمل مباشرة من أجل Fluoridatoin

لاحتياطي الماء البلدي في بعض البلدان لمنع تلف وفساد الأسنان الحمض مباشرة يشحن إلى بلديات متعددة في سكك حديدية مبطنة بالمطاط . أملاح حمض Fluosilicic مثل الصوديوم البوتاسيوم وفلوسيليكات الأمونيوم لها استعمالات عديدة ويمكن أن تنتج من الحمض بسرعة فلوسيليكات الصوديوم تستعمل من أجل المعالجة بمركبات الفلور لاحتياطي الماء البلدي ولكن حمض فلوسيليسيك عادة مايكون مفضلاً .

العمليات قد تطورت بخصوص فلورايد الألمنيوم (ALF_3) والكريوليت (Cryolite(Na_3AlF_6 من حمض فلوسيليسيك . هذه المواد تستعمل بواسطة صناعة الألمنيوم بكميات أساسية ولا بأسبابها ولكن يجب أن يكونوا نقيين لهذا الاستعمال وبشكل خاص ، السيليكون والفوسفور يجب أن يكونا منخفضين هذه المعدات والمستلزمات تقعد الإنتاج من المنتجات الثانوية لصناعة الفوسفات . فلوريد الكالسيوم قد ينتج ويستعمل بدلاً من فلوريد الكالسيوم البلوري الطبيعي لإنتاج فلورايد الهرودين HF الذي يعتبر المادة الأساسية لانتاج مركبات فلورين غير عضوية وعضوية أو لأغراض خاصة بالمعادن .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبشكل عام فإن تدبير نفقات انتاج مركبات الفلورين ذات الدرجة الكيماوية من حمض فلوسيليسيك المنتج الثانوي هي قريبة من الحد الأدنى بالنسبة لمعامل حمض الفوسفور الصغيرة ولكن العامل الضخمة قد تجد أن الاسترداد مثمر حيث توجد معامل فوسفورية متعددية تشتغل ضمن بعد (مسافة) الشحن الاقتصادية فإن حمض Fluosilicic الخام قد يشحن إلى نقطة مركزية من أجل انتاج مركبات الفلورين المكررة ولتفاصيل أكبر على الانتفاع بالفلورين

انظر المرجع (26)

تنقية وتصفية حمض الفوسفور

بالنسبة لمعظم عمليات إنتاج الأسمدة فإن التصفية لحمض الفوسفور ذو العملية الرطبة ليست ضرورية ولكن هناك اثنين من استعمالات التسميدية المعروفة والتي تتطلب تصفية جزئية :

1- حمض ذو الدرجة التجارية الذي يشحن بواسطة السكة الحديدية ، المراكب أو مراكب العابرة للمحيطات الذي أحياناً يخزن ضمن محطات الطرفية المتلقية أو التي ينطلق من الشحن المزودة بالشحن هذا الحمض يجب أن ينقى بشكل كافٍ بحيث أن تشكل الرواسب غير الذوابة (المنحلة) (الحمأة) خلال الشحن والتخزين يقل وينخفض .

2- حمض الفوسفور الواجب استعماله لانتاج الأسمدة السائلة مثل محلول فوسفات الأمونيوم وأحياناً يتطلب تصفية جزيئة لمنع تشكل الرواسب على الأمينية أو خلال التخزين للمحلول الممزوج بالأمونيا .

على الرغم منأن منحيات بولي فوسفات الأمونيوم هم الشوائب الأكثر شيوعاً والكميات الزائدة لبعض الشوائب خاصة المغنزيوم والمادة العضوية تسبب تشكل راسب ، حموض سوبر فوسفات عادة لا تشكل الحمأة ولكن المغنزيوم التيتانيوم قد عرف بأنه يسبب رواسب مشكلة للحمأة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والكسر (الجزء) للحمأة في معظم حموض الكدارة التجارية هي مركب $(Fe,Al)_3KH_{14}(PO_4)_8.H_2O$ وهو يترسب ببطء لمدة أكثر من عدة أسابيع ولذلك فإن فترات التخزين الطويل يحتاج إليها لتكيد ضمان الاتمام والكمال لتفاعل الترسب . إن طريقة تنمية الحمض ذو الدرجة التجارية قد درس في قسم سابق من هذا الفصل والطريقة المطورة حديثاً لترقيد استقرار الحمض تكون في تركيزه إلى % 40 من P_2O_5 (نقطة انحلالية الشوائب الدنيا) ثم معالجة الحمض بوسائط (وسائل) غير مكشوفة بعد ثم تركيز الحمض إلى % 60 من P_2O_5 هذه الطريقة تعتبر ناجحة لمنع تشكل حمأة أخرى (إضافية)

العديد من طرق الاستخلاص بالمذيب قد تطورت والبعض هو قيد الاستعمال التجاري هذه العمليات قد ذكرت ودرست في المطبوعات الحديث (28-29) مثل هذه العمليات عادة تفصل حمض الفوسفوريك إلى جزأين (كسرين) جزء نظيف وجزء ملوث (قذر) حاوي على معظم الشوائب . الجزء النظيف يمكن أن يستعمل لانتاج الأسمدة السائلة والجزء الأقل نقاءً لـ TSP أو فوسفات أحادي الأمونيوم وهناك استثناء واحد بالنسبة للعملية التي طُورت من قبل Garrett Research هو أن الانتقائية (الاختيار) يستخلص المغنزيوم والكالسيوم بواسطة الاستخلاص بحمض الكبريت المنحل في Kerosene والهف هو تحسين الدرجة أو النوع للحمض المصنوع من صخر ذو درجة منخفضة -94 % 97 من P_2O_5 تسترد كحمض منقى جزئياً .

الطرق قد تطورت لإزالة المادة العضوية بواسطة اندماج الدقائق المترسبة والبلمرة المشتركة خلال الهضم المادة الكربونية المتراكمة تزال بواسطة Cake مرشح الجص . هناك العديد من الطرق والتي ماتزال تحت الدراسة ولتفاصيل أخرى انظر المراجع التالية (30-29-28) ومن الممكن ان التطوير لعملية تنقية الحمض سوف تسمح بالانتفاع بالصخور ذات الدرج المنخفضة التي لايمكن الانتفاع بها بسبب محتوى الشوائب العالي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إنتاج حمص الفوسفور باستعمال حموض أخرى غير الكبريت:

صخر الفوسفات يمكن أن ينحل بحموض عضوية وغير عضوية لانتاج حمض الفوسفوريك واستعمال حمض النتريك لهذا الغرض قد درس في الفصل XV نترو الفوسفات وتجارياً عمليات نتروفوسفات تعطي (تنتج) حمض الفوسفوريك الحاوي على النترات وبالتالي تستعمل (النترات) لانتاج أسمدة NP,NPK المركبة . وفنياً (تقنياً) من الممكن إنتاج حمض الفوسفور الخالي أساساً من الكالسيوم أو النترات بواسطة طرق الفصل المشتملة على استخلاص المذيب .مثل هذه العملية باستعمال كحول أميلي الثلاثي كمذيب قد تطور ونما في فيلند أو درس في Lounamaa ولكن لم يذكر أي استعمال تجاري حتى الآن .

العديد من العمليات المستعملة حمض هيدروكلوريت قد تطورت ولكن تلك المطورة من قبل صناعة التعدين الاسرائيلية قد استعملت تجارياً عملية IMI قد درست في مطبوعات اليونيدو(Unido) والوصف التالي هو اختصار لما ورد في تلك المطبوعات والمراحل الأساسية للعملية هي :

1- انحلالية صخر الفوسفات لحمض الهيدروكلوريك معطياً محلولاً مائياً مكون من كلوريد الكالسيوم وحمض الفوسفور .

2- التماس السائلي – السائل في عدد من خطوات الاستخلاص بالمذيب للحصول على محلول ذو حمض فوسفوري نقي .

3- تركيز الحمض للحصول على 95 % من H_3PO_4 من P_2O_5

المواد الخام والكواشف المستعملة هي كالتالي :

1- صخر الفوسفات (بأي درجة تجارية كانت) واسترداد P2O5 يكون فوق 98%

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2- حمض الهيدروكلوريك للتحميض يمكن أن يستعمل كمحلول بنسبة 20 % من Hcl أو أعلى على شكل غازي وذلك باجتماع (اتحاد) الامتصاص مع التفاعل . ولأسباب خاصة تبرير النفقات الحمض المركز يكون مفضلاً لأن معظم الماء المترافق للحمض يجب أن ينجز في مرحلة متأخرة من العملية واستهلاك Hcl يعتمد على استهلال الصخر .

واستهلاك الحمض للصخر الفلوريدي بنسبة 34 % من P_2O_5 هو حوالي 2 طن من Hcl (تقدر بـ 100 % لكل طن من P_2O_5.

3- المذيب العديد من المذيبات يمكن أن تستعمل من أجل الاستخلاص هذه المذيبات المفضلة هي كحول Isozmyl التقني أو N- بوتانول أو مزيج من كلاهما معاً . واعداد (تحضير) المذيب هو 4 كغ /طن من P_2O_5.

4- ماء العملية :

5- الكواشف المساعدة : بناء على نموذج ونمط الصخر وطرقة الفصل للمخلفات غير الذوابة من السائل الانحلال فإن كميات ثانوية من مساعدات المرشح للعوامل المندمجة قد تكون لازمة .

الإنحلالية والفصل الميكانيكي للباقي غير الذواب :

إن انحلال صخر الفوسفات هو تفكك ضروري لـ فلور أباتيت Fluorapatite بواسطة Hcl حسب الموازنة التالية :

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6 + 20HCl \rightarrow 2HF + 6H_3PO_4 + 10CaCl_2$$

المكونات الذوابة بالحمض الأخرى للصخر مثل CaCO3 تتفكك بشكل متزامن (آني) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

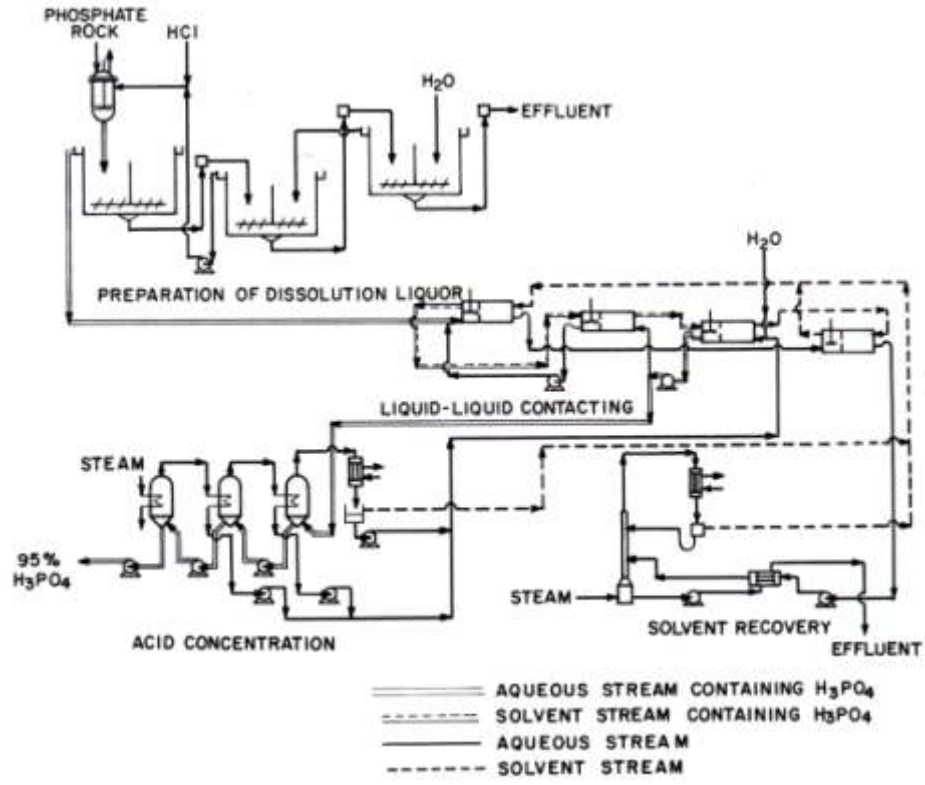


Figure 10. Typical Flowsheet of the IMI Phosphoric Acid Process (HCl-route).

الصخر يذوب بواسطة حمض الهيدرو كلوريك والمخلفات غير المنحلة ترتفع إلى نسبة صغيرة من تغذية الصخر وتتألف أساساً من السيليكا ، السيليكتي ، المادة العضوية غير الذوابة . المادة غير الذوابة يمكن أن تفصل عن سائل الانحلال بواسطة الترشيح الذي يتبع بغسل cake أو بترسيب (ترسب) في مغلف (مكثف القوام) ويتبع بغسل صفق (سكب السائل من وعاء لآخر) بتيار معاكس للراسب . إن اختيار الطريقة الصحيحة لفصل المواد الصلبة يعتمد على نوعية وميزة الباقي غير الذواب وعلى اعتبارات اقتصادية سائل الانحلال يلقم إلى قسم تالٍ (لاحق) والشكل (10) السابق يوشح سير العملية .

تلامس (تماس) سائل – سائل :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذه المرحلة تتألف من عدد من العمليات : الاستخلاص ، التنقية ، الغسل ، النزع .

الاستخلاص – الاستخراج :

وهذه تتم من خلال تماس تيار معاكس لسائل الانحلال مع المذيب المختار . وحمض الفوسفور يتحول انتقائياً (اختيارياً) من سائل الانحلال المائي إلى مذيب عضوي معطياً بذلك الخلاصة ومحلول ملحي كلورايد – الكالسيوم الحاوي على كل الشوائي مثل الفلورين والحديد .

التصفية (التنقية) :

خلاصة المذيب التي تحتوي على كميات صغيرة من Ca++ وشوائب أخرى تتقى بتماس التيار المعاكس مع الحالة المائية .

الغسل :

إن حمض الخلاصة المصفاة تتحول إلى ماء المذيب التارك هذه المرحلة يكون فعلياً خالياً من الحمض .

النزع :

تيار المذيب الحر (الخالي من الحمض) يستخلص (يستخرج) حموض المخلفات الموجودة في نتاج منقى بالإذابة وتعاد الدوران إلى مرحلة الاستخلاص محلول المحلي (كلوريد الكالسيوم تنزع بواسطة البخار لاسترداد أي مذيب منحل (ذواب) .

تركيز الحمض :

الحموض المائية المخففة الناتجة عن الغسل تتألف من محلول مائي من H_3PO_4 و hcl وجزء من المنحل هذا المحلول يركز إلى حد 95 % من H_3PO_4 والذي يكون المنتج النهائي . إن فصل H_3PO_4 عن المكونات الأخرى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للمحلول هي عملية تقطير أساسية وضرورية وهذا يسمح باسترداد كامل لكمية ثانوية من المذيب الذي ينحل في الحالة المائية (عندما يغسل) وكذلك في Hcl وكلاهما يحفظان في دائرة (دارة) مغلفة في العملية . المعدات الأساسية اللازمة لهذه العملية هي الاقتصاد في الحرارة ومنجز ذو تأثير مضاعف يستعمل لإنجاز تحقيق هذا الأمر وكمية البخار المستعمل هي أقل من 0.5 طن / طن من الماء المنجز . والغياب الكامل للمواد الصلبة النحلة في المحلول كونها قد ذكرت تسمح بالمحافظة على معامل نقل الحرارة العالي (المرتفع) كل التيارات المتطايرة من الجهاز يعاد دورانها إلى الخطوات السابقة للعملية .

استرداد المذيب من محلول الملحي لكلوريد الكالسيوم :

المحلول الملحي المتخلف الذي يترك مرحة النزع يحتوي على كمية صغيرة من المذيب المنحل الذي يجب أن يسترد لأسباب تتعلق بالتدابير الاقتصادية . المذيبات المستعملة من a3cotrope مع الماء (بالماء) وبحيث أن أبسط جهاز (نظام) يجب أن يستعمل (يطبق) نزع البخار .

The Soluents used from au a3cotrope with water on rectification so that simplest System to be applied is steam stripping

إن تكاليف هذه العملية تخفض وتقلل بواسطة استرداد الحرارة من المحلول الملحي التارك الجهاز – المذيب المسترد يعاد الدوران إلى قسم تماس سائل – سائل والمحلول الملحي يصرف ويبعد .

مواد البناء والإنشاء :

العملية تتطلب استعمال مواد البناء مقاومة للحمض والتي هي مقاومة للمذيب بالإضافة إلى أنه في هذه الأجزاء من العملية حيث المذيب يكون موجوداً وأي قسم تماس سائل – سائل وجزء من الأقسام حيث الحمض يركز وحيث المذيب يسترد من المحلول الملحي . بالنسبة للفصل الميكانيكي والانحلال

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للمخلفات غير الذوابة فإن الفولاذ ذو البطانة المطاطية هو المادة الأقل كلفة في قسم تماس سائل – سائل يكون كلوريد بولي فينيل الصلب (PVC) مرضياً جداً في أجزاء من النظام (الجهاز) التي تشتغل عند درجات حرارة مرتفعة فإن غرافيت كتيم (غير نفوذ) يمكن أن يستعمل من أجل المبادلات الحرارية . مواد الإنشاء الأخرى تتضمن الراتنجات المصلدة بالحرارة والفولاذ المبطن .

نوعية حمض الفوسفور ذو سير (مسلك) الكلور Hcl :

حمض الفوسفور ذو مسلك (مسير الكلور Hcl يكون أنقى من حمض العملية الرطبة وتحليلها يكون مشابهاً لذلك الخاص بحمض الحراري (التيار الحراري الصاعد) الجدول (5) عن طريق تعديلات بسيطة في العملية ، حمض درجة التغذية يمكن أن يستحصل عليه .

إن تركيب حمض العملية الرطبة يعتمد على الصخر كمادة أولية خام بينما العكس والنقيض يكون صحيحاً بالنسبة لحمض الفوسفور ذو مسلك (تحديد) Hcl .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 5. COMPARISON OF ANALYSIS OF HCl-ROUTE PHOSPHORIC ACID AND WET-PROCESS ACID

Component	HCl-Route Phosphoric Acid (%)	Wet-Process Acid (%)
H_3PO_4	95	69-77
P_2O_5	69	50-56
Heavy metals[a]	0.002-0.01	0.5-1.5
CaO	0.008-0.04	0.014-0.35
Fe_2O_3	0.003-0.05	0.86-2.30
Al_2O_3	Traces	0.3-2.45
Mg	Traces	0.0-0.8
H_2SO_4	Traces	1.0-5.6
SiO_2	Traces	0.04-0.10
F	Traces	0.25-1.10

a. Calculated as Pb.

توظيف واستثمار رأس المال:

إن استثمار رأس مال اللازم لمعمل قد يختلف من موقع لآخر في هذا المجال تقديرات الكلفة لمعامل حدود البطارية تفترض موقتاً في أوربا الغربية وتغذية من صخر الفوسفات الحاوي على % 34-33 من P_2O_5 واستعمال نسبة % 30 من المحلول لـ Hcl إن استثمار رأس المال الثابت لإجمالي التقديرات وذلك بناء على طاقة معامل حمض الفوسفور ذو تحديد Hcl قد تم إيضاحه (الاستثمار) بواسطة واحد من النحنيات في الشكل (11) وتكاليف رأس المال الحالية (1978) سوف تكون على الأقل ضعف تلك التكاليف الموضحة في الشكل (11) ولكن لأغراض وأهداف مقارنة وموازنة سوف يلاحظ أن كلفة رأس الماء لعملية Hcl هي حوالي % 35 أعلى من H_2SO_4 المعياري للعملية الرطبة عندما يكون إنتاج الحمض Hcl أو H_2SO_4 مستثنى ومبعداً .

إن توفر Hcl كمنتج ثانوي من عملية أخرى فإن كلفة رأس المال سوف تكون أقل من تلك الكلفة لوحدة العملية الرطبة بما في ذلك وسائل وتسهيلات إنتاج H2SO4 ولكن عندما يتم استعمال منتج ثانوي الكلور Hcl فإن درجة التشغيل سوف تكون منخفضة وتتجدد بكمية المنتج الثانوي لـ Hcl المتوفرة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

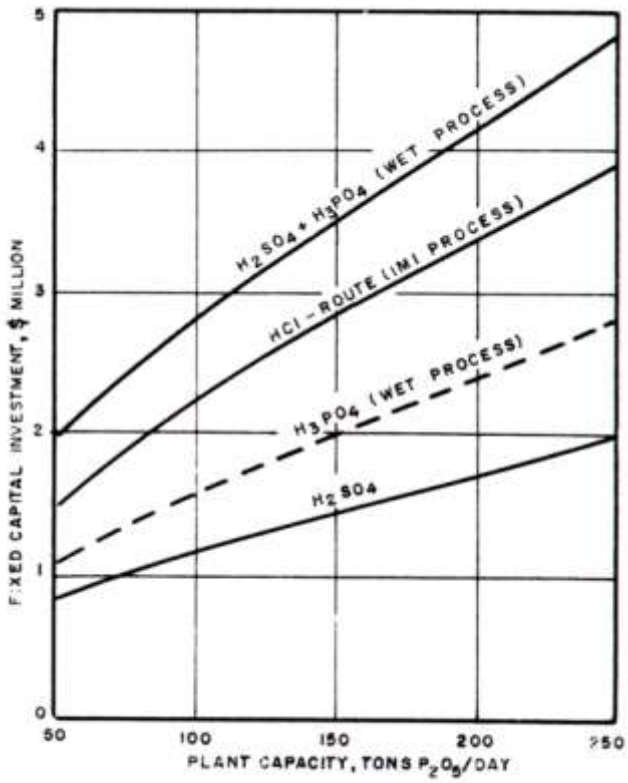


Figure 11. Fixed Capital Investment in Battery-Limits Phosphoric Acid Plants, HCl-Route and Wet Process (1969).

مستلزمات العملية:

تكاليف التشغيل قد تقدر وتثمن من مستلزمات (معدات) العملية المعطاة في الجدول (6) لمعمل طاقة الانتاجية 100 طن يومياً .

بالإضافة إلىمستلزمات العملية المعطاة في الجدول (6) فإن كلفة التخلص وتصريف المحلول الملحي لكلوريد الكالسيوم المنتج الثانوي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار وإذا كان موقع الوحدة (المعمل) بالقرب من البحر فالتصريف في البحر قد يكون مقبولاً واقتصادياً وبالنسبة للموقع الداخلي للمعمل التخلص والتصريف قد يكون صعباً ومكلفاً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 6. PRODUCTION COSTS PER TON P_2O_5 IN A PLANT WITH A CAPACITY OF 300 TONS PER DAY (1969 BASIS)[a]

Item	Amount	Cost, $	
Raw materials			
Phosphate rock 34% P_2O_5	3 tons	Price not considered	
HCl (calculated as 100%)	2 tons	Price not considered	
Variable costs			
Solvent (isoamyl alcohol) makeup	4 kg	1.60	
Steam	4.3 tons	7.17	
Power	100 kWh	0.87	
Cooling water (25°C)	165 m^3	1.10	
Process water	3 m^3	0.45	
Total variable costs			11.19
Fixed costs			
Labor: 4 men/shift (including shift supervisor), 4 shifts/day		2.56	
Overhead: 100% of labor		2.56	
Maintenance: 5% of fixed capital investment (FCI)		3.36	
Depreciation: 6.7% of FCI		4.51	
Insurance and taxes: 1.3% of FCI		0.87	
Total fixed costs			13.86
Total operating costs			25.05

a. Excluding raw materials and interest on capital.

حمض الفوسفور ذو تحديد (مسلك) الكلور Hcl له بعض الصفات السيئة مقارنة مع حمض العملية الرطبة إنتاجية يكون اقتصادي فقط في مواقع حيث يكون Hcl متوفراً أو حيث يمكن أن ينتج بسعر معتدل . نقل Hcl على شكل محلول مائي بنسبة % 33 من Hcl يكون ممكناً فقط ضمن أنابيب أو عربات سكك حديدية مبطنة بالمطاط PVC أو مواد مشابهة أخرى ولكن إلى جانب ذلك فإن حمض الفوسفور Hcl - route phospharic acid له بعض الميزات التي تفوق حمض العملية الرطبة على نقيض حمض العملية الرطبة ، فإنه لايحتوي (حمض الفوسفور) على مركبات (مكونات) تشكيل الدرجة (الرتبة) وتركيبه ونوعيته منفصلة ومستقلة عن نموذج ونمط صخر الفوسفات المستعمل . % 70-72 من حمض سوبر فوسفور P_2O_5 يمكن أن ينتج بسهولة من حمض الفوسفور Hcl- route phosphoric

حمض العملية الرطبة سوف يكون مناسباً لتصنيع سوبر فوسفات ثلاثي بنسبة حوالي % 44-46 من P_2O_5 وفوسفات ثنائي الأمونيوم بدرجة تصل إلى 0-46 فوسفات ثنائي الأمونيوم (0-21-23) يمكن أن يصنع مباشرة من حمض فوسفور Hcl ruote وذلك بسبب تركيزه العالي ونقاوته .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Hcl يمكن أن يستعمل في الأماكن التي يتوفر فيها كمنتج ثانوي وهذا أمر هام بالنسبة للبلدان النامية المنتجة لـ NaOH حيث لايكون هناك سوق مقيدة للكلورين المنتج بشكل آني حمض هيدروكلوريك المنتج الثانوي أحياناً يتوفر من مصادر أخرى ويمكن حتى أن يخلق مشاكل تصريف في مثل هذه الحالات إنتاج حمض الفوسفوريك عن طريق تحميض صخر الفوسفات مع حمض هيدروكلوريك يمكن أن يكون صالحاً وذو ميزات وذلك إن كانت كمية المنتج الثانوي دقيق بالنسبة للدرجة الاقتصادية للتشغيل والتصريف أو الانتفاع من المحلول الملحي لكلوريد الكالسيوم اقتصادياً ممكن القيام به والمصدر الممكن لحمض الهيدروكلوريك يكون من خلال التحميص والتحليلي الكهربي لكلوريد المغنزيوم وفقاً للمعادلة :

$$MgCl_2 + H_2O \rightarrow 2HCl + MgO$$

هذه الإمكانية هي قيد الدراسة في اسرائيل باستعمال كلوريد المغنزيوم من البحر الميت أوكسيد المغنزيوم يمكن أن يكون نافعاً لإنتاج مواد صامدة للصهر والمصدر الآخر الممكن لحمض الهيدروكلوريك هو من إنتاج فوسفات البوتاسيوم من حمض الفوسفور وكلوريد البوتاسيوم (انظر الفصل XVI) وفي الوقت الحالي المعامل الوحيدة المستعملة عملية Hcl هي المعامل الصغيرة نسبياً ومعظم الانتاج يستعمل لصنع فوسفات صناعي بدلاً من الأسمدة.

انتاج حمض الفوسفور بواسطة عملية الفرن الكهربائي :

الخطوة الأولى في إنتاج حمض الفرن هي إنتاج فوسفور أولي في فرن كهربائي (انظر الشكل 12) العقد الفوسفاتية أو أي مادة فوسفاتية مجمعة (متكتلة) جص السيليكا والفحم تخلط وتمزج وتلقم إلأى الفرن التيار الكهربائي الذي يدخل الفرن خلال فحم أوغرافيت القطب (الكترود) مسرى يصهر الصخور السيليكا والكربون في الفحم يقلل الفوسفات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومزيج من بخار الفوسفوري وبخار أحادي أوكسيد الكربون يسحب بشكل مستمر من الفرن الفوسفور يكثف إلى سائل الذي يتحول إلى حمض فوسفوري في وحدة منفصلة عادة ماتتوضع بعيداً عن وحدة الفوسفور حيث السيليكيت الكالسيوم المصهور ومركب الفوسفور الحديد المعروفة باسم فوسفور الحديد وتصرف وتفرغ من الفرن بشكل وقتي وآني .

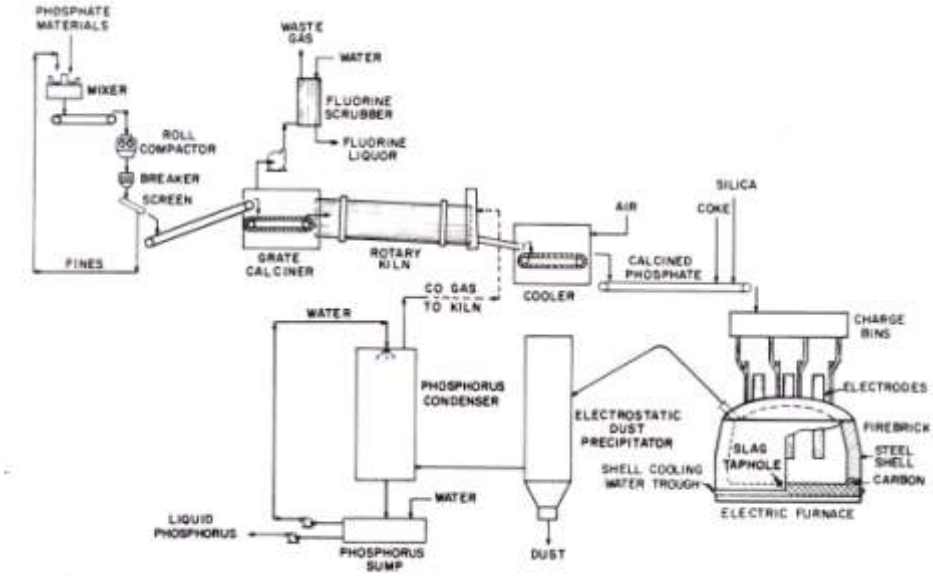
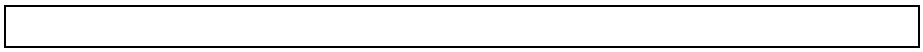


Figure 12. Manufacture of Elemental Phosphorus.

والمعادلة التالية تمثل التفاعل الرئيسي في الفرن :



وإحدى ميزات عملية الفرن هي قدرتها على استعمال صخر الفوسفات ذو الدرجة المنخفضة مزودة بذلك أن الشائبة الأساسية وهي السيليكا أوكسيد الحديد والألومينا هما أقل إثارة للأغراض غير مرفوضة بشكل كامل في عملية الفرن أكثر منها في العملية الرطبة . صخر الفوسفات السيليكوني الحاوي على حوالي 24 % من P_2O_5 يستعمل في معامل عدة مثل هذا الصخر قد يستحصل عليه عند كلفة منخفضة في بعض المواقع الصخر الحاوي على 7 % من Al_2O_3 يكون مقبول .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وإذا كان الصخر الحصوي أو المتراكم (المتجمع) وذو حجم ملائم (حوالي 0.6-0.4 سم) مقاوم للفرقعة بالتحميص متوفراً فإن كلفة كم أو تجميع الشحنة قد يتم تجنبها ولكن مثل هذا الصخر نادراً مايتم توفره ولذا فالصخر عادة يتراكم ويكلس أو أنه يتلبد بالضغط والحرارة (يتكتل) قبل شحنة إلى القرن غاز أحادي أكسيد الكربون الذي هو منتج ثانوي من الفرن هو الوقود العادي من أجل التكليس وحتى أن هذه الخطوة هي غالية ومكلفة .

استرداد P_2O_5 كفوسفور أوي عادة يتم في مدى (معدل) مابين 86- 92 % من ذلك المشحون إلى الفرن . إن ضياع وخسارة P_2O_5 في الخبث يكون حوالي 3 % من 2 % إلى 8 % P_2O_5 المشحون يسترد وكفوسفور الحديد والذي يحتوي حوالي 23 % من الفوسفور 70 % حديد وكميات صغيرة من المنغنيز السيليكون وعناصر معدنية أخرى بناءً على تركيبة الشحنة كمية من فوسفور الحديد والمشكلة . تعتمد على محتوى أوكسيد الحديد للشحنة فوسفور الحديد يباع لصالح صناعة الفولاذ ولكن الدخل (العائد) يعوض خسارة وفقدان إنتاج الفوسفور .

من الفوسفور المسترد كفوسفور أولي هناك حوالي 5 % يكون على شكل حمأة وحتى بعد سلسلة من خطوات الترقيد والاستقرار لفصل الحمأة من الفوسفور النظيف هذا الفوسفور المترسب (المكدر) قد يسترد بواسطة حرقه بشكل منفصل لانتاج حمض فوسفور غير نقي بواسطة التقطير أو بواسطة إزالة الماء وإعادته إلى الفرن .

وإحدى ميزات عملية الفرن هي إنتاج الفوسفور الأولي معطية بذلك الفرصة لتوفير كلفة النقل . طن واحد من الفوسفور الأولي الأولي يكون مكافئاً لـ 2.29 طن من P_2O_5 وعندما تكون منطقة السوق نائية وبعيدة عن منجم الفوسفات فإن توفيراً وإدخاراً جوهرياً قد يتم بواسطة شحن الفوسفور الأولي بدلاً من صخر الفوسفات أو الأسمدة النهائية (المنتهية) فعلى سبيل المثال طن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

واحد من الفوسفور الأولي تكون مكافئاً لمحتوى الفوسفور بنسبة 5 أطنان من TSP أو DAP أو 7 أطنان من صخر الفوسفات ذو الدرجة العالية (المرتفعة) وبما أن تكاليف الشحن قد ترتفع إلى 15 دولار/طن فإن ادخاراً وتوفيراً لـ 26 دولار – 39 دولار/طن من P_2O_5 يكون ممكناً والميزة الأخرى لعملية الفرن هي قدرته على إنتاج منتجات ذات درجة عالية . حمض سوبر فوسفات 90-36 % من P_2O_5 قد تصنع وتحضر بدون كلفة إضافية ومنها بولي فوسفات الأمونيوم 60-15-0 سوبر فوسفات ذو تحليل عالي 45 % من P_2O_5 أو أسمدة سائلة ذات تحليل مرتفع وعالي (37-11-0) فوسفات ثنائي الأمونيوم المصنع من حمض الفرن لها تحليل يصل إلى 53-21-0 مقارنة مع 0-46-18 من أجل منتج العملية الرطبة والمساوئ الأساسية لعملية الفرن هي كلفة رأس المال المرتفع نسبياً للمعمل وكذلك بعد ونأي المواقع حيث الكهرباء ذو الكلفة المنخفضة تكون متوفرة ومتاحة ولهذا السبب عملية الفرن الكهربائي تستعمل بشكل استثنائي لانتاج الفوسفور وحمض الفوسفوريك من أجل المواد الكيماوية الصناعية ، المنظفات ، المبيدات الحشرية او الأغذية أو المواد المضافة لغذاء الحيوان . إنتاج حمض الفوسفور من الفوسفور الأولي هو أمر بسيط نسبياً وهو يتم يحرق الفوسفور الأولي السائل في الهواء وتمييه P_2O_5 الناتج إلى H_3PO_4 وجدولاً لمعمل مطابق (مماثل) موضح في الشكل 13 .

وكل معدات وتجهيزات العملية مصنعة من الفولاذ وعادة من نموذج 316 وكامل التفاعل يكون حسب التالي :

$$P_4 + 5O_2 + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

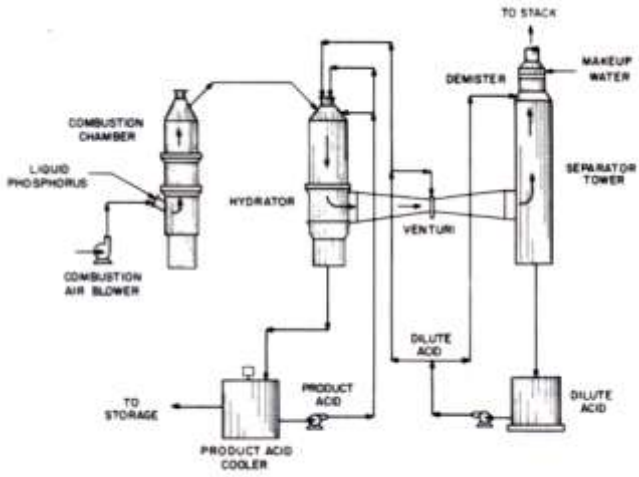


Figure 13. Manufacture of Phosphoric Acid from Elemental Phosphorus.

معدات وتجهيزات العملية المطابقة لكل طن من P_2O_5 يسترد كحمض فوسفور بافتراض أن 86 % من كامل الاسترداد لمعمل طاقته الإنتاجية 100,000 طن من P_2O_5 سنوياً هو كالتالي :

1- صخر الفوسفات 31.2 % من P_2O_5	3.73 طن
أو كميات مكافئة من الصخر من درجة أخرى	
2- صخر السيليكا أو الحصى 95 % من SiO_2 جافاً	1.1 طن
(القليل من السيليكا يحتاج إليها إن كان صخر الفوسفات مرتفعاً في السيليكا)	
3- الفحم يغربل ويجفف ، 86 % كربون ثابت	0.6 كغ
4- الكترود الغرافيت أوالفحم	25 كغ
5- الكهرباء	6.700 كيلو واط ساعي
6- ماء التبريد (مرة خلال الأساس)	110 طن
7- البخار	1طن
8- عمل التشغيل	4 عمال – ساعات
9- الصيانة (المعمل والمواد)	10 % من كلفة المعمل سنوياً

10- الوقود يمكن إهماله إلى حد 1.2 مليون كالوري بناء على كفاية (فعالية) استعمال غاز أحادي أوكسيد الكربون المنتج الثانوي؟

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تكاليف رأس المال المقدرة لمعمل الفرن الكهربائي في مدى من 25,000-100,000 طن يومياً من الفوسفور الأولي (57,000-229,000) طن من P_2O_5 موضحة في الشكل (14) هذه التكاليف خاصة بموقع التصنيع في الولايات المتحدة بمافي ذلك الوسائل والتسهيلات المساعدة المعدَّلة (المنظمة) من تقديرات 1969 إلى تكاليف كانون الأول 1976 بواسطة وحدة الهندسة الكيمائية – دليل كلفة البناء– الإنشاء .

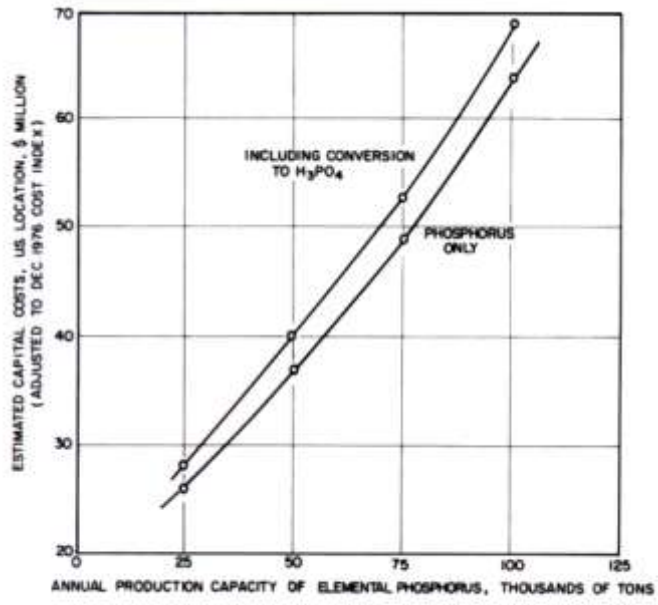


Figure 14. Estimated Capital Costs for an Electric-Furnace Elemental Phosphorus Plant.

إذا توفر الصخر الفوسفاتي الصالح للاستعمال بدون تراكم أو تكلس (تمحيص) فإن كلفة رأس مال الوحدة (المعمل) سوف تكون دون 25-30 % وتكاليف التشغيل والصيانة سوف تصل أيضاً إلى دون 25-30 % ومستلزمات أومعدات الوقود سوف تقل فعلياً . غاز أحادي أكسيد الكربون المنتج الثانوي من الفرن سوف تكون أقل كفاية لتجفيف الفحم ، السيليكا والصخر بعض من الصخور التي استعملت بنجاح في الأفران الكهربائية بدون تجمع تكلس أو

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تكتل (تلبد بالضغط أو الحرارة) هي حمض فلوريدا الغريلة (6+) مم ، صخر فلوريدا القاسي والصخر المونتاني القاسي (المطحون والمغربل) استعمال الصخر غير المكلس قد يدير من استهلاك الطاقة الكهربائية في الفرن بنسبة 10 % بناء على CO_2 ومحتوى الماء المتحد (الموحد) .

وقد بدأت Tennessee Valley Huthority (TVA) هيئة وادي تينيسي بتطوير عملية الفرن الكهربائي لإنتاج الأسمدة الفوسفاتية في 1933 وأنتجت الفوسفور وحمض الفوسفور من 1977-1934 في وقت واحد خمسة أفران كانت قيد التشغيل . في 1977 تشغيل كامل الأفران قد توقف نم قبل TVA لأن العملية لم تعد تستطع أن تتنافس وتوازي مع العملية الرطبة لإنتاج الأسمدة . والعديد من المطبوعات متوفرة من TVA بالنسبة لإنتاج الفوسفور الأولي وحمض الفوسفور بواسطة عملية الفرن الكهربائي (المصادر) المراجع المختارة متضمنة في نهاية هذا الفصل (39-38-37-36-35-34-33) **إنتاج حمض الفوسفور بواسطة عملية الفرن الصهر العالي :**

الجدول البياني للوحدة الاختبارية لـ TVA من أجل انتاج حمض الفوسفور بواسطة عملية الفرن الصهر العالي موضحة في الشكل 15 ودرجة الوحدة الاختبارية كانت حوالي 1طن من P2O5 /24 ساعة

وبشكل عام عملية الفرن العالي تختلف عن الفرن الكهربائي من وجهات النظر التالية:

1- الفحم يستعمل من أجل ارجاع (اختزال) كل من الوقود والفوسفور مستلزمات ومعدات الفحم المقدرة لوحدة ذات درجة ضخمة هي 2.5 طن/ لكل طن من P_2O_5 المسترد كحمض فوسفور (مع السماح لخسارات فوسفور الحديدوز) حوالي 0.6 طن من الفحم تستهلك في إرجاع P_2O_5 إلى فوسفور والجزء المتبقي يولد حرارة عن طريق الاحتراق (الاشتعال) بالهواء المسخن مسبقاً لتشكيل أحادي أكسيد الكربون .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2- وبالنسبة للفرن الكهربائي الشحنة من صخر الفوسفات الفحم والسيليكا يجب أن تكون على شكل كتلة أو تجمع (تراكم) ولكن ليس من الضروري تكليس أو تجفيف الشحنة لأنه ليس هناك كافية في الغازات المتصاعدة في الفرن القائم حيث يشحن من الأعلى ويفرغ من الأسفل لهذا الغرض .

3- الغاز من الفرن يحتوي على حوالي % 37 من CO و % 1.0-1.5 من PH حجماً الجزء المتبقي هو أساساً النتروجين وعلى الرغم من أن استرداد الفوسفور الأولي بواسطة التبريد والتكثيف هو أمر ممكن تنفيذه فإنه سوف يكون من الصعب استرداد نسبة عالية بسبب التركيز المنخفض في الغاز في الوحدة الاختبارية لـ TVA حمض الفوسفور استرد بعد أكسدة مفضلة (ممتازة) للفوسفور في الغاز مع الهواء .

4- الغاز المتبقي بعد استرداد حمض الفوسفور يحتوي حوالي % 34 من CO و % 1-2 من O_2 والباقي N_2 (أساس جاف) حوالي % 40 من هذا الغاز يمكن أن يستعمل من أجل تسخين المسبق للهواء إلى فرن الصهر العالي الباقي سوف يكون متوفراً من أجل استعمالات أخرى .

عملية الفرن العالي استعملت تجارياً لإنتاج حمض الفوسفور من أجل انتاج منتجات كيماوية وصناعية من 1929 إلى 1938 من قبل معامل فيكتور الكيماوية Victior Chemical Works والآن هي شركة مستوفر الكيماوية Stauffer Chemical Company المعمل يقع في ناشفيل Nashville تينيسيلي (الولايات المتحدة) واستعمال الفرن العالي لإنتاج حمض الفوسفور لأغراض تسميدية تبدو غير واعد (غير مشجع) في الوقت الحالي بسبب الكلفة العالية للفحم . ولكن مع بعض التسحينات يمكن أن يؤخذ بعين الاعتبار (الفرن العالي) في بعض الظروف وكما هو الحالي في الفرن الكهربائي فإنه يمكن أن تستفيد من الخام السيليكوني ذو الدرجة المنخفضة مع ألومينا مرتفعة (عالية) بشكل معتدل ومحتوي من أوكسيد الحديد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

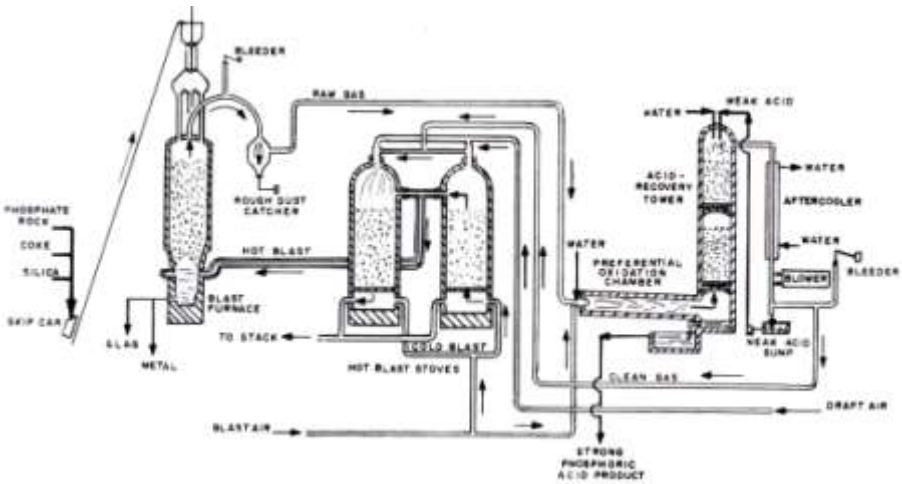


Figure 15. TVA Experimental Phosphate Blast-Furnace Plant.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الرابع عشر

الفصل XIV الأسمدة المشتقة من حمض الفوسفور

حمض الفوسفور قد يستعمل كسماد وكمية صغيرة نسبياً تستعمل حوالي 50,000 طن يومياً في الولايات المتحدة وهو مفيد ونافع خصوصاً على الترب القلوية . ولكن تجهيزات التطبيق المقارنة للتآكل الغالية تكون لازمة وتحتاج إليها ونظرياً أي فوسفات يمكن أن يصنع من حمض الفوسفور مع بعض الاستثناءات الثانوية ، المنتجات التسميدية التجارية هي سوبر فوسفات الثلاثي، فوسفات الأمونيوم ومركبات سماوية أخرى (بعض من الاستثناءات الثانوية هناك مركبات البوتاسيوم وفوسفات أمونيوم المغنزيوم $MgNH_4PO_4$ استعمال حمض الفوسفور في الأسمدة المركبة سوف يدرس تحت عناوين: الأسمدة المركبة والأسمدة السائلة ، والنتروفوسفات (عمليات الحمض الممزوج في الفصول XV و XIX) الفصل الحالي سوف يعالج أساساً سوبر فوسفات الثلاثي ومركبات فوسفات الأمونيوم الصلبة .

سوبر فوسفات الثلاثي :

بما أن سوبر فوسفات الثلاثي TSP لعام 1965 قد زودت 15-20 % من فوسفات الأسمدة العالمية . وليس هناك ميل أو اتجاه محدد واضح نحو شهرة متزايدة أو متناقصة . وكما أن استهلاك الأسمدة الفوسفاتية قد ازداد فإن إنتاج TSP قد ازداد إلى نفس المعدل تقريباً .

وإن واحداً من ميزات TSP هي أن TSP هو السماد الفوسفاتي الصرف المركز عالياً المتوفر والمتاح . والميزة الأخرى هي أن جزءاً من محتواه من P_2O_5 مشتق مباشرة من صخر الفوسفات الذي يعد المصدر الرخيص نسبياً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من وجهة نظر أخرى مع كمية معطاة من حمض الفوسفور ، كمية أكبر من سماد P_2O_5 يمكن أن تنتج كسماد TSP أكثر من فوسفات الأمونيوم . ونسبة P_2O_5 في TSP المشتق مباشرة من الصخر تختلف من حوالي 25- 30% بناءً على نسبة CaO:P2O5 في الصخر ومحتوى الشوائب للصخر والحمض وعوامل أخرى .

والصفات السيئة لـ TSP :

1- محتوى المواد المغذية الكامل هو دون ذلك بالنسبة لفوسفات الأمونيوم .

2- ميزته الحمضية قد تسبب اتلاف وفساد ولبعض نوعيات من الصناديق ورقية أو من القنب .

3- كذلك هو ليس ملائم للمزج مع اليوريا بسبب التفاعلات التي تسبب فساد واتلاف للحالة الفيزيائية .

TSP قد تحضر إما على شكل محبب أو غير محبب . الشكل غير المحبب يكون مفضلاً من أجل الاستعمال كوسيط الانتاج الأسمدة المركبة بواسطة عمليات التحبب (التبرغل) بينما الشكل المبرغل (المحبب) يكون مفضلاً للاستعمال المباشر أو من أجل المزج والخلط .

والتفاعل الكيماوي الأساسي لانتاج TSPهو:

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6 + 14H_3PO_4 + 10H_2O \rightarrow 10Ca(H_2PO_4)_2.H_2O + 2HF$$

في معظم العمليات نسبة كبيرة من الفلورين تبقى في المنتج محتملاً لـ فلورسيليكيت وممكن لـ فلوريد الكالسيوم إن تحول جزء من الكالسيوم إلى فلوريد الكالسيوم أو فلوسيليكيت فإنه إلى حد ما القليل من حمض الفوسفوريك تكون لازمة أكثر من قد أشير إليه في المعادلة الموازنة . ولكن صخر الفوسفات عادة مايحتوي على نسبة عالية من CaO: P_2O_5 أكثر من فلور أباتيت . ونسبة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحمض إلى الصخر أحياناً تقدر لتعطي نسبة مول من P_2O_5 : (CaO) من 0. 95-1. 0

النسبة الوزنية = 2.41 إلى 2.54 حسب الصيغة التالية :

$$\frac{P_2O_5 + P_2O_5}{CaO} = 2.41 \text{ إلى } 2.54 \text{ نسبة وزنية}$$

ولكن العديد من الشوائب في الحمض والصخر تسبب تنوعاً وتعدداً نسبة الصخر: الحمض العظمى المنتج سوف يحتوي بالإضافة إلى فوسفات أحادي الكالسيوم على حديد ، ألمنيوم وفوسفات المغنزيوم ومحتملاً ، أن كمية صغيرة من فوسفات ثاني الكالسيوم ، الصخر غير المتفاعل ، سلفيت الكالسيوم الناتج عن حمض الكبريت الحر في حمض الفوسفور وأحياناً من شوائب الصخر ومركبات شائبة أخرى متنوعة . النسبة لـ الصخر: الحمض العظمى والاقتصادية تتحدد وتتعيين بشكل أفضل بواسطة طرق الاختبار وسوف تعتمد على فيما إذا كانت القيمة التجارية تستند على الانحلالية في الماء ، ستيرات الأمونيوم أو مذيبات أخرى . عندما يكون الانحلالية في الماء هي القاعدة (المعيار) فإن كل من الصخر والحمض يجب أن يكون منخفضاً في الحديد والألمنيوم من أجل إمكانية التنفيذ الاقتصادية . إن تأثيرات نسبة $CaO : P_2O_5$ للصخر ودرجة الصخر على نسب الصخر وحمض الفوسفور وعلى درجة منتج TSP موضحة (التأثيرات) في الجدول (1) وكما أن النسبة الوزنية لـ CaO P_2O_5 : تزداد من 1.35 إلى 1.70 ونسبة P_2O_5 المشتق من الصخر تنخفض من % 30-24 بينا النسبة المشتقة من الحمض تزداد من % 70-76 ودرجة منتج TSP تزداد من % 54 إلى % 47 من P_2O_5. وبينما درجة الصخر تزداد من % 28 إلى % 38 من P_2O_5 مع نسبة ثابتة من $P_2O_5 : CaO$ عند 1 .5 درجة المنتج تزداد من % 48.5 - 43.0 إلى من P_2O_5 P_2O_5. هذه التقديرات تستند على حمض الفوسفور ذو معدل محتوى الشوائب والصخر مع الكميات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العادية وأنماط الشوائب . التقديرات معدة فقط لتوضيح الاتجاهات والميول العامة ، القيم الدقيقة يمكن الحصول عليها فقط من بيانات اختبارية مشتقة خلال الاختبارات مع صخر الوسفات النوعي وحمض الفوسفور (هذه التقديرات هي قيد مد وجزر) .

قيمة صخر الفوسفات هي ذات أهمية في إنتاج TSP أكثر منها في انتاج حمض الفوسفور الصخور غير المتفاعلة . قد تستلزم طحن دقيق غير عادي أو أزمنة تفاعل طويلة أو كلاهما معاً وإنه من الصعب الحصول على درجة مقبولة لاتمام التفاعل مع بعض الأباتيت البركاني (الناري) .

الصخر الحاوي على الكربونيت أو الإبدالات (الإحلال) في الأباتيت تحرر CO_2 خلال التفاعل الغازات المتحررة تؤدي إلى بنية (تركيب) مسامية لسوبر الفوسفات المصنع (المحضر) بواسطة عمليات den وهذا أمر يعتبر مرغوباً عندما يتوجب استعمال سوبر فوسفات في صنع الأسمدة المركبة وعندما يحتوي الصخر على نسبة ضئيلة جداً من الكربونيت فإن سوبر فوسفات قد يكون قاسياً وكثيفاً مؤدياً إلى صعوبات في التحبب وميزات أمينة ضئيلة وقليلة .

TABLE 1. EFFECT OF GRADE AND $CaO:P_2O_5$ RATIO OF ROCK ON PROPORTIONS OF ROCK AND PHOSPHORIC ACID AND ON GRADE OF TSP

Weight Ratio CaO/P_2O_5 in Rock	% Total P_2O_5 in Product from Rock	% Total P_2O_5 in Product from Acid	Grade of Rock, % P_2O_5	Tons/Ton of Product P_2O_5 Rock	Tons/Ton of Product P_2O_5 Acid[a]	Grade of Product, % Total P_2O_5[b]
1.70	24.0	76.0	33	0.73	1.40	47.0
1.50	27.0	73.0	33	0.82	1.35	46.1
1.35	30.2	69.8	33	0.92	1.29	45.2
1.50	27.0	73.0	28	0.96%	1.35	43.0
1.50	27.0	73.0	38	0.71	1.35	48.5

a. Phosphoric acid containing 54% P_2O_5. Acidulation mole ratio P_2O_5:CaO = 0.97.
b. The grade will be increased by loss of volatile ingredients in the rock and by loss of free moisture; the grade in terms of "available" P_2O_5 will be decreased by citrate-insoluble P_2O_5 in the product. These two factors may approximately offset each other depending on the composition of the phosphate rock and acid.

انتاج سوبر فوسفات الثلاثي غير المحبب :

سوبر فوسفات غير المبرغل عادة ينتج بواسطة عمليات den المستمرة وتتبع بفترة تخزين الأكثر من أشهر والذي خلاله التفاعلات الكيماوية تكتمل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Dens المناسبة لسوبر فوسفات المفرد (ssp) عادة ماتكون مناسبة لعملية TSP وسوف تدرس ضمن علاقتها مع SSP .

والاختلاف الرئيسي هو أن Setstsp يتصلب ، تجمد بسرعة أكبر من SSP وهكذا فإن زمن استبقاء (احتفاظ) بـ den يمكن أن تكون قصيرة . إذا كان زمن الاستبقاء طويلاً جداً فإن TSP قد يصبح قاسياً جداً بحيث التفتت أو الانحلال يكون صعباً وبناء على تفاعل الصخر وعوامل أخرى ، أزمنة denning لمدة 20-5 دقائق تكون مناسبة لـ TSP مقارنة مع 30 دقيقة إلى ساعتين من أجل SSP .

المحولات والنواقل بالسير الخاصة أحياناً ماتستعمل من أجل TSP بدلاً من dens المألوفة والتقليدية وعلى أية حال فالسير أو den يجب أن يغلق ويوصل إلى جهاز عادم الدخان لإزالة الغازات الحاوية على الفلورين إلى جهاز غسل الغازات . كميات صغيرة من مركبات الفلورين تستمر بالانتشار خلال بقاء التخزين والتهوية الجيد يحتاج إليه لإزالة الفلورين من المنطقة العاملة (المشتعلة) غسل غاز العادم قد يكون ضرورياً لمنع التلوث الجوي .

بعد التخزين TSP عادة تسترد مع مجرفة آلية وتتفتت في مطحنة قفصية الشكل لتمرير غربال ذو ثقوب ستة 3 .3 ملم أحياناً يكون النسف ضرورياً لحل (إطلاق) الكومة لـ TSP قبل الاسترداد (الاستعادة) TSP المتفتت قد يستعمل لتحضير الأسمدة المركبة بواسطة عمليات التحبب أو أنها قد تحبب من أجل التطبيق والاستعمال المباشر .

في بعض الحالات يستعمل TSPالمتفتت للاستعمال المباشر بدون تحبب ولكن في معظم البلدان المزارعون ليكون مثل هذا المنتج . كذلك المنتج غير المحبب يميل نحو cake في الصناديق (العبوات) caking يمكن أن يُمنع بإضافة حوالي 5% من حجر الكلس المطحون . العدد من المعامل تستعمل عملية الخلاط المخروطي التي نشأت من قبل TVA (2,1) الشكل (1)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يوضح جدولاً ورسماً بيانياً بالعملية عملية مشابهة إلى حد ما تعرف بعملية kuhlmann الخلاط يكون وعاء اسطواني صغير مزود بمحرك ذو سرعة عالية (مرتفعة) المنتج المخلوط يصرف إلى ناقل بالسير حيث يكون زمن استبقاءه (حفظه) في مدى من 10-5 دقائق .

فكل من dens المستمرة والمتقطعة قد استعملت و den المستمر ذو النموذج Broad Field والتي تدرس فيمابعد يكون ملائماً مع زمن استبقاء لمدة 20 دقيقة .

تحبيب TSP المحفوظ cured:

إن TSPيحبب في بعض الوحدات عن طريق الاجراءات الموضحة في الشكل (2) Cured- run- of pile TSP الذي أحتفظ به لمدة 6-3 أسابيع يزال من التخزين ويلقم إلى الغربال . الحبيبات فوق الحجم العادي تطحن ويعاد الدوران والمادة الدقيقة تنقل إلى جهاز تحبيب ذو أسطوانة دوارة . الماء يرش على طبقة المادة والبخار ، يبلل ، يرش تحت الطبقة لتأمين مادة محببة رطبة . الحبيبات الرطبة تفرغ إلى مجفف دوار . الحبيبات المجففة تغربل . والحبيبات فوق الحجم العادي تطحن وتعاد مع الدقائق إلى جهاز التحبيب . الغبار والأدخنة من المجفف تغسل في جهاز غسل (الغاز) المائي . القليل من الوحدات تلقم صخر الفوسفات والحمض إلى جهاز التحبيب لتأمين نسبة من الفوسفات وكلفة الانتاج تخفض وتقلل والتحبيب يتحسن ويتعدل وبالتالي فإن توظيفاً واستثماراً أكبر يكون مطلوباً . والمستلزمات لكل طن من المنتج ملخصة في الجدول التالي:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Requirements per Metric Ton of Product
for the Production of
Granular Triple Superphosphate

Cured TSP, tons	1.02
Steam, kg	75
Water, kg	250
Fuel, kcal	160,000
Electricity, kWh	29
Operating labor, man-hour	0.3

التحبيب المباشر لسوبر فوسفات الثلاثي :

عندما يكونTSP المحبب هو المنتج النهائي المرغوب فإنه من المفضل انتاجه مباشرة بدلاً من تحبيب cured TSP بعض ميزات عملية التحبيب المباشر هي:

1- الكلفة تكون عادة منخفضة .

2- الحبيبات تكون أقوى أكثف .

3- مستلزمات (معدات) التحبيب يمكن أن تستعمل بشكل قابل للتبادل للانتاجTSP وفوسفات الأمونيوم .

4- مدة التخزين تقلل وبالتالي ينخفض رأس المال الموظف وتنقص صعوبة التعامل مع انبعاث الفلورين من التخزين "نتيجة التخزين"

5- في بعض العمليات ، الأسمدة المركبة الحاوية على البوتاس أو أي مواد مغذية للوحدة"المعمل" قد تنتج بشكل اختياري خلال مرحلة التحبيب . (وهذا يكون أيضاً صحيحاً بالنسبة لتحبيب سوبر فوسفات cured ولكن هذا إلى حدٍ ما يكون اكثر صعوبة) .

– والمساوئ الرئيسية للتحبب المباشر هي :

1- بسبب أن زمن التفاعل محدودة فالصخور غير المتفاعلة تكون مناسبة بشكل ضعيف للاستعمال في عمليات التحبب المباشر .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2- وإلى حدما خسارة (ضياع) أكبر لـ P_2O_5 قد تحدث بسبب التفاعل غير الكامل أو ، بشكل متناوب نسبة الصخر الحمض العالية قد يحتاج لمنع هذا الضياع .

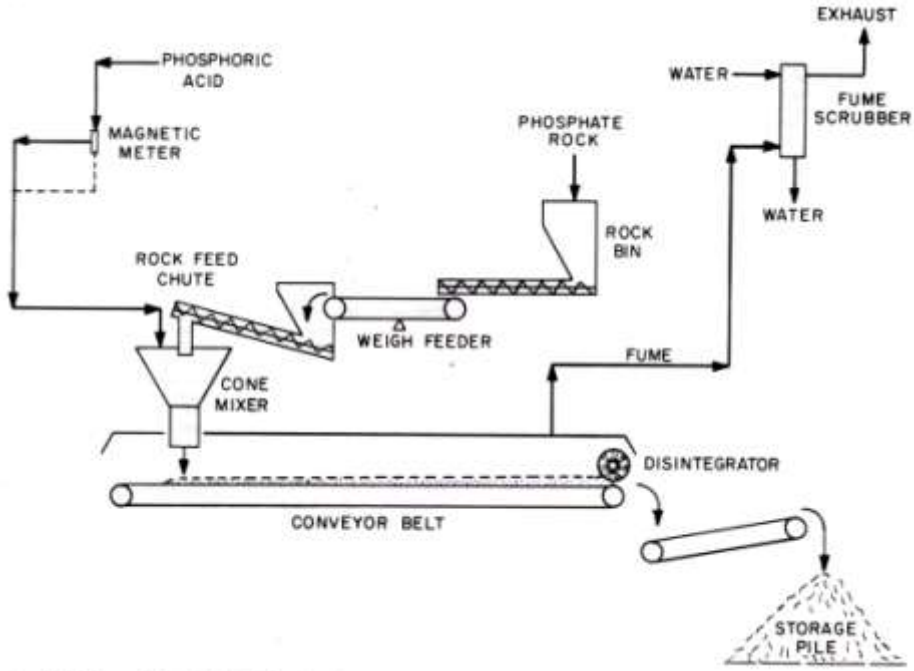


Figure 1. Manufacture of Run-of-Pile Triple Superphosphate.

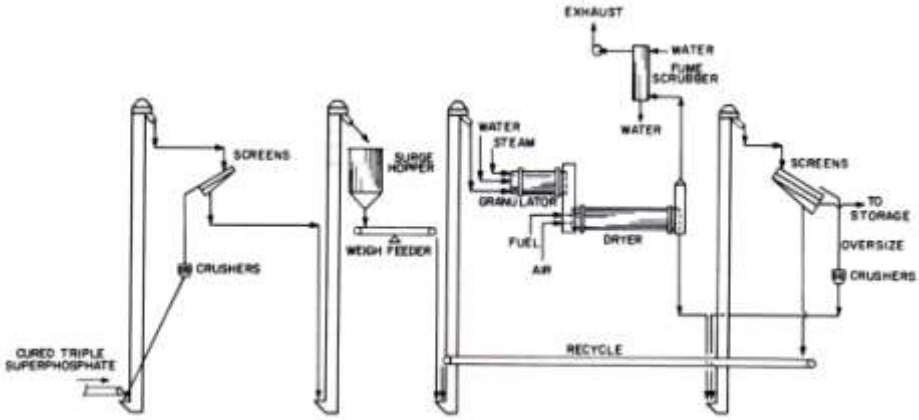


Figure 2. Granulation of Cured Run-of-Pile Triple Superphosphate.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك نموذجان عامات لعمليات التحبب المباشر قيد الاستعمال : تحبب الملاط وتحبب ex den في عملية تحبب ex den خطوات التحميض denning تكون مشابهة لتلك المدروسة أعلاه لانتاج TSPغير المحبب باستثناء "ماعدا أن الصخر قد يكون إلى حدٍ ما مطحون بشكل دقيق أكثر ويكون زمن الاستبقاء" الاحتفاظ" لـ den أطول من التخزين . بعد التحبيب المنتج يجفف ، يغربل وينقل إلى التخزين أو المستودع . التجفيف يضبط ليعيط منتج ذو رطوبة % 4-6 تحت هذه الظروف بعض التفاعلات الأخرى تحدث أنثاء التخزين .

sinte meartensdijk قد درس معملاً من هذا النمط والذي يعتبر قادراً على إنتاج عشرين 35-20 طن في الساعة من TSPو SSP أو مزيج من الاثنين معاً . أيضاً يمكن أن تصنع أسمدة مركبة PK عن طريق إضافة البوتاس إلى جهاز التحبيب والرسم البياني لخطوات العملية المبسط لجهاز التحبيب ex den المباشر موضح في الشكل (3) والبيانات المطابقة لانتاجTSP المعطى من قبل sinte meartensdijk تكون كالتالي:

تركيز حمض الفوسفو	P_2O_5 50 %
نسبة إعادة الدوران إلى المنتج	1.0:1.25
محتوى الرطوبة exden	10-12 %
محتوى الرطوبة بعد التجفيف والتحبيب	5-6 %
P_2O_5 الذواب في الماء محتوى المنتج	46 %
الانحلالية بالماء لـ P_2O_5	94 %
ex-plant - after curing	98 %
استهلاك البخار – كغ/طن	50-60
استهلاك الماء كغ/طن	60-65
استهلاك القوة "القدرة" كيلو واط/طن	38
العمل اللازم ، عوامل– ساعات/طن	0.25
الحجم الجزيئي للحبيبات	1.6-4 ملم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

اللدونة والمحتوى الحراري لـ TSP الجديد " أو SSP " يجعلانه أكثر سهولة لإن يتحبب أكثر من cured TSP إعادة دوران أقل ، ماء وبخاء يحتاج إليهم وبشكلٍ مماثل وقود أقل يكون لازماً من أجل التجفيف .

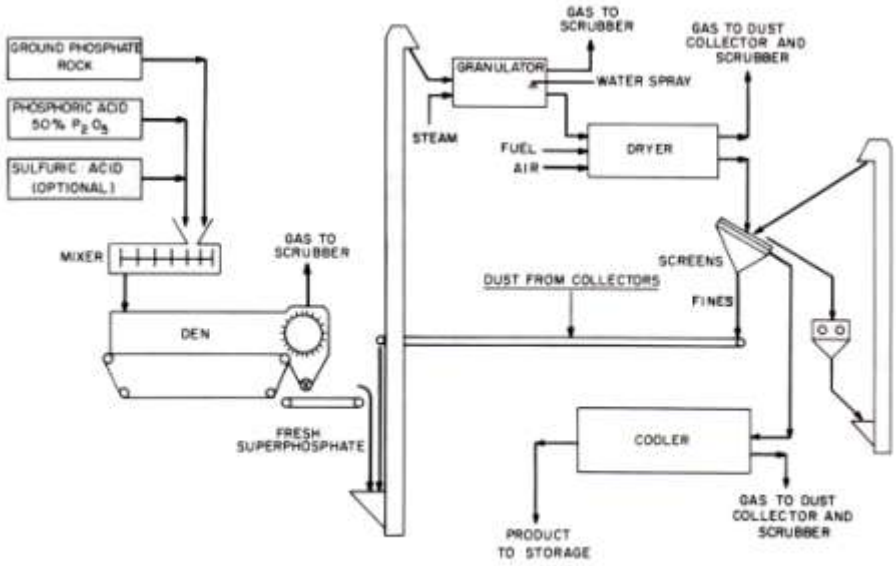


Figure 3. Direct Granulation of Triple Superphosphate (Also Adaptable to Production of Granular Single or Enriched Superphosphate).

وكامل استهلاك القوة الكهربائية إلى حدٍ ما يكون منخفضاً ومعدات العمل تكون فقط 36 % من تلك المعدات اللازمة للعملية ذات الخطوتين والتقليدية يفترض . أن تكون نوعية المنتج عالية جداً من حيث القساوة والشكل التناسق والنعومة إن أكثر عمليات التحبب ذات النموذج الملاط الشائعة هي عملية Jacops- dorrco المعروفة سابقاً بعملية dorr- oliver والرسم البياني لخطوات العملية المبسط موضح في الشكل (4) . صخر الفوسفات المطحون وحمض الفوسفوريك 38-40 % من P_2O_5 تلقم إلى مقدمة " أول سلسلتين أو أكثر من أوعية التفاعل المحركة ذات البخار المسخن . زمن الاحتفاظ الكامل يكون حوالي 30 دقيقة ودرجة الحرارة تكون تقريباً 90 % الملاط الغليظ "الثخين" يلقم إلى جهاز تحبيب اسطواني دوار أو جبالة "الطين" معاً مع نسبة عالية من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إعادة الدوران الحبيبات الرطبة تجفف وتغربل والمنتج يُبرد ويُرسل إلى المستودع

.

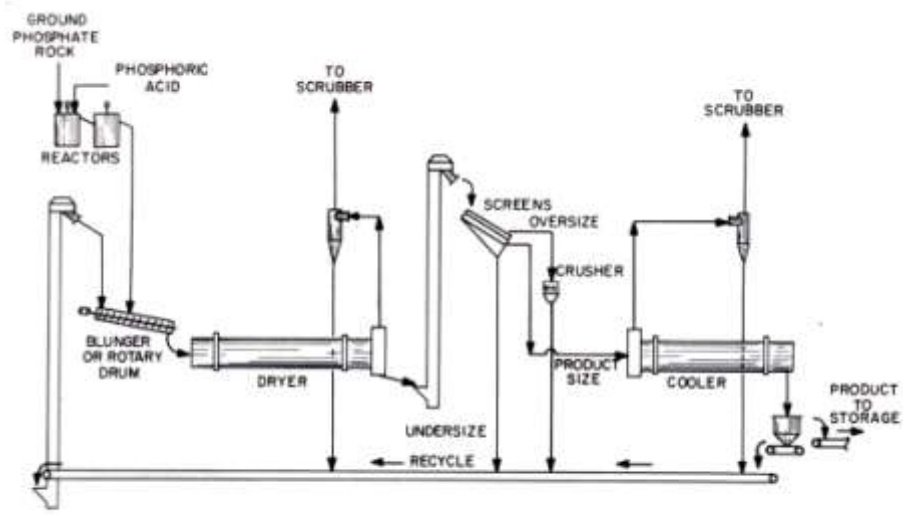


Figure 4. Slurry Process for the Manufacture of Granular Triple Superphosphate.

Leyshon درس بعض التحسينات الأخيرة في العملية (4) وقد استعمل ناقل قديم aging convert لنقل الحبيبات من جهاز التحبيب إلى المبرد . وكمية صغيرة من الرطوبة تبخر في الناقل والرطوبة تمتص إلى داخل الحبيبات والنتيجة تكون أن الحبيبات تصبح أقل لزوجة عندما يصلون إلى المجفف وبالتالي أقل احتمالاً لأن تعيين ممر التغذية أو cake على جدران المجفف الغرابيل ذات السطح المفرد تستعمل والحبيبات فوق الحجم العادي تفصل في غربال واحد ، تطحن في مطحنة ذات سلسلة (سلسلية) وتعاد الدوران وتيار الحبيبات دون الحجم العادي بمافي ذلك حجم يُصب إلى داخل تيارين: القسم الأول يسحب من أجل إعادة الدوران إلى جهاز التحبيب والآخر يغربل لفصل الدقائق التي تعاد الدوران وحجم المنتج الذي يبرد . وغربال التلميع النهائي يُستعمل بعد المجفف من أجل إزالة كاملة للدقائق والحبيبات التي هي فوق الحجم العادي . وكماهو الأمر في كل أجهزة التحبيب فإن جهاز إزالة الدخان والغبار قد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تحسن لزيادة الكفاية والفعالية وعملية الملاط لتحبيب TSP هي جوهرياً نفسها الخاصة بتحبيب فوسفات الأمونيوم وسوف تدرس بشكل موسع أكثر ضمن هذا المضمون (المفهوم) .

نسب إعادة الدوران (نسبة إعادة الدوران : المنتج) هي مابين 1:12 10- بالنسبة للتحبيب بالجبالة وحوالي 1:8 بالنسبة للتحبب في الإسطوانة الدوارة . النسبة الدنيا "المنخفضة للتحبيب في الإسطوانة الدوارة تعزى وتنسب إلى تبخر الرطوبة في المحبب الأسطواني المعزز بامتداد التيار المعاكس من الهواء .

معدات ومستلزمات الانتفاع المقدرة لكل طن من المنتج هي حوالي 40 كيلو واط ساعي للقوة (القدرة) الكهربائية بما في ذلك طحن صخر الفوسفات. وحوالي 125 .000 كالوري من زيت الوقود للتجفيف وحوالي 20 كغ من البخار ، أساساً من أجل تسخين المفاعلات . هناك عملية ملاط أخرى قد تم تطويرها في أوربا وهي شبيهة بعملية Jacobs-Dorrco ولكن التحبيب والتجفيف يتحدان بواسطة رش الملاط على غطاء وطبقة التوصيل التعاقبي عند نهاية التغذية للمجفف الدوار ذو تيار Cocurrent .

فوسفات الأمونيوم :

مركبات فوسفات الأمونيوم خاصة فوسفات ثنائي الأمونيوم (DAP) هي أكثر الأسمدة الفوسفاتية شيوعاً عالمياً بسبب تحليلهم العالي وميزاتهم الفيزيائية الجيدة . وتراكيب الأملاح النقية ، فوسفات أحادي الأمونيوم MAP وفوسفات ثاني الأمونيوم DAP هي :

	فوسفات أحادي الأمونيوم MAP	فوسفات ثنائي الأمونيوم DAP
% , N	12.17	21.19
% ، P_2O_5	61.71	53.76

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الدرجات المصنعة من حمض العملية الرطبة للمحتوى الشائبي هي 0-46-18 بالنسبة DAP 11-55-0 بالنسبة لـ MAP ومنتج MAP ذو الدرجة المنخفضة 11-48-0 قد انتج منذ عام 1933 .

والدرجة الدنيا تكون نتيجة لإضافة نسب صغيرة من صخر الفوسفات وحمض الكبريت . الدرجات الحاوية من MAP و DAP أيضاً يتم إنتاجها والأمثلة هي 13-52-0 و 16-48-0

ومؤخراً بولي فوسفات الأمونيوم قد أنتج من قبل TVA وعندما أنتج من حمض الفرن كانت الدرجة 15-62-0 وفي الوقت الحالي منتجاً مشابهاً يصنع من حمض العملية الرطبة تصل درجته إلى 11-55-0 بولي فوسفات الأمونيوم يتألف بشكل أساسي من أورثو فوسفات أحادي الأمونيوم وبيروفوسفات ثنائي الأمونيوم . $(NH_4)_2H_2P_2O_7$ وكميات صغيرة نسبياً من MAP, DAP النقي تصنع من عمليات التبلور باستعمال حمض الفوسفور المصنع والمحضر بواسطة عملية الفرن الكهربائي . كذلك فإن المنتج البلوري النقي تقريباً 0-52-20 ينتج في أوربا من حمض العملية الرطبة المصنع (المحضر) من أباتيت الكولا ، ومعظم الشوائب من الأباتيت تقلل بواسطة نزق ونضج نسبة من السائل الأم في عملية التبلور . التيار الجانبي للسائل الأم يستفاد منه في منتجات تسميدية أخرى . وDAP الذواب بشكل كامل والنقي يستعمل أساساً من أجل الأسمدة السائلة .DAP المحبب ينتج بواسطة عملية الملاط ، العملية المطورة من قبل TVA والموضحة في الشكل وهي مطابقة ومماثلة . إن تركيز حمض العملية الرطبة يكون حوالي % 40 من P_2O_5 ولكن معظم المعامل تستعمل جزءاً من الحمض عند % 54 من P_2O_5 وجزء آخر عند % 30 من P_2O_5. الحمض يتفاعل مع الأمونيا في جهاز تعديل مسبق حيث نسبة المول $NH_3:PO_4$ تضبط عند حوالي 1 .4 . هذه النسبة تنطبق مع نقطة ذات انحلالية عالية الشكل (6) وحرارة التفاعل ترفع درجة حرارة الملاط إلى نقطة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الغليان حوالي 115 درجة مئوية وتبخر جزءاً من الرطوبة . الملاط الساخن الحاوي حوالي 16-20 % من الماء يضخ إلى جهاز التحبيب حيث تضاف أمونيا أخرى لزيادة النسبة المولية بشكل تقريبي إلى 2.0 الحرارة الإضافية تتولد وتتبخر رطوبة أكبر . الإنحلالية المتناقصة في الانطلاق من 1.4 إلى 2.0 من نسبة المول تساعد التحبب الحبيبات الرطبة من جهاز التحبيب تجفف وتغربل والمنتج بعد ذلك يبرد ، والحبيبات دون الحجم العادي والحبيبات فوق الحجم المطلوب المطحونة يعاد دورانها جزء من حجم المنتج قد يتوجب أن يعاد الدوران لضبط التحبب والنسبة العادية لإعادة الدوران إلى المنتج تكون حوالي 1:5 الأمونيا الخارجة من المحبب ، المجفف وجهاز التعديل المسبق تسترد بواسطة الغسل بحمض ضعيف 30 % من P_2O_5 ومحلول جهاز الغسل (غسل الغاز) يضاف إلى جهاز التعديل المسبق .

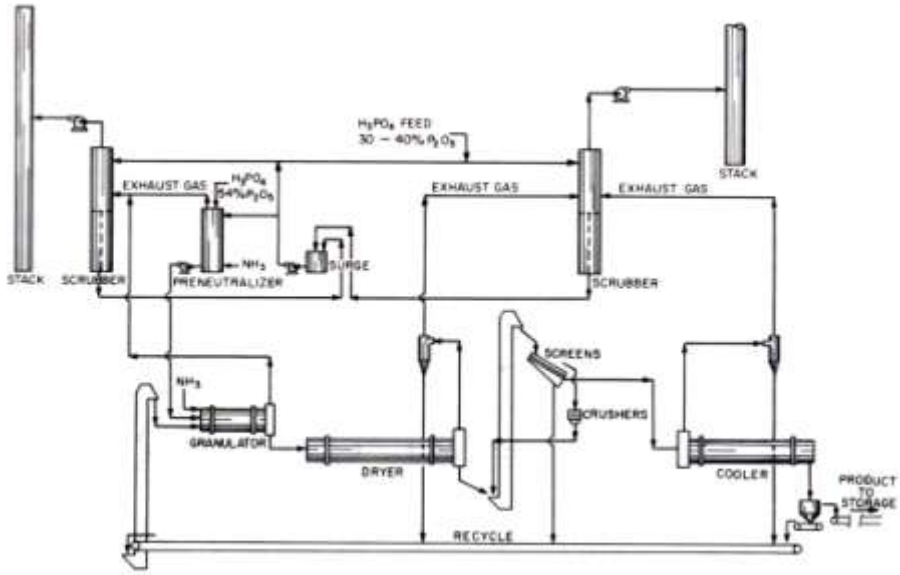


Figure 5. TVA Diammonium Phosphate Process.

نفس المعدات يمكن أن تستعمل لصنع MAP بواسطة واحد من هذين الخطوتين (المرحلتين) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1- جهاز التعديل المسبق يشتغل عند نسبة مولية تصل إلى 0.6 (نقطة ذات انحلالية عالية) والكثير من الأمونيا يضاف في جهاز التحبيب لزيادة نسبة المول إلى 1.0 .

2- جهاز التعديل المسبق يشتغل عند نسبة مول حوالي 1.4 ويضاف حمض الفوسفور في المحبب لخفض النسبة إلى 1.0 .

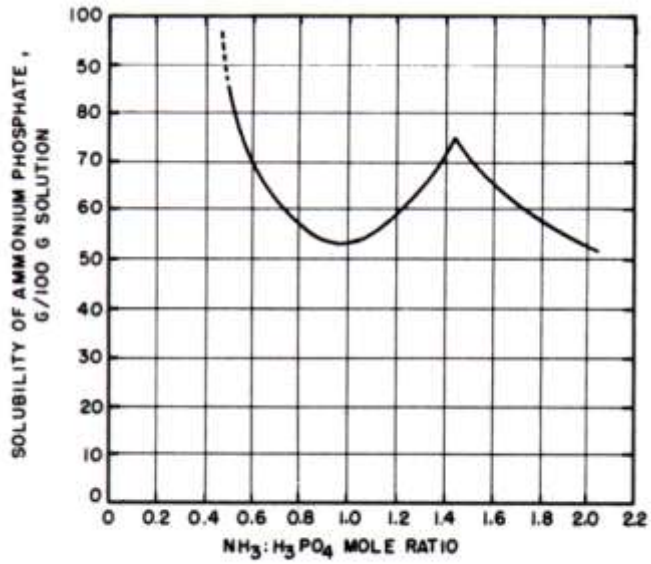


Figure 6. Effect of $NH_3:H_3PO_4$ Mole Ratio on Solubility of Ammonium Phosphate at 75°C.

والتحسين الأخير في العملية ذات النموذج TVA لصنع DAP هو في إحلال مفاعل أنبوبي بالنسبة لجهاز التعديل المسبق . الأمونيا وحمض الفوسفور يتحرر في المحبب ويُنضخ خارجاً مع تياراً من الهواء هذا الترتيب بسيط وأقل كلفة من جهاز التعادل المسبق الصهريجية . والميزة الإضافية هي أنه باستعمال حمض فوسفور مركز . الملاط المفرغ إلى داخل المحبب يحتوي علىأقل نسبة من الماء ، وبالتالي نسبة إعادة الدوران تنخفض وتقل . تورني Torney وضح أن وحدة في استراليا تستعمل المفاعل الأنبوبي له نسبة إعادة دوران تصل إلى 1:3 مقارنة مع 1:5 بالنسبة لجهاز التعادل المسبق الصهريجي، وجهازاً مشابهاً إلى حد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ما يستعمل في اسبانيا من قبل شركة Cros. A. S لإنتاج DAP ودرجات أخرى من الأسمدة المركبة . استعمال المفاعلات الأنبوية في العمليات التحبيبية سوف يشرح مفصلاً في جزء لاحق من هذا الفصل في الفصل XIX (الأسمدة المركبة) .

وحديثاً Danos of Jacobs Engineering Group قد درستا ووضحت عملية لإنتاج DAP التي تشتمل على استعمال مفاعل أنبوبي وتقلل من الحاجة للتجفيف حوالي 65 % من الأمونيا المستعملة في العملية تلقم إلمفاعل الأنبوبي حيث يتفاعل مع مزيج من حمض الفوسفور 52 % من P_2O_5 وسائل جهاز غسل الغاز الحاوي على حمض الفوسفور المتعادل جزئياً ونسبة (تناسب) صغيرة من حمض الكبريت ، مفاعل الأنبوب يفرغ (يصرف) خليط مزيج الزج ومزبد من البخار والملاط مباشرة إلى جهاز تحبيب ذو الأسطوانة دوارة خلال فوات (حنفيات) الرش المتعددة (المضاعفة) على طبقة المادة المعادة الدوران الجافة . الجزء المتبقي 35 % من الأمونيا تضاف خلال قرش من المحبب رافعة النسبة الذرية لـ N:P إلى أكثر من 1.8 الحبيبات التاركة المحبب تحتوي على 2 % من الرطوبة وبعد التبريد من 98° درجة إلى 52° درجة مئوية محتوى الرطوبة يخفض إلى 1.2 % ولايُحتاج لتجفيف ونسبة إعادة الدوران 2.5:1 هي فقط نصف تلك الخاصة بمعظم عمليات الملاط Danos يقدر أن توفير لـ 1 1. مليون دولار في تكليف رأس المال لمعمل طاقته الإنتاجية 60 طن لكل ساعة وتوفيراً (إدخار) سنوي يصل إلى 583,000 دولار في التكاليف الموظفة بسبب تخفيض الوقود من أجل التجفيف وإنقاص استهلاك القدرة الكهربائية . (8)

العملية التي درست أعلاه شبيهة من حيث المبدأ بتلك العملية الموضحة في الوحدة الاختبارية لـ TVA في معرض الثاني عشر لتقنية الأسمدة في تشرين الأول 1978 ,19-18 التجهيز والإعداد مشابه لذلك الذي تم وصفه في الفصل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

XIX تحت عنوان (التحبب المصهور) انظر الأشكال 10,11 الفصل 1XIX . جزء من حمض الفوسفور يستعمل في جهاز غسل الغاز لاسترداد الأمونيا والغبار من غاز العاد من المبرد وAmmoniator المفاعل ذو التقاطع الأنبوبي (الأنبوب المتقاطع) يتلقى حمض الفوسفور عند تركيز في مدى % 40-54 من P_2O_5 بمافي ذلك الحمض التعادل جزئياً من جهاز الغسل ، الأمونيا على شكل سائل أو غاز والماء (إذا كان لازماً لضبط التفاعل) وحمض الكبريت إن كان ضرورياً لتعديل وتسوية الدرجة إلى 18-46-0 المفاعل ذو الأنبوب المتقاطع Pipe- Cross يصرف (يفرغ) مزيجاً من المصهور الرطب المنخفض والبخار خلال فوهات (حنفيات) الرش إلى داخل محبب ammoniator عند درجة حرارة تتراوح من 116 درجة إلى 137° درجة مئوية . النسبة الذرية N:P للمصهور تكون حوالي 1.4:1 . الأمونيا الإضافية على شكل غاز تضاف خلال مرش تحت الطبقة bed لزيادة نسبة N:P إلى حوالي 1.95:1 هذه النسبة لاتتضمن الأمونيا التي تتحد مع حمض الكبريت عندما يستعمل الحمض في الصيغة Formulation المنتج المحبب يترك ammoniator عند 86-92° درجة مئوية بمحتوى رطوبة من % 2.5-4.0 المنتج يبرد إلى حوالي 38° درجة مئوية في مبرد ومحتوى الرطوبة يُقلل خلال التبريد إلى مدى من 2-3 % . يعتبر المنتج هنا مرضياً من حيث ميزاته noncaking عندما يكون محتوى الرطوبة % 3.0 أو دون ذلك . عندما استعمل حمض الكبريت فإن الكمية كانت حوالي 50 كغ/طن والهدف كان تعديل (تسوية) الدرجة إلى 0-18-46 وبدون حمض الكبريت كان التحليل % 18.4-18.8 من N و 47.2- % 47.5 من P_2O_5 المتوفر باستعمال حمض الفوسفور غير المنقى ولكن عندما يستعمل الحمض غير المنقى من صخور ذات درجة منخفضة فإنه قد يكون من الصعب الوصول إلى درجة مرتفعة تقدر بـ 18-46-0 (10)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

– في اختبارات الوحدة التجريبية لـ TVA من % 12-20 من دخل الأموفيويا قد انتشر في غازات العادم من المحبب ammoniator ويُجمع بغسل جزء من حمض الفوسفور الداخل . نسبة إعادة الدوران تتراوح من 2.6 إلى 4.1 ومن الواجب ملاحظته أنه إن صمم معملاً لتصنيع وتحضير MAP أو DAP بواسطة عملية المفاعل الأنبوبي ولم يتم تزويد المجفف ، فإن الوحدة لايمكن أن تستعمل لصنع TSP كذلك ضبط والتحكم بمحتوى الرطوبة للمنتج قد يكون أكثر صعوبة لذلك بعض المهندسين اقترحوا أن مجففاً يجب تأمينه والتزويد به على الأقل من أجل المنتج النهائي ومن أجل تامين (تزويد) العددية في الاستعمال حتى وإن كان غير ضروري استعماله طول الوقت (طيلة الوقت) .

(Dorr - oliver) الآن Jacobs - Dorrco لتحبيب الملاط بالنسبة لإنتاج DAP تشابه وتحليل عملية TVA مع بعض الاستثناءات :

1- كل الأمنية قد تمت في أوعية التفاعل ، لإنتاج DAP ثلاثية أوعية من على التسلسل قد تم تشغيلها عند 1.4 , 0.6 و1.85 من النسب المولية $NH_3:PO_4$

2- تحبيب الملاط مع إعادة الدوران قد أنجز في جبالة .

نسبة إعادة الدروان كانت حوالي 1:8 وكما في عملية TAV خسارات الأمونيا قد استردت بواسطة غسل الحمص وMAP والدرجات مابين DAP,MAP يمكن أن تنتج بتعديل نسبة المول في أوعية التفاعل . وفي تعديلات لاحقة (تالية) الأمونيا أضيفت في الجبالة أو اسطوانة المحبب ammonitor قد استبدلت بالجبالة تحسينات أخرى قد تم ذكرها تحت TSP وفي وصف لعملية مفاعل الأنبوب الهندسي لـ Jacobs

كل من عملية TVA وعملية Dorr- Oliver قد تم تعديلهما وتسحينهما وبالإضافة لذلك هيئات ومنظمات أخرى قد قامت بتطوير أجهزة تحبيب الملاط

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المشابهة باستعمال مبادئ أساسية مشابهة والوصف الأساسي لخطوات العملية المتتالية لعملية تحبيب الملاط المسحنة لـ Jacobs-Dorrco موضحة في الشكل (7) هذه العملية وعمليات تحبيب الملاط الأخرى متكيفة لإنتاج مجموعة متنوعة من الأسمدة المركبة بواسطة إضافة أملاح البوتاس واليوريا ، نترات الأمونيوم أو سلفيت الأمونيوم .

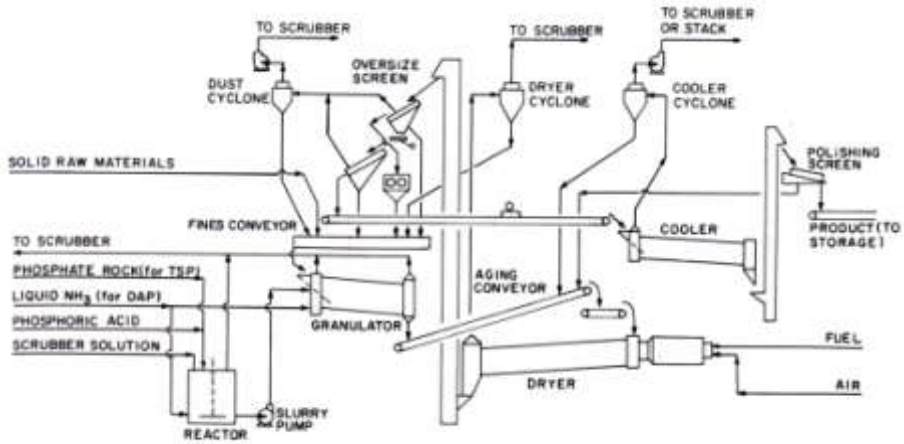


Figure 7. Jacobs-Dorrco Slurry Granulation Process.

إن كل من MAP و DAP عادة لهما ميزات فيزيائية جيدة عندما يصنعان من حمض العملية الرطبة . وكل من ميزات تخزينهم وسهولة التحبيب تعتمد على محتوى الشوائب أي البنية الشبيهة بالغروانية (هلامية) للشوائب وبشكل أساسي الألمنيوم وفوسفات الحديد تعزز التحبب وتستعمل كمكيف لمنع caking حتى عند محتوى رطوبة مرتفع بشكل معتدل (حوالي 3 %) ومن جهة أخرى فوسفات الأمونيوم النقي من الصعب تحبيبه ويميل لأن يصبح cake في المستودع ، وحتى مع محتوى رطوبة منخفضة جداً وذلك مالم تغطي تحجب بـ conditioner وقد تم إيضاح أن إضافة الشوائب وبشكل خاص المركبات الحاوية على الألمنيوم يمكن أن تحسن التحبب ونوعية المنتج وذلك عندما يكونوا شوائب كافية في الحمض لهذا الغرض كذلك إضافة نسبة صغيرة من صخر الفوسفات لحمض الفوسفور قبل الأمينة يمكن أن يحسن م التحبب .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والتحسين الحديث (الأخير) هو نمو في إنتاج MAP غير المحبب من أجل الاستعمال كوسيط في إنتاج الأسمدة المركبة والدقة العالية قدرت بحوالي 3.4 مليون طن سنوياً في كانون الأول 1973 بمافي ذلك المعامل تحت (قيد) الإنشاء في معظم الحالات المنتج يصنع في معامل ضخمة تقع بالقرب من وحدات حمض الفوسفور . وأحياناً المنتج يشحن إلى وحدات تحبيب صغيرة (أصغر) من أجل الاستعمال في تحضير أسمدة مركبة . العمليات من أجل تصنيع MAP غير المحبب قد تطورت من قبل الصناعات الزراعية السكوتلاندية Fison's(td)Scotlish Agriculture Industries , والمواد الكيماوية الزراعية Swift Agriculture Chemicals والآن تدعى Estech ونيسان Nissan وبشكل عام كل العمليات تهدف إلى طريقة ذات كلفة منخفضة وبسيطة وذلك بتقليل التحبب- إعادة الدوران والتجفيف ولكن المنتج يجب أن يمتلك ميزات فيزيائية جيدة بشكل كافي للسماح بالتخزين ، المعالجة ، والنقل بدون caking مفرط أو مشاكل تشكل الغبار .

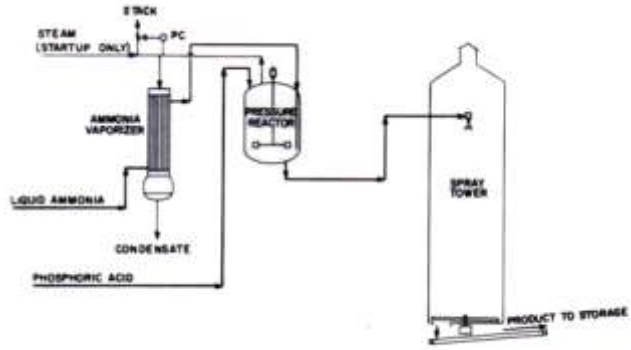


Figure 8. Fisons "Minifos" Process.

وفي عملية Fisons الشكل(8) حمض الفوسفورذو التركيز % 50 من P_2O_5 يتفاعل مع الأمونيا الغازية تحت ضغط لاجوي يصل إلى 2.1 كغ/سم2 ، حرارة التفاعل تدفع جزء من الماء كبخار مسخن فوق العادة (

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

محمص بإفراط) الملاط المتبقي يحتوي % 9-10 من الماء ودرجة الحرارة تبلغ 170 درجة مئوية ودرجة pH 3.5-4.0 .

الملاط الساخن يتحرر إلى داخل برج الرش من خلال فوهات رش خاصة الكثير من الماء يومض flashed ويتبخر بينما القطرات الصغيرة تبرد وتتطلب بواسطة سقوط خلال تيار هوائي صاعد . المنتج (الذي يحمل اسماً تجارياً Minifos) يحتوي حوالي 6% رطوبة والدرجة تتراوح من 10-50-0 إلى 12-56-0 بناء على محتوى الشوائب للحمض . الحمض يكون علىشكل جزئيات صغيرة مستديرة تتراوح من 0.1-1.5 ملم .

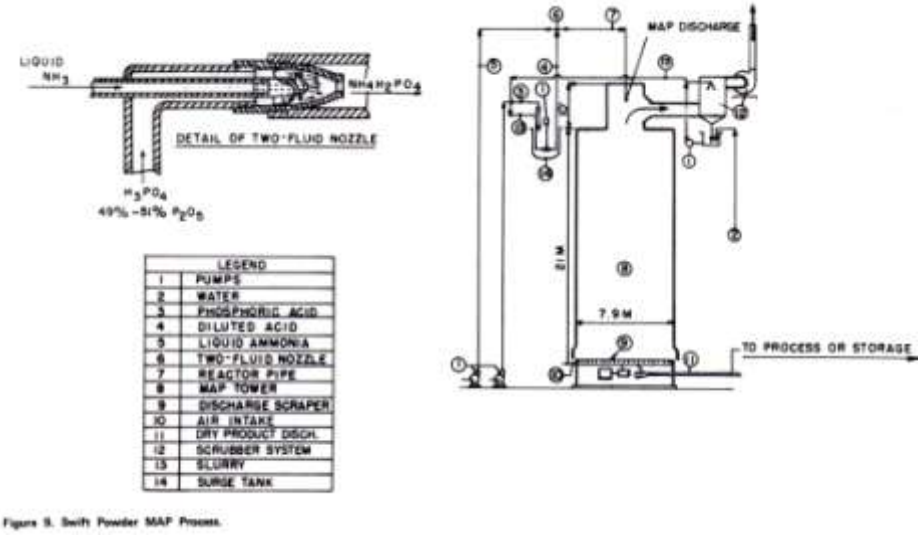


Figure 9. Swift Powder MAP Process.

وفي عملية swift (الشكل9) حمض الفوسفور % 50 من P_2O_5 والأمونيا السائلة تتفاعل من اثنين من الفوهات المميعة التي تصرف (تُفرغ) إلى داخل أنبوب المفاعل . الخليط (المزيج) من MAP المقسمة بشكل دقيق والبخار يحقن إلى داخل برج التبريد حيث تيار الهواء للتيار المعاكس يحمل بعيداً بخار الماء المشكل بواسطة حرارة التفاعل ويبرد المنتج محتوى رطوبة المنتج تكون % 3-5 .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وعملية نيسام Nissan هي أيضاً عملية برج الرش والتي فيها القطيرات من حمض الفوسفور تتفاعل مع الأمونيا في تيار هوائي صاعد . وأما عملية Scotlish Agriculture Industries(SAI) الشكل (10) فإنها تتألف من وعاء التفاعل والذي فيه حمض الفوسفور حوالي % 50 من P_2O_5 يتعدل (يبطل تأثير بواسطة الأمونيا إلى نسبة مولية تصل إلى 1.35 والملاط الساخن الناتج يمزج مع الكثير من حمض الفوسفور في خلاط مزدوج عمود الإدارة مصمم خصيصاً يشبه إلى حد ما (خلاطة ملاط) والتي تفتت الكتلة إلى قسمين صغيرين محررين بخار الماء . الماء يبخر في كلتا الخطوتين . المنتج (الذي يحمل اسماً تجارياً phosai يحتوي على % 6 رطوبة, % 11 من N و% 50 من P_2O_5 الذواب في الماء العملية يمكن أن تعدل لانتاج فوسفات ثاني الأمونيوم غير المبرغل والذي يدعى بـ Bi-phosAI أوسلفيت –فوسفات الأمونيوم . الفقرات الأخيرة تناقش ميزات التحبب والتخزين لـ MAP المصنع بطرق وعمليات متعددة ولعل أفضل وأهم ميزات المنتج المصنع بعملية درجة الحرارة المنخفضة (الدنيا)SAI قد تسبب (عزيت) لترسب الشوائب علىشكل جيلاتيني والذي يغطي بلورات MAP .

بولي فوسفات الأمونيوم :

TVA قام بتطوير عملية لإنتاج بولي فوسفات الأمونيوم وفي أواخر عام 1973 العملية بدأت بالتشغيل في وحدة ذات درجة إيضاحية demontration-scale بطاقة 17-13 طن لكل ساعة الوحدة تنتج فوسفات الأمونيوم الصرفة وفوسفات اليوريا بشكل متبادل وخطوات العملية المتتالية موضحة في الشكل (11)

العملية تستند على الاستفادة من حرارة التفاعل لحمض الفوسفور % 54 P_2O_5 مع الأمونيا الغازية لتبخير الماء ونزع ماء فوسفات الأمونيوم وبالتالي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تشكيل المصهور الذي يمكن أن يحبب بـ أو بدون اليوريا أو أي مواد إضافية أخرى .

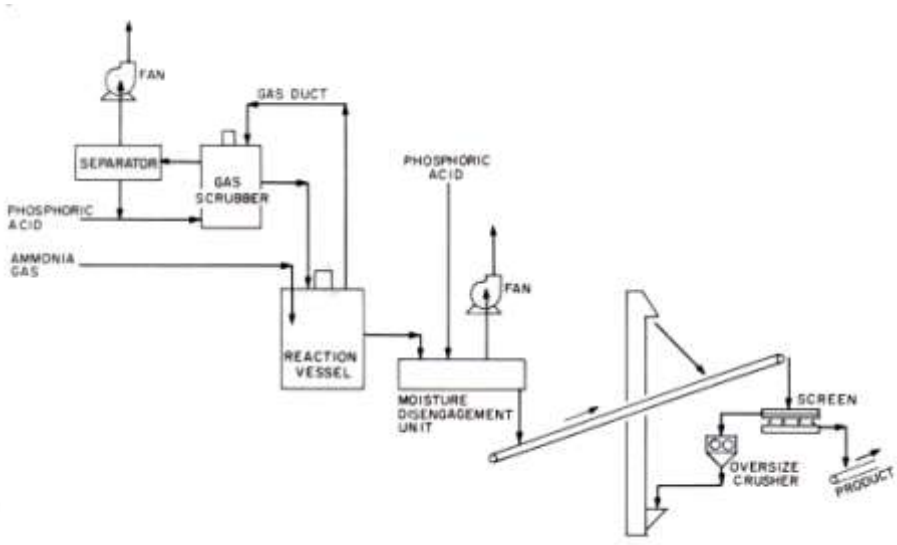


Figure 10. SAI Process for Producing Nongranular MAP.

والتفاعل الأساسي يحدث في مفاعل أنبوبي حيث درجة الحرارة تصل إلى 210-230 درجة مئوية .

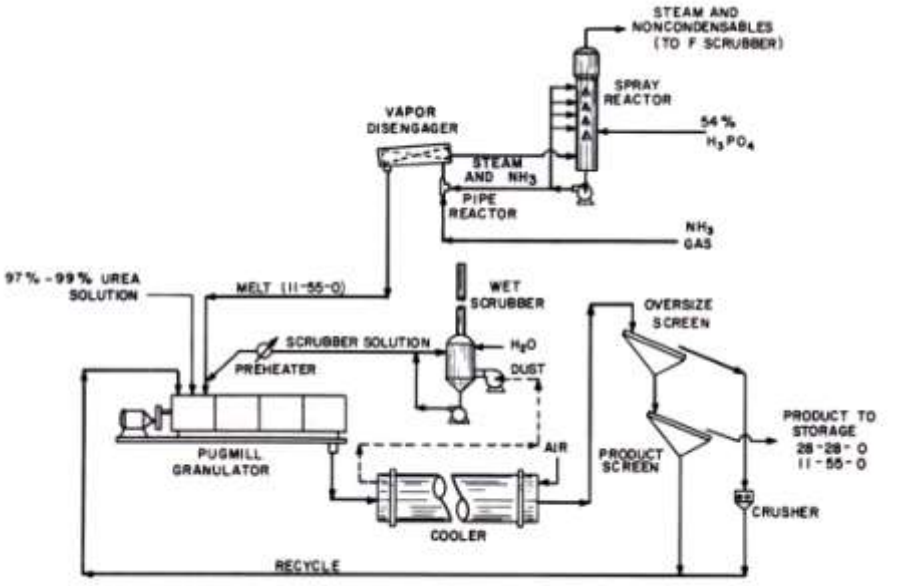


Figure 11. TVA Pipe Reactor-Pugmill Process for Production of Granular Urea-Ammonium Polyphosphate.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المصهور عادة مايحتوي على 15-25 % من P_2O_5 بولي فوسفات ولكن محتوى بولي فوسفات يمكن أن يزاد إلى 50 % أو أكثر بواسطة التسخين المسبق للحمض والأمونيا أو باستعمال حمض فوسفور مركز بشكل عالي . المصهور يحبب في مطحنة ملاط في وحدة demonstration- scale ولكن المحبب الدوار قد استعمل في محطة (وحدة) اختبارية الدرجة العادية المنتجة في وحدة demonstration - scale هي 11-55-0 درجات أعلى مثل (28-28-0) و (36-17-0) يتم إنتاجهم .

الميزة الأساسية للعملية هي أن منتجات رطبة منخفضة جداً تصنع وتحضر بدون تجفيف وتخفيض وتقليل المجفف الدوار وتوابعه تخفض جوهرياً كلفة الاستثمار ومستلزمات الطاقة (طاقة الوقود والكهرباء) الميزة الأخرى للعملية هي أن المنتج له ميزات تخزين جيدة بشكل استثنائي والتي تعزى إلى محتوى الرطوبة المنخفض ومحتوى بولي فوسفات للمنتج TVA يقدر التوخير في كلفة رأس المال مقارنة مع عملية الخبث بأنها سوف تكون 740 .000 دولار من أجل وحدة و 1,120,000 دولار من أجل معمل طاقته الإنتاجية 50 طن لكل ساعة وهذا يكون مكافئاً لـ 20-25 % من حدود المجموعة batlery- limits لمعمل التحبيب . التوفير والإدخار في كلفة الطاقة قدر بـ 7كيلو واط ساعي من الطاقة الكهربائية و 140,000 كالوري من الوقود/طن من المنتج 0-11-55 التوفير في الوقود سوف يتعادل ويتوازن جزئياً بمعدات البخار المتزايدة لتركيز حمض الفوسفور إلى حوالي 54 % من P2O5 مقارنة مع معدل يصل إلى حوالي 40 % لعملية الخبث . طور Norsk Hydro لـ prilling الهوائي لمصهور MHP الحاوي على بعض بولي فوسفات المصهور ينتج في مفاعل أنبوبي الدرجة تكون 11-12 % من N و 57-58% من P_2O_5 بناء على تركيب الحمض .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أسمدة أخرىمصنعة (محضرة) من حمض الفوسفور

سلفيت – فوسفات الأمونيوم :

إن مجموعة من الأسمدة تعرف بسلفيت فوسفات الأمونيوم قد لاقت رواجاً لعدة سنوات ومازالت شائعة في العديد من المناطق والدرجة المعروفة هي 0-20-16 والتي تكون أساساً من MHP و AS وهناك سبب وحيد لشهرتها وهو أنها نسبياً غير مسترطبة اللااسترطابية كماقيست بواسطة الرطوبة النسبية الحرجة (CRH) لأسمدة الفوسفات والنتروجين والتراكيب الأخرى مجدولة أدناه وقد درست في الفصل XXII القيم المعطاة هي خاصة بالمركبات الكيماوية النقية ،الشوائب الموجودة في الأسمدة قد تخفض CRH إلى حد ما .

Material(s)	Critical Relative Humidity at 30°C
Monoammonium phosphate (MAP)	91.6
Diammonium phosphate (DAP)	82.8
Ammonium sulfate (AS)	79.2
Urea (U)	72.5
Ammonium nitrate (AN)	59.4
Combinations	
MAP + DAP	78
MAP + AS	76
MAP + U	65
MAP + AN	58
DAP + U	62
DAP + AN	59

ومن الواضح أن MHP هو الأقل استرطاباً (له نسبة عالية من CRH) من بين المواد الموضوعة في الجدول وأن سلفيت الأمونيوم (AS) هو الأقل استرطاباً بالنسبة لمواد النتروجين الصرفة عندما الأسمدة بنسبة عالية من N: P_2O_5 أعلى من تلك الخاصة بـ DAP 0.4:1.0 يحتاج إليها فإن تركيب (اتحاد من AS+MHP) يكون الأقل استرطاباً . والميزة الأخرى لسلفيت – فوسفات الأمونيوم هي محتوى الكبريت الذي يكون مفيد زراعياً للعديد من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المحاصيل والترب . وسلفيت ، فوسفات الأمونيوم قد تم إنتاجه من قبل Dorr-oliver الخاصة بعملية الخبث (المدروسة سابقاً)

ومنذ عام 1933 ومؤخراً (حديثاً) بواسطة عمليات تحبب الخبث الأخرى– الطريقة العادية تتضمن تفاعل لحمض الكبريت وحمض الفوسفور مع الأمونيا بالرغم من سلفيت الأمونيوم من مصادر المنتج الثانوي يمكن استعمالها . وبالإضافة إلى 16-20-0 و 11-48-0 هناك درجات متعددة لـ NPK تنتج مثل 13-13-13,12-36-12,14-28-14 .

ومؤخراً جداً TVA قام بتطوير جهاز المفاعل ذو الأنبوب المتقاطع الموضح في الشكل (12) في هذه العملية معظم تفاعل حموض الكبريت ، الفوسفور مع الأمونيا تبخز في أنبوب الذي يصرف المصهور إلى جهاز التحبيب الإسطواني .

البخار المتولد بواسطة حرارة التفاعل ينزف من المحبب بواسطة تيار هوائي وإحدى ميزات العملية أن حرارة التفاعل يستفاد منها لتجفيف المنتج وهكذا فإنه المجفف لايكون ضرورياً والميزة الأخرى التي بها تفوق عمليات الخبث هي نسبة إعادة الدوران المنخفضة في مدى من 3-2-1:1 بالنسبة 12-48-0 أو 1-2-1:1 بالنسبة لـ 13-13-13 أو 6-24-24 العملية المشابهة إلى حد ما قد تطورت من قبل Cros. A. S في اسبانيا في كلتا العمليتين جزء من الحمض يرش فوق طبقة المادة في المحبب الدوار ويتفاعل مع الأمونيا التي تحضر تحت الطبقة وبالتالي تعزز وتشجع التحبب وتؤمن حرارة تفاعل كيماوية للتجفيف .

كلوريد فوسفات الأمونيوم :

كلوريد الأمونيوم يستعمل في اليابان وبعض البلدان الأخرى كسماد نتروجين وكمكون لأسمدة NP و NPK وPK المركبة أندو وصف العملية بشكل مختصر . وذكر أنه مقارنة مع سلفيت الأمونيوم كلوريد الأمونيوم كان

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أرخص بنسبة % 10 لكل وحدة من النتروجين (في اليابان في 1970) وأكثر تركيزاً % 25 VS 21 من N حمض الفوسفور العملية الرطبة ذو درجة الرشح تتم أمينته لتشكيل خبث من MAP الذي يلقم إلى جبالة مع كلوريد الأمونيوم ، إعادة الدوران واختيارياً كلوريد البوتاسيوم ومواد تسميدية أخرى . ذكر أندو أن التحبب في الجبالة لم يكن سهلاً كما هو الأمر عليه في سلفيت الأمونيوم ولكن الصعوبة تم التغلب عليها نسبة إعادة الدوران تتراوح من 2-4:1 ومحتوى الرطوبة لمنتج المحبب تراوحت من % 5-6 قبل التجفيف و% 0.5-0.8 بعد التجفيف ودرجة NP الأساسية كانت 18-22-0 ودرجات NPK تتضمن -14-14 14,12-18-14 .

نترات فوسفات الأمونيوم : APN

هناك عمليات متعددة والتي تنتج الأسمدة الحاوية على فوسفات الأمونيوم ونترات الأمونيوم ولكن معظم الأسمدة تستعمل لانتاج درجات NPK وسوف تدرس بشكل مفصل تحت عنوان (الأسمدة المركبة)

leyshon في وضعه لتحبب الخبث في الجبالة في 1967 ذكر أن معملاً في رومانيا والذي ينتج 23-23-0 والعديد منها التي تنتج درجات NPK المتعددة والمتنوعة الخبث قد انتج عن طريق أمينة حموض النتريك والفوسفور كذلك Detune وصف عملية Pechiney- Saint Gobain والتي فيها محلول نترات الأمونيوم المركز % 97 وخبث فوسفات الأمونيوم يلقم إلى محبب اسطواني دورا . خبث فوسفات الأمونيوم انتج عن طريق أمينة حمض الفوسفور إلى $NH_3:PO_4$ بنسبة مولية تصل إلى 0.6 في جهاز تعادل مسبق فإن الكثير من الأمونيا تضاف في المحبب لرفع نسبة المول إلى 1.05 المنتج الأساسي كان TVA- 17-17-17 شغل وحدة demonstration - scale لعدة سنوات منتجاً 0-25-25 و 0-10-30 من درجات APN الخبث أو المحلول المركز حضر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عن طريق تفاعل الأمونيا مع حمض النتريك وحمض الفوسفور مركزاً بذلك المحلول إلى حوالي % 5 ماءً بواسطة التبخير وتحبيب الخبث الناتج في المحبب الحوض المسطح .

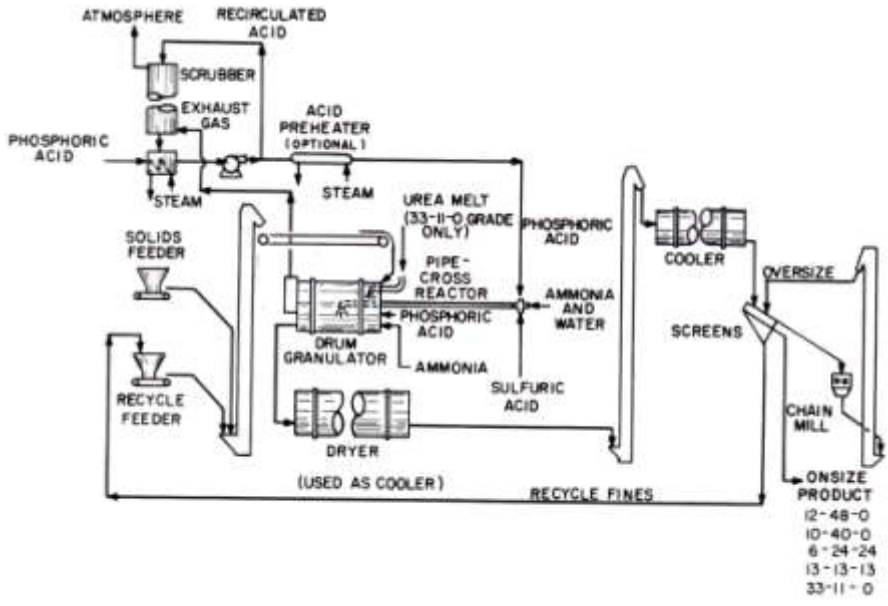


Figure 12. Flow Diagram of Pilot Plant for Production of Granular Fertilizer Using TVA Pipe-Cross Reactor

نسب الانتاج كانت حوالي 20 طن/ساعة . حموض النتريك والفوسفوريك الممزوجة قد عدلت بالأمونيا في المرحلة الأولى إلى درجة من PH تصل إلى 1.6 ومن ثم يعدل في مرحلة ثانية إلى درجة pH تصل إلى 5.6 لتحضير المحلول المركز الساخن 170 درجة من أجل التحبيب . SAC كذلك طور جهازاً من أجل التعادل المشترك لحموض النتريك والفوسفوريك لانتاج محلول APN مركز الذي تم تحبيبه بالبوتاس في اتحاد مجفف –محبب يتألف من اسطوانتين متحدتا المركز مع إعادة دوران داخلي .

محاليل APN تنتج بسهولة بواسطة تعديل حمض الفوسفور مع محاليل نترات الأمونيوم– الأمونيوم (الفصل X) هذه الطريقة تستعمل في العديد من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وحدات التحبيب الصغيرة في الولايات المتحدة ولكن المحلول يستعمل كتغذية أولية (إضافية)لانتاج الأسمدة المركبة .

sheldrick درس عملية تحبب مصهور Fisnos لانتاجAPN بدرجة 0- 24-24 Prillign لمصهور APN قد تم من قبل شركة كيمائية Monsanto العمليات من أجل Prillign مصهور APN مع إضافة من البوتاس قد طورت من قبل wilson, Albright, Stamicarbon انظر الفصل (XIX) مصهور APN يحوي عادة على بعض بولي فوسفات التي تقلل من درجة (نقطة)الانصهار .

فوسفات يوريا– الأمونيوم : UAP

اتحاد (تركيب) اليوريا مع فوسفات الأمونيوم يمثل الخطوة النهائية ، ضمن المواد المتاحة ، في التطور والتقدم باتجاه أسمدة ذات تحليل عالي . على الرغم من أن مصفي الأسمدة المركبة استعملوا بعض اليوريا وفوسفات الأمونيوم في صيفهم (تشكيلاتهم) فإن القليل نسبياً يستعمل فقط هذه المواد .

الأسمدة التي تعتمد بشكل أولي على اليوريا وفوسفات الأمونيوم قد أنتجت في اليابات لمدة سنوات عدة وأن مرقد درس تنوعاً للعمليات التي كانت قيد الاستعمال في 1970 فوسفات الأمونيوم تم تأمينه إما علىشكل خبث منتج في الوحدة عن طريق أمينة حمض الفوسفور أو على شكل صلب كـ DAP,MAP تم تأمين اليوريا على شكل صلب (بلورات مطحونة) كمصهور ، أو كمحلول مركز . العديد من الأنماط للمحبب كانت قيد الاستعمال بحيث أن الاسطوانات الدوارة كانت الأكثر شيوعاً ولكن المحبب الحوض المسطح ، الجبالات ، وأنماط أخرى كانت تستعمل في بعض المعامل .

والورقة (الوصف) الحديث يعطي وصفاً دقيقاً ومفصلاً لوحدة التحبيب التي تنتج درجاتUAP مثل 28-28-0،18-18-18 ... المواد الخام الأساسية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هي Prills اليوريا المطحونة ، فوسفات الأمونيا المجفف بالرش (5-0) وأملاح البوتاس . وواحدة من صفاتها غير العادية بالنسبة للوحدة هو خلاط ammoniator دوار حاوي على عمود اسطواني وعمله (وظيفته) هو تلقي المواد الخام الصلبة الدقائق المعادة الدوران والخبث لليوريا– ميتلين (إن استعمل) وتمزج بشكل كامل بواسطة العجن . تضاف الأمونيا في الخلاط على الرغم أنه في المثال المعطى كمية الأمونيا تكون صغيرة 6 كغ/طن من -18-18 18 من الخلاط المنتج يذهب إلى محبب دوار ومن ثم إلى مجفف وسائل الغربلة ، مبرد وأسطوانة التغليف (التغطية) ومحتوى الرطوبة المماثل للحبيبات الذي يترك المحبب يكون حوالي % 3 وهذا يتم ضبطه بإضافة البخار أو /والماء في المحبب أو الخلاط وبواسطة محتوى الرطوبة لخبث اليوريا ميتلين ودرجة الحرارة في المحبب تكون حوالي 63 درجة مئوية ونسبة إعادة الدوران تكون 1:2.5-2.0 التشكيلات والصيغ المعطاة تشير أن مفاعل اليوريا– ميتلين لايستعمل لـ -28-0 28 وهو يستعمل لدرجات متعددة لـ NPK والتي تكون فيها نسبة المول لليوريا : فورم الدهيد هي 7-7:1 التقرير (يذكر أيضاً أن الجص يمكن أن يضاف كمساعد تحبيب : المغنزيوم أو المنغنيز لبضع الدرجات وموانع النترجة تضاف في بعض المنتجات الفصل TVA XXI اقترح فكرة تطوير وتحسين عملية VAP لعدة سنوات . المنتج (المبدأ الأول) كان في إدخال اليوريا إلى عملية تحبيب الخبث TVA DAP في اختبارات الوحدة الاختبارات لهذه الطريقة درجات UHP المتراوحة من 38-13-0 إلى 21-42-0 قد تم إنتاجها (الدرجات) اليوريا أضيفت في المحبب إما كمحلول مركز أو صلبة (بلورات أو Prill) هذه الطريقة العامة قد استعملت على الأقل في معملين في الهند لصنع وتحضير 28-28-0 ودرجات اخرى باستعمال يوريا صلبة . والانتاج الحالي لـ TVA من UAP بواسطة عملية التحبيب للمصهور وقد ذكرت سابقاً بحيث أن مصهور بولي فوسفات الأمونيوم واليوريا المصهورة تحببان في جبالة . الدرجة الرئيسية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هي 28-28-0 والتي تنتج عند نسبة (معدل) يصل إلى 16 طن /ساعة وكذلك درجة 35-17-0 يتم إنتاجها . نسبة (معدل) الإنتاج تتحدد بطاقة وحدة تصنيع اليوريا TVA قامت بـ prillign للمزيج المصهور لـ VPA في وحدة prillign الزيت لعمل الوحدة الاختبارية . Norsktlydro طور عملية على أساس درجة (معيار) معمل الوحدة الاختبارية من أجل UAP prillign في الهواء مع أو بدون إضافة البوتاس .

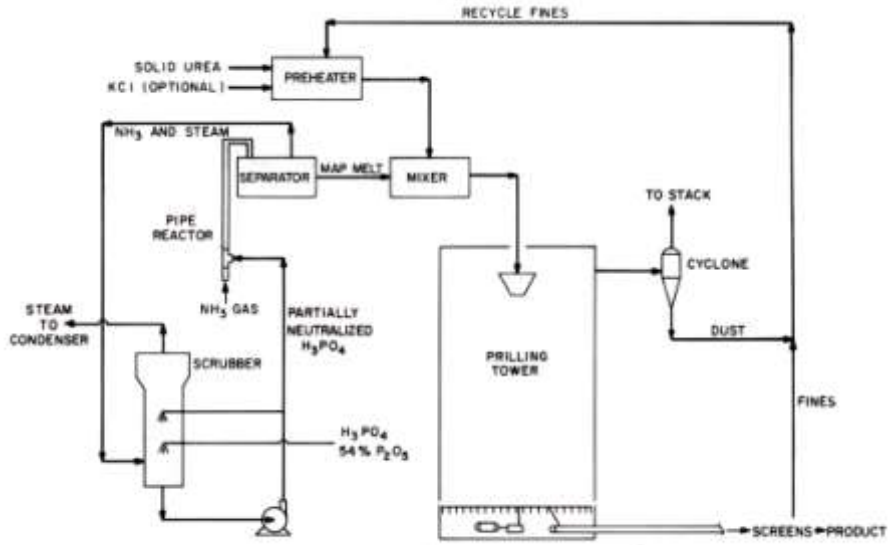


Figure 13. Norsk Hydro UAP Process.

في عملية TVA مصهور بولي فوسفات الأمونيوم يمزج مسبقاً مع مصهور اليوريا مباشرة قبل prillign في واحدة من تغيرات عملية MAP, Norskhydro الصلب المسخن مسبقاً يمزج مسبقاً مصهور مع اليوريا prillign وبشكل متناوب اليوريا الصلبة المسخنة مسبقاً تمزج مسبقاً مع مصهور MAP . prills عادة تكون نسبياً كبيرة و 1.8 ملم كمعدل صلبة وكثيفة كذلك درجات من 29-29-0 و 38-16-0 يتم إنتاجها والرسم البياني لعملية Norsk Hydro موضحة في الشكل (13)

استعمال حمض الفوسفور في عمليات التحبيب :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حمض الفوسفور أحياناً يستعمل في الأسمدة المركبة المحببة لتأمين جزء وتزويد جزء من P_2O_5 في التشكيلات والصيغ والتي فيها الجزء المتبقي من P_2O_5 يتم تأمينه بواسطة سوبر الفوسفات الثلاثي أو المفرد (الأحادي) أو فوسفات الأمونيوم . الحمض عادة يرش إلى داخل محبب وأمونيا أو محلول الأمينة تضاف خلال التحبب لتعديله . حرارة التفاعل تعزز التحبب وتبخز الرطوبة وكل من الدرجة التجارية لـ 54 % من P_2O_5 وحمض سوبر فوسفات لـ 69-72 % من P_2O_5 قد استعملت في هذه الطريقة 0الفصل XIX)

استعمالات تسميدية متنوعة لحمض الفوسفور :

الاستعمال الواعد (المأمول) لحمض الفوسفور يكون في إنتاج أسمدة البوتاسيوم الفصل XVI.

كميات جوهرية ولكن نسب صغيرة نسبياً من حمض الفوسفور من أجل التطبيق المباشر على التربة وخصوصاً الترب القلوية الأسمدة ذات التحرر البطيء $MgNH_4PO_4$, $MgkPO_4$ أو مزيج من كلا الملحين تمثل استعمال آخر . المركبات ذات الصيغة العامة MNH_4PO_4 حيث M قد تكون شاردة معدنية التكافؤ مركبات مثل Cu Mn Fe أو Zn قد تم اختبارها كمصادر ذا تحرر (إطلاق) بطيء للمواد المغذية الدقيقة فوسفات اليوريا $Ca(NH_2)_2.H_3PO_4$ والذي هو مركب تم اعتباره (إدخاله) في الاعتبار للاستعمال كسماد ولكن الاستعمال المأمول (الواعد) هو كمركب وسيط لإنتاج أسمدة صلبة ذات تحليل عالٍ وأسمدة سائلة . هذه الإمكانيات تحت الدراسة من قبل TVA وآخرون . الاستعمالات الهامة لحمض الفوسفور والتي تم التحدث عنها في فصول أخرى هي لانتاج الأسمدة السائلة (الفصل XIX) ونتروفوسفا الحمض الممزوج (الفصل XV)

التدابير الاقتصادية المقارنة لـ MAP, DAP, TSP :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن مسألة اختيار نتج الفوسفات الواجب إنتاجها من حمض الفوسفور أحياناً تبرز وتنشأ واعتماداً على التقنية فإن الاختيار أحياناً يكمن في TSP,DAP,MAP أو الأسمدة المركبة التي تعتمد على هذه المنتجات يمكن أن تصنع في وحدة تحبيب ذات نموذج خبث ولذلك فمن الممكن بناء وحدة مفردة التي يمكن أن تصنع (تحضر) المنتجات بشكل متناوب على الرغم أن تكاليف الوحدة سوف تكون إلى حدٍ ما أعلى من تلك الوحدة المصممة للمنتج المفرد (الوحيد) وعندما يكون هناك احتمالاً لتسويق اثنين أو ثلاثة من المنتجات فمن المحتمل أن المرغوب به وجود هذه المرونة وبالتالي العديد من المعامل مجهزة ومزودة بهذا الشكل . في المعامل الكبيرة الضخمة قد يكون هناك اثنين أوثلاثة من خطوط التحبيب ولكن من المستحسن القدرة على استعمال كل خط بشكل قابل للتبادل من أجل منتجات مختلفة بحيث أن خليط المنتج يمكن أن يتغير "يتناوب ليناسب حاجة السوق" وحدة التحبيب المعطاة لها طاقات مختلفة لمنتجات مختلفة فمثلاً قد يكون معدل الانتاج فقط % 65-70 بالنسبة لـ TSP قدر DAP وذلك بسبب نسبة إعادة الدوران العالية الخاصة بـ TSP وبشكل متناوب وحدة التحبب لانتاج TSP بواسطة عملية الخبث يجب أن تكون أضخم بالنسبة لـ DAP وذلك إن كان نفس الدخل لازماً وضرورياً . وبما أن TSP يستلزم صخر مطحون بشكل دقيق فإن كلفة المعدات لطحن الصخر يجب أن تضاف وإذا ماترافقت وحدة TSP بوحدة حمض الفوسفور ذات العملية الرطبة ومن الممكن أحياناً تحضير الصخر المطحون ولكلا الوحدتين بنفس المعدات والتجهيزات ولكن معامل حمض الفوسفور احياناً تستعمل الطحن الرطب ، الطحن الخشن أو حتى بلا طحن ، بينما TSP تستلزم وتتطلب صخراً جافاً مطحوناً بشكل دقيق كذلك في العديد من المعامل (الوحدات) درجة أعلى من الصخر تستعمل من أجل TSP أكثر تستعمل لانتاج الحمض ولذا وسائل طحن الصخر المنفصلة أحياناً تكون مطلوبة ولازمة . بالإضافة إلى العوامل المذكورة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أعلاه أي موازنة اقتصادية سوف تتأثر بكامل المعمل وذلك فيما إذا كانوا العوامل (حمض) أو وسائل إنتاج الأمونيا وفيما إذا كانت الوحدة تقع بالقرب من منجم صخر الفوسفات . ومن أجل إجراء مقارنة للتدابير الاقتصادية النسبية لانتاج TSP (ثلاث عمليات) DAP (عمليتان) وMAP (عمليتان) فإن الافتراضات التالية تُقترح:

1- يفترض أن تكون وحدة الانتاج جزءاً من شبكة الوحدات وبالتالي فلا يوجد هناك تخزين للمنتجات الخام أو الوسيطة يمكن أن تحتاج إليها العملية ولكن إن الأمونيا أو حمض الفوسفور لم ينتج في site فإن التخزين يصبح لازماً .

2- تسهيلات (ووسائل) التخزين للمنتج النهائي ليست مشمولة في كلفة رأس المال ولكن تعتبر (تؤخذ بعين الاعتبار) بشك منفصل .

3- أسعار المواد الخام والمواد الوسيطة تكون تقريبية لأسعار السوق العالمية الحالية (1978) وبما أنه لم يفترض موقع تضاف كلفة النقل . الأسعار المقدرة هي:

حمض الفوسفور % 54 P_2O_5	200 دولار /طن من P_2O_5
الأمونيا	120 دولار/طن
صخر الفوسفات % 33 P_2O_5	25 دولار/طن
يوريا (جملة)	120دولار/طن

4- قدرة الوحدة تصل إلى 800 طن يومياً 264,000 ألف طن سنوياً

5- كلفة وحدة التحبيب تعزى إلمعدل Throughput وذلك وفقاً لـ الشكل 14 ومعدل Throughput هو نسبة (معدل الانتاج + نسبة إعادة الدوران .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

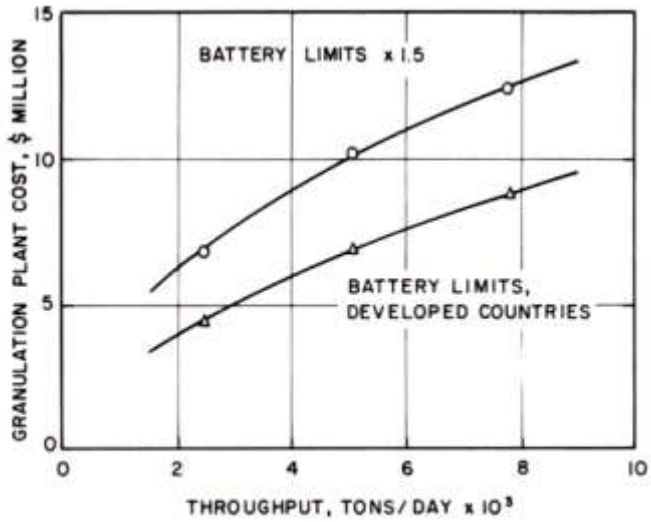


Figure 14. Capital Cost of Granulation Plants as Related to Throughput (Throughput = Output + Recycle).

وهكذا فإنه من أجل نسبة 800 طن يومياً من المعدل المنتج مع نسب إعادة الدوران لـ 1:5 فإن معدل Throughprt يكون

(5 x 800) + 800 = 4.800 طن يومياً

6- من أجل الأهداف الحالية كلفة المعمل الإجمالي تعتبر مساوية لـ 1.5 مرة من كلفة حدود المجموعة من أجل موقع (مكان) صناعي في بلد متطور .

مستلزمات العملية تعتبر على الافتراضات الموضحة في الجداول 2-13 وكلفة الانتاج المقدرة الداخلة إلى المستودع موضحة في الجداول 4-5 من بين عمليات TSP المأخوذة في عين الاعتبار فإن عملية التحبيب ex-den تظهر أدنى كلفة تشغيل واستثمار (توظيف) ومن بين العمليتن المعروفتين ، عملية تحبب الخبث لها أعلى استثمارية ولكن أدنى كلفة تشغيله . الكلفة التشغيلية للعملية ذات الخطوتين تكون على وذلك لأن العملية فعلياً (عملياً) تتألف من ثلاث مراحل (خطوات)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1- تحضير لـ TSPغير المحبب 2- 30 يوماً تخزين curing وحفظ 3- تحبيب لسوبر فوسفات الخامي .

كلفة رأس المال لتخزين curing بمافي ذلك تقليل (خفض الفلورين) ومعدات المعالجة الميكانيكية الآلية قدرت بـ 50 دولار /طن من طاقة التخزين . وإن كنت قيمة المادة في مستودع التخزين curing حوالي 2 مليون دولار قد أضيفت إلى كلفة رأس فإن العملية سوف يكون لها أعلى كلفة رأس مال .

وبمقارنة الكلفة الصافية لـ P2O5 في فوسفات الأمونيا مع تلك لـ TSP عن طريق اعتماد كلفة النتروجين عند كلفة كمية مكافئة (مساوية) من اليوريا فإنه من الواضح أن DAP هو المصدر الأكثر اقتصادي لـ P2O5 . MAP بواسطة عملية الصهر (المصهور) تكون بشكل خفيف الأقل كلفة من عملية TSP القليلة الكلفة وذلك ضمن الكلفة الصافية لـ P2O5

وبسبب التركيز العالي للمواد المغذية للوحدة كاملة فإن DAP يوفر توفيراً آخراً في التخزين ، التعبئة والنقل . هذه المدخرات (الاحتياطي) توضح بالجدول (6) الذي يبين التكاليف بعد ترك وحدة إنتاج المعمل من أجل 1طن من DAP مقارنة مع 1طن من TSP 0 .+39 طن من اليوريا . الاتحاد الأخير يؤمن نفس الكمية من N و P2O5 و DAP تماماً .

بشكل طبيعي كلفة النقل سوف ترتكز على الطريقة والمسافة وكلفة الصناديق سوف تعتمد على نمط وحجم الصناديق اللازمة من قبل السوق والجدول (6) يظهر أن كامل التوفير في الكلفة المسلمة تصل إلى 23 دولار أو حوال نسبة 12% سوف تنتج تحت الشروط المفترضة من الانتاج والتسويق لـ 0 .18 طن من N و0 .46 من P2O5 على شكل DAP مقارنة مع TSP واليوريا .

التوضيح لايفترض أن TSP واليوريا يمكن مزجهما المزيج سوف يكون له ميوات فيزيائية ضعيفة بسبب أن كلتا المادتين متعارضتين (غير مؤتلفتين) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 2. ESTIMATED REQUIREMENTS FOR PRODUCTION OF GRANULAR TSP (800 tpd)

Product:	TSP (0-46-0)		
Process:	Two-Step	Ex-Den Granulation	Slurry Granulation
Plant Investment, $ Million			
Rock grinding	1.0	1.0	1.0
Acidulation	0.8	0.8	-
Storage curing[a]	1.2	1.2	-
Granulation	4.5	4.0	7.5
Total, battery limits	7.5	7.0	8.5
Total plant (BL x 1.5)[b]	11.25	10.5	12.75
Process Requirements per Ton of Product			
Rock, 33% P_2O_5, tons	0.39	0.39	0.40
Acid, tons P_2O_5	0.345	0.345	0.345
Electricity, kWh	40	38	40
Steam, kg	75	55	20
Fuel, kcal x 10^3	160	100	125
Labor, man-hour	0.55	0.25	0.25
Recycle ratio	2.5	1.6	8

a. Cost of storage curing facilities, including removal of evolved fluorine, estimated on basis of 24,000 tons' capacity (30 days' production) and $50 capital cost per ton of capacity.
b. Estimated plant investment for an industrial location in a developed country (e.g., U.S. Gulf Coast).

TABLE 3. ESTIMATED REQUIREMENTS FOR PRODUCTION OF GRANULAR DAP AND MAP (800 tpd)

Product:	DAP (18-46-0)		MAP (11-55-0)	
Process:	Slurry Granulation	Pipe Reactor Granulation	Slurry Granulation	Melt Granulation[a]
Plant Investment, $ Million[b]				
Battery limits	6.8	5.8	6.8	5.1
Total plant (BL x 1.5)[c]	10.2	8.7	10.2	7.65[d]
Process Requirements per Ton of Product				
Phosphoric acid, tons P_2O_5	0.47	0.47	0.56	0.56
NH_3, tons	0.224	0.224	0.137	0.137
Electricity, kWh	30	20	30	20
Fuel, kcal x 10^3	125	-	125	-
Labor, man-hours	0.25	0.20	0.25	0.20
Recycle ratio	5.0	2.5	5.0	4.5

a. This product contains 15%-30% ammonium polyphosphate.
b. Estimated capital investment for an industrial location in a developed country (e.g., U.S. Gulf Coast).
c. Product storage not included.
d. Plant cost estimated by TVA to be 7.5% less than for the slurry granulation process. The recycle ratio was not used for estimating plant investment.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 4. ESTIMATED PRODUCTION COST OF TSP ($/TON OF PRODUCT, 264,000 TONS OF PRODUCT PER YEAR)

Product:	TSP (0-46-0)		
Process:	Two-Step	Ex-Den Granulation	Slurry Granulation
Rock, $25/ton	9.75	9.75	10.00
Acid, $200/ton of P_2O_5	69.00	69.00	69.00
Electricity, $0.027/kWh	1.08	1.03	1.08
Steam, $0.04/kg	3.00	2.20	0.80
Fuel, $0.01/thousand kcal	1.60	1.00	1.25
Labor-related costs[a]	9.68	4.40	4.40
Capital-related costs[b]	7.50	7.00	8.50
Subtotal	101.61	94.38	95.03
Adm. and misc. costs, 5% of subtotal	5.06	4.72	4.75
Total production cost	106.67	99.10	99.78
Cost/ton of P_2O_5	230.91	215.43	216.91

a. Labor-related costs include labor, overhead, supplies, and chemical control--$17.60/man-hour.
b. Capital costs = 17.67% of capital cost per year. Includes depreciation--6.67%; maintenance--5.0%; interest--4.0%; and taxes and insurance--2%.

TABLE 5. ESTIMATED PRODUCTION COST OF DAP AND MAP ($/TON OF PRODUCT, 264,000 TONS OF PRODUCT PER YEAR)

Product:	DAP (18-46-0)		MAP (11-55-0)	
Process:	Slurry Granulation	Pipe Reactor Granulation	Slurry Granulation	Melt Granulation
Phosphoric acid, $200/ton P_2O_5	94.00	94.00	112.00	112.00
Ammonia, $120/ton	26.88	26.88	16.44	16.44
Electricity, $0.027/kWh	0.81	0.54	0.81	0.54
Fuel, $0.01/thousand kcal	1.25	-	1.25	-
Labor-related costs[a]	4.40	3.52	4.40	3.52
Capital-related costs[b]	6.80	5.82	6.80	5.10
Subtotal	134.14	130.76	141.70	137.60
Adm. and misc. costs, 5% of subtotal	6.71	6.54	7.08	6.88
Production cost	140.85	137.30	148.78	144.48
Nitrogen credit[c]	46.96	46.96	28.70	28.70
Net P_2O_5 cost				
Per ton of product	93.89	90.34	120.08	115.78
Per ton of P_2O_5	204.11	196.39	218.33	210.51

a. Labor-related costs include labor, supplies, overhead, and chemical control--$17.60/man-hour.
b. Capital-related costs = 17.67% of total plant cost per year. Includes depreciation--6.67%; maintenance--5%, taxes and insurance--2%, and interest--4%.
c. Based on cost of equivalent amount of bulk urea at $120/ton = $260.87/ton of N.

TABLE 6. COST OF STORAGE, HANDLING, BAGGING, AND SHIPPING OF DAP VERSUS TSP PLUS UREA

	$/Ton of DAP (18-46-0)		$/Ton of TSP Plus 0.39 Ton of Urea
Cost of bulk material, ex-plant	137.30		99.10 (TSP) 46.80 (Urea)
			145.90 Total
Storage cost, $2.10/ton[a]	2.10		2.92
Reclaiming from storage, bagging, and shipping	15.00		20.85
Transportation cost	20.00		27.80
Total delivered cost (bagged)	174.40		197.47
Savings for DAP		$23.05 = about 12%	

a. Based on 45 days' storage in bulk and 10 days' storage in bags.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الخامس عشر

15- مركبات (أسمدة) النتروفوسفات

إن مصطلح "النتروفوسفات" عادة يكون مقبولاً كمصطلح لأي من الأسمدة التي تنتج بواسطة العملية التي تشتمل على معالجة صخر الفوسفات بحمض النتريك . مصطلح فوسفات النتريك قد استعمل إلى حد ما بشكل خاص من قبل TVA ولكن على أساس الانتشار العالمي فوسفات النترو تبدو مقبولة بشكل عام . إنتاج النتروفوسفات قد ازداد بشكل سريع وخاصة في أوربا منذ عام 1945 والطاقة العالمية في 1975 قدرت بـ 3.46 مليون طن من P_2O_5 والتي نسبته منها تصل إلى 75 % كانت في أوربا الغربية و33% في أوربا الشرقية . وبافتراض أن معدل محتوى P_2O_5 يصل إلى 15 % فإن الطاقة العالمية تكون مكافئة (مساوية) لحوالي 23 مليون طن من الأسمدة . الميزة الأساسية لعمليات النتروفوسفات هي أن حمض النتريك يستعمل لغرض مزدوج خاص بتحويل صخر الفوسفات إلى صيغة (شكل) أكثر انحلالية إعداد نتروجين التسميدي في المنتج وبما أن كلفة حمض النتريك يمكن أن تصرف لإنتاج النتروجين التسميدي ، فإن عمليات النتروفوسفات لها فائدة اقتصادية تفوق العمليات التي تستعمل حمض الكبريت أو كواشف مواد مغذية أخرى من أجل حلّ صخر الفوسفات .

كيمياء العمليات النتروفوسفاتية :

العملية الأبسط هي في تفاعل حمض النتريك مع صخر الفوسفات لإنتاج فوسفات أحادي الكالسيوم ونترات الكالسيوم :

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6 + 14HNO_3 \rightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2 + 7Ca(NO_3)_2 + 2HF$$

قد يعتبر التفاعل مشابهاً لذلك الموارد في إنتاج SSP باستثناء أن حمض النتريك يحل محل حمض الكبريت . عمليات لونزا التي استعمالها تجارياً لسنوات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عدة في سويسرا قد استفادت من هذه العملية (الطريقة) . حمض النتريك بتركيز 65-70 % مُزج مع صخر الفوسفات المطحون في معدات وتجهيزات مماثلة لخلاط سوبر فوسفات و den .

المنتج حوي على 8 % من N و 16 % من P_2O_5 ، والصعوبة التقنية كانت خسارة النتروجين كـ NO_2 بواسطة تفكك حمض النتريك أو نترات الكالسيوم بسبب حرارة التفاعل . محتوى نترات الكالسيوم قد أدى بالمنتج لأن يكون تماماً مستوطباً ، هذا الأمر والتحليل المنخفض للمنتج كانا من ضمن المساوئ الحرجة والهامة .

TVA قدمت سوبرفوسفات على أساس درجة الوحدة الاختبارية والتي فيها مايفوق 50 % من حمض الكبريت قد استبدلت بحمض النتريك . المنتجات احتوت على 3-5 % من N و 18 % من P_2O_5 . وخسارات النتروجين في مدى يصل إلى 1-8 % قد قلت عندما كان محتوى الماء للحمض الممزوج حوالي 29 % أو أكثر وعندما تمّ تكليس صخر الفوسفات معظم عمليات النتروفوسفات تشتمل على امحلال صخر الفوسفات في حمض النتريك 50-60 % من HNO_3 لتشكل حمض الفوسفور ونترات الكالسيوم .

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6 + 2OHNO_3 \rightarrow$$
$$6H_3PO_4 + 10Ca(NO_3)_2 + 2HF$$

على الرغم من أن المعادلة (الموازنة) تظهر تشكل HF فإن نسبة صغيرة و(عادة) أقل من 10 % من محتوى الفلورين للصخر تتطاير . في معظم الحالات ، نسبة حمض النتريك المستعملة تكون على الأقل كافية لتحويل كل الكالسيوم في الصخر إلى نترات كالسيوم ، وأحياناً بزيادة طفيفة تستعمل عمليات النتروفوسفات تختلف بشكل أساسي في معاملتهم (عالجتهم) لمحلول نترات الكالسيوم– الحمض الفوسفور الذي تشكل في الخطوة الأولى من العملية (

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المعادلة (2) الهدف العام هو إزالة الكالسيوم أو على الأقل ترسيبه على شكل غير ذواب بحيث أنها لن تتدخل مع المنهج المطلوب لتفاعلات الأمينة التالية .

إزالة نترات الكالسيوم :

الخطوة الثانية المعروفة هي إزالية نترات الكالسيوم بواسطة التبلور عمليات إزالة نترات الكالسيوم تعتمد على عملية التي أخترعت من قبل Erling Johnson في النرويج عام 1928 التغيرات والتحسينات قد تطورت من قبل العديد من الشركات الأوروبية .

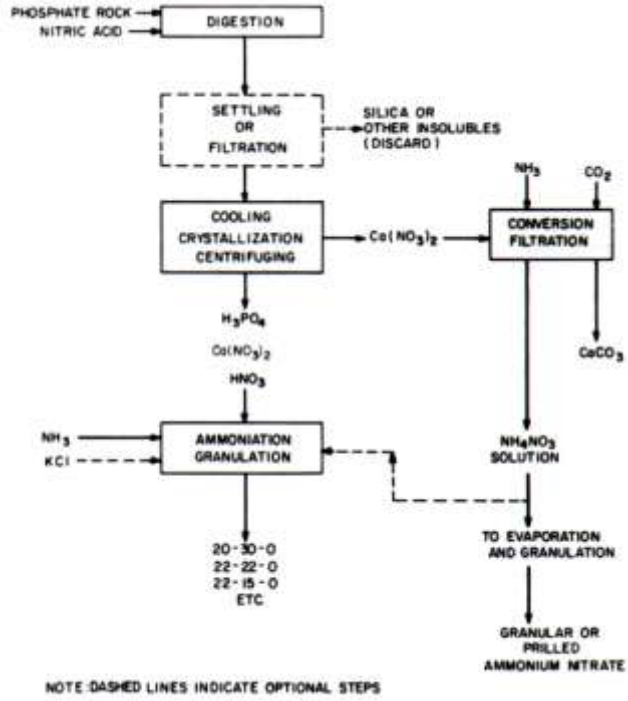


Figure 1. Typical Odda Nitrophosphate Flow Diagram.

والجدول للخطوات العملية المتتالية للعملية موضح في الصورة (1) وحرارة التفاعل بصخر الفوسفات مع حمض النتريك ترفع درجة حرارة المحلول إلى °(50-60) وعندما يبرد المحلول إلى 15-20 درجة مئوية ، فإنه حوالي 60 % من نترات الكالسيوم تتبلور كهيدرات رباعية $)_2.4H_2O$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

$Ca(NO_3)$. البلورات تفصل عن المحلول بواسطة الطرد المركزي أو الترشيح . المحلول المتبقي الذي يحتوي الآن على 40 % فقط من نترات الكالسيوم الأصلية ، يتم أمنيته وفقاً للتفاعل التالي :

$$6H_3PO_4 + 4Ca(NO_3)_2 + 4Ca(NO_3)_2 + 2HF + HNH_3 \rightarrow$$
$$3CaHPO_4 + 3NH_4H_2PO_4 + 8NH_4NO_3 + CaF_2$$

وحسب المعادلة ، فإنه نصف P_2O_5 سوف يكون موجوداً كفوسفات أمونيوم والذي يعد قابلاً للإنحلال في الماء والنصف الآخر سوف يوجد على شكل فوسفات ثنائي الكالسيوم والذي يعتبر منحلاً في ستيرات . ولكن بما أن نسبة Ca:P في معظم صخور الفوسفات هي أعلى من فلور أباتيت النقي ، فإن المعدل العادي للإنحلالية في الماء هي % (30-40) ولنفس السبب ، الكثير من نترات الأمونيوم تحدث في المنتج النهائي أكثر مما ورد في التفاعل (المعادلة (3)) .

هناك تغير واحد في عملية odda وهو بلورة نترات الكالسيوم كملح مضاعف $5Ca(NO_3)_2 NH_4NO_3.10H_2O$ وذلك عن طريق إضافة الأمونيا أو نترات الأمونيوم قبل التبريد .

التغير الآخر هو ضبط درجة PH خلال الأمينة لتشكيل فوسفات أحادي الكالسيوم بدلاً من فوسفات الأمونيوم وذلك وفقاً للموازنة :

$$6H_3PO_4 + 4Ca(NO_3)_2 + 2HF + 8NH_3 \rightarrow$$
$$2Ca(H_2PO_4)_2 + CaHPO_4 + 8NH_4NO_3 + CaF_2$$

نسبة نترات الكالسيوم المزالة بواسطة التبلور تعتمد على درجة الحرارة، وبالتبريد إلى حوالي 5 درجات مئوية حوالي % 85 من نترات الكالسيوم يمكن أن تزال بواسطة التبلور والمنتج الناتج بعد المينة له انحلالية في الماء تصل إلى % (80-85) . نترات الكالسيوم يمكن أن ينصهر بهذه الطريقة أو كملح

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مضاعف $2Ca(NO_3)_2.NH_4NO_3.10H_2O$ وتبرغل أو Prilled .
ولكن هناك طلب ضئيل نسبياً من هذا المنتج المسترطب ذو الدرجة المنخفضة (حوالي 15 %) ولذا فالإجراء العادي هو تحويله إلى نترات أمونيوم حسب الموازنة التالية :

$$Ca(NO_3 0_2 + 2NH_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2NH_4NO_3 + CaCO_3$$

(5)

محلول نترات الأمونيوم يمكن أن يفصل عن محلول كربونيت الكالسيوم بواسطة الترشيح ، وجزء أو كل محلول نترات الأمونيوم يمكن أن يتحد مع المنتج الذي تم أمنيته من المعادلة (3) وذلك لتعديل نسبة N:P2O5 الباقي يمكن أن يحبب أو Prilled مع أو بدون إضافة بعض كربونات الكالسيوم وذلك لتأمين منتج نتروجيني صرف . وكبديل خبث كربونيت الكالسيوم– نترات الأمونيوم يمكن أن تبخر وتحبب بدون فصل . المنتج عادة يدعى نترات أمونيوم– الكالسيوم (CAN) ويحتوي على حوالي 20 % من N . درجة اعلى لمنتج CAN تكون مفضلة 26 %0 من N تكون الآن الدرجة العادية ولذا معظم المعامل تفصل كربونيت الكالسيوم وتستعمل فقط جزء منه من أجل إنتاج CAN . في البلدان حيث تسويق نترات الأمونيوم الصرفة يكون مسموحاً ، فإن المحلول قد Prilled أو يحبب بدون كربونات الكالسيوم . وبتغيير كمية محلول نترات الأمونيوم المعاد إلى منتج النتروفوسفات ، فإن نسبة من N: P_2O_5 في منتج النتروفوسفات يمكن أن تختلف وتتنوع ضمن بعض الحدود . النسبة الدنيا تكون حوالي 0.6 بدون عودة أي نترات أمونيوم وإزالة نترات الكالسيوم العظمى . النسبة العظمى تكون حوالي 2 وذلك إن تم عودة كل نترات الأمونيوم . معظم المعامل تنتج منتجات النتروفوسفات بنسبة 1:1 من N: P_2O_5 (20-20-0) (15-15-15) . في هذه الحالة ، لكل طن من النتروجين المنتج كنتروفوسفات هناك تقريباً 1 طن من النتروجين الإضافية كمنتج CAN . درجة منتج النتروفوسفات تعتمد على حد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إزالة الكالسيوم والشوائب في صخر الفوسفات ، ومن أجل نسبة 1:1 الدرجة العادية تتراوح من 20-20-0 إلى 23-23-0

إزالة الكالسيوم بواسطة التبادل الأيوني (الشاردي) :

قامت شركة سوبر فوس الدانماركية بتطوير وتحسين عملية التبادل الشاردي (الأيوني) لإزالة الكالسيوم .

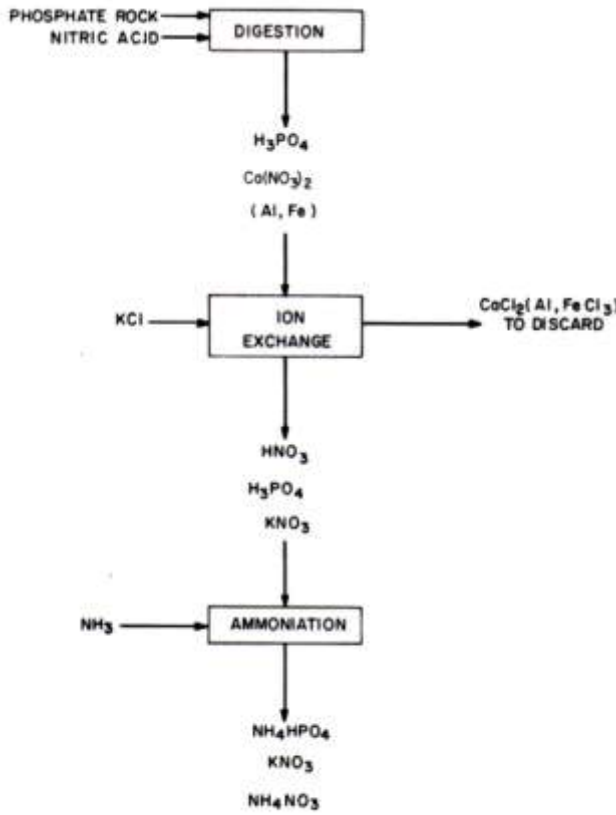


Figure 2. Superfos Ion Exchange Nitrophosphate Process Used in Demark.

محلول نترات الكالسيوم حمض الفوسفور الناتج من الموازنة (2) يمرر خلال راتنج محمل بالبوتاسيوم والذي ينص الكالسيوم ، ويحرر البوتاسيوم . الراتنج يوّلد ثانية بواسطة محلول كلوريد البوتاسيوم ، مفرغاً كلوريد البوتاسيوم إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المخلفات . الجدول والرسم البياني لخطوات العملية المبسطة موضح في الشكل (2) .

والتفاعل يكون :

$$Ca(NO_3)_2 + 2KCl \rightarrow CaCl_2 + 2KNO_3$$
(6)

إن احتوى الصخر على شوائب كارتيونية (موجبة) غير الكالسيوم كمثل الحديد والألمنيوم هذه العناصر قد تزال أيضاً بواسطة عملية التبادل الأيوني . بعد التبادل الأيوني المحلول الذي يحتوي حمض الفوسفور– نترات البوتاسيوم بعض من حمض النتريك الزائد– وربما جزء من نترا الكالسيوم المتبقية تتم أمنيته ويجفف ويحبب . الدرجات المترواحة من 21-9-21 إلى 17-17-17 يتم إنتاجها . المحلول التارك وحدة التبادل الأيوني لها نسبة وزينة لـ $K_2O: P_2O_5$ تصل إلى حوالي 0.1:1.8 وعندما نسب أقل وأدنى تكون مرغوبة في المنهج النهائي ، فإن الإجراء الحالي يكون بإضافة حمض الفوسفور من وحدة معمل آخر قبل الأمنية . والبديل الذي هو قيد الدراسة هو إزالة جزء من نترات البوتاسيوم بتبريد المحلول من أجل بلورة KNO_3 الذي يسوق كمنتج منفصل . وإحدى ميزات العملية هو إنتاج الأسمدة ذات الكلورين المنخفض أقل من 0.6 Cl مثل هذه المنتجات تكون مرغوبة زراعياً لبعض المحاصيل والترب . والميزة الكامنة الأخرى هي القدرة على استعمال صخور الفوسفات ذات يحتوي الحديد العالي والمحتوى الألمنيومي وحتى خامات فوسفات الألمنيوم . هذه الإمكانية هي قيد الدراسة .

إزالة الكالسيوم بواسطة إضافة السلفيت :

المحلول المستحصل عليه بواسطة تفاعل حمض النتريج مع صخر الفوسفات الموازنة (2) يمكن أن تعالج بواسطة إضافة السلفيت الذواب لترسيب جزء أو تقريباً كل الكالسيوم كسلفيت كالسيوم أو نصف هيدرات في العمليات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التجارية ، سلفيت الأمونيوم ، سلفيت البوتاسيوم وحمض الكبريت قد تم استعمالهم . اللانغبينيت ($K_2SO_4 .2MgSO_4$) قد استعمل بشكل اختباري سلفيت الكالسيوم قد يفصل بواسطة الترشيح أو أنه يترك في المنتج . في معظم المعامل سلفيت الكالسيوم يزال من أجل إنتاج منتج ذو درجة أعلى . التفاعلات الكيماوية هي كالتالي :

$$(NH_4 0_2 SO_4 + Ca(NO_3)_2 \rightarrow 2NH_4NO_3 + CaSO_4$$

(7)

$$K_2SO_4 + Ca(NO_3)_2 \rightarrow 2KNO_3 + CaSO_4$$

(8)

$$H_2SO_4 + Ca(NO_3)_2 \rightarrow 2HNO_3 + CaSO_4$$

(9)

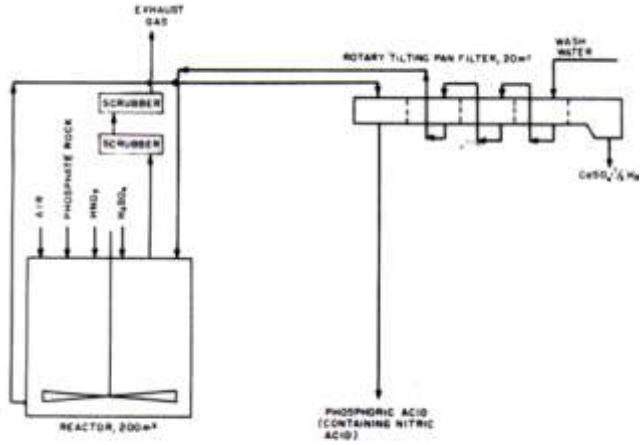


Figure 3. The Vebe Phosphoric Acid Process (200 tpd P_2O_5).

محلول سلفيت الأمونيوم المستحصل عليه كمنتج ثانوي من إنتاج الكاربولاكتم يستعمل على الأقل في معملين .

المعملين الآخريين من المعروف أنهما تستعملان سلفيت البوتاسيوم في عملية حمض الفوسفور الشكل (3) صخر الفوسفات يتفاعل مع مزيج من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حموض الكبريت والنتريك تحت الشروط التي تشكل سلفيت الكالسيوم على شكل نصف هيدريت والذي يزال بواسطة الترشيح .

في هذه العملية ، جزء من حمض الكبريت قد يستبدل بسلفيت الأمونيوم. عندما يستعمل سلفيت الأمونيوم لترسيب الكالسيوم كجص ، فإن الجص يمكن أن يعامل مع الأمونيا وثاني أوكسيد الكربون لإعادة توليد سلفيت الأمونيوم الذي يعاد الدوران ولتحويل الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم:

$$CaSO_4.2H_2O + 2NH_3 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4 + H_2O \quad (10)$$

هذا هو أساس ومبدأ عملية إعادة دوران السلفيت التي طورت من قبل TVA على مبدأ الوحدة الاختبارية للمعمل . والصفة السيئة لهذه العملية هي أن نسبة $N: P_2O_5$ في المنتج كمزج عن حوالي 1:2 (28-14-0) ولكن الطرق العديدة قد طورت اختبارياً لفصل نترات الأمونيوم من سلفيت الأمونيوم بواسطة بلورة نترات الأمونيوم ، فوسفات أحادي الأمونيوم أو فوسفات ثلاثي الأمونيوم في مراحل متنوعة من العملية .

الفصل الكامل 99 % للفوسفات عن النترات تم استحصاله فقط بواسطة عملية فوسفات ثلاثي الأمونيوم ، بلورات فوسفات ثلاثي الأمونيوم بواسطة الترشيح والغسل بالماء الحاوي على أمونيا . تسخين فوسفات ثلاثي الأمونيوم يحولها إلى فوسفات ثنائي الأمونيوم والأمونيا التي أعيد دورانها . استعمال سلفيت البوتاسيوم من أجل ترسيب الكالسيوم له صفة سيئة وهي أن نسبة $K_2O: P_2O_5$ في المنتج يمكن أن تتغير فقط ضمن حدود ضيقة وفقط عن طريق تغيير نسبة الكالسيوم المترسبة . ولترسيب 90 % أو أكثر من الكاسيوم فإن نسبة وزنية لـ $K_2O: P_2O_5$ من 2 أو أكثر قد تكون لازمة ومطلوبة . هذه النسبة قادراً ماتكون عظمى (مثالية) بالنسبة للأسمدة المركبة . وبما أن البوتاسيوم موجود كـ

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

HNO_3 (انظر الموازنة 8) فإن معظمها يمكن أن يفصل بواسطة التبلور بتبريد المحلول . مبيع نترات البوتاسيوم كمنتج منفصل يمكن أن يكون مربحاً ولكن الطلب نسبياً يكون ضئيلاً .

إضافة حمض الفوسفور أو مركبات الفوسفات الذوابة :

بدلاً من إزالة الكالسيوم ، فإن نسبة $CaO:P_2O_5$ قد تعدّل وتسوى إلى المستوى المطلوب بإضافة حمض الفوسفور أو الفوسفات الذواب مثل فوسفات الأمونيوم . هذا هو هو الأساس لعملية– نتريك– فوسفو أو الحمض– الممزوج. العديد من الشركات قامت بتطوير أو أنها استخدمت عمليات الحمض الممزوج . بعد التعديل لنسبة $CaO: P_2O_5$. والمحلول تتم أمنيته كما هو موضح في الموازنة 3 أو 4 . عمليات الحمض الممزوج قد طورت واستعملت من قبل Kemiraoy (فيلندة) و Societe Patasseet Engrais chemiques فرنسا و TVA (الولايات المتحدة) و FCS (الهند) . عملية FCI استعملت DAP بدلاً من حمض الفوسفور من أجل التعديل والتسوية . وميزات عمليات الحمض الممزوج هي:

1- العملية نسبياً بسيطة .

2- ليس هناك منتج مشترك .

3- النسبة الوزنية $N: P_2O_5$ يمكن ان تختلف في مدى من 2:1 إلى 1:2 .

والمساوئ الأساسية هي أن حمض الفوسفور أو فوسفات الأمونيوم يكون لازماً ومطلوباً وبالتالي جزء من فائدة عمليات فوسفات النتريك . تقليل الحاجة لحمض الكبريت اللازم لتصنيع حمض الفوسفور قد فقدت ولكن العملية للحمض الممزوج قد تكون أفضل خيار بالنسبة للمعامل الصغيرة التي تستعمل حمض الفوسفور المستورد أو الأمونيا المستوردة أو أنها تترافق مع وحدة الأمونيا .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 1. RELATIONSHIP OF P_2O_5 WATER SOLUBILITY TO SULFUR REQUIREMENTS AND PRODUCT GRADE IN TVA MIXED-ACID NITROPHOSPHATE PROCESS

Water Solubility of P_2O_5 in Product, % of Total P_2O_5	Ton S Required/ Ton Product P_2O_5	Proportion of Product P_2O_5 from H_3PO_4, %	Highest Possible 1:1:0 Product Grade
96*	0.94	100	25-25-0
50	0.55	69	21-21-0
40	0.58	62	20-20-0
30	0.53	56	20-20-0
25	0.51	54	20-20-0
20	0.35	38	19-19-0

a. All ammonium phosphate.

إن نسبة منتج P_2O_5 المشتق من حمض الفوسفور على صلبة بالانحلالية في المساء لـ P_2O_5 في المنتج النهائي ، الجدول (1) يظهر هذه العلاقة كما حددت اختيارياً من قبل TVA . وللحصول على منتج والذي فيه نسبة 40 % من P_2O_5 منحلة في الماء ، وعلى سبيل المثال 62 % من P_2O_5تشتق من حمض الفوسفور و30 % مباشرة من صخر الفوسفات . هذه النسب سوف تختلف بشكل ضعيف وذلك بناءً على تركيب الصخر والحمض على مستوى وحد الأمينة . إن P_2O_5غير الذواب في الماء يكون ذواباً في سيترات الأمونيوم المعدَّلة ويتألف أساساً من فوسفات ثنائي الكالسيوم . تمت هذه الشروط من الأمينة بعض من الفوسفات يمكن أن يترسب كـ أباتيت منحل في السيترات وذلك كما هو موضح أدناه في الموازنة :

$$6H_3PO_4 + 4Ca(NO_3)_2 + 2HF + 16NH_3 \rightarrow 4(NH_4)_2HPO_4 + 0.33Ca_{10}F_2(PO_4)_6 + 8NH_4NO_3 + 0.67CaF_2$$

(11)

إن تأثير هذا النمط من التفاعل هو لزيادة نسبة P_2O_5 الذواب في الماء مع نسبة معطاة من Ca:P على حساب تحويل P_2O_5 غير الذواب في الماء إلى أباتيت الذي يعتبر ذواباً حتى في السترات . والذي من المحتمل أن يكون أقل فعالية في التربة أكثر من فوسفات ثاني الكاسيوم اللامائي . ولكن ثنائي هيدرات غير مستقر وثابت عند درجات حرارة سائدة في الأجواء الدافئة ويرتد إلى الشكل اللامائي ، محرراً ماء التبلور وبالتالي يسبب فساد للميزات الفيزيائية للمنتج .

تقنية عملية النتروفوسفات :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

اختيار صخر الفوسفات: بشكل عام فعالية صخر الفوسفات لايعد مشكلة، حتى مركبات الأباتيت النارية تتحل بسهولة في حمض النتريك . الصخر لايحتاج لأن يطحن بشكل دقيق ، الصخر الأدق (المطحون) بشكل أدق من 1ملم يكون مرضياً ومقنعاً . وبشكل عام الصخر يحتاج إلى أن يكون دقيقاً بشكل كافٍ لمنع الترقد السريع في أوعية التفاعل المحركة . صخر السيليكا العالي يمكن أن يستعمل إذا كانت المعدات والتجهيزات مصممة لذلك الغرض . وبالاعتماد على كمية السيليكا فإن مرشح ، مصيدة الرمل (في مجرى العملية) أو أية وسائل أخرى من أجل فصل المواد غير الذوابة في الحمض يمكن استعمالها جزئيات السيلكا الخشنة يمكن أن تكون مادة حاكة للمضخات والأنابيب والحقيقة أن هذا الأمر يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أثناء تصميم المعمل .

ومن المرغوب به أن نسبة $CaO: P_2O_5$ في الصخر يجب أن تكون منخفضة بشكل يمكن تنفيذها اقتصادياً لأن الزيادة في تلك النسبة تزيد كمية الكالسيوم الذي يجب ان يزال أو تزاج في عملية الحمض- الممزوج بينما الكالسيوم الإضافي يتطلب حمض نتريك إضافي فإنه من غير الضروري أن يتضمن عقوبة اقتصادية مباشرة لأن النترات يتحول بشكل لاحق إلى نترات أمونيوم إما في منتج النتروفوسفات أو في المنتج المشترك Coproduct المادة العضوية غير مقبولة في عمليات فوسفات النتريك ، وهي تتفاعل مع حمض النتريك مع خسارة للنتروجين كـ NO_2 أو أكاسيد نتروجينية أخرى وتسبب مشكلة صعبة في مسألة التحكم وضبط التلوث .

الحديد وأكاسيد الألمنيوم لاتحدث أي مشكلة ضمن مدى الوجود في صخور الفوسفات التجارية ، هذه الأكاسيد عادة ماتكون منحلة في حمض النتريك وتترسب خلال الأمنية كفوسفات ذواب في الستيرات .

TVA قد استعمل في منطقة التصفية في فوسفات فلوريدا والحاوي على نسبة عالية من معادن فوسفات الألمنيوم في بعض عمليات النتروفوسفات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الخاصة . تم تشغيل العملية على أساسية مقياس عملي لسنوات عدة مع نتائج مرضية تقنياً .

الاستخلاص :

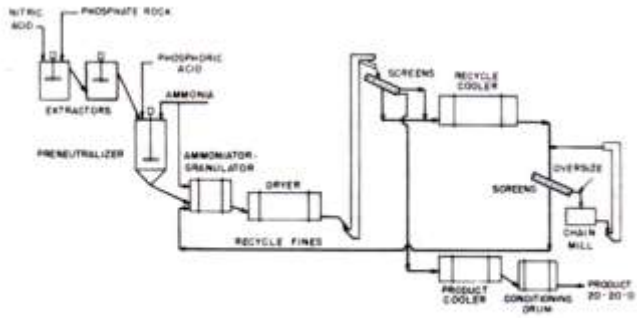


Figure 4. Flow Diagram of TVA Mixed-Acid Nitrophosphate Process.

الشكل (4) يظهر رسماً بيانياً لخطوات العملية للوحدة TVA ذات المقياس (المعيار) العملي خطوة الاستخراج قد تم تنفيذها في اثنين من أوعية التفاعل المتحركة على التسلسل مع زمن استبقاء أو احتفاظ يصل إلى حوالي 1 ساعة ، الصخر قد استعمل كما تم تلقيه دون طحن أو سحق أوغربلة . تركيز حمض النتريك كان % (60-65) من HNO_3 وعادة حوالي % 65 . صهاريج الاستخلاص كانت مصنوعة من الفولاذ الذي لايصدأ ذو النمط 316 ولكن الاختبارات وضحت أن النموذج 304 (خليطة أقل كلفة) كان أيضاً وبنفس السوية مناسباً . درجة الحرارة في خطوة الاستخلاص كانت حوالي °85 درجة مئوية عند إنتاج (20-20-0) تشكل الرغوة ضُبط بواسطة قواطع رغوية آلية وبالتحريك الكامل والشامل . الغازات المتحررة من اعوية الاستخلاص قد تم تنفيسها خلال جهاز غسل الغازات . الخسارات في أوكسيد النتروجين كانت صغيرة ولكن محتمل أن تكون عالية لأن تتوافق مع معايير ضبط بالتلوث الجوي الحالية .

إزالة نترات الكالسيوم :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في العمليات التي تستخدم إزالة نترات الكالسيوم ، الإجراء العادي كان في تبريد المحلول ببطئ كاف وحذر لتشكيل بلورات نترات الكالسيوم الضخمة التي يمكن فصلها بسهولة بواسطة الطرد المركزي أو الترشيح . التبريد قد يكون متقطعاً وقد يكون مستمراً . الخطوة الأولى عادة ماتستفيد من الماء من المصادر المتاحة مثل الجداول ، البحيرات والبحار . إن كان احتياطي الماء محدوداً فمن الضروري إعادة استعماله من خلال استعمال أبراج التبريد ، في الأجواء الدافئة ، ماء التبريد قد يتجمد ، وبتجهيز الأمونيا المستعملة في خطوات أخرى من العملية يمكن أن يؤمن مستلزمات الطرد المركزي . التبريد إلى حد 15° درجة مئوية عادة سوف يزيل نترات الكالسيوم بشكل كافي وبالتالي تكون الانحلالية في الماء لـ P_2O_5 في المنتج النهائي هي حوالي 40 % بناء على نسبة $CaO: P_2O_5$ في الصخر ، وتركيز حمض النتريك وعوامل أخرى . وإذا مارغب بإزالة كاملة لنترات الكالسيوم فإن التبريد بواسطة محلول الملحي المجمد قد يستعمل . سطوح التبادل الحراري إن استعملت في خطوة التبريد ، من المحتمل أن تغطى ببلورات نترات الكالسيوم وبالتالي تنخفض معدل انتقال الحرارة .

والطريقة الوحيدة للتلاءم مع هذه المشكلة هي استعمال درجة حرارة إعادة الدوران بحيث أن الطبقة الخارجية تنحل ثانية في كل دورة . في عملية تم تطويرها في تشكيوسلوفاكية ، التبريد يتم بواسطة التماس المباشر للمادة المجمدة مع محلول العملية . مادة التبريد هي سائل متطاير والذي يحقن إلى داخل المحلول ويبرد بامتصاص الحرارة من أجل التبخير . سائل أو غاز التبريد والذي على شكل بخار ينفصل (ينفك) عن السائل ويجمع ، يبرد ويضغط لتمييعه ثانية من أجل إعادة الاستعمال . مواد التبريد الناسبة المذكورة هي البوتان ، البروبين وثاني أوكسيد الكربون وبشكل متناوب سائل تبريد مبرد المولد مفرط غير متطاير مثل هيدروكربون خفيف يمكن أن يستعمل كمبرد ويفصل عن المحلول بواسطة التصفيق (النقل من وعاء لآخر) . العملية المطورة في تشيكوسلوفاكية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تستعمل سائل هيدروكربوني خفيف light غير قابل للإمتزاج (الروح الأبيض) الذي يبرد إلى حد مفرط بواسطة التجميد هذا السائل يحقن إلى سائل نتروفوسفات وبعد ذلك يسحب من المستوى العلوي للوعاء من أجل إعادة التدوير خلال المبرد . العملية طورت من أجل استعمال أباتيت كولا وعندما صخر الفوسفات الحاوي على المادة العضوية يستعمل ، فإنه يجب أن يحمص قبل أن يصبح مواد تغذية مناسبة .

بلورات نترات الكالسيوم تفصل عن المحلول بواسطة الطرد المركزي أو بواسطة الترشيح باستعمال مرشح خاص مع وسيط (وسط) مرشح من الفولاذ لايصدأ ، البلورات تغسل على المرشح أو تطرد مركزياً مع حمض النتريك ومحلول الغسل يعاد إلى خطوة الاستخلاص .

الأمنية : عندما تعدل نسبة $CaO: P_2O_5$ إلى المستوى المطلوب بواسطة إزالة نترات الكالسيوم ، ترسب السلفيت أو إضافة حمض الفوسفور فإن الخطوة التالية تكون الأمنية . وهناك طريقتان عامتان قيد الاستعمال . الطريقة المطورة من قبل TVA تتضمن الأمنية في خطوتين الأولى في جهاز تعادل مسبق والأخرى في محبب . الطريقة الأخرى تتألف من الأمنية في أوعية تفاعل محركة (مقلاية) على التسلسل . عندما تتم كاحل الأمنية في الحالة السائلة فإنه يجب أن تتم بحرص وحذر وذلك لمنع تشكل الأباتيت على شكل غير ذواب في الستيرات . أربع أو أكثر من المراحل يكون لازماً لضمان نتائج أفضل ومثلى . ضمن دراسات الوحدة الاختبارية للمعمل لـTVA فإن الأمنية ذات المراحل الأربع إلى درجة نهائية لـ PH 4,5 تنتج في المستحضرات (المنتجات) مع قابلية انحلال في السيترات إلى حد % 98 أو أكثر . التوزيع النسبي للأمونيا على المراحل الأولى والثانية والثالثة والرابعة كانت % (26-57) – % (4-31) في عملية الأمنية ذات المراحل المتعددة PEC ، كمية صغيرة من سلفيت

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المغنزيوم تضاف والتي تقوم بوظيفة المثبت لمنع تشكل مركبات غير ذوابة في الستيرات .

في عملية TVA حوالي 85 % من الأمونيا قد أضيفت في جهاز التعادل المسبق ، Preneutralizer والذي PH=1.8 ودرجة الحرارة تصل إلى نقطة الغليان حوالي 150° درجة مئوية وحوالي نصف نصف قد تنجز . حجم كبير من حيز ارتفاع الخط فوق مستوى السائل لازمة لضبط الرغوة . في عمليات النتروفوسفات الأخرى ، حرارة الأمنية يستفاد منها لتبخير الماء كما في عملية TVA . ولكن في عملية PEC ، الخبث يبرد خلال الأمنية وهذا يمنع التبخر .

عمليات الإنهاء التجهيز :

الخبث النهائي بعد الأمنية يحبب مع أو بدون إضافة أملاح البوتاس بواسطة عن طريق متنوعة بما في ذلك التبرغل في أو الجبالة والتحبب والتجفيف في جهاز كرواني الأمنية والتحبب في اسطوانة دوارة ، والتبخير إلى مصهور تتبع بالتطاير Prilling . طرق التحبب (البرغلة) سوف تذكر بالتفصيل تحت تحبب الأسمدة المركبة في الفصل XIX . في عمليات النتروفوسفات المتضمنة على إزالة الكالسيوم ، الخبث أحياناً له محتوى عال من الماء بسبب إدخال ماء الغسل . في هذه الحالة جزء أو كل الماء قد ينجز في مبخرات تسخين البخار المسخن بالبخاء قبل التبرغل .

بعض من عمليات النتروفوسفات الأخرى : إن عملية عرفت بـ عملية كاربونتريك قد استعملت على مدى تجاري ولكن لايصرف فيما إذا كانت مستعملة الآن . وهي تتألف من أربع خطوات:

1- انحلال صخر الفوسفات في حمض النتريك .

2- أمنية المحلول من الخطوة الأدنى لترسيب كل P_2O_5 جوهرياً كفوسفات ثنائي الكالسيوم تاركاً ماتبقى من الكالسوم محلولاً كنترات كالسيوم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- إضافة الأمونيا وثاني أوكسيد الكربون لتحويل نترات الكالسيوم إلى نترات الأمونيا وكاربونيت الكالسيوم .

4- التحبيب والتجفيف .

المنتج النهائي يتألف من مزيج من فوسفات ثنائي الكالسيوم ، نترات الأمونيوم وكربونيت الكالسيوم ، الدرجة تكون حوالي 16-14-0 ولا واحد من P_2O_5 يكون ذواباً في الماء ولكن تقريباً كله يكون ذواب في الستيرات .

المنتج المستحصر ليس شائعاً بسبب التحليل المنخفض نسبياً وعادة بسبب النتائج الزراعية الضعيفة .

التغير والتنوع المقترح لعملية كاربونتريك قد درستا من قبل TVA اختبارياً ، في هذه الدراسة الخبث من الخطوة الثانية قد رُشح لإنتاج فوسفات ثنائي الكالسيوم كمنتج منفصل والمحلول المتبقي قد عولج (عومل) كما في الخطوة الثالثة لفصل محلول نترات الأمونيوم من كاربونيت الكالسيوم .

وفي تغير مقترح لعملية بلورات نترات الكالسيوم قد تفككت بواسطة الحرارة لتشكيل أوكسيد الكالسيوم وحمض النتريك الذي تم إعادة دورانه . وواحدة من الصعوبات كانت أن استرداد حمض النتريك كان غير تاماً وذلك لأن أكاسيد النتروجين قد شكلت . وكما وضح في المعادلة (2) انحلال صخر الفوسفات في حمض النتريك يعطي محلولاً حاوياً على حمض الفوسفور بشكل أساسي ونترات الكالسيوم . العديد من الدراسات قد أجريت حولي إمكانية فصل حمض الفوسفور بواسطة استخلاص المذيب . وعلى الأقل عمليتان تم تطويرهما اختبارياً واللتان كانتا قابلتان للتنفيذ تقنياً وبشكل واضح . في العملية المطورة في فيلندة ، المذيب كان كحول أميلي ثلاثي . وإضافة الأمونيا تنتج خبث سائل حاوي على فوسفات الأمونيوم وبلورات نترات الأمونيوم في محلولهم المشبع الذي قد فصل عن المذيب . درجة المنتج كانت 26-26-0 . المحلول المتبقي بعد استخلاص المذيب احتوى بشكل أساسي على نترات الكالسيوم ، وقد حوَّل إلى نترات أمونيوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وفقاً للتفاعل (4) وعلى الرغم من أن الخطط من أجل ذو درجة معيارية كاملة قد تمت لاستعمال العملية فإن الخطط ايضاً قد توقفت وألغيت .

عمليات أخرى قد تطورت والتي قد زودت فصل كامل لحمض الفوسفور عن كل من الكالسيوم والنترات ، ولكن ولا واحد منها قد عرف باستعماله التجاري . أسمدة الخبث النتروفوسفاتي قد أنتجت تجارياً وبيعت في الولايات المتحدة وربما في بلدان أخرى في هذه العملية صخر الفوسفات ينحل في حمض النتريك والمحلول تتم أمنيته إلى درجة PH التي تصل إلى حوالي (4) . الخبث الناتج الذي حوى فوسفات ثنائي الكالسيوم ونترات الكالسيوم ونترات الأمونيوم قد بيع بدون أية معالجة إضافية .

التقييم والتقدير الاقتصادي لعمليات النتروفوسفات :

التقدير الاقتصادي لعمليات النتروفوسفات صعب ومعقد لأنه من الضروري الاختيار من أجل المقارنة بعض من الطرق البديلة لتحضير كميات مكافئة من أسمدة النتروجين والفوسفات . أحياناً عمليات النتروفوسفات يمكن أن يُسيطر عليها وذلك لأنهم لايلبون حاجة سامة السوق ولذا فأي تقييم اقتصادي يجب أن يفترض أن بعض الظروف تكون موجودة في مساحة السوق الذي سوف يشرع ويثبت الموازنة الاقتصادية . هذه الشروط (الظروف) هي:

1- النسبة الوزنية الكلية لـ $N: P_2O_5$ في نتروفوسفات والمنتجات المشتركة هي حوالي 1:2 (في عملية إزالة نترات الكالسيوم) . وبما أن الاتجاه العام في العالم ككل وفي العديد من البلدان المتفرقة هو نمو هذا المعدل فإن هذه الظروف المسبقة أحياناً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2- محتوى النتروجين لكل من المنتج والمنتج المشترك سوف تكون بشكل أساسي على شكل نترات أمونيوم أو نترات الكالسيوم) وذلك فالظروف المسبقة هي أن هذه الشكل من النتروجين يجب أن تكون مقبولة ونترات الأمونيوم عادة مايقدر فعالاً كما أسمدة النتروجين الأخرى وأحياناً تكون مفضلة بالنسبة مع استثناء هام للإستعمال على الأرز المغمور بالماء .

3- إن مدى نسبة N: P_2O_5 في الأسمدة المركبة محدود إلى حوالي 1.5:0.75 إلى مافوق حوالي 1:3 هذا المعدل يجب أن يكون ملائماً لمساحة وحيز السوق .

4- جزء من P_2O_5 سوف يكون على شكل غير ذواب في الماء ، ولكن العمليات النتروفوسفات كانت متوفرة لتحصل إلى مافوق % (75-90) من الانحلالية بالماء ومعظم الزراعيين وافقوا على أن مثل هذه المنتجات ملائمة لكل الترب والمحاصيل . الانحلالية بالماء المنخفضة تكون مقبولة بالنسبة للترب الحمضية .

Ewell قام بمقارنة عملية نتروفوسفات تبلور نترات الكالسيوم وعملية إعادة دوران السلفيت لصنع وتحضير أسمدة 28-14-0 مع إنتاج نفس الدرجة بواسطة الكبريت- حمض الفوسفور- أمونيوم- الحمض- نترات الأمونيوم الفوسفاتية . وماتم التوصل إليه هو أن تكاليف استثمار وتوظيف رأس المال كانت تقريباً مساوية ومكافئة وتكاليف الإنتاج كانت دون بالنسبة (نتروفوسفات وذلك عندما تكون تكاليف الكبريت حوالي 10 دولار/طن أو أكثر .

Slack et al قارن كلفة إنتاج نتروفوسفات 20-20-0 مع منتجات أخرى NP في عام 1967 . في عملية adda نترات الأمونيوم المنتج الثانوي الذي على شكل محلول قد عند الكلفة المقدرة للإنتاج مباشرة من حمض النتريك والأمونيا . كلفة الكبريت قدرت بـ 26 دولار طن أمريكي (28,67 دولار) . نتائج الموازنة مجدولة أدناه :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وقد لاحظ المراقبون أن عملية adda أظهرت فائدة هامة وواضحة في السعر لكل وحدة من مواد تغذية الوحدة في المصنع ولكن فوسفات الأمونيوم–اليوريا قد يكون له أقل كلفة تسليمية وذلك بناءً على كلفة النقل وسعر الكبريت قارن إنتاج نتروفوسفات والذي انحلالية P_2O_5 في الماء تكون عالية بواسطة عملية Odda مع إنتاج كمية مكافئة من N و P_2O_5 كـ DAP واليوريا تحت الشروط التالية :

Process	Nitrophosphate (Odda)	Nitrophosphate (Mixed Acid)	Ammonium Phosphate-Nitrate	Ammonium Phosphate-Urea
Grade	20-20-0	20-20-0	26-26-0	29-29-0
Capital investment, $ U.S. million	12.53	10.08	9.09	13.82
Bulk price, $/20 lb of N + P_2O_5	1.325	1.409	1.400	1.407
$/kg of N + P_2O_5	0.149	0.155	0.154	0.155

a. Price includes 20% return on investment.

تكاليف المعمل المقدرة تعتمد على بيانات بدايات 1975 لموقع في الولايات المتحدة هي كما في الجدول السابق ، من الواجب ملاحظته أنه في كل حالة من المفترض أن وحدات الإنتاج كانت جزءاً من شبكة معقدة تحتوي على وحدة الأمونيا ومواد مساعدة متنوعة ووسائل متعددة غير نظامية ولذلك الكلفة الإجمالية للشبكة المعقدة من (الوحدات) سوف تكون أعلى بكثير من الإجمالي الموضح اعلاه .

	Nitrophosphate	TSP + Urea
Product grade	23-23-0	18-46-0
Product capacity, tpd	1,000	500
Coproduct grade	26-0-0 (CAN)	46-0-0 (Urea)
Coproduct capacity, tpd	950	841
Total N production, tpd	477	477
Total P_2O_5 production, tpd	230	230
Cost of ammonia, $/ton	200	200
Cost of sulfur, $/ton	-	60

وكذلك تكاليف 1978 الحالية سوف تكون اعلى بسبب التضخم . ولذا الإختلاف في كلفة رأس المال قد تكون نسبة صغيرة نسبياً من الإجمالي وباستعمال التقديرات والإجراءات التقديرية المعطاة في فصول أخرى من هذا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكتيب وكذلك بإضافة 1% 2 إلى الكلفة التقديرية لوحدات النتروفوسفات لتأريخ هذه التقديرات من 1975 إلى 1978 . تكاليف الاستثمار المقدرة التالية لموقع لبلد متطور وتستحصل على الشكل التالي :

Battery-Limits Cost, $ US Million

	Nitrophosphate		Urea + DAP
Nitric acid	10.0	Sulfuric acid	8.0
Nitrophosphate unit	13.9	Phosphoric acid	9.3
CAN unit	2.7	DAP	3.9
Storage	5.8	Urea	14.5
		Storage	3.8
Total	32.4		39.5

وهكذا فإن نتروفوسفات يتطلب كلفة استثمار أقل من حمض الكبريت في حالة أن انحلالية P_2O_5 بالماء تبلغ % 80 وبالنسبة لانحلالية نتروفوسفات في الماء بنسبة % (30-40) فإن الكلفو الاستثمارية المطلوبة تكون منخفضة بشكل ملحوظ .

Sulfuric Acid Route

Item	Cost, $ Million
Sulfuric acid, 656 tpd (H_2SO_4)	6.7
Phosphoric acid, 230 tpd (P_2O_5)	9.2
DAP, 500 tpd (18-46-0)	5.1
Urea, 841 tpd (46-0-0)	17.0
Total, battery limits	38.0
Total plant (battery limits x 1.5)	57.0
Storage facilities	3.8
Total	60.8

Nitrophosphate Route (80 % Water Solubility)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Item	Cost, $ Million
Nitric acid, 1,000 tpd (HNO_3)	14.5
Nitrophosphate, 1,000 tpd (23-23-0)) CAN, 950 tpd (26-0-0))	20.1
Total, battery limits	34.6
Total plant (battery limits x 1.5)	51.9
Storage facilities	5.8
Total	57.7

Nitrophosphate Route (30-40 % P_2O_4 Water Solubility)

Item	Cost, $ Million
Nitric acid, 1,000 tpd (HNO_3)	14.5
Nitrophosphate, 1,150 tpd (20-20-0)) CAN, 715 tpd (26-0-0))	16.0
Total, battery limits	30.5
Total plant (battery limits x 1.5)	45.8
Storage facilities	5.6
Total	51.4

ولكن عندما نتروفوسفات ذو لانحلالية بالماء المنخفضة تتم فإن منتج مشترك من CAN يتم إنتاجه وتحضيره . وهكذا فإن كامل الإنتاج للمواد المغذية للوحدة تكون أقل . ولهذا السبب التقدير للوسائل والتسهيلات لإنتاج % (30- 40) من المنتج الذواب في الماء ليست قابلة للمقارنة بشكل دقيق مع التقديرات الأخرى . تحت الشروط المفترضة لتقديرات عام 1975 ، كلفة الإنتاج وسعر مبيع البوابة مع % 20 من الربح على الاستثمار كانت

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

	$/ton of N + P_2O_5	
	Nitrophosphate + CAN	Urea + DAP
Production cost	325	337
Gate sale price	365	393

دولار/طن من N+ P_2O_5 /

يوريا نتروفوسفات+ CAN DAP

الكلفة الإنتاجية 325 337

مبيع سعر البوابة 365 393

ونتائج هذا التقدير مثل التقدير بين السابقتين تظهر فائدة ونفع بالكلفة قليلة وضئيلة لعملية النتروفوسفات مقارنة مع مسلك حمض الكبريت الذي يمكن أن يوازن بواسطة كلفة النقل العالية وذلك بسبب التركيز المنخفض للمنتجات . وبالتالي فإن عواملاً أخرى غير الكلفة يحتمل أن تكون هامة وصارمة ، فمثلاً بالنسبة للبلدان التي ليس عندها الكبريت ، فإن التوفير في العملية الأجنبية قد يعتبر عاملاً هاماً . كذلك فإن احتياطي الكبريت قد يكون عرضة لنقص يدوري والذي يحدد إنتاج الأسمدة ، وهذا عامل آخر قد يكون سبباً في تفضيل عمليات النتروفوسفات في البلدان التي تعتمد على الكميات المستوردة من الكبريت .

إن عملية الحمض الممزوج مناسبة بشكل خاص لمعامل التابعة الصغيرة نسبياً حيث أن إما الأمونيا أو حمض الفوسفور أو كلاهما يتم استيرادهما . Davis,et,al درس التدابير والتكاليف الاقتصادية لعملية الحمض الممزوج مقارنة مع عملية نترات فوسفات الأمونيوم . إن منتج النتروفوسفات ذو الدرجة 0-20-20 والذي انحلاليته في الماء تبلغ % 5) سوف يكون له ميزة (نفع) في الكلفة على الدرجة 0-50-50 من نترات فوسفات الأمونيوم ، لكل وحدة من المواد المغذية للمعمل ، عندما تكون كلفة الكبريت أكثر من حوالي 35 دولار/طن ، تحت الشروط المفترضة في التقديرات . إن النفع تزداد بواسطة استعمال كمية أقل من حمض الفوسفور أو بواسطة السعر المزاد للكبريت .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التقديرات التفصيلية للشروط الخاصة تكون ضرورية لاختيار خيار بين العمليات البديلة وقد لوحظ أن عمليات النتروفوسفات شائعة خصوصاً في العديد من البلدان الأوربية حيث توجد مثل هذه الظروف .

1- كمية بالأطنان ضخمة من الأسمدة يمكن أن تسوق في مساحة تسويق صغيرة وذلك فالتركيز للمواد المغذية العالي ليس عاملاً حيوياً .

2- نترات الأمونيوم عادة ماتكون مفضلة كمصدر للنتروجين .

3- نسبة عالية من انحلالية P_2O_5 بالماء لاتعتبر ضرورية .

4- هناك القليل أو لايوجد مواد أولية محلية لإنتاج حمض الكبريت .

5- الأسمدة المركبة مفضلة على المواد الصرفة .

ولمساعدة هؤلاء الذين يرغبون بتقديم دراسة الجدوى الاقتصادية ، وإمكانية التنفيذ فإن مستلزمات العملية التالية لعملية نتروفوسفات ذات النموذج قد تم اقتراحها للوصول إلى مقياس لـ 230 طن من P_2O_5 يومياً . هناك خياران تم إيضاحهما : أولهما إنتاج منتج النتروفوسفات لإنحلالية P_2O_5في الماء (80 % أو أكثر) أو منتجاً ذو انحلالية منخفضة بالماء % (30-40) الخيار الأخير يعتبر أكثر اقتصادية (مستلزمات ومعدات الكهرباء والتي أقل وسفو تكون مفضلة حيث انحلالية P_2O_5 بالماء العالية ليست أساسية وضرورية .

المنتج المشترك موضح كـ CAN (26-0-0) ولكن نترات الأمونيوم الصرفة يمكن أن تنتج بدون كلفة إضافية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Requirements per ton of Nitrophosphate and Accompanying Coproduct

	1 ton of 23-23-0[a] and 0.95 ton of CAN (26% N)	1 ton of 20-20-0[b] and 0.715 ton of CAN (26% N)
Phosphate rock (33% P_2O_5), tons	0.719	0.624
Nitric acid (100% basis), tons	1.069	0.838
Ammonia, tons	0.333	0.235
Carbon dioxide[c], tons	0.280	0.143
Calcium carbonate[d], tons	0.276	0.160
Labor, man-hours[e]	0.407	0.35
Electricity, kWh	210	80
Steam, tons	1.66	1.22
Cooling water[f], tons	79	68
Fuel oil, kg	7.3	7.3

a. 80% P_2O_5 water solubility (actual grade may be between 23-23-0 and 22-22-0, depending on phosphate rock impurities).
b. 30% P_2O_5 water solubility.
c. Usually available from an ammonia plant.
d. Byproduct of process.
e. Operating labor and supervision.
f. Once-through basis.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل السادس عشر

16- أسمدة فوسفاتية أخرى

سوبر الفوسفات المفرد (الأحادي) :

سوبر فوسفات الأحادي (SSP) الذي يدعى أيضاً سوبر فوسفات العادي أو الطبيعي أو فوسفات الحمض ، قد اعتبر السماد الفوسفاتي الرئيسي لأكثر من قرن وقد زود أكثر من 60 % من الفوسفات العالمي في أواخر عام 1955 . ومنذ ذلك الوقت أهميته النسبية قد انخفضت وتدهورت بشكل ثابت في عام 1975 قد زود من الاحتياطي حوالي 20 % من فوسفات السلأمادي (التسميدي) في العالم غير الشيوعي (البيانات لبعض البلدان الاشتراكية الشيوعية ناقصة وغير كاملة . الانخفاض والتدهور في الكمية الطنية الفعلية كانت صغيرة ، ولكن معظم الوسائل الحديثة قد أنشأت (بنيت) لإنتاج منتجات أخرى ذات تحليل عالي . وبالنسبة للعالم ككل بما في ذلك البلدان الإشتراكية TVA قدرت الإنتاج من SSP في عام 1972 بحوالي 7.87 مليون طن من P_2O_5 حوالي 35 % من كامل إنتاج الأسمدة ومن P_2O_5 والإنتاج المقدر (المقترح) لايصل إلى 7.4 مليون طن في 1978 حيث سيؤلف 25 % من كامل إنتاج الأسمدة . وهكذا فإن SSP مايزال يعتبر سماد فوسفاتي هام ومن المحتمل أن يبقى هكذا بالرغم من أن أهميته النسبية سوف تنخفض .

ميزات SSP هي :

1- العملية بسيطة ، وتستلزم صهارة تقنية صغيرة وكلفة استثمارية رأس المال ضيئل .

2- التدابير الاقتصادية للمقياس ( ) ثانوية وهكذا فالمعامل الصغيرة يمكن أن تكون اقتصادية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- وبما أن العملية ليست كثيفة التكاليف فإنه هناك نفع وفائدة من الانتفاع والاستفادة بالطاقة (القدرة) ذات النسبة العالية وفي الواقع العديد من معامل SSP تشتغل على منهج (جدول) موسمي (فصلي) مخطط .

4- الفعالية التسميدية لـ SSP أمر بديهي وليست محط تساؤل وفي الواقع تعتبر مقياساً للمقارنة بالنسبة للأسمدة الفوسفاتية الأخرى .

5- SSP تزود وتؤمن اثنين من العناصر الثانوية الكبريت والكالسيوم واللذان يكونان ناقصين في التربة .

– على الرغم من هذه الفوائد والمزايا فإن الصفة السيئة الكامنة في التحليل الضعيف % (16-22) من P_2O_5 وتكاليف التوزيع العالية اللاحقة قد أدت إلى هبوط في الفائدة (الربح) في إنتاجه وذلك لأن الكلفة المستسلّمة عند مستوى المزرعة ماتكون أعلى لكل وحدة من P_2O_5 أكثر من تلك الخاصة بـ TSP أو فوسفات الأمونيوم .

إن عملية SSP ماتزال تعتبر الاختيار المنطقي في العديد من المواقف مثل :

1- حيث يكون كل من P_2O_5 والكبريت ناقصين ، فإن SSP قد تكون الطريقة الأكثر اقتصادية لمواجهة هذه الحاجات ، وهذه هي الحالة الأكثر وروداً في استراليا ونيوزلندة وبعض الأجزاء من الولايات المتحدة والبرازيل . ومن المحتمل أن العديد (الكثير) من المواقع حيث الكبريت يكون ناقصاً سوف تحدد .

2- في البلدان الصغيرة أو المناق النسائية حيث يكون الطلب غير كافٍ لتبريد درجة ومقياس اقتصادي لإنتاج من الأسمدة الفوسفاتية المركزة حيث يكون الاستيراد مكلفاً ، فإن SSP تكون الوسيلة الأكثر اقتصادية (توفيراً) لتأمين الحاجات المحلية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- في العديد من الحالات SSP يمكن أن يكون طريقة جذابة ومشوّقة للإنتفاع بحمض السلفور المنتج الثانوي والذي لايمكن أن يستعمل لإنتاج منتجات مركزة بشكل أكبر لسبب أن نوعية وكمية الحمض غير ملائمة (مناسبة) وبالمثل فإن SSP يمكن أن يستفيد من ترسبات صخر الفوسفات والتي تعتبر ضئيلة (صغيرة) لتبرر معمل (وحدة) مكلفة جداً

ملاءمة ومناسبة صخر الفوسفات :

بما أن درجة الصخر تحدد درجة منتج SSP فإن صخر ذو درجة عالية يكون مرغوبة الفعالية (التفاعل) كذلك تعتبر أمراً هاماً ، الصخور غير المتفاعلة (الفعالة) يجب أن نطحن بشكل أكثر دقة (نعومة) ومن الصعوبة جداً إنتاج SSP من بعض مركبات الأباتيت النارية . مركبات الحديد والألمنيوم يمكن أن يتم احتمالها (تحملها) إلى نقطة معينة وعلى الرغم من أنهم يخفضون (يقللون) انحلالية P_2O_5 في الماء . السيليكا ليس لها تأثير عكسي غير الهبوط والانخفاض في الدرجة . إن الزيادة في نسبة P_2O_5: CaO تزيد من استهلاك حمض الكبريت لكل وحدة من P_2O_5 زتخفض الدرجة . الصخور الكلوريد المرتفعة وإلى مافوق 0,5% من Cl وربما أعلى من ذلك ، يمكن أن تستعمل بدون مساوئ جدية وذات أهمية لأن التآكل ليس مسألة جدية في عملية إنتاج SSP .

كيمياء (مركب) SSP :

إن كامل التفاعل الكيماوي الأساسي والذي يحدث عندما صخر الفوسفات يطحن بدقة يُمزج مع حمض الكبريت في تحضير وتصنيع SSP ، والتفاعل قد يوضح بالموازنة التالية :

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6 + 7H_2SO_4 + 3H_2O \rightarrow$$
$$3Ca(CH_2PO_4)_2.H_2O + 7CaSO_4 + 4HF$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومن المتفق عليه عموماً أن التفاعل يستمر في مرحلتين: 1- حمض الكبريت يتفاعل مع جزء من الصخور ، مشكلاً حمض كبريت وسلفيت كالسيوم - 2 حمض الفوسفور المتشكل في المرحلة الأولى يتفاعل مع الكثير من صخر الفوسفات مشكلاً فوسفات أحادي الكالسيوم . كلا التفاعلين يحدثان بشكل مشترك حالياً ولكن المرحلة الأولى تتم وتكتمل بسرعة بين المرحلة الثانية تستمر لعدة أيام أو أسابيع .

يكون سلفيت الكالسيوم بشكل أساسي على شكل لامائي . فلوريد الهيدروجين يتفاعل مع السيليكا في معظم الصخور وجزء منه يتطاير عادة كـ SiF_4 . الجزء المتبقي قد يشكل مركبات فلورسيليكات أو مركبات أخرى في SSP . عادة % 25 أو أكثر من الفلورين تتطاير ويجب أن تسترد لتمنع التلوث الجوي . في بعض الحالات الاسترداد كمركبات فلورين قابلة للبيع يكون قابلاً للتنفيذ ، ولكن في أحيان كثيرة سائل جهاز غسل الغاز يتم التخلص منه في (بركة) بواسطة تعديله بالكلس أو الحجر الكلسي . سوبر فوسفات Katka هو مزيج من سوبرفوسفات والصخر الفوسفاتي . وقد استمد اسمه من مدينة كوتاكا في فيلندة حيث صنع وحضر أصلاً هناك . وميزته ان احتفاظاً Curing قليلاً يحتاج إليه ومحتوى الحمض الحر يكون منخفضاً . وفعالية عادة تكون مساوية لتلك من الكميات المكافئة لمركبات الفوسفاتية المتحمضة بشكل كامل . + (زائد) صخر الفوسفات الخام المستعمل بشكل منفصل .

الجدول (1) يظهر التركيب الكيماوي لعينة واحدة من سوبرفوسفات كوتكا وخمس عينات مماثلة من SSP . SSP عادة ما يحتوي على % (6-10) من الرطوبة ولذلك فدرجته يمكن أن تزداد بواسطة التجفيف . سوبرفوسفات سيربنتين "Serpentine" قد انتج في نيوزيلندة عن طريق خلط السيربنتين (معدن يتألف من سيليكات المغنزيوم المائية) مع SSP . النسبة العادية تكون جزء واحد من السيربنتين إلى أربعة أجزاء من SSP .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 1. COMPOSITION OF SINGLE SUPERPHOSPHATES

Source of Rock	Composition, % by Weight								
	P_2O_5								
	Total	Available	Water Soluble	Free Acid	H_2O	CaO	SO_3	R_2O_3	F
Florida	19.9	19.6	17.5	2.4	5.9	27.1	28.4	1.3	-
Florida (granular)	21.5	20.7	17.4	0.6	1.1	30.5	30.7	2.3	1.6
Morocco	19.8	-	18.8	2.0	8.4	-	-	-	-
Morocco	21.4	20.2	-	1.7	9.8	-	-	-	-
Ocean Island	22.8	-	20.8	4.6	10.6	-	-	-	-
Morocco and Kola (Kotka)[a]	22.8	14.6[b]	14.5	1.3	8.9	-	-	-	-

a. Superphosphate plus additional phosphate rock.
b. Alkaline citrate soluble.

السيربنتين يحسن الميزات الفيزيائية لـ SSP عن طريق التفاعل مع الحمض الدسم وهو يؤمن المغنزيوم للمحاصيل . العديد من المعادن أو المركبات الكيماوية الأخرى أحياناً تضاف لتأمين المغنزيوم أو المواد المغذية الدقيقة التي يمكن أن يُحتاج التي محلياً .

طرق الإنتاج :

إن تصنيع سوبرفوسفات يتضمن العمليات الثلاثة أو الأربع التالية :

1- صخر الفوسفات المطحون دقيقاً (90%>-100) من ثقوب الشبكة يمزج مع حمض الكبريت . مع صخر ذو محتوى 34 % من P_2O_5 حوالي 0.85 كغ من حمض الكبريت (100 % أساس) تكون لازمة لكل كيلوغرام من الصخر . حمض الكبريت يتوفر تجارياً في تراكيز تتراوح من 77 % إلى 98 % من H_2SO_4 . الحمض عادة يخفف إلى (68-75) % من H_2SO_4 وذلك قبل أن يمزج مع الصخر ، أو في حالة الخلاط المخروط فإن الماء قد يضاف بشكل منفصل إلى الخلاط . عندما حمض الكبريت المركز يخفف فإن الكثير الحرارة تتولد والعديد من المعامل تبرد الحمض في مبادلات حرارية إلى حوالي 70° درجة مئوية قبل الاستعمال .

2- المادة المميّعة من الخلاط تخرج إلى den حيث تتصلب . التصلب ينتج من التفاعل المستمر ومن بلورة فوسفات أحادي الكالسيوم . سوبر فوسفات يُحفر (يُجوَّف) من den بعد (0.5-4.0) ساعات . في هذا الوقت مايزال إلى حد ما بلاستيكية ودرجة حرارته تكون حوالي 100° درجة مئوية.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- المنتج يزال من den وينقل إلى المستودع من أجل الحفظ Curing النهائي والذي يتطلب 2-6 أسابيع بناء على طبيعة وميزات المواد الخام وشروط وظروف التصنيع والتحضير . في أثناء Curing التفاعل يصل الذروة والكمال ، الحمض ، الحر ، الرطوبة ، ومحتوى الصخير غير المتفاعل تنخفض بينما محتوى P_2O_5 الذواب في الماء والمتوفر يزداد . المادة تقس أو تتصلب أو تبرد . المنتج من المستودع يلقم إلى جهاز السحق عادة في ** ونمط كسارة مطرقية أوكسارة قفصية . المنتج من الكسارة يصرف ويفرغ إلى غربال مائل (منحدر) ذو حجم الثقوب يصل إلى حوالي 6 ملم المادة التي تفشل في المرور إلى الغربال تعاد إلى الكسارة من أجل طحن إضافي آخر .

4- إذا مارغب بفوسفات محبب (مبرغل) فإن المنتج يبرغل إما قبل أو بعد أن يتم حفظه Cured . التحبيب قبل Curing تتميز بميزة أن ماء أقل أو بخار أقل يكون لازماً ، بعد التحبيب ، المنتج يجفف في مجفف ذو احتراق (اشتعال) بالوقود ويغربل . الدقائق تعاد إلى وحدة التحبيب . ولسنوات عدة SSP كان يُنتج فقط بواسطة طرق الخلط (المزج) المتقطعة ولكن معظم المعامل الحديثة تستعمل المزج المستمر وعملية denning . وهناك تنوع واسع بالنسبة لكل من الخلاطات المتقطعة والمستمرة وكذلك Dens و V ولن تبذل أية محاولة لدراستهم ووصفهم جميعاً . قد يوجد تفاصيل أكثر في كتاب سوبرفوسفات تاريخه- الكيمياء الخاصة به وتصنيعه :

وهناك جهاز متقطع (العجنة) واحد ومعروف قد وضح في الشكل (1) الصخر والحمض يوزنان ويصرفان إلى خلاط حوضي مسطح والذي تصل طاقته الإنتاجية إلى 1-2 طن لكل عجنة ، بعد المزج حوالي دقيقتين ، الخليط (المزيج) السائل يصرف إلى den صندوقي والذي يتسع (40-10) طن عندما يمتلئ den فإن جانباً واحداً يزال وden يتقدم ببطئ على مسلك- مسار إلى قاطعة آلية (ميكانيكية) والتي تكشط وتسمح الشرائح الرقيقة من سوبرفوسفات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من القالب وتصرفهم إلى ناقلة أو رافعة . وبوزن آلي (أوتوماتيكي) وتصريف حوضي مسطح فإن دورة الخلط ذات الثلاث دقائق تكون ممكنة التنفيذ ، ومع 2 طن من الخلاط ، فإن 40 طن من den يمكن أن تملئ (تعبأ) في ساعة واحدة . بعض المعامل لها اثنين من den . بحيث أن واحداً يملئ بينما الآخر يفرغ . وهذا يعطي نسبة 1 معدل إنتاج يصل إلى 40 طن/ ساعة .

الشكل رقم (2) يوضح رسماً بيانياً بخطوات العملية ذات نموذج معروف لـ den المستمر و Broad Fild den مثال معروف جداً . الخلاط قد يكون خلاط مخروطي كما هو موضح ، خلاط ذو أرياش (جبالة) وأحياناً خلاط مخروطي يفرغ إلى خلاط ذو أرياش زمن الاستبقاء في مثل هذه dens عادة يتراوح من 30 دقيقة إلى 1 ساعة ويمكن أن يتنوع بتنوع سرعة ناقلة الملح . هذا النمط من den كذلك هو ملائم لصنع وتحضير سوبرفوسفات ثلاثي أو مزود (مضاف إليه إضافته مغنية) .

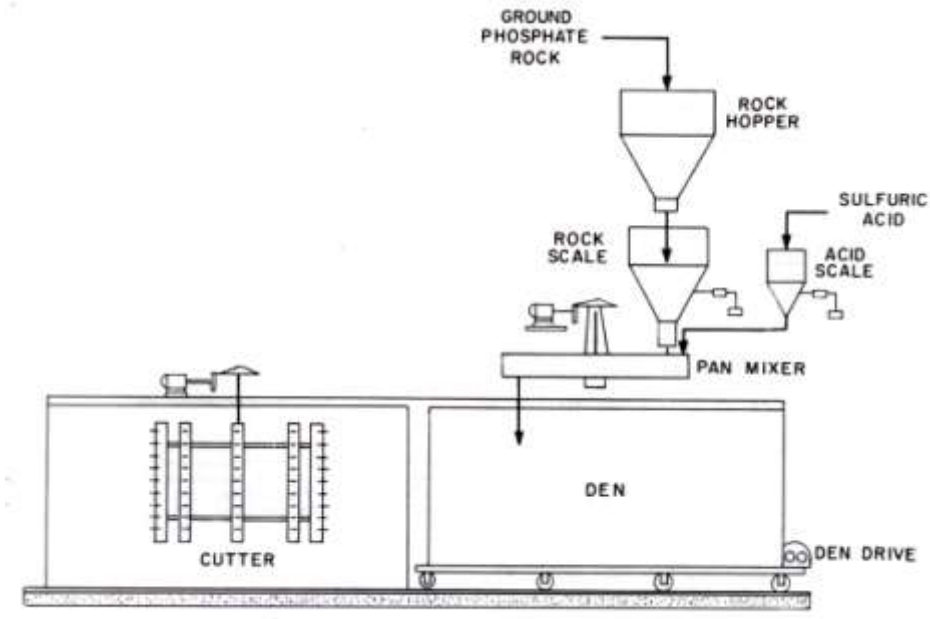


Figure 1. Batch Manufacture of Single Superphosphate.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

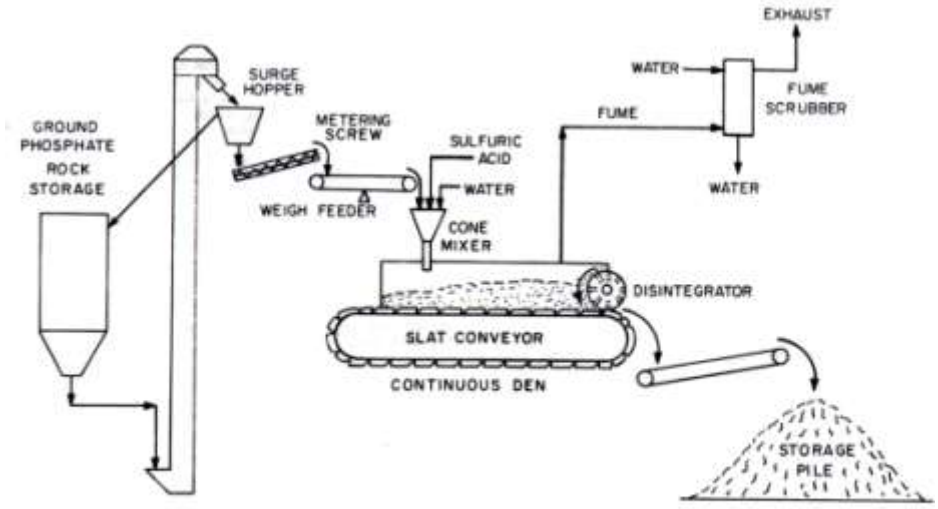


Figure 2. Continuous Manufacture of Single Superphosphate.

إن إنتاج طن من SSP بنسبة % 20 لـ محتوى P_2O_5 المتاح (المتوفر) سوف تستلزم 626 كغ من صخر الفوسفات المطحون (P_2O_5) 34 % و 390 كغ من حمض الكبريت (% 93 من H_2SO_4) و90 كغ من الماء . التفاعل يولد حرارة ملحوظة وتقريباً % (10-8) من وزن المكونات (بخار الماء والمواد المتطايرة) يضيع ويُفقد في مراحل التصنيع والحفظ Curing .

وحدة الخلاط المستمر المماثل لإنتاج 20 طن من سوبر فوسفات غير المحبب لكل ساعة تستلزم 60 كيلو واط من الحمل الكهربائي . عامل واحد ، اثنين من العمال ، ومراقب لكل 8 ساعات (وردية) سوف يكون لازماً لتشغيل المعمل .

وبتطبيق تكاليف الواحدة السائدة بحيث أن النسبة التقريبية للكلفة المباشرة لإنتاج سوبرفوسفات في موقع خاص يمكن الحصول عليها . معدات ومستلزمات التشغيل لكل طن من سوبرفوسفات هي كالتالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

صخر الفوسفات ، طن	0.626
حمض الكبريت (H_2SO_4 93 %) ، طن	0.390
ماء/ طن	0.1
الكهرباء (كيلو واط)	3
العمل التشغيلي عامل/ ساعة	0.15
المراقبة (مراقب/ عامل/ ساعة)	0.017

كلفة رأس الماء لإنتاج SSP سوف تختلف وتتنوع بشكل واسع وبينما أن معدات ومستلزمات العملية نفسها رخيصة وغير مكلفة نسبياً ، والمعمل ذو الكفاية الذاتية بما في ذلك إنتاج حمض الكبريت ، طحن صخر الفوسفات الحفظ بالمستودع Storage Curing والتحبب قد يكون مكلفاً كوحدة لتصنيع الأسمدة المركزة (TSP أو DAP) بالنسبة لمردود P_2O_5 المتساوي (المكافئ) . ولكن معامل SSP أحياناً تستعمل حمض الكبريت المنتج الثانوي المشتق من وحدة (معمل) ليس جزءاً من وحدة (معمل SSP) كذلك معامل SSP الصغيرة قد تشتري حمض الكبريت من معمل كبير (ضخم) والذي يزود ويؤمن حاجات العديد من الأماكن .

عندما العديد من معامل SSP تصمم أو توضع قيد الاستعمال فإن صخر الفوسفات قد يطمن عند المنجم أو المرفأ (الميناء) ويشحن إلى معامل مفردة للإنتفاع من التدابير الاقتصادية للمقياس في الطحن . وعندنا تكون تسهيلات (ووسائل) طحن الصخر في داخل المعمل ضرورية ولازمة فإن الكلفة تعتمد على الحجم الأولي والمبدئي وعلى قساوة الصخر .

تكاليف الحفظ في المستودع تعتمد جزئياً على حد ضبط انبعاث الفلورين اللازم والمطلوب . إن حالة SSP فيما إذا كان واجباً طحنه تعتمد على الأفضلية المحلية . في بعض الأقطار SSP غير المحبب يكون مقبولاً . أيضاً في حالات متعددة SSP سوف يستعمل كمكون لإنتاج الأسمدة المركبة المحببة. وعندما

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يُرغب بـ SSP محبب فإن جهاز التحبيب ذو النموذج Ex-den والموضح في الفصل XIV يكون ملائماً ومناسباً . وحسب ما أورده Sinte Maartindijk فإن نسبة إعادة الدوران كانت 0.63 :1.0 وبالإشارة إلى الشكل 14 في الفصل XIV فإن كلفة حدود المجموعة لمعمل ما من أجل برغلة 800 طن يومياً سوف تكون حوالي 3,2 مليون دولار . وحسب ماورد في الجدول (2) في الفصل XIV كلفة حدود المجموعة لمعمل ما ، مع عدم تضمين (وسائل) وتسهيلات إنتاج حمض الكبريت أو تخزين المنتج النهائي سوف تكون :

Item	Cost, U.S. $ Million
Phosphate rock grinding	1.0
Acidulation	0.8
Granulation	3.2
Storage curing	1.2
Total	6.2

مستلزمات ومعدات العملية المماثلة لبرغلة SSP (800 طن يومياً) والتكاليف الموضحة هي كالتالي :

	Requirement per ton of SSP	Example of Cost: Unit Cost, $	Example of Cost: $/ton of SSP
Phosphate rock (33% P_2O_5)	0.626 tons	25	15.65
Sulfuric acid (93% H_2SO_4)	0.390 tons	27.90	10.88
Electricity[a]	33.5 kWh	0.015	0.50
Labor[a]	0.208 man-hour	15.40[b]	3.20
Fuel	62 kcal	0.008	0.50
Steam[a]	55 kg	0.02	1.10
Water[a]	85 kg	neg.	neg.
Capital-related costs[c]			6.21
			38.04

a. Requirements from reference 3.
b. Labor-related costs including overhead and chemical control.
c. Battery-limits cost x 1.5 x 17.67% ÷ 264,000 tpy.

كلفة المنتج ذو الكلفة 38.04 دولار/طن من SSP (ذو المحتوى 20 % من P_2O_5) يكون مساوياً (مكافئاً) لحوالي 190 دولار/طن من P_2O_5 التي يمكن أن تقارن مع 200-213 دولار بالنسبة لـ TSP ، هذه الكلفة (كلفة المنتج) قد تم تقريرها في الفصل IV بطرق مماثلة وتكاليف الوحدة . هذه الفائدة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والمنفعة الضيئلة سوف تكون أكبر من المقابلة (المعادلة) بتكاليف التعبئة والنقل والتخزين إذا وصلت هذه التكاليف إلى فقط 20 دولار/طن فإنهم سوف يضيفون 100 دولار/ طن من P_2O_5 إلى SSP مقارنة مع 34.50 دولار بالنسبة لـ TSP .

وهكذا فإنه يتم التوصل لخلاصة مفادها أن المقياس (المعيا) الكبير (الضخم) لإنتاج وتوزيع SSP نادراً مايكون أمراً اقتصادياً مقارنة مع TSP أو DAP ما/ تكن هناك ظروف خاصة مثل الحاجة الزراعية للكبريت الذي سوف يجعل SSP قيِّماً وذو أهمية ومن جهة أخرى معامل SSP الصغيرة والتي تؤمن حاجات السوق المحلية الصغيرة من SSP تكون اقتصادية حيث المواد الخام المناسبة تكون متوفرة والبديل لاستيراد مواد أكثر تركيزاً يكون غالياً ومكلفاً .

سوبر الفوسفات المزود (المضاف إليه إضافة مُغْيِنة) :

سوبر الفوسفات المضاف إليه إضافة مُغْيِنة هو أساساً مزيج من SSP و TSP وعادة ما يصنع بواسطة تحميض صخر الفوسفات بمزيج من حموض الفوسفور والكبريت . وبشكل نظري أية درجة بين SSP و TSP يمكن أن تنتج ، ولكن المعدل العادي هو % (25-35) من P_2O_5 . العمليات والتجهيزات تقريباً هي نفسها بالنسبة لـ SSP . قد يكون سوبرفوسفات المزوَّد منتجاً نافعاً للإستعمال في المناطق التي تعاني عن نقصاً في الكبريت حيث يزود SSP الكثير من الكبريت أكثر من اللازم والضروري . والصفة الأخرى هي أن الحمض الممزوج للتركيز المعروف يمكن أن يستحصل بمزج حمض كبريت مركز لـ 93 % أو % 98 من H_2SO_4 مع حمض كبريت مخفف (% 30 من P_2O_5) وبالتالي يتم تجنب الحاجة لتركيز الأخير .

الخبث الأساسي :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الخبث الأساسي أيضاً يسمى بخبث كوماس Thomas وهو منتج ثانوي لصناعة الفولاذ ، الحديد المصنوع من خام الفوسفور العالي يتحول إلى فولاذ في ناقل (محول) توماس بواسطة الأكسدة بالإتصال مع الخبث الأساسي ذو CaO العالي . المعدل العادي لمحتوى P_2O_5 في الخبث والمستعمل من أجل تسميد الفوسفات هو % (10-20) أحياناً صخر الفوسفات يضاف بدقة إلى شحنة الفرن العالي لزيادة محتوى الفوسفور للحديد وبالتالي تزيد محتوى P_2O_5 للخبث . الخبث الأساسي ذو المجمرة المكشوفة أيضاً يحتوي على P_2O_5 إلى مافوق % (10-12) ويستعمل في الزراعة في بعض البلدان من أجل كل من احتياطي الفوسفور والكلس (التكليس) . وبما أن معظم خامات الفوسفور العالي توجد في أوربا الغربية فإن معظم الخبث الأساسي ينتج ويستعمل هناك . والمعدل المطابق لتركيب الخبث الأساسي ذو الدرجة المرتفعة هو كالتالي :

Composition, % by Weight						
P_2O_5	SiO_2	CaO	MnO	Al_2O_3	MgO	Fe
15-20	4-6	42-50	3-6	0.5-2.5	2-4	9-13

P_2O_5 في الخبث الأساس موجود على شكل سيليكوفوسفات الكالسيوم ، سيليكوكارونتيت ($SiO_2 . P_2O_5 . 5CaO$) و ($2SiO_2 . P_2O_5 . 7CaO$) hagelschmititc كميات صغيرة من الفلوسبار (CaF2) قد يضاف إلى الخبث لتخفيض من لزوجتهم خلال عملية تصفية وتنقية الفولاذ . مثل هذا الخبث يحتوي فلورأباتيت ومن المحتمل أن يكون أقل ملاءمة للإستعمال التسميدي . واختبار فاغنر wagner الذي يقيس انحلالية P_2O_5 في % 2 من حمض النتريك يكون مقبولاً بشكل واسع من أجل تقييم انحلالية الخبث الأساسي من أجل الاستعمال التسميدي انحلالية P_2O_5 في هذا الكاشف تتراوح من % 85 إلى % 98 بالنسبة للخبث الأساسي الانكليزي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

واستهلاك الخب الأساسي ذو الدرجة الزراعية كان متكافئاً لـ (1.2) مليون طن من P_2O_5 في عام 1973 وقد تغير بشكل ضعيف من هذا المستوى لعدة سنوات . ولكن الاحتياطي المتاح والمتوفر مؤخراً قد انخفض وتناقص بسبب التغييرات في عمليات تحضير الفولاذ واستيراد خام الحديد ذو الفوسفور المنخفض . في عام 1977 كان الإنتاج العالمي حوالي 572,000 طن من P_2O_5 وأقل من النصف للأعوام 1960-1965 . وهناك انخفاض آخر قد طرأ في الفترة مابين 1978-1981 .

الخبث قد اعتبر كسماد فوسفاتي جيد على الترب الحمضية وقد قُيم وأُخذ بعين الاعتبار بسبب تأثيره الجبري لمحتواه من المواد المغذية الدقيقة . وهو عادة مايستعمل في حالته المطحونة بشكل دقيق على الرغم من أن التحبب (البرغلة) مع البوتاس قد طبقت لحد ما .

مركبات فوسفات البوتاسيوم :

تعتبر مركبات فوسفات البوتاسيوم أسمدة جيدة وتحليلهم العالي المرتفع جداً هو ميزة هامة قد أثارت الكثير من البحث في محاولة لإيجاد عملية إنتاج اقتصادية . ولكن ولاعملية قد طورت وكانت كافية اقتصادياً لتعطي انتشاراً عالمياً ولذا فالاستعمال الحالي قد تم تحديده لبعض الأهداف والأغراض والتي من أجلها الكلفة المرتفعة يمكن تبريدها . في الوقت الحالي معظم أسمدة البوتاسيوم المستعملة في الأسمدة هي منتجة من هيدروكسيد البوتاسيوم أو الكربونيت وحمض الفوسفور وتستعمل في السوائل من أجل الاستعمالات والتطبيقات Foliar أو لاستعمالات خاصة أخرى ونورد في الجدول التالي بعض من مركبات فوسفات البوتاسيوم وهي كالتالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

		Approx. Grade
Monopotassium phosphate	KH_2PO_4	0-52-35
Dipotassium phosphate	K_2HPO_4	0-40-54
Tetrapotassium pyrophosphate	$K_4P_2O_7$	0-43-57
Potassium metaphosphate	KPO_3	0-60-40

بالإضافة إلى أن محلول فوسفات البوتاسيوم ذو الدرجة 27-26-0 قد أنتج من حمض سوبرفوسفور وهيدروكسيد البوتاسيوم . وهو يحتوي علىمزيج من أورثو ، البيروبولي فوسفات عالية .

TVA و SAI وآخرين انتجوا ميتافوسفات البوتاسيوم في الوحدة الاختبارية بواسطة تفاعل ذو درجة حرارة مرتفعة لـ Kcl وحمض الفوسفور. المادة النقية الخالصة KPO_3 لها درجة تصل إلى حوالي 0-60-40 وهكذا فإن محتوى المواد المغذية يمثت % 100 (على اساس الأوكسيد) . وفي عمليات مطوّرة ومحسنة مؤخراً ، نشأت وظهرت باشتراك كل من Goulding (إيرلندا) Pennzoil (الولايات المتحدة) كلوريد البوتاسيوم يعامل حمض الكبريت المركز لإنتاج بيلفيت البوتاسيوم

$$KCl+H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + Hcl$$

كلوريد الهيدروجين يسترد كغاز جاف ويمكن أن يستعمل لبعض تفاعلات Oxychlorination أو أغراض صناعية أخرى والتي من أجلها الكلورين الأولي يستعمل الآن بيسلفيت البوتاسيوم يستعمل مع الكثير من حمض الكبريت لصنع وتحضير فوسفات أحادي البوتاسيوم وحمض الفوسفور والموازنة البسيطة التي تمثل وتوضح صخر الفوسفات كفوسفات ثلاثي الكالسيوم هي :

$$KHSO_4 + 2H_2SO_4 + Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O \rightarrow$$
$$3CaSO_4.2H_2O + KH_2PO_4 + H_3PO_4$$

بعد إزالة الجص بواسطة الترشيح الخليط من حمض الفوسفور وفوسفات أحادي البوتاسيوم تجري عليه الأمنية . لإنتاج سماد NPK الخالي من الكلوريد بدرجة 8-48-16 وفوسفات أحادي البوتاسيوم يفصل عن حمض الفوسفور

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بواسطة الترسيب في محلول ميتانول ويسوق بشكل منفصل . إن رغب بذلك، فإن فوسفات أحادي البوتاسيوم يتحول إلى حرارة بيور أو بولي فوسفات بواسطة انحلال حراري . العملية قد تمت وأجريت من قبل Pennzoil على مقياس تجاري صغير في معمل في كاليفورينا . والميزة الواضحة للعملية هي استرداد Hcl على شكل نافع ومنير . والميزة الأخرى هي أن وحدة ومعمل حمض الفوسفور ذو العملية الرطبة المعيارية يمكن أن تكيف وتهيئ وفقاً اختلافات وتغييرات ثانوية . هناك العديد من عمليات أخرى لتحضير فوسفات البوتاسيوم من Kcl وقد تم اقتراحها وتحسينها على أساس تجاري ولكن ولا واحدة منها عرفت بأنها قيد الاستعمال التجاري لأغراض تسميدية .

دقيق (جريش) العظام :

نسبياً كمية صغيرة من دقيق العظام تستعمل كسماد وخصوصاً من قبل عمال الحدائق المنزلية وهو غالٍ جداً بالنسبة للإستعمال الزراعي ومعظم دقيق العظام يسوق من أجل الاستعمال في غذاء الحيوانات .

فوسفات المغنزيوم الكالسيوم المنصهر :

في عملية تم تطويرها من قبل TVA مزيج من صخر الفوسفات وأوليفين أو السيربنتين سيليكات المغنزيوم ، تصهر في فرن كهربائي ، المنتج المصهور يُطفأ (يبرد بسرعة) بالماء ويستعمل في مرحلة مجزأة ومقسمة بشكل دقيق كسماد . المنتج (زجاج) فوسفات مغنزيوم الكالسيوم (CMP) الزجاج يحتوي على حوالي % 20 من P_2O_5 و % 15 MgO وفوق % 90 من المنتج يكون ذواباً في حمض الستيريك .

CMP ينتج في العديد من المعامل في اليابان حيث الإنتاج السنوي يكون حوالي 500,000 طن . وهو أيضاً ينتج في كوريا ، تايوان ، الصين ، البرازيل وجنوب أفريقيا . وتستعمل الأفران الكهربائية أو ذات احتراق بالوقود التركيب (

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

البنية) النظرية لبعض مركبات المغنزيوم الحاوية على معادن والتي يمكن أن تستعمل لإنتاج CMP هي :

أوليفين	$2SiO_4$(Fe. Mg)
السيربنتين	$Mg_3H_4Si_2O_9$
الغارنيريت	H_2SiO_4(Mg_3Ni)
المغانيسيت	$MgCO_3$

المعادن المتوفرة في التركيب هي الحديد ، النيكل وأحياناً المنغنيز قد يحل محل المغنزيوم . وعينة من السيربنتين الياباني احتوت على 38 % MgO و 38 % SiO_2 و 8 % من Fe_2O_3 و 14 % خسارة إشعال . أوكسيد المغنزيوم المستحصل عليه بواسطة تكليس المغنيسيت أو استخلاصه من ماء البحر يمكن أن يستعمل في العملية ، في هذه الحالة السيليكا يجب أن تضاف بكميات كافية لتعطي حوالي % (20-30) من SiO_2 td hglkj[Huang هوانغ أكد أن نسب السيربنتين لصخر الفوسفات في مدن من 10:6 إلى 10:8 أعطى أعلى انحلالية لـ P_2O_5 في حمض الستيريك .

باستعمال صخر الفوسفات من جزيرة الميلاد Christmas Island (39 % من P_2O_5) أو Laokey (33 % من P_2O_5) بينما أكد Moulton على استعمال نسب من الأوليفين إلى صخر الفوسفات أي 2:1 مع صخر فوسفات مونتانا (30-32 % من P_2O_5) والدهول وبريدجو Walthhall, Bridger قد أوصيا (اقترحا) نسبة من الأوليفين إلى صخر الفوسفات أي 1.0 0.46 : بإستعمال صخر فوسفات Tennessee 33 % P_2O_5 وأوليفين كارولينا الشمالية (45 % MgO و 44 % SiO_2) وحوالي 30 % من الفلورين قد تطاير ولكن انحلالية منتج P_2O_5 لم تعزى إلى محتواه من الفلورين .

في الاختبارات التي فيها المغنيسيا والسيليكا قد زودتا بشكل منفصل وجد أن 0,24كغ من MgO و0,25 كغ من SiO2/كغ من صخر الفوسفات قد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أعطت انحلالية لمنتج P2O5 تصل إلى 96% وفي محلول نترات الأمونيا citrated كذلك 0,28كغ من MgO و0,21 كغ من SiO2 أعطى انحلالية كاملة .

في اليابان CMP قد أنتجت في أفران القوس الكهربائي من النموذج المستعمل لتصنيع كاربيد الكالسيوم . شحنة الفرن تحفر وتُعد بواسطة طحن وخلط صخر الفوسفات والسيربنتين أو الأوليفين . وحوالي 850 كيلو واط وطن من المنتج يكون لازماً لعملية الصهر . ومن الضروري تبريد (إطفاء) مادة المصهور بسرعة وهذا عادة يتم في حوض مزود بسرعة نفث عالية من الماء . وتقريباً 10 طن من ماء التبريد (الإطفاء) والتي قد يعاد دورانها تكون لازمة لكل طن من المنتج . المادة المطفأة يسمح لها أن يصرف مائها ومن ثم تجفف وتطحن . الدقائق الصغيرة تكون على الأقل % 70 من خلال 100 ثقب (شبكة) من الغربال . وأندوا قد أكد على الاختبارات والتي فيها شحنات من الغرتريت ، صخر الفوسفات الجص والفحم قد صهروا في فرن العالي أو فرن كهربائي لإنتاج CMP وخليط كبريتدي مصهور النيكل أو خليط من السلفايد من النيكل والحديد الحاوي على % (20-25) N ، % (60-66) Fe ، % (14-17) S خليط كبرتيدي المصهور النيكل قد عولج بشكل إضافي لاسترداد النيكل . الفحم يخفض يقلل الجص وأكاسيد الحديد والنيكل لتشكيل مركبات السلفايد . عندما تنجز العملية في الفرن العالي احتراق الفحم الإضافي يزود الحرارة اللازمة لعملية الصهر . عملية الفرن العالي تستعمل في الصين كذلك الإنتاج CMP مع استرداد منفصل للحديد والنيكل . اختبارات Greenhouse التي قام بها قسم الزراعة في الولايات المتحدة أظهرت أن المنتج فعال أكثر من سوبرفوسفات عندما يستعمل على الترب الحمضية الاختبارات الحقلية في اليابان قد أعطت نتائج منفصلة على العديد من المحاصيل والترب المنتج له ميزة تكليسية مكافئة (0,5-0,7)طن من كربونيت الكالسيوم لكل طن من المادة . محتوى أوكسيد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المغنزيوم متاح للمعامل النامية . في بعض المواقف (الحالات) السيليكا الذوابة في التربة قد تكون ميزة وذات فائدة .

صخر الفوسفات المزال منه الفلورين :

هناك إنتاج أساسي لصخر الفوسفات المزال منه الغلورين من أجل الاستعمال التسميدي في اليابان (حوالي 10,000 طن سنوياً) الصخر ذو الدرجة العالية ، المطحون يمزج مع نسب صغيرة من كربونيت الصوديوم أو السلفيت وحمض العملية– الرطبة . المزيج يكلس (يحمص) عند درجة حرارة تصل إلى 1350 درجة مئوية في فرن دوار ذو احتراق (اشتعال) زيتي 45.0 م بطولاً و 2.7 م القطر . المنتج يحوي % (42-38) من P_2O_5 والذي منه أكثر من % 90 يكون ذواباً في محلول ستيرات الأمونيوم المعدَّل . وبشكل أساسي كل الغلورين يصرّف ويفرغ. ببفلوريد الصوديوم (NaHF2) يستردكمنتج ثانوي . ومنتجاً مشابهاً يصنع في الولايات المتحدة ولكنه أساساً يستعمل لتأمين الغذاء الحيواني . مركب الفوسفات الأساسي في المنتج هو فوسفات ثلاثي الكالسيوم . والمستلزمات لكل طن من المنتج الحاوي على % (42-41) من كامل P_2O_5 هي :

صخر الفوسفات (P_2O_5 37 %) ، كغ	900
حمض العملية الرطبة (كغ كـ P_2O_5)	95
كربونيت الصوديوم /كغ	120
زيت الوقود الثقيل/ ليتر	200

المنتج يعتبر سماد فعال عندما يستعمل على شكل مطحون بشكل دقيق على الترب الحمضية .

TUA قامت بدراسة عملية إزالة الغلورين (الغامورة) لصخر الفوسفات ذو الدرجة المنخفضة من خلال عملية الصهر . وقد تم بناء عشر وحدات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

اختبارية– معملين ذو مقياس عملي وكذلك تم تشغيلهم . المعمل (الوحدة) الناجمة قد اشتغلت لمدة عشر سنوات (1945-1955) وأنتجت حوالي 170,000 طن من المنتج الحاوي على 28 % من P_2O_5 من صخر Tennessee ذو الدرجة المنخفضة . ونتائج هذه الدراسة قد تم نشرها .

فوسفات Rhenania فوسفات Rhenania :

هو سماد فوسفاتي آخر منتج بشكل حراري . وهو يحضر بواسطة تكليس (تحميص) مزيج من صخر الفوسفات ، كربونيت الصوديوم والسيليكا في فرن ودار عند درجة حرارة 1250 درجة مئوية . كمية كافية من كربونيت الصوديوم تستعمل لتشكيل مركب $CaNaPO_4$ وكمية كافية من السيليكا لتشكيل $Ca2SiO_4$ مع زيادة من الكالسيوم . ونسب الشحنة المطابقة هي جزء واحد من كربونيت الصوديوم إلى ثلاثة أجزاء من صخر الفوسفات + سيليكا كافية لرفع محتوى SiO_2 للمنتج إلى حوالي 10 % . المنتج يحتوي على % (28-30) من P_2O_5 والتي تعتبر كلها ذوابة في محلول ستيرات الأمونيوم القلوي أو المعدَّل على الرغم من أن الكثير من الغلورين يبقى في المنتج . وهو يستعمل على التربة على شكل مسحوق أو محبب على شكل حبيبات صغيرة مع أملاح البوتاس . بعض الدرجات يتم إنتاجها وتحتوي على المغنزيوم أو البورون اللذان يضافان خلال عملية التحبيب ك بوراكس أو القيصريت سلفات المغنيوم المائية والكمية الجوهرية تنتج في الأقطار الأوربية وخصوصاً ألمانيا الغربية وإلى حد ما منتج مشابه ، وهو فوسفات Roechling يستعمل خبث الصودا والذي يعتبر منتجاً ثانوياً من صناعة الفولاذ وذلك كمصدر للصوديوم . كذلك المعادن الموجودة بشكل طبيعي (كرونا (كربونات أحادية التصفية الصوديوم أو النترون (كربونيت الصوديوم) قد يتم استعمالها . التجارب قد أظهرت أن منتجاً مشابهاً يمكن تصنيعه بواسطة تكتل أو تلبيد بالضغط والحرارة كربونيت البوتاسيوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مع صخر الفوسفات والسيليكا لإعطاء درجة للمنتج تصل إلى 25-25-0 مركب الفوسفات في هذا المنتج يفترض أن يكون $CaKPO_4$. كامل التفاعل في إنتاج فوسفات Rhenania يكون كالتالي :

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6 + 4Na_2Ca_3 + 2SiO_2 \rightarrow$$
$$6CaNaPO_4 + 2Ca_2SiO_4 + 2NaF + 4CO_2$$

أي درجة من صخر الفوسفات يمكن استعمالها ولكن بما أن الدرجة للمنتج تتحدد بواسطة درجة الصخر فإن درجة مرتفعة تكون منفصلة . والمستلزمات المقدرة باستعمال أباتيت ناري هي كالتالي :

	Requirement per ton of 0-29-0 Product
Phosphate rock, 38.7% P_2O_5	0.749 tons
Soda ash, 100% Na_2CO_3	0.289 tons
Sand, 97% SiO_2	0.077 tons
Electricity	36 kWh
Steam	10 kg
Fuel oil	66 kg

المنتج قد اعتبر أساساً أكثر فعالية من سوبر الفوسفات على الترب الإستوائية الحمضية في كوستاريكا ، ليبيريا ، الكونغو ، زائير ، غانا ، مالوي وربما سبب قلويته ومقاومته للإستقرار من قبل التربة .

في بعض المحاضيل أو الترب الصوديوم أو السيليكا الذوابة في التربة قد تكون مفيدة ونافعة .

ميتافوسفات الكالسيوم :

لسنوات عديدة TUA أنتجت ميتافوسفات الكالسيوم ($CaPO_3$)2 في معمل ذو مقياس عملي . العملية تألفت من حرق للفوسفور الأولي ومفاعلة بخار P_2O_5 الناتج في صخر الفوسفات . المنتج المصهور يفرغ من الفرن ويصلب على اسطوانة فولاذية ذات ماء مبرد . القشور الزجاجية الناتجة تبرد بشكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إضافي وتسحق لتمرر من خلال 100 ثقب شبكة من الغربال . (حوالي 1.6ملم) .

إن عملية تطوير وتحسين عملية إنتاج ميتافوسفات الكالسيوم تتضمن ثلاثة من معامل الوحدات الاختبارية وثلاثة معامل ذات مقياس عملي وكذلك كمية ملحوظة من العمل والجهد ذو مقياس المخبري والنضدي (ينجز على المنضدة) بأدوات يدوية أو مكنات صغيرة) إن الوحدة الثالثة ذات المقياس العملي كانت ناجحة تقنياً واشتغلت لمدة 16 سنة بدءاً من عام 1949 . ومجموع يقارب 1 مليون طن قد تم إنتاجه بما في ذلك كميات صغيرة نسبية من الوحدات الأولى والثانية ذات المقياس العملي . كانت العملية بشكل اقتصادي تنافسية (تزام***) مع TSP عندما كلا المنتجين يستندان على فوسفور أولي محضّر (مصنع) بعملية الفرن الكهربائي . ميتافوسفات الكالسيوم النقي يحتوي على % 71.7 من P_2O_5 ، ومنتج TUA احتوى على حوالي % 65 من P_2O_5 وذلك بسبب الشوائب الموجودة في الصخر . المادة لم تكن ذوابة في الماء ولكن تتحله ببطئ في الماء أو التربة الرطبة مشكة مركبات ذوباة في الماء . وحوالي % 98 أو أكثر من P_2O_5 كان ذواباً في ستيرات الأمونيوم المعدَّل . والميزات الأساسية للعملية كانت في اعتمادها على الفوسفور الأولي الذي أصبح غالياً جداً من أجل الإستعمال التسميدي في معظم المواقف . وكذلك تأثيرها الزراعي يعتمد على معدل الحلمأة في التربة والتي قد تكون بطيئة جداً بالنسبة للمحاصيل ذات الفصل القصير .

زجاج ميتافوسفات الكالسيوم قد ينتج أيضاً بواسطة تسخين TSP إلى الإنصهار ، والتراكيب (البنى) البلورية والتي هي غير ذوابة في الماء تتشكل عند درجات حرارة منخفضة .

فوسفا ثنائب الكالسيوم :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فوسفات ثنائي الكالسيوم هو مكون عام وشائع لأسمدة النتروفوسفات وللأسمدة المركبة المشكلة بواسطة أمينة مركبات سوبر الفوسفات .وهناك إنتاج صغير نسبياً ولكنه أساسي من فوسفات ثاني الكالسيوم الصرف في أوربا التي تعتمد على الانتفاع من حمض هيدروكلوريك المنتج الثانوي العملية تتألف من حل صخر الفوسفات في حمض الهيدروكلوريك ومن ثم ترسيب فوسفات ثاني الكالسيوم عن طريق إضافة الحجر الكلسي والكلس المطفأ . المنتج يسترد بواسطة الترشيح والغسل والمحول المتبقي لكلوريد الكالسيوم قد ينتفع به أويصرف . هناك طرق أخرى متعددة لإنتاج فوسفات ثاني الكالسيوم وهي معروفة ولكن ولا واحدة منها معروفة تجارياً من أجل (بالنسبة) لإنتاج الأسمدة . التعديل المباشر لحمض الفوسفور النقي أو المزال منه الفلورين مع الكلس أو الحجر الكلسي يستعمل لإنتاج تغذية أو فوسفات ثاني الكالسيوم ذو درجة مغذية .

مركبات فوسفات المغنزيوم :

مركبات فوسفات أحادي المغنزيوم وثاني المغنزيوم وثلاثي المغنزيوم بأنها أسمدة فعالة ولكن ليس هناك إنتاج اقتصادي تجاري معروف لهذه المواد من أجل الاستعمال التسميدي . وما من شكل أن نسب صغيرة من هذه المركبات تتشكل في معالجة صخر الفوسفات الحاوي على المغنزيوم .

وعملية قد تم تطويرها من قبل صناعات التعديل الاسرائيلية (IMI) على أساس (معيار) الوحدة الاختبارية والتي فيها كارناليت غير النقي يسخن إلى 400° درجة مئوية مع صخر الفوسفات والتفاعل يكون على النحو التالي:

$$Ca_{10}F_2(Po_4) + 10KCl.MgCl_2.6H_2O \rightarrow$$

$$3Mg_3(Po_4)_2 + MgF_2 + 10CaCl_2 + 10KCl + 60H_2O$$

الكارناليت صخر الفوسفات

منتج التفاعل يغسل بالماء لإزالة كلوريد الكالسيوم والبوتاسيوم والجزء الصلب المتبقي الذي يتألف من فوسفات ثلاثي المغنزيوم يجفف من أجل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الاستعمال التسميدي . كلوريد البوتاسيوم يمكن أن يسترد من سائل الغسل (الترشيح) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل السابع عشر

17- بعض العوامل المؤثرة في اختيار أسمدة الفوسفات

الأسمدة الفوسفاتية المذكورة في فصول سابقة تغطي مدى واسع من المركبات الذوابة في الماء والتربة . وعلى النقيض كل أسمدة البوتاسيوم والنتروجين الشائعة تكون ذوابة في الماء . كذلك الأسمدة الفوسفاتية الأكثر شهرة تحتوي على مواد مغذية ثانوية وأساسية مثل النتروجين (فوسفات الأمونيوم والنتروفوسفات الكالسيوم والمغنزيوم أو الكبريت . اختيار أسمدة الفوسفات لذلك يكون نسبياً أمراً صعباً .

الخطوة الأولى في اختيار العملية يجب أن تكون تقديراً دقيقاً للمستلزمات الحالية والمستقبلية للبلد/ المقاطعة أو الاقليم وللأسباب المذكورة أعلاه التقديرات أن تتضمن معدات المواد المغذية الثانوية والنتروجين وكذلك الفوسفور . الخطوة التالية يجب أن تكون تقديراً لنماذج الترب ، المحاصيل والمناخ وذلك لتحديد ما نوع السماد الفوسفاتي الذي سوف يكون مقبولاً . الأسمدة الفوسفاتية الذوابة في الماء عادة ما تكون مقنعة ولكن غير الذوابة أو الذوابة جزئياً عادة ماتكون فعالة بشكل مساوٍ و أرخص . وبشكل عام الفوسفات الذي له نسبة عالية من فوسفوره على شكل ذواب في الماء يحتاج إليه في الترب ذات PH المرتفع . وباستثناء خام فوسفات الأمونيوم المحمص (المكلس) يكون مرضياً على بعض الترب ذات PH المرتفع . في الترب الحمصية من جهة أخرى الانحلالية في الماء تكون أقل أهمية وحتى المنتجات والمستحضرات غير الذوابة في الماء بشكل كامل قد تكون مناسبة وملائمة .

إن قبول وميزات الأسمدة المركبة بمافي ذلك نسب N: P_2O_5 أكثر نفعاً يحتاج لأن تقيم وتقدر . فحيثماء تكون الأسمدة التي تعتمد على فوسفات الأمونيوم أو النتروفوسفات قد تكون مصدراً اقتصادياً الحاجة لعناصر ثانوية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار حيث يحتاج للكبريت ، سوبر فوسفات الأحادي أو المضاف إليه إضافة مغنية أو أن سلفيت فوسفات الأمونيوم قد يكون مفضلاً ، الحاجة إلى الكالسيوم تقترح أن الصخر المطحون الخبث الأساسي أو فوسفات Rhenania يمكن أن يؤخذ بعين الاعتبار . وبالطبع الطريقة الأفضل لتأمين عناصر ثانوية قد لاتكون في اتحاد مع أسمدة الفوسفات ولكن الإمكانية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار . ويجب أن يرافق تقدير الحاجات للأسمدة تقدير لمصادر البلد لإنتاج الأسمدة الفوسفاتية . صخر الفوسفات هو مصدر أساسي ولكن مجرد وجود لترسب الفوسفات المعروف لا يؤكد بشكل آلي أنه يمكن أن يتحول بشكل مثمر ونافع إلى سماد . ترسبات صخر الفوسفات تختلف بشكل واسع في استجابته للتعدين المفيد والنافع beneficationsوكذلك في توافقه مع عمليات الأسمدة المتعددة . وهناك مصادر أخرى تؤخذ بعين الاعتبار هي مواد لإنتاج حمض الكبريت/ وممكن المنتج الثانوي للكبريت أو حمض الهيدروكلوريك ومصادر الطاقة والمواد الخام من أجل العمليات الحرارية بمافي ذلك المعادن الصوديومية من أجل فوسفات Rhenenia معادن سيليكات المغنزيوم من أجل فوسفات المغنزيوم الكالسيوم المصهور . وإن يمتلك البلد لاصخر الفوسفات ولا المواد اللازمة لمعالجته يصبح السؤال ماذا يجب أن يستورد من المواد الخام الأساسية الوسيطية أو المنتجات النهائية . الجواب سوف يعتمد على عوامل متعددة والتي درست في فصول سابقة استيراد صخر الفوسفات من أجل الطحن والتطبيق المباشر سوف يكون من المحتمل الحل الأقل كلفة في كل من تكاليف التشغيل ورأس المال ولكن الصخر المطحون ليس مصدراً مرضياً للفوسفور لبعض الترب والمحاصيل وهكذا فالاختبارات الزراعية يحتاج إليها لتحديد مدى نفعه وفائدته واستيراد مركبات الوسيطية (حمص الفوسفور أو MAP غير المحبب) من أجل معالجة أخرى إضافية قد يكون جذاباً عندما يكون الطلب كافياً لتأمين مقياس اقتصادي من التغشيل مركبات النتروفوسفات قد تعتبر عندما

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المتسحضرات المنتجات تكون مناسبة للحاجات الزراعية ، وعندما يكون هناك مصادر عملية لصخر الفوسفات فإن استعماله من أجل التطبيق المباشر أو من أجل تحويل (تغيير) إلى سماد فوسفاتي قد يؤخذ بعين الاعتبار . الاختيار محتملاً أن يعتمد على ميزة الصخر، حاجة وطلب السوق المقدرة ، تكاليف التوزيع والحاجات (المتطلبات الزراعية) .

عندما تتضمن المصادر المحلية إما صخر الفوسفات ذا الكلفة والنوعية المقبولة ، حمض الكبريت المنتج الثانوي أو الكبريت ذو الكلفة المنخفضة إنتاج أسمدة الفوسفات من أجل التصدير بالإضافة إلى أن الاستعمال المحلي يمكن أن يؤخذ بعين الاعتبار . من الواضح أن مشكلة كيف نؤمن حاجات سماد الفوسفات من أي بلد أو منطقة وبأقل كلفة هي مشكلة مقعدة وتستلزم الكثير من الدراسة والبحث . ومن المأمول أن المعلومات المزودة في الفصول السابقة XII و XVI سوف تكون معينة في حل هذه المشكلة .

في الفصول السابقة الانتاج من حمض الكبريت ، حمض الفوسفور ، والمنتج النهائي TSP , DAP, MAP قد أخذت بعين الاعتبار بشكل منفصل في حالات متعددة العمليات الثلاث سوف تنجز في نفس موقع مكان المعمل . وتشغيل مثل هذا المعمل قد يشتعل على بعض المشاكل والفرص والتي تكون غير واضحة عند ** العمليات بشكل منفصل .

مثال عن الدراسة الاقتصادية :

وكمثال عن العوامل التقنية والاقتصادية التي تتدخل في تخطيط الشبكة المعقدة لمعمل الفوسفات والحالة الفرضية سوف تفترض والتي فيها (الحالة) بلد نامٍ يملك ترسبات فوسفاتية صغيرة نسبياً مثل 10-5 مليون طن ومن خلالها يرغب ذلك البلد باستعمال الترسبات لانتاج أسمدة فوسفاتية من أجل الاستهلاك المحلي . الصخر يمكن الانتفاع به بطرق فصل الحجم البسيطة إلى الدرجة 30

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

% من P_2O_5 والاختبارات قد أظهرت أنه ملائم (الصخر) لإنتاج حمض الفوسفور من نوعية مقبولة ومرضية بدون صعوبات تقنية غير عادية . والاستفادة الأخرى من الصخر إلى الدرجة 38 % بواسطة التقويم Flotation لإزالة السيلكا قد أخذت بعين الاعتبار ولكن هذا الاختيار قد أبعد وذلك لأن مثل هذه الخطوة سوف تكون مكلفة وذلك على مقياس ومعيار صغير نسبياً والخسارات خلال الانتفاع Benefication الاضافي سوف تخفض وبشكل جدي الحياة النافعة للرواسب (الترسبات) .

والطلب المقدر لأسمدة الفوسفات يصل إلى 120,000 طن من P_2O_5 سنوياً . البلد يملك أيضاً طلباً وحاجة أساسية لسماد النتروجين الذي يؤمن من مصدر آخر وبشكل أساس كيوريا مع كميات أصغر من سلفيت الأمونيوم ، استعمال البوتاس ضئيل ولكنه نامٍ . وهناك معلومات قليلة متوفرة من الحاجة لتأمين الكبريت في الأسمدة . وقد تقرر تحدد أن تأمين سماد الفوسفات على شكل مركب NP سوف يكون مقبولاً ، وتأمين النسبة الدنيا من N: P_2O_5 لايفوق (لايزيد)عن 0.5:1.0 لأن كل المحاصيل تتطلب على الأقل هذه النسبة من النتروجين كاستعمال (تطبيق Basal) وبالنسبة للمحاصيل التي تستلزم نسبة أعلى فإن اليوريا يمكن أن تضاف بواسطة المزج .

والدراسة للعوامل الاقتصادية والزراعية قد أظهرت **أن الأسمدة الذوابة ذات التحليل العالي سوف تكون مفضلة والخيار قد ضاق مجاله إلى , MAP DAP, TSP والمشكلة لذلك هي في الحصول على بيان دليل أولي عما إذا كان انتاج سماد الفوسفات اقتصادياً جذاباً وملفتاً وإن كان كذلك ، أي منها سوف يكون مفضلاً وقد قدر أن صخر الفوسفات الحاوي على 30 % من P_2O_5 يمكن تسليمه إلى موقع المعمل بكلفة 20 دولار / طن وبأن الكلفة المسلمة للكبريت هي 65 دولار / طن الأمونيا يتم توفرها عند 120 دولار/ طن واليوريا bulk عند 145 دولار . وقد افترض أن معمل الفوسفات المقترح سوف يشتغل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عند حد % 90 من الطاقة والمكافئة لـ 297 يوم /سنة وبطاقة كاملة . التقديرات والحسابات لمستلزمات للطاقة اليومية وكلفة رأس المال موضحة في الجدول (1) :

TABLE 1. CALCULATION OF CAPITAL COST AND DAILY MATERIAL REQUIREMENTS

	Production of 120,000 tons of P_2O_5 per year, 297 Operating days per year		
	TSP	DAP	MAP
Grade	0-44-0[a]	18-46-0	11-55-0
Tons of product/year	272,727	260,870	218,182
Tons of product/day[g]	918	878	735
P_2O_5 recovery, %[b]	96	97	97
P_2O_5 required, tpd	420.9	416.5	416.5
P_2O_5 as acid[c]	307.2	416.5	416.5
P_2O_5 as rock[c]	113.6	-	-
H_2SO_4 required, tpd[d]	854	1,158	1,158
Capital cost, U.S. $ million			
Sulfuric acid plant[e]	14.4	17.8	17.8
Phosphoric acid plant[f]	20.8	25.6	25.6
Granulation[g]	18.9	13.3	11.8
NH_3 storage	-	2.5	2.5
Product storage[h]	2.3	2.2	1.9
Total	56.4	61.4	59.6

a. Using 30% P_2O_5 rock with a $CaO:P_2O_5$ ratio of 1.50, TSP contains 44% available P_2O_5.
b. Assume 2% product loss and overage in analysis, plus 2% unavailable P_2O_5 in TSP, 1% in DAP and MAP.
c. Assume 73% P_2O_5 from acid, 27% from rock for TSP (chapter XIV).
d. Based on a $CaO:P_2O_5$ ratio in rock of 1.5 (chapter XIII).
e. See chapter XII.
f. See chapter XIII.
g. See chapter XIV.
h. Based on 45 days' bulk storage at $40/ton, plus 10-day bagged storage at $75/ton.

وتقديرات كلفة رأس المال في الجدول (2) :

TABLE 2. ESTIMATED PRODUCTION COSTS

	TSP	DAP	MAP
Sulfuric acid, $/ton of H_2SO_4[a]	31.70	30.60	30.60
Phosphoric acid, $/ton of P_2O_5[b]	217.83	210.17	210.17
	- - - - - - - - - - $/ton of product - - - - - - - - - -		
Phosphoric acid	72.89	99.66	119.17
Phosphate rock (.4123 tons at $20)	8.25	-	-
Ammonia (.224 and .137 tons at $120)	-	26.88	16.44
	81.14	126.54	135.61
Utilities	2.00	1.45	1.45
Labor-related costs	3.36	3.50	4.19
Capital-related costs[c]	13.73	12.19	13.12
Total bulk cost	100.23	143.68	154.37
Bags and bagging	12.00	12.00	12.00
Cost of bagged materials	112.23	155.68	166.37
Credit for N at $341.30[d]		61.43	37.54
Net cost of P_2O_5, $/ton of product		94.25	128.83
Net cost, $/ton of P_2O_5	255.07	212.50	234.24

a. Estimated from data in chapter XII, assuming sulfur at $65/ton.
b. Operating cost estimated from figure 8, chapter XII, plus 2.78 tons of H_2SO_4 at cost shown on line 1 and 3.55 tons of rock at $20.
c. Based on granulation plant, ammonia storage, and product storage capital costs.
d. Equivalent to bagged urea at $157/ton.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وكما هو موضح في الجدول (2) الكلفة لكل طن من المنتج هي الأخفض والأقل بالنسبة لـ TSP ولكن الكلفة الصافية لكل طن من P_2O_5 بعد السماح لقيمة (رقم) محتوى النتروجين هي الأدنى بالنسبة لـ DAP . السماح لتوزيع التكاليف سوف يقلل هذا Margin .

التقديرات والحسابات تكون لتحديد فيما إذا المشروع سوف يكون مثمراً ومربحاً مقارنة مع حمض الفوسفور المستورد أو استيراد جملة (جل) TSP أو DAP أو MAP . وهذا سوف يتطلب تنبؤ لأسعار السوق العالمية + تكاليف النقل . الأسعار الحالية (منتصف 1978) إلى حد ما يتم Depressed . وأسعار (b. O. F) تكون حوالي 135 دولار/ طن من أجل معظم DAP و 95 دولار طن من أجل اتساع وتضخم رأس المال بشكل معتدل .

المواد الأولية (الكبريت) وصخر الفوسفات ، تؤلف حوالي % 49 من جملة TSP و205 دولار/ طن من P_2O_5 بالنسبة لحمض الفوسفور . التكاليف في الجدول (2) إلى حد ما هي أعلى ولكن بناءً على الموقع التكاليف المستلمة للمواد المستوردة قد تبقى الأعلى وهكذا فالمشروع قد يعتبر مربحاً بشكل كامن ، وخاصة من وجهة نظر الزيادات في المستقبل المحتمل لكلفة المواد المستوردة . المرونة والإنثنائية للإنتاج الممكن للأسمدة المركبة سوف يكون نقطة لصالح إما DAP أو MAP . وعلى سبيل المثال ، بإضافة حمض الكبريت والكثير من الأمونيا في عملية DAP فإن درجة 18-36-18 يتم الحصول عليها حاوية على الكبريت للمناطق التي تشكو عوزاً للكبريت . البوتاس يمكن أن يضاف لإنتاج درجات NPK مثل 14-35-14 . ونسبياً تجهيزات مزودة إضافية سوف تكون لازمة إن مثال التقديرات والحسابات يعطي توضيحاً والذي فيه وحدات المعامل الثلاث (معمل حمض الكبريت ، معمل حمض الفوسفور ومعمل البرغلة (التحبيب) تكون الوحدات معتمدة على بعض البعض (فيما بينها) . وأخذ TSP كمثال فإن كلفة رأس المال للمعمل هي 470 دولار/ (سنوياً) لكل طن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

/سنوياً من منتج P_2O_5 من أجل التشغيل عند % 90 من الطاقة . التكاليف المرتبطة برأس المال تتضمن تكاليف الإنتاج للمنتج بجملته . وإن كان العائد على الإستثمار بنسبة % 10 لازمة فإن 47 دولار/طن من P_2O_5 (حوالي 20.68 دولار/طن من TSP يجب أن تضاف وزيادة معدل ونسبة التشغيل من % 90 إلى % 100 سوف يخفض ويقلل كلفة إنتاج TSP بنسبة % 3.6 بينما تخفيض المعدل إلى % 60 سوف يزيد الكلفة بنسبة % 18 . وهكذا فالشبكة المعقدة كاملة هي كلفة إنتاج جملة bulk TSP .

وفي حالة DAP كلفة المواد الأولية الكبريت صخر الفوسفات والأمونيا تصل إلى حوالي % 59 من كلفة إنتاج المنتج bulk . والتقديرات من هذا النوع يمكن أن تكون خطوة أولى مساعدة ومعينة في تقدير إمكانية تنفيذ مشروع الفوسفات واختيار المنتج . وبالطبع دراسة مستفيضة أكثر حول إمكانية التنفيذ والتطبيق يجب أن تكون قبل إثبات وقبول المشروع وإقراره .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجزء الرابع

الأسمدة البوتاسية وأسمدة أخرى

POTASH AND OTHER FERTILIZERS

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الثامن عشر

18- الأسمدة البوتاسية

مقدمة Introduction :

تم تعدين البوتاس بداسة تجارياً كخام الكارناليت في مقاطعة Stassfurt في ألمانيا في 1861 وذلك بعد التحريات والبحوث التي قام بها ليبلغ Lieig والتي من خلالها تبين أن أملاح البوتاسيوم قد تستعمل كسماد كيماوي بشكل نافع ومفيد . وخلال عامين مايقارب 14 معمل أصبحوا قيد التشغيل في عام 1864 كان كامل الإنتاج يقارب 110,000 طن من الأملاح وهذه القيمة قد تزايدت تدريجياً إلى حوالي 3 مليون طن في 1900 وإلى حوالي 44 مليون طن في -79 1978 قدرت القيمة و% 60 من منتج K2O . البوتاسيوم هو العنصر السابع المتوفر في القشرة الأرضية . وبالإضافة لكونه مكون هام وأساسي للنبات وعالم الحيوان فإنه يوجد بتراكيز منخفضة جداً في الصخور والترب ، في المحيطات ، البحيرات والأنهار وفي البقايا الملحية للبحيرات الملحية . والمصدر الاقتصادي الأكثر شيوعاً للبوتاس هي الترسبات التبخيرية والترسبات الرسوبية المتشكلة عن طريق تبخير ماء البحر تحت شروط قاحلة. الترسبات التجارية كمثل تلك الموجودة في Elk Point Basin في كندا الغربية تستلزم وتتطلب تدفق كميات كبيرة من ماء البحر إلى بحيرة شاطيئة ضحلة حيث الأملاح المنحلة تترسب في نظام عكسي (معاكس) لقابلية انحلاليتهم بحيث أولاً يكون كربونيت الكالسيوم ، سلفيت الكالسيوم ، انهيدريت وكلوريد الصوديوم تتبع ببوتاسيوم ذواب بشكل عالي وأملاح المغنزيوم وذلك عندما تصل مياه البحر إلى حوالي 100 مثل (ضعف) تركيزه الأصلي . المعادن المتبخرة البوتاسية الرئيسية والتي تعتبر ذات أهمية تجارية هي Sylvinite, Carnallita, Kainite, Langbeinite,

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Sylvite الذي هو مزيج من كلوريد البوتاسيوم وبلورات كلوريد الصوديوم هي الأسهل بالنسبة للمعالجة وتعدن بكميات كبيرة . وعادة توجد في طبقات سفلية وعلوية مع كلوريد الصوديوم . السلفينيت يوجد في أكثر من طبقة واحدة . كل مناجم البوتاس الأمريكية الشمالية تسترد السيلفينيت وهناك منجمان في الولايات المتحدة كذلك ينتجان اللانغبينت Langbeinite الذي يباع كمصدر للمغنيزيوم الذواب في الماء بالإضافة إلى البوتاسيوم والكبريت . وهناك عملية أخرى أيضاً يتفاعل فيها Langbeinte مع كلوريد البوتاسيوم لإنتاج سلفيت البوتاسيوم وكلوريد المغنزيوم المنتج التالف . كلوريد البوتاسيوم أو السلفيت يسترد أيضاً من ترسبات المحلول الملحي .

الغارناليت (MgCl2-6H2O. KCl) هو الأكثر صعوبة من حيث المعالجة ولكن يتم تكريره في أوربا– اسرائيل والاتحاد السوفياتي وذلك لاسترداد محتواه من كلوريد البوتاسيوم .

(3H2O. MgSO4. KCl) يوجد في العديد من المناجم الأوروبية وعادة يود بالاتحاد مع خامات بوتاسية أخرى .

إن غرض هذا الفصل هو تحديد أهمية البوتاس ، واستذكار طرق تعدنية والترسبات الأساسية الموجودة ولإعطاء فكرة عن عمليات تكريره ولبيان الاتجاهات والنزعات في منتجاته ومستحضراته ولتوضيح مستويات الأسعار تكاليف الإنتاج المطابقة (المماثلة) وأخيراً لتلخيص تجارة البوتاس العالمية والاستهلاك العالمي .

الأهمية الصناعية والزراعية للبوتاس :

على الرغم من أن 17 عنصراً يكون لازماً بشكل طبيعي لدعم النمو الطبيعي والصحي للنبات ، فإن النتروجين ، البوتاسيوم ، الفوسفور (المواد المغذية الثلاثة) تكون لازمة لكميات أكبر من بقية العناصر . من أجل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحصول على فعالية قصوى ، هذه المواد المغذية الأولية يجب أن يتم تأمينها للنبات والمحاصيل وبنفس النسب التي يتواجدون فيها في معظم حياة النباتات ، حيث تكون نسبة النتروجين إلى البوتاسيوم حوالي 1:2 وهكذا من بين الأسمدة التجارية حوالي نصف البوتاس يستعمل كنتروجين باستثناء الحالة التي تكون فيها التربة قاردرة على تأمين وتزويد البوتاس . وهكذا فالإستعمال المتزايد الدائم لأسمدة النتروجين يستدعي بالضرورة تطبيق البوتاس بكميات متزايدة بشكل مشابه . والمفعول الفيولوجي (الوظائفي) للبوتاسيوم في النباتات تتضمن على الأقل مايلي :

1- تعزيز التفاعل الحيوي لكاربوهيدرات أو التكوين ، الانحلال ونقل (تغيير موضع) النشاء .

2- تعزيز التفاعل الحيوي للنتروجين وتصنيع البروتين في النباتات الخضراء .

3- ضبط وتنظيم فعاليات ونشاطات المواد المغذية الضرورية والمتعددة.

4- تعديل الحموض العضوية الهامة فسيولوجياً .

5- فعالية وتأثير الأنزيمات المتعددة .

6- تعزيز نمو النسيج الجنيني الإنشائي الغض .

7- ضبط حركة Tomatal وشبكة واتصالات الماء الداخلية .

حوالي 95 % من كامل البوتاس الذي عُدّن يستعمل كأسمدة . الخمسة 5% الباقية تستعمل في تطبيقات صناعية أخرى والدرجة الكيماوية للنقاوة التي تبلغ Kcl 99.92 العالية للبوتاسيوم تستعمل في صناعة القلي- الكلور في عملية التحليل الكهربي لمحاليل Kcl المائية لتشكيل الكلورين وهيدروكسيد البوتاسيوم KOH وعادة ماتدعى بالبوتاس القلوي البوتاس القلوي يستعمل في الصوابين السائلة الأنسجة ، عمليات الكرمشة ، مواد حفازة ، الوسيط ، النقش والحفر والبطاريات القلوية وصناعة المطاط . والكمية الأساسية من البوتاس

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكاوي (القلوي) تعالج بشكل إضافي لتشكيل كاربونات البوتاسيوم ومركبات بوتاسيوم أخرى . وأكثر من نصف كربونات البوتاسيوم التي تنتج سنوياً يستعمل في صناعة الزجاج . البوتاس الكاوي كذلك يستعمل بكميات صغيرة نسبياً لصنع وتحضير فوسفات البوتاسيوم من أجل أسردة خاصة مثل الأسمدة السائلة من أجل الاستعمال التطبيق Faliar . كميات صغيرة من الدرجات الزراعية من الموريات البوتاسيوم تستعمل مع كلوريد الصوديوم ومواد كيماوية أخرى كمساعد صهر في الصهر الثانوي للألمنيوم والمغنزيوم . موريت البوتاسيوم (البوتاس) يدخل في طين الحفر المستعمل في حفر آبار النفط .

علم تعدين خامات البوتاس :

يؤلف البوتاسيوم حوالي % 2.35 من القشرة الأرضية ، حيث يمزج (يخلط) مع ترسبات مركبات الصوديوم . ولكنه قد وجد أيضاً في الفلدسبار– مسكوفيت (الميكا البيضاء) الغرانيت ونايس (صخر غراينتي متحول) . حيث وجد الصخور الرسوبية تؤلف حوالي % 5 من القشرة الأرضية والصخور الرملية تحوي حوالي % 1.1 بوتاسيوم والطين الصفحي (الطفل) حوالي % 2.7 والحجر الكلسي حوالي % 0.27 . البوتاسيوم والمعدن القلوي الأحادي الفالينت لايوجدان في الطبيعة لأهما فعالان (متفاعلان) بشكل عالي ولها صلة قوية مع عناصر أخرى . وله درجة انصهار تصل إلى °63.5 درجة مئوية والحرارة النوعية 0.177 كالوري/مول/ درجة مئوية والجاذبية النوعية تصل إلى 0.86 ترسبات معدن البوتاسيوم عادة ماتكون نتيجة لتبخير الماء من البحار المحاطة باليابسة والتي قد فصلت عن الجسم المحيط والتي منها الأملاح المحتواة تترسب تدريجياً . في بعض الحالات البحار الداخلية تتبخر لتشكل مثل هذه الترسبات . البوتاسيوم ومعادن قلوية أخرى قد أحضرت إلى المحيطات والبحيرات الداخلية بواسطة ماء النهر الذي ينض المواد من الصخور والترب– الصوديوم يُصفى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بسهولة من الترب لأن البوتاسيوم يصبح ثابتاً ومستقراً بالنسبة لجزئيات الطين في التربة . الأملاح تتبلور في نسبة معاكسة (عكسية) لقابلية انحلاليتهم ونظام الترسب عادة يكون: كربونيت الكالسيوم ، كربونيت المغنزيوم ، سلفيت الكالسيوم– كلوريد الصوديوم وأخيراً كلوريد البوتاسيوم . الشروط والظروف الأخرى تغيير وتبدل الترسب . السائل الأم أو ماء البحر المر المتبقي بعد ترسيب ملح الطعام فيه بعد أن تكون الأملاح المعتدلة الذوبان قد ترسب ، يكون غنياً وخصباً بكلوريد المغنيزيوم والسلفيت وكميات صغيرة من البوتاسيوم والبروتين .

أملاح البحر المر ذات الأصل البحري تتضمن :

السلفيت	Kcl
الكارناليت	6H2O. MgCl2. KCl
القيصريت	H2O. MgSO4
بولي هاليت	2H2O. K2SO4. MgSO4. 2CaSO4
اللانغبينيت	2MgSO4. K2SO4
البوراسيت	7B2O3. NgCl2. 5NgO

والمعادن المترافقة مع المحلول الملحي لطبقات البحيرة تتضمن معادن أخرى مثل تلك الموجودة في بحيرة Searles في كاليفورنيا .

الهاليت	NaCl
هانكسايت	KCl. 2Na2CO3. 9Na2SO4
ترونا	2H2O. NaHCO3. Na2CO3
بوراكس	10H2O. Na2B4O7
جلاسيريت	Na2SO4. 3K2SO4

المعادن البوتاسية التالية توجد في الطبيعة ، والأكثر أهمية من بينها Sylvite الذي يوجد عادة ممزوجاً مع كلوريا الصوديوم . المزيج يدعى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Syllinite . الخامات الأخرى المستعملة في إنتاج الأسمدة البوتاسية هي الكارناليت اللانغبنيت ، النتروالكايت Kainite .

Mineral	Composition	% K_2O
Chlorides		
Sylvite	KCl	63.1
Carnallite	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	17.0
Kainite	$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$	18.9
Hanksite	$KCl \cdot 9Na_2SO_4 \cdot 2Na_2CO_3$	3.0
Sulfates		
Polyhalite	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$	15.5
Langbeinite	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	22.6
Leonite	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$	25.5
Schoenite	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$	23.3
Krugite	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4CaSO_4 \cdot 2H_2O$	10.7
Glaserite	$3K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$	42.6
Syngenite	$K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$	28.8
Aphthitalite	$(K, Na)_2SO_4$	29.8[a]
Kalinite	$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$	9.9
Alunite	$K_2 \cdot Al_6(OH)_{12} \cdot (SO_4)_4$	11.4
Nitrates		
Niter	KNO_3	46.5

a. Assuming equimolecular proportions of K and Na.

مركبات السيليكيت والمعادن غير الذوابة الأخرى (ماعدا اليونيت) غير مشتملة ومتضمنة في الجدول أعلاه . ترسبات البوتاس يمكن أن تصنف إلى ثلاثة نماذج أساسية حسب تعدن (تمعدن) المستويات الأساسية . 1- تمعدن (تعدن) الكازناليتك بما في ذلك منطقة (نطاق) هاليت– القيصريت الكارناليت ، منطقة (نطاق) هاليت انهيدرايت– الكارناليت ونطاق هاليت الكارناليت .

وتمعدن (تمعدن) بما في ذلك منطقة هاليت+ القيصريت السلفيت ، ونطاق هاليت انهيدريت السلفيت ونطاق هاليت السلفيت .

3- تعدن Kainitie الحاوي على سلفات ، الكلوريدات ونطاق بولي هاليت– غلاسيريت بكروميريت اللانغبينت .

احتياطي البوتاس العالمي :

إن احتياطي البوتاس العالمي ضخم وهائل وكافٍ لمواجهة مستلزمات والحاجات لقرون عدة قادمة . مكتب التعدين في الولايات المتحدة في عام 1978

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قدر احتياطي البوتاس بحوالي 12 مليون طن من K_2O وذلك حسب أسعار المنجم المحلي لعام 1976 ، مع عوائد اجمالية تصل إلى 132 بليون طن . الحيقية التي تقول أن البوتاس يمكن أن يسترد من مياه البحر تعني مواردا إضافية وغالباً غير محددة ولكن مكلفة من هذه المادة . الكميات الضخمة من البوتاس موجودة في كندا والاتحاد السوفياتي . هذين البلدين مع بعضهما من المحتمل أنهما يمثلان أكثر من نصف الاحتياطي العالمي وحوالي 80% من الموارد العالمية . الاحتياطي المتبقي العالمي تتوزع مابين الولايات المتحدة ، أورا والشرق الأوسط . تايلان ، الكونغو وجنوب أمريكا .

والتقدير (التخمين) لاحتياطي البوتاس العالمي والموارد معطى في الجدول (1) وقد أخذ من تقرير مكتب المناجم في الولايات المتحدة . والتقدير المماثل (المشابه) قد صدر من قبل The World Bank . والوصف المختصر لكل ترسب يتبع (5.6) في تصنيف مكتب المناجم للولايات المتحدة الاحتياطي ذكر كخامات التي يمكن أن تسترد عند مستوى أسعار السوق الحالية أو القريبة منها بينما الموارد تكون خامات قابلة للتعدين بشكل كامن والتي لسبب الكلفة أو التقيات الأخرى يمكن ألاّ تسترد بالضرورة عند مستوى الأسعار الحالية ولكن يمكن عند تاريخ أخير . تقديرات البنك العالمي تستعمل تصنيفاً مشابهاً . البيانات الضورية لإعداد مثل هذه التقديرات ليست دوماً متاحة أو أنها قد تكون عرضة لتفسيرات مختلفة . مواقع ترسبات البوتاس الأخرى موضحة في الشكل (1) .

كندا Saskat Chewan تطور ترسبات البوتاس في تركيب Devonian Prairie Evaporite في Saskat Chewan وبالقرب من (البوتا القريبة) و Manitoba كان الحدث الأكثر أهمية في صناعة البوتاس في العقود الثلاثة الأخيرة . هناك ثلاث مناطق ترسبات في هذا التبخيري قد تم تحديدها والتعريف بها . المنطقة (1) Esterhazy الأدنى (الأخفض) تحصل على ثخانة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عظمى تصل إلى 21 م وتتألف من منطقة سلفينيت مركزية محاطة بتمعدن لـ كارناليت الغني .

النطاق (المنطقة)(2) وهي عضو Belke Plaine تصل إلى ثخانة عظمى قدرها 23 م مع منطقة سلفينيت مركزية ولكن مركز منطقة الكارناليت يكون أضيق منه في النطاق (المنطقة (1)) .

TABLE 1. ASSESSMENT OF WORLD POTASH RESOURCES (MILLION TONS OF K_2O)[a]

Location	Reserves[b]	Other Resources	Total Resources
North America			
Canada	9,000	58,000	67,000
U.S.A.	180	5,260	5,440
Total	9,180	63,260	72,440
South America			
Chile	9	9	18
Peru	0	9	9
Brazil	45	225	270
Total	54	243	297
Europe			
France	35	145	180
Germany, Democratic Republic	270	4,260	4,530
Germany, Federal Republic	180	3,080	3,260
Italy	9	27	36
Spain	27	154	181
U.S.S.R.	1,800	43,500	45,300
United Kingdom	45	225	270
Total	2,366	51,391	53,757
Asia			
Israel and Jordan	218	870	1,088
China, Peoples Republic of	9	9	18
Laos	18	27	45
Thailand	55	9,015	9,070
Total	300	9,921	10,221
Africa			
Congo	0	180	180
Total	0	180	180
Oceania			
Australia	0	18	18
TOTAL	11,900	125,013	136,913

a. U.S. Bureau of Mines. 1978. "Potash," Mineral Commodity Profiles MCP-11, (Converted from short to metric tons).
b. At average 1976 domestic mine price.

النطاق (3) عضو بحيرة Patience تكون الثخانة فوق 24 م وكمعدن الكارناليت المحيط بـ سلفينيت مايزال أضيق . وبشكل عام الدرجة في كل المناطق الثلاث تزداد باتجاه الجنوب من 20 % إلى 30 % من K_2O وعمق Prairei Evaporite يتراوح من 660 م على طول حافته الشمالية إلى 3.550 م على الحدود الدولية وهناك سبعة من الهيئات تشغل (تدير) (10) مناجم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في Saskatchewan بطاقة سنوية تجميعية تصل إلى 8و0 مليون طن. واحدون من هذه المناجم هو منجم المحلول ، البقية هي مناجم بئرية . الموارد الإجمالية قد تكون 74 بليون طن من K_2O والتي منها 18 بليون طن قد تكون قابلة للإسترداد بشكل اقتصادي حيث 5 بليون بواسطة التعدين التقليدي و13 بليون بواسطة التعدين المحلولي .

المقاطعات والأقاليم الساحلية (البحرية) :

الترسبات التبخيرية للأجزاء القريبة من New Brunswick, Nava Scotia قد عُرفت منذ أوائل القرن العشرين . الجص والملح الصخري قد تم تعدينهم لعدة سنوات . البوتاسيوم قد اكتشفت في الترسبات الملحية Navascotia في 1919 وثانية في 1939 ولكن الدرجة المنخفضة وشروط التعدين غير المقبولة لم تشجع على الاستمرار . والكثير من الاكتشافات الكثيفة قد بدأت في 1965 . الاحتياطي الاقتصادي قد وجد في منطقة قريبة لـ New Brunswick في Mancton Basin عند عمق حوالي 600 م . مناطق البوتاس تتراوح من 1503 م ثخانة والدرجة الوسطية هي % (21-30)K_2O . هناك منجم واحد حالياً (1979) مايزال قيد الإنشاء والمعامل من أجل منجم ثانٍ والتكرير قد تم الإعلان عنها . الطاقة (المتحدة المؤتلفة) لهذين المشروعين يتوقع أن تصل إلى 2 مليون طن سنوياً أو أكثر من البوتاس الموريات . والعامل الهم والمفضل هو الموقع ضمن 50 كم من ميناء المياه العميقة لـ St. John . ترسبات البوتاس قد وجدت أيضاً في New Foundland والاكتشاف يتوقع أن يستمر هناك في Nava Scotia . الولايات المتحدة واكوتا الشمالية ، التشكيل (التركيب) التبخيري Prairie يلي سلفياً 20,700 كم2 من North Dakota-Montanam لـ Williston Basin عند عمق (2,000-4,000) م . وهذا يعتبر امتداد واتساع للترسبات الكندية . طبقات الخام تكون

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ثخينة وذات درجة عالية . ولكن العمق سوف يستلزم تعدين محلول مٍاغالي (باهظ) الثمن .

صناعات PPG أظهرت أنه في (1976) اختبارات فعالية تعدين المحلول سوف تكون على عمق (3,000-3,600) م والتي تكون حوالي ضعف عمق منجم محلول Kalium في كتدا (Kalium) هو ثانوي وفرعي لصناعات PPG .

ميومكسيكو:

مكسيكو الجديدة : الحوض الرسوبي لعهد Permain يغطي 104,000 كم2 في تكساس الغربية ونيومكسيكو الجنوبية الشرقية قد تم تحديده بواسطة الحفر الاستكشافي . المعادن الأكثر توفراً هو بولي هاليت ، ولكن السلفينيت المقابل للتعدين يوجد في المنطقة حول Carlsbade . وعلى الأقل 60 من طبقات البوتاس قد وجدت منها 11 مناطق خامية ذات أهمية . المناطق الانتاجية (المنتجة) تتوضع على عمق (250-610) م دون السطح وهي على ثخانة (1.5-3)م في منطقة التعدين وتميل برفق نحو الجنوب الشرقي . الخامات هي السلفينيت مع أكثر من 3 % من المادة الذوابة في الماء واثنتين من الطبقات الخامية الممزوجة الحاوية على السلفيت واللانغبينيت الاحتياطي يقدر بحوالي 85 مليون طن من K_2O .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Source: The World Bank.

Figure 1. World Major Potash Deposits.

هناك مسبق مناجم قيد التشغيل في نيومكسيكو . خمسة منها تسترد فقط السلفيت ، وواحد منها يسترد فقط اللانغبينيت وواحد يسترد كلاهما . الدرجة المتوسطية للخام تكون حوالي 16 % من K_2O .

Utah ترسبات البوتاس في Cane Greek بالقرب من موب Moab في Utah الجنوبية الشرقية تتوضع على عمق حوالي 1,200 م . إن منطقة السلفينيت الذي يتم استثمارها وتوظيفها هي بثخانة (3-4) م ويحتوي على % (25-30) من K_2O . التركيب (التشكيل) تكون بشكل عالي متصدعة ومطوية . وقد قدر أن احتياطي 200 مليون طن من الأملاح الحاملة للبوتس تكون موجودة في مساحة 310 كم2 . هناك منجم واحد قيد التشغيل في المنطقة وقد كان أصلاً منجماً بئري يستثمر بمهواة أو أكثر ولكن وسبب الصعوبات الناتجة عن التصدع منذ تحول إلى منجم محلول في 1972 . الماء الذي يضخ إلى المنجم يصبح مشبعاً في غضون (300-350) يوماً ويحصل على درجة حرارة تصل إلى (32-33)° والتي بعدها يضخ إلى سلسلة من برك التبخير .مزيج كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم ينقل بالطين من البرك إلى مصفاة تكرير أصلية من أجل استرداد واستخلاص كلوريد البوتاسيوم . البحيرة الملحية العظمى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في Utah تغطي منطقة (مساحة) قابلة للتغيير مابين مساحة قدرها (2,600-5,200) كم2 . وهي بقية لبحيرة Banneville القديمة .

إن Banneville Salt Flats في Utah الغربية هي البقية الأخرى لبحيرة Banneville . وهي ترسبات بعيدة ونائية للملح أو الجزء المسطح للحوض أو الطين المتشربة (المشبعة) مع المحلول الملحي المشبع أو المشبع بشكل تقريبي الطبقة العلوية ذات (أم) من الملح المعبأ (المحشو) بشكل صلة تبطن (تزوند بطبقة سفلية) من الطين المتشقق والتي تجتها تقع منطقة المحلول الملحي .

المحاليل الملحية التي تحتوي على حوالي 2.4 % من K_2O تضخ إلى برك التبخير . هناك معملان قيد التشغيل في هذه المنطقة . في واحد من المعامل المحلول الملحي من الجزء الشمالي لبحيرة الملح العظمى يُحمل ويُنقل بواسطة قناة إلى 7,000 (ha) من برك التبخير . كلوريد الصوديوم وسلفيت الصوديوم والمزيج من الكانيت الكارناليت و Schoenite تتبلور بشكل متتابع . Schoenite يتبلور في صهاريج الترقيد ويحول إلى سلفيت البوتاسيوم في عملية أخرى المحلول في Bannevile Salt Flat يُسترد ويُستخلص من مساحة 35,000 (هكتار) في حوالي 145كم من الحفر والتي منها يتم ضخها إلى 3,000 من برك التبخير . بعد فصل تبخيري قصير (حوالي 3 أسهر) السليفينيت ينقل بواسطة الشاحنة إلى وحدة التعويم (الطفو) البوتاس المقياسي وموريات المحبب المبرمج (بالإنضغاط للبوتاس يتم إنتاجهما .

كاليفورينا :

بحيرة Searles تغطي منطقة تقارب مساحتها 104 كم2 وهي بقية من ماء البحيرة العذب . اليوم هي وحل ورمل والذي ضمنه يوجد هناك جسمين بلوريين مضافين لمزيج الأملاح المتخللة والنفاذة في المحاليل الملحية المركزة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الطبقة العلوية والتي منها البوتاس يستحصل تصل ثخانتها إلى 20 م ولها منطقة (مساحة) كلية (إجمالية) تصل إلى 31 كم2 المحلول الملحي للعلوي يحتوي حوالي 8 % من K_2O . الموريات والسلفيت للبوتاس ينتجان ويستحضران معاً مع منتجات أخرى غير تسميدية .

أمريكة الوسطى :

مكسيكو : معادن البوتاسيوم حصل عليها في مناطق Isthmus Of Tehuan Tepec and the Yucatan Peninsula الكارناليت هو السائد بشكل أكبر . ولكن السلفينيت كذلك موجود . هذه الترسبات لم تعدن بعد ولكن الاستكشافات والاستقصاءات تشير إلى أنها يمكن أن تكون اقتصادياً واعدة وذات نفع وفائدة .

أمريكا الجنوبية : البرازيل ترسبات البوتاس لشمال زمن البرزايل تقدر بأنها حاوية على 500 مليون طن من السلفينيت و6 بليون طن من الكارناليت عند أعماق تصل إلى 550م . وعلىالرغم من أن المعامل قد تم الاعلان عنها من أجل استرداد هذه الترسبات ، الاتجار فإن التجارة ذات الأمد القصير (القريب) تُعاق بسبب والمسلك الصعب وكذلك موقعه وتمركزه .

البيرو : ترسبات المحلول الملحي قد توضعت في الجزء الغربي من منطقة صحراء Sechura لغربي البيرو . وقد قدر أن 30 بليون طن من المحلول الملحي قد سرى وانتشر في رسوبيات الصحراء وبأنهم يحتوي على 17 مليون طن من Kcl و 146 مليون طن من MgCl2 .

وليس هناك خطط حالية من أجل الاستثمار والتوظيف من هذه الخامات.

تشيلي : ترسبات النترات في تشيلي تتوضع على هضبى تقع بين السلسلة الساحلية والأنديز وبشكل تحديدي في صحراء Atacama في تشيلي الشمالية . الترسبات التي تختلف في الثخانة من بضع سنتميرات إلى عدة أمتار تكون

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مرمقة Patchy وعلى شكل طبقات طباقية (منضدة) بشكل ضعيف وضئيل من الحص البنية– الحمراء الملصقة مع نترات الصوديوم وأملاح ذوابة أخرى . أملاح البوتاسيوم بشكل أساسي النترات تُسترد كمنتج ثانوي من إنتاج نترات الصوديوم . التركيب والمعالجة للخام التشيلي قد ذكرت بتفصيل مسهب تحت عنوان نترات الصوديوم في الفصل VIII .

أفريقيا :

الكونغو : خلال العمل الاستكشافي في حوض الكونغو Cango Basin بين Pointe Naire وبرازافيل هناك منطقة (مساحة) تقدر تقريباً بـ 4.1 كم2 من ترسبات البوتاس والملح قد كشف عنها في عشر من حلقات(دورات) العصور التبخيرية . طبقات الكارناليت تكون منتظمة ومكثفة وواسعة مع ثخانة تراكمية تصل إلى مافوق 90 م .

المناطق تتوضع حول Panl. Holle- St حيث يوجد السلفينيت في طبقات ثلاثة عند أعماق ضحلة نسبياً (12-90) م مع محتوى من K_2O في معدل حوالي % (20-35) . هناك طبقتان حاويتان على السلفينيت يصل معدلها المتوسطي إلى % (20-21) من K_2O . عمليات التعدين ذات الدرجة المضخمة قد بدأت ي 1969 ولكن فيضان المنجم قد أنهى الإنتاج . وليس هناك خطط معروفة على احتياطي معروفة (لاستكماله ومتابعته (الإنتاج) .

اثيوبيا : الترسبات التبخيرية لـ Danakil Depression تحتوي على احتياطي جوهري من البوتاس كسلفينيت والكارناليت وKainite في المنطقة ، جنوب دالول Dallol ، نطاق (منطقة) البوتاس قد وجدت عند 730 م وثخن طبقة البوتاس (3-15) م وتتألف من السلفينيت المترد باتجاه الأسفل نحو الكارناليت ، القيصريت ، بولي هاليت والكانيت Kainite . الترسب لم يستثمر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بعد على الرغم من أن الدراسات المتعددة لقابلية التنفيذ قد تمت في السنوات القلائل الماضية .

المغرب : احتياطي البوتاس في حوض Khemisset تمتد على منطقة أكثر من 31 كم2 . الخام الرئيسي هو الكارناليت الذي يرد (يوجد) في طبقتين بثخانة (1-10) م . هناك أيضاً الترسبات للسلفينيت ذو الدرجة المنخفضة ولم يتم أي استكشاف حتى الآن .

الشرق الأوسط :

اسرائيل والأردن : البحر الميت يقع بين اسرائيل والأردن والآن يغطي مساحة حوالي 700 كم إلى عمق أعظمي يصل إلى 400 م . وهو يُغذى بمياه نهر الأردن والينابيع الطبيعية ولكن ليس له مخرج . الموارد البوتاسية للبحر الميت تستثمر من قبل اسرائيل والخطط تدعو الاستثمار . أيضاً من قبل الأردن .

التبخر الشمسي يستفاد منه لتبلر الهاليت يتبع بالكارناليت . الملح الأخير يُجمع ويحوَّل إلى موريات للبوتاس والبرومين كذلك يسترد كمنتج ثانوي . البحر الميت يقدر أن يحتوي على أكثر من 1 بليون من K_2O والذي منها حوالي 20% قد تكون قابلة لاسترداد بشكل اقتصادي .

الباكستان: تمتلك الباكستان احتياطي كامن من البوتاس وذلك في كل من المحلول الملحي والملح الطبقي المتراصف . إن مناطق وجود طبقة الملح هي مناطق متفرقة ومتشتتة من السلفيت واللانغبينيت في مناجم الملح . إن منطقة الطبقات الفنية بالبوتاس يعتقد أنها تشتمل على الجزء الأكبر من Indus Plains, Polwar, Saltrang إن مناطق وجود المحلول الملحي قد اكتشفت في مقاطعة البنجاب خلال عمليات حفر آبار البترول . المحلول الملحي يكون ساخناً وتحت ضغط مرتفع ويشبع (يشرب) بالكارناليت . وهو يحتوي على حوالي 7%

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Kcl و MgCl2 17% و CaCl2 3% و NaCl 2% . النسب الجزئية من مركبات البورون والبورمين . الاستفادة من المحلول الملحي لاستخلاص Kcl ومنتجات ذوابة أخرى قد تم اقتراحها ولكن لم يتم إنشاء معامل محددة معينة .

أوربا :

فرنسا : إن مناطق وجود بوتاس Alsace تقع (تتوضع) في انخفاض متصدع يصل إلى حوالي 210 كم2 بين نهر الراين وجبال الفوسجسVosages . هناك اثنتين من طبقات السلفينيت والموجودة في أحواض ثلاثة منفصلة ومستقلة . حوض Mulhouse هو مصدر للإنتاج الحالي حيث الطبقات تكون (400-1,000) م دون السطح النطاق الأعلى يحتوي على % (20-25) من K_2O كسلفيت بثخانة (1-3) م والطبقة السفلى (الدنيا) هي بثخانة (2-5) م بنسبة % (15-20) من K_2O كسلفيت . الموارد الإجمالية بالنسبة للترسبات الفرنسية تقدر بحوالي 300 مليون طن . ترسبات البوتاس كذلك تمتد عبر تخم (حدود) فرنسا إلى داخل مقاطعة Buggingen الألمانية ولكن التعدين قد توقف في هذا المنطقة .

جمهورية ألمانيا الاتحادية : في ألمانيا الغربية تقوم Kali وSalz بتعدين ترسبات Zechstien في مقاطعة Werra الجنوبية والسهل الألماني الشمالي قرب هانوفر . Kali-Chemie له منجم بالقرب من Friedrich Shall حيث تعدن hartsalz (صخر مؤلف من السلفيت ، الهاليت وانهيدراريت ورأو القيصريت عند عمق حوالي 900 م . موريات البوتاس و12% من منتج K2O ، كانيت– المغنزيا تنتج ويحضر في . Friedrich Shall كل مناجم منطقة هانوفر تستثمر وتستخدم طبقات البوتاس المركزة بشكل عالي ذات الملحية في مناطق التبخيرية لـ Permain Zechsteint . ولا تغيرات متوقعة في طاقة إنتاج البوتاس لهذا البلد في السنوات القادمة القليلة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجمعورية الألمانية الديمقراطية :

VEB Kombinatkali يشغل (يدير) المناجم في أربعة مجموعات :

Kalobetrieb Werra
Kalobetrieb Zielitz
Kalobetrieb Sud- Harz
Kaliund Stein Salzbetrieb Saale

هناك حاجات متعددة تُعدن لإنتاج الموريات والسلفيت من للبوتاس بالإضافة إلى القيصريت وكميات ثانوية من المنتجات المتعددة المتنوعة . كامل الإنتاج السنوي الآن يكون بشكل خفيف (طفيف) فوق 3 ملايين طن من K_2O في أوائل 1980 . ومع منجم Zielitz الذي يشتغل بطاقة كامل+ توسيعات ثانوية أخرى ، وصناعة البوتاس لألمانيا الشرقية يجب أن يكون لها طاقة تصل إلى حوالي 4 مليون طن من K_2O .

انكلترا: النطاق (الدوائر) التبخرية الأربعة في Zechstein قد وجدت في المناطق الساحلية بين دور هام وسكاربورد Searboough و Correlated اتحدت (انضمت) مع الترسبات الألمانية . الطبقات التبخيرية تثخن وتزداد سماكتها من الشمال الغربي والجنوب إلى المنطقة الوسطى (المركزية) حول Whitby و Scarborough حيث توجد المناطق التبخيرية الدنيا والوسطى والعليا . في منطقة Whitby ترسبات سلفينيت توجد على أعماق (1,000-1,200)م وعند 1,500 م هناك منجم واحد فقط قيد التشغيل عند عمق 1,160م حيث درجة الخام تكون % 27 من K_2O . والتشغيل قد أعيق بواسطة Faulted Seams ولكن الإنتاج تدريجياً يزداد .

الدانمارك : الطبقات التبخيرية الحاملة للبوتاس قد وجدت في سماكة (ثخن) يزيد عن 0.46م في Jutland الشمالية على أعماق (800-1,300) م .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بولاند: التوسع والامتداد الشرقي لتركيبة (بنية) Zechstien من ألمانيا يحتوي على ترسبات البوتاسيوم الطباقية (المتراصفة) في Vicinity من Klodawa . الترسبات المعروفة تحتوي على درجة منخفضة (% 8 من K_2O) من خلامات الكارناليت والتي تقع على عمق (500-1,600) م .

اسبانيا: في اسبانيا هناك مايزيد على أربع طبقات بوتاسية تحتوي على الكارناليت خامات والسلفينيت ضمن مدى % (15-29) من K_2O في المنطقة بير برشلونة وبامبلونا . هذه المناجم تشتغل على أعماق (300-500) م وباتجاه الغرب ، الترسبات تعدن في منطقة جنوبي بامبلونا . هذه الطبقات أيضاً تحتوي على الكارناليت والسلفينيت ولكنهم أقل تصدعاص من تلك في حقل (نطاق) كاتلونيا . وهناك اثنتين من طبقات البوتاس توجدان في مقاطعة Navarre عند أعماق من (130-650) م . الـ Seam العلوي يحتوي على الكارناليت مع درجة وسطية من % 14 من K_2O . معدل وطبقة السلفينيت تكون % (18-20) من K_2O . هناك معادن أخرى ماتزال قيد التشغيل في اسبانيا .

إيطاليا : الترسبات البوتاسية في إيطاليا تكون موجودة فقط في سيسلي . وهي واحدة من المناطق القليلة في العالم حيث الكانيت يكون المعدن الخامي الأساسي على الرغم من أن بعض السلفيت والكارناليت يوجد في الخام المتعدن . المناجم الأربعة والتي هي قيد التشغيل تنتج سلفيت البوتاسيوم وسلفيت المغنزيوم–البوتاسيوم .

الاتحاد السوفياتي (سابقاً) : في الولايات المتحدة البوتاس ينتج في ثلاث مناطق رئيسية: Urals الشمالية وByelorussia الجنوبية وأوكرانيا الغربية . السلفينيت يوجد في المنطقتين الأولى من هذه المقاطعان بينما كل من السلفينيت والكانيت يُعدنان في أوكرانيا . موريات البوتاس هي المنتج الأساسي. الإنتاج

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفعلي في الاتحاد السوفياتي في 1975 كان 8.7 مليون طن من K_2O من المصادر التالية :

Byelorussia	3.8
Urals	4.3
Ukraine	0.6

هذه المشاريع الثلاثة الرئيسية من المحتمل أن تزيد إنتاج البوتاس الروسي بشكل كبير خلال السنوات (10-15) المقاومة . الترسبات بالقرب من Kalush , Stebnik في أوكرانيا الغربية تحتوي على Hartslaz السلفينيت والكانيت واللانغبينت . هذه الترسبات تكون مائلة (منحدرة) والتعدين في الطبقات تكون معروفة وشائعة . الترسبات البوتاسية الإضافية تكون موجودة في روسيا الشرقية والجنوبية .

في سيبيريا وبشكل قابل للمقارنة (مقارن) الترسبات الطبقاية العميقة معروفة في Krasnoyarsk, Irkutsk و Yakutsk . التعدين المنتشر على نطاق واسع يوجد إلى الشمال والشرق من بحر كاسبين Caspain والعديد من طبقات معادن البوتاسيوم قد وجدت في الترسبات الملحية في Turkmenistan كركمنستان . الموارد الإجمالية تقدر بحوالي 45 بليون طن من K_2O والتي منها حوالي 1.8 بليون طن (يرتب) كموارد حالياً .

أسيا :

الصين : البوتاس قد اسُترد (استخلص) من البحيرات الملحية في الصين والسنوات عدة والإنتاج من المناجم تحت الأرض قد بدأ في بدايات الستينات . البوتاس كذلك يُستخلص من طبقات المحلول الملحي تحت الأرض ومن عمليات معالجة الملح البحري . ومايزيد عن 3,000 من البحيرات الملحية توجد في شمال غرب الصين في مقاطعة Tsinghai . وبحيرة Cha-erh-han هو واحدة من البحيرات والتي منها البوتاس يستخلص ويسترد . المحاليل الملحية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الموجودة في Szechuan قد تمت معالجتها ولسنوات عدة من أجل استخلاص واسترداد البوتاس .

هناك ترسبات بوتاسية في الصين الوسطى الغربية وتحتوي على % (10-20) من K_2O . هذه الترسبات قد استثمرت حالياً .

تايلان: ترسبات البوتاس قد اكتشفت في شمال غرب تايلان ممتدة إلى لاووس Laos . هذه الترسبات هي بشكل جوهري الكارناليت الذي يتوضع عند أعماق مابين (80-400) م . السلفيت أيضاً يوجد في بعض المناطق . وفقط منطقة صغيرة من الترسبات الكامنة قد اكتشفت ولكن من المعتقد أن الترسبات قد تكون واسعة وكثيفة . الترسبات قدر أن يحتوي على 10 بليون طن من K_2O والتي منها 60 مليون قد رُتبت (صنفت كموارد) .

استراليا : هناك العديد من أحواض التبخيرية الواسعة والتي وجدت في استراليا بحيرة Mcleod في غرب استراليا يحتوي على حوالي 6.5 مليون طن من الملح الصخري وذلك أسفل (دون) السطح الجاف للبحيرة الماء تحت الأرض يحل الملح ويعطي محلولاً ملحياً مشبعاً والذي يحتوي على % 3 من K_2O . اللانغبينيت قد تم استخلاصه من المحلول الملحي في معمل (وحدة) قد دمرت مؤخراً بواسطة اعصار مداري التيفون وليس هناك خطط معروفة لإعادة بناء ذلك المعمل .

التعدين :

البوتاس يستخلص بشكل كبير من الترسبات السفلى (تحت الأرض) من السلفينيت والبلورات المخلوطة بشكل أولي وكلوريد الصوديوم . إن طريقة الأعمدة والحجرات في التعدين عادة مايتم استعمالها . التعدين بالجدار الطويل يستعمل في أمثلة محدودة . تقنية التعدين بالمحلول (الإذابت قد تطورت بشكل جيد وهي عملية على نطاق محدود وكلفة الطاقة اللازمة هي العقبة الوحيدة . والتعدين

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

البئري (الآباري) عادة مايستخدم عندما يكون جسم الخام أقل من 1,300 م من السطح . عند أعماق أكبر التعدين بالمحلول يكون ضروريا . البوتاسيوم كذلك يُستلخص في كميات أقل من المحاليل الملحية مثل تلك الموجودة في بحيرة الملح العظمى والبحر الميت .

التعدين الآباري :

الحفر والإنشاء الآباري عادة مايكونا تقليدين ومكلفين . في كندا ، منطقة باليعمور blairmore ذات الضغط العالي والتشكلات والتراكيب غير المستقرة تستدعي وتستلزم تجميد المادة كي تُزال قبل أن يتم حفر وتركيب الأنابيب للمهوى أو مهواة المنجم (مدخله) . وصعوبات مشابهة قد وجدت في يوركشاير . إن نجاح التعدين تحت الأرض بطريقة الأعمدة والحجرات تعتمد على ميزة جسم المادة الخام ، حيث الطبقات الثخينة المسطحة تكون مفضلة . السلفينيت الرقيق القوام أو مناطق الخام الأخرى الحاملة للبوتاس تستدعي وتستلزم تعدين الكلوريد البوتاسيوم فوق ورأوا تحت السلفينيت وهذا يخفف من درجة الخام . وبشكل مساوٍ في الصعوبة والكلفة يكون المنجم المتصدع بشكل سيء ومؤذي حيث كذلك يؤدي إلى حفر كمية غير ملائمة من الحطام والأنقاض وذلك لتشغيل معدات متنقلة ومتحرك أو لإنشاء وتركيب ناقلة بالسير. إن نسبة الخام المزال (الحجرات) خلال مرحلة التعدين الأولي تعتمد على عمق المنجم ، شروط وظروف السطح (السقف) وعوامل أخرى . التعدين الأولي أحياناً يزيل مانسبته % (40-50) من الخام . التعدين الثانوي يستطيع أن يزيد الإزالة إلى مدى (معدل) % (80-90) . نترات الأمونيوم الخلطات الزيتية قد استبدلت (حلت محل) ديناميت كعامل تفجير وذلك لأنهم يؤدون إلى توفير في كلفة أساسية . نماذج وأنماط الحفر المحسنة تزيد من المردود لكل شحنة وبالتالي تقلل الكلفة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التركيبات (المنشآت) الحديثة تستعمل آلات التعدين المستمرة والتي لها طاقة إنتاجية تزيد عن 5 طن من الخامل لكل دقيقة .

المحملات الآلية تجمع الخام المجزئ فيما إذا كان قد طُرد بواسطة النسف (التفجير أو بواسطة مكنه التعدين المستمرة . النقل من سطح المنجم إلى عمود الإدارة المرفاع (الخامات في المنجم) كان ينجز ويتم وبشكل تقليدي بواسطة عربات السكة الحديدية . النقل بالجر الشيري قد حل محل السكة الحديدية . بهذا تم تقليل الجهدواليد العاملة ، وكذلك التكاليف وخاصة إن ازدادت المسافة من سطح المنجم إلى عمود الإدارة للمرفاغ . صيانةالمنجم والخدمات والصيانة الباطنية (تحت الأرض) عادة ماتقدم من التسهيلات والوسائل الموجودة تحت سطح الأرض . شروط العمل بما في ذلك درجة الحرارة والتخلص من الغبار المؤذي . وخدمات منفعية أخرى والمكفنة والتجهيز بمعدات ميكانيكية كلها أمورد متوفرة في أغلب مناجم البوتاس .

تخزين الخام والوسائل (التسهيلات) من أجل السحق الأولي إلى حد أعظمي يصل إلى 15 سم غالباً ماتقع عند عمود الإدارة للمرفاع . الخام المسحوق تحمل آلياً إلى قواديس من أجل رفعها إلى السطح .

التعدين بالمحلول (الإذابة) :

إن طريقة التعدين تتضمن وتشتمل على تطبيق الكيمياء الطورية وكذلك كميات كبيرة من الطاقة المكلفة والباهظة والمتزايدة . التقنيات تشتمل على استقصاءات عن المحلول الملحي ، تدفق المحلول الملحي ، الاستخلاص المنتقى (المختار) لـ Kcl من السلفينيت ، وضبط والتحكم بهندسة الفتحة (الفجوة) Cavity Geometry . والميزات لهذه الطريقة هي أنها :

1- تجنب إنشاء وبناء المنجم البئري التي تكون مكلفة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2- تسمح بتعدين الترسبات البحرية والأرضية بدون الأخذ بعين الاعتبار الغطاء الصخري أو الترابي في التعدين السطحي وعند أعماق لايمكن تنفيذها وإنجازها بواسطة التعدين الآباري .

وبالتعدين بالإذابة يكون المنهج المفضل هو توظيف واستخدام أحواض متعددة تسري المذيب بين الأحواض . معظم المحلول (الإذابة) تحدث من سقف الكهف الواسع . والوصول إلى مستوى عالٍ من كلوريد البوتاسيوم المنحل لكل وحدة من المذيب هو المفتاح إلى الكفاية والفعالية والتنقية المتبعة للمساعدة والإسهام في ضبط والتحكم بالتماس (الإتصال) المحلول الملحي مع خام البوتاس هي في حقن زيت الديزل وذلك لتغطية وحجب المحلول الملحي . تكاليف الحفر والتنقيب لتحديد نطاق ومنطقة الخام وكذلك حفر الإنتاج تكون مرتفعة وعالية ولكن التعدين بالإذابة (المحلول) ماتزال تقنية قيد التأسيس .

الفتحة (الفجوة) تُحضر إلى مستوى قريب من المستوى الأعلى لطبقة البوتاس وبعد ذلك يوضح في صندوق إلى هذا المستوى . أنبوب يوضع في الغلاف (الإطار) إلى مستوى أدنى من المستوى الأدنى لطبقة البوتاس ووسط مائي يُضخ بين الغلاف والأنبوب إلى طبقة البوتاس حيث الفوهة (الفتحة) تثبت وتؤسس عندما فوهتان لفتحاتان مغلقتان (مغطاة) قريبتان تتلقيان ، فإن الماء غير المشبع مع الأهذ بعين الاعتبار كلوريد البوتاسيوم وكموريد الصوديوم يضاف خلال فتحة مغطاة واحدة ، والمحلول المشبع يسحب من خلال الأخرى .إن تركيز المحلول يمكن أن يُضبط بشكل جزئي بواسطة معدل (نسبة) الضخ والتي تحدد زمن الاستبقاء والاحتفاظ في الفجوة والتي يمكن أن تكون (طويل) .

استرداد ماء الملح :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن استرداد (استخلاص) البوتاس من المحاليل الملحية الطبيعية يتم في مواقع وأماكن محدودة . وبشكل ملحوظ في البحر الميت حيث نسبة التبخر الصافية تكون عالية بشكل استثنائي . في كل من البحر الميت وبحيرة الملح العظمى المحلول الملحي يؤخذ من ذلك الجزء من البحيرة حيث الاستبقاء والاحتفاظ يكون أطول وهكذا فتركيز المحلول يكون الأعلى . المحلول الملحي يمكن أن يتراكم من بحيرات جافة محددة وذلك بواسطة حفر خندق وتجميع المحاليل الملحية التي تتحرك خلال التربة بشكل جانبي إلى الحفر والتي منها المحلول الملحي يمكن أن يُضخ إلى برك التبخر الشمسي .

التكرير Beneficating :

Benefication من خامات السلفينيت :

هناك ثلاثة طرق رئيسية لـ benefication من خامات السلفينيت : التعويم ، الفصل المتوسط الثقيل وتبلور (بلورة) المحلول ؟

التقويم (الطفو) الزبد : هذه الطريقة من التكرير هي الأكثر ممارسة ، أكثر الطرق الاقتصادية من أجل الاستخلاص واسترداد السلفينت (Kcl) من السلفينيت ، مزيج من كلوريد البوتاسيوم وبلورات كلوريد الصوديوم مع بعض الطين (الوحل) المرافق والطين الرخو الطفو (التعويم) كما يوحي الاسم هي طريقة التعويم وطفو كل من كلوريد البوتاسيوم أو كلوريد الصوديوم على الزبد .
طفو كلوريد البوتاسيوم هو الطريقة التجارية المفضلة:

والخطوات في طفو السلفين من السلفينيت بعد أن يتم رفع الخام هي كالتالي :

1- السحق والتفتيت .

2- إضافة ماء الملح المشبع من NaCl و Kcl لإنتاج لبابة (لب) حاوي على % (75-50) من الأجسام الصلبة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- الطحن الرطب للخام إلى حجم يسهم بتحرير السلفيت من بلورات كلوريد الصوديوم . هذا الحجم يتغير حسب حجم البلورات .

4- إضافة عوامل التهيئة وتكييف السلفيت المختار عادة ماتشتمل على أمين لتحضير كلوريد البوتاسيوم بشكل مسترطب أكثر . كذلك يضاف سدادة لكتب ومنع طفة الطين الرخو والكحول وذلك لعمل عمل عامل تزبيد (إزباد)

5- التجفيف بمحلول الملح إلى % (25-20) من المواد الصلبة .

6- إعداد وتحضير المحلول الملحي الحاوي على السلفيت إلى سلسلة من خلايا الطفو الخشنة (الأولية وبتزويد التحريك وهواء التحضير والإعداد (الذي) يلتصق على شكل فقاعات لجزئيات السلفيت ويؤدي بهم إلى الطفو إلى العوم على السكح . إن طفو السلفيت يصفي ويروق بشكل آلي من أعلى خلايا الطفو والتعويم . عملية الطفة هذه في الخلايا الخشنة (الأولية) تكون عادة خلايا خمس خلايا .

7- جمع ناتج الطفو (التعويم) من أعلى الخلايا الخشنة (الأولية) . ناتج التركيز التجميع يحتوي على بعض كلوريد الصوديوم وبالإضافة إلى نسبة عالية من السلفيت في المادة الخامية (الخام) الأولي ولذلك السبب فإنه يقدم إلى دارة تعويم المنظف التي تقوم بتكرير إضافي للسلفيت . الجزئيات التي لم تطوف من دارة المنظف يمكن وعادة مايعاد تدويرها إلى الخلايا الخشنة الأولية .

8- تجفيف السلفيت إما في مجفف دوار أو في مجفف ذو طبقة سائلة (مميعة) .

9- غربلة السلفيت المجفف وذلك وفقاً لحجم المختارة لأن تسوق .

10- تراص (بالإنضغاط) للمادة البعيدة عن الحجم من عملية الغربلة . الدقائق المغربلة تعالج خلال في جهاز تراص الذي يعطي قشور من البوتاس . هذه القشور تسحق إلى الحجم المطلوب والدقائق والقشور التي تزيد عن الحجم المطلوب يعاد دورانها إلى العملية . إن كل من الطفو (التعويم) والتراص

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بالإنضغاط يشتملان على تطبيق واستعمال ملحوظ للكيمياء واستعمال التجهيزات الميكانيكية وعمال الميكانيك .

وإلى جانب ذلك هناك فن أساسي وجوهري للوصل إلى استخلاص وعمليات استرداد عالية ألا وهو ، معدلات الإنتاج الجيدة ، والجزئيات المستقرة في كل مدى حجمي مختار للمنتجات .

benefication من خامات السيلفينت بواسطة الطفو (الشكل 2 و3) يستدعي بالضرورة تهيئة وتكييف الخامات بمجمعات مختارة ومنتقاة وعوامل ضغط (خافضة) وذلك قبل دخولهم إلى خلايا الطفو .

الأمينات تستعمل لتحضير كلوريد البوتاسيوم بشكل مسترطب أكثر ، والسدادة blinder يستعمل لخفض وضغط الطفو للطين الرخو ، بينما يفيد الكحول كعامل إزدباد . إن مدى شوائب الطين الرخوة والوصل الذي يتراوح مابين % (3.5-4.0) يتطلب إزالة للكلس ميكانيكة ومكثفة . وفوق هذا فإن عمليات الاستخلاص (الاسترداد) تتناقص وهذا يتطلب معدات أكثر لاسخلاص السيلفييت المسحوبة منها الطين الرخو .

تقنيات الطفو (التعويم) لإزالة جزئيات الطين الرخمن غير الذواب من خام البوتاس يمكن أن تصبح صعبة معقدة وكترتيب (تصنيف) هناك عوامل الطفو (التعويم) غير المنحل وخلية واحدة معدة من أجل لطفو البوتاس الأخشن والأنقى . الكواشف لطو الطين الرخو غير الذواب يمكن أن تتضمن (127 Superfloe- 780 Aero) عند نسبة يصل إلى حوالي 68 غ من كل كاشف لكل طن من الخام .

إن Armeen TD عند حوالي 100غ وفريت Barrett`s 634 عند حوالي 45 غ/طن يمكن أن تستعمل في الطفو المنعطف للبزتاس . الإزالة غير المنحلة العالية تعزز بإعادة تدوير منظف البوتاس خلفاً إلى الطفو غير الذواب. جزئيات الطين الرخو ق أزيلت من الخامات ذات الدرجة المنخفضة الحاوية على

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

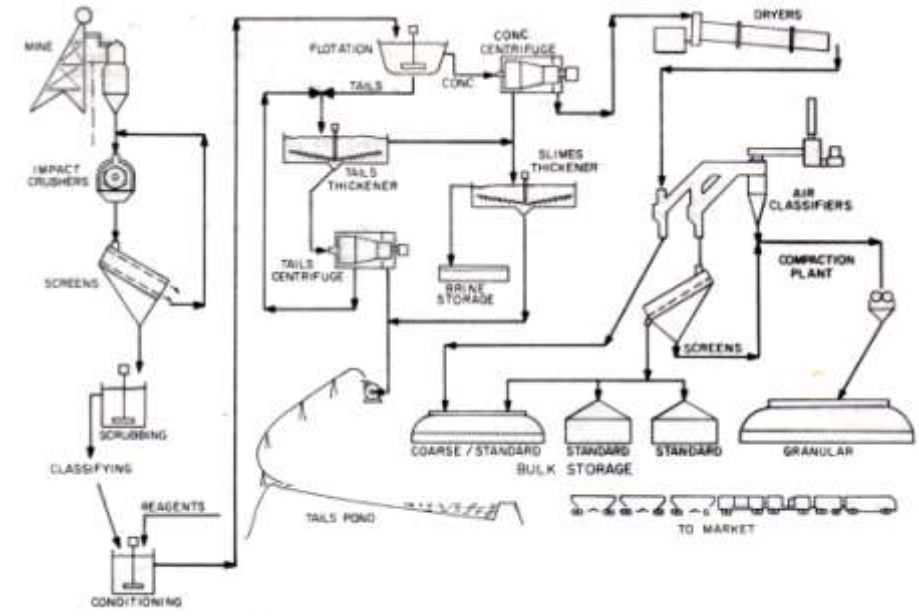
% 5 من جزئيات غير المنحلة بالماء وذلك باستعمال ندفات (أجزاء) بولي أكريل أمين كايتوني أو غير أنيوني وكذلك مجمعات كاتيونية أو أنيونية ورأو غير أنيونية الطفو (التعويم) للبوتاس التالي (اللاحق) يسترد نسبة عالية من البوتاس .

الأوساط الثقيل :

هذا التعديل لتقنية Benefication مفيد خاصة في الحفاظ على بلورات كبيرة لكلوريد البوتاسيوم الذي قد يصنف بدون معالجة إضافية أخرى للمنتجات المعدة للإستعمال في الأسمدة الممزوجة المؤلفة أو من أجل التطبيق (الاستعمال) المباشر العملية تنتفع من الاختلاف والتباين في الجاذبية النوعية لسيلفيت Kcl والهاليت NaCl . الهاليت هو أكثر كثافة (الوزن النوعي 2.13 مقابل 1.98 بالنسبة للسيلفيت ولذا في سائل ذو وزن نوعي متوسطي (وسطي) الهاليت سوف يغوص والسيلفيت سوف يطفو (يعوم) وقد قامت U To International Minerals and Chemical Corp بدراسة هذه التقنية وتعريفها بأنها تعدين Benefication من الخام بواسطة المعالجة بوسائل ثقيلة (شديدة) أو كمثال هناك سائل مائي وعامل الوزن المقسم المجزأ بشكل دقيق . وبشكل مماثل (مطابق) المغناطيسي تعاد من خلال معالجة سائل الشطف في خرازة مخروطية مائية ثانية (ولتقنية الهواء من الغبار) إن كثافة سوائل الشطف هي أقل بكثير من كثافة مكونات الخام ، ومكونات الخام في سائل (الغسل يمثل إلى الانسياب السفلي للغرازة المخروطية بينما الغمر (الطفح) يشتمل على تعلق (توقف) لعامل الثقيل المجزأ بشكل دقيق في لاسائل . هذا السائل يكون ملائماً من أجل الفصل في فاصل مغناطيسي وبكفاية وفعالية عالية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Source: Amax Chemical Corporation.

Figure 2. Simplified Flowsheet of Potash Refining System Using Flotation.

الإنسياب السفلي (قطع الخام الكبيرة التي لاتتساق بالغسل) تعامل لفصل شوائب الخام من المزيج المعلق التثقيلي . وهذا قد يتم بواسطة غربال دقيق .

بلورة (التبلور – المحلولي بالإذابة) :

انحلال وذوبان الخام على استرداد (استخلاص) Kcl بواسطة التبلور (البلورة) يستعمل بشكل ضروري في التعدين بالإذابة . الوكذلك يستعمل إلى حد ما من أجل Beneficating خام التعدين الآباري .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

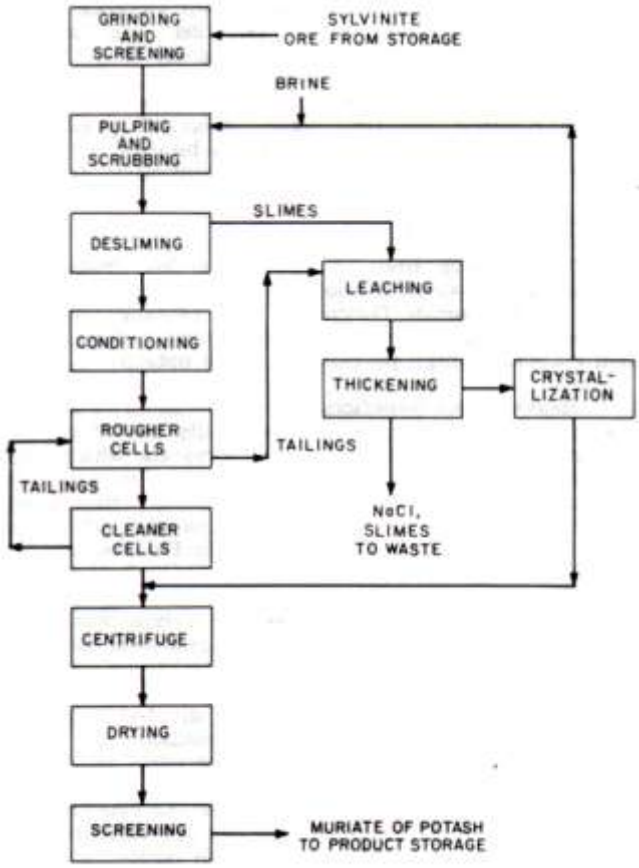


Figure 3. Diagram of Flotation Process for Recovery of Muriate of Potash.

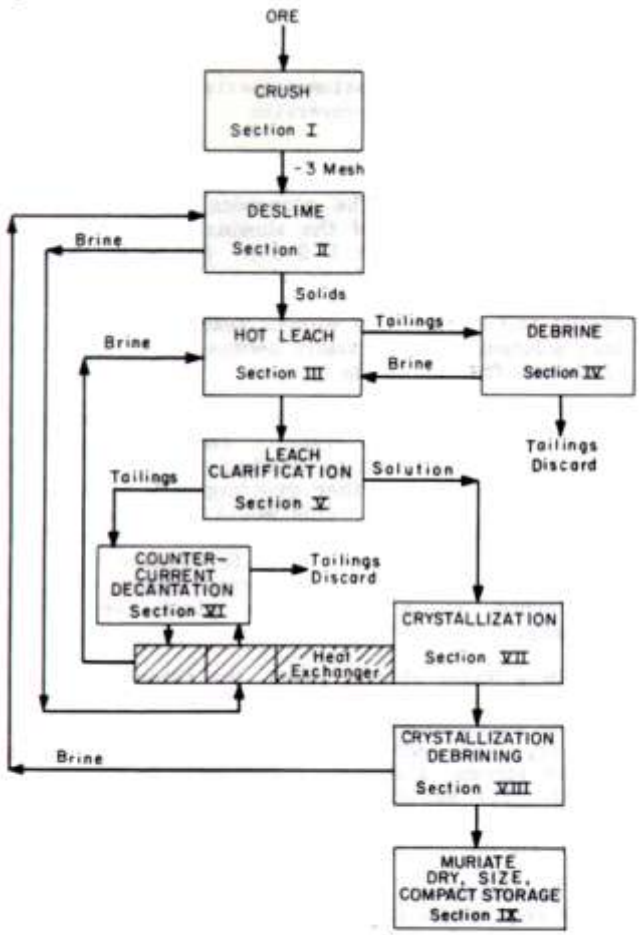
ميزاتها أنها يمكن أن تنتفع وتستفيد من الخامات مع نسبة عالية من المواد غير المنحلة كمثل الطين (الوحل) وهي تعطي منتج ذو درجة عالي % (62-63) والذي يكون ذواباً ومنحلاً بشكل كامل وبالتالي صالح للإستعمال في الأسمدة السائلة . عملية Benefication يعتمد على التاليات الانحلالية لـ NaCl و Kcl في الماء الساخن والبارد والتي هي :

الانحلالية (الذوبانية) 100 مل/غ من الماء	عند الدرجة 20°	وعند الدرجة 100°
Kcl	34.7	56.7
NaCl	35.4	39.1

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

البيانات والمعطيات الموضحة أعلاه هي المواد المنحلة المنفصلة لـ Kcl و NaCl . ومن أجل المحاليل الحاوية على كل من الأملاح فإن انحلالية NaCl تنخفض بشكل طفيف وبسيط بازدياد درجة الحرارة . وهكذا عندنا ماء الملح المشبع لكل من NaCl و kcl عند الدرجة 20° يسخن إلى 100° ، فإنه يكون قادراً على حل (إذابة) كميات أساسية من Kcl وليس من من NaCl . الشكل (4) يظهر رسماً بيانياً لخطوات العملية المتتالية لعملية التبلور بالإذابة



Source: U.S. Bureau of Mines.

Figure 4. Diagram of Solution-Crystallization Process for Recovery of Muriate of Potash.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

خام السيلفينيت يسحق إلى دقائق 3- mesh وتغسل بمحلول NaCl و Kcl المشبع والبارد . معظم الطين (الوحل) ينقل بعيداً في المحلول إلى خطوة (إزالة (ماء) الجير (الكلس) حيث يطرد الطين كنفاية (بقايا) . المحلول المنقى عندئذ يسخن ويستعمل لإذابة Kcl من الخام المغسول وكما ذكر قبلاً NaCl لايكون ذواباً في ماء الملح الساخن وNaCl غير المنخل يصرف كنفايات متبقية .

ماء الملح بعدئذ يبرد وKCl المبكر الذي يفصل عن ماء الملح يغسل ويجفف . ماء الملح المتبقي يعاد دورانه وعندما منتج ذو نقاوة عالية يكون مرغوباً من أجل الاستعمال التجاري فإن Kcl المبكر (البلوري) ينحل ثانية ويبكر ثانية لتجنب منتج ذو تكرير مضاعف (مزدوج) حاوي على أكثر من 99.9 % من KCl .

التعدين Benefication استاتي كهربائي (الكتروستاتي) :

إن طريقة تعدين البوتاس تستفيد وتنتفع من شحن (تعبئة) تتكهرب بالإحتكاك المشترك لمكونات الملح . وهذا يمكن أن يتم بتسخين المادة إلى ° (300-700) تتبع بتبريد إلى ° (100-200) . أو بالمعالجة بعوامل تكييف وتهيئة نوعية وخاصة .

هذه العوامل بشكل مختار تغير وتبدل الميزات الكهربائية للمعادة المفردة لفصل مكون (عنصر) أو أكثر من المزيج الملحي . العوامل المفضلة تكون حموض أحادي كربوكسيل العطرية والدهنية ، أملاح الأمونيوم أو حموض أحادي كربوكسيلك الدهنية . المادة الأولية تطحن وتُهيأ وتعالج في جهاز تسحين مع هواء (بهواء) ذو محتوى من الرطوبة النوعية وبشكل مماثل تشحن بالتكهرب الاحتكاكي بواسطة الاحتكاك البقايا المسخونة وناتج التكثيف المسبق يتم الحصول عليها في فاصل (جهاز فصل) مسبق .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تعدين benefication خامات الكارناليت والمحاليل الملحية :

خام الكارناليت هو مصدر لنسبة صغيرة من احتياطي البوتاس العالمي ، على الرغم من وجود ترسبات كبيرة من هذه الخامات في العديد من المناطق . والميزة السيئة لخامات الكارناليت هي درجتهم المنخفضة ، بحيث أنه حتى الكارناليت النقي (الصافي) $KCl . MgCl_2 . 6H_2O$ يحتوي فقط على% 17 من K_2O . والميزة السيئة الثانية هي أن الانحلال والتفكك أو طرق إعادة التبلّر يجب استعمالها والتي تعتبر طرق كثيفة ومركزة للطاقة (القدرة) .

والميزة الثالثة هي الحجم الضخم من محلول كلوريد المغنزيوم المنتج الثانوي الذي يحتمل أن يتخذ وضعاً معيناً لمشكلة التخلص والتصريف الصعبة. كلوريد المغنزيوم يمكن أن يتميأ إلى أوكسيد المغنزيوم عند درجات حرارة مرفوعة .

$$MgCl_2 + H_2O \rightarrow MgO + 2HCl$$

أوكسيد المغنزيوم يكون مفيدة كمادة لتصنيع مواد صامدة للصهر وأغراض أخرى ، ولكن التخلص من Hcl هو مشكلة أخرى . وبالرغم من كل هذه السيئات الخامات والمحاليل الملحية الحاوية على الكارناليت تعامل (تعالج لاسترداد Kcl في العديد من البلدان بما في ذلك اسبانيا ، اسرائيل وألمانيا الشرقية والغربية وربما ينتفع منه في المستقبل في البلدان النامية مثل البرازيل ، تايلاند ، والكونغو ، الأردن ، باكتسان .

طرق المعالجة تتنوع بشكل واسع وتعتمد على أية من المعادن الإضافية (المساعدة) التي تترافق مع الكارناليت ، الهاليت NaCl هو معدن إضافي شائع ومعروف وهناك اتحادات أخرى ومتنوعة قد ذكرت في الوصف السابق لترسبات البوتاس العالمية . وبسبب التنوع الواسع لـ الكارناليت الحاوي على الخامات ، فإنه لا محاولة سوف يُجري لدرساة وتحديد أي عملية تعدين benefication خاصة بهم وبالتفصيل . والفقرة الأخيرة تلخص طرق معالجة ومعاملة خاملت

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكارناليت . وهناك اثنين من النماذج للعمليات (التصفية) الترشيح البارد والترشيح الساخن .

عمليات الترشيح البارد تبخر عند درجة حرارة ° (25-20) . خام الكارناليت الذي يحتوي عادة بعض NaCl يُغسل ويُرشح بالماء أو محلول الملح المخفف الذي يحل $MgCl_2$. وفي الواقع (فعلياً) Kcl ينحل ويترسب ثانية بينما محتوى $MGCl_2$ للمحلول يزداد . إن معدلات ونسب الانحلال وإعادة البتلّر تؤثر على حجم البلورات ، وبشكل نسبي البلورات الخشنة التي تفصل عن محلول $MgCl_2$ بواسطة الطرد المركزي تكون مفضلة .

وإن كان الخام يحتوي مادة غير ذوابة مثل الطين وهي تبقى في حالة معلقة في المحلول . ومزيج بلورات NaCl و kcl قد تفصل بواسطة واحدة من الطرق المدروسة مسبقاً والتي تُستعمل لتكرير وتصفية السيلفينيت بواسطة الطفو أو بواسطة الترشيح الساخن الذي يحمل Kcl و محلول $MgCl_2$ يُصفي ويكرر ومن ثم يُنجز إلى تركيز مرتفع لاسترداد البوتاس بلورة الكارناليت الذي يعاد دورانه . محلول $MgCl_2$ يمكن عندئذ طرده أو الانتفاع منه .

وبشكل متناوب خامات الكارناليت قد تعالج بواسطة الترشيح الساخن عند حوالي °100 والتي تحل كل من $MgCl_2$ و KCl وكذلك أي من NaCl الذي قد يكون موجوداً . المحلول الساخن يصفى وينقى لإزالة الشوائب الصلبة وبعد ذلك تبرد وتبخر ، بعد أن تسترد بلورات NaCl و KCl فإن واحدة من تقنيات الفصل المدروسة أعلاه قد تم استخدامها وتوظيفها . جزء من سائل الذي ذو محتوى عالي من $MgCl_2$ يجفف ويسخن ويعاد إلى خطوة الترشيح الساخن . السائل الأم المتبقي ينجز بشكل إضافي لاسترداد Kcl المتبقي كـ كارناليت وبعد ذلك يطرد ويصرف . والمحلول الملحي المماثل للبحر الميت يحتوي على 11.5 غ/ليتر من KCl .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن تركيز الأملاح الأخرى في غرامات/ ليتر هو $MgCl_2$ 130 ، 87 NaCl ، $CaCl_2$ 37 و$MgBr_2$ 5. في معامل البحر الميت في اسرائيل ، المحلول الملحي من البحر يلقم أولاً إلى برك ضحلة ضخمة تغطي مساحة 155 كم2 حيث المحلول يركز بواسطة التبخر الشمسي حتى نسبة % 90 من بلورات NaCl . المحلول الملحي ينقل إلى سلسلة ثانية من برك التبحر حيث الكارناليت يتبلور ويسترد (يستخلص) بواسطة الجرف (الكرارة) . المحلول الملحي بعد ذلك يضخ كخبث إلى التكرير والمصفاة . خبث الكارناليت يعامل بعملة ترشيح باردة مشابهة لتلك المدروسة أعلاه لفصل Kcl و NaCl من المحلول الملحي .

كل من عمليتا الترشيح الساخن والطفو (التعويم) تستعملان لفصل NaCl من Kcl يجفف ويسوق بدرجات متعددة تختلف من حيث حجم الجزئيات كل . الدرجات تحتوي % (60-61) من Kcl . الدرجات تكون مبرغلة ، خشنة (متبلرّة) ، مقياسية (معيارية) ودقيقة وذات انحلالية عالية.

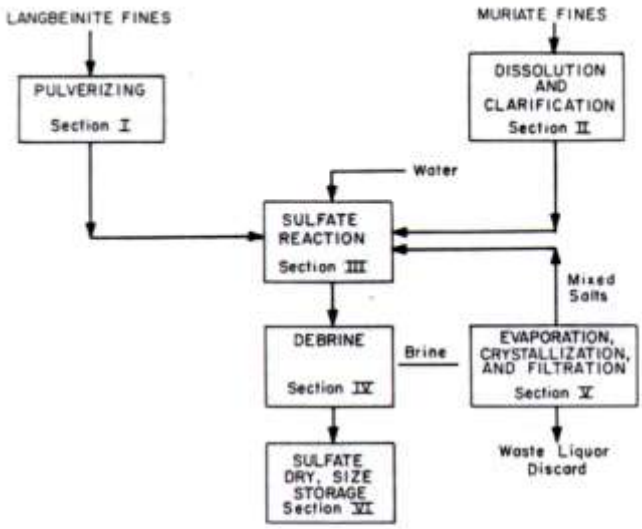
الشركة كذلك تسوق ملح الطاولة (المائدة) ، الملح الصناعي NaCl والمركبات البرومين . جزء م ماء الملح المتبقي الذي يحتوي على $MgCl_2$ و $CaCl_2$ يستعمل لإنتاج Hcl لإنتاج حمض الفوسفور وMgO ذو الدرجة الحرارية (المقاومة للصهر) . وجزء منه يعاد إلى البحر الميت .

تعدين والانتفاع من خامات السلفيت :

اللانغبينيت : اللانغبينيت $2MgSO_4.K_2SO_4$ يفصل عن السيلفيت والهاليت بواسطة الغسل المنتقى الطفو الإزبادي أو الوسائل (الوسائط) الثقيلة. اللانغبينيت قد يسوق كمصدر لـ K, Mg و S أو أنه قد يتحول لمنتجات أخرى . سلفيت البوتاسيوم ينتج بمفاعلة جزئ واحد من اللانغبينيت مع أربع جزئيات من مريات البوتاس (الشكل 5) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



Note: Langbeinite and muriate fines are concentrate products from the langbeinite leach and sylvite flotation circuits.

Source: U.S. Bureau of Mines.

Figure 5. Diagram of Process for Production of Potassium Sulfate from Langbeinite and Muriate of Potash.

سلفيت مغنزيوم البوتاسيوم ينتج ويحضر بواسطة تكرير اللانغبينيت

التفاعل لإنتاج سلفيت البوتاسيوم من اللانغبينيت هي :

$$K_2SO_4.2MgSO_4 + 4KCl \rightarrow 3K_2SO_4 + 2MgCl_2$$

اللانغنيت موريات البوتاس سلفيت البوتاسيوم كلوريد المغنزيوم

$$2(K_2SO_4.2MgSO_4) + 2KCl \rightarrow 3(K_2SO_4.MgSO_4) + MgCl_2$$

اللانغنيت موريات البوتاس سلفيت مغنزيوم البوتاس كلوريد المغنزيوم

لكل 100 طن واحد من سلفيت البوتاسيوم :

56.7 طن من الموريات البوتاسيوم تكون لازمة لـ % 100 من التحويل (التغيير)

70,9 طن من موريات البوتاس تكون لازمة لـ 80% من التحويل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

79.3 طن من سلفيت مغنزيوم البوتاسيوم تكون لازمة لـ % 100 من التحويل .

99.4 طن من سلفيت مغنزيوم البوتاسيوم تكون لازمة لـ % 80 من التحويل .

الألونيت : الألونيت $K_2 .Alb(OH)_{12}(SO_4)4$ هو مصدر كامن لسلفيت البوتاسيوم ، الألومينا منتج ثانوي ثاني أوكسيد الكبريت ، إن تدبير نفقات إنتاجية تتوقف على قيمة الألومينا . التقنية قد تطورت في U .SS .R . والتشغيل الرئيسي الذي نستفيد من ترسبات الألونيت الضخمة في Utah الجنوبية الغربية قد تم بحثه واستقصاءه بشكل مكثف تقنياً واقتصادياً بدون الوصول إلى حل مرضي ومقنع وذلك بسبب الكلفة المنخفضة للألومنيا من استراليا . وقد تم اقتراح أن خام الألونيت سوف يعدن في عملية المنجم (بئر المنجم) المفتوح . الخام بعد أن يخزن ويدخر يطحن (يسحق) إلى دقائق بحجم 2 ملم قبل التجفيف والطحن الإضافي للخام الذي يكون أخشن من 14 mesh وهذا سوف يحمص ويشوى لتحويل البوتاسيوم إلى ملح ذواب في الماء أو القلب المخفف . الترشيح (التصفية) سوف تلي لاستخلاص محلول سلفيت البوتاسيوم . الأجسام الصلبة المغسولة والمرشحة سوف تنقل إلى معمل ذو نمط باير لاستخلاص الألومينا (طريقة باير هي المرحلة الأولى لإنتاج الألمنيوم) في وحدة ألومينا باير المواد الصلبة المرشحة تهضم بالصودا الكاوية لحل وإذابة الألومينا ، الألومينا تترسب كهيدريت ألمنيوم وتتبع بتكليس (تحميص) .

ولاسترداد حمض الكبريت من تيار ثاني أوكسيد الكبريت ، وحدة الحمض ذو الامتصاص المضاعف (المزدوج) تنشأ وتركب . حمض الكبريت يستعمل في تصنيع مركبات الفوسفات غير المركزة (المكثفة) أو منتجات أخرى باستعمال كميات ضخمة من حمض الكبريت .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن إنتاج 1 مليون طن سنوياً من الألومينا (Al_2O_3) سوف يتطلب حوالي 10 مليون طن من خام الألونيت وسوف يعطي حوالي 500,000 طن من سلفيت البوتاسيوم وتقريباً 800,000 طن سنوياً من حمض الكبريت . إن الضخامة للمنتجات المشتركة تميل إلى تحديد الجهد الكهربائي الإنتاج الألومينا من الألونيت .

خامات السلفيت المعقدة :

المزيج المعقد (المركب) من خامات البوتاس قد عُدنت بشكل ناجح في روسيا . هذه الخامات قد تحتوي فقط على أي أو كل من المعادن التالية : انهيدرايت ، ايبسوميت ، الهاليت ، الكانيت ، القيصريت– اللانغبيت – بولي هاليت والسيلفيت مع الطين . استخلاص أملاح البوتاسيوم من هذه الخامات تصبح معقدة ومركبة تماماً وذلك لأن الصيغ والأشكال التعدينية للمكونات المتعددة تكون غير مستقرة (غير ثابتة) والتركيب الكيماوي للمجموعة كك يتنوع بشكل ملحوظ . العملية المستعملة لاستخلاص الخام تعتمد على النسب المتنوعة للمعادن المختلفة الموجودة فمثلاً عندما يكون سلفيت البوتاسيوم هو المنتج اللازم والمرغوب فإن السيلفيت الحر والكانيت يجب أن يكون موجوداً بنفس النسب الجزيئية أو أن كلوريد البوتاسيوم سوف يضاف إن كان هناك زيادة في الكانيت . والتفاعل يكون كالتالي :

$$KCl + KCl, MgSO_4.3H_2O \rightarrow K_2SO_4 + MgCl_2 + 3H_2O$$

عندما يكون الخام ناقصاً في السيلفيت فإنه يتم إنتاج سكونيت Schoenite

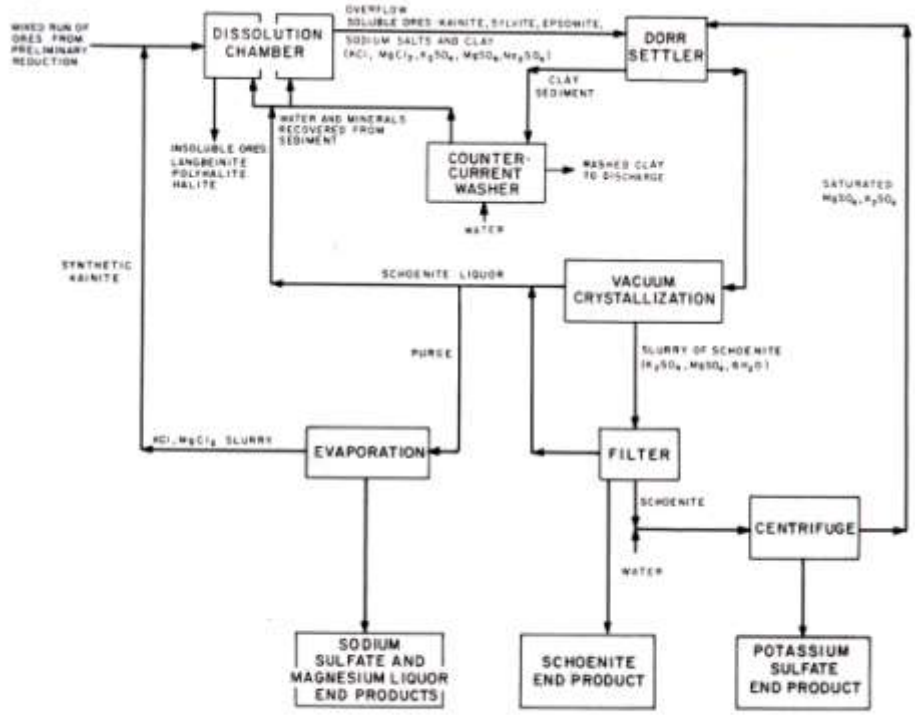
$$2KCl.MgSO_4.3H_2O + K_2SO_4.MgSO_4.6H_2O + MgCl_2$$

في كلا المعادلتين أعلاه التفاعل للمذيب قد حذف . وهكذا فالمنتج يختلف ويتنوع بين سلفيت البوتاسيوم والكونيت حسب تركيب الخام . وطريقة حديثة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لاستخلاص مركبات البوتاسيوم من خامات الكارناثيان الذي يحتوي على معادن متعددة قد تم اختبارها بشكل موسع على أساس صناعي في Kalush



Source: Phosphorus and Potassium, 59, 1972.

Figure 6. Flowsheet for the Processing of Carpathian Polymineral Ores.

وخطوات العملية المتتابعة موضحة في الشكل (6) في هذه العملية الخام الطبيعي الحاوي على حوالي % 90 بوتاسيوم يطحن ويصفى في مرحلتين مع محلول الكانيت الصناعي الساخن (المذكور فيما بعد) في صهاريج الانحلال (الإذابة) .

الغسل والتصفية محل ابيوميت ، الكانيت ، والسيلفيت وكذلك أي معدن ذواب بسهولة ، ولكن اللانغبينيت ، الهاليت وبولي هالي تكون عملياً غير ذوابة في هذا السائل . إن كان الخام يحتوي على كميات هامة ومعقولة من اللانغبينيت والبولي هاليت ، وبعد ذلك المتخلف والبقايا من عملية الغسل والتصفية يجب أن تعالج من أجل استردادهم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الخام عندما يعدن طبيعياً يحتوي على حوالي % 15 من الطين الذي يبقى معلقاً في سائل الغسل (التصفية) الساخن وذلك حتى يُنقى ويُصفى في صهاريج ترقيد Dorr . وعندما يبدأ السائل بالبرود ، أملاح البوتاسيوم تبدأ بالتبلور . وبشكل طبيعي كلوريد البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم سوف يترسب أولاً ، ولكن بما أن المنتج المرغوب والمطلوب هو السكونيت Schonite فإن ترسب هذه الكلوريدات يمنع ويتوقف بواسطة إضافة محلول الذي يكون مشبعاً بالمغنزيوم وسلفيت البوتاسيوم . هذا المحلول يستحل عليه من التفكك الأخير كجزء من السكونيت لتشكيل سلفيت البوتاسيوم النقي نسبياً . وهذا يترك محلولاً والذي يكون مشبعاً بالنسبة بالسكونيت ولكن غير مشبع بالنسبة للكلوريدات . تحت هذه الظروف والسكونيت فقط سوف يترسب .

$$2KCl + 2MgSO_4 + 6H_2O \rightarrow K_2SO_4.MgSO_4.6H_2O + MgCl_2$$

السائل المصفى (المنقى) +محلول السلفيت المضاف يبرد في مبلور ضغطي (فراغي) إلى الدرجة°20 السكونيت المشكل هكذا يثخن ويرشح . جزء من السكونيت المرشح يمزج مع الماء لإنتاج وتحضير سلفيت البوتاسيوم حسب التفاعل :

$$K_2SO_4.MgSO_4.6H_2O \rightarrow K_2SO_4 + MgSO_4 + 6H_2O$$

سلفيت البوتاسيوم يزال كمنتج نهائي بواسطة الطرد المركزي والسائل الساخن يعاد دورانه إلى صهاريج الترقيد الطين الرخو المثمن من صهاريج الترقيد طين مالح الذي يغسل بتدفق تيار معاكس من الماء في جهاز الغسل لتقليل الخسارات من البوتاسيوم . سائل الغسل هذا مع ناتج الترشيح من ترشيح السكونيت يرسل إلى صهاريج الانحلال والإذابة لتعمل كمذيب للخام الأصلي . وخلال تحويل الكانيت إلى السكونيت (المعادلة الثانية أعلاه) كلوريد المغنزيوم كذلك يتشكل . وإن كان تركيز كلوريد المغنزيوم هذا قد سملح له أن يزداد ويرتفع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بشكل غير محدد معروف ، فإن مفعول وفاعلية العملية لن يكون ملائماً ومناسباً . وللتحايل والتغلب على هذه المشكلة جزء من ناتج ترشيح السكونيت يسحب ويرسل إلى مبخر حيث كمية كافية من كل من الصوديوم والبوتاسيوم تزال للحفاظ على تركيز ثابت ومستقر لهذه المواد في الجهاز . الخبث المتبقي يعاد الدوران إلى صهاريج الإذابة كـ كانيت صناعي "سائل كلوريد المغنزيوم المركز يستعمل لتحضير المنتجات التي تستلزم وتتطلب المغنزيوم هذه العملية تسمح باستعمال خامات الكارناثين لإنتاج منتجات تجارياً متعددة مثل سلفيت البوتاسيوم وسلفيت المغنزيوم ، البوتاسيوم ، كلوريد البوتاسيوم ، سلفيت الصوديوم وسوائل كلوريد المغنزيوم .

إنتاج سلفيت البوتاسيوم بواسطة الطرق المركزية :

طريقة مان هايم :

هذه العملية لتضيع سلفيت البوتاسيوم من كلوريد البوتاسيوم وحمض الكبريت تتضمن تفاعل ذو مرحلتين . التفاعل الأول التالي يكون ناشراً للحرارة :

$$KCl + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + HCl$$

بينما التفاعل الثاني يكون ماص وخافض للحرارة :

$$KHSO_4 + KCl \rightarrow K_2SO_4 + HCl$$

التفاعل الأول يستمر عند درجة حرارة منخفضة نسبياً لإنتاج بيسلفيت البوتاسيوم ($KHSO_4$) الذي يسخن في فرن مان هايم لإتمام التفاعل التالي (الثاني) العملية تستعمل في بلجيكا والولايات المتحدة .

طريقة هارغريفس :

في هذه العملية كلوريد البوتاسيوم المطحون بشكل دقيق يحضر على شكل قالب ، يجفف ، يغربل وبعد ذلك يشحن إلى غرفة (حجيرة) التحويل . ثاني

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

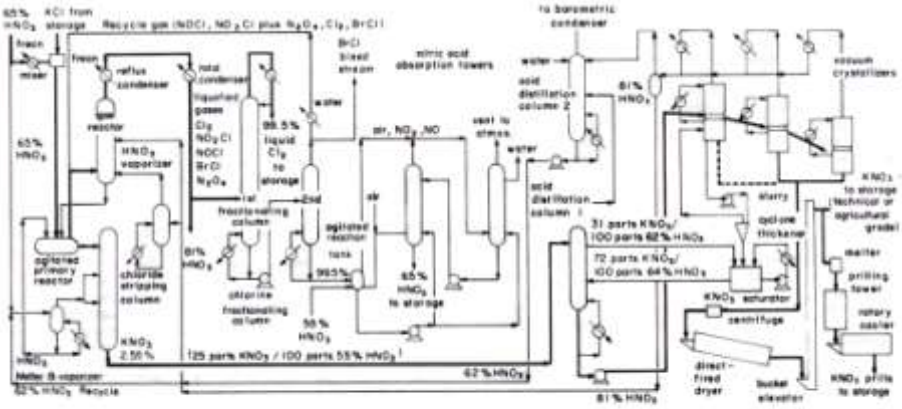
أوكسيد الكبريت الساخن من حارق الكبريت تجري إلى داخل مع زيادة كافية من الهواء وبخار الماء لإتمام التفاعل الذي يكون على الشكل التالي :

$$4KCl + 2SO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2K_2SO_4 + 4HCl$$

وفعلياً ، الغاز يجري (ينساب) خلال سلسلة من حجرات التحويل التي كشحن وتفرغ إلى دفعات بشكل متقطع . إن انسياب وتدفق SO_2 الحاوي على الغاز يتصل (يكون على تماس) أولاً مع المحول والذي فيه البوتاس قد تحول تقريباً إلى K_2SO_4 والغاز أخيراً يجري خلال محوِّل حاوي على شحنة جديدة من قوالب KCl .

الانتفاع والاستفادة من HCl :

كل من طريقتي هارغريغس ومان هايم تعطيان حمض هيدروكلوريك المنتج الثانوي الذي يجب أن يستفاد منه أو أن يُتخلص منه .



Source: Phosphorus and Potassium, 52, March/April, 1971.

Figure 7. Flow Diagram of Southwest Potash Process for Production of Potassium Nitrate.

في بلجيكا HCl يستعمل لتحضير فوسفات ثنائي الكالسيوم بتفاعل مع صخر الفوسفات تتبع بتعديل بحجر الكلسي أو الكلس (انظر الفصل XVI) . إن محلول CaCl2 هو منتج ثانوي لهذا التفاعل وهو يخلق مشكلة الصرف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والتخلص منه . في الولايات المتحدة الاستعمال الرئيسي للمنتج الثانوي لـ HCl يكون من أجل تحميض آبار الزيت وذلك لاسترداد واسخلاص الزيت .

إن وحدة K_2SO_4 قد تبنى في حقل (ميدان) النفط لتقليل وتخفيض نقل HCl . الاستعمالات الأخرى الممكنة والمتصلة بالأسمدة بالنسبة لـhcl هي إنتاج كلوريد الأمونيوم (انظر الفصل VIII) إو إنتاج حمض الفوسفور بواسطة عملية استخلاص بالمذيب (الفصل XIII) .

إنتاج نترات البوتاسيوم :

عملية إنتاج البوتاس الجنوبية الغربية :

كلوريد البوتاسيوم يعبأ بالملاط (يطبق بنسبة 65 % من حمض النتريك الذي قد تم تبريده و(تجميده) مسبقاً لمنع التفاعل الذي يحدث قبل أن يلقم الملاط إلى المفاعل (الشكل 7) في المفاعل الذي يشتغل عند 25Pisg (1,76 كغ/سم2) الملاط مع بخار حمض النتريك إلى حوالي 75° ، والتي عندها يحدث التفاعل حسب الموازنة (المعادلة) التالية :

$$3KCl + 4HNO_3 \rightarrow 3KNO_3 + Cl_2 + NaCl + 2H_2O$$

نسبة 90 % من الكلورين تزال على شكل غازي . وبسبب عوامل الحت الكيماوية النهائية العظمى السائدة في المفاعل هذا الصهريج الذي في واقع الأمر هو أوتوكلاف محرك ، يجب أن يصنّع ويرّكب من التيانيوم ويبطن بآجر مقاوم للحمض . المحلول من المفاعل ينساب ويجري إلى عمود نزع الكلوريد حيث يسخن مع زيادة من بخار حمض النتريك إلى نقطة انصهاره (درجة عليانه) أي إلى حوالي 50° . هذه المعالجة تؤدي بالتفاعل نمو الإكمال والاتمام وترفع وتعطي زيادة للمحلول المنزوع الحاوي على أقل من 0 Ppm من الكلورين . ومن أجل الوصول هذه الدرجة من الاتمام والإكمال فإنه من الضرورة المحافظة على زيادة من حمض النتريك مطابقة ومماثلة لتركيز نسبته 55 % في المحلل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المزيج الغازي الحاوي على كلوريد النتروسيل والكلورين والآتي (القادم) من المفاعل المحرَّك ، يؤكسد في مفاعل الغاز بواسكة حمض النتريك الساخن عند تركيز نسبته على الأقل 80% عند الدرجة 150° . التفاعل الذي يتم يعطي ثاني أوكسيد النتروجين والكثير من الكلورين كالتالي :

$$NaCl + 2HNO_3 \rightarrow 1/2Cl_2 + 3NO_3 + H_2O$$

الماء المشكل في عملية الأكسدة يُكثف ويلقم إلى المفاعل الأولي (المبدئي) الكلورين وثاني أوكسيد النتروجين يفصلان إلى منتجات ومستحضرات سائلة . الكلورين يلقم إلى وعاء التخزين بينما ثاني أوكسيد النتروجين يؤكسد بالهواء ويمتص في الماء لإنتاج 65% من حمض النتريك . خطوة الأكسدة تتميز بالمعادلة الكيمياوية التالية :

$$2NO_3 + H_2O + 1/2O_2 \rightarrow HNO_3$$

التفاعل الكلي خلال العملية يُعطي كالتالي:

$$2KCl + 2HNO_3 + 1/2O_2 \rightarrow 2KNO_3 + Cl_2 + H_2O$$

في القسم الغازي من العملية هناك عمودا تقطير يستعملان لفصل الكلورين النقي من ثاني أوكسيد النتروجين النقي .

الكلورين يُزال من أعلى العمود الأول وثاني أوكسيد النتروجين يزال من أسفل العمود الثاني بينما في الجزء القسم الرطب محلول حمض النتريك– نترات البوتاسيوم يكثف ويركز في عمود تقطير الجص . والأمر العملي هو تركيز المحلول إلى مايزيد عن 81 % من حمض النتريك ، أبخرة الحمض الضعيفة في الجزء العلوي تكثف وتركز بشكل تال إلى حوالي 62 % من HNO_3 في عمود التقطير الثاني . المواد الخارجة من أسفل عمود التقطير الحمضي الأول تلقم إلى مجموعة من المبلرات الفراغية (الخوائية) تحت الفراغ . حيث يترسب نترات البوتاسيوم ويفصل بواسطة طارد مركزي . المنتج يجفف وقد يخزن مباشرة أو

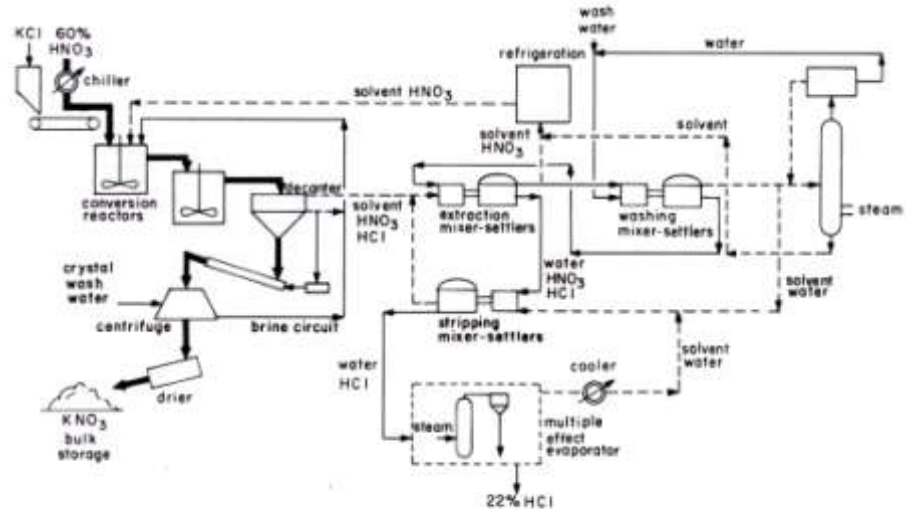
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يصهر أو يبلر عند (340-350)° في برج Ft 35- . كل من الدرجة التقنية 99.3 % والدرجة الزراعية 99 % نترات البوتاسيوم تنتج من أجل العملية .

عملية IMI :

إن البديل (والخيار) لدرجة الحرارة المرتفعة ، حيث العملية التي تعتمد على التقطير لتحضير نترات البوتاسيوم بواسطة نوبة حمض مباشرة ، هو استحلاص المذيب عند درجة حرارة منخفضة نسبياً .



Source: Phosphorus and Potassium, 52, March/April, 1971.

Figure 8. Flow Diagram of IMI Process for Production of Potassium Nitrate.

عند درجات حرارة منخفضة تفاعل تشكيل نترات البوتاسيوم يستمر ، وبمساعدة استخلاص المذيب وبدون أي تفاعل جانبي قد يحدث ، وذلك حسب التفاعل التالي :

$$KCl + HNO_3 \rightarrow KNO_3 + HCl$$

وبهذه الطريقة استخلاص المذيب يتحاشر بعض من مشاكل التآكل الشديدة والكثيفة والتي تعتبر صفة ملازمة للعملية المذكورة سابقاً . ولكن ، معدات التركيب والإنشاء لإستخلاص المذيب مع (بـ) الوسائل و(التسهيلات) إعادة التوليد الرافعة تعتبر نوعاً ما مكلفة وباهظة . وهكذا فالصفة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الاقتصادية للتآكل المخفض تكون على الأقل قد عُدلت جزئياً . في هذه العملية المطورة من قبل قسم صناعات التعدين الاسرائيلة ، كلوريد البوتاسيوم مع كميات متكافئة من % (60-70) من حمض النتريك المبرد والمجمد ، يلقم إلى سلسلة من مفاعلات التحويل عند (5-10)° (الشكل 8) . ماء الملح المعاد الدوران والمذيب كذلك يضافان . التفاعل بين كلوريد البوتاسيوم وحمض النتريك يكون وتحت شروط وظروف عادية قابل للإنعكاس ولكن في هذه الحالة وبسبب وجود المذيب ، التفاعل يستمر بشكل كامل نمو التمام والإكمال . نترات البوتاسيوم ينتج على شكل حالة صلبة . كل من حمض الهيدروكلوريك وحمض النتريك غير التفاعل ينحل ويذوب إلى حالة مذيب وبالتلاي تتم الإزالة ، بينما بلورات نترات البوتاسيوم تفصل ، بواسطة قوة الطرد المركزي والصفق (الانسكاب من وعاء لآخر) وتجفف من أجل التخزين جزء من المنتج يصهر ويذاب و Prilled .

الجزء المتبقي من العملية يختص بمعالجة حالة (طور) المذيب لاستخلاص حمض الهيدروكلوريك وبنقاوة مقعولة ولإعادة دوران مزيج حمض نتريك– المذيب إلى جهاز المفاعل . كل من حموض النتريك والهيدروكلوريك تكون ذوابة في المذيب ولحسن الحظ معامل التوزيع تختلف بشكل كافي بالنسبة لحمض الهيدروكلوريك من حيث أنه يجب أن يزال بشكل منفصل في جهاز استخلاص سائل– سائل التيار معاكس . حمض الهيدروكلوريك يستفاد منه لإنتاج حمض الفوسفور بواسطة عملية استخلاص المذيب IMI المدروسة في الفصل XIII .

التخلص من الفضلات (تصريف النفايات) :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن تعدين benefication من السيلفينيت يؤدي إلى منتج ثانوي كلوريد الصوديوم الحاوي على كمية صغيرة من كلوريد البوتاسيوم . خبث المنتج المهمل عادة يُضخ إلى منطقة التخزين المحاطة بجدار ساند (محتجز) وذلك كي تتصلب بشكل تدريجي بينما الماء المسحوب يتبخر . القليل من المناجم تتوضع وتقع حيث يمكن للخبث (الملاط) أن يضخ إلى البحر أو النهر . طريقة التصريف الأخيرة قد جاءت تحت وطأة النق البيئي المتزايد و baning تصفية وتنقية خامات البوتاس الأخرى تتعرض لأملاح المنتج الثانوي الأخرى التي قد عولجت بشكل مماثل . وإذ توفرت أرض مستوية ، قاسية بشكل كافي قرب المصفاة ، فإن كلفة تكون غالية وباهظة . ولكن الأرض المناسبة لاتكون متوفرة دوماً وهذا يوجد سلسلة من المشاكل كذلك معدلات التبخر النقية والصافية تختلف باختلاف الأملاح وهذا يؤثر على الزمن اللازم للتصلب . سائل المنتج الثانوي للكارناليت يحتوي مبدئياً على $MgCl_2$. طن واحد من خام الكارناليت يعطي (0.3-0.5)م3 من المحلول الملحي . سوائل المنتج الثانوي من إنتاج سلفيت البوتاسيوم كذلك تحتوي على كمية كبيرة من $MgCl_2$ الاستفادة والانتفاع من MgCl2 بواسطة الحلمأة والتكلس صناعة تقوم في اسرائيل والتفاعل يكون كالتالي :

$$MgCl_2 = H_2O \rightarrow MgO + 2HCl$$

إن MgO يكون نافعاً ومفيداً من أجل إنتاج مواد صامدة للصهر و HCl يستعمل لإنتاج وتحضير حمض الفوسفوريك بواسطة عملية استخلاص المذيب IMI .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بوتاس الدرجة الكيماوية :

بوتاس الدرجة الكيماوية ، وكلوريد البوتاسيوم المنقى بشكل عالٍي يستعمل بشكل كامل في إنتاج الكلورين وهيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) وعادة مايعرف باسم البوتاس الكاوي :

النقاوة العالية لبوتاس ذو الدرجة الكيماوية أمر هام وذلك على الأقل لأسباب ثلاثة :

1- الشوائب غير المقبولة في كلوريد البوتاسيوم ذو الدرجة الكيماوية (تحمل باتجاه الأمام) في العملية إلى البوتاس الكاوي .

2- كفاية وفاعلية تحضير وإعداد البوتاس الكاوي في خلية كهربائية تفسد عن طريق وجود غير ملائم للمواد المخففة .

3- وجود المعادن الثقيلة بسبب تفكك وتحرر للهيدروجين في خلايا الكتروليتيه وذلك بوجود الكلورين ، معطية بذلك زيادة لتشكيل خلطات المتفجرات .

تكرير وتنقية موريات البوتاس لإنتاج الدرجة الكيماوية يتم بإعادة الإذابة والانحلال وإعادة تبلر كلوريد البوتاسيوم المتبلور لتوه .

معظم بوتاس الدرجة الكيماوية يستعمل لتحضير هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) . والعملية تتضمن تحلل كهربي لمحلول Kcl ليعطي KOH والكلورين . الاستعمال الأساسي للبوتاس الكاوي يكون في تحضير وإعداد صوابين سائلة والتي أصبحت بشكل متزايد شائعة ومعروفة . الاستعمالات الأخرى تكون في عمليات النسيج ، الكرمشة ، التحضير ، المجموعات القلوية وصنع المطاط ونقش وخو (الكليشات) وبالإضافة للإستعمال المباشر للبوتاس الكاوي في الصوابين السائلة أو مستحضرات أخرى ، فاالكمية الأساسية بالطن (الطينة) تستعمل في إنتاج كاربونيت البوتاسيوم (K_2CO_3) ومركبات بوتاسيوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أخرى . وأكثر من نصف كربونيت البوتاسيوم تستعمل في تحضير وتصنيع الزجاج . جزء من كربونيت البوتاسيوم تتم كربنته بشكل إضافي لتشكيل بيكربونات البوتاسيوم $KHCO_3$ ، المستعمل بشكل واسع في الأغذية والمستحضرات الطبية (الطب) . KOH كذلك يستعمل لتحضير مركبات فوسفات البوتاسيوم من أجل الاستعمال في الأسمدة الإختصاصية . وحوالي 4 % من استهلاك البوتاسيوم العالمي يكون من أجل الاستعمالات والتطبيقات الصناعية كمايلي :

المنظفات والصوابين	35 %
الزجاج والسيراميك	25 %
الأنسجة والأصبغة	20 %
المواد الكيماوية والأدوية	13 %
استعمالات أخرى	17 %
المجموع	100 %

كلوريد البوتاسيوم المنقى يشحن في صناديق أو على (شكل جملة) في عربات قادوسية معدَّلة تدعى ناضحة (راشحة أو عربات المحلول .

العوامل المضادة لـ Caking لا تضاف إلى KCl المرتبة (الدرجة الكيماوية وذلك لأنهم يسببون تفجرات في الخلايا الالكتروليتية . وبال القادوسية كلوريد البوتاسيوم ذو الدرجة الكيماوية يطيق خارج العربة وبعربة المحلول ينحل بشكل كامل ويضخ خارج العربة . الجدول (2) يعطي المنتج ميزات وصفات كلوريد البوتاسيوم ذو الدرجة الكيماوية المطابقة . ولاحظ أنه مكفول ومضمون لاحتواء 99.95 من Kcl كحد أدنى .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 2. POTASSIUM CHLORIDE (CHEMICAL GRADE)

Component	Unit	Guaranteed	Typical
KCl	%	99.9 (min.)	99.92
K_2O	%	63.12 (min.)	63.13
H_2O (@ 105°C)	%	0.07 (max.)	0.02
H_2O (@ 700°C)	%	0.67 (max.)	0.30
Water insoluble	ppm	75 (max.)	12
Acid insoluble	ppm	75 (max.)	8
Sodium, Na	ppm	150 (max.)	100
Bromine, Br	ppm	700 I(max.)	600
Sulfate, SO_4	ppm	10 (max.)	5
Calcium, Ca	ppm	10 (max.)	
Calcium and Magnesium, Mg	ppm	30 (max.)	
Iron, Fe	ppm	5 (max.)	2
Lead, Pb	ppm	3 (max.)	0.5
Copper, Cu	ppm	0.5 (max.)	0.05
Nickel, Ni	ppm	0.5 (max.)	0.05
Chromium, Cr	ppm	0.1 (max.)	0.01
Molybdenum, Mo	ppm	0.1 (max.)	0.01
Vanadium, V	ppm	0.1 (max.)	0.01
Titanium, Ti	ppm	nil (max.)	0.01

Bulk Density, Loose--1,041 kg/m^3

Color - White

الحجم الجزيئي للبوتاس (حجم جزئيات البوتاس) :

خلال التاريخ الطويل لإنتاج البوتاس في أوربا وأمريكا الشمالي كان الحجم الجزيئي ذو شأن قليل وضئيل . حيث كان الحجم بالنسبة للأغراض والأهداف الزراعية يعادل يعرف بالدرجة المقياسية (المعيارية) . مركبات البوتاس الزراعية كانت تستعمل إما كمادة صرفة (خالصة) أو أنه يستعمل في إنتاج الأسمدة المركبة المسحوقة أو الأسمدة المركبة غير المبرغلة والممزوج بالأمونيا . وفي أوائل الخمسينات عندما كان تحبيب الأسمدة المركبة قد تطور في الولايات المتحدة ، التجهيز المبدئي (الأولي) أثبت أنه يجب تصنيعه في حجم صغير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

جداً ، والشركة الجنوبية الغربية للبوتاس أنتجت درجة خشنة وذلك كمساعدة وإعانة على التحبب والتبرغل .

البوتاس الخشن الآن يقدم من قبل معظم المنتجين من أمريكة الشمالية وحجمه الجزيئي بشكل رئيسي يكون مابين (0.8-2.0) ملم . واستعمال موريات البوتاس ذو الحجم الجزيئي الضخم يساعد في التكتل والتجمع المطلوب وبالتالي يقلل من إعادة دوران الجزيئات الأدق من ثقوب غربال التصنيف الأسفل والذي قد استعمل . هذا الإجراء قد أدى إلى نسب ومعدلات إنتاج متزايدة في العديد من المعامل وبتجهيزات (معدات) خاصة بالغربلة دون الحجم . وحدات التحبب (البرغلة) المركبة خلال السنوات الخمسينات الأخيرة في أوربا ، الولايات المتحدة ، اليابان وبلدان أخرى حيث صممت هندسياً مع الأخذ بعين الاعتبار لمواد البوتاس ذات الدرجة المقياسية وذلك لإنتاج الأسمدة المركبة المبرغلة .

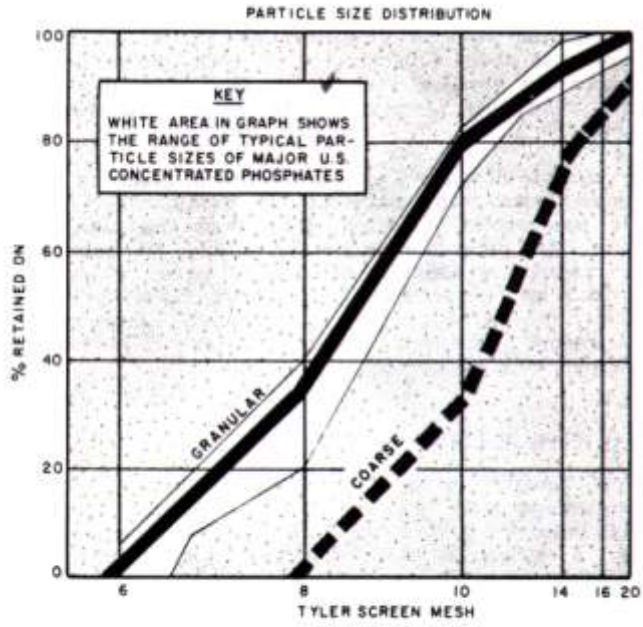
ظهور المزج (الخلط) بالحملية حوالي 1960 قد أدي إلى إنتاج مواد مبرغلة (محببة) هذا الاتجاه – الميل قد عثزز وشجع بإنتاج فوسفات ثنائي الأمونيوم المحبب (المبرغل) .

وهذه المواد المبرغلة ضمن مدى يتراوح من (6,-14-) حسب Tyler mesh (1.2-3.3) ملم وبالنسبة للإتجاه الخاص بالمزج بالجملة في المعامل الصغيرة الواقعة في مناطق الاستهلاك المطورة والمحسنة ، فإن الطلب على المواد ذات الحجم الجزيئي الكبير قد تزايد بشكل مماثل 10 لمزج (التوليف) بالجملة قد أنجز في الولايات المتحدة ، كندا ولكن استعماله ينمو ويزداد في أمريكة اللاتينية وبعض المناطق الأخرى . البوتاس المحبب كذلك يُفضل بسبب الاستعمال (التطبيق المباشر) . كل من الدرجات الخشنة والمحببة للبوتاس تستعمل من قبل المولفين بالجملة . ولكن الدرجة الخشنة لاتنسجم بشكل جيد لحجم الجزيئي لمواد الفوسفات والنتروجين المستعملة بشكل شائع في التوليف (المزج) بالجملة ، مسببة بذلك تحكم وضبط للتحليل غير مقنع وذلك بالنسبة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لخلطات التوليف بالجملة انظر الفصل XXII) وبالتدريج صناعة البوتاس في أمريكة الشمالية خصوصاً تزيد من طاقة التراص بالانضغاط لدرجة التحبب الخاصة بها . وبالمثل فإن مالكي معمل التوليف والمزج قد أدركوا الحاجة لاستعمال البوتاس ذو الحجم الذي يكون مشابهاً (مماثلاً) . لذلك الخاص بالمواد الأخرى في المزيج ولذلك ، فإنهم عادة يختارون البوتاس المبرغل (المحبب) .



Source: AMAX Chemical Corporation.

Figure 9. Particle Size of Granular and Coarse Potash in Comparison with Granular Phosphates Available in the United States.

الشكل (9) يوضح التشابه بين البوتاس المبرغل والمواد المبرغلة الأخرى وكذلك التباين والاختلاف للبوتاس ذو الدرجة الخشنة . والدراسات في مركز التطوير السمادي الدولي في Msscle Shools في الباما (Alabama) توضح هذه الدرسات أن كل المواد في التوليف (الخلط) التوليفي يجب أن تكون ضمن مدى (حد) (±10) بالنسبة للحجم الجزيئي وذلك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لتفادي الفصل فيما بعد . في ألمانيا ، حيث البوتاس قد أنتج أولاً ، القيصريت ، الكارناليت وانهيدريت غير الذواب تطحن وتسحق بشكل دقيق والبلورات تكبر فيما بينها ، والقيام بالفصل بواسطة الطحن والطفو (التعويم) غالباً مايكون أمراً صعباً . التبلور هو الطريقة الرئيسية للتعدين في ألمانيا . بعض من وحدات الطفو الآن هي قيد الاستعمال . ووحدات التبلر الأكثر حداثة والمنشأة في أوربا قادرة على إنتاج وتحضير حبيبات مستديرة بقطر حوالي 100ملم . التراص بالانضغاط للجزئيات الدقيقة إلى مدى (معدل) حجمي محبب قد أنتج وحضر في أوربا . في أمريكا الشمالية الدرجة الخشنة ومع بعض الخامات ، جزء من البوتاس المبرغل يمكن تحضيره بواسطة الطفو (التعويم) . في أمريكا الشمالية درجة التحبب تتراوح في حجمها بين 1.2 و 3.3 ملم في فرنسا البوتاس المتراص (بالانضغاط) يتراوح في مداه مابين (0.5-0.8) ملم .

الجزء المغربل المباع كمادة محببة يكون حجمه (0.5-1.5) ملم مع نسبة رئيسية من الجزيئات تكون بين 1.8 و4.0 ملم . معامل ألمانيا الغربية تمتلك وحدات انضغاط (تراص بالانضغاط) من أجل الدرجة المحببة . ومبلرات تستعمل لإنتاج وتحضير جزئية شبه خشنة في معظم معامل ألمانيا الغربية .

في جمهورة ألمانيا الديمقراطية قام معمل Unter brezbach بتعديم وسائل وتسهيلات التبرغل والتحبب لإنتاج حوالي 250,000 طن سنوياً على أساس K_2O . هذا المنتج (المستحضر يتراوح من 0.5 إلى 4.0 ملم) ولكن يمكن أن يغربل في Wismar إلى حد (0.5-1.5) ملم و(1.5-) إلى 4.0ملم من أجل التصدير . صناعة البوتاس في الاتحاد السوفياتي تميل نحو زيادة نسبة المنتج المبرغل إلى % 75 من كامل المردود . وفقط حوالي 1.5 مليون طن سنوياً قد حضرت في 1977 . وكل من مناجم Uralkali و Byeloruskali لها وحدات التراص بالانضغاط .

التباين والاختلاف في السعر بالنسبة للدرجات :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأسعار الموضحة أدناه هو توضيح للدرجات المختلفة لموريات البوتاس المقدمة من قبل منتجين من أمريكا الشمالية .

Grade	Price (Feb.-June 1977)[a] Typical Size Range, mm[b]	$/Short Ton Unit of K_2O[c]	$/kg of K_2O
Standard	less than 0.8	0.80	0.088
Coarse	0.8-2.0	0.84	0.093
Granular	1.2-3.3	0.86	0.097
Soluble 62%-63% K_2O	less than 0.8	0.86	0.097

a. List price from Phosphorus and Potassium, 83:14 (1976), f.o.b. mine in Canada.
b. Specifications vary somewhat from one producer to another.
c. Short-ton unit of K_2O = 20 lb (1% of short ton).

الأسعار الموضحة أعلاه تصل إلى فائدة بالنسبة للبوتاس المحبب تفوق البوتاس المعياري بنسبة حوالي 4 دولار لكل طن متري (قياسي) من موريات البوتاس الحاوي على 60 % من K_2O .

البوتاس الذواب كذلك يصل إلى فائدة (ربح) مشابهة ، حيث أنها لايحتوي على شوائل غير ذوابة ويستعمل بشكل أساسي في الأسمدة السائلة (المميعة) . الحجم بالنسبة للجزيئات الدقيقة يكون مفضلاً من أجل الانحلال والذوبان السريع أو في حالة كونه معلقاً ، لمنع الترقيد السريع .

إن ربح (فرق السعر) بالنسبة للبوتاس المحبب قد تغير بشكل ملحوظ منذ عام 1976 . وفي منتصف 1979 الربح (فرق السعر) للمبيعات الدولية بالنسبة للبوتاس الأوربي أو الكندي المبرغل كانت حوالي 10 دولار/طن ولكن بالنسبة للمبيعات في أمريكا الشمالية فإن الفائدة (الربح) قد تنوع من 10 دولار إلى أقل من 5 دولار للطن وبشكل مماثل استجابة لعامل الطلب والعرض . سلفيت البوتاس كذلك يقدم في أحجام مقياسية ومبرغلة وسعر درجة التحبب في 1876 كان حوالي 8.60 دولار/طن أي أكثر من الدرجة المقياسية (المعيارية) وبالنسبة لسلفيت مغنزيوم البوتاسيوم الربح بالنسبة لدرجة التحبب (المبرغلة) كانت 6.60 دولار لكل طن .

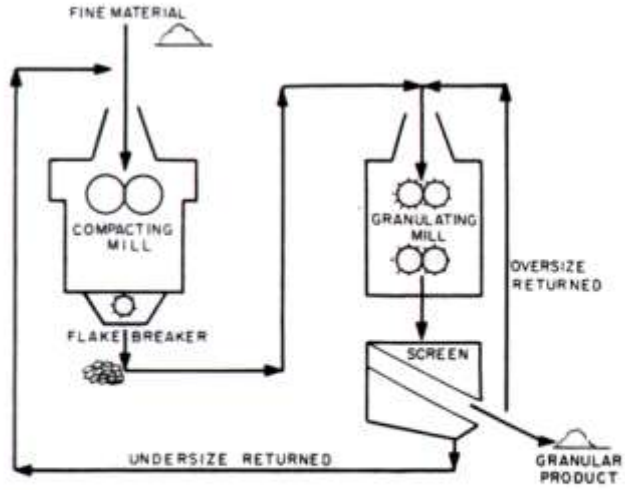
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مستحضرات ومنتجات البوتاس المبرغل قد يستحصل عليها بواسطة غربلة مستحضر الطفو (التعويم) أو بالترص الدروجي (الدوار) التي درسته في مكان آخر من هذا الفصل . ولكن سلفيت البوتاس المحبب ينتج فقط بواسطة الانضغاط (بالتراص) .

تحبب وبرغلة أملاح البوتاس :

تحبب أملاح البوتاس الدقيقة تتم وتنجز على مقياس تجاري بواسطة التراص بالإنضغاط . بعض من الطرق الأخرى قد تمت محاولتها ولكن لايوجد أي استعمال تجاري معروف لها . وخطوات العملية المتتابعة المطابقة لوحدة الاندماج (بالانضغاط) الدوار من أجل انتاج موريات البوتاس المبرغل موضحة في الشكل 10 . التغذية تكون بوتاس دقيق + دقائق معادة الدوران من العملية .



Source: Allis Chalmers.

Figure 10. Simplified Flowsheet for Granulation of Potash by Roll Compaction.

التغذية (التقيم) تسخن مسبقاً في محول ذو بخار محمص وتلقم إلى قادوس يكون فوق زوج من الدلافين (أو اسطوانات التسوية) المنتظمة . الاسطوانات تدور باتجاه بعضها البعض (تكبس) المادة إلى صفحة (لوح)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مستمر اللوح يكسر إلى شرائح بواسطة قاطعة القشور . القشور تغربل لإزالة الدقائق وتلقيمها إلى اثنين من المطاحن للبرغلة بالتوازي . مطاحن البرغلة هي عبارة عن اسطوانات (دلفين) لإحراج تجعيد مزودة بتمويجات (تجعيدات) طرفية حادة مصممة لكسر القشور بطريقة ما لتشكيل نسبة عظمى من الحجم الجزيئي المرغوب والمطلوب . النماذج الأخرى من آلات السحق مثل المطحنات القفصية من القفص قد تستعمل . المنتج من المطاحن الأولية يغربل لإزالة الدقائق (التي تعاد الدوران إلى جهاز الانضغاط بالتراص) وإزالة الدقائق التي هي بحجم المنتج (1.2-3.3)ملم والدقائق التي تزيد عن الحجم المعتاد (التي تذهب إلى مطحنة تحبب ثالثة) المنتج من المطحنة يغربل الاستخلاص كمية أكبر من حجم المنتج . المواد التي تزيد عن الحجم المطلوب يعاد دورانها إلى المطحنة والدقائق يعاد دورانها إلى جهاز التراص . من كامل (إجمالي) المردود فإن نسبة % (60-40) تسترد كمنتج مبرغل (محبب) والباقي يعاد دورانه كدقائق إلى جهاز التراص . في عملية مماثلة البوتاس الداخل يتشكل ويتحول إلى قوالب عن طريق الضغط المادة بين اسطوانتين (دلامنين) التي يحتوي على جيوب (تجاويف) ملاءمة (مواءمة) بدلاً من الدلافين المنتظمة وشكل القوالب قد يكون طويلاً رفيعاً مثل السيجار . القوالب بعد ذلك تسحق وتغربل لاستخلاص الحجم المرغوب .

آلات التراص الدلفيني تتألف بشكل أساسي من مجموعة من اثنين من دلافين (اسطوانات التسوية) الخراطية الداخلية والمزودة بقدرة . واحدة من هذه الاسطوانات لها محمل ثابت ومستقر ، والأخرى تطفو وتعوم في مزلقة مرتبة بحيث يمكن إجبارها على التحول باتجاه الاسطوانة الثابتة بواسطة كبَّاس مُدَار (مُشغل) بشكل هيدروليكي على قاعدة المحمل . المادة الواجب تراصها ودمجها (بالانضغاط) تلقم بشكل مستمر إلى قرص من الاسطوانات (الدلافين) من الأعلى (من فوق) . الضغط العالي جداً يمكن أن يبذل على المادة وذلك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عندما تتعرض لقسر (إجبار) أو عندما تسحب بين الاسطوانات حيث تغير (تبدل) طوري لحظي لحالة الانسياب (التدفق) اللدن يحدث .

البلورات تُصهر وتندمج مع بعضها في لوح (صفحة) متصلة من المنتج الذي يخرج ويطرد أسفل الدلافين . المحتوى الفارغ للصفيحة قد يصل إلى الصفر ، والثخانة قد تتنوع من 8-1 إنش إلى 3/4 انش (0.3-1.9) سم وذلك اعتماداً على تركيب وقوام التغذية وآلة التراص المستعملة .

TABLE 3. ROLL COMPACTION MACHINES IN CURRENT USE

	Allis-Chalmers	Komarek-Greaves	Humboldt	Vulcan-Koppers
Roll diameter, cm	61	71	91	102
Roll width, cm	61	69	119	127
RPM	24	42	25	14
Peripheral speed, m/min	46	94	72	47
Roll construction	Cast iron-alloy shell. Solid steel shaft.	Cast iron roll 2" alloy shell. Hollow shaft.	Cast steel. Internal water cooling.	Monobloc body and shaft. Water cooled under roll surface.
Bearings	Sleeve or roller	Roller	Roller	Roller
Motor capacity (kW)	149-224	373	2 x 186	448
Applied pressure, kg/cm	3,575	3,932	4,182	5,362
Feeding method	Either gravity or vertical twin screw force feeder.	Tapered-screw, twin-force feeder (4:1 ratio).	Hydraulic variable-speed, twin-force feeder.	Five 22-kW hydraulic motor-driven force feeders.
Throughput, tph	27	45	77	91
Approximate production rate (6 x 14 mesh), tph	11	20	26	27

آلات التراص تختلف في الحجم (الجدول 3) ولكن آلية (مكننة) الانضغاط والاندماج هي نفسها . وواحدة من بين الدرسات القليلة المتعمقة حول التراص (الاندماج بالتراص) قد نشرت من قبل K. Bardunhn B. J. A Kurtz.

العوامل المؤثرة على تراص البوتاس هي كالتالي :

تركيب وقوام التغذية :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

14- التوزيع للحجم الجزيئي الأعظمي يقع في انحدار تقريبي يصل إلى 8 % + شبيكة إلى (200-,8-) شبيكة . وهذا يتضمن 12- من الدقائق الشبكية وإعادة دوران الغبار من دارة التراص (بالانضغاط) بالإضافة إلى التغذية البلورية الحديثة . التغذية البلورية الخشنة قد تؤدي إلى لوح ذو تركيب حبيبي ضعيف المحتوى العالي 200- شبيكة تزيد من المحتوى الخالي في اللوح (الصفيحة) وتعطي ضغوط وكبس آلي شديد على مسنن الإدارة (ترس التدوير(لجهاز التراص وذلك بسبب الارتجاج (الصرير) والذي فيه الاسطوانات تهتز وتنزلق تحت وطأة الحمل . الفصل قد يكون مشكلة هامة وجدية . وهو يُقلل باستعمال صندوق تغذية ذو حجم صغير بحيث أن التغذية الجديدة بشكل ثابت كمزج مع المادة المعادة الدوران .

حالة (وضع) التغذية :

إن زيتاً أو قشور مخلفات أمينية على البلورات من المعالجة السابقة قد كمنع انصهار (اتحاد) السطوح وتؤدي إلى لوح (صفيحة) ضعيفة وإلى إعادة دوران ثقيلة للدلافين (الاسطوانات) القشرة (الغشاء) يمكن إزالته بالتجفيف ذو الحرارة العالية . بعض المنتجين يضيفون كمية صغيرة من الرطوبة إلى التغذية ، آخرون يجدون أن المواد المضافة بشكل ضئيل مثل الغشاء تحسن نوعية المنتج .

درجة حرارة التغذية :

درجات الحرارة العظمى بدون اسطوانات (دلافين) تبريد الماء هي ° (120-150) فهرنهايت ° (49-65) درجة مئوية . درجات الحرارة المرتفعة تؤدي إلى مشاكل احتفاظ إضافية في الوحدة (المعمل) التغذية الساخنة ° (300-500) فهرنهايت ° (150-280) درجة مئوية يمكن دمجها (بالانضغاط

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

) إلى لوح (صفيحة) كثيفة بشكل كبير وذلك عند درجات حرارة منخفضة نوعاص ما عندما تكون شروط درجة الحرارة العالية يمكن احتمالها .

طرق التعويم :

التغذية إلى جهاز الدمج (بالانضغاط) يمكن أن يقدم إما بواسطة الجاذبية (الثقالة) أو بمساعدة لوالب التغذية . الكثافة الإجمالية العالية للتغذية هي أمر هام بالنسبة للدمج (بالانضغاط) الناجح وذلك عندما الاسطوانات أو الدلافين تلقم (تغذي) بواسطة الجاذبية . الكثافة قد تغيرت بشكل عنيف وقاسٍ وذلك بسبب وجود الهواء المحصور في المادة والكميات من هذا الهواء يجب أن تُقلل إلى مستويات يمكن احتمالها .

نزع الهواء (المذاب في الماء) للتغذية قد يتم بواسطة الارتجاج (الاهتزاز) لقادوس التغذية فوق الدلافين (اسطوانات التسوية) وذلك بواسطة الضغط الخوائي (الفراغي) أو بواسطة التحريك الآلي (الميكانيكي) في تنويع وتغيير الدرجات ، كل هذه الطرق تتم بواسطة تقليل المحتوى الفارغ للتغذية . بعض المشتغلين يزعمون أن نزع الهواء والكثافة الإجمالية المتزايدة الناتجة يستحصل عليها بشكل فعال باستعمال قادوس يشبه العمود عالي (مرتفع) مباشرة على الدلافين (اسطوانات التسوية) .

التغذية القسرية تستفيد من واحد أو أكثر من اللوالب العمودية لتقديم التغذية لزاوية القرص تحت الضغط وهذا يخدم هدفين (غرضين) حيث يسهم ويساعد في إحلال الهواء المحصول وتزيد مُعامل الاحتكاك بين مواد التغذية والسطوح الناعمة (المصقولة) لكلا الاسطوانات وميزات طريقة التغذية القسرية هي كالتالي : الحساسية المتناقصة لدلافين التراص (الاندماج بالانضغاط) بالنسبة لـ للتراوح في تركيب وتكوين التغذية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

2- الزاوية المتزايدة للقرص والتي تظهر (الزيادة) في الثخانة المتزايدة لـ اللوح المتراص ومعدل (نسبة) الإنتاج العالية (المرتفعة) وذلك بواسطة جهاز التراص الناتج .

3- الفعالية الكبيرة للتشغيل الآلي أو الأوتوماتيكي وذلك باستعمال مغذي بلولب أو مثل : ضبط سرعة المغذي القسري للحفاظ على حمولة نوعية (محددة) على محرك جهاز الاندماج (بالتراص) أو لإنتاج (تقديم) ثخانة لوحية (صفيحة) ثابتة وذلك بواسطة إشارة ناقل الطاقة (محول الطاقة) إلى مقعود المغذي القسري Varispeed .

سرعة الدلفين (الاسطوانة) :

هذه الكمية المتغيرة يجب أن تنظم ضمن علاقتها وصلتها بتركيب وتكوين التغذية ، وطريقة تقديمها وقطر (حجم) الاسطوانة (الدلفين) . الاسطوانات ذات السرعة العالية عادة ماتنتج لوح أرمد مع إعادة دوران أقل ، ولكنهم إلى جانب ذلك تكون (الاسطوانات) حساسة (سريعة التأثر) بتغيرات وتبدلات تكوين وتركيب التغذية اسطوانات التحويل (الخراطة) الأبطئ (10-25)rpm تكون أكثر استقراراً ولكنهم يعطون ويقدمون لوحاً ضيقة .

ضغط الدلفين (الاسطوانة) :

كل التغيرات والتبدلات تُضبط للسماح للضغط الدلفين الممكن والمرتفع والذي يكون منسجماً (متماسكاً) مع التشغيل المداومة . وهذا يعتبر المعامل الأهم والحرج في التراكم (التجمع) الناجح للبوتاس ذو التدفق الحر بين اسطوانات التراص . ضغط الدلفين على البوتاس بشكل طبيعي يُعطى عطاء بالأسعار بالباوند لكل إنش خطي (طولي) وعادة مايكون في مدى (معدل) 20,000-30,000 IB/لكل إنش خطي (حوالي 3,500-5,400 كغ/سم طولي/خطي) الضغط يطبق على قاعدة المحمل لاسطوانة التعويم (الطفو)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وذلك بواسطة جهاز هيدروليكي والذي يُشغل إما يدوياً أو أنه يضبط أوتوماتيكياً (آلياً) وذلك للحفاظ على ضغط أعظمي (مثالي) .

سطح الدُلْفين (الاسطوانة) :

الاسطوانات المصقولة (المنتظمة) تكون مقياسية (معيارية) وذلك بتزويد وتأمين كشط- حت للمادة المصهورة عن السطح . الاسطوانات قد تكون صلبة أو مزودة بقنوات لتبريد الماء ولكن التطبيق الشائع في الصناعة هو استعمال التبريد الخارجي بواسطة مرشات الماء ، اسفنجات رطبة . واستعمال الرطوبة يؤدي إلى تآكل شديد لسطوح دلفين التسوية (الاسطوانة).

قطر دلفين التسوية (الاسطوانة) :

الحساسية (سرعة التأثر) بتوزع الحجم الجزيئي ومحتوى الهواء المتخلف في التغذية يتناقص بتزايد قطر دلفين التسوية مما يسمح بسرعة محيطية متزايدة . وواحد من مصنعي الاسطوانات (الدلافين) ذات الأقطار الكبيرة (الضخمة) يستفيد من (يستخدم) حاجز مشبك بالقضبان فوق زاوية القرص تماماً . الهواء يُسحب أسفلاً إلى الاسطوانات بدلاً من الانفلات إلى أعلى مع بعض التأثيرات المضطربة (الدوامية) . اللوح الناتج يترك الاسطوانات (الدلافين) كشريط (خط) طولاني . والشكل (10) الذي يمثل خطوات العملية يوضح 24 بـ 24 انش (61 by 61 سم وحدة التراص (الاندماج بالانضغاط) Allis-Chalmers والتي تدور أولياً (تُروض) في جهاز دارة مغلقة مستقلة (منفصلة) . المعدات والتجهيزات معروفة في الصناعة ، وهذا السير لخطوات العملية على الرغم من كونه غير معياري ، فإنه توضيحي وذلك بسبب بساطته وسهولته .

معظم منشآت التراص الحديثة مصممة لإعادة تدوير كل أو جزء من المادة المحببة القريبة من الحجم والعادي إلى وحدة غربلة منتج الدلفنة (

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الطحن) لاستخلاص نسبة من المنتج كمنتجات ذات درجة مقياسية أو خشنة وواحد من عيوب عمليات التراص المدلفنة هي أن الحبيبات قد يكون لها حواف رقيقة أو زوايا والتي تتكسر (تتحطم) في أثناء المعالجة لتشكيل الدقائق . وللتغلب على هذه المشكلة بعض المنتجين وضعوا المنتج المبرغل (المحبب) خلال برميل دوّار بحيث أن الأطراف (الحواف) الهشة والسريعة الانكسار تتكسر وتتحطم ويمكن إزالتها بواسطة الغربلة . كذلك المعالجة بالبخار قد تطورت بحيث أصبحت تساعد في إعطاء الشكل المدور (المستدير) للحواف . الجزيئات الأخرى التي توازن طرق المعالجة قد تشتمل على إضافة من الرطوبة أو محلول المحل وتُتبع بتجفيف . التحبيب بواسطة التراص الدلفنين يمكن أن يستعمل أيضاً على سلفيت البوتاسيوم ، سلفيت الأمونيوم ومركبات فوسفات ثنائي المونيوم البلورية . العملية كذلك يمكن أن تستعمل لتحبيب بعض من نماذج وأنماط الأسمدة المركبة والتي درست في الفصل XIX ولتجميع مدى (تعديل) واسع من المنتجات غير التسميدية . وبالنسبة للتحبيب بواسطة التراص الدلفنين فإن تباين واختلاف السعر بنسبة 8-4 دولار/لكل طن من أجل أملاح البوتاس المبرغلة مقابل سعر الدرجة المعيارية يعكس ويمثل (نظاماً وترتيباً) لمقدار الكلفة .

الطاقات الإنتاجية للبوتاس العالمية :

منذ أن فتح أول منجم بوتاس في عام 1861 بالقرب من ستاسفورت في ألمانيا اطاقة الإنتاجية للبوتاس العالمية قد ازدادت إلى حوالي 32 مليون طن من مكافئ K_2O في عام 1979 ، وبشكل كبير كموريات البوتاس وكميات أقل بكثير من سلفيت البوتاسيوم وكميات أصغر من نترات البوتاسيوم والجدول التالي يوضح ويلخص الطاقات الإنتاجية الحالية 1979-1978 لكل بلد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

World Potash Capacity in 1978-79

	Tons K_2O	Million Percent
World total	31.96	100
U.S.S.R.	10.00	31
Canada	7.50	24
German Democratic Republic	3.20	10
German Federal Republic	3.30	10
United States	2.86	9
France	2.39	7
Spain	0.88	3
Israel	0.88	3
Others	0.95	3

والبنك العالمي يقدر أن الطاقة الإنتاجية العالمية سوف تزداد إلى 39.05 مليون طن من K_2O في 1985 وفوق مايزيد عن % 60 من هذه الزيادة المتوقعة سوف تكون في الاتحاد السوفياتي .

والتقدير لهذا التقدير يقدر أن نسبة زيادة الطاقة سوف تكون كافية لإرضاء وتلبية الطلب المتزايد على الأقل إلى عام 1982 وذلك عندما يتوقع للطاقة أن تزداد لأن تكون 36,18 مليون طن من K2O .

الأسعار وتكاليف الإنتاج :

المعلومات التاريخية لأسعار البوتاس ليست نافعة بشكل كامل ، بسبب الانحدار (الانخفاض) الرئيسي في الأسعار خلال 1966-1972 والتي نجمت عن التطور والتحسين الطموح والامتناهي لطاقة التعدين الحديثة في Saskatchewan والاتحاد السوفياتي وذلك كمايلي:

1- الحملة العالمية الواسعة لإطعام العالم .

2- اكتشاف احتياطي بوتاس ضخم ووجود تقنية ملائمة في Saskatchewan والاتحاد السوفياتي .

3- التوسع في إنتاج الفوسفات والنتروجين والذي نال تشجيعاً وتعزيزاً للإستثمار في إنتاج البوتاس الحديث .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

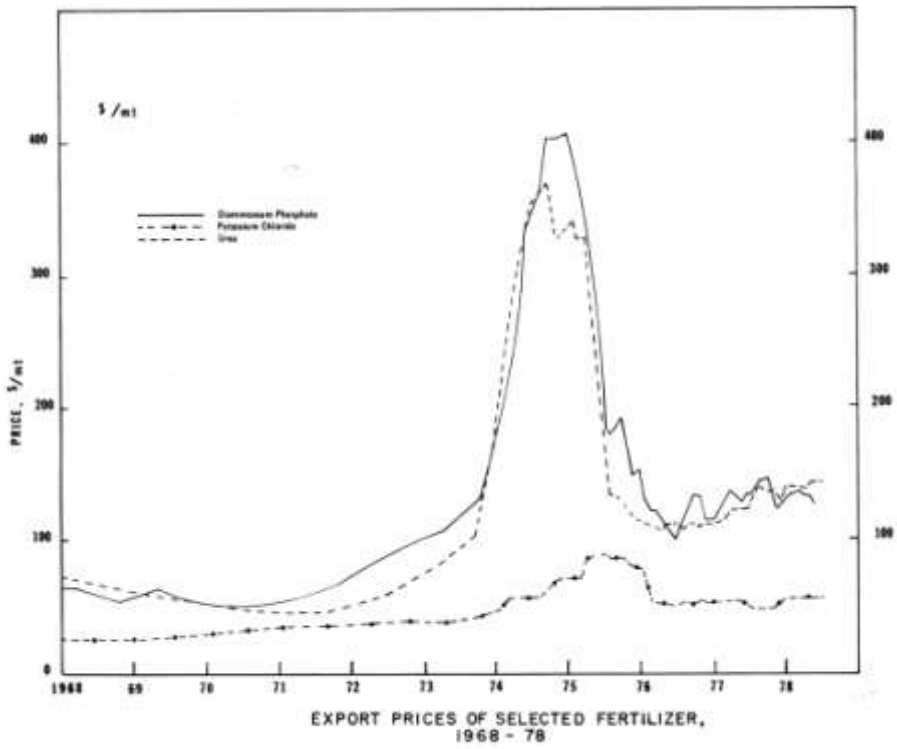


Figure 11. Export Prices of Selected Fertilizers, 1968-78 (Potash Prices, f.o.b. Vancouver, Canada).

الشكل (11) يوضح اتجاهات الأسعار لثلاثة من المواد التسميدية الأساسية . سعر البوتاس (Vancan Ver. b. O. F) ارتفع من 33 دولار، طن من % 60 من موريات K_2O في عام 1970 إلى حد أقصى يصل إلى 80 دولار/طن في 1974 وبعد ذلك هبط وانخفض إلى مادون 50 دولار/طن في 1977 وارتفع إلى حوالي 78 دولار/طن في منتصف 1979 . لاحظ أن أسعار البوتاس ارتفعت بشكل أقل خلال 1975-1973 أكثر مما فعلت المواد التسميدة الأخرى . لاحظ أيضاً الزيادة المعتدلة لسعر البوتاس خلال 14 سنة الماضية ، ويبدو أنه من المؤكد أن أسعار البوتاس سوف ترتفع لدعم وتأمين تكاليف الإنشاء المتزايدة بشكل سريع . وعلى أساس الدولار – الثابت سعر البوتاس يكون أقل مما كان عليه في 15 سنة مضت .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 4. 1977 CAPITAL COST OF POTASH MINE AND REFINERY IN SASKATCHEWAN 1.13 MILLION TONS OF PRODUCT/YEAR CAPACITY

Facility	Cost, Million U.S. Dollars
Mine	
2 shafts, 16-ft diameter x 3,000 ft, with hoisting equipment	53.0
Mine equipment	30.0
Subtotal	83.0
Surface plant[a]	136.0
TOTAL[b]	219.0

a. Includes eight compactors and a crystallizer circuit.
b. No working capital included.

الجدول (4) يظهر كلفة رأس المال المقدرة لمعمل مصمم لإنتاج 1.13 مليون طن سنوياً من منتج موريات البوتاس في منجم في Sacjatchewan .

TABLE 5. CANADIAN PLANT, DIRECT OPERATING COSTS

		Annual Cost, $	Cost, $/Ton Product
Mine Personnel			
Office	16		
Maintenance	74		
Production, face	104		
Production, backup and utility	42		
Total	236	4,786,000	3.51
Plant Personnel			
General and administration	48		
Supervisory	19		
Operating	88		
Maintenance	65		
Total	220	4,686,000	3.43
TOTAL PAYROLL (includes 20% fringe benefits)		9,472,000	6.94
General Plant Overhead		643,800	0.48
Mine:			
Operating supplies	876,600		
Maintenance supplies	3,123,600		
Power	957,200		
Expendable and miscellaneous	755,500		
Total		5,712,900	4.19
Plant:			
Operating supplies		2,830,100	
Maintenance supplies		1,146,100	
Power		1,587,000	
Expendable and miscellaneous		377,800	
Total		5,941,000	4.36
Total annual direct operating costs		21,769,700	15.97

الخام ذو درجة مرتفعة جداً وسوف يستعمل لإنتاج موريات البوتاس الزراعي في كل درجات الأحجام . جزء من المنتج سوف يستعمل لإنتاج درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ذوابة زراعية ودرجة كيماوية . الكلفة المقدرة تكون 219 مليون دولار والتي تساوي (تعادل) حوالي 194 طن سنوي من المنتج الموضح حسب دولار 1977 . الجدول (5) السابق يعطي قيم تقريبية لتكاليف التشغيل المطابقة لمعمل في كندا كما ذكر أعلاه . ويجب التأكيد أن درجة الخام والشروط (الظروف) الخرى تعتبر مفضلة بشكل مرتفع في Sakatchewan وهذه التكاليف تكون أخفض (دون) الكثير من عمليات تشغيل البوتاس وبشكل جوهري دون (أقل) من البعض . من جهة أخرى مستلزمات رأس المال لفتح منجم في Sakatchewan تعتبر بشكل غير عادي مرتفعة وذلك بسبب عمق الترسبات والتشكل (البنية) الجيولوجية الصعبة (مستودع ماء أرضي ذو ضعف مرتفع) والذي خلاله الآبار يجب أن تنشأ (تقام) كذلك الظروف المناخية الصعبة تزيد من كلفة معمل تكرير وتصفية الخام .

TABLE 6. POTASH PRICE CALCULATION

Basis:
1.12 million tons of product per year capacity
Plant includes eight compactors and a crystallizer
Capital cost, $218.75 million ($192.50/tpy)
Direct operating cost, $15.97/ton
Costs expressed in 1977 U.S. dollars/mt of product
Reserve tax, $15.00/short ton, nondeductible

Costs	Excluding Reserve Tax	Including Reserve Tax
Operating	$15.95	$15.95
Depreciation (15-year life)	12.84	12.84
Royalty/taxes	2.20	2.20
Administrative, etc.	2.20	2.20
Reserve tax	0	16.50
Total	$33.19	$49.69

Price necessary to yield indicated after tax return on total investment based on current 1977 Canadian taxes:

% Return on Investment, After Tax	Price, $/mt, f.o.b. Saskatchewan	
	Including Reserve Tax	Excluding Reserve Tax
5	73.59	40.50
10	89.82	65.78
15	106.32	82.12

وبناء على ماورد في الجداول (5-4) فإنه هناك أسعار مقدرة (محسوبة) من الضروري أن تعطي 5 % ، 10 % ، 15 % بعد حساب ربح الضريبة على الاستثمار ، مع افتراض نسبة الاستهلاك لمدة 15 سنة ، عوائد/ الضرائب والتكاليف العامة والإدارة (الإشراف) . هذه التقديرات قد تمت مع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبدون ضريبة الاحتياط Sakatchewan ونفقة (كلفة العمل) لـ Sakatchewan وذلك كما هي موضحة في الجدول (6) .

ومن الصعب مقانة الاستثمار وتكاليف التشغيل للتعدين بالإذابة مع التعدين الآباري لأن التعدين بالإذابة غير ممكن تنفيذه وذلك بسبب الأعماق الكبيرة أو الميزة الجيولوجية للترسبات . كذلك في التعدين بالإذابة ليس هناك فصل ذو قطع مجرى تواضح للتعدين أو benefication .

وقد ماقت TVA بتقدير مستلزمات القدرة لثلاثة مجموعات مؤتلفة (متحدة) عن التعدين و benefication لظروف وشروط خاصة بأمريكة الشمالية ، مع افتراض أن درجة الخام هي 26 % من K_2O .

	Energy Requirement, GJ/Ton of 60%-62% K_2O as Muriate of Potash[a]
Solution mining	6.5
Crystallization recovery	5.4
Total	11.9
Shaft mining	2.2
Beneficiation by flotation	1.0
Total	3.2
Shaft mining	2.2
Beneficiation by crystallization	5.4
Total	7.6

a. 1 GJ = 0.948 million Btu = 0.239 million kcal.

مستلزمات القدرة المذكورة أعلاه تتضمن كل من الطاقة الكهربائية والوقود مع مكافئ لمستلزمات الوقود من الطاقة الكهربائية المقدرة (المحسوبة على أساس كفاية وفاعلية التحويل التي تصل إلى 33 %)

ومن الواضح أن التعدين بالإذابة كثيف الضرورة ، وإذا مااعتمد على أسعار السوق العالمية للزيت (الوقود) حوالي 2 دولار/GJ فإنه سوف يكون أمراً غير اقتصادياً حسب أسعار البوتاس الحالية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ولكن أي نوع من الوقود يمكن أن يستعمل لتوليد البخار والكهرباء اللذان يعتبران الأشكال الأساسية للطاقة اللازمة . وهكذا حيث يكون الفحم ذو الكلفة المنخفضة أو الغاز الطبيعي متوفراً فإن التعدين بالإذابة قد يكون اقتصادياً مقبولاً . في المناخات والأجواء الجافة (القاحلة) قد يستفيد التعدين بالإذابة من الطاقة الشمسية والمحلول المخفف نسبياً يمكن إنتاجه عند درجات حرارة معتدلة ومعظم التبخر والتبلر قد ينجز في بحيرات شاطيئة ضحلة بواسطة الطاقة الشمسية . وهذا يتم في منجم Texasgulf في UTAh .

Benefication الخام المعدن آبارياً بواسطة طرق التبلور كذلك تتطلب كمية أساسية من القدرة ، ولكن لها ميزة إنتاج منتج ذو درجة مرتفعة (625 من K_2O أو أكثر) ذواب بشكل كامل والذي يكون مفضلاً من أجل الأسمدة السائلة وكذلك كمواد وسيطة من أجل المادة ذات النقاوة العالمية من أجل استعمالات صناعية .

بعض المعامل تعد وتحضر نسبة من مردودها (انتاجها) بواسطة التبلور من أجل هذه الأسواق .

تجارة البوتاس العالمية :

كانت صادرات البوتاس العالمية في 1977-1976 (13,3) مليون طن من K_2O و% 12 من إنتاج البوتاس العالمي . وهكذا فإن البوتاس عتبر جزءاً هاماً من التجارة العالمية . وصادرات الأسمدة البوتاسية العالمية قد ازدادت بمعدل نسبة نمو مستوية تصل إلى % 7.1 خلال مايزيد عن 10 سنوات في فترة نهاية 1976-1975 . وهذه النسبة كانت أسرع بسنبة % 2 من إنتاج البوتاس المتزايد عن المعدل خلال هذه الفترة . هناك تسعة بلدان تصدر مايزيد عن 99 % من كامل مواد البوتاس وهي: كندا ، الاتحاد السوفياتي ، ألمانيا الشرقية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والغربية ، فرنسا ، الولايات المتحدة ، اسرائيل ، اسبانيا وايطاليا وذلك على الشكل التالي :

Exporter	% of Total Exports
Canada	40
United States	7
France	4
West Germany	6
East Germany	19
U.S.S.R.	19
Israel	3

المصدرين من أمريكا الشمالية يصدرون نصف الصادرات الى البلدان الأقل تطوراً . وكذلك دون بالنسبة العظمى الأساسية من الطلب في أوقيانوسيا واليابان البلدان الأوربية الغربية يتم تزويدها بواسطة التجارة ضمن تلك المنطقة .

وأمثلة التجارة العالمية للبوتاس قد تم تحديدها بواسطة :

1- تكاليف النقل النسبية .

2- المساعدة وامتياز المبيعات .

3- العلاقات السياسية (والكارتل) الأوربي .

وبما أن المناجم الحديثة يجب أن تؤمن (تزود) معظم البوتاس المضاف فإنه يجب أن يكون ضغط ذو أجل طويل قوي متصاعد (تصاعدي) على السعر . كافي ليبر (ويعلل الاستثمار في عمليات تشغيل البوتاس المتزايدة) أبداً . الدرجة المحببة مناسبة وملائمة لأكبر حصة نامية من سوق الولايات المتحدة ومزج (توليف) المواد المبرغلة في معامل صغيرة محلية قد اعتبر اجراءاً معيارياً (مقياسياً) في الكثير من حالات استعمال الأسمدة الأساسية . كل من الدرجات الخشنة والمبرغلة للبوتاس تستعملان في الخلطات ذات التوليف بالجملة الدرجة الخشنة تضاهي تقريباً حجم الجزئية للمواد الأخرى المستعملة في الخلطات الممزوجة (المؤلفة) للمواد الصلبة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Max Chemical قد عززت وشجعت بنجاح استعمال الدرجة الخشنة في الخلطات التوليف عن خلال استعمال اسم تجاري K-Grana ومادة معززة وتعليمية تشرح ميزات استعماله؟

استهلاك الدرجة المحببة في أمريكا الشمالية قد ازداد بنسبة 31,3% خلال فترة الخمس سنوات 1973-1977 والتي تشير إلى أن المستهلكين وبائعي التجزئة قد أصبحوا منتبهي لميزات هذه الدرجة (الجدول 9) النسبة الرئيسية من البوتاس المستعمل في الولايات المتحدة وبعض الأقطار الأخرى هي من أجل الاستعمال (التطبيق) المباشر . ولهذا الغرض (الهدف) إما الدرجات الخشنة أو المبرغلة المحببة) يمكن أن تستعمل ولكن الدرجة المحببة من المحتمل أن تعطي نموذج (مثال) توزيع مستوي منتظم وذلك عندما تنتشر بواسطة التطبيق (الاستعمال) الميكانيكي (الآلي) .

البنك العالمي أعطى نسبة (معدل) أعلى للإستهلاك بحيث الزيادة تصل إلى 34.5 مليون طن من K_2O في 1985 . والصادرات البوتاسية من أمريكة الشمالية يتوقع أن تستمر لتزداد من كندا وكذلك من Carlsbad وذلك بسبب ميزاتها السوقية بالنسبة لأمريكة الوسطى والجنوبية . وهذا يضيف إلى الأهمية الاستراتيجية لموقع Carlsbad .

إن معايير وأمثلة التصدير السابقة مستقرة بشكل معقولة في السنوات الأخيرة ، ولكن قد تتغير إلى حد ما وذلك إن زادت الاتحاد السوفياتي من صادراتها . الجدول 7 يعطي ويوضح تجارة البوتاس في 1976 من البلدان المصدرة التسعة بما في ذلك اسبانيا إلى البلاد المتطورة– النامية . الواردات في 1976 كانت مقسمة حسب التالي : 60 % إلى السوق البلاد المتطورة 15 % إلى سوق البلدان النامية و 25 % Centrally Planned Economics

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 7. POTASH TRADE IN 1976 ('000 TONS K_2O)

Importers	France	Fed. Rep. Germany	Italy	Spain	Dem. Rep. Germany	U.S.S.R.	Canada	United States	Israel	1976	1975
World Total[a]	476	779	54	239	2,303	2,304	4,923	848	341	12,268	11,721
Developed Market Economies	371	566	16	179	639	597	4,412	323	273	7,377	6,781
North America	-	20	5	15	-	-	4,038	14	48	4,132	3,286
West Europe[b]	283	453	11	150	618	462	25	38	172	2,213	2,237
Oceania	-	2	-	-	-	14	54	175	-	245	210
Others[c]	88	91	-	14	21	121	303	96	53	787	1,048
Developing Market Economies	100	190	38	60	349	104	420	524	68	1,854	1,677
Africa	47	5	1	-	-	-	-	3	8	64	62
Latin America	30	78	4	36	201	101	147	471	19	1,088	821
Near East											
Africa	4	-	25	24	3	-	-	-	-	56	85
Asia	-	-	5	-	10	-	-	-	-	15	8
Far East											
South Asia	-	91	-	-	131	3	110	-	-	335	245
East Asia	19	16	3	-	4	-	163	50	41	296	476
Centrally Planned Economies	5	23	-	-	-	1,335	1,603	91	1	3,038	3,263
Asia	-	-	-	-	-	38	33	91	1	163	292
E. Europe[b]	5	23	-	-	-	1,277	1,570	-	-	2,875	2,971

a. Totals rounded, not always comparable.
b. Yugoslavia included in West Europe.
c. Includes Japan, South Africa, and Israel.

Source: International Phosphate Industry Association (ISMA) [19].

استهلاك البوتاس العالمي :

الاستهلاك العالمي لأسمدة البوتاس قد ازداد عند نسبة نمو سنوية تصل إلى حوالي % 6 خلال العشرين سنة الماضية . الجدول 8 يعطي استهلاك البوتاس العالمي والمحلي للسنوات 1962-1977 مع مشاريع واقتراحات تمتد إلى 1985 . خلال فترة 15 سنة ، معدل الزيادة السنوية لاستهلاك البوتاس العالمي كانت % 6.8 . في 1977 استهلاك الأسمدة البوتاسية العالمي كان حوالي 23.1 مليون طن من K2O . وأمريكا الشمالية وبشكل مبدئي الولايات المتحدة استهلكت 5,5 مليون طن وأمريكا اللاتينية 1,1 مليون طن .

في آسيا قدر الاستهلاك بأنه في اليابان 655,000 طن الصين 400,000 طن والهند 360,000 طن وكوريا الجنوبية 200,000 طن بينما آخرون قد استعملوا 522,000 طن .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وخلال السبع سنوات القادمة 1977-1985 استهلاك الأسمدة البوتاسية العالمي يتوقع حسب TVA أن يزداد بحوالي 2.4 % سنوياً من 23.1 مليون طن من K_2O في 1977 إلى 32.1 مليون طن من K_2O في 1985 .

TABLE 8. REGIONAL POTASH FERTILIZER CONSUMPTION

	North America	Latin America	Western Europe	Eastern Europe	U.S.S.R.	Africa	Asia	Oceania	World
					'000 mt K_2O				
1962	2,156.4	193.9	3,474.5	1,244.4	703.0	96.2	683.8	130.3	8,682.6
1963	2,372.7	210.5	3,663.6	1,247.3	826.0	107.1	758.4	91.3	9,277.0
1964	2,585.8	270.3	3,779.0	1,430.4	901.0	124.4	877.6	128.4	10,076.9
1965	2,694.3	268.6	3,895.4	1,522.4	1,421.0	156.5	924.3	152.5	11,035.0
1966	3,064.1	292.7	3,930.8	1,709.5	1,891.0	158.0	1,066.5	171.1	12,282.7
1967	3,465.4	326.7	3,941.2	1,929.6	1,902.0	184.4	1,165.6	174.9	13,089.8
1968	3,606.6	366.1	4,251.3	2,092.4	2,136.0	191.2	1,292.1	157.0	14,072.9
1969	3,698.7	536.4	4,191.8	2,308.7	2,176.0	201.7	1,404.9	175.7	14,693.7
1970	3,835.7	556.5	4,371.1	2,468.0	2,319.0	214.7	1,508.6	194.5	15,468.2
1971	4,022.9	646.5	4,796.4	2,678.4	2,574.0	237.0	1,519.1	196.0	16,670.3
1972	4,120.4	659.3	4,996.2	3,015.9	2,788.0	264.1	1,572.4	193.9	17,610.3
1973	4,398.1	769.6	5,091.2	3,011.3	3,238.0	294.8	1,750.5	240.5	18,794.0
1974	4,803.2	894.7	5,395.7	3,319.4	3,605.0	308.6	2,118.7	287.9	20,733.2
1975	4,246.1	929.6	4,602.3	3,397.4	3,884.0	343.8	2,182.8	237.9	19,824.0
1976	4,968.2	872.0	4,478.1	3,707.6	5,176.0	326.3	1,814.6	195.7	21,538.4
1977	5,545.6	1,097.1	4,741.6	3,499.4	5,577.0	350.1	2,002.0	251.5	23,864.2
					Forecast				
1978	5,264.8	1,138.5	4,981.2	3,674.9	5,400.0	376.4	2,364.7	274.0	23,474.5
1979	5,557.4	1,261.5	5,125.2	3,819.0	6,143.0	400.7	2,408.9	283.5	24,999.3
1980	5,743.9	1,362.0	5,269.4	3,949.1	6,650.0	426.0	2,501.2	292.9	26,194.6
1981	5,930.5	1,464.9	5,344.7	4,078.1	7,174.0	453.5	2,594.7	302.4	27,342.8
1982	6,117.1	1,570.2	5,434.2	4,207.3	7,714.0	479.0	2,687.1	311.7	28,520.6
1983	6,302.6	1,676.9	5,515.6	4,336.3	8,270.0	506.5	2,775.8	321.0	29,704.7
1984	6,488.2	1,787.4	5,604.7	4,465.4	8,850.0	534.1	2,868.4	330.3	30,928.4
1985	6,673.8	1,897.3	5,692.9	4,593.4	9,430.0	558.6	2,959.4	339.5	32,145.0

Source: (16)

وبالنسبة لموريات البوتاس سوف يكون في زيادة تصل إلى 15.0 مليون طن من المنتج في السبع سنوات (انظر الجدول 8 السابق) .

TABLE 9. AGRICULTURAL SALES OF POTASH BY U.S. AND CANADIAN PRODUCERS IN THE UNITED STATES AND CANADA ('000 TONS K_2O)

	Granular	Coarse	Standard
1973	1,394	2,141	1,394
1974	1,588	2,241	1,476
1975	1,191	2,022	1,046
1976	1,665	2,485	1,174
1977	1,824	2,417	1,119
1973-77 increase--percent	31.1%	12.9%	(19.7%)

ولمواجهة هذا الطلب الإنتاج يجب أن يكون حوالي 15 % أي أعلى من الاستهلاك الزراعي وذلك للسماح للإستهلاك الصناعي والفجوة العادية تكون 5 % من الإنتاج والاستهلاك (انظر الفصل 1) في دراسة حديثة لـ AMAX باستعمال ثلاثة مشاريع خططية مستقلة لاستهلاك البوتاس العالمي فقد قدر أن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الاستهلاك العالمي سوف يزداد إلى حوالي 64 مليون طن من K_2O في عام 2007 . ولتأمين هذا الطلب طاقة الانتاج يجب أن تزداد وبنسبة (على الأقل) 41 مليون طن من K_2O خلال الفترة 1976-2007 . كمية 41 مليون طن من K_2O مكافئة لحوالي 68 مليون

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل التاسع عشر

19- الأسمدة المركبة

الأسمدة المركبة مصطلح يستعمل في هذا الكتيب للإشارة إلى الأسمدة الحاوية على أكثر من واحد أو ثلاثة من المواد المغذية الأولية أي N و P_2O_5 و K_2O . كذلك قد تحتوي على واحد أو أكثر من العناصر الثانوية والعناصر المغذية الدقيقة . في الولايات المتحدة ، مصطلح الأسمدة المولفة (الممزوجة) مترادف مع الأسمدة المركبة مع بعض الاستثناءات (انظر التعاريف في الفصل IV) في بعض الأقطار الأوربية الأسمدة المركبة تقسم إلى (أسمدة مركبة) و(أسمدة معقدة) وذلك تبعاً للتفاعلات الكيماوية فيما إذا كانت مشحولة في عملية المزج . إن اشتقاق كلمة (مركب) بتطبيقه على الاستعمال في الأسمدة يكون كالتالي حسب تعريف القاموس (المعجم) .

مركب : هو مايتشكل بربط أو اتحاد أجزاء ، مكونات أو عناصر كلمة (ممزوج) في الاستعمال الأوربي تكون حسب التعريف أنها (تشكلت بواسطة المزج ، وفي الولايات المتحدة ، الاستعمال مرتبط بالتعريف "أنها تتألف من أجزاء مختلفة من العناصر . وفي مرحلة مبكرة من تطور الصناعية كانت الأسمدة الصرفة (غير الممزوجة) هي السائدة في معظم البلاد الأسمدة الفوسفاتية قد تطورت بداية في سنوات الأربعينات ، وصناعة البوتاس قد تطورت فيما بعد السبعينات ، وصناعة النتروجين بقيت بعد ذلك التاريخ . في الولايات المتحدة الأسمدة المركبة قد تطورت عند مرحلة مبكرة على أساس (بالاعتماد) على سوبر الفوسفات الممزوج بـ Peruviangauno والنترات الصودا التشيلية ، أملاح البوتاس ، المواد العضوية المنتج الثانوي مثل نفاية السمك ، جريش بذور القطن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نفاية المذابح . في البلدان النامية ، من المعروف البدء بالنتروجين الصرف وبعد ذلك التحول إلى الأسمدة المركبة .

وبهذه البدايات المتنوعة والمتعددة ، وبينما صناعة الأسمدة والزراعة تنمو وتتطور فإن الميل والاتجاه العام العادي هو تأمين معظم الفوسفات والبوتاس وجزء من النتروجين كأسمدة مركبة . وهكذا ففي العديد من البلدان الأوروبية واليابان ، مايزيد على 90 % من P_2O_5 و K_2O وحوالي 50 % من N قد تم تزويدها وتأمينها كأسمدة مركبة . هذه الأسمدة المركبة عادة ماتستعمل (تطبق) قبل أو خلال زراعة محاصيل المزرعة (الحقل) . والاستعمال الإضافي للنتروجين الصرف قد يتم تأمينه خلال نمو المحصول الأرضي بعد الحراثة أو تسميد جانبي والسبب في الاستعمال الفائض للنتروجين هي أن النتروجين الذي تم تأمينه عند وقت الزراعة قد يكون جزئياً ضائعاً ومفقوداً بواسطة الترشيح أو التفكك . في الترب الرملية على سبيل المثال ، الترشيح من المحتمل أن يكون هاماً والسماد المركب ذو النتروجين– المنخفض مثل (N 4:4:1 من نسبة K_2O : P_2O_5) قد تطبق وتستعمل في وقت الزراعة ، وبالاستعمالات الإضافية للنتروجين خلال فصل النمو .

اختيار الدرجات :

الدرجات المختلفة للأسمدة المركبة هي معدة لتأمين نسبة مختلفة من N و P_2O_5 و K_2O وذلك حسب حاجات المحاصيل المختلفة ، والخصوبة الأصلية للتربة وكذلك الرغبة في استعمالات متممة أخرى للنتروجين الصرف. التوصية باستعمال نسبة N : P_2O_5 : K_2O تعتمد على تحليل التربة أو على المعرفة العامة لنموذج ونمط التربة وحالة الخصوبة فيها في المنطقة أو المقاطعة . وتقدير (تقييم) النسبة الأفضل لأي اتحاد مجموعة مؤتلفة من محصول – تربة لايمكن أن يتم بدون دقة رياضية . ولذا فالإجراء المعروف هو التوصية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بنسب قليلو ومحدودة من إجمالي القيم والأرقام مثل 2:2:1 ، 4:2:1 ، 1:1:1 ، 1:4:4 ، 1:4:2 و 2:2:3 وأحياناً كثيرة نسب محدودة وقليلة تكون كافية لأي منطقة .

درجات النتروجين المنخفضة أو النتروجين بلا درجات قد يفضل من أجل التسميد لفول الصوب والبقوليات الأخرى التي تحصل على النتروجين من الهواء بواسطة التثبيت التكافلي (التعايش) . درجات النتروجين المنخفضة تكون كذلك مفضلة عندما يمكن تأمين النتروجين بشكل اقتصادي أكبر وذلك بواسطة التطبيق (الاستعمال المنفصل للنتروجين كأمونيا لا مائية . ولهذا السبب ، الدرجات 6-24-24 هي أكثر درجات NPK شهرة في الولايات المتحدة وكذلك درجات PK المتعددة اللانتروجيني (عاجة خلطات ، توليفات) كذلك تكون معروفة ومشهورة .

الأسمدة المركبة قد تحتوي أيضاً على واحد أو أكثر من العناصر المغذية الدقيقة أو الثانوية وذلك عندما تحدد وتعرف الخاجة لهذه العناصر . طرق مزج واتحاد هذه العناصر في الأسمدة المركبة قد درست في الفصل (XX) .

وعندما تحدد وتعين نسب مناسبة وملائمة ، الدرجة التي يمكن تشكيلها لتأمين وتزويد تركيز عالي والذي يمكن الحصول عليه بالمواد المتوفرة أو الموصى عليها . وعندما تكون المواد المتنوعة في متناول اليد ، فإنه قد يكون هناك درجات متعددة من نفس النسبة . على سبيل المثال : النسبة 2:2:3 معروفة ومشهورة في أوربا . درجات متنوعة لهذه النسبة أو قيمة تقريبية قريبة لها قد أُنتجت وحُضرت كمثل 10:10:15 ، 12:12:8 ، 13:13:20 ، 15:15:21 في معظم الحلات ، الدرجات المنخفضة قد استبدلت بدرجات مرتفعة (أعلى) بشكل تعاقبي وذلك بما تسمح به المواد ذات التحليل العالية والتقنية المطوَّرة والمحسنة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ولكن في بعض الحالات المنخفضة تكون مفضلة وذلك بسبب الميزات الاقتصادية والزراعية أو الميزات الفيزيائية . الشكل (1) يظهر كيف أن لتحليل المعدل للأسمدة قد يزداد خلال السنوات العشرين الماضية في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة . كان هناك حادة من 1957 إلى حوالي 1970 والتي بعدها التركيز قد مال (اتجه) نحو الاستواء أو حتى الانخفاض بشكل طفيف . تيارات واتجاهات مشابهة حد حدثت في بلدان أخرى .

العمليات لتصنيع وتحضير الأسمدة المركبة :

الأسمدة المركبة قد تصنف حسب نمط ونموذج العملية المستعملة في انتاجهم وذلك كالتالي :

1- المزج الجاف للمواد غير المحببة أو المسحوقة .

2- تحبيب وبرغلة المواد المخلوطة بشكل جاف بواسطة عمليات والتي فيها التفاعلات الكيماوية لاتكون جزءاً أساسياً من العملية .

3- تحبيب المواد الجافة مع إضافة المواد التي تتفاعل كيماوياً ، عادة الأمونيا أو المحاليل الحاوية على الأمونيا وأحياناً حمض الكبريت أو حمض الفوسفور .

4- تجنب الخبث الذي فيه المواد يجب أن تبرغل تكون على شكل خبث وعادة ماتكون مشتقة من تفاعل الكبريت والنتريك أو حمض الفوسفور ومع الأمونيا ، صخر الفوسفات ، أو اتحاد من هذه المواد . في بعض تعديلات العملية ، المواد الصلبة قد تضاف إلى الخبث خلال التحبب ، في عمليات أخرى ، كل المواد الداخلة تتحدد وتندمج في الخبث .

5- تحبب المصهور الذي فيه كل أو الجزء الأساسي من المزيج يجب أن يبرغل يكون على شكل مصهور مائع وحار وعادة حاوي على أقل من حوالي 2 % من الماء الذي يتقسى عند التبريد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

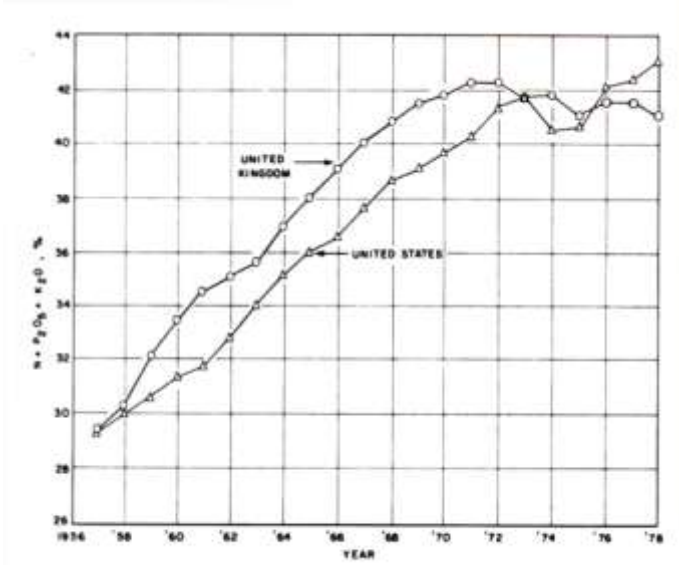


Figure 1. Trends in Concentration of Compound Fertilizers.

6- التوليف (المزج) أو التوليف بالجملة يتألف من مزج جاف آلي (ميكانيكي) للمواد المميعة (المبرغلة) المواد قد تكون إما أسمدة صرفة أو مركبة . المزيج قد يسوق بالجملة أو بالصناديق (العبوات) .

7- الأسمدة المركبة السائلة أو المميعة ذات نموذجين :

أسمدة سائلة والتي فيها كل أو تقريباً كل المكونات تكون في حالة محلول وأحياناً تدعى (محاليل الأسمدة) أو الأسمدة السائلة النقية .

المواد التعليق أو مواد الخبث التي تكون خلطات مميعة حاوية على مواد صلبة ، عادة ما تعلق في محلول مشبع من المواد التسميدية (التخصيبة) .

العمليات 1,2,6 الخلط الجاف ، تجنب الخلطات الجافة والتوليف (المزج) بالجملة عادة مايشار إليها كعمليات آلية ميكانيكية لتحضير الأسمدة المركبة مقارنة مع العمليات التي فيها التفاعلات الكيماوية تكون جزءاً أساسياً من العملية . المنتجات والمستحضرات المعدة حسب الطرق الأخيرة قد يشار إليها (بالعمليات الممزوجة آلياً (ميكانيكياً) . ولكن العديد من التفاعلات الكيماوية قد تحدث في الأسمدة الممزوجة آليا (ميكانيكياً) . التفاعلات أحياناً تكون معينة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومفيدة ولكن في أحيان كثيرة تكون مضرة ومؤذية بالنسبة للميزات الفيزيائية للمنتجات (المستحضرات) . إن حدد نسبة هذه التفاعلات تكون ضخمة في عمليات التحبب (التبرغل) والذي فيها درجة الحرارة المزادة والرطوبة تسرعان التفاعلات: إن حدد مدى التفاعل يكون قليلاً وضئيلاً في التوليف بالجملة ولكن حتى في عمليات المزج بالتوليف المزج بالتوليف بعض التفاعلات قد تحدث والتي تؤثر بشكل هام على نوعية المستحضرات (المنتجات) .

وبعض من التفاعلات الكيماوية الشائعة والمعروفة والتي قد تحدث في الخلطات الجافة مذكورة كالتالي كتابة عدد من التفاعلات: 7 سبع تفاعلات .

التفاعلات المذكورة أعلاه وتفاعلات أخرى قد تحدث والتي تؤدي إلى نمو بلوري أو امتصاص أو تحرر من الماء مما يؤدي بالتالي إلى Caking . اليوريا تشكل adducts متعددة ومتنوعة ، بالإضافة إلى adduct مع (بـ) فوسفات أحادي الكالسيوم الموضحة في المعادلة (7) adducts بـ NH_4Cl و $CaSO_4$و H_3SO_4 قد تم تحديدها والتعريف بها كذلك اليوريا قد تتحلل بالماء حسب التفاعل .

المعادلة (8) $Ca(NH_2)_2 + H_2O = 2NH_3 + CO_2$

التفاعل قد يحدث ببطئ في أكوام التخزين (المستودع) وذلك بالاعتماد على درجة الحرارة ، محتوى الرطوبة والحموضة أو بشكل أسرع في تجفيف الأسمدة المركبة ، الأمونيا المتحررة في التفاعل (8) قد تتفاعل مع فوسفات أحادي الكالسيوم في سوبرفوسفات أو مع فوسفات أحادي الأمونيوم .

المعادلة (9) $Ca(H_2PO_4) + NH_3 = CaHPO_4 + NH_4H_2PO_4$

المعادلة (10) $NH_4H_2PO_4 + NH_3 = (NHH)_2HPO_4$

معظم التفاعلات هي تفاعلات ناشرة للحرارة وتسبب حرارة تلقائية (ذاتية) في أكوام التخزين (المستودع) درجات الحرارة المزادة (زيادة) درجة الحرارة تسرع نسبة التفاعل وقد ترفع درجة الحرارة إلى النقطة حيث التفكك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الانحلال السريع للنترات قد يحدث ، محررة بذلك أكاسيد النتروجين السامة . في الخلطات الحمضية الحاوية على النترات والمادة العضوية ، الأكسدة السريعة قد تؤدي إلى حرائق .

المزج (الخلط) الجاف للأسمدة :

إن واحدة من أقدم العمليات لتحضير الأسمدة المركبة هي الخلط (المزج) الجاف ، المواد التسميدية مثل سوبر فوسفات الثلاثي أو الأحادي ، سلفيت الأمونيوم ، نترات الصوديوم وأملاح البوتاس تزان وتعير بالنسبة المرغوبة (المطلوبة) وتمزج آلياً (ميكانيكاً) وعادة في خلاّط اسطواني دوار . المواد عادة تسحق لتمر وتجتاز مثلاً (6-) شبيكة من الغربال حوالي 3.3 ملم قبل أو بعد المزج (الخلط) وفي التاريخ المبكر للصناعة ، المزج كان يتم يدوياً بواسطة مللغة (مشط) لتسوية التربة ، معول والرفش وفي بعض البلدان طرق يدوية ماتزال تستعمل وخصوصاً من أجل العجنات (الدفعات) الصغيرة .

ولتحبيب Caking الذي يحدث أحياناً مع مثل هذه الخلطات خلال التخزين فإن bulky Conditioner قد أضيفت مثل غلاف البزرة المطحون من القطن – مسحوق الأرز . أو جذوع التبغ . المواد العضوية التالفة (المهملة) أو المهملات المجففة المطحونة من مذبحة الحيوانات هذه المواد أيضاً تعطي وتسهم في إعطاء قيمة مغذية . حجر الكلس المطحون أحياناً كان يضاف لتعديل حموضة سوبرفوسفات وهكذا يتم تحسين ميزاته الفيزيائية . وفي محاولة لضبط والتحكم وcaking في العديد من المعامل الخلطات كانت تخزن في صناديق لعدة أسابيع والتي تسمح بالتفاعلات الكيماوية بين المكونات وذلك لبلوغ الكمال (الانتهاء) . المادة المحفوظة عادة لمدة طويلة ، تسحق لتمر وتجتاز غربال ذو 6- شبيكة وذلك قبل التعبئة والتغليف . المعالجة تنزع نحو تجنب caking قبل التعبئة . في معظم الأقطار الأمنية الخفيفة لسوبر فوسفات قد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أنجزت وذلك لتحسين الميزات الفيزيائية ولتأمين وتزويد جزء من النتروجين . إما الأمونيا اللامائية أو محاليل النتروجين الحاوية على الأمونيا ونترات الأمونيا أو اليوريا (انظر الفصل X) قد استعملت لهذا الغرض . في بعض الحالات سوبر فوسفات قد تمت أمينته بشكل منفصل وبعد ذلك استعمل كمادة أساسية (قاعدية) لتحضير أسمدة مركبة أخرى .

في حالات أخرى ، الأمينة كانت تتم كجزء من خطوة المزج ، الأمنية تخفض وتقلل الانحلالية في المكاء لـ P_2O_5 في البلدان حيث الانحلالية في الماء كانت قاعدة من الرقم (القيمة) التجارية ، المنية إن تمت كانت مقتصرة فقط على تلك الرغوبة (المطلوبة) لتعديل محتوى الحمض الحر لسوبر فوسفات .

تحبب خلطات من المواد الجافة :

هناك عاملان يؤثران على تطور تنمية التحبب للأسمدة المركبة:

1- تركيز الأسمدة المركبة قد ازداد بشكل تدريجي وذلك لتقليل تكاليف النقل ، التعبئة ، التخزين والمعالجة (التسليم) . وبشكل عام كلما كان التركيز عالياً ومرتفعاً كلما كانت مشاكل caking للمركبات غير المحببة أسوأ .

2- مكننة معدات وتجهيزات استعمال الأسمدة للمقل قد تطورت لأن اليد العاملية للحقل أصبحت قليلة وغالية الآلات تطلبت واستلزمت أسمدة ذات تدفق حر بشكل مستقل وهي تعمل بشكل جيد مع المادة ذات المعيار والحجم القريب.

كان ينظر لعمليات التحبب الأولى على أساس أنها خطوة إضافية لعملية الخلط الجاف السابقة . المزيج الجاف المسحوق كان يرطب بالماء ويعرض لفعل آلي الذي أدى للتراكم (التجمع) في جزئيات ذات حجم أقل تناسق وتماثل 10 لجزئيات بعد ذلك تجفف وتغربل ، والجزئيات فوق الحجم العادي كانت تسحق ويعاد دورانها إما إلى الغربال أو إلى جهاز التحبيب . في بعض العمليات ، المنتج كان يبرد ويغطى بعامل تكييف (تهيئة) مثل الطين أو Kieselguhr

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وذلك لمنع Caking . وأحياناً نسبة صغيرة من الزيت كانت ترش على الحبيبات لضمان التصاق الطين . وفي عمليات التطور الأولى لعمليات التحبب . كان هناك العديد من النماذج والأنماط المتنوعة من التجهيزات والمعدات والعمليات قد تم اختبارها وتجربتها وتطوير الطرق الحديثة والمعدات مايزال مستمراً بعض من أجهزة التحبب والتي كانت أكثر وأقل نجاحاً كانت:

1- آلات الطر والإبعاد والتي تنتج وتقدم كريات اسطوانية .

2- أحواض دوارة ، تكون إما أفقية أو مائلة (منحدرة) والتي البعض منها مجهز بشفرات مزج وخلط .

3- الجبالات التي تكون أحواضها أفقية أو مائلة بشكل حرف "U" مزودة بشفرات دوراة أو محاور – أوتاد على واحد أو اثنين من الأعمدة (الأبراج) وذلك لتجميع المادة وتحريكها خلال الحوض .

4- اسطوانات دوارة أفقية أو مائلة بشكل طفيف أو قنوات وأحياناً تكون مزودة بمحرك داخلي .

5- خلاط دوار ليشكل شبيه ومماثل بالخلاط الحرسانة ، في بعض العمليات ، التحبب يحدث بشكل رئيسي في مجفف ، وهكذا فإن وظيفة ومفعول الخلاط كانت تحضير المادة بواسطة التحريك والإضافة الرطبة إلى القوام الذي سوف يُعزز ويُحفز تحبب كاف وفعال خلال التجفيف .

تطور ونمو عمليات التحبب بواسطة تجميع المواد الجافة قد حدث أساساً في بريطانيا العظمى وبعض البلدان الأوربية . وواحدة من العمليات الناجحة المبكرة كانت عملية خلال Eirich (إيريك) والتي استعملت بشكل واسع في العديد من البلدان وخاصة في أوربا . خلاط إيريك هو حوض دوار ، عادة مايكون أفقي حاوي على شفرات خلط بعيدة المركز دوّار . والتحبب يُضبط ويتحكم به عن طريق إضافة الماء ورأو البخار الخلاط يشتغل على مبدأ متقطع (دفعات) حيث الدفعات المتتابعة تصرف إلىمحوِّل مغنياً بذلك مجفف مستمر.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وعندما يشتغل ويدور بشكل ملائم ، فالخلاط قادر على القيام بعمل جيد لتحبيبها الأسمدة المركبة وخاصة المركبات الحاوية على سوبر فوسفات . وهو يستعمل (الخلاط) في بعض المعامل (الوحدات) من أجل تصنيع وتحضير كميات صغيرة من الأسمدة . وهو مجهز ومعد للإنتاج ذو المقياس الضخم والكبير ، الإسطوانة الدوارة أو القناة (الأنبوب) تصبح وماتزال الطريقة الأكثر شهرة من أجل تحبيب الأسمدة المركبة بدءاً بشكل المواد الجافة الشكل (2) هو جدول للخطوات المتتابعة لوحدة تحبيب مطابقة (مماثلة) من هذا النمط (النموذج) . العملية أحياناً تدعى "التحبب البخاري" .

المواد الداخلة تغربل لإزالة الكتل التي تسحق المواد تزان بشكل متقطع إلى قادوس التغذية والذي منه المزيج يلقم بشكل مستمر عند نسبة وحد مضبوط إلى جهاز التحبيب . في بعض الحالات الخلاط يسبق جهاز التحبيب . والنموذج الأكثر شيوعاً لأجهزة التحبيب هو الاسطواني الدّوار المزود بحلقة احتجاز عند نهاية التغذية ولكن ولا واحد منها يكون عند نهاية التصريف . وهو عادة مايكون أفقي أو مائل بشكل طفيف باتجاه نهاية التصريف . وبالاعتماد على الطاقة المصممة، جهاز التحبيب قد يكون بقطر (1.0-2.5) م وبطول 3-10 م . النجار قد يصرف تحت طبقة المادة عند نهاية التغذية والماء يرش على الطبقة من خلال فوهات المرش الواقعة عند اثنين أو أكثر من النقاط على طول المحور . التحبب يضبط عن طريق كميات من البخار والماء المضاف . ونظرياً لكل مزيج هناك نسبة من الطور السائلي ، الذي عنده كفاية جهاز التحبيب تكون مثلى .

الحالة (الطور) السائلة تتألف من محتوى الرطوبة + الأملاح التي سوف تنحل في تلك الكمية من الماء وبما أن انحلالية أملاح الأسمدة تزداد بزيادة درجة الحرارة . فإنه كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة كلما كان الماء اللازم أقل . وهكذا فمن أجل مزيج معطى هناك محتوى رطوبة مثلى لكل درجة حرارة والتي قد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

توصف ويشار إليها بمنحني كما في الشكل (3) الميزة الأساسية لتحببها النجار مقابل استعمال الماء فقط هي أن التحبب يحدث عند محتوى رطوبة منخفضة . وكنتيجة ، التجفيف الأقل يكون لازماً والحبيبات الجافة تكون أكثر كثافة وعادة أقوى .

Brook. T. A قد أعطى وصفاً ممتازاً لتطور التحبب بالبخار والعوامل الهامة في العملية .

وأهمية الحرارة ومحتوى الرطوبة وعلاقتها المتبادلة قد ذكرى للتو . درجات الحرارة في المدى ° 70-90 درجة والمقاسة عند مخرج جهاز التحبيب تكون عادية . محتوى الرطوبة المثلى يعتمد على الصياغة وقد يكون مرتفعاً بنسبة 7 % أو منخفضاً بنسبة 25 .

سرعة دوران – تعاقب جهاز التحبيب الاسطواني الدوار تكون تماماً هامة وذلك لإنتاج دلفنة مؤتلفة ومفعول (فعل) توصيل تعاقبي . حدد Brook أن السرعة المثلى هي 50 % من السرعة الحرجة والتي تصرف بالسرعة التي عندها المادة يمكن أن تحمل (تنقل) بشكل كامل حول الاسطوانة بواسطة القعل الطرد المركزي .

قانون معادلة Brook للسرعة الحرجة في Rpm هي 76.5 حيث d تكون قطر الاسطوانة مقدرة بالقدم وإن كان قطر الاسطوانة مقدراً بالمتر فإن الصيغة (التشكيلة ، تكون 42.3 /d . وهكذا فمن أجل أقطار الاسطوانة مقدرة بـ 1 و 2 م تكون السرعات الحرجة 42.3 و 29.9 rpm . قد يكون هناك بعض الصعوبات الالية (الميكانيكية) هي تدوير وتعاقب أجهزة لتحبيب الضخمة عند سرعات عالية نسبياً ، ولكن نتائج مرضية يمكن الحصول عليها عند سرعات منخفضة إلى حد ما .

والقاعدة العامة والمعروفة لطاقة جهاز التحبيب هي نطاقه (منطقته) الاسطواني الداخلي ، ومدى من 30-20 ft2 /طن أمريكي من المنتج/ لكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ساعة تعتبر مقنعة ومرضية . المرادف المتري يكون 3-4 م2/mt لكل ساعة. الجهاز المحبب ذو القطر 2.0 م وطول 6.0 م سوف يكون لها منطقة سطحية بحوالي 37.7 م2 وطاقة تصل إلى 9-12 mt من المنتج لكل ساعة من أجل نتائج أفضل . التحبب المفضل والمقبول يمكن الحصول عليه عند نسب ومعدلات إنتاج أعلى بشكل ملحوظ .

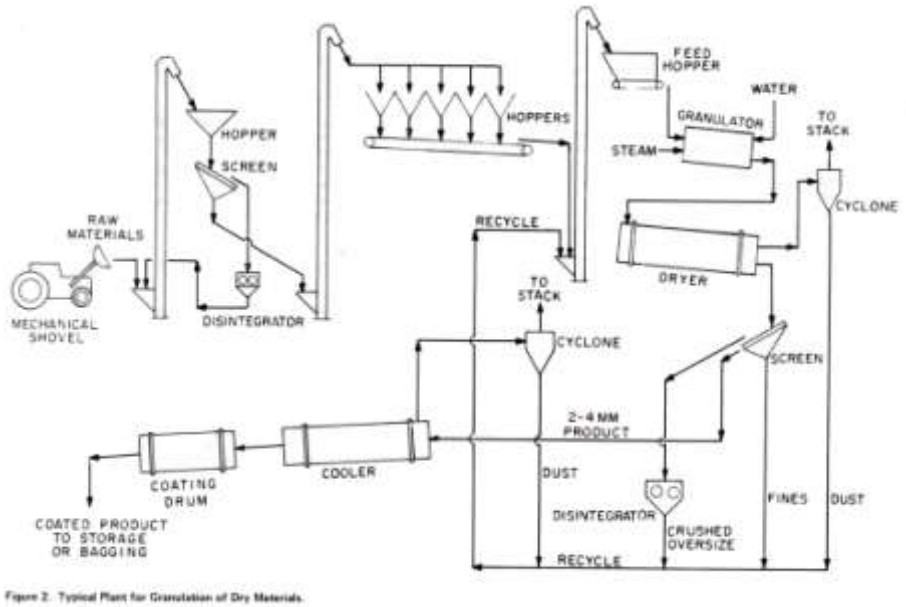


Figure 2. Typical Plant for Granulation of Dry Materials.

إن عمق الطبقة عند نهاية التغذية يجب أن يكون عميقاً كفاية من أجل الامتصاص البخار من فوهات وفتحات البخارية . وزيادة عمق الطبقة بواسطة حلقة احتجاز عند نهاية التصريف لاتظهر ولاتبدو مفيدة وتضاف بشكل غير ضروري إلى مستلزمات وتجهيزات القوة وذلك من أجل دوران جهاز المحبب.

إن مرونة ولدانه المزيج أمر هام ولكنه من الصعب تحديده أو قياسه . الأملاح النقيمة مثل كلوريد البوتاسيوم أو السلفيت أو نترات الأمونيوم أو السلفيت تملك مرونة ولدانة ضئيلة ويُعد من الصعب برغلتها وتحبيبها .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

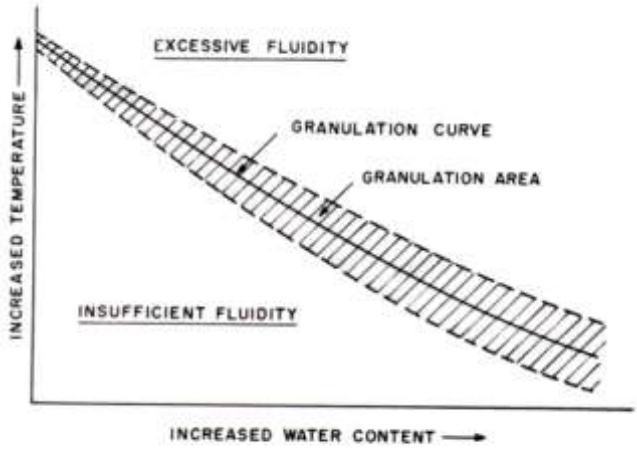


Figure 3. Relationship of Temperature and Water Content to Granulation of Fertilizers.

مركبات سوبر فوسفات (الاحادية) أو الثلاثية تملك مرونة جيدة ، والخلطات الحاوية عليهم تُحبب بشكل سهل ومركبات فوسفات الأمونيوم المعدة والمحضرة من حمض العملية الرطبة لها مرونة في نسبة (جزء) لمحتوى الشوائب فيهم . الصياغات التي تفتقد المرونة يمكن أن تبرغل وتحبب بإضافة مواد طينية مثل الطين حجم الجزئية لمواد التغذية لها تأثير على كفاية وفعالية التحبب (التبرغل) . ومن المفيد وجود الجزئيات في مادة التغذية الخشنة بشكل كافٍ لتشكيل النواة للجزئيات . وهكذا أملاح البوتاس الخشنة تكون مفضلة من أجل تحبيب وبرغلة بدرجات معينة والتي من الصعب تحبيبها وبرغلتها .

Brook يعطي أمثلة والتي فيها كفايات وفعالية التحبب والبرغلة تكون 80 % قد تم الحصول عليها بشكل منسجم ومتماسك . كفاية وفعالية التحبب تصرف بأنها نسبة من المنتج تاركاً جهاز التحبيب الذي يقع ضمن مدى الحجم المرغوب في حالة أمثلة Brook مدى الحجم المرغوب كان إما 1.8-4.0 ملم أو -2.0 3.75ملم . كفاية التحبيب الشاملة لكامل الوحدة (المعمل) قد تكون أضخم (أكبر) أو أقل من تلك المقاسة والمعيرة عند جهاز التحبب وذلك بسبب الفصل أو التراكم في المجفف ، المبرد ، وتجهيزات إضافية أخرى . ولكن نسب إعادة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الدوران: المنتج ذو الدرجة 0.5-0.3 يمكن الحصول عليها في معمل ذو تشغيل وإدارة جيدة . والتجهيز أو المعدات البخارية قد تختلف باختلاف الصياغة . بروك يعطي أمثلة بنسبة 90-70 كغ لكل طن من المنتج . البخار ذو الضغط المنخفض قد استعمل . الطرق من أجل الحصول على درجة حرارة التحبب المرغوبة بدلاً من حقنة بالبخار قد استعملت . في بعض المعامل (الوحدات) أدخنة الغاز توجه على سطح المادة في جهاز التحبيب . المجفف قد يسخن ، وباستعمال ماء ساخن بدلاً من ماء بارد يساعد على حفظ البخار . بعض المعامل تستعمل محلول نترات الأمونيوم الساخن كمصدر للنتروجين .

وما يتم فعلاً هو تأمين وتزويد الحرارة من خلال التفاعلات الكيماوية . وهذا الإجراء سوف يدرس في الفصل القادم . الصيغ المستعملة في تحبيب المواد الجافة خلال الخمسينات 1950 احتوت أساساً على سلفيت الأمونيوم ، سوبر الفوسفات الأحادي أو الثلاثي وكلوريد البوتاسيوم . وبشكل تدريجي التحليل قد ازداد بواسطة إحلال سلفيت الأمونيوم بنترات الأمونيوم أو اليوريا . سوبر فوسفات الأحادي قد استبدل تدريجياً بسوبر فوسفات الثلاثي أو بفوسفات أحادي الأمونيوم المسحوقي (على شكل بودرة) .

خلال هذه المرحلة الانتقالية العديد من المعامل الأوربية الكبيرة قد تحولت إلى عمليات الخبث التي تعتمد على نترات فوسفات الأمونيوم (الفصل XIV) أو مركبات النتروفوسفات (الفصل XV) . ولكن تحبب المواد الجافة مازال عملية نافعة ومفيدة بالنسبة للمعامل الصغيرة في كل من أوربا والعديد من البلدان النامية .

بقية المعمل (الوحدة) التي تتبع جهاز التحبيب عادة ماتكون مماثلة لكل عمليات التحبيب . وهي تتألف من مجفف ، مبرد ، وسائل غربلة ووسائل لجمع الغبار ولإعادة دوران الدقائق والجزئيات فوق الحجم العادي . في وحدات معامل تحبيب ذات المزيج الجاف ، وحدة الغربلة أحياناً تلي المجفف والدقائق يعاد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

دورانها تسحق ويعاد دورانها إلى المحبب أو إلى المجفف أو أحياناً إلى وحدة الغربلة . وبما أن الجزئيات فوق الحجم العادي قد تجفف بشكل غير تام (كامل) فإنه أحياناً من المفضل إعادة دورانه إلى المجفف بعد أن يسحق بدلاً من وحدة الغربلة . في معظم المعامل الأوربية المنتج المبرد يكيف ويهيأ بواسطة تغطيته بـ % (0.3-1.0) من الزيت تتبع بـ % (2 -1) من الطين . التحبيب بواسطة البخار والماء هو عملية مفيدة بالنسبة للمعامل الصغيرة وخاصة عندما الحموض والأمونيا لاتكون متوفرة بشكل سهر وسريع . وايت قد درس معملاً حديثاً من هذا النمط والذي يقع في اسكوتلندة . والاستعمالات المتعددة والمتقلبة للمعمل موضحة من خلال النماذج الأربعة للمنتجات التي ينتجها :

1- المركبات التي تعتمد على سوبر فوسفات الأحادي مثل 9-9-9 و 6-15-6 .

2- المركبات التي تستند على فوسفات أحادي الأمونيوم غير المبرغل مثل 10-20-15 ، 12-12-18 و 10-10-15

3- المركبات التي تعتمد على اليوريا وأحادي الأمونيوم غير المبرغل او فوسفات ثنائي الأمونيوم مثل 10-10-20

4- مركبات NPK التي تعتمد على المواد العضوية من أجل الاستعمال.

تراص (بالانضغاط) الدلفيني :

الطريقة الجديدة نسبياً لتحبيب الأسمدة المخلوطة الجافة هي التراص بالانضغاط ، على النقيض من عمليات التحبيب الأخرى ، فإن التراص (بالانضغاط) يعمل بشكل جيد عند مستويات رطوبة منخفضة مثل (% 0.5-1.5 . ولذلك التجفيف والتبريد لايكونا لازمين . التراص بالانضغاط يستعمل على مجال واسع من أجل تحبيب سلفيت الأمونيوم وكلوريد البوتاسيوم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العملية قد درست في الفصل XVIII الأسمدة البوتاسية . ونسبياً الاستعمال الضئيل للعملية قد كان من أجل تحبيب الأسمدة المركبة . ولكن الورقة الأخيرة تصف معملاً قد استعمل في ألمانيا لإنتاج كميات صغيرة من الأسمدة المبرغلة من أجل استعمال تخصصي عند نسب 7-3 طن لكل ساعة . بينما بعض المواد من الصعب تحبيبها بواسطة التراص ، مواد أخرى والتي من الصعب تحبيبها بطرق أخرى يمكن أن تحبب بالتراص بالانضغاط؟

إن واحدة من ميزات التراص بالانضغاط هي أن درجات الحرارة المرتفعة غير ضرورية ، المواد العضوية السريعة التأثر بالحرارة قد تكون متضمنة في الصياغة بدون خط الأدنى . على الرغم من أن الوحدات ذات المقياس الكبير هي قيد الاستعملال ، ونفقات هذه الدرجة (المقياس) نسبياً غير هامة وهكذا فالوحدات الصغيرة يمكن أن تكون اقتصادية . كميات صغيرة من درجات مختلفة قد تحضر بسهولة وذلك لأن الوقت اللازم للتغيير من درجة لأخرى يكون قصير وهناك وقت قليل في مادة العملية . والصفة السيئة بخصول التراس بالانضغاط بالنسبة للأسمدة المركبة هي أن المواد المختلفة في الصياغة قد تتفاعل مع بعضها البعض بعد التحبب الذي يسبب تفتتها للجزئيات في بعض الحالات . بعض التفاعلات الممكنة للأسمدة الممزوجة الجافة مذكورة في جزء سابق من هذا الفصل . الجزئيات المحضرة بواسطة التراص بالانضغاط قيل لأن تكون قوالب أو زاوية بدلاً من أن تكون مستديرة . والشكل ليس هاماً بشكل خاص ولكن قد يعتبر غير مفضلاً من قبل المزارعيين الذين هم معتادون على الحبيبات المستديرة بشكل جيد .

تحبيب المواد الجافة مع إضافة المواد التي تتفاعل كيماوياً :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التحبيب قد تطور فيما بعد في الولايات المتحدة أكثر من انكلترا والبلدان الأوربية الأخرى وقد اتبعت منهاجاً وطرقاً مختلفة ، وباستثناء بعض المعامل المبكرة المحدودة ، فإن تحبيب S. U كان يرتكزل على تفاعلات كيماوية .

أمنية سوبر الفوسفات كان التفاعل الأساسي بداية ، وإضافة حمض الكبريت أو حمض الفوسفور مع الكثير من الأمونيا قد تبعت بعد ذلك . بعض الأسباب لاختلاف منهاج وطريقة النموذج التطور هي كالتالي :

1- أمنية سوبر فوسفات كان إجراءً معروفاً في الولايات المتحدة قبل التحبب . محاليل النتروجين الحاوية على الأمونيا ونترات الأمونيوم أو اليوريا كانت مفضلة وعادة هي الصيغة (الشكل) النتروجينية الأقل كلفة بالنسبة لمصنعي الأسمدة المركبة .

2- أمنية سوبر فوسفات يخفض ويقلل انحلاليته في الماء والذي يعتبر ذو أهمية قليلة في الولايات المتحدة حيث الانحلالية في ستيرات الأمونيوم المعدّلة تكون المعيار والمقياس بالنسبة لأسمدة الفوسفات . وعلى النقيض ، انكلترا وبعض البلدان الأخرى تستعمل انحلالية الماء من أجل تقيم وتقدير محتوى P_2O_5 للأسمدة . التفاعلات الحاصلة خلال الأمنية لسوبرفوسفات وتأثيرهم على انحلالية الماء قد درست من قبل Keenan وبعد ذلك من قبل Ross, Hardeaty, while التفاعللات مجدولة أدناه في الترتيب (الحدوث الزمني) الذي يعتقد أنهم قد حدثوا ضمنه :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

$$H_3PO_4 + NH_3 = NH_4H_2PO_4$$
(Equation 11)

$$Ca(H_2PO_4)_2 + NH_3 = CaHPO_4 + NH_4H_2PO_4$$
(Equation 12)

$$NH_4H_2PO_4 + NH_3 + (NH_4)_2HPO_4$$
(Equation 13)

$$3CaHPO_4 + 2NH_3 = (NH_4)_2HPO_4 + Ca_3(PO_4)_2$$
(Equation 14)

$$2CaHPO_4 + 2NH_3 + CaSO_4 = Ca_3(PO_4)_2 + (NH_4)_2SO_4$$
(Equation 15)

$$NH_4H_2PO_4 + NH_3 + CaSO_4 = CaHPO_4 + 2(NH_4)_2SO_4$$
(Equation 16)

Equations 11 and 12 apply to both single and triple superphosphate.
Equations 13 and 14 apply to triple superphosphate ($CaSO_4$ absent).
Equations 15 and 16 apply to single superphosphate ($CaSO_4$ present).

المعادلات 11 و 12 تنطبق على كل من سوبرفوسفات الأحادي والثلاثي المعادلات 13 و 14 تنطبق على سوبرفوسفات الثلاثي $CaSO_4$ غير موجود . المعادلات 15 و 16 تنطبق على سوبرفوسفات الأحادي ضئيل $CaSO_4$ موجود) . خلال أمنية سوبرالفوسفات الثلاثي والذي فيه سلفيت الكالسيوم يكون غائباً وغير موجود أو موجود بنسب ثانوية التفاعلات 11 و 13 لاتؤثر على انحلالية P_2O_5 في الماء ، التفاعل 12 يقلل لإنحلالية بالماء إلى مادون 50 % والتفاعل 14 يزيد من الانحلالية بالماء . في اختبارات الوحدة الاختبارية حددوا تأثير الأمنية لـ TSP على انحلالية P_2O_5 بالماء وذلك اختبارياً وتجريبياً . النتائج موضحة في الشكل 4 . ومن الواضح أن النتائج التجريبية قد توافقت مع النظرية وبينما حدد مدى الأمنية بزداد فإن الانحلالية بالماء تنخفض إلى حد منخفض لحوالي 50 % وبعد ذلك يزدياد بشكل طفيف .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

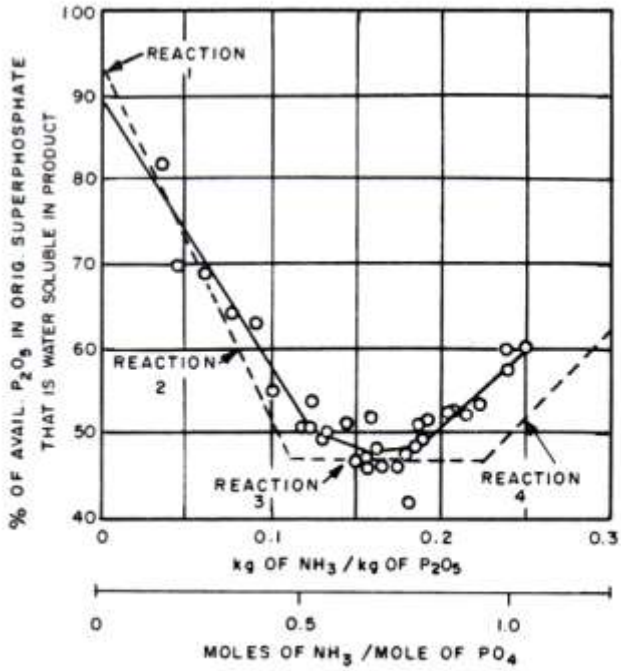


Figure 4. Effect of Ammoniation on Water Solubility of P_2O_5 in Triple Superphosphate.

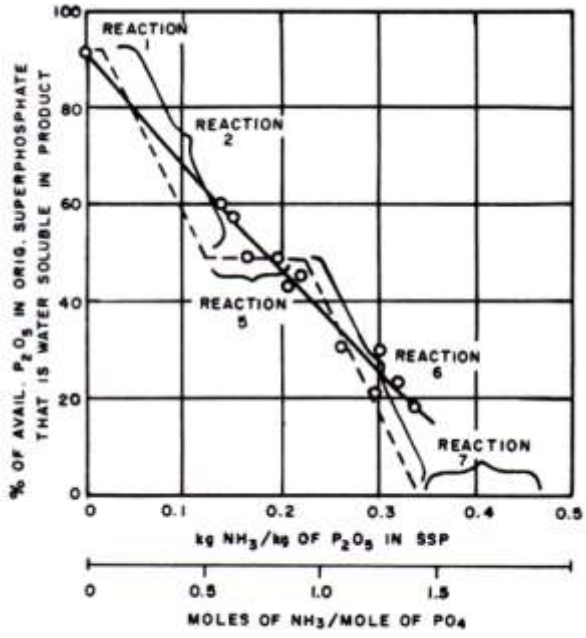


Figure 5. Effect of Ammoniation on Water Solubility of P_2O_5 in Single Superphosphate.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في أمنية سوبرالفوسفات الأحادي ، سلفيت الكالسيوم يترسب في التفاعل وذلك كما هو موضح في التفاعلات 15 و 16 مع الوصول إلأى نتيجة مفادها أن انحلالية P_2O_5 في الماء يستمر في الانخفاض بزيادة حد ومدى الأمنية .

البيانات والمعطيات الاختبارية (التجريبية) الموضحة في الشكل (5) السابق تؤكد هذا التأثير بحيث أن انحلالية الماء التي تكون منخفضة بنسبة 20 % قد تم الحصول عليها عندما يكون حدد مدى الأمنية قد وصل $P_2O_5:MH_3$ إلى نسبة مولية تقدر بـ 2.8 . مركب الفوسفات المتشكل في التفاعلات 14 و 15 موضح كفوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_2(PO_4)_2$. ولكن الدراسات الأكثر حداثة قد أشارت إلى أن مركب الخام الفوسفوري قد تشكل والذي يعتبر منحلاً في ستيرات الأمونيوم المعدل . ولكن ليس في ستيرات الأمونيوم القلوية . فوسفات ثنائي الكالسيوم والمشكل في التفاعلات (12,16) يكون منحلاً إما في ستيرات الأمونيوم أو المعدَّلة . إن التطور من قبل TVA لجهاز التحبب . الأمنية المستمر قد كان له تأثير هام على تطوير عملية التحبب في الولايات المتحدة . جهاز الأمنية المستمر أصلاً قد تطور من أجل أمنية أكثر فعالية وكفاية لسوبرفوسفات مقارنة مع خلاطات المتقطعة (غير دفعات) والتي كانت قيد الاستعمال المعروف . ولكن قد وجد أن التحبيب أحياناً بحيث خلال الأمنية ويمكن أن تضبط بواسطة إضافة الماء أو البخار أو بواسطة ضبط ومعايرة الصيغة لتجنب الحرارة الكيماوية الكافية . الصيغ قد تطورة لتجنب حرارة كافية من التفاعل وذلك لرفع درجة حرارة للخلطات إلى معدل (80-100) %درجة مئوية وذلك للسماح بالتحبب ضمن محتوى رطوبة منخفض ، عندما تكون درجة حرارة . التفاعلات المشتملة في الأمنية لسوبرفوسفات كانت غير كافية ، حمض الفوسفور أو الكبريت قد أضيف مع الكثير من الأمونيا لزيادة الحرارة الكيماوية الكاملة . التحبب لدرجتين (12-6-6 و 20-20-10)

.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قد تم بيانها في وحدة TVA الاختبارية في 1953 ، وفي عام 1962 معملاً في الولايات المتحدة قد عرف بأنه يستعمل عملية TVA ، ومن المحتمل كذلك حوالي ثلثي كامل معامل التحبب الأمريكية . وأخيراً العملية كانت معدة ومهيأة لتلقي الخبث المنتج بواسطة تفاعل الأمونيا أو المحلول الأمنية مع حمض الفوسفور أو الكبريت من أجل الاستعمال مع الصيغ والتي فيها حرارة التفاعل كانت كبيرة جداً للتحرير في جهاز التحبيب – الأمنية وكل عمليات الخبث كانت تتم في هذا النمط من المعدات . جهاز التحبيب – الأمنية TVA قد درس في :

U. S Patent 2,729,554 ; as betch of one of TVA`s early pilot plant Units

موضحة في الشكل 6 .

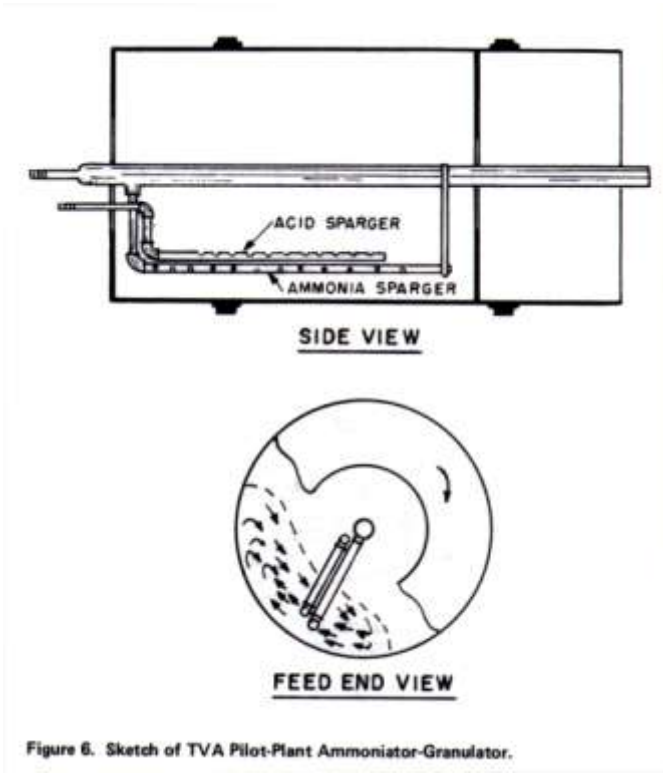


Figure 6. Sketch of TVA Pilot-Plant Ammoniator-Granulator.

والمخطط الإجمالي للوحدة القياسية المستعملة من قبل TVA في عملية تحبب الخبث موضحة في الشكل (7) :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

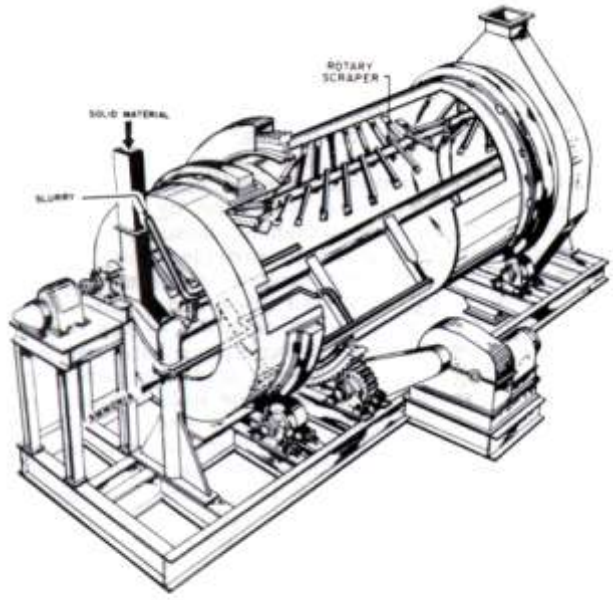


Figure 7. Cut-Away View of Large-Scale Ammoniator-Granulator.

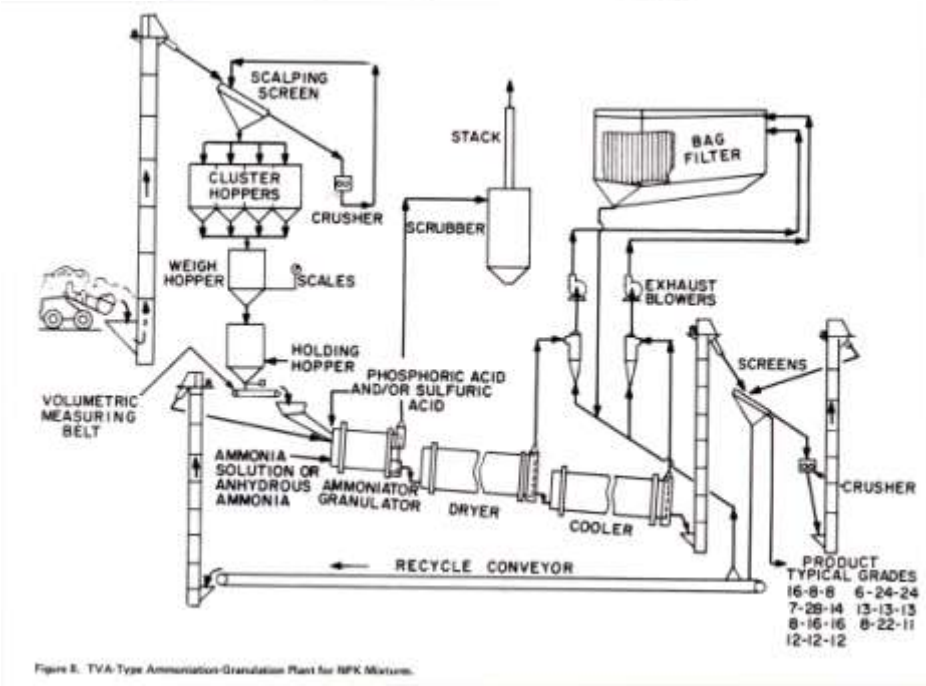


Figure 8. TVA-Type Ammoniation-Granulation Plant for NPK Mixtures.

وخلال السنوات 15 الماضية TVA قد جمعت العديد من صيغ التحبيب – الأمنية والتي زودت وأعطت نتائج جيدة خلال سير الإنتاج في معامل تستعمل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

جهاز TVA للتحبيب والأمنية . هذه الصيغ قد استعملت لحساب عوامل الحالة السائلة التجريبية في كل صيغة . عوامل الحالة (الطور) السائلة موضحة في الجدول (1) .

TABLE 1. EMPIRICAL FACTORS FOR LIQUID PHASE IN A GRANULATION FORMULATION

Material	Liquid Phase, lb/lb of Material or kg/kg
Anhydrous ammonia	0.50
Ammoniating solution	1.00
Orthophosphoric or sulfuric acid	1.00
Superphosphoric acid	1.00
Water or steam	2.00
Ammonium sulfate	0.10
SSP	0.10
TSP	0.20
Granular KCl	0.30
Fine KCl	0.00
30-10-0 or 25-25-0	0.50
18-46-0	0.25
21-53-0	0.20
MAP	0.20

Multiply the weight of each raw material in the formula by the appropriate empirical factor to obtain the total weight of the liquid phase. This total weight should be about 600 lb/short ton (300 kg/mt) for good granulation, but it will be subject to judgment.

والحالة السائلة الكاملة تحسب وتقدر بواسطة مضاعفة وزن كل مادة مستعمل في الصياغة وذلك بواسطة عامل الحالة السائلة المناسب (الملائم) الجدول (1). كامل الحرارة في الصياغة تقدر وتحسب بواسطة مضاعفة وزن الأمونيا التي تتفاعل مع كل مادة بواسطة الحرارة الملائمة للتفاعل الموضح في الجدول (2) . التجربة والاختبار أوضحا أن التحبيب يحدث عندما كامل الكمية من الحرارة الكيماوية المستعملة في الصياغة تكون بين -160,000 180,000 Btu/طن أمريكي من منتج44,441-49,997 mt/Kcal مزودة بذلك حالة سائلة كاملة في الصياغة والتي تكون بين 600 و 800 Ib/ طن أمريكي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

(300-400)كغ/mt . كل هذه العوامل قد اتحدت في برنامج كمبيوتر والذي يستعمل لتحديد الصيغ الأقل كلفة لهذه النماذج من المعامل . والمبدأ من أجل اتحاد وضم التفاعلات الكيماوية مع التحبب قد استعملت في عمليات أخرى متنوعة في بعض العمليات الأمنية والتحبب قد انجزا في الجبالة

في بعض المعامل والتي تملك خلاطات متقطعة ذات نموذج اسطواني من أجل تحضير خلطات غير محببة فإن الخلاط قد تغير ليكون كمجموعة (اتحاد) لجهاز تحبيب – أمنية – وخلاط .

إن عدد معامل تحبيب الأسمدة المركبة والتي هي قيد التشغيل في الولايات المتحدة قد تناقصت من حوالي 50) في 1962 إلى 118 في 1976 ماتبقى في (التشغيل) تعتبر معامل ضخمة وكبيرة . وحسب تقدير عام 1976 من قبل Hargett و Sills فإن 58 % من الأسمدة المركبة المباعة في الولايات المتحدة كانت خلطات مؤلفة حيث 14 % كان مميع و 28 % كان محبباً (مخلوطاً كيماوياً) . وهكذا فالخلط التوليفي والمزج السائلي قد حلوا محل التحبيب وذلك كطريقة لإنتاج الأسمدة المركبة . في معظم البلدان الأخرى التحبب هو الطريقة الرئيسية لإنتاج الأسمدة المركبة ولكن لا معطيات متوفرة عن كيف أن هذه الطاقة مقسمة بين نماذج متنوعة من عمليات التحبيب .

تحبيب الخبث :

عمليات تحبيب الخبث قد تعرف بأنها العمليات التي فيها كل أو معظم المواد الداخلة في عملية التحبيب تكون على شكل خبث . الخبث عادة يحصر بواسطة تفاعل حمض النتريك – حمض الفوسفور أو حمض الكبريت أو بعض الخلطات من هذه الحموض مع الأمونيا وفي بعض الحالات صخر الفوسفات .

مثل هذه العمليات قد درست في الفصول XIV و XV تحت عناوين مركبات فوسفات الأمونيوم "ومركبات سلفيت فوسفات الأمونيوم" ومركبات نترات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فوسفات الأمونيوم ، ومركبات فوسفات أمونيوم- اليوريا ومركبات النتروفوسفات . في كل من هذه العمليات المواد الصلبة مثل أملاح البوتاس قد تضاف إلى الخبث قبل التحبب أو أنها تمزج معه في جهاز التحبيب لإنتاج مجموعة متنوعة من الأسمدة المركبة NPK . في بعض العمليات جزء من التفاعلات الكيماوية قد تتم في جهاز التحبيب . وجهاز التحبيب عادة مايكون إما اسطواني ووار أو من نموذج الجبالة أو العجانة . المنتج المعاد الدوران يضاف ، عادة في جهاز التحبيب ، وبنسب كافية لتقليل وتخفيض الحالة (الطور) السائلة إلى المستوى الملائم للتحبيب . جهاز التكور والذي هو أداة خاصة (مسجلة) قد تطورت من قبل F Girdler. C . هو جهاز تحبب اسطواني بمرش والذي فيه التحبيب والتجفيف يتحدان ويجتمعان . جهاز التكور البارد لتحبيب وتبريد المصهور لنترات الأمونيوم أو اليوريا قد درس في الفصل IX . وجهاز التكوير الساخن يستعمل لتحبيب وتجفيف الخبث . وقد كان ملائماً تماماً من أجل تحبيب النتروفوسفات وحديثاً من أجل نترات فوسفات الأمونيوم . كذلك فوسفات أمونيوم اليوريا قد تم تحبيبه وتجفيفه بشكل ناجح . في عملية جهاز التكور الساخن ، الخبث المعدل الحاوي على البوتاس يرش على غطاء الساقط . للجزئيات الصلبة في اسطوانة دوارة . الهواء المسخن للتجفيف ينفخ بشكل تيار معاكس إلى الرش . درجة حرارة الهواء الداخل المطابق تكون °180-200 درجة مئوية . وبما أن الحبيبات تدور خلال الرش مرات عدة قبل أن نترك الاسطوانة (البرميل) فإن تحبيب ذو نموذج ترقيدي وتبخر سريع للماء يستحصل عليها . معظم الحبيبات التاركة الاسطوانة تكون ضمن الحجم العادي ، فقط نسبة صغيرة يعاد دورانها . العملية تعطي (تنتج) حبيبات قاسية ، مستديرة جيداً وقريبة من الحجم العادي والتي عادة تعتبر ذوات نوعية جيدة . حجم الحبيبة قد تختلف ولكن من 4-2 ملم هو الحجم المطابق للوحدات الأوربية . وإحدى مساوئ جهاز التكور هي أن الطاقات الضخمة تتطلب (تستلزم) وحدات ضخمة كبيرة أو وحدات مضاعفة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

متعددة . الوحدات التي يبلغ قطرها 3.6-3.0 م لها طاقات تصل إلى 300-250 طن يومياً ، الوحدات بقطر 4.25 م تعطي 700-500 طن يومياً والوحدة الأكبر ذات القطر 4.50 م وبطول 4.0 م تشتغل عند 600 طن يومياً على الرغم من أن الطاقة قد تكون أكبر . الوحدة ذات القطر 5.25 م كانت مصممة لطاقات بمدى 1,300-1,000 طن يومياً . مثل هذه الوحدات الكبيرة لاتتنقل بسهولة إلى موقع المعمل مالم يكون الموقع قريباً للطرق المائية .

كل تغذية جهاز التكور يجب أن تكون على شكل خبث ، والتي تؤدي إلى حاجة الإضافة الماء من أجل درجات محتوى البوتاس العالي غير العادي . والمثال الآخر للتجفيف خلال التحبب هو جهاز التحبيب الأسطواني المزدوج للصناعات الزراعية الاسكوتلندية مع إعادة دوران داخلية .

الاسطوانة (البرميل) الخارجي لجهاز التحبيب تكون بقطر 15 Ft وبطول 30 ft ، البرميل يرفع الجزئيات ويعيد دورانهم خلال (9.1 x 4.6) والاسطوانة الداخلي يكون بقطر 9 ft (2.7m) ومعدل الدوران يكون 14 rpm . المزيج من حمض النتريك % (69-65) من HNO_3 وحمض الفوسفور % (39-28) من P_2O_5 يُعدلان بالأمونيا في مرحلتين إلى درجة PH في مدى (6.0-4.5). حرارة التفاعل تبخر الكثير من الماء ، ووهكذا السائل المعدل يحتوي فقط على % 15 ماء ودرجة حرارته تكون 145-140 درجة مئوية . هذا السائل يحقن إلى جهاز التحبيب خلال مرش تحت طبقة الدلفنة في الاسطوانة الخارجي الحبيبات التاركة البرميل الخارجي تُرفع بواسطة قادوس داخلي وتصرف إلى البرميل الداخلي حيث أملاح البوتاس والمادة المعادة الدوران تضافان . المادة من الطبل (البرميل) الداخلي تُصرف بواسطة الجاذبية إلى الاسطوانة وهكذا يتم الحفاظ على نسبة عالي من إعادة الدوران الداخلية والمقدرة بـ 500 طن/ساعة . الهواء المسخن باحتراق الوقود يُنفخ خلال الاسطوانة (البرميل) الخارجي من أجل التجفيف . وجزء من المنتج التارك البرميل الخارجي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يسحب خارجاً من أجل الغربلة عند 1.5-3.5 ملم . الجزئيات مادون الحجم والجزئيات التي تزيد من الحجم العادي يعاد دورانها إلى البرميل الداخلي الحبيبات التاركة جهاز التحبيب- المجفف لها محتوى رطب يصل إلى % 0.3-0.8 ودرجة الحرارة تصل إلى 95-75 درجة مئوية وذلك بالاعتماد على الدرجة . الحبيبات بالحجم العادي تبرد في مبرد ذو طبقة مميعة إلى °35 درجة مئوية وبعد ذلك تغطى بالزيت والطين في برميل دوار . درجات المنتج تتراوح من 15.5-21 إلى 7-7-27 . وهناك عملية أخرى تتضمن التجفيف خلال التحبيب وهي عملية الطبقة المميعة المطورة من قبل Montecatinin وقد درست من قبل Arzani . في هذه العملية خبث نترات فوسفات الأمونيوم المعدَّل يمزج مع أملاح البوتاسيوم والمادة المعادة الدوران وتحقن باتجاه الأعلى إلى داخل الطبقة المنبثقة لجهاز التحبيب المخروطي في نفس الوقت مع تيار من الغاز الساخن .

وفي منتصف (مركز) الطبقة حيث سرعة الغاز تكون عالية ، الحبيبات تتجه نحو الأعلى وفي محيط الطبقة يتجه نحو الأسفل وهكذا يتم إنتاج وتحضير فعل (مفعول تدويري) . كل ممر خلال منطقة الرش يضيف طبقة رقيقة للحبيبات . تطور آخر وإضافي لتقنية للطبقة المتدفقة (المنبعثة) من أجل تحبيب الأسمدة قد تم دراستها من قبل Berquin . مادة التغذية قد تكون محلولاً أو خبثاً مع تيار من الغاز الساخن من أجل التجفيف أو مصهوراً مع تيار من الهواء غير المسخن من أجل التبريد . بالإضافة إلى الأسمدة المركبة بهذه الدرجات 17-17-17 ، الدرجات متنوعة من فوسفات الأمونيوم وفوسفات- سلفيت الأمونيوم قد تم تحبيبها اختبارياً وكذلك اليوريا والأسمدة النتروجينية الأخرى وسوبر فوسفات الثلاثي الحبيبات تكون مدورة بشكل جي، قاسية وذات حجم قريب . نسب إعادة الدوران ضمن نظام 2:1 كذلك درست وتم بيانها . وقد أكد أن Ando في 1970 أن عملية تحبيب الطبقة المتدفقة والمميّعة قد تطورت في اليابان من قبل صناعات يوبي Ube وكانت قيد الاستعمال التجاري من أجل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تحبيب الأسمدة المركبة والميزة الواضحة لتحبيب الاتحاد والتجفيف هي إزالة وحذف جزء واحد أساسي من المعدات والتجهيزات

عمليات تحبيب المصهور :

بما أن المجفف عادة هو الوحدة الأكبر كلفة وضخامة في معمل التحبيب فإن عمليات تحبيب المصهور لها ميزة قوية في إزالة الحاجة لهذه الوحدة . التوفير في الوقود من أجل التجفيف هو ميزة إضافية أخرى . وعادة الطاقة تكون لازمة لتبخير الماء في مرحلة ما من العملية وذلك بتركيز حمض الفوسفور أو بتخير الماء من المحاليل ولإعطاء مصهور . وهكذا التوفير في الوقود من أجل تجفيف المنتج المحبب يعاد جزئياً بالطاقة الإضافية المستهلكة في إنتاج المصهور . ولكن الطاقة تستغل بشكل كافي في تبخير الماء من المحاليل أكثر من تجفيف المنتجات المحببة ولذلك فهنالك بعض التوفير الصافي كذلك هناك بعض الاتحاد للعمليات والتي فيها حرارة التفاعل تكون كافية لتبخير كل الماء . فمثلاً حمض الفوسفور يمكن أن ينتج عند تراكيزه % 50 من P_2O_5 أو أعلى (الفصل XIII) . وحمض النتريك يمكن أن ينتج عند تراكيز في مدى (معدل) % 65-75 من HNO_3 بدون حرارة خارجية . حرارة التفاعل لهذه الحموض مع الأمونيا قد تكون كافية لتبخير محتوى الماء فيهم . وانتاج حمض الكبريت يخلق طاقة فائضة كالبخار الذي يمكن أن يستعمل من أجل تركيز حموض أخرى أو محاليل .

كذلك ، تفاعل حمض الكبريت مع الأمونيا هو ناشر للحرارة بشكل عالي، مزيج من حمض الكبريت مع حمض الفوسفور ورأو حمص النتريك قد تزود (تؤمن) أحياناً طاقة كافية بواسطة التفاعل مع الأمونيا لتحضير مصهور لا مائي . عملية تحبيب المصهور لانتاج فوسفات أحادي الأمونيوم ، نترات فوسفات الأمونيوم (APN) أو فوسفات أمونيوم اليوريا (UAP) قد درست في الفصل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

XIV وكذلك من أجل أسمدة النتروجين في الفصل VIII . في هذه العمليات أملاح البوتاسيوم والمواد الصلبة الأخرى يمكن أن تضاف لانتاج المنتجات المحببة لـ NPK وطرق انتاج وتحضير الحبيبات من المصهور تتضمن التقشر (التصلب) على السطوح المبردة بالماء للبرميل (الاسطوانة) أو السير ، التحبب الحوضي ، تحبيب الاسطوانة (البرميل) بالرش ، التحبب بالبرميل الدّوار وتحبب بالجبالة . عملية تحبب المصهور المسامة بـ Fisons هي قيد الاستعمال التجاري في انكترا . والبحث المبكر من قبل Fisons أظهر أن المزيج تصلبي بين نترات الأمونيا وفوسفات أحادي الأمونيوم انصهرت عند الدرجة الأخفض أو التي هي دون درجة الحرارة تلك لنترات الأمونيوم (170° درجة) . وبالممارسة ، المصهور ينتج بتفاعل حمض الفوسفور العملية الرطبة % 50 من P_2O_5 مع الأمونيا في صهاريج محرَّكة مع إضافة % 92 من محلول نترات الأمونيوم . في هذه المرحلة نسبة $NH_3:PO_4$ تحفظ دون تلك لفوسفات أحادي الأمونيوم (MAP) وذلك لتجنب خسارة الأمونيا . في مرحلة ثانية ، الأمنية تتم وتنجز لـ MAP والماء المتبخير بتيار معاكس من الهواء الساخن في عمود الانتزاع . المصهور يمكن أن يحبب بواسطة التقشر أو أي معدات (تجهيزات) تحبيب معروفة وشائعة . وبالممارسة (فعلياً) أجهزة التحبيب الاسطوانية الدّوارة تستعمل وذلك لأنهم يكونوا متوفرين في معامل التحبيب التقليدية .

عملية مفاعل الأنبوب (القناة) لـ TVA كانت قيد الاستعمال ولسنوات عدة في استعمالات متعددة لانتاج بولي فوسفات الأمونيوم (APP) مصهور أو محلول . وحدة مقياس (معيار) العملي هي قيد التشغيل في Muscle shools والباما والتي تستعمل مفاعل الأنبوب لانتاج 16 طن/ ساعة من APP المحبب 0-55-11 إلى 0-57-11 أو 0-28-2 والجدول لخطوات العملية المتتابعة للعملية موضح في الشكل (9) حمض الفوسفور و % 54 من P_2O_5 يعدّل مسبقاً جزئياً في برج الرش وبعد ذلك يتفاعل مع الأمونيا الغازية المسخنة مسبقاً

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في مفاعل الأنبوب المصنوع من الفولاذ ولا يصدأ (316L) والذي قطره 15 سم وطوله 3 م .

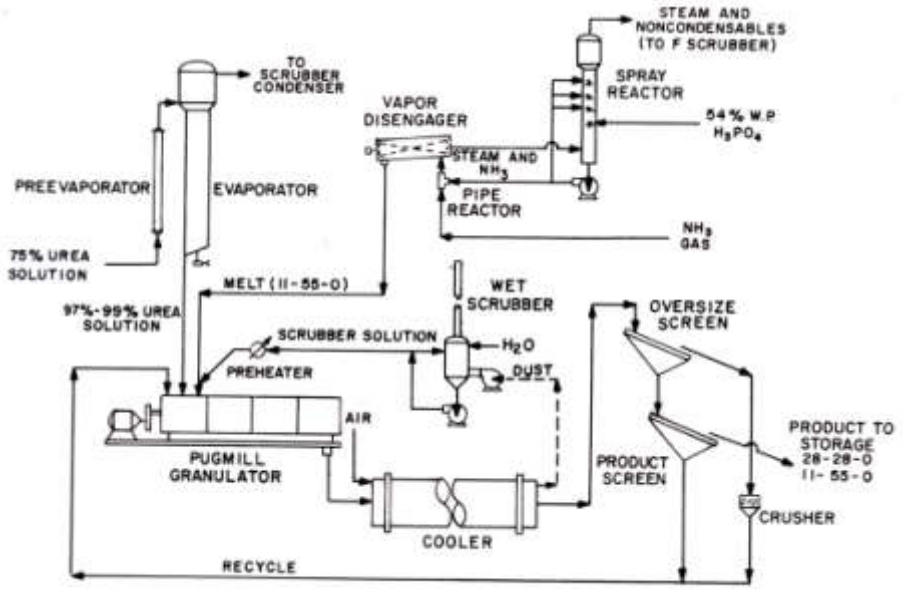


Figure 3. TVA Pipe Reactor—Pugmill Process for Production of Granular Urea–Ammonium Polyphosphate.

درجة حرارة التفاعل تكون 210-230° . المصهور الذي يكون رغوياً باستعمال الحمض الأسود فلوريدا ، يذهب إلى فاصل البخار وبعد ذلك إلى الجبالة من أجل التحبيب مع الدقائق المبرّدة والمعادة الدوران . المنتج يحتوي على حوالي % (15-25) من P_2O_5 لـ بولي فوسفات وبشكل أساسي بيروفوسفات . نسبة بولي فوسفات تضبط بواسطة حد التسخين المسبق للأمونيا والحمض وكذلك بواسطة تركيز الحمض . ولانتاج 0-28-28 مصهور اليوريا يضاف إلى الدقائق المعادة الدوران في الجبالة بالقرب من نهاية التغذية .

في اختبارات الوحدة التجريبية ، فإن جهاز التحبيب الاسطواني– الدَّار قد استعمل بنجاح والبوتاس قد أضيف لانتاج درجات NPK متعددة . اليوريا يمكن أن تضاف إما كمصهور أو على شكل صلب أو بشكل متناوب نترات الأمونيوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

(المصهورة أو الصلبة) قد تستعمل . جهاز فصل البخار لا يكون ضرورياً في هذا النظام لأن البخار يؤمض من المصهور في جهاز التحبيب .

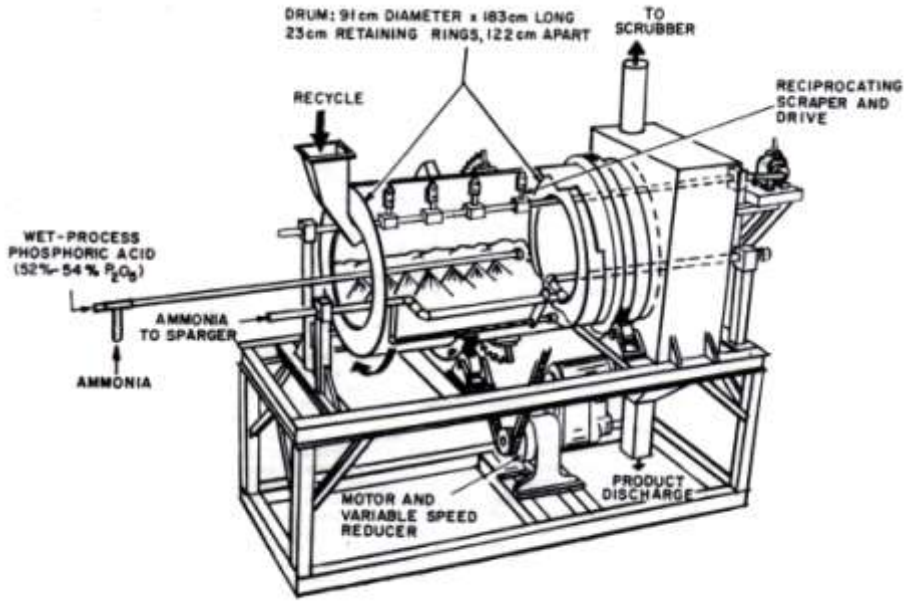


Figure 10. Sketch of Pipe Reactor and Rotary-Drum Granulator.

وكذلك جهاز التعادل المسبق يمكن حذفه والكمية الصغيرة من الأمونيا في البخار التاركة جهاز التحبيب يمكن أن تسترد في النازع مع حمض الفوسفور . محلول (نزع) فوسفات الأمونيوم يعاد إلى جهاز التحبيب . وهناك حرارة كافية في المادة المبرغلة الساخنة لتبخير الماء في محلول النازع . في بعض تعديلات العمليات ، الكثير من الأمونيا يضاف في جهاز التحبيب . الشكل 10 يظهر اتحاد (اندماج) المفاعل الأنبوبي- لجهاز التحبيب في المحطة الاختبارية والشكل 11 يظهر رسماً بيانياً لكامل الوحدة التجريبية . التعديل الآخر لعملية تحبيب مصهور TVA تتضمن استعمال مفاعل تصالب (تقاطع) الأنابيب والذي فيه حمض الكبريت وحمض الفوسفور يتفاعل مع الأمونيا لتشكيل المصهور الذي يرش على جهاز التحبيب الاسطواني- الدّار استعمال حمض الكبريت يزيد حرارة التفاعل وبذلك المصهور يمكن أن يحضر وينتج مع تراكيز

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حمض الفوسفور دون % 54 من P_2O_5 أو بدون تسخين مسبق للمواد المتفاعلة . بشكل متناوب ، الحرارة الإضافة قد تستعمل لتوليد بولي فوسفات الذي يحسن التحبب . وحدات ومعامل التحبيب ذو المقياس المعياري المتعددة في الولايات المتحدة وبعض البلدان الأخرى تستعمل عملية مفاعل الأنبوب لصنع وتحضير مجموعة متنوعة من الأسمدة المركبة مثل 0-48-12 ، 0-40-10 ، 6-24-24 ، 13-13-13. في بعض التعديلات جزء من حمض الفوسفور يضاف مباشرة إلى جهاز التحبيب مع الأمونيا يتفاعل معها . هذا الترتيب يعطي تحبيب أفضل لبعض الدرجات . في تعديلات أخرى مفاعل الأنبوب يستعمل لانتاج وتحضير خبث ساخن ذو رطوبة منخفضة أكثر من المصهور وذلك عندما أمينة أخرى تبخر في جهاز التحبيب .

جهاز مشابه إلى حد ما يستعمل من قبل شركة Cros. A. S في اسبانيا على الرغم من أنه في هذه الحالة ، مفاعل الأنبوب يستعمل لانتاج وتحضير خبث حاوي على % (5-10) من الرطوبة التي تصرف إلى جهاز التحبيب الحوضي يتبع لجهاز التحبيب– جهاز الأمنية الأسطواني . الحبيبات الحاوية على %(2-4) من الرطوبة ويجب أن يجفف . مدى واسع من الدرجات قد حُضرت بإضافة اليوريا أو الأمونيا في نسبة 1:2 قد تم ذكره . فوسفات ثنائي الأمونيوم يمكن إنتاجه وتحضيره بواسطة أمنية إضافية في جهاز التحبيب الاسطواني (انظر الفصل XIV) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

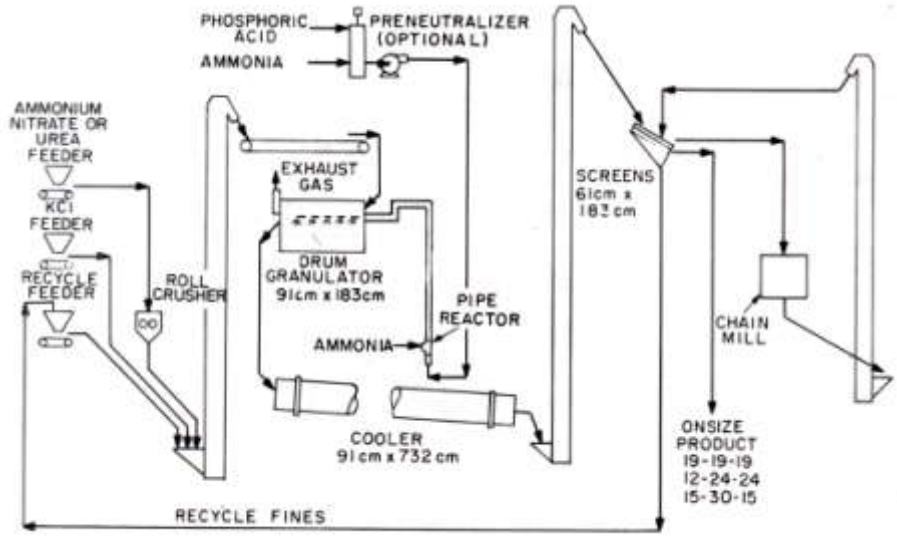


Figure 11. Flow Diagram of Granulation Pilot Plant Using Pipe-Reactor Process for NPK Fertilizers.

Prilling الأسمدة المركبة :

Prilling قد ينظر إليه نمط خاص من تحبيب المصهور . وقد كان واحداً من الطرق الأولى لانتاج وتحضير الأسمدة المبرغلة . وقد استعمل بداية على النترات التشيلية للصودا حوالي عام 1930, نترات الصودا قد صُهرت عند حوالي 1400° درجة مئوية وترش في برج . القطرات الصغيرة المتساقطة قد تم تبريدها بواسطة تيار هواء صاعد والتي أعطى جزئيات كروية تقريباً بحوالي -10 20 من حجم الشبكة (شبيكة) .

أصبح بشكل لاحق Prilling طريقة مفضلة لتحبيب نترات الأمونيوم ، اليوريا ونترات البوتاسيوم . في مثل هذه الحالات المادة الواجب Prilled هي مركب كيماوي أحادي ، وهي ترش إلى برج Prillng على هيئة مصهور أو محلول مركز بشكل عالي عند درجة حرارة أعلى إلى حد ما من درجة انصهارها .

Prilling الأسمدة المركبة الحاوية على اثنين أو أكثر من المركبات الكيماوية هو تطور حديث نسبي . مزيج من فوسفات الأمونيوم ونترات الأمونيوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

(APN) تشكل مصهور مائع عند درجات حرارة أخفض دون حتى درجة نقطة الإنصهار لنترات الأمونيوم °170 درجة مئوية) ولذلك فإنهم نسبياً من السهل أن TVA-Prilled أعطت وصفاً لـ Prilling مزيج ANP في تجهيزات ذات مقياس صغير في 1955 . وعاملي Monsanta قدموا طريقة لـ Prlling مزيج من فوسفات أحادي الأمونيوم ونترات الأمونيوم في 1960 وقدموا كميات محددة من 0-14-29 Prilling مركبات NPK تتضمن صعوبات ومشاكل كبيرة ، كلوريد البوتاسيوم أو السلفيت له درجة حرارة والتي كمية منخفضة جداً منها يتوقع أن تنحل في اليوريا المصهورة أو نترات الأمونيوم عند درجات حرارة التي عندها هذه المواد تكون مستقرة . ولكن المصهور الحاوي على أكثر من % 50 من الأجسام الصلبة معلقاً يمكن أن تضخ وترش ، التدابير الوقائية الملائمة (تتخذ) تؤخذ لمنع ترقيد الأجسام الصلبة وانسداد معدات الرش . والتجهيزات الخاصة بتشكل القطرة المفضلة هي الحُق المثقب الدَّوار مع نازع داخلي .

هذا الجهاز يدرس بالتفصيل من قبل Vanden Berg و Halli . حجم القطرات يضبط بواسطة قطر الثقوب والتجاويف في القدح ونسبة الاحتفاظ وكذلك ميزات وصفات المصهور . وإحدى ميزات قدح هو أنه موجز وململم بحيث يمكن إزالته بسهولة من أجل التنظيف . وبالمقارنة المرشات الرأسية الرذاذية تكون نسبياً من الصعب تنظيفها . Prilling مركبات NPK و NP الحاوية على نترات الأمونيوم قد تطورت على أساس مقياس تجاري من قبل مناجم Dutch Statc Mines (عملية ستامي كاربون) ومن قبل Norsk Hydro (النرويج) كلا الشركتين قد أعطوا تراخيص بعمليتهم لمصنعين آخرين . القيمة الإجمالية للتراكيب التجاري ليست معروفة . في كلتا الحالتين عملية Prilling قد استعملت أصلاً من أجل Prilled مركبات نتروفوسفات التي تحتوي أساساً على نترات الأمونيوم ، فوسفات أحادي الأمونيوم وفوسفات ثنائي الكالسيوم . ولكن Albright وويلسون Wilson وقد تبنوا طريقة عملية ستامي كاربون للعديد من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مركبات نترات فوسفات الأمونيوم مع البوتاس المضاف كـ كلوريد محلول نترات الأمونيوم يحضر بالتعديل الضغطي لحمض النتريك مع الأمونيا: المحلول الناتج يركز من 72 % إلى 92-94 % في مبخر هوائي (فراغي) باستعمال بخار العادم من جهاز التعادل الضغطي. المحلول بعدئذ يخلط (يمزج) مع حمض فوسفور العملية الرطبة الذي تم تركيزه إلى 50 % من P_2O_5. المزيج يعادل مع الأمونيا إلى مرحلة فوسفات أحادي الأمونيوم ويركز (يكثف) في مبخر ضغطي لتشكيل مصهور عند 175° درجة مئوية . والتي تحتوي حوالي 0.5 رطوبة . المهصور يُضخ إلى أعلى (قمة) برج Prilling حيث يمزج مع كلوريد البوتاسيوم الدقيق والمسخن مسبقاً في خلاط خاص . المزيج يصرف مباشرة إلى قدح Prilling دوّار أو قادوس . القطرات تبرد وتتصلب حالما تسقط خلال تيار هواء صاعد في برج Prilling . Prills تجمع عند أسفل البرج وتبرد بشكل إضافي في مبرد دوار . المنتج يغربل بين 1.2 و 4.0 ملم الحبيبات التي تزيد عن الحجم العادي تسحق والدقتئق مابين 3-8 % من through put يعاد دورانها إلى وعاء (صهريج) الخلط (المزج) عند أعلى برج Prill . جزء (بعض من الدرجات) المنتجة تكون 9-9-25 ، 11-11-22 ، 22-9-17 و 2-15-15. وإحدى المستلزمات الخاصة للعملي هي أن البوتاس يجب أن يطحن بشكل دقيق بما فيه الكفاية لمنع انسداد الفتحات (الفجوات في قدح) Prilling وتسخن مسبقاً إلى درجة حرارة عالية بشكل كافي لمنع تجمد المصهور . حجم الجزئية المفضل يكون أصغر من 300 Hm ، ومعدل درجة الحرارة المفضل يكون°140-160 درجة مئوية . ولكن البوتاس الدقيق جداً يكون غير مرغوباً به وذلك لأنه من الصعب مزجه مع المصهور في الخلاط . البوتاس يهيأ ويحضر في وحدة التسخين ، الحسق والتجفيف المؤتلفة وينقل بالهواء المضغوط مع الهواء الساخن إلى قادوس التغذية في أعلى برج Prill . وأي نفاية مثل الورق ، الشظايا الخشبية ، أو معدن قد يزال بواسطة الغربلة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

زمن الخلط (المزج) يجب أن يكون قصيراً لأن الكلوريد يحفز تفكيك نترات الأمونيوم . زمن الاحتفاظ (الاستبقاء) في الخلاط الذي يخلط البوتاس مع المصهور يكون أقل من دقيقة واحدة . ومن وجهة نظر زمن الخلط القصير، درجات ومعدلات التغذية للمصهور ، البوتاس إلى الخلاط يجب أن تكون دقيقة وثابتة ومستقرة لمنع التنوعات الزائدة في تركيب الخليط .

عملية Norsk Hydro كما وصفت من قبل Steem و Terjesseu في ورقة موضحة في تشرين الأول 1971 تبدو شبيهة ومماثلة لتلك المذكورة أعلاه . ولكن مصهور نترات فوسفات الأمونيوم يحضر بواسطة تعديل عملية النتروفوسفات adda والتي فيها أكثر من 85 % من الكالسيوم تزال كنترات الكالسيوم . وهكذا المحلول المتبقي بعد التعديل يحتوي على فوسفات أحادي الأمونيوم ونترات الأمونيوم ولكنه أيضاً يحوي بعض فوسفات ثنائي الكالسيوم. هذا المحلول يتبخر إلى مصهور حاوي فقط على 0.55 % من الرطوبة عند 180° درجة إن نسبة ومعدل نترات الأمونيوم إلى فوسفات الأمونيوم يمكن ضبطها ضمن الحدود بإضافة محلول نترات الأمونيوم المستحصل عليه بواسطة تمويل نترات الكالسيوم . المصهور يمزج مع أملاح البوتاس المسخنة مسبقاً في خلاط خاص عند أعلى برج Prill . إما كلوريد البوتاسيوم أو السلفيت قد يستعمل Norsk Hydro يذكر الاتجاه (الميل) لـ للزوجة الخاصة بالمصهور للزيادة بعد المزج وذلك لأن كلوريد البوتاسيوم يتفاعل مع نترات الأمونيوم لتشكيل كلوريد الأمونيوم ونترات البوتاسيوم . هذا الميل (الاتجاه) يضبط بواسطة تحديد زمن الاحتفاظ للخليط والتحكم بحجم الجزئيات لكلوريد البوتاسيوم . بعض من الدرجات المذكورة هي 0-30-20 ، 0-23-23 ، 11-11-22 ، 17-17-17 و 15-20-15 . الأسمدة المركبة الحاوية على اليوريا تكون Prilled فقط في اليابان كما هو معروف حتى الآن.

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وهناك Mintsui Toatsu تنتج مزيج من Kcl – اليوريا Prilled . البوتاس يسخن مسبقاً ويضاف إلى مصهور اليوريا قبل Prilling في برج Prill والذي ارتفاعه 40 م . ولكن ، الهيئات المضبوطة قد أنتجت Prilled NP وأسمدة NPK التي تعتمد على اليوريا على مقياس الوحدة الاختبارية. في عام 1968 TVA أوضحت وبينت Prilling الزيتي لخليط بولي فوسفات . واستعمال الزيت بدلاً من الهواء كوسيط مبرد لـ Prills قد تطورت من قبل مناجم Dutch States واستعملت تجارياً من أجل Prilling نترات الكالسيوم . في عملية TVA ، مصهور بولي فوسفات الأمونيوم قد مُزج مسبقاً مع مصهور اليوريا في حوض Trough الذي يصرف إلى قدح Prilling الدّوار . درجة حرارة الخليط كان حوالي 132 درجة مئوية . القطرات من قدح Prill قد جُمعت في زيت خفيف light الذي قد حُفظ عند حوالي 38 درجة مئوية وذلك بالتبريد مخلفات المائية . Prills قد فصلت من الزيت بواسطة الطرد المركزي وتكون بحجم من 7 إلى 12 شبيكة . مصهور بولي فوسفات الأمونيوم قد حضر من حمض فوسفور الفرن الكهربائية وقد احتوت حوالي 50 % من P_2O_5 في أشكال من بولي فوسفات . الدرجات المنتجة كانت 0-30-30 ، 0-18-36 ، 39- 0-13 الدراسا الأخرى الإضافية للوحدة الاختبارية للأسمدة المركبة التي تعتمد على اليوريا ذا Prilling الزيتي قد وضعت وذكرت من قبل Hatakeyama . في هذه العملية مصهور اليوريا قد مزج مع فوسفات أحادي الأمونيوم المسخن مسبقاً والمجفف (وفي بعض الحالات) كلوريد البوتاسيوم وسلفيت الأمونيوم . المزيج المميع قد Prilled في أداة (وسيلة) Prilling (التفاصيل لم تنشر وتوضح بعد) وتجمع في زيت ذو لزوجة منخفضة . وكما في عملية TVA ، Prills قد فصلت عن الزيت بواسطة الطرد المركزي . وقد أكد على ضرورة ضبط والتحكم بدرجة الحرارة للمزيج المميع في Prilled . درجة الحرارة العظمى لخليط ذو درجة 18.6-18.6-18.6 كانت 125 درجة مئوية الدرجات الأخرى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المذكورة كانت 17-21-18 و 0-28-28 والزمن المزج القصير (حوالي 4 دقائق) كان مفضلاً ، التماس والاتصال المطوّل لمصهور اليوريا مع فوسفات أحادي الأمونيوم تسبب في تفكيك وتفتيت اليوريا وتشكل بولي فوسفات وذلك حسب التفاعل التالي :

$$(NH_2)_2CO + 2NH_4H_2PO_4 \rightarrow$$
$$NH_4H_2P_2O_7 + CO_2 + 2NH_3$$

بالموازنة التفاعل يكون غير مرغوباً بسبب الرغوة والضياع الممكن للأمونيا لـ جزء من الأمونيا قد retained لـ أورثو فوسفات ثنائي الأمونيوم أو بيرفوسفات ثلاثي الأمونيوم . ومؤخراً جداً Norsk Hydro قد طور عملية Prilling الهوائي من أجل الأسمدة المركبة التي تعتمد على اليوريا وفوسفات أحادي الأمونيوم . (MAP) قد أنتجت كمصهور من حمض فوسفور العملية الرطبة في مفاعل الأنبوب من النموذج المطوّر من قبل TVA . المصهور يحتوي على جزء من بولي فوسفات إلى ما يزيد عنم % 30 . وجود جزء من بولي فوسفات يكون مرغوباً وذلك لأنه يخفض (يقلل) نقطة الانصهار ويحسن الميزات الفيزيائية للمنتجات . ولكن المصهور الذي يحتوي على نسبة عالية من بولي فوسفات تكون بطيئة لأن تتبلور وقد تبقى بلاستيكية لفترة طويلة من أجل Prilling . طرق التشغيل قد تذكر كالتالي:

1- مصهور MAP قد Prilled بدون إضافات .

2- مصهور MPP قد Prilled بدون إضافة اليوريا الصلبة المسخنة مسبقاً و KCl .

3- مصهور MAP قد يتصلد ، وبعد ذلك تسخن مسبقاً وتمزج مع مصهور اليوريا من أجل Kcl- Prilling المسخن مسبقاً قد يضاف أيضاً .

الطريقة الثالثة لها ميزة أن محتوى بولي فوسفات المرتفع يمكن أن يحتمل لأن بولي فوسفات في المصهور المتصل سوف يكون ليها الزمن لتتبلور قبل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العودة إلى عملية Prillimg وبالتالي المرونة (اللوانة) أو ميزة التصلد البطيئ لمصهور بولي فوسفات المرتفع قد يتم تجنبها . وكما في عمليات Prilling لـ NPK الأخرى ، ضبط درجة الحرارة القريبة والمزج السريع مع زمن استبقاء قصير في الخلاط أمر هام . الحسنات والمساوئ لـ NPK Prilling عديدة . والحسنات والزايا معروفة جداً . النسبة العالية جداً للمنتج تكون بأن المنتج (ضمن الحجم) وبالتالي هناك إعادة دوران قليلة . وعادة هناك القليل من الغبار على الرغم من أنه قد يكون دخان مع بعض التراكيب . الرطوبة تزال بشكل كافٍ بواسطة تبخير المحاليل بدلاً من تجفيف الحبيبات الرطبة وخصوصاً عندما عملية التحبيب تتضمن نسب إعادة دوران مرتفعة . والشكل الكروي تقريباً لـ Prills أحياناً يكون مفضلاً عن ذلك بالنسبة للحبيبات ذا الشكل غير المنتظم . تكاليف رأس المال والتشغيل لمعمل Prilling عادة ماتكون أقل من تلك النسبة لوحدة التحبيب وخصوصاً من أجل عمليات تشغيل ذات مقياس ضخم وكبير .

والميزة السيئة هي أن الصيغ التي Prilled لها بعض التحديدات لأن المزيج يجب أن يكون قادراً على تشكيل مصهور سائل كذلك الصيغ الحاوية على نسبة مرتفعة من سلفيت الأمونيوم ، أملاح البوتاسيوم وسوبرفوسفات قد يكون من الصعب أو مسحيل أن Prill . حجم الجزيئة ليس قابلاً للتحكم والضبط ضمن مدى واسع كما هو الحال في التحبيب . ولكن معظم الصيغ سوف تقدم حجم الجزيئة مقبول . وضبط درجة الحرارة ، حجم الجزيئة ، زمن الخلط (المزج) والنسب عادة ماتكون حرجة أكثر مما هي عليه في عمليات التحبيب . وبما أن برج Prill يجب أن يكون له ارتفاع ذو حد أدنى (عادة 40 م) فإن وحدة ذات طاقة صغيرة تميل لأن تكون تقريباً مكلفة وغالية كما هي الوحدة الكبيرة . وهكذا Prilling قد يكون مكلفاً أكثر من التحبيب من أجل المعامل والوحدات الصغيرة وعلى الرغم من أنها حتى أرخص من أجل الوحدات الكبيرة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فوسفات ثنائي الأمونيوم غير مستقر عند درجات حرارة المصهور المرتفعة والمتضمنة في Prillimg وفي معظم عمليات تحبيب المصهور . ولذلك الميزة السيئة لعملية المصهور بشكل عام هي أن المنفعة الكاملة لايمكن أخذها (اعتبارها) من طاقة حمض الفوسفور وذلك لتثبيت الأمونيا . وبما أن تكاليف الأمونيا تكون فقط حوالي النصف بقدر الأشكال الصلبة للنتروجين ، فوسفات ثنائي الأمونيوم فإن له ميزة (منفعة اقتصادية) جوهرية (أساسية) وذلك كما هو موضح في الفصول XIV و XVII .

التوليف والمزج بالجملة :

التوليف بالجملة هو شكل خاص من التجفيف الجاف الذي فيه المواد يجب أن تمزج في كلها محببة وتقريباً ذات حجم جزيئي متشابه . الخليط قد يوزع بالمفرق أو أنه قد يعبأ من أجل التسويق . المواد الواجب توليفها قد تكون إما خالصة أو أسمدة مركبة أو مزيج من الاثنين معاً . المواد المعروفة هي أحادي الأمونيوم وفوسفات ثنائي الأمونيوم ، سوبر فوسفات الثلاثي وكلوريد البوتاسيوم ونترات الأمونيوم سلفيت الأمونيوم أو اليوريا . الجدول (3) يظهر أن حجم الجزيئة وبعض الميزات الفيزيائية للمواد المستعملة من أجل التوليف بالجملة في الولايات المتحدة . في معظم البلدان الأخرى ، الحبيبات الأكبر إلى حد ما تكون مفضلة . المزج بالجملة قد نشأ في الولايات المتحدة في أوائل 1950 الخمسينات ونما وتطور بسرعة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 3. APPARENT SPECIFIC GRAVITY, PARTICLE SIZE DISTRIBUTION, AND PARTICLE SHAPE OF SOME GRANULAR FERTILIZER MATERIALS

	Apparent Specific Gravity	Grade	Tyler Screen Range, Wt. % +6	-6 +8	-8 +10	-10 +16	-16	Particle Shape[a]
Ammonium nitrate								
Prills	1.29	33.5-0-0	0	6	65	25	4	WR
Prills (high density)	1.65	33.5-0-0	0	0	8	89	3	EWR
Granules	1.50	33.5-0-0	1	35	54	8	2	FWR
Flakes	1.63	33.5-0-0	0	25	43	28	4	R
Ammonium nitrate sulfate								
Granules	1.51	30-0-0	2	29	56	10	3	FWR-PR
Urea								
Prills, unconditioned	1.32	46-0-0	0	1	17	78	4	EWR
Prills, conditioned	1.31	45-0-0	0	0	1	94	5	EWR
Granules	-	46-0-0	1	90	9	<1	0	WR
Granules	-	46-0-0	3	80	17	<1	0	WR
Ammonium sulfate								
Compacted flakes	1.64	21-0-0	0	6	46	41	7	I
Crystals	1.75	21-0-0	0	2	38	51	9	R
	1.75	21-0-0	0	4	20	51	25	R
Ammonium phosphate nitrate								
Prill-like granules	1.27	30-10-0	0	5	63	31	1	WR
Granules	1.56	30-10-0	0	33	55	9	3	FWR
Diammonium phosphate								
Granules (from wet-process acid)	1.63	18-46-0	0	5	83	12	0	WR
	-	18-46-0	0	42	57	1	0	WR
Crystals (from furnace acid)	1.62	21-53-0	0	8	45	39	8	R
Triple superphosphate								
Granules	2.12	0-46-0	<1	29	56	14	<1	WR
	-	0-46-0	1	21	37	31	10	FWR
Potassium chloride								
Flotation product, granular[b]	1.97	0-0-60	2	36	52	10	0	R
Flotation product, coarse[b]	-	0-0-60	0	0	19	51	30	R
Solution-rounded crystals	1.93	0-0-62	0	5	29	58	8	WR
Compacted flakes	1.96	0-0-60	0	14	65	20	1	I
Filler								
Crushed limestone	2.53	0-0-0	0	9	60	26	5	I
	2.56	0-0-0	0	22	42	24	12	I

a. B = blocky, I = irregular, R = rounded (PR = poorly rounded, FWR = fairly well rounded, WR = well rounded, EWR = exceptionally well rounded).
b. "Granular" and "coarse" are terms used by the industry; "granular" usually is 6- to 20-mesh, and "coarse" is mainly 10- to 28-mesh.

ليشتهر في 1976 بحث مشترك من قبل Tennessee Valley Authority : A,erican Plant Food Control Official أظهرت أن 58.5 % من كل الأسمدة المركبة و 40.1 % من كل الأسمدة المباعة في الولايات المتحدة كانت خلطات ونتائج البحث كانت كالتالي أدناه :

	% of All "Mixed Fertilizers"
Blends	
Sold in bulk	49.2
Sold in bags	9.3
Total	58.5
Chemically granulated compounds	
Sold in bulk	14.4
Sold in bags	13.1
Total	27.5
Fluid mixtures	
Liquids and suspensions	14.0
Total	100.0

The total tonnage of bulk blends in 1976 was about 14 million mt. Official annual U.S. statistics do

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحمولة الطنية الإجمالية للخلطات بالجملة في 1976 كانت حوالي 14 مليون mt . والاحصائيات السنوية الرسمية من S. U لا تفصل الخلطات بالجملة عن الأسمدة الجافة المخلوطة الأخرى . كذلك في ولايات عديدة المواد المخلوطة (الممزوجة) تعتبر مبيعات للمواد الصرفة من أجل الاستعمال المباشر . فعلى سبيل المثال : الزارع يعمل فاتورة للمواد الصرفة (TSP ، Kcl واليوريا) وهذه المواد تمزج بواسطة بائع التجزئة قبل التسليم إلى المزارع . هذا الموقف يجعل من الصعب تحديدكم من الخلطات بالجملة فعلياً قد بيعت أو استعملت ولكن الاستقرار الإجمالي (الدراسة) المذكورة أعلاه يعتقد بأنها أكثر المعلومات والبيانات المتوفرة واقعية وجديرة بالاعتماد .

أجهزة bulk-blending كذلك هي قيد التشغيل في العديد من البلدان الأخرى ولكن ليس نفس النموذج والنمط من التشغيل كما في الولايات المتحدة. هناك ثلاثة نماذج من أجهزة bulk-blending قد انبعثت وأظهرت :

1- موزع محلي صغير يخدم منطقة (مساحة) تقارب نصف قطرها 50 كم ، عادة في اتصال (ارتباط) مع خدمات زراعية أخرى .

2- موزع أكبر يقع في ميناء أو مركز نقل ، أحياناً ما يتلقى المواد بواسطة السفينة والمركب .

3- تشغيل يترافق بالتصنيع والذي فيه بعض الدرجات من المركب المحبب أو الأسمدة الصرفة تمزج وتخلط لانتاج تنوع أوسع وأشمل من الأسمدة المركبة .

النموذج (1) الموزع المحلي هو النموذج والنمط الأكثر شيوعاً في الولايات المتحدة ، وهناك مايزيد عن 5,300 من عمليات bulk-blending في الولايات المتحدة مع مردود سنوي وسطي يقارب 2,500 mt من blends وعادة مركز التوزيع يبيع أيضاً نماذج أخرى من الأسمدة مثل الأسمدة المميعة والصلبة الصرفة وكذلك مواد تزويد زراعية (المبيدات) البذور ، علف الحيوانات ، والأدوات (الوسائل الأخرى) . مركز التوزيع قد يكون أيضاً مركزياً لشراء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المنتجات (مستحضرات) المزرعة كمثل الحبيبة من أجل إعادة المبيع للمعالجين في مجال التغذية بعمليات صناعة متعاقبة ، أو المصدرين أو من يقوم بتركيب علف وغذاء الحيوانات . الأسمدة من أجل الخلط والتوليف تشتري بالجملة وتستلم عادة بواسطة السكة الحديدية في عربات ذات قادوس سفلي مغطاة والتي تفرغ حمولتها بسهولة بواسطة الجاذبية

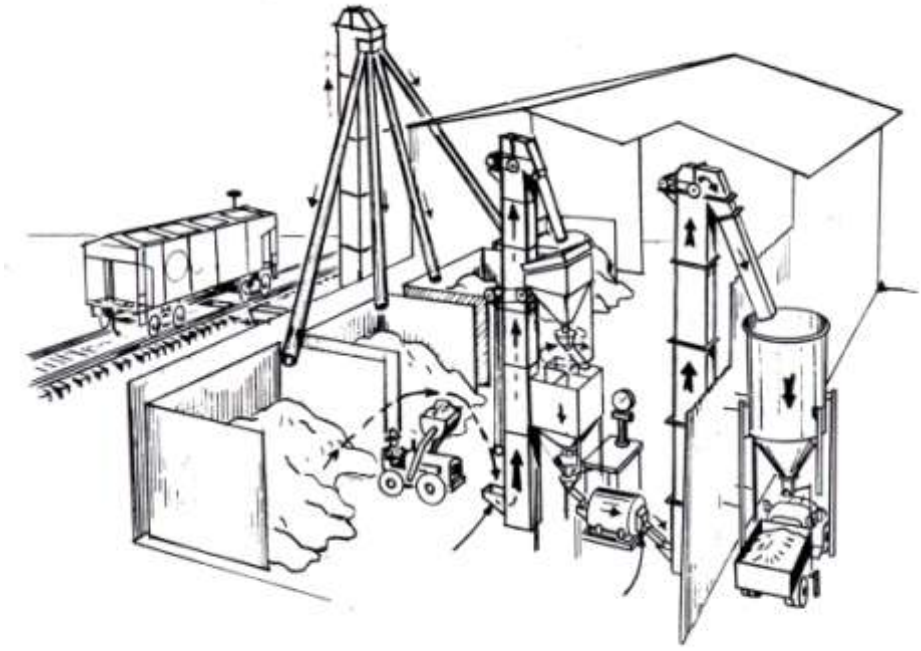


Figure 12. A Common Type of Bulk-Blending Plant.

إن نجاح هذا النمط من التشغيل يعتمد على جهاز النقل الممول عليه والذي يتلقى مواد bulk بدون خسارة عن طريق التسرب أو التلف وذلك بسبب التعرض للطقس والأحوال الجوية . مواد الأسمدة تخزن في أكوام ، تخلط حسب رغبة ونظام المزارع وتسلم مباشرة إلى المزارع أو إلى عربة المزارع غالباً الخليط blend يؤخذ مباشرة (في الحال) إلى الحقل وتنثر على التربة بواسطة شاحنة ناشرة (مباعدة) وتؤخذ إما من قبل المزارع أو من قبل blender (عامل تشغيل مركز التوزيع) . فقط نسبة 23 % من blenders في الولايات المتحدة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تمتلك وسائل وتسهيلات تعبئة . والنموذج المعروف لجهاز blending موضح في الشكل (12) . نماذج متعددة أخرى من الخلاطات مازالت قيد التشغيل ولكن الخلاط الاسطواني الدّوار المتقطع يبدء أنه الأكثر شيوعاً . معظم الخلاطات قادرة على المزج عند حد ونسبة على الأقل تكون 12 طن/ساعة أو أكثر . وإن تم تشغيلها 24 ساعة/ يومياً و 330/يوم/ سنة المردود السنوي سوف يكون بمعدل 100,000 طن . وهي تتبع في ذلك أن blender المماثل يشغل ويدير جهازه للخلط (المزج) أقل مما يساوي 10 من 24 ساعة/ يومياً/ سنوياً . وعادة ، كل blending يتم وينجز خلال فصول الذروة . والميزات الأساسية لجهاز الموزع المحلي تكون كالتالي :

1- blender يكون كذلك الموزع (البائع بالتجزئة) وهكذا فخطوة واحدة في جهاز التوزيع قد تم تقليلقها وخفضها .

2- بما أن الأسمدة الواجب blended تأتي من مصادر منفصلة بشكل واسع ، فإن هناك بعض التوفير في تكاليف النقل وذلك بواسطة الشحن إلى مراكز التوزيع المحلية بدلاً من المركز للمنطقة .

3- blender كذلك قادر على تحضير وتصنيع أي نسبة مرغوبة من $K_2O:P_2O_5:N$ والخلطات المحددة (المعنية) تتحدد بواسطة تحاليل التربة هي معروفة وشائعة . المواد المغذية الدقيقة أو الثانوية قد تضاف .

الشروط والظروف التي تجعل من bulk blending شائعاً في الولايات المتحدة عادة ماتكون ناقصة في بلدان أخرى بادلتون Poulton قد درس معمل (وحدة) bulk-blending من النمط (2) في المملكة المتحدة حيث blenders زودوا 5.8 % من الأسمدة المركبة المستعملة في انكلترا وويلز في 1975 . عملية تشغيل bulk-blending المدروسة من قبل Poulton ، تتلقى المواد في سفن صغيرة تحمل ما يزيد عن 1,500 طن وهذا يتطلب مساحة تخزين أساسية (مايقارب من 5,000 طن) مواد التحبب تشترى حسب مواصفات الحجم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ولكن المواد يعاد غربلتها إلى حجم 2-4 ملم وذلك قبل خلطها ومزجها والدقائق تباع لمعامل ووحدات التحبيب . الخلط والمزج يتم في اسطوانة (برميل) دوار وخلاط متقطع (أي يعمل على دفعات) بطاقة 5 طن عن معدل ونسبة يزيد عن 50-60 طن/ ساعة . درجات متعددة تنتج لتخدم وتلبي حاجات المنطقة ، بعضها يحتوي على المغنزيوم أو البورون . اسطوانة (البرميل) المزج مزود ليغطي الحبيبات بمواد تغذية دقيقة(مثل البورون) ورأو الطين مستعملاً الزيت لضمان التصاق المسحوق الدقيق بالحبيبات .

المادة الممزوجة blended تعاد غربلتها قبل التعبئة أو التخزين bulk . المنتجات (المستحضرات) توزع في صناديق ذات عبوة 50 كغ في عبوات وصناديق أكبر ذات سعة أطور أو في bulk . الصناديق (الكبيرة والصغيرة) تكون صامدة للأحوال الجوية وعادة ما تسلم للمزارع مسبقاً وتُخزن في العراء حتى يتم الحاجة إليها . بعض من المادة المعبأة كذلك تخزن في الوحدة إما في العراء (الهواء الطلق) أو تحت غطاء . هذا النمط من bulk blending ينزع ويميل لأن يكون تشغيلاً أضخم وأكبر من نموذج الموزع المحلي ، والمردود السنوي في معدل (300,000-30,000) طن تكون مطابقة ومماثلة . عملية blending مماثلة هي أندرسون الواقعة في Maumee في أوهايو . الموقع يكون بالقرب من ميناء Toledo ، في أوهايو والمزودة جيداً لتلقي شحنات من مناطق عبر البحار عبر نهر القديس لورانس lawrence. St . الوحدة (المعمل) لها وسائل وتسهيلات تخزين من أجل 200,000 طن أمريكي من الأسمدة وتنتج أكثر من 350,000 طن أمريكي سنوياً من منتجات ومستحضرات bulk blending . الصيغ الأساسية المحدودة تنتج وتباع إما في صناديق أو bulk الشركة كذلك تكون متعاملة بـ grain ، الشاحنات التي تحضير الحبيبات grain إلى المحطة الطرفية للشحن يمكن أن تنقل الأسمدة في رحلة العودة . فقط % 20 من المردود يباع مباشرة للمزارعين ، الباقي يذهب إلى بائعي الجملة والمساهمين والمشتركين

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والجميعات التعاونية . التكاليف تُقلل (تخفض) عن طريق الشراء بكميات كبيرة خلال فصل الذروة وكذلك بواسطة المعالجة الذاتية الخلط أو التحميل من أجل الشحن بواسطة الشاحنة أو السكة الحديدية (القطار) النموذج الثالث لـ bulk blending يتألف من blending درجات محدودة من الأسمدة المركبة لانتاج تنوع أوسع من المركبات . ومثال واحد موجود في كوريا حيث فوسفات ثنائي الأمونيوم ينتج بواسطة البوتاس المضاف خلال التحبب . وأمثلة الدرجات المنتجة (المقدمة) تتضمن 12-37-14 ، 16-32-12 و 25-25-10 . هذه المنتجات (المستحضرات) blended مع اليوريا لتعطي درجات أخرى مثل 11-22-22 و 18-18-18 مُنتج كبير للأسمدة في انكلترا تنتج عدداً كبيراً من الدرجات بواسطة blending درجات محدودة من المستحضرات المحببة (K-N-P-N) . وميزة هذا الجهاز هي أن الدرجات المتعددة يمكن أن تنتج بواسطة blending بدون كلفة أو تأجيل قد يكون سببه التغير في الدرجة في معمل وحدة (تحبيب) أكبر . تقنية bulk blending بسيطة ، ولكن مع ذلك هناك بعض المبادئ الأساسية التي تتطلب الانتباه لضمان وتأكيد نتائج مرضية ومقنعة . في جهاز (نظام S. U) حيث معظم blends تمزج وتنشر في نفس اليوم ، ميزات وصفات التخزين للخليط قد تكون ذات أهمية صغيرة . في بلدان أخرى حيث الخلطات قد تعبأ وتخزن لعدة أسابيع أو أشهر ، ميزات التخزين تكون ذات أهمية .

كل المواد يجب أن تكون على شكل حبيبات مجففة جداً ، قوية ومن نفس الحجم تقريباً مواد bulk الداخلة يحب أن تحفظ وتصلد من امتصاص الرطوبة خلال التفريغ والتخزين قبل المزج والخلط . اليوريا أو المركبات الحاوية عليها يجب ألا تمزج مع نترات الأمونيوم أو أي مركب حاوي عليها . المزج (الخليط) يكون مسترطب إلى حد كبير . اليوريا أو سوبر فوسفات الثلاثي أو الأحادي يجب ألا يستعمل في نفس blend وذلك إن كانت من الواجب تخزين

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

blends . وذلك مالم مركبات سوبر فوسفات بشكل استثنائي تجفيف جيداً . فوسفات أحادي الكالسيوم في مركبات سوبر فوسفات تتفاعل مع اليوريا مشكلة anadduct ومحررة الماء الخاص بالتبلور .

$$4Ca(NH_2)_2 + Ca(H_2PO_4)_2.H_2O \rightarrow$$
$$Ca(H_2PO_4)_2.4CO(NH_2)_2 + H_2O$$

Hoffmeister قدم اختبارات لـ انسجام وتوافق خمس عينات من TSP وعينتان من SSP في blends مع اليوريا . الفعالية اختلف وتنوع بشكل كبير ولكنه فقط عينة واحدة من TSP ولا واحدة من SSP قد أعطت وأنتجت blends مميزات تخزين مرضية ومقنعة بشكل كامل . العينات الأخرى أصبحت رطبة ولصفة (ريقة) أو أنها caked بشدة في فترات التخزين المتراوحة من 1 يوم إلى ثلاثة أشهر . التفاعل (الفعالية) كانت على علاقة وصلة محتوى ماء الهيدرات أكثر من محتوى الماء الحر . التجفيف الإضافي لمركبات سوبر فوسفات قد جعلهم منسجمين ومتوافقين مع اليوريا في blends ، ولكنه يبدو من غير المحتمل أن blender يمكن أن يعتمد على تلقي واستلام مثل هذه المادة المجففة بشكل كامل . ولذلك ، مالم يكن blender يملك وسائله التجفيفية الخاصة به ، فإنه سيكون من الأفضل استعمال مركبات فوسفات الأمونيوم (DAP أو MAP) أكثر من مركبات سوبر فوسفات في blends مع اليوريا مركبات سوبر فوسفات سوف تتفاعل مع فوسفات ثنائي الأمونيوم حسب المعادلة التالية :

$$(NH_4)_2HPO_4 + Ca(H_2PO_4)_2.H_2O \rightarrow$$
$$CaH_3O_4 + 2NH_4PO_4 + H_2O$$

هذا التفاعل سوف يؤدي إلى caking في التخزين وهكذا فالاتحاد (الاندماج) سوف يتم تجنبه في الخلطات الواجب تخزينها . فصل المواد بعد أن يمزجوا يمكن أن يكون هاماً وخطيراً . فمثلاً إن تم تعبئة blend من القادوس

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الصناديق المتتابعة قد يكون لها تراكيب مختلفة ومتباينة . الفصل يتم بواسطة الاختلاف في حجم الجزيئة للمواد الخام ويمكن منعه بواسطة المطابقة (المزاوجة) الحجمية الدقيقة للمواد .

وبما أن المطابقة الحجمية الدقيقة نادراً ماتكون ممكنة فالتدابير الاحتياطية الإضافية عادة ماتكون ضرورية التدابير الاحتياطية الملائمة قد درست من قبل Heffmeister و Silverberg وباولتن Poulton ما أصدرته اليونيدوا 1976 و Fertilizer Industry Series, Monograph 8. No وصف المواصفات من أجل bulk blending ووحدة التعبئة في بلد نام مع طاقة سنوية تصل إلى 30,000 أو 50,000 طن . الكلفة المقدرة تكون 440,000 دولار أو 550,000 . معظم الكلفة يكون في أبنية التخزين ومعدات معالجة المواد التي سوف تكون لازمة مطلوبة من أجل الاسترداد وتوزيع الأسمدة على أية حال .

وحدة bulk blending قد تكون اختيار جيد بالنسبة لبلد النام الذي يستورد معدات ومستلزمات الأسمدة عندما مستلزمات السنوية تكون صغيرة جداً كي تبرر وتقلل وحدة التحبيب . بالنسبة للبلدان النامية التي تنتج بعض أو كل معدات أسمدتهم ، فإن بعض الأنماط من bulk blending قد يكون نافعاً ولكن البدائل يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار (انظر الفصل XXVI) استعمال bulk blending في مراكز توزيع محلية صغيرة يتطلب بنى وأساس متطور جيداً قادر على التسليم في وقته للمواد bulk بدون فقدان أو خسارة أو فساد في النوعية ، مثل هذه الشروط مفقودة في البلدان النامية .

إنتاج الأسمدة المركبة المميعة :

هناك نمطان من الأسمدة المركبة المميعة واللذان يعتبران سوائل والتي فيها كل المكونات تكون سائلة والمواد المغلقة والتي تمون سائلة حاوية على مواد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

صلبة والتي تكون معلقة بإضافة مادة جيلاتينية مثل بعض النماذج من الطين الذي يزيد اللزوجة ويؤجل الترقيد . المواد الصلبة في المزيج المعلق أحياناً ماتكون أملاح ذوابة في محلولهم المشبع ولكن قد يكونوا مواد غير ذوابة والنموذج الثالث هو الأسمدة الملاطية والتي تكون أسمدة مميعة حاوية على مواد صلبة التي ترقد بسرعة مالم تحرك بشكل مستمر . هذا النمط ليس شائعاً جداً ولن يدرس هنا . الجزء الأول من هذا القسم سوف يناقش المحاليل أو السوائل النظيفة (الواضحة) وتتبع بوصف مختصر لتقنية أسمدة التعليق (المعلقة) الأسمدة المميعة ليست تطوراً جديداً ، العديد من الإشارات لإنتاج واستعمال الأسمدة السائلة في القسم المبكر من القرن التاسع عشر قد وجدت في المؤلفات . ولكن تصنيع واستعمال الأسمدة السائلة لم يصبح شائعاً ومشهوراً حتى فترة قصيرة جداً . شهرتهم قد نمت وازدادت بسرعة في الولايات المتحدة حيث الأسمدة المركبة السائلة (بما في ذلك مزيج التعليق) تؤلف الآن 15 % من كل الأسمدة المركبة .

الأسمدة السائلة النتروجينية الصرفة (انظر الفصل X) هي أكثر شيوعاً ورواجاً . حوالي 30 % من كل الأسمدة المباعة في الولايات المتحدة هو أسمدة مميعة بما في ذلك الأمونيا اللامائية . الأسمدة السائلة قد وجدت لنفسها استعمالاً جوهرياً أساسياً في انكلتر ، فرنسا ، بلجيكا ، مكسيكو ، كولومبيا وربما بلدان أخرى .

الأسمدة السائلة الصافية (النقية) :

بعض من ميزات الأسمدة السائلة النقية هي كالتالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1- مستلزمات الطاقة تكون منخفضة وبالتالي فإنه لا تبخر أو تجفيف يكونا لازمين .

2- ليس هناك مشاكل خاصة بالغبار أو الدخان في تصنيع واستعمال السوائل .

3- مشاكل وصعوبات ذات ميزات فيزيائية مثل الاسترطاب وcaking تكون غائبة وغير موجودة .

4- التخزين ، المعالجة والتحميل من أجل الشحن تكون أقل كلفة وتتطلب يداً عاملة أقل من الأسمدة الصلبة .

5- استعمال وتطبيق السوائل ملائم وكان وسريع . وحتى التوزيع أو الموقع الدقيق يكون أسهلاً مع السوائل أكثر منه مع الأسمدة الصلبة .

6- الأسمدة السائلة يمكن استعمالها في ماء السقاية وخصوصاً بالسقاية ذات النمط الرش أو التقطير .

7- الأسمدة السائلة معدة ومجهزة للإستعمال faliar (عندما ثمل وتجفف بشكل ملائم) والتي تكون أحياناً أكثر كفاية وفعالية من التسميد التربة. عندما يكون الرش بالمبيدات ضرورياً (كما في بعض محاصيل الأشجار) فإن التخصيب foliar يمكن أن يتحد مع عملية الرش .

8- المحاليل التطعين (نقل الفرسة من مكان لآخر) هي شائعة ومعروفة بالنسبة للإستعمال على بعض المحاصيل ، وخصوصاً محاصيل الخضراوات مثل البندورة .

9- المعدات والتجهيزات لانتاج الأسمدة المركبة السائلة بسيطة وغير مكلفة ، بمواد مناسبة قد تم توفرها من مصنعي المواد الأولية .

10- في بعض اللحالات الأسمدة السائلة قد يكون لها كفاية وفعالية زراعية عالية .

والمساوئ هي كالتالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1- المواد من أجل الأسمدة السائلة يجب أن تكون ذوابة في الماء وهكذا فإن الاختيار يكون محدوداً . بعض من المواد يكون غالياً أو متاحاً بشكل سهل وسريع .

2- الأسمدة المركبة السائلة هي أقل تركيزاً من الأسمدة الصلبة ولذا فتكاليف الشحن تزداد .

3- عندما تبرد البلورات قد تتشكل وترقد ، وللحيلولة دون هذا ، السوائل يجب أن تصاغ وتشكل لتتحمل درجة الحرارة المنخفضة التي من المحتمل أن يواجهها . وهكذا فالأجواء الدافئة تسمح بتسويق محاليل أكثر تركيزاً . ولكن ، على أية حال ، المحاليل قد تكون مركزة أكثر من الأسمدة الصلبة وبالتالي كلفة النقل تزداد .

4- المعدات والتجهيزات المتخصصة يحتاج إليها من أجل تخزين ونقل السوائل مثل . . الصهاريج وصهاريج الطرق أو السكك الحديدية والبراميل . كذلك السفن ، المراكب وخطوط الأنابيب قد استعملت . المعدات لا تستدعي بالضرورة أن تكون أغلى من تلك بالنسبة للأسمدة الصلبة ولكن قد لاتكون متاحة ومتوفرة في بعض البلدان . من جهة أخرى ، الصناديق لاتكون لازمة .

5- وقد تبين أن المعدات المعقدة الغالية تكون لازمة من أجل استعمال الأسمدة السائلة وهذا يكون صحيحاً بالنسبة للأمونيا السائلة أو اللامائية ولكنه ليس صحيحاً بالنسبة للأسمدة المركبة السائلة وبينما المعدات والتجيزات الغالية تستعمل في الولايات المتحدة لتوفير اليد العاملية ، فإن تهجيزات مساوية في الكلفة الغالية تستعمل من أجل الأسمدة الصلبة . معدات بدائية أولية يمكن استعمالها مثل الدلو والم إمكانية تنفيذ التوزيع والاستعمال للسوائل بمعدات وتجهيزات بدائية قد تم الدلالة عليه باستعمال التربة في بعض الأقطار، استعمال محاليل الأمونيا ذات التركيز المنخفض في الصين ، واستعمال الأسمدة المركبة السائلة من قبل بعض المزارعين في كولومبيا . المواد الأساسية للأسمدة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المركبة السائلة هي اليوريا أو محلول نترات أمونيا اليوريا (UAN) أورثو الأمونيوم أو بولي فوسفات أو كلويد البوتاسيوم . محلول UAN عادة مايكون أقل كلفة من النتروجين الصلب كلوريد البوتاسيوم الذواب بشكل كامل يكون مكلفاً بشكل ضئيل أكثر من الدرجات الحاوية على شوائب غير ذوابة ولكنه أرخص وأقل كلفة من الدرجات المحببة . وهو متوفر (متاح) من منتجي البوتاس في كندا ، الولايات المتحدة ، انكلترا ، واسرائيل التي تستعمل التعدين بالمحلول ، إعادة التبلر ، التكرير أو الاستخلاص من البحيرات الملحية . فوسفات الأمونيوم هو المكون الجوهري ، حيث كلفة توفره وتقنية انتاجه تختلف بشكل واسع كما سوف يظهر ذلك لاحقاً . من أجل استعمالات خاصة ، مثل الاستعمال Foliar ، فوسفات البوتاسيوم ، سلفيت البوتاسيوم ، ومواد أخرى مكلفة قد تستعمل .

في المناطق التي تحتاج وينقصها الكبريت ، محلول ثيوسلفيت الأمونيوم أو بيسلفايت سلفيت الأمونيوم يستعمل ومواد مغذية دقيقة متنوعة كذلك تستعمل المصدر الأكثر أهمية للفوسفات هو محلول بولي فوسفات الأمونيوم في الممارسة الفعلية الأولى (المبكرة) فوسفات ثنائي الأمونيوم البلوري النقي كان مادة هامة وأساسية وكان مصنوعة من حمض الفرن أومن حمض العملية الرطبة بواسطة عملية خاصة تقلل وتخفض الشوائب غير الذوابة . الاستعمال الثانوي مازال مصنوعاً (محضراً) من المادة البلورية فيمابعد محاليل أورثوفوسفات الأمونيوم كان محضراً من حمض الفرن وفيمابعد محاليل بولي فوسفات الأمونيوم كانت محضرة ومنتجة بداية من حمض سوبر فوسفور الفرن وبعد ذلك من حمض سوبر فوسفور العملية الرطبة التطور الحديث هو إنتاج محلول بولي فوسفات الأمونيوم مباشرة من حمض أورثو فوسفور العملية الرطبة .

محلول بولي فوسفات الأمونيوم له ميزتان هامتان بالنسبة للأسمدة السائلة فهو أكثر انحلالاً من أورثو فوسفات وهي تنمي الأيونات (وذلك بالاتحاد معها

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في مركبات ذوابة وتتعلق بالمحلول) معظم الشوائب المعروفة في حمض العملية الرطبة وبالإضافة إلى مواد مغذية دقيقة التي يمكن أن تضاف .

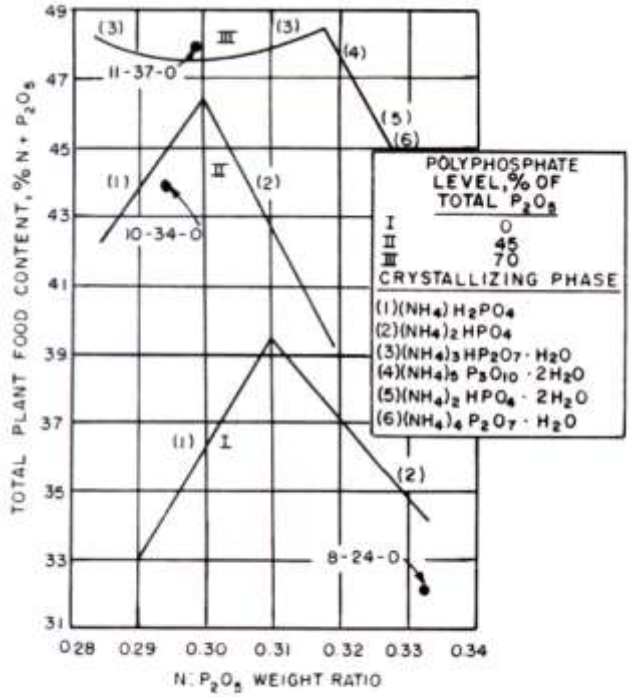


Figure 13. Effect of Polyphosphate Level and N:P_2O_5 Weight Ratio on Solubility of Ammonium Polyphosphates at 0°C.

الشكل (13) يظهر تأثير نسبة P_2O_5:N ومحتوى بولي فوسفات على انحلالية محاليل فوسفات الأمونيوم النقي عند الدرجة 0° درجة مئوية . انحلالية المحاليل المشوبة المحضرة من حمض العملية الرطبة يعتمد على الشوائب ولكن 10-34-0 هي الدرجة الأكثر رواجاً وقد يكون لها درجة حرارة فصل بالتمليح (أي إزالة مركب عضوي من محلول بإضافة الملح) تصل إلى مادون ° 0 درجة مئوية . معظم محلول بولي فوسفات الأمونيوم المنتج في الولايات المتحدة محضر ومصنوع من حمض سوبر فوسفور العملية الرطبة حمض سوبر فوسفات ينتج في 11 معملاً في الولايات المتحدة الطاقة الانتاجية تصل إلى % 91 مليون int من P_2O_5 معظم الحمض يستعمل لتحضير الأسمدة السائلة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك طريقتان تستعملان لتحويل حمض سوبر فوسفور إلى محلول بولي فوسفات الأمونيوم APP في الطريقة الأولى حمض سوبر فوسفور الأمونيا والماء تُقاس وتعاير في وعاء المفاعل المحرك حيث درجة PH تضبط عند حوالي 6.0 إلى 5.6 درجة الحرارة تضبط عند حوالي 75 درجة مئوية وذلك بواسطة إعادة التدوير خلال مبرد والمنتج يبرد إلى 35° درجة مئوية وذلك لتقليل نسبة ومعدل التحليل بالماء (الحلمأة) في المستودع في هذه الطريقة مستوى بولي فوسفات في المنتج والمعبر عنه كنسبة من إجمالي P_2O_5 يكون نفس النسبة في الحمض أو أقل بشكل طفيف .

في الطريقة الثانية حمض سوبر فوسفور والأمونيا يتفاعل في مفاعل الأنبوب عند درجات حرارة تتراوح من ° 340-390 درجة مئوية (انظر الشكل 14) منتجات التفاعل المصهور والنجار ، تخمد وتطفأ في المحلول المبرد الذي يعدل ويوازن لدرجة PH الرغوية 6.0-6.5 وذلك بواسطة الأمونيا الإضافية بواسطة هذه الطريقة مستوى بولي فوسفات فيزداد كناتج عن إزالة الماء والبلمرة في مفاعل الأنبوب .

على سبيل المثال ، حمض ذو التعديل المنخفض الحاوي فقط على 10-20 % من P_2O_5 كبولي فوسفات يمكن أن يستعمل لتحضير محاليل بمستويات بولي فوسفات فوق % 50 وغالباً بحد مرتفع يصل إلى % 75 . هذه الطريقة قد أصبحت شائعة وذلك بسبب حمض سوبر فوسفور ذو التعدد المنخفض هو أكثر يسراً وسهولة من أجل إنتاج أكثر من الحمض ذو التعدد المرتفع (حوالي % 50) وهو أقل لزوجة وبالتالي أسهل للضخ .

نوعية محلول APP تعتمد على الشوائب في الحمض وأكثر الشوائب المعقدة والمسببة للمشاكل هي المادة الكربونية والمغنزيوم المادة الكربونية تشكل راسب أسود مغطى بمادة صوفية ناعمة في المحلول ، محولة إياها إلى راسب

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أكمد وغير شفاف وهذا مرفوض وغير مرغوب وذلك لإن المزارعين يتوقعون محلولاً نقياً وصافياً أن يكون فعلياً صافياً ونقياً .

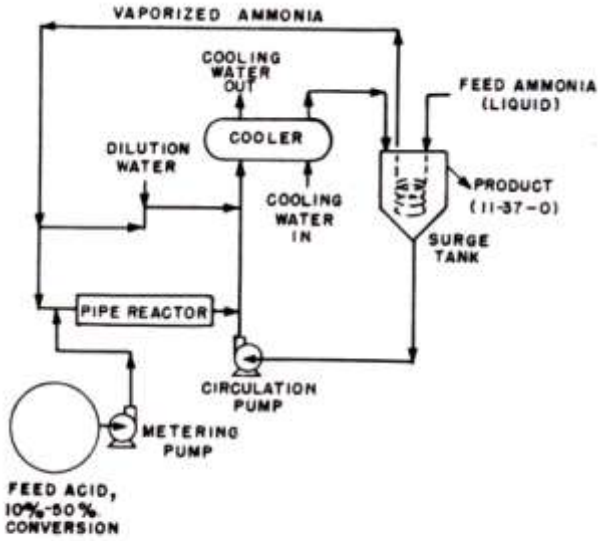


Figure 14. Production of High-Polyphosphate Liquid Fertilizer from Wet-Process Superphosphoric Acid.

المغنزيوم يسبب ترسب بطيء مستمر أو مؤجل (مؤقت) للمركبات مثل :

$$MgNH_4PO_4.6H_2O, Mg(NH_4)_2P_2O_7 4H_2O,$$
$$MgAL(NH_4)_5(P_2O_7)_2F_2.6H_2O$$

وذلك بالاعتماد على تركيب ومستوى بولي فوسفات للمحلول .

هذه الرواسب البلورية تنمو وتكبر إلى هذا الحجم مسببة انسداد فوهات المرش ، وكمية المغنزيوم التي يمكن أن تحتمل ويسمح بها في حمض سوبر فوسفور تكون نوى ماغير معينة (محددة) ولكن 0.8 % من MgO تكون من المحتمل حداً أعظمياً بعض منتجي حمض سوبر فوسفور قد طوروا طرق إزالة المغنزيوم ، حمض سوبر فوسفور ذو النوعية المقنعة (المرضية) قد أنتجت من أباتيت kola كولا ، بعض الدرجات من الصخر المغربي وصخر كارولينا الشمالية المكلس وصخر U,S الغربي وبعض من صخور فلوريدا المكلسة أو

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الخام . بعض من الحمض المنقى بشكل جزئي والمحضرة من حمض فلوريدا تستورد من المكسيك إلى الولايات المتحدة من أجل إنتاج الأسمدة السائلة .

محلول APP قد يحضر من حمض العملية الرطبة أورثوفوسفور 54 % من P_2O_5 وذلك كما درست سابقاً تحت عنوان تحبب وتبرغل المصهور وعملية من هذا النمط (النموذج) هي قيد الاستعمال في فرنسا .

وللحصول على مستوى من بولي فوسفات والأمونيا وذلك عندما يكون تركيز الحمض حوالي 54 % فإنه عند تراكيز تزيد عن 60 % من P2O5 التسخين المسبق قد لايكون ضرورياً من أجل إنتاج سوائل نقية مرضية ومقنعة بواسطة هذه الطريقة ، حمض الفوسفور يجب أن يكون على غير العادة منخفضاً بنسبة الشوائب والحمض المصنوع المحضر من صخر كولا يكون مناسباً ولكن الحموض المحضرة من معظم صخور فلوريدا لم تنتج وتعطي محاليل خالية من الكدارة (الحمأة) محاليل APP تخزن وتنقل في صهاريج فولاذية معتدلة بولي فوسفات يتحمله خلال التخزين عند نسبة أو معدل يعتمد على درجة الحرارة عند الدرجة 15° درجة أو دون ذلك المعدل (النسبة) تكون بطيئة جداً . وهي تبقى معتدلة عند الدرجة 27° درجة مئوية ولكن في المدى 30-40° درجة مئوية فإن النسبة المعدل قد تكون سريعة جداً بحيث تسبب فساد جدي وخطير في غضون 2-3 أشهر وهكذا في المناطق الاستوائية محاليل APP قد يتوجب تبريدها بواسطة التبريد (التجميد) أو أنها تستعمل حالما تنتج .

انتاج الأسمدة المركبة من الماء ، اليوريا أو محلول UAN محلول APP وكلوريد البوتاسيوم هي عملية مزج بسيطة غالباً تنجز بشكل متقطع . الماء المستعمل يجب أن يكون نقياً بشكل معقول التراكزي المرتفعة للكالسيوم أو المغنزيوم سوف تسبب تشكل رواسب فوسفات غير ذواب (منحل) وإن كان محلول APP قد صنع حضر في الموقع ، فإنه يمكن أن يستعمل بينما الساخن والحار يستعمل لإذابة المواد الصلبة مثل كلوريد البوتاسيوم أو اليوريا prilled

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المواد الصلبة لها حرارة محلول سلبية وقد تكون بطيئة للانحلال في الماء البارد كذلك الحرارة السلبية للمحلول تساعد على تبريد محلول APP وذلك لإبطاء معدل الحلمأة .

الاختيار بين اليوريا ومحلول UAN قد يعتمد على أي منها هو متوفر التراكزي العالية ممكنة بمحاليل UAN بالنسبة لدرجات NP مع معظم درجات NPK اليوريا الصرفة تعطي تركيز أعلى ، وهذا لأن فترات الأمونيوم يتفاعل كلوريد البوتاسيوم في المحلول (حالة المحلول) معطياً (منتجاً) بذلك كلوريد الأمونيوم ونترات البوتاسيوم ، نترات البوتاسيوم له انحلالية منخفضة عند درجات حرارة منخفضة ، وإن كان المعمل قريباً من وحدة إنتاج اليوريا فإن محلول اليوريا قد يستعمل كمصدر للنتروجين الإضافي (التكميلي) وإن كان قريباً منها بشكل مباشر ، محلول اليوريا الساخن الذي عادة يحتوي على حوالي 75 % من اليوريا يمكن أن يستعمل ، من أجل الشحن ، المحلول يجب أن يخفف (يعدل) إلى 40-50 % وذلك بالاعتماد على درجة الحرارة المحيطة . وكلما ذكر سابقاً هناك ميزة هامة خاصة بالأسمدة المركبة السائلة وهي درجة الحرارة والتي عندها البلورات تظهر وعادة تعرف بنقطة فصل التمليح ، سلاك وslack أو محلول UAN ومحلول APP ذو التركيب المقياسي (المعياري) التنبؤات تكون فقط تقريبية وذلك لأن محلول APP ذو تركيب متنوع ، درجات الحرارة المتنبأ بها (المقدرة) والمقاسة (المعيرة) لبعض صيغ APP-UAN-kcl معطاة في الجدول (4) معظم هذه الصيغ لها درجات حرارة فصل التمليح تصل إلى 0° درجة مئوية أو دون ذلك والتي تكون مرغوبة (مطلوبة) في الأجواء المعتدلة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 4. FORMULATIONS FOR LIQUID FERTILIZERS USING 10-34-0, UAN SOLUTION, AND KCl

Grade	Formulation, kg/ton				Salting-Out Temp., °C	
	10-34-0	UAN, 32% N	KCl, 62% K_2O	H_2O	Calculation	Determination
16-16-0	470	353	-	177	-3.3	-3.3
13-26-0	765	167	-	68	-7.8	-
10-30-0	883	36	-	81	-17.8	-
8-8-8	236	126	129	459	+5.0	+0.6
8-16-8	471	102	129	298	+2.8	-10.0
7-21-7	618	25	113	244	-11.1	-11.1
5-5-10	147	111	161	581	-6.7	-
5-10-10	294	65	162	479	-7.8	-
5-15-10	441	19	162	378	+6.7	+2.2
4-4-12	117	89	194	600	-6.7	-
4-8-12	236	51	193	520	0.0	+6.1
3-9-9	264	11	145	580	<-18.0	-
20-10-0	294	533	-	173	<-18.0	-
10-5-5	147	266	80	507	0.0	-
10-15-5	441	175	80	304	-5.0	-
10-20-5	588	130	80	202	+1.7	-
6-3-6	88	161	97	654	-7.8	-
8-12-8	353	140	129	378	0.0	-
6-3-9	88	161	145	606	-2.8	-
6-6-9	176	133	145	546	0.0	-
6-9-9	265	106	145	484	0.0	-
21-7-0	206	592	-	202	<-18.0	-
18-12-0	353	453	-	194	<-18.0	-
12-4-4	118	339	64	479	-2.2	-
12-8-4	235	302	64	399	0.0	-
12-12-4	353	266	64	307	0.0	-
12-16-4	471	228	64	237	0.0	-
9-3-6	88	254	97	561	0.0	-
9-6-6	176	227	97	500	+2.2	-
9-9-6	264	200	97	439	+2.2	-
6-2-6	59	169	97	675	-7.8	-
6-4-6	117	152	97	634	-7.8	-
24-6-0	177	695	-	128	-6.7	-
12-3-3	88	349	48	515	-7.8	-
12-6-3	176	321	48	455	-7.8	-
12-9-3	265	292	48	395	-7.8	-
12-12-3	353	266	48	333	-5.0	-
8-2-4	59	232	64	645	-10.0	-
8-6-4	176	196	64	564	-12.8	-
8-2-6	59	231	97	613	0.0	-
8-4-6	117	214	97	572	0.0	-
8-6-6	176	196	97	531	-2.2	-
8-8-6	236	176	97	491	-2.2	-
8-6-8	176	196	129	499	+4.4	-

الدرجات المرتفعة سوف تكون ممكنة في المناطق الاستوائية حيث درجة الحرارة الدنيا المتوقعة تكون أعلى من 0° درجة مئوية وهذا صحيح بالنسبة للدرجات الحاوية على البوتاس والتي فيه حالة التبلر تكون KNO_3 والتي معامل درجة حرارة مرتفعة الصيغ الموضحة في الجدول (4) السابق يمكن تعديلها بواسطة إحلال كمية مكافئة من النتروجين على شكل يوريا (صلبة أو محلول) من أجل محلول UAN .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 5. FORMULATIONS FOR LIQUID FERTILIZERS USING UREA, 10-34-0, AND KCl[a]

Grade	Formulation, kg/ton				Salting-Out Temp., °C (calc.)
	Urea, 46% N	10-34-0	KCl, 62% K_2O	H_2O	
18-6-0	353	177	0	470	-3
16-8-4	296	236	65	403	-2
15-10-4	262	294	65	379	-1
15-5-5	294	147	81	470	-6
14-7-7	260	206	113	421	-1
12-12-6	184	353	97	366	-3
10-20-0	90	588	0	322	-17
9-9-9	138	265	145	452	-8
8-24-0	20	706	0	274	-17
7-14-7	63	412	113	412	-13
6-18-6	16	530	97	358	-17
5-10-10	45	294	162	500	-13

a. Includes only grades with salting-out temperatures below 0°C.

وهذا سوف يغير (يبدل) درجة حرارة فصل التمليح ، ومعظم الدرجات الحاوية على البوتاس سوف يكون لها درجات حرارة فصل التمليح منخفضة ، بينما الدرجات غير البوتاسية سوف يكون لها درجة حرارة فصل التمليح مرتفعة . الدرجة العظمى التي يمكن إنتاجها عند أي درجة حرارة معطاة يمكن أن تقدر بمساعدة الصيغ المعطاة من قبل سلاك slack ولكن عادة من المفضل تحديدها (الدرجة العظمى) بشكل اختباري باستعمال مواد فعلية والتي تتوفر من أجل الصيغ لتلك الخلطات . الجدول (5) السابق يظهر بعذ الصيغ الخاصة بالأسمدة السائلة المحضرة من اليوريا و 10-34-0 و Kcl وكذلك درجات حرارة فصل التمليح المقدرة .

الصيغ من أجل الاستعمال Foliar يمكن بشكل عام أن تحضر من أي مادة تخصبية ذوابة وذلك إن خفف بشكل كافي لتجنب احتراق الورقة ، التخفيف التعديل (اللازم) يتنوع بشكل واسع وذلك بالاعتماد على المواد ، نمط المحصول ، شروط الرطوبة .الخ . . إن دليل (فهرس الملح) هو دليل عام لاختيار وانتقاء المواد ، ودليل الملح المنخفض يكون مرغوباً وذلك لأنه يشير إلى أن التراكيز العالية يمكن احتمالها الدليل الملحي من أجل مواد الأسمدة الشائعة معطاة في الفصل xxII من بين مواد النتروجين الصرفة .

اليوريا لها خفض دليل ملحي لكل وحدة من N وعادة ماتكون مفضلة من أجل الاستعمال Foliar بعض المحاليل تكون سريعة التأثر بالبيريت في اليوريا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ولكن اليوريا التجارية الحاوية على 1.5 % من البيريت قد استعملت على المحاصيل البقولية بدون تأثيرات تخريب أو إتلاف . الدليل الملحي لا تتوفر من أجل بولي فوسفات ، ولكن العمل التجريبي قد أشار وبين أن الأوراق أقل سرعة في التأثر بـ بولي فوسفات (بيرو أو تري بولي) أكثر من أورثوفوسفات . كذلك بولي فوسفات يعطي استجابات أفضل في التجارب والاختبارات مع الحبوب . سلفيت البوتاسيوم له دليل ملحي أدنى من كلوريد البوتاسيوم ، وفوسفات أحادي البوتاسيوم له دليل منخفض جداً . والممارسة الواعدة ، والتي ماتزال في المرحلة الاختبارية هو تخصيب والتسميد Foliar للصويا ومحاصيل الحبوب الأخرى خلال مرحلة تشكل البذور . التجارب المنتشرة بشكل واسع في الولايات المتحدة والبرازيل قد أنجزت من قبل Allied Chemical Corporation and Iowa State Since 1974

Allied Chemical قد طور Folian ذو علاقة مسجلة لصيغ متعددة والتي تتكون من اليوريا بولي فوسفات وسلفيت البوتاسيوم . الصيغة الدقيقة لم تصدر بعد ، ولكن براءة الاختراع لعام 1971 تذكر بولي فوسفات الأمونيوم . وبما أن سلفيت البوتاسيوم غير ذواب فمن المحتمل أن بعض من البوتاسيوم يكون على شكل أورثوبوتاسيوم ، أو بولي فوسفات . في الاختبارات الحديثة درجة المحلول كانت 10-2.4-4-0.6S واختبارات حقلية خمسة مع أربعة مرات من إعادة التجربة (في أحوال مطابقة) قد تمت في البرازيل على الصويا . المعالجة الأفضل كانت تطبيق واستعمال مرش مفرد ذو وزن 12 كغ/هكتار (Ib 100/أكر) عند مرحلة النمو مابين التغلف الأولي والتغلف المعتدل ، هذه المعالجة أعطت 22 % من الزيادة في المردود (حوالي 442 كغ/هكتار) مقارنة مع عدم الاستعمال (التطبيق Foliar كان تكميلياً إضافياً بالنسبة لتسميد التربة وليس بديلاً عنه .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الصيغ المستعملة من قبل Iowa State University حضرت من قبل اليوريا ، بولي فوسفات البوتاسيوم وسلفيت البوتاسيوم . درجة المحلول S 10-2.4-6.0 استعملت من أجل الصويا في بعض الاختبارات Gray قد ذكر هذه الاختبارات واختبارات أخرى . النتائج كانت مشجعة جداً في بعض الحالات ومخيبة في حالات أخرى . وبشكل واصح ، بحث إضافي سوف يكون لازماً لتأمين وضمان نتائج ممكن التنبؤ بها . الكلفة العالية بولي فوسفات البوتاسيوم المحضر من هيدروكسيد البوتاسيوم وحمض سوبر فوسفات هي ميزة سيئة . فوسفات البوتاسيوم الأقل غلاءً أو صيغ أخرى أقل كلفة من المحتمل أن يحتاج إليها من أجل نتائج مفضلة اقتصادياً على محاصيل الحبوب.

أسمدة التعليق (المستعلقة) :

الصيغ والإجراءات لانتاج الأسمدة المستعلقة تكون متنوعة ومتعددة الأشكال بحيث أنه ولا محاولة سوف تبذل لدراستهم بشكل كامل . النموذج الأكثر شيوعاً يستعمل تقنيات والمواد المشابهة لتلك المستعملة من أجل السوائل النقية ماعدا حالة أن التركيز يكون محدوداً ويتحدد بواسطة التميع أكثر من الانحلالية . مواد تعليق أورثوفوسفات الأمونيوم المحضرة من حمض العملية الرطبة والحاوي على شوائب غير ذوابة يمكن أن يستعمل ولكن بولي فوسفات الأمونيوم يعطي منتجات ذات نوعية أفضل . محلول UAN هو المصدر العادي للبوتاس المواد غير الذوابة . أو المواد التي تشكل ترسبات غير ذوابة قد تضاف لتزويد مواد تغذية وتنقية أو ثانوية . وفي الحقيقة مواد التعليق للمواد الذوابة بشكل كامل مثل الحجر الكلسي المطحون أو صخر الفوسفات يمكن انتاجها واستعمالها مع الأخذ بعين الاعتبار ميزة تخفيض وتقليل مشاكل الغبار.

ومن بين أكثر عوامل التعليق هناك الطين attapalgite الذي يشكل يتحول إلى جل غرواني هلامي القوام وذلك عند التحريك الشديد بالماء أو محاليل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مائية . الكمية المعتادة هي 1-2 % والتي تكون كافية لتأمين لزوجة تعليق في المدى المفضل هو 300-700 سنتي بويز (وحدة لزوجة مطلقة) . معدل ومدى اللزوجة هذا يمنع الترقد والترسب السريع للمواد الصلبة ولكنه لا يسبب أي صعوبة أو مشكلة في الضخ أو الرش وذلك إن استعملت المعدات الملائمة . مواد التعليق قد تخزن لأسابيع عدة أو شهر وذلك باستعمال تحريك دوري ولكن الميل والاتجاه العام هو باتجاه تحديد التخزين لأن البلورات قد تنمو وتكبر إلى حجم معين بحيث تسبب مشاكل .

Balay And Salla day درسوا عملية تحضير مواد التعليق من المواد الصلبة . ومن الواضح أن مواد التعليق لا يمكن أن يكون لها ميزة اقتصادية تفوق bulk blends وذلك للأسباب التالية :

1- إن مسحوق MAP أو DAP يمكن أن يستعمل لأنه أرخص من فوسفات الأمونيوم المحببة .

2- النتروجين الإضافي يمكن أن يكون محلول يوريا والذي يكون أرخص وأقل كلفة من اليوريا الصلبة وذلك إن كانت قريبة من المصدر . وإلا فإن اليوريا الصلبة في أي شكل يمكن أن تستعمل سلفيت الأمونيوم المنتج الثانوي قد تكون مادة اقتصادية في بعض المواقع والمراكز .

3- البوتاس الدقيق يجب أن يستعمل والذي يكون أرخص من البوتاس المحبب .

تطبيق واستعمال أسمدة التعليق يتطلب معدات تخصصية وتقنيات . ولهذا السبب مواد التعليق عادة توزع عن طريق خدمات الاستعمال والتطبيق العادية وحسب التوصية بدلاً من المزارع . ولكن في البلدان حيث اليد العاملة متوفرة ورخيصة الاستعمال اليدوي سوف يكون ممكن تنفيذه .

نفقات وتدبير كلفة انتاج الأسمدة المركبة :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تكاليف التشغيل ورأس المال لانتاج الأسمدة المركبة تختلف بشكل واسع بالاعتماد على فيما إذا كانت العمليات تدار وبمواد خام أساسية أو مواد وسيطية أو منتجات نهائية .

ماورد من تعليقات في هذا القسم يشير بشكل استثنائي إلى كلفة التشغيل ورأس المال لانتاد الأسمدة المركبة ولا تتضمن التسويق والتوزيع . في اختيار عملية الانتاج ، الهدف يجب أن يكون تحقيق كلفة مسلمة أقل لمعظم المنتجات المناسبة . وبسبب التعدد والتنوع لأجهزة التسويق ، فإن توفر وإتاحة المواد الخام والحاجات الزراعية ، لن يؤدي بأي محاولة سوف تبذل لتحديد وتعريف نظام التوزيع والتسويق الأقل كلفة لأي موقف محدد . ولكن بعض رؤوس الأقلام سوف ترد في الفصل XXIV .

blending هو واحد بين العمليات الأقل كلفة ولكن نجاحه يعتمد على المواصفات الوثيقة والشراء المنتقى للمواد المحببة كي blended والذي لايمكن أن يتم دائماً بشكل مرضي ومقنع .

كذلك المواد تكون أكثر غلاءً من المواد غير المحببة أو المواد الوسيطية وكما ذكر مسبقاً فإن Monograph No . 8 of Unidoe`s Fertilizer Industry Series يعطي وصف مفصل لأسمدة bulk blending ومعامل التعبئة بطاقة 30,000 أو 50,000 طن سنوياً .

تكاليف رأس المال المقدرة هي 443,300 دولار و 565,300 دولار . كمية أكبر من كلفة رأس المال سوف تكون لازمة من أجل تلقي الأسمدة bulk وتعبئتها ولتخزين المادة bulk القادمة والمادة المعبأة الخارجية . تسهيلات ووسائل bulk-blending الأصغر من أجل المبيعات السنوية ذات الطاقة (5,000-3,000) طن قد تم تأمينها وبنائها في البلدان المتطورة بطاقة قدرها 100,000 دولار وعادة بدون تسهيلات ووسائل التعبئة أو تخزين المنتجات . الوسائل والتسهيلات لانتاج الأسمدة المركبة السائلة يمكن أن تكون مكلفة وذلك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن كانت المكونات ذات النوعية المطلوبة يمكن استحالصها ممن يزودون بها أساساً والذي يكون أمراً صعباً في العديد من البلدان . إنتاج محلول بولي فوسفات الأمونيوم من الأمونيا وحمض الفوسفوريك يكون أقل كلفة في كلفة التشغيل ورأس المال أكثر من انتاج فوسفات الأمونيوم المحبب ولكنه يتطلب حمض فوسفور ذو تركيز عالي وذات مواصفات تركيبية صارمة وشديدة . مثل هذا الحمض لايتوفر بسهولة في بعض البلدان ، محلول اليوريا أو محلول UAN إن توفر المصادر القريبة ، يجب أن يكون أقل كلفة من اليوريا الصلبة مستلزمات ومعدات الطاقة من أجل المحاليل هي أقل من أجل المواد الصلبة بما أن الوقود اللازم للتبخير أو التجفيف ليست ضرورية .

التقديرات التوضيحية لانتاج فوسفات الأمونيوم المحببة والنتروفوسفات معطاة في الفصول XV-XIV و XXV إضافة أملاح البوتاس في هذه العمليات يتطلب استثمار إضافي ضئيل او كلفة تشغيله .

في عمليات تحبيب الخبث إضافة البوتاس عادة تقلل وتخفض نسبة إعادة الدوران ، وهكذا ، فمن أجل حجم معطى لمستلزمات التحبيب ، منتج أكبر ذو درجة 25-25-10 مثلاً أكثر من الدرجة 0-46-18 سوف يتم توقعها . ولكن إضافة نترات الأمونيوم أو اليوريا قد لا تنخفض نسبة إعادة الدروان ولذا ، فحجم وكلفة معمل التحبيب سوف يُحتاج إليها لأن تقلل بالتناسب وذلك كما هو موضح في الفصل XIV . هناك معلومات أقل متوفرة من كلفة تحبيب المصهور أو Prilling الأسمدة المركبة باستثناء درجات محدودة وذلك كما هو موضح في الفصل XIV . ومقارنة لكلفة Prilling مقابل تحبيب المصهور من أجل اليوريا أو نترات الأمونيوم قد أعطيت من قبل Ruskan . ومن الممكن أن هذه المقارنة قد تكون سارية المفعول بالنسبة لـ Prilling مقابل تحبيب المصهور لمثل هذه الأسمدة المركبة وذلك كما هي معدة ومهيأة لمثل هذه العمليات .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك بعض المعلومات عن تحبيب البخار للخلطات الجافة للأسمدة قد تم تأمينها من قبل Fisons Ltd والذي أعطى وقدم معامل (وحدات) Grannpak المعيارية بأحجام مختلفة ومتنوعة . الوحدة الأساسية تتألف من قواديس المواد الخام وقواديس التغذية ، آلة (جهاز) سحق المادة الخام وجهاز تحبيب مزود لحقن البخار وإضافة ماء الرش ، مجفف ، مبرد ، م الغبار الجاف ، الغرابيل ، جهاز سحق الحبيبات فوق الحجم ومعدات من أجل التغطية (طلاء) المنتج النهائي مع الأدوات والآلات والمحوّلات الضرورية .

إن نظام التكاليف الضخمة لوحدات التحبيب الأساسية محدود المجموعة لا تتضمن تخزين المواد الخام أو المنتجات وبناء على الأسعار السائدة في انكلترا في تموز 1، 1977 يكون مايلي :

Type	Tons/Hour Output	Throughput	Cost of Basic Plant (Approx.) £	$ Equivalent[a]
I	5 to 10	15	906,000	1,540,000
II	7 to 15	22	1,196,000	2,033,000
III	10 to 20	35	1,696,000	2,883,000
IV	15 to 30	55	2,161,000	3,673,000

a. Assuming exchange rate of 1£ = US $1.70.

المعدات الإضافية الاختيارية يمكن تضمينها عند حدود التكاليف التقريبية التالية

1- مرجل البخار Package من أجل التحبيب ƒ21,500

2- نازع الغاز الرطب . ƒ39,750

3- حمض جهاز تعديل المسبق لحمض الفوسفور ƒ55,250

4- إضافة محلول نترات الأمونيوم ƒ17,500

Fisons يعطي المدى التالي للإستفادة من معدات ومستلزمات التحبيب للمدى الواسع لأسمدة NP ، NPK و PK .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

	Requirement per Ton of Product	
Steam (3 kg/cm^2, min)	20-80	kg
Water (3 kg/cm^2, min)	0.05	m^3
Fuel	60,000-150,000	kcal
Electricity	15-25	kWh

هذه البيانات يمكن استعمالها لتقدير كلفة التحبيب للأسمدة المركبة باستعمال مواد جافة وبشكل طبيعي ، السماح يجب أن يكون من أجل التخزين للمواد الأولية والمنتجات ، تسهيلات ووسائل التعبئة والتغليف وإن كان لازماً ، الوسائل والتسهيلات المساعدة وأي تكاليف إضافية مترافقة مع موقع معين . الكلفة التشغيلية لكل طن من المنتج سوف تعتمد بشكل واضح على نسبة إعادة الدوران لأن هذه النسبة تحدد نسبة ومعدل الإنتاج من أجل وحدة حجمية معطاة نسبة إعادة الدوران تعتمد على الصياغة ودقة التحكم وضبط تحولات ومتغيرات التشغيل وكما هو موضح في هذا الفصل مسبقاً .

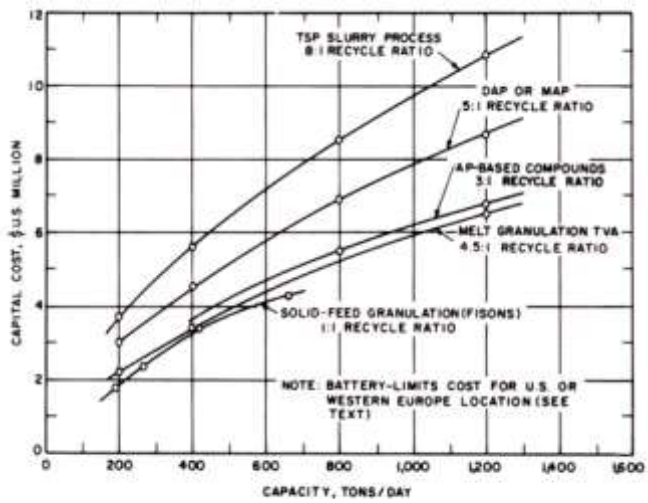


Figure 15. Capital Cost of Granulation Plants Versus Capacity.

الشكل 15 يظهر كلفة رأس المال التقديرية بالنسبة لمعامل تحبيب حدود المجموعة بنماذج متنوعة وذلك من أجل موقع صناعي في الولايات المتحدة أو أوربا الغربية . الكلفة لا تتضمن تخزين المواد الخام أو المنتجات أو أي تسهيلات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

داعمة أو مساعدة ومنحني TSP يتضمن طحن الصخر وتسهيلات تحميض الخبث انظر الفصل XIV الجدول (2) .

المنحني من أجل DAP و MAP هو من أجل العملية ذات النموذج TVA التقليدية (المألوفة) بما في ذلك التعديل المسبق واستخلاص الأمونيا وسوف تستعمل وتطبق بشكل تقريبي من أجل أي سماد مركب يعتمد على فوسفات الأمونيوم مع نسبة إعادة دوران دوران تصل إلى 1:5 .

المنحني من أجل AP الذي يعتمد على الأسمدة المركبة سوف ينطبق على أي من NP أو NPK من الأسمدة المركبة والتي تعتمد على حمض الفوسفور والأمونيا المحضرة بواسطة عملية ذات نمط خبث مع نسبة إعادة دوران تصل إلى حوالي 1:3 . وكذلك تطبق وتستعمل على الأسمدة الفوسفات ثنائية الأمونيوم الصرفة المنتجة والمحضرة بعملية المفاعل الأنبوب كمثل TVA أو جهاز Cros. A. S والذي فيه معدل إعادة الدوران تصل إلى 1:3 (انظر الفصل XIV) . المنحني بالنسبة لتحبيب المصهور تستعمل وتطبق بشكل أولي على فوسفات الأمونيوم أو الأسمدة المركبة لسلفيت الفوسفات المحضر باستعمال مفاعل الأنبوب TVA أو مفاعل الأنبوب المتشابك هذه العملية لا تتطلب مجفف ونسبة إعادة الدوران تصل إلى 4.5:1.0 سوف يتم استعماله . وكذلك يجب أن يستعمل بشكل تقريبي على مركبات NPK أو NP المحضرة بواسطة عمليات مشابهة بواسطة إضافة مواد صلبة لا مائية أو مصهور ، ونسبة إعادة الدوران تكون تقريباً نفسها . منحني تحبيب البخار يعتمد على البيانات التي قدمها Fisons من أجل معامل Grannpak مع افتراض أن نسبة إعادة الدوران هي 1:1 الكلفة تتضمن مرجل بخار Package وتسهيلات والوسائل من أجل تعديل مسبق لحمض الفوسفور وذلك إن رغب بذلك . ولكن العملية بشكل أساسي مصممة من أجل تحبيب المادة الجافة (انظر الوصف السابق في هذا الفصل) . ومن الواجب ملاحظته أن وحدة التحبيب عادة ما تكون مصممة من أجل طاقة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نوعية (إعادة الدوران+ المنتج) وهذه الطاقة هي عامل أساسي في كلفتها (انظر الشكل 13 الفصل XIV) طالما المعمل يبنى ، فإن طاقته الإنتاجية تعتمد على نسبة إعادة الدوران . وهكذا فالتقدير الدقيق لنسبة إعادة الدوران من أجل المنتجات المرغوبة أمر هام في تصميم الوحدة (المعمل) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل العشرون

20- المواد المغذية الدقيقة والثانوية

في السنوات العشر الآخيرة ، أصبح هناك حاجة متنامية لتضمين الأسمدة مواد مغذية غير العناصر الأولية ، كالنتروجين الفوسفور والبوتاسيوم. وهناك أسباب متعددة لهذا . درجات الأسمدة قد ازدادت لتقليل تكاليف المعالجة والشحن مع نتيجة مفادها أنه هناك مكان أقل للمواد الدقيقة والثانوية والتي مسبقاً قد تم تضمينها بكشل عرضي وذلك لأنهم كانوا موجودين في المواد الخام الأصلية . بالإضافة إلى أن ، مشكلة تأمين وتزويد المواد المغذية الدقيقة يتوقع لها أن تكون هامة بشكل متزايد بينما الاحتياطي الطبيعي في الأرض (التربة) يصبح الحاجات قد تطورت في بعض المناطق بالنسبة لبعض المحاصيل من أجل مواد مغذية دقيقة خاصة بكميات كبيرة ، فإن سوف يتم تأمين كميات أكبر بواسطة مواد خام غير مصفاة . أمثلة أخرى متعددة تخص الحاجة للعناصر المواد المغذية الدقيقة قد أكتشفت بواسطة البحث والدراسة وبواسطة الطرق المحسنة (المطورة) لتعريف من أجل التعريف وتحديد النقص والعجز . الحاجة من أجل تضمين المواد الإضافية في الأسمدة قدمت (أدت) إلى مشاكل متعددة في الانتاج . وفي تحضير الخلطات الصلبة ، من الصعب الحصول على مزج جيد من كميات صغيرة من المواد المضافة مع المواد الأخرى وعندما تمزج ، الفصل قد يحدث في المعالجة بالإضافة إلى أن بعض من المواد المضافة قد لا يكون كيميائياً منسجماً مع المكونات الأساسية للخليط . وفي عملية انتاج الأسمدة السائلة ، الخليط السائل وسوائل النتروجين مشكلة اشتراك واتحاد المادة الإضافية بشكل كامل قد تبسّط غالباً ولكن لسوء الحظ ، العديد من مواد المضافة المطلوبة ليست ذوابة في الأنماط العادية من هذه السوائل . هذا الفصل يغطي طرق اتحاد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المواد المغذية الثانوية (الكالسيوم) المغنزيوم ، والكبريت والمواد المغذية الدقيقة (البورون ، النحاس ، الحديد والمنغنيز ، موليبدينوم والزنك في نماذج مستقلة سائلة ، صلبة من الأسمدة . هذه المواد المغذية تكون ضرورية وأساسية بالنسبة للنمو الملائم للنبات كما هي الحال بالنسبة للمواد المغذية الأساسية . الكلورين كذلك مادة مغذية دقيقة أساسية ولكن النقص والعجز نادراً ما يحدث .

TABLE 1. COMMON FERTILIZER MATERIALS WHICH ALSO CONTAIN SECONDARY NUTRIENTS

Fertilizer	Formula of Principal Compound Present	Analysis (Percentage by Weight)					
		N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	S
Ammonium nitrate-limestone[a]	$NH_4NO_3 + CaCO_3 + MgCO_3$	21-26	-	-	10-22	0-7	-
Ammonium phosphate sulfate	$NH_4H_2PO_4 + (NH_4)_2SO_4$	16	20	-	-	-	15
Ammonium sulfate	$(NH_4)_2SO_4$	21	-	-	-	-	23
Ammonium sulfate nitrate	$(NH_4)_2SO_4 \cdot NH_4NO_3$	26	-	-	-	-	12
Calcium cyanamide	$CaCN_2$	21	-	-	70	-	-
Calcium nitrate	$Ca(NO_3)_2$	15	-	-	27	2	-
Phosphate rock	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$	-	30-36	-	45-50	0.1-1	-
Potassium magnesium sulfate (langbeinite)	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	-	-	21	-	19	22
Potassium sulfate	K_2SO_4	-	-	50	-	-	17
Ordinary superphosphate	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaSO_4$	-	20	-	28	-	13
Triple superphosphate	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	-	46	-	19	-	1
Fused calcium magnesium phosphate	indefinite	-	20	-	32	18	-
Basic slag	indefinite	-	15-20	-	42-50	2-8	-

a. Also known as calcium ammonium nitrate.

المواد المغذية الدقيقة الثانوية :

إن أهمية المواد المغذية الدقيقة الثانوية ، الكالسيوم ، المغنزيوم ، والكبريت في الزراعة قد أصبحت ذات شأن لبعض الوقت وإضافة المصادر لهذه العناصر للترب عادة مايتم في المناطق حيث التقنية الحديثة للتسميد تتبع وتطبق . بالإضافة إلى الوظائف النافعة الهامة للمواد المغذية للنبات ، فإنهم كذلك يستعملون كتعديل لتصحيح ظروف وشروط التربة غير المرغوبة .

الحفاظ على درجة PH للتربة ، التي تكون عادة 6-7 هي أكثر أهمية وذلك للحصول على انتفاع كاف من المواد المغذية من قبل النبات .

الكالسيوم والمغنزيوم :

الكالسيوم وإلى حد أقل المغنزيوم يكون موجوداً في العديد من الأسمدة والمستعملة بشكل شائع الجدول (1) ولكن مركبات الكالسيوم والمغنزيوم غالباً ما تستعمل بشكل منفصل من أجل تصحيح حموضة التربة . الكالسيوم والمغنزيوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هي مكونات هامة للنبات وعلامات النقص في هذه المواد المغذية موضح في الجدول (2) .

TABLE 2. SYMPTOMS OF CALCIUM, MAGNESIUM, AND SULFUR DEFICIENCIES IN PLANTS

Secondary Nutrient	Symptoms of Deficiency
Calcium	In most plants, root growth is reduced, root rotting frequently occurs, and the roots are affected before the tops have shown any symptoms. In moderate stages of deficiency, the young leaves become distorted, fail to grow, and show spotting or necrotic areas. In the acute stage, there is a general collapse of growing points and a die-back of the terminal buds.
Magnesium	Deficiency symptoms are frequently found on lower leaves of plants. In cotton, a reddening of the lower leaves occurs; while in potatoes, an orange-yellow coloration appears on the lower leaves and along the veins. In corn, there is a striping or chlorosis between the veins, and if the deficiency is severe, a crimson-red color frequently appears on the lower leaves.
Sulfur	Sulfur deficiency symptoms tend to resemble those of nitrogen deficiency. Under a continuous low supply of either element, plant appearance does not provide an assured means of differentiating between deficiencies of sulfur or nitrogen. With a diminishing supply, however, a distinction may be observed. With nitrogen deficiency, the plant may become a yellowish-green color; and with some plants, the lower leaves may turn yellow and fall from the plant. With sulfur deficiency, the older leaves remain green, and the younger leaves become yellow-green and, in severe cases, chlorotic.

Source: K. C. Berger, and P. F. Pratt. 1963. "Advances in Secondary and Micronutrient Fertilization," IN Fertilizer Technology and Usage, p. 287-340, M. H. McVickar, G. L. Bridger, and L. B. Nelson, eds., Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

ولكن مصادر الكالسيوم والمغنزيوم أحياناً يتم تأمينها بكميات لازمة لتعديل درجة PH للتربة . أكثر من كونها تُؤمن (تُزود) استجابة لنقص عجز في النبات . المواد العادية تطحن بشكل دقيق أي الحجر الكلسي الزراعي أساساً كربونيت الكالسيوم ، دولوميت (كربونيت مزدوج من الكالسيوم والمغنزيوم) أو الأحجار الكلسية الدولوميتية والتي تكون خلطات أو مزيج من معدنين .

TABLE 3. RELATIVE NEUTRALIZING VALUES OF PURE LIMING MATERIALS

Liming Materials	Relative Neutralizing Values	Kilograms of Liming Materials Equivalent to 1 mt	
		Calcium Carbonate	Calcium Oxide
Calcium carbonate	100	1,000	1,785
Magnesium carbonate	119	840	1,500
Calcium oxide	178	560	1,000
Magnesium oxide	250	400	715
Calcium hydrate	135	740	1,320
Magnesium hydrate	172	580	1,035
Dolomite	108	925	1,665
Dolomitic hydrate	175	572	1,020

Source: R. S. Boynton. 1966. "Calcium and Magnesium in Mixed Fertilizer," IN Chemistry and Technology of Fertilizers, p. 447, Vincent Sauchelli, ed., Reinhold Publishing Corporation, New York; Chapman & Hall, London.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المصادر الأخرى تتضمن الكلس المائي والمحمَّص ، والفضلات الكلسية وذلك كقشرة (غلاف) حمأة أو خبث .

المادة المستعملة تعتمد أساساً على التوفر المحلي والاعتبارات الاقتصادية . قيم التعديل النسبية للمواد الصافية موضحة في الجدول (3). إن دقة من حجر الكلس المستعمل من أجل هذا الاستعمال المباشر ، والتي تدعى التكلس تتنوع بشكل واسع وتتراوح من دقيق (جريش) الحجر الكلسي الذي يمر عبر 8 شبيكة من الغربلة إلى طحين الحجر الكلسي بحجم 100 شبيكة أو حجم صغير . وكلما طحنت المادة المتكلسة بشكل دقيق ، كلما كانت فعالة بشكل أسرع . حجم الجزيئة الذي يصل إلى % 50 الذي يمر خلال 80 شبكة من الغربال قد تكون اتفاقاً وسطاً استعمال مركبات الكالسيوم والمغنزيوم على العديد من الترب يؤدي إلى زيادة شديدة وكبيرة في نمو النبات .

توفر الفوسفور المسحن (المطوَّر) :

مع درجة PH المتضمنة للترب والترب التي تكون غنية بالألمنيوم ومحتوى أوكسيد الحديد . ومركبات الفوسفات تكون أقل توفراً وذلك بسبب تفاعلهم مع هذه المركبات . التكلس إلى حد PH الذي يصل إلى 7-6 يزيد من توفر الفوسفات وذلك بسبب ترسب الحديد والألمنيوم على شكل مختلف عن الفوسفات . عند درجات مرتفعة لـ PH ، التوفر تنخفض ولكن بسبب ترسب الكالسيوم أو فوسفات المغنزيوم .

النترجة :

معظم الكائنات المسؤولة عن تحويل الأمونيا إلى مركبات نترات تتطلب وتستلزم الكالسيوم ترجمة الجدول (2) والجدول (3) .

تثبيت النتروجين :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العملية تكون مفضلة بإضافة عوامل تكليس :

Optimization Of Micronutrient

على الرغم من أن كميات صغيرة من المواد المغذية الدقيقة تكون لازمة لأجل نمو صحي للنبات وعندما يكون أي مادة مغذية دقيقة موجودة في شكل متوفر (متاح) وبتركيز كبير جداً ، فإنها تكون سامة وتعطي تأثيراً معاكساً على النباتات ، مواد التكلس يمكن أن تضاف لتنظيم Uptake المواد المغذية الدقيقة . باستثناء الموليبدنيوم ، فإن توفر المواد المغذية الدقيقة . ينخفض ويقل مع الزيادة في درجة PH للتربة . وبالاعتماد على التربة ، فإن درجة PH التي تصل إلى 6-7 عادة ماتكون مرضية ومقنعة وذلك من وجهة نظر توفر وسمية المواد المغذية .

لنقص في الموليبدنيوم عادة ينخفض ويقل مع زيادة PH في التربة ودرجة PH الأكبر من "7" تكون مفضلة ، ولكن تكليس التربة إلى هذه الدرجة العالية من PH لا يُفضل بسبب الأسباب المبينة سابقاً .

الحالة الفيزيائية للتربة ، حيث التكلس يحسن بنية وتركيب الترب ذات التركيب (البنية) الدقيقة :

الكبريت :

إن استعمال مركبات الكبريت كمواد تعديل للتربة وذلك لتصحيح القلوية أو الملوحة في الترب . وجود زيادة من أملاح الصوديوم وخصوصاً كلوريد الصوديوم والكاربونيت عادة مايتم القيام بها .

الحمولة الطنية الكبيرة لسلفيت الكالسيوم (الجبص) تستعمل لهذا الغرض في المناطق حيث توجد مثل هذه الظروف . الكبريت الأولي كذلك يستعمل . الجبص يكون مفيداً ونافعاً من أجل استرداد واستخلاص التراب الذي قد غمر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بمياه البحر الاستعمال الناجح للبيريت (FeS_2) من أجل استخلاص واستصلاح الأراضي القلوية في الهند قد تم تطبيقه .

آلاف من الهكتارات قد استصلحت بتطبيق 7 طن أو أكثر من هذه المعدن لكل هكتار .

استعمال البيريت كذلك يستعمل لتخفيض درجة PH للترب الكلسية ، وحى وقت قريب ، الدور الأساسي للكبريت في تغذية النبات لم يعطى الكثير من الشهرة والرواج وكذلك لم يجذب إليها الكثير من الاهتمام . ومنذ بدايته تماماً ، تصنيع الأسمدة اعتمد بناءً على حمض الكبريت وذلك ككاشف للفوسفات الحر من الخام كما في انتاج سوبر فوسفات ولتثبيت الأمونيا على شكل صلب وذلك كما في سلفيت الأمونيوم . الكثير من الكبريت في الهواء كثاني أوكسيد الكبريت قد تم توفيره لتغذية النبات بواسطة سقوط المطر . الكميات تختلف وتتنوع من 4 إلى 44 كغ/ هكتار ، سنوياً وبالاعتماد بشكل كبير على تقارب المناطق حيث الوقود الحاوي على الكبريت يستعمل . الكبريت كذلك يرد بشكل

الجدول (2) علامات نقص الكالسيوم ، المغنزيوم والكبريت في النباتات

المواد المغذية الثانوية	علامات النقص
الكالسيوم :	في معظم النباتات ، نمو الجذر يتوقف ويقلل ، وغالباً مايحدث تآكل وتخرب في الجذر وتتأثر الجذور قبل أن تظهر أعالي النبات أي علامات نقص في المراحل المتوسطة من بدء النقص ، الأوراق الفضة الفتية تصبح مشوهة معَّوجة ، يتوقف نموها وتظهر عليها مناطق متعفنة أو ملطخة (مبقع) في المرحلة الحرجة (الحاسمة) هناك تدهور عام لنقاط ومراكز النمو وتراجع للبراعم الطرفية
المغنزيوم :	علامات وإمارات النقص غالباً ماتكشتف على الأوراق السفلية من النبات ، ففي القطن يظهر ويحدث إحمرار للأوراق السفلية ، بينما في محصول البطاطا يظهر تلون برتقالي مائل للإصفرار على الأوراق السفلية وعلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

	الورق . وفي الذرة ، هناك تقشر أو شحوب يخضوري بين العروق وإن كان النقص شديد فإن لوناً أحمر . أرجواني يظهر أحياناً على الأوراق السفلية .
الكبريت :	علامات نقص الكبريت تميل بتشابه علامات نقص النتروجين ، تحت وضمن شروط تأمين منخفضة ومستمرة لواحد من العنصرين (الكبريت ، النتروجين) فإن مظهر النبات لايعطي وسيلة مضمونة للتمييز بين علامات نقص الكبريت أو النتروجين ولكن بإمداد مخفض ، فإن هناك تمييزاً مايمكن ملاحظته . فمع نقص النتروجين النبات يصبح ذو لون أخضر مائل للصفرة ومع بعض النباتات ، الأوراق السلفية قد تتحول إلى صفراء وتسقط عن النبات . ومع نقص الكبريت ، الأوراق غير الفتية تبقى خضراء والأوراق الفتية تصبح خضراء- مائل للصفرة وفي حالات شديدة تصبح شاحبة يخضورياً . طبيعي في بعض الترب في بكريات غزيرة وكافية .

التغيرات في السنوات الآخيرة نزعت نحو تخفيض هذه المصادر والانتباه وكذلك الآن يتركز على كيفية تأمين الكبريت للعديد من المحاصيل النامية بالطريقة المثلى . وواحدة من هذه التغيرات هو الاتجاه نحو أسمدة عالية التحليل وتغير آخر هو أن كمية الكبريت المتاح والمتوفر من الجو تنخفض وتنقص . تأثير تغير يتركز على ضبط والتحكم بالمواد الملوثة الجوية ، بما في ذلك ثاني أوكسيد الكبريت واستعمال الكبريت المنخفض أو الوقود الحر من الكبريت يزداد ويتضاعف . احتراق الفحم في معامل توليد الطاقة تحرر كميات ضخمة من الكبريت إلى الجو ، ولكن هذه المصدر سوف يُلقي بسبب التنظيمات وقوانين الضبط والتحكم البيئوي الصارمة وتزايد الاستعمال للطاقة الذرية .

علامات نقص الكبريت في النباتات معطاة في الجدول (2) والنقص يعدّل إما بإضافة السماد الحاوي على الكبريت أو بواطسة الاستعمال والتطبيق المفضل لمركبات الكبريت وذلك بالاعتماد عادة على اعتبارات اقتصادية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والمدى العادي لنسبة التطبيق والاستعمال تكون (10-50) كغ/هكتار . والتحليل للعديد من الأسمدة الحاوية على الكبريت المعروفة معطاة في الجدول (1).

اندماج وانضمام المواد المغذية في الأسمدة المحببة (المبرغلة) :

على الرغم من أن كميات هامة من الكالسيوم موجودة في العديد من مواد التسميد المعروفة نتروفوسفات ، سيانواميد الكالسيوم ونترات الكالسيوم ، فإن الكالسيوم عادة يستعمل مباشرة على التربة على شكل حجر كلسي مطحون أو دولوميت والذي يكون أيضاً المصدر المعروف والشائع للمغنزيوم . هل بعض الترب ، المغنزيوم يكون لازماً وإضافة الدولوميت غير مرغوبة بسبب أن درجة PH للتربة تكون عالية ومرتفعة . سلفيت المغنزيوم أو سلفيت بوتاسيوم المغنزيوم يتحد ويندمج في الأسمدة من أجل هذه الترب لهذه الترب وعادة 60-20 كغ . من المغنزيوم يتم تأمينها لكل هكتار . معادن سيلكات المغنزيوم المحطون كـ سيبرنتين كذلك قد استعملت لهذا الغرض .

في بعض الأقطار والبلاد الأوربية ، إضافة المغنزيوم للأسمدة أمر شائع ومعروف تماماً . القيصريت ($H_2O. MgSO_4$) هو الصيغة العادية . وبالاستعمال المكثف للنتروجين على الأض العشبية فإن المغنزيوم المطلوب واللازم يصبح حاداً في بعض المناطق . الحاجة لتأمين المغنزيوم في الأسمدة في بلدان أخرى ، من المحتمل أنها سوف تزداد كنسب تخصيبية تقارب تلك النسب في البلدان الأوربية .

هناك طرق متعددة لإندماج وانضمام مركبات الكبريت في أسمدة محببة قد تم تطويرها ، الكبريت الأولي قد اندمج بنجاح في سوبرفوسفات المركز وذلك بتحبيب سوبرفوسفات والكبريت مع البخار والماء في اسطوانة دوّار . الانتاج ذو المقياس التجاري للأسمدة ذات التحليل العالي المحببة مع الكبريت الأولي المضاف قد تم بيانه وتفصيله . كذلك ، المزيج من اليوريا والكبريت (40 %

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من N و% 10 من S) هو مادة جديدة نسبياً قد انتجت في القسم الغربي من الولايات المتحدة الأمريكية .

نترات الأمونيوم أو أي سماد نترات غير مخفف ، يجب ألا يتحد مع الكبريت الأولي . الكبريت مادة قابلة للأكسدة في مثل هذه الخلطات ، يؤلف خطر تفجيري كامن . مركبات النترات يمكن أن تتحد بشكل آمن مع مركبات السلفيت ولكن (N و% 12 من S) يتم انتاجها تجارياً . العناية والحذر كذلك يجب الأخذ به وذلك إن كان الكبريت الأولي ممزوجاً جافاً مع الأسمدة المحببة ولتجنب امكانيات واحتمالات التفجر . فمن الضروري أن الغبار في المناطق المغلقة يجب أن يقلل وبأن أي مصدر ممكن للإشتعال في منطقة مجاورة يمكن تجنبه والبعد عنه . التهوية الجيدة والدقيقة يجب تأمينها . بعض المشتغلين وجدوا أن استعمال البخار أو ضباب الماء يكون مفيداً ونافعاً في تقليل الغبار وفي زيادة تطوير الشحنات الكهربائية الساكنة . الكبريت يضاف للأسمدة المركبة المحببة أو أسمدة على شكل سلفيت الأمونيوم ، سوبرفوسفات أحادي أو سلفيت الكالسيوم .

استعمال حمض الكبريت والأمونيا في عملية التحبيب تشكل سلفيت الأمونيوم في بعض (انظر الفصل XIX) المعامل ، جزء من خبث الجص حمض الفوسفور من وحدة حمض الفوسفور تسحب قبل الترشيح من أجل الاستعمال المباشر في انتاج الأسمدة المركبة المحببة وبنسب تؤمن الكمية المرغوبة من الكبريت في المنتج .

في بعض البلدان سوبرالفوسفات المعزز مع محتوى الكبريت يبين ذلك من سوبرفوسفات العادي والثلاثي يستعمل في استراليا وينوزيلندة سوبر فوسفات العادي يقوي ويحصن بالكبريت الأولي لإعطاء مزيج من (36-18)% من محتوى الكبريت . المواد يمكن أن تمزج ببساطة ولكن في معظم الحالات ، الكبريت يضاف خلال خطوة التحميض .

المواد اللازمة من أجل bulk-blending أو الاستعمال المباشر :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بعض من المواد الحاوية على عناصر ثانوية والمتاحة على شكل محبب والذي سوف يكون ملائماً من أجل الاستعمال المباشر أو bulkdlending :

- سوبر فوسفات المفرز أو الأحادي .
- حجر الكلسي لنترات الأمونيوم (نترات أمونيوم الكالسيوم) .
- سلفيت الأمونيوم .
- نترات سلفيت الأمونيوم .
- الجص .
- اللانغبيت .
- سلفيت أمونيوم اليوريا .
- كبريت اليوريا .
- الكبريت الأولي .
- سلفيت البوتاسيوم .

(المبرغل) المحبب في هذا السياق تستعمل لتضمين أية مادة ذات حجم مناسب وذلك إن أنتجت بواسطة Prilling أو التراص أو الطحن والغربلة أو تحبيب تقليدي . التحليل المماثل المطابق لبعض من هذه المواد معطاة في الجدول (1) بعض من النماذج من تركيب وبنية المنتجات التجارية وغير الموضحة في الجدول (1) هي كبريت اليوريا N % 400 و S % 1 وسلفيت أمونيوم اليوريا . . % 14 من N و S % 6 والجص CaO % 32 و S % 18 .

إضافة المواد المغذية الثانوية للأسمدة السائلة :

من بين العناصر الثانوية الكالسيوم والكبريت يعتبران من بين المواد المضافة للأكسدة السائلة ، إضافة الكالسيوم تقتصر أساساً على الولايات المتحدة الغربية حيث تستعمل على شكل نترات كالسيوم في محلول نترات الأمونيوم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المحلول المنتج هناك تجارياً يحتوي على % 26 من نترات الكالسيوم و% 30 من نترات الأمونيوم مع نسبة إجمالية تصل إلى % 17 نتروجين . المحلول يطبق ويستعمل مباشرة بدلاً من مزجه وخلطه مع محاليل أخرى .

الكالسيوم لاينسج مع النموذج العادي للأسمدة المركبة السائلة الحاوية على الفوسفات وذلك لأنه يترسب كفوسفات وهناك تظهر حاجة لإضافة للسوائل الممزوجة ولكن وبسبب الاستعمال المباشر للحجر الكلسي من مصادر محلية فإنه عادة ماتكون اقتصادياً . كمية قليلة جداً من المغنزيوم تستعمل في الأسمدة السائلة مثل الكالسيوم وهي تترسب كفوسفات من الأسمدة الممزوجة – السائلة الحاوية على فوسفات .

الكبريت يضاف إلى محاليل النتروجين وإلى الأسمدة الممزوجة السائلة في أشكال ثلاثة كبولي سلفايد الأمونيوم وبيسلفايت الأمونيوم وكمحاليل ثيو سلفيت الأمونيوم . محلول بيسلفايد الأمونيوم ينسجم مع الأمونيا اللامائية أو السائلة ولكنها ليست منحلة وذوابة إلى أي حد مفيد في السوائل الممزوجة الحاوية على الفوسفا .

محلول بيسلفايت الأمونيوم (% 8.5 من النتروجين و% 17 كبريت) يمكن مزجها مع أي من محاليل الأسمدة . الدرجات المطابقة مع محلول نترات الأمونيوم هي 2-0-0-18 ($N\text{-}P_2O_5$ $K_2O\text{-}S$) و7-0-0-14 مع السوائل الممزوجة مثل هذه الدرجات 3-0-0-10 ، 3-0-8-8 و1-0-5-15 تم بيانها. إضافة محلول بيسلفايت الأمونيوم إلى السماد السائل (بولي فوسفات الأمونيوم) ذو الدرجة 0-34-10 تعطي منتجات سائلة بمثل هذه الدرجات أي 3-0-30-10 و5-0-26-10 وكما تم الدراسة أدناه في قسم المواد المغذية الدقيقة ، هذا السائل بالدرجة 0-24-10 الذي يحتوي حوالي نصف من فوسفات ك أورثوفوسفات والنصف الآخر ك بولي فوسفات هو عامل تنحية أيونات فعال . واستعماله في صناعة الأسمدة السائلة يزداد بشكل سريع . سلفيت الأمونيوم أو

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

سلفايت الأمونيوم إلى حد ما تكون أقل ذوباناً في محلول كهذا . ثيوسلفيت الأمونيوم يستعمل بنسبة % 60 محلول سائل والذي يحتوي % 12 من النتروجين و% 20 كبريت المحلول يكون منسجماً في أي نسبة مع المحلول الحاوي على فوسفات القلوي أو المعدَّل بالإضافة إلى مع الأمونيا السائلة ومحاليل النتروجين . إضافة مثل هذا المحلول إلى محلول أورثوفوسفات بدرجة 0-24-8 أو محلول بولي فوسفات بدرجة 0-34-10 يعطي مثل هذه الدرجات أي 3-0-12-10 و3-0-17-11. الأمونيوم أو سلفيت البوتاسيوم كذلك يستعمل لتزويد الكبريت في الأسمدة السائلة ولكن الانحلالية المنخفضة نسبياً لهذه المواد تحدد من النسبة التي يمكن أن تستعمل .

إضافة المواد المغذية الثانوية للأسمدة المتعلقة (لأسمدة التعليق) :

الطريقة الأفضل لإندماج المغنزيوم والمواد غير الذوابة الأخرى في المستحضرات السائلة محتمل أن تكون آخر تقنية يغلق مطورة حديثاً . المادة غير الذوابة ، والتي تكون بحجم الجزئية الدقيقة ، تندمج مع عامل التعليق لإعطاء تعليق ثابت ومستقر وغير ترقيدي التطور الحديث الآخير هو استعمال الحجر الكلسي المطحون بشكل دقيق أو الدولاميت كمادة تعليق . وله ميزة تجنب شروط ظروف الغبار المشمولة في استعمال المادة الجافة . مواد التعليق الحاوية على أكثر من % 60 وزناً من الحجر الكلسي في الماء تكون عملية . الكبريت قد يضاف لمواد التعليق كـ كبريت أولي دقيق ، سلفيت الأمونيوم أو الجص المطحون .

المواد المغذية الدقيقة :

عناصر المواد المغذية الدقيقة ، البورون– النحاس ، الحديد ، المغنزيوم الموليبدنيوم والزنك هي عناصر هامة وضرورة لنمو النبات كما هي العناصر الأولية (النتروجين ، الفوسفور ، البوتاسيوم) والمواد المغذية الثانوية (

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكالسيوم ، المغنزيوم والكبريت) . وبينما مردود المحصول يزداد بالتسميد الكافي والدقيق بالمواد المغذية الدقيقة ، فإن الحاجة لواحد أو أكثر من هذه المواد المغذية الدقيقة يصبح غالباً العامل المحدد .

وفي كل سنة حالات عدة من الاستجابة الهامة الاقتصادية للمواد المغذية المضافة تكتشف ، وأحياناً في المناطق حيث نقاط العجز والنقص كانت سابقاً غير مشتبه بها .

المزارعين الذين تعلموا من زيادات في النمو للنبات والمحاصيل والمشتق من الإضافات المواد المغذية الدقيقة يتوقون لحصد هذه المنافع ولكن مهمة تحديد أي من المواد المغذية الدقيقة يحتاج إليه لكل محصول وكل حقل . وحتى إن تم الحصول على هذه المعلومة ، فإنه ليس هناك ترخيص ، الذي سوف يكون للسنوات التالية أمراً جيداً . حاجات ومستلزمات المواد المغذية الدقيقة من المحتمل أن تظهر لعدة فصول متنوعة : انفلات وإفراغ احتياطي التربة ، اختلاف في درجة PH للتربة ، كبح المتاح من المواد المغذية بواسطة التفاعل التبادلي مع مواد مغذية أخرى وإزالة تقيدات المردود . عادة ، المواد المغذية الدقيقة تتحدد وتندمج مع الأسمدة الكيماوية المعيارية وتضاف للتربة في برامج تسميد طبيعية وعادية .

في حالات قليلة خاصة تستعمل المواد المغذية مباشرة على التربة أو أنها تستعمل في مرشات ، العديد من المصنعين يمزجون المواد المغذية الدقيقة مع الأسمدة عند وقت الشحن . وآخرون يدمجون المواد المغذية الدقيقة خلال تصنيع الأسمدة لإعطاء أسمدة والتي تزود وتؤمن كميات معتدلة من مواد مغذية دقيقة . بعض من علماء الاقتصادي الزراعي اعترضوا على هذا المبدأ ولكن استعمال العناصر غير اللازمة إليها تبدو وتتلف فإن أموال ونقود المزارع والاستعمال غير المتميز للمواد المغذية الدقيقة قد يسبب تأثيرات عكسية . والنقطة الأولية هي سؤال الاقتصادي وذلك فيما إذا الضمان أو التأمين يستحق مايكلف . الفشل في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تزويد وتأمين المواد المغذية الدقيقة كذلك يبدد ويتلف أموال المزارع وسيتم تحديد حاجات المواد المغذية الدقيقة غالباً مايكون باهظاً وغير محدد ومعرقلة . وبالنسبة للنقطة الثانية لتأثيرات العكسية غير محتملة عندما يكون الأسمدة تزود تقريباً كمية المواد المغذية الدقيقة والتي سوف تزال بواسطة المحاصيل .

عندما تتحدد وتندمج المواد المغذية الدقيقة مع الأسمدة تفاعلات كيماوية قد تحدث مشكلة مركبات جديدة . وكنتيجة انحلالية المواد المغذية الدقيقة وبالتالي فعاليتهم الزراعية قد تتغير للأفضل أو الأسوأ . واستعمال حوامل المواد المغذية الذوابة في الماء لايعني بالضرورة أن العنصر سوف يكون ذواباً في الماء في المزيج وبشكل معاكس عندما عوامل المواد المغذية الدقيقة غير الذوابة تتحدد وتندمج في المزيج ، فإن المواد المغذية الدقيقة قد تصبح ذوابة . وليس هناك معلومات وبيانات متوفرة للإجابة من السؤال فيما إذا الانحلالية بالماء لعناصر المواد المغذية الدقيقة المتعددة أمر هام زراعياً . ولكن من المفضل أن المواد المغذية الدقيقة في الأسمدة المحببة سوف يكون أكثر فعالية وذلك إن كانوا على الأقل ذوابة في الماء جزئياً وهذا عادة صحيحاً بالنسبة للعناصر الأولية . بعض المركبات غير الذوابة معروف بأنها مصادر مواد مغذية دقيقة عندما تطحن بشكل دقيق وتمزج مع التراب ولكن عندما تؤمن على شكل محبب ، فإنهم عادة يصبحون أقل فعالية .

المصادر الرئيسية للمواد المغذية الدقيقة المستعمل الآن هي البوراكس وأملاح السلفيت الذوابة للعناصر المعدنية . مواد أخرى تستعمل هي (P) أملاح الكربونيت والأوكسيد (ب) الفيريت المحضر بواسطة صهر أملاح المواد المغذية الدقيقة والسيليكا إلى الزجاج أو الحمأة و(ج) الشيلات ، مركبات معقدة من المواد المغذية الدقيقة والمركبات العضوية مثال :

حمض ethylenedia menete traacetic .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 4. MICRONUTRIENT CONTENT OF SOME MICRONUTRIENT SOURCES

Material	Formula of Principal Compound Present	Micronutrient Content (Percentage by Weight of Element)
Sources of boron		
Sodium tetraborate decahydrate (borax)	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	11
Sodium tetraborate pentahydrate	$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$	14
Sodium tetraborate-pentaborate	-	20
Colemanite	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$	16
Sources of copper		
Cupric oxide	CuO	79
Cuprous oxide	Cu_2O	84
Cupric sulfate monohydrate	$CuSO_4 \cdot H_2O$	35
Cupric sulfate pentahydrate	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	25
Sources of iron		
Ferric sulfate nonahydrate	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	20
Ferrous sulfate heptahydrate	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	20
Sources of manganese		
Manganous carbonate	$MnCO_3$	46
Manganous oxide (impure)	MnO	48
Manganous-manganic oxide	Mn_3O_4	69
Manganous sulfate monohydrate	$MnSO_4 \cdot H_2O$	24
Sources of molybdenum		
Ammonium molybdate	$(NH_4)_2MoO_4$	49
Sodium molybdate (anhydrous)	Na_2MoO_4	46
Molybic oxide (technical grade)	MoO_3	58-62
Sources of zinc		
Calcined zinc concentrate (impure ZnO)	ZnO	74
Zinc carbonate (byproduct)	$ZnCO_3$	56
Zinc oxide	ZnO	80
Zinc sulfate monohydrate	$ZnSO_4 \cdot H_2O$	36

بعض من مصادر المواد المغذية الدقيقة ومحتواهم المغذي موضح في الجدول (4) بالإضافة لهذه المواد المنقاة هناك منتجات ثانوية متعددة من صناعات تكرير المعدن والفلز والتي تُباع وتستعمل من أجل محتواهم من المواد المغذية الدقيقة . الكميات من المواد المغذية الدقيقة والتي تم تزويدها فعلياً متنوعة تماماً وذلك بالاعتماد وهي حالة ووضع التربة والمحصول الواجب تسميدة . نسب الاستعمال والمطابقة والموصى بها لتعديل وتصحيح العجز والنقص مجدولة أدناه .

Micronutrient	Micronutrient Applied, (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn), kg/ha
Boron	0.1-1.1
Copper	5-22
Iron	3-11
Manganese	5-22
Molybdenum	0.01 to 0.07
Zinc	5-11

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1964 الأسمدة المعززة بالبورون ، النحاس ، والحديد ، المنغيز والزنك تحتوي كمعدل B % 0.09 ، Cu % 0.36 ، Fe % 0.46 ، Mn % 0.63 و % 0.39 من Zn .

علامات وإمارات نقص المواد المغذية الدقيقة في النباتات موضحة في الجدول (5) .

TABLE 5. SYMPTOMS OF MICRONUTRIENT DEFICIENCIES IN PLANTS

Micronutrient	Symptoms of Deficiency
Boron	Stunted growth of the younger parts of plants, frequently combined with a red or yellow coloration. Common symptoms are disintegration and decomposition of tissues in root crops and in stalks of members of the cabbage family.
Copper	Wilting and eventual death of leaf tips.
Iron	In early stages, leaves are pale without veinal patterns. The next stage consists of an interveinal chlorosis in the leaves. In the most severe stage of deficiency, the veins are yellow.
Manganese	Plants with net-veined leaves develop chlorosis in interveinal tissues, while veins remain green. Plants with parallel veins develop a general chlorosis condition and such secondary symptoms as grey specks on cereals.
Molybdenum	Foliage is yellow or greenish yellow, similar to nitrogen deficiency symptoms. Leaf blades fail to expand.
Zinc	In most plants there is a decrease in the rate of terminal growth with a decrease in stem length accompanied by a rosetting or whorling of the leaves.

Sources: "The Use of Additives is Theme of Liquid Fertilizer Meeting." 1964. Agricultural Chemicals, 19(12): 46, 48, 50; and Berger, K. C., and P. F. Pratt. 1963. "Advances in Secondary and Micronutrient Fertilization," IN Fertilizer Technology and Usage, p. 287-340, M. H. McVickar, G. L. Bridger, and L. B. Nelson, eds., Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

إضافة المواد المغذية الدقيقة للأسمدة المحببة :

هناك طرق متعددة متوفرة من أجل دمج المواد المغذية الدقيقة مع الأسمدة المحببة وهي: 1- الخلط الجاف مع حبيبات المنتج ، 2- الطلاء والتغطية على حبيبات المنتج 3- والاندماج خلال تصنيع الأسمدة . في الطريقتين 1 و2 المواد المغذية الدقيقة قد تندمج مع حبيبات السماد في وقت تصنيعها أو فيما بعد في معمل bulk-blending . ميزات ومساوئ كل طريقة قد نوقشت أدناه . الدراسة الكاملة لهذا الموضوع قد أعطى من قبل Achorn and Mortvedt .

الإضافة عند وقت الشحن :

المواد المعدنية الدقيقة أحياناً تمزج مع الأسمدة المحببة عندما يزال السماد من كونه تخزين المصنع من أجل الشحن مثل هذه الطريقة تعطي مرونة عالية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في الأنماط والنماذج وميزات المواد المغذية الدقيقة من أجل زبائن متعددون . المشكلة الرئيسية لهذا الإجراء ، هي أن تأمين والتزويد بمزيج غير منفصل من المواد المغذية المسحوقة والسماد المحبب إن كان فصل وعزل المواد المغذية الدقيقة يحدث خلال المعالجة أو الاستعمال للأسمدة ، فإن استجابة المحصول قد تكون فورية . Spotty في حالة بعض المواد المغذية الدقيقة الجرعات الزائدة تكون سامة ولذلك فمن الممكن أن التطبيق والاستعمال غير المتناسق على الحقل سوف يؤدي إلى مردود ضئيل في البقع حيث تأمين وتزويد المواد المغذية الدقيقة يكون مبالغاً فيه وكذلك في المناطق حيث التزويد يكون غير دقيق . وهناك طريقة واحدة للحصول على مزيج غير مفصول للمواد المغذية الدقيقة مع السماد المحبب وهي تزويد المواد المغذية الدقيقة على شكل محبب على حجم جزئية مطابقة لتلك الجزيئة من السماد . بعض من مصنعي المواد المغذية الدقيقة الآن ينتجون موادهم على هذا الشكل . هذه الطريقة قد لاتكون بشكل كامل مقنعة ومرضية من وجهة نظر زراعية . ونسب من المواد المغذية الدقيقة عادة التي تضاف إلى الأسمدة تكون صغيرة جداً بحيث أنه عدد صغير نسبياً فقط من الحبيبات سوف يضاف وهكذا فالمسافة بين الحبيبات للمواد المغذية على الحقل قد تكون مبالغ فيها . فمثلاً ، استعمال المواد المغذية الدقيقة بحبيبات 88 شبيكة عند مدى 1 كغ/هكتار سوف يؤدي إلى استعمال حوالي 1 حبيبة لكل 1,000 سم2 من سطح الحقل . وكطريقة بديلة لإنتاج خلطات غير منفصلة هناك تغطية وطلاء حبيبات الأسمدة بمواد مغذية دقيقة مقسمة بشكل دقيق . وبما أن كل حبيبة من السماد لها غطاء من المواد المغذية الدقيقة . فإن كثافة توزيع المواد المغذية على الحقل تكون متناسقة ومتماثلة كتلك الخاصة بالأسمدة . في معظم الحالات ، رباط يكون لازماً لتعزيز التصاق مادة المواد المغذية الدقيقة على الحبيبة . في معمل في TVA المواد المغذية الدقيقة مزجت مع الأسمدة المحببة لدقيقة واحدة في خلاط دوار صغير ، ثم الزيت (عادة زيت المحرك المهمل) أو

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الماء قد أضيف والمزج قد استمر (هذا الإجراء كان أفضل من إضافة الرباط قبل إضافة المواد المغذية الدقيقة . مايزيد عن 90 % من التصاق مواد مغذية دقيقة (الأملاح) الأكاسيد أو الفيريت قد تم الحصول عليه عن طريق استعمال كميات صغيرة من الزيت (1.5-3 % وزناً) أو الماء (1.5-2 %) نسب المواد المغذية الدقيقة تتراوح من 2 % إلى 12.5 % وزناً من الأسمدة محاليل الأسمدة قد استعملت بدلاً من الماء كوباط . المنتجات والمستحضرات المعالجة كانت جافة في الظهر وكانت تجري تنساب بحرية . عندما تعالج مع الزيت ، فإنه ضياع لالتصاق المواد المغذية الدقيقة لم يلاحظ بعد شهر واحد من التخزين . ولكن في بعض الحالات الصناديق والعبوات كانت غير ملونة وهزيلة (ضعيفة) . بينما المعالجة بالماء تعزز لإلتصاق مع العديد من التراكيب . فإن معالجة الماء فقدت معظم فعاليتها بعد أسبوع واحد من التخزين كذلك أدت ببعض الخلطات لأن Cake في التخزين . هذه المعالجة يجب أن تكون نافعة ولكن عندما تنشر المواد مباشرة بعد أن تخلط . طلاء وتغطية bulk blending بالمواد المغذية الدقيقة ، الزيت والطين اعتبر اجراءً يستعمل في انكلترا . بما أن معدات ومستلزمات المواد المغذية الدقيقة تتنوع بشكل واسع في مناطق مختلفة ومع محاصيل مختلفة . فإن التأمين وتزويد المواد المغذية الدقيقة الملائمة يتلاءم مع خدمة الصياعة المعروفة والتي bulk blendes عادة تقدمها . إضافات المواد المغذية الدقيقة خلال blending تعطي blenderss المرونة الأعلى والأكبر في الصياغة ولا تتطلب تخزين إضافي للأسمدة .

الاندماج في الحبيبات خلال التصنيع :

اندماج المواد المغذية الدقيقة في الأسمدة المحببة خلال التصنيع التحضير يقلل مشكلة الفصل والعزل للمواد المغذية الدقيقة من حبيبات الأسمدة . الطريقة كذلك قد يكون لها ميزة اقتصادية في انتاج كميات كبيرة من الأسمدة الحاوية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

على مواد مغذية دقيقة . المساوئ تتبع من عدم المرونة للطريقة . المصنعون لا يمكن أن يحضروا بشكل اقتصادي وتخزنوا كميات صغيرة من المستحضرات الخاصة الحاوية على أنواع متعددة ونسب من المواد المغذية الدقيقة . والطريقة نافعة في حالات متعددة وذلك عندما عجز في منطقة ما للمواد المغذية الدقيقة قد حُدَّد .

إضافة المواد المغذية الدقيقة للأسمدة السائلة :

الاستعمال Foliar لمصادر المواد المغذية الدقيقة المنحلة تعتبر طريقة أخرى لتعويض نقص وعجز المواد المغذية الدقيقة . هذه الطريقة لها ميزة الاستجابة للمحصول السريعة . بالإضافة إلى أن ، مع بعض الترب ، الاستعمال غالباً مايكون الطريقة الأكثر فعالية لتأمين وتزويد المواد المغذية الدقيقة . والميزة السيئة الرئيسية هي أنه مع بعض المواد المغذية عدد كبير بشكل مبالغ فيه من الاستعمالات التخفيف تكون لازمة لتأمين كميات كافية من المواد المغذية الدقيقة .

الإضافة إلى الأسمدة المركبة السائلة :

اندماج المواد المغذية الدقيقة في الأسمدة المركبة السائلة سوف يكون ذو نفع لأن صعوبة ضئيلة سوف تواجه من حيث تأمين وبشكل متجانس الكميات الصغيرة اللازمة . ولكنه فقط مركبات بوريت الصوديوم ومولیبديت الصوديوم لها انحلالية دقيقة في الأسمدة السائلة المحضرة من حمض أورثو فوسفور وذلك لسد الحاجة الزراعية . قابلية الانحلال للنحاس والحديد والمنغنيز وأملاح الزنك في سوائل كهذه عملياً تكون لا شيء . هناك طريقة واحدى لاندماج هذه المواد المغذية الدقيقة وهي من خلال استعمال عامل تنحية الأيونات الذي يشكل شبكة معقدة مع المواد المغذية وتجعلهم وتحولهم ، مواد مقاومة للترسيب بواسطة الفوسفات . عوامل تنحية الأيونات العضوية قد تم استعمالهم إلى حد ما ولكن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كلفتهم تكون مرتفة تماماً . عامل تنحية الأيونات غير العضوية مثل سماد السائل (بولي فوسفات الأمونيوم بدرجة 0-34-10 أو 0-37-11 تبدو وكأنها الخيار الأفضل وذلك بسبب كلفتهم المنخفضة نسبياً . محاليل كهذه تحتوي فقط على حوالي % 50 و % 70 من محتواهم من P_2O_5 كمركبات بولي فوسفات (الباقي يكون موجوداً كـ أورثو فوسفات . انتاج مثل هذه المحاليل قد درس في الفصل XIX . الدراسات من قبل TVA أظهرت أن المحاليل تكون عوامل تنحية أيونات فعالة للعناصر المعدنية باستثناء المنغنيز . القابليات الانحلالية عند 27° درجة مئوية للعديد من أملاح المواد المغذية الدقيقة في محلول بولي فوسفات الأمونيوم ذو الدرجة 0-37-11 وفي محاليل أورثوفوسفات الأمونيوم بدرجة 0-24-8 مدونة أدناه . سلفيت الحديد ($FeSO_4 .7H_2O$) أوكسيد الحديدوز (Fe_2O_3) ثاني أوكسيد المنغنيز (MnS_2) سلفيت المنغنيز ($MnSO_4 .H_2O$) وكربونيت المنغنيز ($MnCO_3$) كانت أقل انحلالاً في 0-37-11 استعمال تأثير تنحية الأيونات لمحاليل بولي فوسفات الأمونيوم لدمج وضم المواد المغذية الدقيقة في الأسمدة السائلة تبدو هامة وجذابة .

علامات نقص المواد المغذية الدقيقة في النبات :

المواد المغذية الدقيقة	علامات النقص
البورون	نمو معاق ومتوقف للأجزاء الفضة من النباتات وغالباً مايتحد مع تلون أحمر أو أصفر . العلامات العامة هي الانحلال وتفكك الأنسجة في المحاصيل الجذرية وفي ستيان أفراد عائلة الملفوف
النحاس:	ذبول وموت محتمل لأطراف (نهايات) الورقة .
الحديد :	في المراحل المتقدمة الأوراق تكون شاحبة بدون شكل عرقي . المرحلة التالية تتكون من شحوب يخضوري مابين العروق في الأوراق . وفي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

	أكثر المراحل حرجاً وشدة من النقص تكون العروق صفراء اللون .
المنغنيز :	النباتات التي لها أوراق ذات شبكة عرقق تنشر وتظهر شحوب يخضوري في الأنسجة مابين العروق بينما العروق تبقى خضراء . النباتات ذات العروق المتوازية تنشر وتظهر حالة شحوب يخضوري عامة وعلامة ثانوية كبقع صغيرة رمادية على الحبوب .
مولبيدنيوم :	أوراق النبات تكون صفراء أو صفراء مائل للخضرة . مماثلة شبيهة بعلامات نقص النتروجين . ونصلة الورقة لا تنجح في التوسع والتمدد .
الزنك :	في معظم النباتات هناك انخفاض في نسبة النمو الطرفي في terminal مع انخفاض في طول الساق مترافق بأشكال حلزونية أو نجمية للأوراق .

وبعيداً عن تأثير تنمية الأيونات فإن استعماله ذو ميزات وذلك بسبب درجة المنتج في ازدياد وهكذا ، فتأثير تنمية الأويونات هو ميزة عرضية ، بدون كلفة إضافية لعامل تنمية الأيونات .

Micronutrient Source Added	Solubility, % by Weight of Element: B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn In 11-37-0 Ammonium Polyphosphate Solution	In 8-24-0 Ammonium Orthophosphate Solution
Sodium tetraborate decahydrate	0.9[a]	0.9[a]
Cupric oxide (CuO)	0.7	0.03
Cupric sulfate pentahydrate ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	1.5	0.13
Ferric sulfate nonahydrate [$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$]	1.0	0.08
Manganous-manganic oxide (Mn_3O_4)	0.2	<0.02
Sodium molybdate dihydrate ($Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$)	0.5[a]	0.5[a]
Zinc carbonate ($ZnCO_3$)	3.0	0.05
Zinc oxide (ZnO)	3.0	0.05
Zinc sulfate monohydrate ($ZnSO_4 \cdot H_2O$)	2.0	0.05

a. Largest amount tested. Maximum solubility not determined because only small amounts of molybdenum and boron are required for plant growth, and the amount solubilized was adequate.

إن اندماج العناصر بكميات الضئيلة بواسطة عملية تنمية الأيونات لها ميزات عدة مقارنة مع الخلطات الصلبة ، بحيث أن المزاج الجيد يمكن الحصول عليه بسهولة وبأن الفصل لايمكن أن يحدث بعد المزج . بالإضافة إلى أن ، ليس

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك تفاعلات غير مرغوب بها بين العناصر الضئيلة والمكونات الأخرى للأسمدة ، كما يحدث أحياناً في الخلطات الجافة . والميزة السيئة هي أن كمية العنصر الضئيلة التي يمكن أن تنحل لايمكن ان تعطي الكمية لكل هكتار مرغوب (مطلوب) في بعض الحالات . الممارسة قد تتنوع إن أخذ بعين الاعتبار نسبة ومعد التطبيق بحيث أن هذه الميزة السيئة من الصعب تقيمها وتقديرها . بعض من المواد المغذية الدقيقة المعدنية تكون ذوابة في محاليل النتروجين الحاوية على أمونيا حرة وفي الأمونيا المركزة .

الإضافة لأسمدة التعليق :

نمط التعليق للتقنية المدروسة قبلاً تبدو وكأنها قابلة للإستعمال بشكل خاص من أجل الاستعمال مع المواد المغذية الدقيقة وبما أن انحلالية حامل المواد المغذية الدقيقة غير جوهرية بإستثناء كونها تؤثر على الميزات الزراعية وإن كانت غير ذوابة فالمواد المغذية الدقيقة يجب أن تكون دقيقة بشكل كافي بحيث أنها لن تترقد بسرعة أو أن تسد فوهات الرش . العقبة الوحيدة في وجه الكمية التي يمكن إضافتها هي لزوجة المنتج النهائي وذلك كما حُدد وعين بواسطة نموذج معدات الاستعمال المستعملة . مركبات التعليق لـ NPK الاختبارية قد حضرت مع إضافات من المواد المغذية الدقيقة من العناصر الضئيلة المزمجة ، حيث سلفيت النحاس ، سلفيت الونك ، سلفيت المنغنيز أو سلفيت الحديد . وبشكل عام هذه المواد ليس له تأثير هام على الميزات الفيزيائية لمواد التعليق وذلك عندما كانت الكمية المضافة 5 % . مواد التعليق المستعملى حالاً حال انتهاء التحضير لاتقدم أي مشاكل صعبة خاصة بالترقيد والنمو البلوري . ويمكن استعمالهم مع بعض النماذج من تجهيزات الأسمدة الشائلة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المقياسية على الرغم من أن الفوهات عادة تكون لازمة . إن كانت مواد التعليق قد خزنت لعدة أيام أو أسابيع ، فإن التزويد يجب أن يكون من أجل التحريك والنمو البلوري قد يكون مربك وبسبب مشاكل خلال التخزين الطويل.

عناصر مفيدة أخرى :

العناصر الأساسية هي تلك التي أشيد إليها بأنها جوهرية بحيث أنها النبات لايمكن أن تنمو عندما يكون العنصر قيد السؤال غائباً وغير موجوداً . بعض العناصر أو المركبات والتي لم يشار إليها أنها ضرورية وجوهرية قد أُوضحت وتم بيانها لزيادة المردود بشكل أساسي تحت شروط وظروف معينة أو لزيادة القيمة المغذية للمحصول . كميات كبيرة من السيلكا أخذت بعين الاعتبار من قبل بعض المعامل ومنذ زمن (1840) كان هناك تأمل وافتراض حول دول السيلكا في نمو النبات . لم يُثبت السيليكون كعنصر أساسي وهام لنمو النبات ، ولكنه قد ظهر بأنه ضروري لمردود أعظمي من بعض المحاصيل . في هاواي في الترب ذات السيليكا القابلة للإستخلاص المنخفض ، استعمال ممأة سيكليت الكالسيوم قد زاد مردود قصب السكر بنسبة 8-10 طن/هكتار . على نفس التربة استعمال كربونيت الكالسيوم لم يزيد من المردود .

الدراسات اللاحقة أظهرت أن كدارة متنوعة ومعادن سيليكيت كانت نافعة لزيادة مردود وقصب السكر أو العشب السوداني ولكن ميتاسيليكيت الكالسيوم ($CaSiO_3$) كان الأكثر فعالية . ميتاسيليكيت الصوديوم كان كذلك فعالاً . الاسمنت البورتلندي (الذي يحوي ثنائي وثلاثي السيليكيت) كان فعالاً.

ميتاسيليكيت الكالسيوم تنتج الآن تجارياً من أجل استعمال زراعي في هاواي وذلك عن طريق التلبيد بالضغط والحرارة لمزيج من رمل السيليكا وحجر الكلس المرجاني في فرن اسمنتي . تطبيقات واستعمالات السيليكيت قد أعطت زيادات في المردود كبيرة للأرز في اليابان ، واستعمالات السيليكا على شكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حمأة أو رماد الموقد قد أصبحت ممارسة معيارية . استهلاك أسمدة سيليكيت الكالسيوم في اليابان 1977 قد بلغت 789,000 طن بدون تضمين فوسفات مغنزيوم- الكالسيوم المصهور 515,000 طن الذي يحتوي أيضاً على السيليكا الذوابة في التربة . في مكان آخر العالم الإضافة الدقيقة لمواد السيليكيت بالنسبة لمحتواهم من الكالسيوم ، الفوسفور رأوا المواد المغذية الدقيقة . وكما لوحظ سابقاً ، فوسفات المغنزيوم الكالسيوم المصهور يحتوي على (20-30 %) من SiO_2 بينما فوسفات Rhenania والخبث الأساسية يحتوي على نسب أصغر . إنتاج الحديد في فرن الصهر يعطي حمأة حاوية على 30 % من SIO_3 أو أكثر ، وانتاج الفوسفور الأولي في الفرن الكهربائي يعطي حمأة سيليكيت الكالسيوم الحاوي على (35-40 %) من SiO_2 .

هذه المواد تستعمل كمواد تكليس ، ونفع وفائدة محتواهم من السيليكا أحياناً قد ذكر بشكل افتراضي ولكن نادراً مادُرس بشكل منظم ومبرمج . الصوديوم أحياناً يزيد من مردود Asparagus أو بعض محاصيل الجذور وأحياناً تضاف للأسمدة لذلك النسب ، عادة كـ كلوريد الصوديوم .

الكوبالت قد استعمال في استراليا وبكميات صغيرة ، أساساً لتحسين صحة الأغنام التي ترعى هناك الكوبالت يكون ضرورياً من أجل تغذية الحيوان ، ولكن لم يعتبر ضرورياً لنمو النبات . الممارسة الشائعة هي تأمين مواد حاوية على كوبالت مباشرة للحيوانات عندما يحتاج إليها . ولكن ، الكوبالت يلعب دوراً هاماً في تثبيت النتروجين بواسطة Legums وبالتالي تكون مساعدة ومعينة لنمو مثل هذه المحاصيل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الحادي والعشرون

21- أسمدة التحرير المضبوطة (الموجهة)

الأسمدة التي تحرر وتطلق مواد تغذية النبات بشكل بطيء خلال فصل النمو أو حتى فوصل نمو متعددة تستمر بجذب الانتباه للزراعيين (على الزراعة والتقنية) . الميزات الكامنة الخاصة بأسمدة التحرير المضبوطة هي بكفاية الفعالية المتزايدة لـ uptake من قبل النبات ، وتقليل الخسارات بواسطة الترشيح التثبيت أو التفكك ، التقليل في تكاليف الاستعمال من خلال تقليل عدد الاستعمالات وتخفيض للإستهلاك وتجنب احتراق الغطاء النباتي أو تلف للنباتات الصغيرة .

إن مصطلح الأسمدة لتحرير ولإطلاق المضبوط كما يستعمل في هذه الدراسة يشير للأسمدة والتي ولأي سبب كان تحرر محتواها الغذائي في فترة ممتدة (لفترة طويلة) وحتى الاختيار البسيط بين المواد التي بشكل ملازم تكون بطيئة كي تنحل قد أعتبر كمقياس للضبط والتوجيه . كذلك معد ونسبة التحرير للمواد غير الذوابة في الماء أحياناً يمكن ضبطها إلى حد ما بواسطة حجم الجزيئة وتوضعها في التربة .

أسمدة الفوسفات ذات التحرير المضبوط :

المركبات الفوسفورية العملية ذات الإطلاق المضبوط قد تم اختبارها وبضعها قيد الاستعمال . المركبات البارزة منها هي صخر الفوسفات المطحون خام فوسفات الألمنيوم المكلس ، الخبث الأساسي ، صخر الفوسفات المزال منه الغلورين (فوسفات ثلاثي الكالسيوم) ، فوسفات المغنزيوم الكالسيوم المصهور فوسفاتRhenania ، ومطحون العظام ، فوسفات ثنائي الكالسيوم ، فوسفات أمونيوم المغنزيوم وميتافوسفات الكالسيوم وميتافوسفات البوتاسيوم . مايدعى بـ

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ميتا فوسفات بشكل ملائم معدل بولي فوسفات . استعمال صخر الفوسفات المطحون ، بما في ذلك خامات فوسفات الألمنيوم المكلسة قد درست وبالتفصيل في الفصل XII . الخبث الأساسي الفوسفات مغنزيوم الكالسيوم المصهور ، فوسفاتRhenania ومطحون العظام ، فوسفات ثنائي الكالسيوم ، فوسفات الصخر المزال منه الفلور ، ميتافوسفات الكالسيوم وفوسفات البوتاسيوم كانت قد درست في الفصل XVI . معظم المواد الدفعاتية غير الذوابة أو الذوابة بشكل ضئيل تستعمل إما لأنها أقل كلفة من الفوسفات الذواب أو لأنهم يؤمنون ويزودون عناصر أخرى . نادراً جداً ما تستطيع أي أفضلية زراعية أن تعزى للتحرر البطيئ للفوسفور في التربة . وفي الحقيقة ، المواد الذوابة قليلاً غالباً ما تعطي نتائج دنيا .

وخاصة في السنة الأولى من الاستعمال . ولكن البعض منهم يقيم من أجل استعمالات خاصة وذلك لأنهم يوضعون في اتصال مع البذور أو الجذور في بعض المواقع والأماكن . بعض من الفوسفات والذواب بشكل قليل قد تثبت أنها نافعة بشكل خاص في الزراعة الاستوائية حيث الظروف والشروط تكون تماماً مختلفة من تلك مختلفة من تلك في المناطق المعتدلة . ولكن البيانات والمعلومات القليلة نسبياً متوفرة بالأخذ بعين الاعتبار استعمال هذه المواد في الزراعة الاستوائية . مركبات الفوسفات الذوابة تتفاعل بسرعة مع التربة لتشكل منتجات غير ذوابة نسبياً . ولذلك حتى الفوسفات الذواب بشكل كامل تصبح أسمدة تحرير مضبوطة في التربة ، المحاولة والجهد الأساسي قد وجد طرقاً لزيادة معدل ونسبة الإطلاق . عندما الفوسفات الذواب تستعمل على شكل محبب ، التفاعل مع التربة يؤخر ويؤجل تجاويف فوسفات الذواب نسبياً قد تستمر عند مواقع المحببة لعدة أسابيع . وهكذا فالنتائج الجيدة عادة يستحصل عليها بوضع أسمدة الفوسفات الحبيبية الذوابة قرب البندورة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أسمدة النتروجين ذات الإطلاق المضبوط :

الحاجة من أج أسمدة نتروجين ذات تحرير بطيء أكثر حدة منها للفوسفات وخصوصاً تحت ظروف وشروط تربة معينة أو شروط جوية . في حالات متعددة الفوسفات الذي لم ينتفع في عام الاستعمال يبقى في التربة ولذلك الانتفاع ذات المدى المعدل الطويل تكون عالية ومرتفعة . موقف مماثل ينطبق على البوتاس . وبالعكس كان هناك الكثير من النقل لأسمدة النتروجين من محصول لآخر . النتروجين الذي تم تزويده كسماد يُفقد ويضيع من التربة بطرق متعددة .

1- **التصفية (الترشيح) أو التجفيف السطحي** : الأمطار الغزيرة هي طريقة ري ذات ضبط (تحكم) ضعيف قد تصفي وترشح النتروجين بحيث تصبح خارج متناول جذور النبات أو أنها تحمله بعيداً وتنقله في التصريف (التجفيف) السطحي . في كل حالة النتروجين يضيع وقد تلوث الجداول ، البحيرات أو الاحتياطي المائي في باطن الأرض .

2- **التطاير على شكل أمونيا** : اليوريا المستعملة سطحياً سريعاً ما تتلحمأ إلى أمونيا أو ثاني أوكسيد الكربون جزء من الأمونيا قد يتطاير إلى الجو . كذلك الأمونيا قد تتطاير من أملاح الأمونيا المستعملة سطحياً ، وخاصة من الترب ذات درجة Ph العالية . في حقول الأرز المغمورة ، جزء من الأمونيا المنحل في ماء السطح قد يتطاير .

3- **التفكك** : تحت ظروف وشروط لاهوائية (الترب المغمورة بالماء أو المشبعة بالماء) مركبات النترات تُخفض إلى نترات والتي تكون غير مستقرة وتتفكك مشكلة نتروجين أولي أو أوكسيد نتروجيني والذي يتطاير إلى الجو (إزالة النترجة) . نتروجين الأمونيا يتأكسد بسرعة إلى نترات تحت شروط تربة لاهوائية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وقد تضيع لاحقاً بواسطة إزالة النترجة وذلك عندما تصفى وترشح إلى طبقة التربة السفلية لاهوائية أو عندما تصبح التربة مشبعة بالماء أو مغمورة . وهكذا فالاستعمال غير الكافي للنتروجين المستعمل يكون على صلة بفقدان النتروجين . الانتفاع والاستفادة من أسمدة النتروجين من قبل المحصول نادراً ماتزيد عن 50 % وقد تكون منخفضة حتى% 20 تحت بعض الشروط . ومع السعر المرتفع الحالي والمتوقع لأسمدة النتروجين ، فإن الانتفاع المحسن والمطور يكون هاماً بشكل خصوصي . وإن كان استخلاص النتروجين يمكن زيادته بنسبة ثلث واحد ، فمثلاً التأثير سوف يكون مكافئاً لزيادة احتياطي النتروجين بتلك الكمية . خسارات النتروجين تكون ثقيلة بالنسبة للأرز المغمور ، وخصوصاً عندما ينمو تحت شروط غير متقطعة أو تحكم مائي ضعيف .

المواد الذوابة بشكل ضئيل :

مجموعة واحدة من أسمدة النتروجين ذات التحرر المضبوط تحتوي على مركبات كيماوية والتي تعتبر بشكل ملازم ذوابة بشكل ضئيل في الماء أو محلول التربة . وقد يلاحظ أن نسبة ومعدل تحرر المواد المغذية في التربة من معظم هذه المركبات الذوابة قليلاً ليس ضرورياً أن يكون دليلاً لانحلالهم في الماء فقط . وبدلاً من ذلك ، معدل التحرر يتصل بنوبة (الهجوم) الأحياء البيولوجي الدقيق أو التحلل بالماء الذي يتحول إلى نتروجين ليشكل ذلك الذي يمكن أن ينتفع منه النبات . ولكن معدل ونسبة النوبة متصل بمعدل ونسبة المحلول الذي يعتمد ، بدوره على الانحلالية ، حجم الجزيئة وعوامل IBDU يحضر في اليابان من خلال تفاعل اليوريا مع is abutyraldehy de بنسبة 1:2 مول . وعندما يكون نقياً ، فإنه يحتوي على % 32.18 من N .

أندو Ando قد بين أن الاستهلاك ياباني قدر بـ 1,800 طن من N لـ IBDU و 1,400 طن كـ CDU في 1968 . ومجموع يقدر بـ 3,200 طن

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من N أو 10,000 طن من الموا ذات التحرر البطيء . وهذا كان أكثر من ضعفي استعمال 1966 و Tsuno أوضح أن إنشاء معمل بطاقة 40,000 طن سنوياً 113,000 طن من N في اليابان في 1972 وهو قد ذكر ووصف عملية الانتاج واستعمال المنتج لتحضير الأسمدة المركبة والتي فيها نصف النتروجين كان على شكل تحرر بطيء . Hamamote ناقش الدراسات الزراعية المعدة في اليابان لتحضير IBDO ومواد نتروجينية ذات معدل بطيء . معدل ونسبة التحرر من هذه المواد الذوابة بشكل قليل هو وظيفة حجم الجزيئة .

وضمن شروط وظروف يابانية ، استعمال هذه المواد كان نافعاً في تحسين المحصول وفي توفير اليد العاملة وذلك بتقليل عدد وقيم الاستعمال . Hamamote بين أن كلفة IBDU بالنسبة للمزارعين كانت فوق الضعف بالنسبة للأسمدة النتروجين التقليدية لكل وحدة من النتروجين . الاسمدة المركبة بنسبة 1:1:1 وبنصف النتروجين المزود كـIBDU . يكلف حوالي % 20 أي بنسبة أكبر من الأسمدة التقليدية . ولهذا السبب ، قد استعملوا أساساً على الخضار والمحاصيل وليس على الحبوب (البقوليات) بكثرة . مستحضرات تفاعل فور الدهيد اليوريا مادة ماتدعى بـ Ureaform وهي تحضر من قبل حوالي سنة مصنعين في الولايات المتحدة وفي بلاد أخرى . وعلى العكس من IBDU و CPU ، فإن Ureaform ليس مركباً كيماوياً محدداً ومعرفاً . وهو يحتوي على مركبات يوريا الميتلين لأطول سلسلة مختلفة والانحلالية تزداد بانخفاض ونقصان في طول السلسلة وعادة تحتوي حوالي % 38 من N .

وربما يكون المكون الأكثر فائدة لـ Ureform كمادة نتروجينية ذات تحرر بطيء هي رباعي اليوريا ثلاثي الميتلين حيث أطول سلسلة أقصر كذلك تتفكك بسرعة والسلاسل الأطول تكون مقاومة بشكل عالي للتفكك والانحلال . ولسوء الحظ من الصعب تحضير إعداد تجارياً رباعي يوريا ثلاثي ميتلين نقي وصافي ، أو Ureaform يحوي على كل من السلاسل الطويلة والقصيرة . Ureaform

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قد يحوي بشكل مطابق % 30 من محتواه من النتروجين على أشكال تكون ذوابة في الماء البارد (°25) درجة مئوية . نوعية الجزء المتبقي والذي يبلغ % 70 تتحدد عن طريق النسبة الذوابة في الماء الساخن وذلك كما حدد بواسطة الإجراءات التحليلية الموصوفة . على الأقل % 40 من النتروجين غير الذواب في الماء البارد يجب أن يكون ذواباً في الماء الساخن من أجل استجابة زراعية مقبولة والقيم المماثلة هي (% 50-70) .

يوريافورم يحضر بواسطة تفاعل اليوريا مع فورم الدهيد في محلول سائل بوجود حمض الذي يحضر التفاعل درجة البلمرة تعتمد على نسبة ومعدل المول لليوريا بالنسبة لـ فورم الدهيد وعلى درجة PH والزمن ودرجة حرارة التفاعل .

التفاعل يوقف بواسطة تعادل الحمض ، عمليات الإنتاج قد درست من قبل Clark و Kolterman وRennie في اليابان كذلك يحضر لمكون للأسمدة المركبة وذلك بإضافة محلول فورم الدهيد إلى محلول اليوريا الملقم إلى جهاز التحبيب . Kuwabara قد ذكر استعمال مفاعل يوريا الميتيلين وذلك لمفاعلة اليوريا ومحلول فورم الدهيد لتحضير وإنتاج الخبث الذي يلقم مباشرة إلى وحدة التحبيب مع مواد أخرى لتحضير الأسمدة المركبة . النتروجين ذو التحرر البطيىء كان قد تشكل ، والميزات الفيزيائية للمستحضرات قد تحسنت وتطورت .

في الولايات المتحدة ، محاليل الأمنية الحاوية على اليوريا ، فورم الدهيد والأمونيا تستعمل لتحضير الأسمدة المركبة الحاوية على نتروجين ذواب في الماء تركيب وبنية مثل هذه المحلول هو اليوريا بنسبة % 35.3- فورم الدهيد % 8.0 و CO_2 % 8.4- و % 25.0- من NH_3 و % 23.3- من H_2O . محاليل أخرى ذات محتويات فورم الدهيد عالية (أعلى من % 60) تكون متوفرة ومتاحة للإستعمال مع اليوريا الإضافية . إضافة حمض الكبريت أو الفوسفور يعدّل الأمونيا ويحفز تشكل يوريا المتيلين . المستحضرات الحاوية على حوالي % 20-30 من محتواهم من النتروجين على شكل غير ذواب بالماء تنتج

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتحضر . التحكم والضبط الجيد للشروط والظروف في جهاز التحبيب والمجفف يُحتاج إليه لإنتاج نوعية مقنعة ومرضية من النتروجين غير الذواب بالماء . في بعض الحالات ، مفاعل مسبق يُستعمل قبل جهاز التحبيب. إن استهلاك اليوريافورم في الولايات المتحدة يكون تقريباً 50,000 طن سنوياً. بدون تضمين اليوريافورم المشكل في الأسمدة المركبة من المحاليل . معظم الإنتاج يدخل في الأسمدة المركبة من أجل استعمالات خاصة ، كمثل العشب ، حدائق الأزهار . سعر المبيع الإجمالي لـ يوريا فورم لكل وحدة من النتروجين هي حوالي ثلاثة أضعاف تلك الخاصة باليوريا ، نترات الأمونيوم أو سلفيت الأمونيوم . في اختبارات قدمها TVA للعديد من المركبات الحاوية على نتروجين عضوية كسماد ، البعض منها قد ثُبت أنه متاح ومتوفر وبعضها متوفر بشكل بطيء وبعضها خامد وبعضها سام . وتلك التي أظهرت وعداً كأسمدة ذات تحرر بطيء كان غليفوريل وحمض سيناوريك و ammelide . وبالنسبة لنقص والحاجة للعملية الاقتصادية ، فإن ولا واحد من هذه المواد قد صنع وحضر تجارياً من أجل الاستعمال التسميدي .

فوسفات أمونيوم المغنزيوم $MgNH_4PO_4$ ، مصدر ذواب بطيء للنتروجين على الرغم من أنه يحوي فوسفات أكثر من النتروجين . المنتج التجاري المدعو "Mag-Amp" يحتوي على كمية متنوعة من ماء التبلور وبعض الشوائب . الدرجة المطابقة هي 8-40-0 . المنتج المماثل الحاوي على البوتاس يسوق تحت اسم تجاري و En-Mag في المملكة المتحدة . الدرجة هي 5-24-10 ومعدل (نسبة) المحلول لهذه المواد الذوابة قليلاً تضبط وتوجه بواسطة حجم وقساوة الحبيبات .

سلفيت اليوريا (GUS) وفوسفات يوريا (DUP) :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذه المركبات تكون متميزة ونادرة بين أسمدة التحرر البطيء بحيث أنهم وبسهولة وبشكل كامل يكونوا ذوابين في الماء ولكنهم يمتصون على المواد الغروانية للتربة . وعندما تمتص المركبات ، التعدين يصبح بطيئاً جداً تحت شروط ظروف هوائية ولكنها مقنعة تحت شروط لاهوائية . وبالتالي فالاستعمال الواعد المبشر يكون على الأرز المغمور . الكميات المحدودة من هذه المواد تنتج وتحضر في اليابان . وبشكل واضح ، GUS يُسوّق ولكنه غير معروف فيما إذا كان Gup يحضر تجارياً أو انه فقط من أجل استعمال تجريبي واختباري .

المواد الذوابة المطلية المغطاة :

مجال ومدى واسع من المواد والتقنيات قد اكتشف بخصوص تحضير أسمدة التحرر المضبوط وذلك بطلاء مواد الأسمدة الذوابة بقشور وغشاء بلاستيكي ، راتتنجات شموع ، أو مواد اسفلتية أو موانع أخرى . الانتاج التجاري الأول لأسمدة التحرر المضبوط المطلية يستفيد من العملية المطوَّرة من قبل شركة Archer Daniels Midland (ADM) المكون الأساسي للتغطية هو بولمير مشترك لـ Dicyclopentadience مع استيرغليسرول . وباستعمالها في طبقات متعددة والتي تختلف في التركيب فإن الطلاء التغطية تحرر محلول السماد بواسطة تبادل الانتشار مع الرطوبة من التربة . السماد المحبب المغطى المطلي قد حضر وصنع من قبل ADM تحت اسم تجاري Osmocote في عام 1964 . وهو الآن يحضر ويسوق من قبل شركة Sierra Chemical تحت رخصة غير شاملة من ADM . وهناك درجات ثلاث من Osmocote متوفرة وهي : 14-14-14 ، 18-9-9 ، 16-4-8 . إن وزن معدلات التغطية والطلاء تتراوح من 10 % إلى 15 % من الوزن القائم (الإجمالي) ، منتجات Osmocote يويصى بها من أجل tuf والمحاصيل الخام ذات القيمة العالية . وسعر التجزئة كان حوالي 0.73 دولار –0.95 دولار/كغ في 1974 اليوريا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المطلية بالكبريت (SCU) هو مادة تحرير مضبوطة والتي هي قيد التطوير من TVA ولمدة 15 سنة الكبريت قد اختير كمادة طلاء على أساس التوفير في النفقات والكفاية بعد أن جُربت مواد طلاء عديدة اليوريا قد اختيرت كماد يجب طليها وذلك بسبب محتواها النتروجين العالي ، الكلفة المنخفضة والتوفر التجاري . الدراسات الأولية أشارت إلى أن الكبريت لوحدة كان مقاوماً بشكل دقيق لتغلغل الرطوبة ولكن قد اكتشفت أن إضافة مادة مانعة لتسرب شمعية زيتية على غطاء وطلاء الكبريت قد زود وأعطى طلاء ناجماً . وبشكل تالي الأغطية من الكبريت فقد قد تطورت بحيث أنها تكون مقنعة ورهينة تحت بعض الشروط والظروف . في معمل اختباري مبكر 1- إلى 7- كغ عجنات من اليوريا قد غطيت في اسطوانات وبراميل صغيرة . التطور تحول بعدئذ إلى معمل اختبارية مستمرة صغيرة مع معدل ونسبة انتاج تصل إلى 150 كغ/ساعة . تطور العملية قد تم وأكمل في وحدة اختبارية ضخمة مع طاقة مصممة لتصل إلى 1 طن/ساعة ولكن لها الآن طاقة تصل إلى ما يزيد من 2 طن/ساعة . لخص شيولي النتائج من تشغيل وحدة اختبارية ضخمة . في تشرين الأول 1978 بدأت TVA بانتاج اليوريا المطلية بالكبريت وذلك في وحدتها المقياسية العملية عند نسبة تصل إلى 10 طن/ساعة . اليوريا Prilled المطلية بالكبريت والتي اسمها التجاري "Gold N" قد حضرت وسوقت من قبل (ICI) وعادة مشابهة تستعمل في كندا من قبل الصناعات الكندية . LTD (المحدودة) . "CIL" والاسم البياني التخطيطي للخطوات المتتالية للعملية الاختبارية لـ TVA موضح في الشكل (1) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

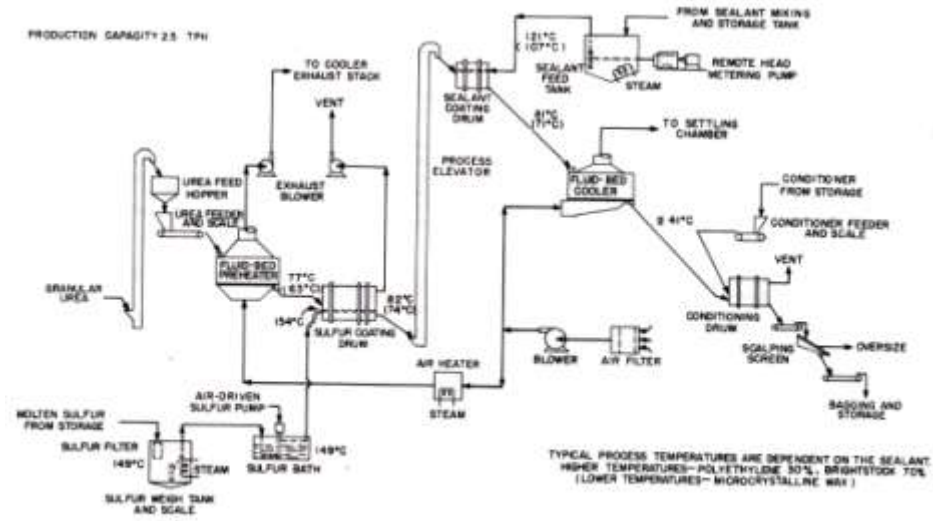


Figure 1. Flow Diagram for Sulfur-Coated Urea Pilot Plant.

اليوريا المحببة يسخن مسبقاً في برميل الدوار الأول إلى 77° درجة مئوية مع مسخن اشعاعي كهربائي لمنع الكبريت من التجمد بسرعة كبيرة جداً على الحبيبات وبعد ذلك ، المسخن المسبق للطبقة المميعة قد استعمل كما هو موضح في الشكل (1) الكبريت المصهور يحول إلى دقيقة أو ذرات وترش على طبقة الدلفنة للحبيبات في البرميل الاسطوانة التالي* . كل من التحول لدقيق الهوائي والهيدروليكي قد دُرسا . الشمع يستعمل في البرميل الثالث . الحبيبات المطلية تبرد بعدئذ في بمرد ذو طبقة مميعة ومسحوق ماص يستعمل في البرميل الرابع لتخفيض وتقليل الظرف أو الحالة الدبقة للشمع ولمنع الحبيبات من الطفو (التعويم) عندما يستعمل في الماء (كما في Paddy الأرز)

الشكل (2) يوضح الترتيبات وتنظيم الفوهات والأجزاء الداخلية الأخرى في اسطوانة طلاء بالكبريت وذلك عندما تستعمل فوهات وفتحات هيدروليكية أو هوائية (تعمل بالهواء المضغوط) .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

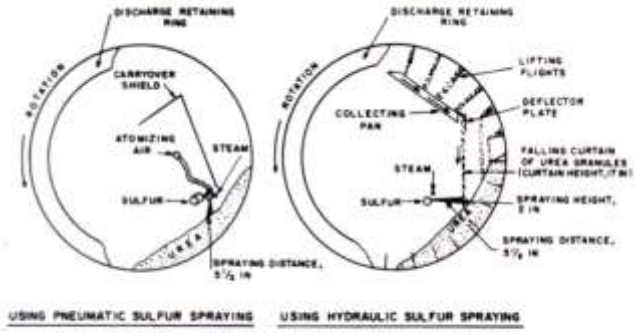


Figure 2. Sulfur Coating Drum Operation.

الفوهات الهيدرولكية لها ميزة أن الفوهات تعطي رذاذ كبريت أقل والذي يجب أن يجع ويعاد دورانه أو يتخلص منه .

التقليل في الرذاذ تجعل من خيارات وبدائل أخرى ممكنة والتي تؤدي إلى طاقة مزادة وتشغيل مطور ومحسن . معظم العمل قد تم باليوريا المحببة التجارية (1.7-3.3) ملم والتي تحضر بواسطة عملية تحبيب في اسطوانة – المرش أو مع اليوريا المحببة بالحوض المسطح . بعض الاختبارات قد تمت باليوريا ولكن حجمها الجزيئي الأصغر أدى إلى يوريا سطحية عظيمة لكل وزن وحدة من اليوريا ، هذا السطح الكبير يتطلب طلاء والذي يكون عالياً من حيث النسبة وزناً للمنتج وذلك من أجل ثخانة طلاء معطاة – محددة كذلك معظم Prills اليوريا تحتوي على فجوة أو نقرة مخروطية (بالمثقب تشير إلى مكان الثقب المطلوب) والتي تجعل من الصعب استعمال طلاء وتغطية مقنعة ومرضية . لهذه الأسباب حبيبات مدور بشكل جيد وضخمة تكون مفضلة من أجل التغطية والطلاء .

معدل ونسبة الانحلال لليوريا المطلية يمكن أن تتنوع بتنوع ثخانة طلاء وغطاء الكبريت ، إلى حد ما بتنوع كمية المادة المانعة للتسرب . وكدلالة لنسبة الانحلال ، فإن اختيار المخبري يستعمل والذي فيه النسبة من اليوريا التي تنحل في 7 أيام في الماء عند 38° درجة مئوية تقاس وتعير . المعلومات والبيانات الزراعية الحالية تشير إلى أنه وبشكل عام ، النتائج الأفضل يستحصل عليها مع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المواد التي لها انحلال في مدة 7 أيام وبنسبة % 35-17 . مثل هذه المادة تنتج وتحضر في وحدة مقياس عملي (TVA بوزن تغطية إجمالي يصل إلى % 20.6 (% 16.0 كبريت ، % 2.1 مادة مانعة للتسرب و % 2.5 مكيف) ، بدءاً باليوريا المحببة والتي حجمها 1.2- 3.3 ملم (وزن الطلاء) التغطية يمكن أن يخفض باستعمال حبيبات ضخمة أكبر . الثخانة المقدرة الضعيفة لطبقة طلاء الكبريت تكون حوالي 55 Hm من أجل 3- ملم من الجسم الكروي والذي يتوافق تقريباً مع الملاحظات المجهرية . نسب ومعدل انحلال مشابهة يمكن الحصول عليه عندما يستعمل طلاء وتغطية من الكبريت فقط عند وزن الطلاء لحوالي 21 % (% 36 من N في المنتج) .

معدلات ونسب الانحلال في التربة في ثلاث درجات حرارة موضحة في الشكل (3) من أجل منتج معمل (الوحدة) الاختيارية (TVA والمغطى (المطلي) بـ % 20 من الكبريت بدون مادة مانعة للتسرب بالنسبة للمقارنة، نسبة ومعدل الانحلال في الماء عند °25 درجة مئوية موضحة ومبينة . هذا المنتج له نسبة ومعدل انحلال تصل إلى % 26 حسب اختيار المخبر المقياسي (7 أيام في الماء عند °38 درجة مئوية) .

وبينما أشارت ودلت أنه نسبة ومعدل الانحلال تزداد بازدياد درجة الحرارة فإن الاختبارات التي قدمها Davis أظهرت تأثيراً قليلاً لدرجة الحرارة في المدى (10-25)°درجة مئوية . ولكن عوامل متعددة قد تؤثر على نسبة ومعدل الانحلال في التربة . Allen , et al قد نشر وأصدر بيانات ومعلومات عن معدل ونسبة الانحلال في التربة وذلك كما يظهر تأثرها بوزن الطلاء ودرجة الحرارة والمكان أو الموقع .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

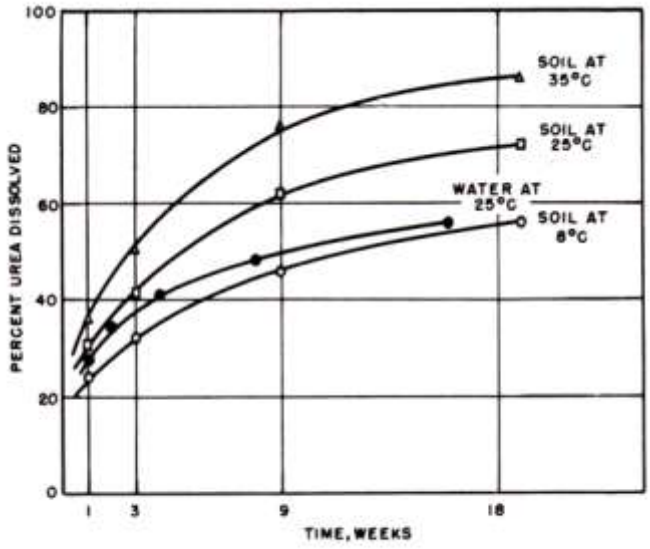


Figure 3. Dissolution of Sulfur-Coated Urea in Soil or Water (Sulfur Coating, 20%, No Sealant).

الشكل (4) يظهر نتائج دراسات TVA وغير المنشورة على نسبة ومعدل انحلال SCU في الترب .

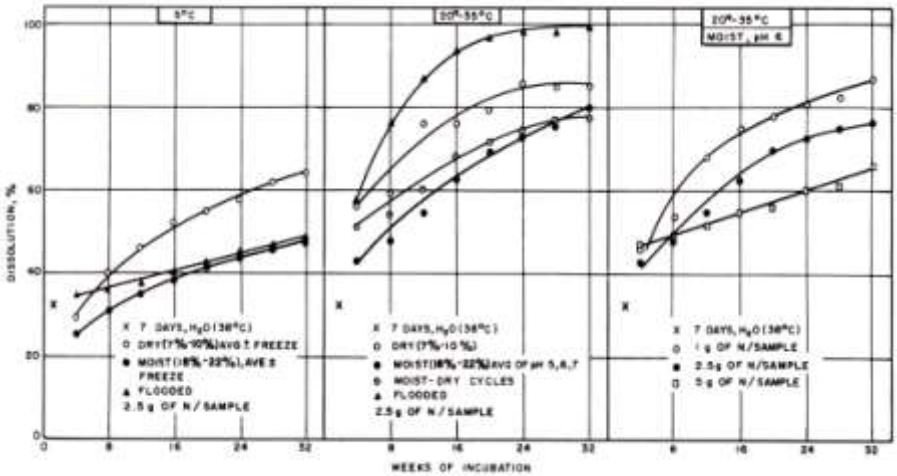


Figure 4. Dissolution of SCU as Affected by Temperature, Soil Moisture, Sample Size, and Time of Incubation.

SCU المستعمل في هذه الدرسات له وزن طلاء (تغطية) يصل إلى 16.5 % من S و 2.0 % مانعة للتسرب و 2.4 % مكيف المادة المانعة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للتسرب كانت بنسبة 30:70 من مزيج من شمع بولي ايتيلين وزيت ناصع عالي اللزوجة . البيانات والمعلومات أظهرت أن الانحلال كان أسرع عند الدرجة (-20 35)° درجة مئوية أكثر من الانحلال عند الدرجة 5 درجة مئوية عينات التجمد للترب الحاوية على "SCU" عند 25° درجة مئوية لمدة 48 ساعة ليس لها تأثير على معدلات الانحلال اللاحقة وذلك عند درجة حرارة قد أشير إليها في الشكل (4) . معدل ونسبة الانحلال كان أسرع في التربة الجافة % 10-7 ماء أكثر منه في التربة الرطبة % 22-18 ماء ومعدل (نسبة) الانحلال في التربة المغمورة كان أعلى من تلك إما للتربة الجافة أو التربة الرطبة في الاختبارات عند 30°-20 درجة مئوية ولكن ليس عند 5° .

نسبة ومعدل الاتحلال تنخفض عندما نسبة SCU للتربة يزداد ، النسب قد تنوعت بواسطة إضافة 2.5-1.0 أو 5.0غ من النتروجين كـ SCU إلى كمية ثابتة من التربة . التراكيز الناتجة والتي عُبر عنها كحجم التربة لكل حبيبة كانت 2.9-1.2 و 0.6 سم3 . (الحبيبات الشبكية 10-6 ملم قد وصلت إلى معدل 5.6 ملغ من N لكل حبيبة) والاستدلال هو أن المكان المركز (بقعة) أو شريط سوف يؤدي إلى نسبة انحلال أبطئ أكثر من الخلط المتناسق مع التربة ، وخصوصاً عند معدلات ونسب استعمال عالية . ولم يكن هناك أي تأثير لدرجة Ph للتربة على المعدل 7-5 .

وبالإضافة لميزات وصفات التحرر المضبوط ، فإن اليوريا المطلية لها تخزين ممتاز وجيد وكذلك ميزات وصفات المعالجة وقد تعالج في bulk في الأجواء الرطبة . كذلك قد تخلط وتمزج مع سوبر فوسفات ثلاثي أو أحادي والذي لايكون منسجماً مع اليوريا غير المطلية . كذلك طلاء وغطاء الكبريت هو مصدر متاح ومتوفر ببطئ للكبريت والذي يكون نافعاً في المناطق التي يعوزها الكبريت . الاختبارات الزراعية قد تمت أو أنها مازالت في تقدم مستمر في 54

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بلد وفي كل الولايات الخمسين للولايات المتحدة . نتائج الاختيارات من قبل TVA و ICI وآخرون قد تم بيانها والإعلان عنها .

اليوريا المطلية كانت ذات منافع وفوائد من أجل الاستعمال على قصب السكر ، الأناناس ، الأرز النامي في غمر المياه معوق أو المتقطع وبشكل عام ، بالنسبة للمحاصيل ذات الفصل الطويل أو بالنسبة للشروط التي تؤدي إلى ترشيح وتصفية شديدة أو خسارات التفكك . تقديرات TVA أشارت إلى أنه مع اليوريا المحببة عند 170 دولار/طن والكبريت عند 48 دولار/طن ، منتج مغطى ومطلي (37 % N) يمكن تحضيره على أساس مقياس ومعيار كبير وبكلفة تقدر بحوالي 179 دولار/طن . وهكذا ، فالكلفة لكل طن من SCU سوف تكون نفسها كما هي بالنسبة لليوريا الصرفة على الرغم من أن الكلفة لكل طن من N سوف تكون حوالي أعلى بنسبة 31 % الاختبارات الزراعية تشير إلى أنه في حالات متعددة الزيادة في الكلفة يمكن أن تُبرر وتعلل بسهولة. الميزات الفيزيائية المحسنة للمنتج سوف تكون ميزة إضافية . في معظم التجارب والمحاولات بالأرز ، كان SCU الأفضل لكل من اليوريا المسمدة بعد الحراثة أو المزروعة مسبقاً تحت شروط غير معاقة أو متقطة ومع الأرز المغمور بشكل مستمر SCU لم يظهر أية فائدة بنسب الكلفة: الانتفاع (عائد الدولار لكل دولار مستثمر في الطلاء) النسب المقدرة على أساس اختبارات وتجارب فردية قد فضلت SCU على اليوريا في 75 % من الاختبارات وذلك عندما استعمل كلاهما على التربة قبل الزراعة . العديد من المقارنات أظهرت نسبة الكلفة: المنفعة بمعدل 1:10 أو أفضل من ذلك . عندما اليوريا قد استعملت للتسميد بعد الحراثة بينما الأرز كان ينجو العوائد من الطلاء لم يكن مفضلاً . تقنية طلاء التغطية بالكبريت قد تستعمل على الأسمدة بدلاً من اليوريا. العمل الاختباري قد شمل طلاء فوسفات ثنائي الأمونيوم . كلوريد البوتاسيوم ، سلفيت البوتاسيوم وأسمدة مركبة متنوعة بما

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في ذلك منتج كلوريد بوتاسيوم اليوريا المحبب بالحوض بالمسطح ذو الدرجة -16 0-32 .

مانعات ومعوقات النترجة :

أسمدة النتروجين التي على شكل أمونيوم تتوقف حركتها بواسطة امتزاز على جزئيات الطين وبالتالي تكون مقاومة للترشيح ولكن صيغة الأمونيا تحوَّل إلى صيغة نترات تحت شروط هوائية وذلك بواسطة عملية حيوية دقيقة تعرف بالنترجة .

معدل ونسبة التمويل يعتمد على درجة الحرارة والتي تكون دون 10 درجة مئوية وهي تكون بطيئة جداً ولكن عند الدرجة 20° درجة مئوية وما فوق تكون سريعة جداً . وصيغة النترات يكون متاحاً لمعظم البيانات على الرغم من أن بعض النباتات (مثل الأرز يمكن أن تستعمل وبسهولة صيغة الأمونيوم) وهكذا فإن بعضاً من أغراض وأهداف التحرر المضبوط (المقاومة للتصفية) ومنع خسارات إزالة النترجة والتوفر المعاق (المؤجل) يمكن الحصول عليها بواسطة إعاقة وتأجيل النترجة للنتروجين الأمونيوم .

العديد من المواد الكيماوية العضوية قد حُددت بمانعات نترجة والمنع أو الإعاقة تكون بسبب سمية هذه المواد العضوية بالنسبة للكائنات التي تحول نتروجين الأمونيوم إلى نترات والتي تكون الخطوة الأولى لعملية النترجة . وواحد من مانعات ومعيقات النترجة والتي قد تلفت وشدت الانتباه في الولايات المتحدة كان 2- كلور 6- من البيريدين (ثلاثي كلورو الميتلين) . والشركة الكيماوية dow تروجه تحت اسم تجاري يدعى N-Serve . التركيز الأدنى لـ N-nerve في التربة بالنسبة لإعاقة وتوقيف النترجة على الأقل 6 أسابيع يعتقد بأنه يتراوح من 0.5 إلى 10 Ppm .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وقد أوضح DOW أن مانع معيق النترجة يكون مفيداً ومساعداً فقط عندما تكون الظروف تفضل فقدان وخسارة نتروجين عالي من التربة . مثل هذه الشروط هي هطول المطر الغزير أو السقاية الغزيرة ، التربة ذات التركيب الخشنة والتربة في معدل ومدى PH حيث النترجة تحدث بشكل سريع وسهل . النترات المتشكلة سوف ترشح أسفلاً إلى طبقات التربة الهوائية .

زيد البوتاسيوم (2-6 % من KN_3) المنحلة في الأمونيا اللامائية كانت فعالة في تخفيض معدل ونسبة النترجة في الاختبارات المضبوطة من قبل قسم الزراعة في الولايات المتحدة بالتعاون مع مراكز التجارب الزراعية في مقاطعات لويزيانا وواشنطن . يتقصى هذا والاستعمالات الزراعية الأخرى (مثال إبادة الأعشاب في فلاحة الأرز) بالنسبة للآزيد . ومانع النترجة الأخرى والذي تلقى اهتماماً كبيراً في اليابان هو 6- بيريدين الميتيل و4- كلور و2- أمينو . وقد حُضّر وصُنّع من قبل Mitsui Toatsu Chemicals, Ince سابقاً كانت (Toyo Koatsu Industries, Inc) تحت اسم تجاري يدعى AM . مانعات النترجة الأخرى والتي قد استعملت في اليابان في الأسمدة المركبة هي سلفا – ثنائي سيانواميد ثيويوليا ، N-2 ، dichorphenyle succinamide ، 1- ، 4-amio ، 4-2 ، Triazolehydro chloride و guanyithiourea .

في الترب المغمورة والمشبعة بالماء ، على سبيل المثال ، في Paddy الأرز المغمور بشكل مستمر وشروط هوائية (الاختزال ، التخفيض) تكون موجودة في التربة دون السطح وبالتالي النترجة للنتروجين الأمونيوي لاتحدث في هذه الطبقة . ولذا فعندما الأمونيا ، أملاح الأمونيوم أو اليوريا التي تتحلل في التربة إلى أمونيا وثاني أوكسيد الكربون تتوضع في منطقة الاختزال للتربة وهي تبقى على شكل أمونيا وهي تتوقف حركتها بشكل أقل أو أكبر بواسطة امتصاص (الامتزاز) على الطين (الوحل) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في بعض من ميزات التحرر المضبوط قد يستحصل عليها بتوضع النتروجين النشادري في منطقة التخفيف (التخفيض) لتربة الأرز . ولكن هذا التوضع يكون صعباً لأن applicators تصبح بسرعة مسدودة بالوحل والأسمدة الرطبة ولتسهيل التوضع السطحي ، فإن حبيبات كبيرة وضخمة أو قوالب من اليوريا قد حضرت اختبارياً والتي يمكن ضغطها إلى داخل التربة بواسطة اليد أو القدم . التجارب الخاصة بهذا التوضع أظهرت وبشكل جوهري الكفاية المتزايدة للإستفادة من النتروجين من قبل الأرز مقارنة مع التوضع المنتشر العادي . ميزات وصفات هذا التوضع يمكن إدراكها فقط عندما يكون الأرز Paddy مغموراً بشكل مستمر . وبالغمر المتناوب النترجة سوف تحدث خلال فترات الجفاف من خلال الغمر التالي اللاحق) النترات سوف يخفض إلى نترات والتي تكون غير مستقرة وتتفكك إلى نتروجين أولي أو N_2O هكذا تفقد بواسطة التطاير .

أسمدة البوتاس ذات التحرر المضبوط : بعض من الاهتمام أُظهر في أسمدة البوتاسيوم ذات التحرر المضبوط TVA قد أدارات الاختبارات بـ بولي فوسفات البوتاسيوم وبيروفوسفات كالسيوم البوتاسيوم بعض من المواد كان فقط ذواباً بشكل ضيئل في الماء وذلك باتباع إجراء AOAC . التقييم والتقدير الزراعي للمواج قد تم بيانه وتوضيحه من قبل Engelstad . وميزتهم الوحيدة كانت قد قللت وخفضت من الأدنى لبذور الاستنبات معظم المواد كانت متوفرة كأملاح بوتاس ذوابة . وبعض من المواد الذوابة الأقل أظهرت ميزات وصفات تحرر بطيء وذلك عندما تستعمل كجزئيات كبيرة ، ضخمة (حوالي 7 ملم) ولكنه لم يكن هناك دليل قاطه خاص بالكفالة والفعالية المتزايدة . ومؤخراً حديثاً ، كلوريد البوتاسيوم المطلي بالكبريت قد حضر من قبل TVA من أجل اختبارات زراعية بعض من هذه الاختبارات كان مبشراً وواعداً من حيث المردود كان يزداد بالمقارنة مع كلوريد البوتاسيوم غير المطلي معلومات وبيانات أكثر يحتاج إليها

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من أجل التقدير والتقييم الزراعي والاقتصادي . منتجات ومستحضرات NK ذات التحرر المضبوط قد تعطي وتقدم أصلاً وهي قيد الدراسة في TVA .

خلاصة عن أسمدة التحرر المضبوط :

أسمدة النتروجين ذات التحرر المضبوط بشكل محتمل سوف تثبت أنها نافعة ومفيدة لبعض محاصيل الحقل في بعض المواقف . وبالتالي دراسة أكبر سوف تكون لازمة . وذلك لتحديد مكان وموقع أسمدة النتروجين ذات التحرر المضبوط تحت شروط استوائية – شبه مدارية . الزيادات الأخيرة وربما المستقبلية في سعر أسمدة النتروجين يجب أن يعزز من اجتذاب واستمالة الأسمدة للتحرر المضبوط من أجل بعض الاستعمالات أسمدة التحرر المضبوط من المحتمل أن تكون ذات نفع وفائدة حيث اليد العاملة تكون نادرة وغالية في البلدان النامية حيث اليد العاملة متوفرة ورخيصة ، استعمالات مضاعفة للأسمدة الذوابة أحياناً يمكن استعمالها للحصول على مردود مطوَّر ومحسّن وكفاية عالية من الانتفاع بكلفة أقل . النتائج الحقلية أظهرت أن استعمال اليوريا المطلية بالكبريت على الأرز المغمور بشكل متقطع قد زادت من المحصول مقارنة مع استعمال اليوريا غير المطلية ، خاصة وعندما يكون الأخير قد استعمل في تطبيقات spilt . الإمكانيات لتحسين أسمدة الفوسفات والبوتاسيوم من خلال التحرر المضبوط تبدو بشكل نسبي أقل نفاؤلاً منه بالنسبة للنتروجين. ولكن دراسة أكثر يحتاج إليها وخصوصاً في الزراعة الاستوائية . مركبات الفوسفات الذوابة بشكل ضيئل قد تكون مفضلة عندما يكونوا أرخص أو عندما يزودون مواد مغذية لازمة أخرى .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الثاني والعشرون

22- الميزات الفيزيائية والكيمائية للأسمدة وطرق تحديدهم وتعينيهم

مقدمة Introduction :

الصيغة والشكل الفيزيائي الذي فيه السماد ويقدم ويحضر يكون ذو أهمية ملحوظة وذلك على المستوى الزراعي وكذلك وفقاً للمعالجة المرضية (المقنعة) النقل والتخزين وأخيراً التطبيق والاستعمال في الحقل . معظم المشاكل التي تواجه الأسمدة كانت تلك الناتجة عن النقص والعجز في الميزات الفيزيائية المشاكل التالية واللاحقة تتضمن caking والفصل (العزل) والاسترطاب الزائد أو المبالغ فيه . إن قبول الزبون أو تفضيله لنوع من الأسمدة على الآخر ذو بمحتوى تغذية للنبات مساوي ومكافئ دائماً وغالباً يستند على الميزات الفزيائية للمنتج الحالة الفيزيائية الجيدة والتي تكون بشكل نسبي سهلة بالنسبة للمزارع لأن يقدّرها ويقيمها وذلك بواسطة الملاحظة البسيطة وكذلك تضمن له استعمال وأسهل وأسرع وأكثر انتظاماً وأقل كلفة . أيضاً في خطوات ومراحل المعالجة المختلفة ، النقل ، والتخزين والتي عادة ماتكون مشمولة بين الانتاج والاستعمال النهائي للأسمدة من الضروري أن الميزات الفيزيائية يجب أن تكون كذلك ، besuch بحيث أن المادة تبقى متدفقة بشكل حر وتبقى نسبياً non dust غير مغبّرة وبأنها تتحمل كمية معقولة من التعرض لرطوبة جوية عادية طبيعية العديد من تقنيات الانتاج ، بما في ذلك عمليات المعالجة " للتهيئة أو التكييف " الفيزيائية قد تطورت خاصة لتأمين وتزويد ميزات فيزيائية مفضلة . الميزات الفيزيائية للأسمدة ، بعكس التراكيب الكيماوية عادة لايُحكم عليها في التجارة بواسطة القوانين . الحالة الفزيائية عادة هي مسألة اتفاق خاص وشخصي بين المشتري ومن المورِّد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وكنتيجة هناك بعض الطرق الرسمية المحدودة لقياس وتقييم الميزات الفيزيائية . منتجون كثيرون قد مالوا باتجاه تنمي أو تطوير طرق والتي تظهر وكأنها أفضل طريقة لملاءمة وموافقة حاجاتهم الخاصة . ولكن ، بعض الهيئات والمنظمات المكفولة من الدولة مثل قسم الزراعة في الولايات المتحدة و Tennessee Valley Authority في الولايات المتحدة قد طورت وأصدرت ونشرت الإجراءات والمقصود من ورائها الاستعمال العام للعديد من الأسمدة ، والإشارات لهذه الطرق والإجراءات متضمنة وموجودة في هذا الفصل الحالي يتضمن دراسات مختصرة لتأثيرات وأهمية الميزات الفيزيائية المتنوعة والملائمة للأسمدة وكذلك وصف لبعض الطرق التي استعملت وأعتمدت لقياس هذه الصفات . بعض من الميزات الكيماوية والتي تؤثر على تفاع الأسمدة في التربة كذلك تدرس في هذا الفصل . كذلك العديد من المراجع والمؤلفات قد أعطيت والتي فيها تفاصيل إجراءات الاختبار عادة يمكن الحصول عليها .

حجم الجزيئة (الحجم الجزيئي) :

إن قياس ومعايرة الحجم الجزيئي هو اختبار فيزيائي هام والذي يستعمل بشكل روتيني لمواد الأسمدة كما هو الحال عليه في التحليل الكيماوي وغالباً كل المنتجين مهيأين لفحص الحجم الجزيئي بشكل منتظم ونظامي . إن أهمية ضبط حجم الجزئية يتنوع بتنوع نمط ونموذج بتنوع خط ونموذج المنتج ، الطريقة المقصودة للمعالجة ، والاستعمال النهائي وبعض من الأسباب الخاصة بتوجيه وضبط الحجم تدرس لاحقاً .

التأثيرات على الاستجابة الزراعية :

مواد التسميد ذات الانحلالية المنخفضة في الماء عادة يجب أن تطحن إلى حجم جزيئي صغير وذلك لضمان انحلال سريع وكافي في التربة والانتفاع من قبل النبات . فعلى سبيل المثال : فعالية صخور الفوسفات الخاصية عادة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تزداد مع الطحن الدقيق إلى حد أدنى بحيث يكون قطر الجزيئة حوالي 0.15ملم ، ومادون ذلك فإن نفعاً وفائدة أقل وأدنى قد تم تبنيها . مواد أخرى ذات انحلالية منخفضة والتي تستدعي طحن دقيق نسبياً تتضمن خبث الأساسي ، الصخر الكلسي ، دولوميت ، فوسفات ثنائي الكالسيوم والفوسفات المصهور كمثل فوسفات المغنزيوم الكالسيوم ، صخر الفوسفات المزال منه الفلورين وميتا فوسفات الكالسيوم . مصادر المواد المغذية الثانوية أو المواد المغذية الدقيقة ذات الانحلالية المنخفضة كمثل الكبريت ، الأكاسيد المعدنية والغريت (مزيج مكلس من الرمل والمواد المصهورة لصنع الزجاج) أو الزجاجيات ، بالمثل تتطلب طحن دقيق .

الطحن الدقيق اللازم لهذه المواد أحياناً يؤدي إلى تشكل غبار فير مرغوب وصعوبات معالجة أخرى . ولذا بعض الدراسات والأبحاث الخاصة بالتطور قد تم توجيهها نحو إعادة تحبيب المواد المسحوقة وخاصة الفوسفات الصخري مع روابط ذوابة لإعطاء حبيبات والتي سوف تستعمل بشكل جيد وبعد ذلك يعود إلى صيغة (شكل) سهلة التفتت في التربة الرطبة . حبيبات صخر الفوسفات ذات الحجم الصغير نسبياً (0.3-0.1) ملم والتي أحياناً يشار إليها (بالحبيبات المصغرة) كانت في بعض الاختبارات أكثر فعالية من الحبيبات الكبيرة في هذا الاستعمال . الطرق لضبط وتوجيه الغبار غير التحبيب تتضمن الرش للمواد المسحوقة بشكل خفيف بالزيت ، الماء أو صيغ والتشكيلات الأمينية . وفي حالة فوسفات النتريك المحبب الذي عادة يحتوي على الفوسفات على شكل غير ذواب في الماء كفوسفات ثنائي الكالسيوم أو أبانيت . الحجم البلوري لهذه المواد عادة مايكون صغيراً تماماً وهناك أملاح ذوابة في الماء كافية في الحبيبة لضمان تفتت الحبيبة في التربة الرطبة مع زيادة في تماس واتصال فوسفات بالتربة . في مثل هذه المستحضرات (المنتجات) قد اعتبر (الحجم البلوري للمواد) أمراً مرغوباً وذلك للحصول على نسبة معقولة من الفوسفور وعلى شكل ذواب في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الماء وذلك لضمان الاستجابة المبكرة للمحصول . ضبط الحجم الجزيئي للأسمدة الذوابة في الماء عادة تكون لأسباب غير الأسباب الزراعية والتي سوف تدرس لاحقاً فيما بعد . ولكن يمكن أن يكون هناك فوائد ومنافع زراعية أيضاً . وعلى سبيل المثال قد وجد أنه في استعمال فوسفات الذواب في الماء كمثل سوبر فوسفات– فوسفات الأمونيوم وخاصة للترب الحمضية ذات الطاقة العالمية لتثبيت الفوسفات ، وزيادة في الحجم الجزيئي للأسمدة في مدى يزيد قطره عن 5 ملم قد يزيد استجابة النمو المبكر للمحصول . وهناك استعمال مفيد كامن لضبط وتوجيه الحجم الجزيئي وذلك من أجل تحسين الميزات الزراعية وهي تكمن في علاقتها مع أسمدة النتروجين ذات التحرر البطيئ والذوابة بشكل خفيف غير كثيف كمثل : فورم الدهيد – اليوريا . أوكسأميد . ونسبة الانحلال وبالتالي معدل ونسبة توفر النتروجين من هذه المواد قد ظهر وكأنه يعتمد على الحجم الجزيئي بحيث أنه كلما كان حجم الجزيئات أكبر كلما كان التحرر أبطئ .

التأثيرات على ميزات المعالجة والتخزين :

إن ضبط التحكم بالحجم الجزئي للأسمدة مسألة هامة لضمان ميزات تخزين ومعالجة مقنعة ومرضية . وقبل عام 1950 كل مواد التسميد كانت تحضر كمساحيق دقيقة نسبياً أو بلورات صغيرة . وكنتيجة ، الأسمدة عادة كانت مغبرة في المعالجة وهي سريعة التأثير (أو قابلة) caking القاسي خلال التخزين في أكوام أو صناديق . الجهد والعمل الملحوظ كان لازماً لتفتيت الكتل وجعل المنتجات ملائمة للإستعمال الحقلي . النمو السريع للتحبب في أوائل الخمسينات قد أدى إلى تحسين عظيم في ميزات المعالجة والتخزين . نمو وازدياد التحبيب قد توازى مع التحسينات والتطور في معدات وتجهيزات الاستعمال والتي استفادت من ميزات التدفق الأفضل والأحسن وغياب في المنتجات المحببة . إن طلب وحالة المزارع للمنتجات المحببة والتجهيزات ومعدات الاستعمال المطوّرة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كان أمراً شاملاً . في الولايات المتحدة المدى الحجمي للجزيئة الاسمي والمقبول للمواد المحببة أصبح 3.35-1.00 ملم ، والتي تمثل المادة التي سوف تجتاز الغربال ذو الرقم 6 المقياسي في الولايات المتحدة ولكنها تحجز وتستبقى في غربال ذو رقم 18 .

ولكن ليس هناك تنظيمات فدرالية في الولايات المتحدة والتي تحدد الحجم المقبول أو الطاقات الاحتمالية للمنتجات المحببة . والوكالة للتطور الدولي في الولايات المتحدة (USAID) من أجل شراء الأسمدة المحببة عادة ماتحدد (تعين) بنسبة % 90 كحد أدنى في معدل يصل إلى 1.00 إلى 3.35 ملم (S. U 6- إلى 18 شبيكة) و % 0 أكبر من 4.75 ملم (S. U 4- شبيكة) وليس أكثر من % 0.2 أدق من 0.6 ملم S. U 30- شبيكة) . في البلدان الأوربية واليابان ، الأسمدة المحببة عادة تُحفر وتُنتج في حجم جزيئي أكبر إلى حد ما . الحجوم الواردة هي عادة في مدى يصل إلى قطر 2.0 إلى 4.0 ملم (S. U 10-5) شبيكة . من الأفضل بالنسبة للأسمدة أن تكون خالية من الجزئيات الصغيرة جداً بحيث أن يوّلدون غبار عند المعالجة وذلك لضمان قبول المزارع ولمنع حدوث شوط وظروف تشغيل غير صحية وغير جيدة في مناطق كمثل معامل (وحدات) أو عملية تشغيل . والسبب في وجود وتشكل الغبار في الأسمدة المحببة يكون بسبب الالتصاق الضعيف للمكيفات ، عوامل التغطية (الطلاء) . طرق الاختبار لتحديد الغبار بسبب ذلك السبب سوف تدرس في قسم لاحق من هذا الفصل . الطريقة يمكن أن تُعد لقياس الغبار الناشئ عن أي سبب كمثل البلى والتآكل خلال المعالجة .

الحبيبات ذات الحجم الكبير خاصة (من حوالي 4 ملم) قد وجد بأنها مرغوبة من أجل التطبيق الهوائي للغابات والأحراج الحجم الكبير يقلل من من الأفران بفعل الريح ويقلل من انسداد الحبيبات في أغصان الشجرة . في بلدان

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

متعددة هناك إما انتاج اختباري أو تجاري لليوريا ذات الدرجة الحراجية أو نترات الأمونيوم ذو الحجم الكبير لهذا الغرض .

التأثيرات على ميزات المزج blending :

بما أن ظهور bulk blending (حوالي 1958) كان نظاماً هاماً لمزج وتوزيع الأسمدة المحببة ، كذلك فإن ضبط والتحكم بحجم الجزيئة قد أعطى أهمية إضافية كطريقة من أجل تقليل ميل- نزعة الفصل للخلطات . إن عملية bulk-blending مذكورة في منشورات اليونيدو UNIDO في Monograph 8 Fertilizer Industry . No بعنوان F18. Sieres, ID/SER) وبتفاصيل أقل في الفصل XIX في بعض عمليات blending الأولى المواد كانت تخلط بدون الأخذ بعين الاعتبار المطابقة لأحجام الجزيئات مع الناتج بحيث أن الخلطات blends كانت عرضة للفصل (العزل) عدم المزج خلال المعالجة . الدراسات اللاحقة من قبل TVA وآخرون قد حددت الحجم الجزيئي الموائم مع مكونات blend بواسطة أهم عامل في انتاج وتحضير blend وهو المقاومة للعزل .

إن تأثيرات عدم الملاءمة في الميزات الفيزيائية الأخرى والتي تكون الكثافة وشكل الجزيئة ، هي عوامل غير ذات مغزى بالمقارنة مع تأثير عدم الملاءمة في الحجم الجزيئي .

المدى الحجمي العادي أي 1.00 إلى 3.35 ملم (--6 + 18-) شبيكة حسب مقياس ومعيار S. U والذي يحدد ويعرّف الأسمدة المحببة في الولايات المتحدة ، وليس مقتصراً بشكل كافي على تأكيد وضمان انسجام ومطابقة حجمية جيدة بالنسبة لـ (bulk blending) . وقد وجد أن المواد من أجل blending يجب أن تتوافق ليس فقط بالنظر إلى الحدود الحجمية المنخفضة والعليا ولكن يجب أن تكون متشابهة ومتماثلة بشكل معقول في توزيع الحجم الجزيئي بين هذه

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحدود . التوافق لمنحنيات التوزيع الحجمي ضمن + أو 10- نقاط قد اقترح واعتبر بأنه مقياس ومعيار فعَّال . إن تأثيرات التصاق وعدم الالتصاق بهذا المعيار موضحة في الشكل (1) .

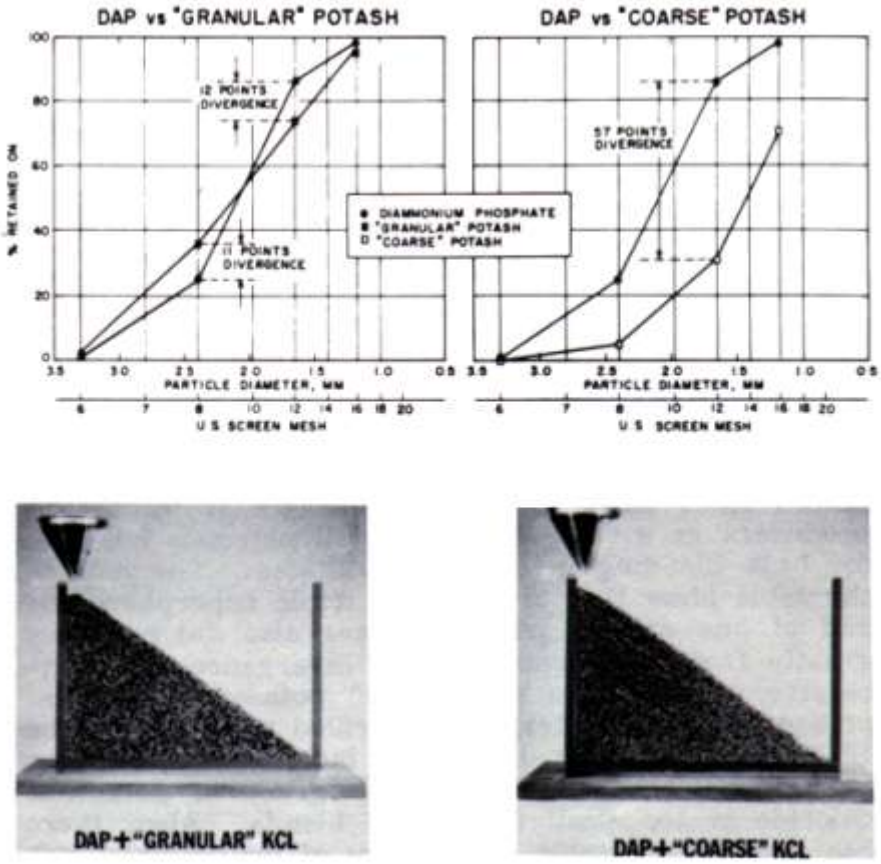


Figure I. Particle-Size Matching Decreases the Segregation Tendency of Bulk-Blend Fertilizers (18).

في هذه الاختبارات التوضيحية فوسفات ثنائي الأمونيوم المحبب للتوزع الحجمي الجزيئي قد استعمل في اثنين من bulk blends وواحدة منها مع البوتاس ذو التوزع الحجمي الجزيئي الصغير جداً (الدرجة (مقياس) المحببة (12 نقطة مئوية للتباعد والاختلاف الأعظمي لمنحنيات التوزع الحجمي)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والأخرى كانت مع بوتاس دقيق بشكل كبير أي 57 نقطة مئوية للتباعد وكل blend كانت تسكب وتصب لتشكل ، من الواضح أنه خلال عملية السكل (الصب) كان هناك فصل جدّي وهام في blend بمواد ذات حجم متساوي أو المصنفة حسب القياس وبشكل متساوي ، ولكن هناك فصل قليل وضيئل في blend ذات الأحجام المتوافقة المؤعَمَة .

وعلى الرغم من أهمية وفعالية مواءمة وموافقة الحجم الجزيئي مع bulk blenders ، فإنه لايوجد هناك قوانين أو مقاييس تحكم الحجم الجزيئي للمواد التي تزود وتجهز في الولايات المتحدة . وكنتيجة فإنه هناك بعض التباعد والاختلاف الواسع بين نماذج وأنماط متعددة من المواد وبين احتياطي نفس المادة من مصنعين مختلفين ولكن المنتجون الرئيسيون للمواد من أجل blending كانوا حذرين وحريصين ومتنبهين للمشكلة وقاموا بجهود ومحاولات لتجنب المواد المتوافقة بشكل معقول . إن دراسة واستعراضاً اجمالياً للحجم الجزيئي للمواد المنتجة في الولايات المتحدة من أجل blending قد أنجزت في عام 1973 واليابان والمعلومات عن الحجم الجزيئي من هذا البحث معطاة في الجدول (1) .

TABLE 1. AVERAGE PARTICLE-SIZE DISTRIBUTIONS OF GRANULAR FERTILIZERS FROM SOME MAJOR U.S. PRODUCERS IN 1973

Product	Typical Grade (N-P_2O_5-K_2O)	Sources Represented[a]	Cumulative % Retained on Indicated U.S. Standard Sieve				
			6	8	12	16	20
Diammonium phosphate	18-46-0	9	<1	36	86	99	100
Potassium chloride							
"Granular"	0-0-60	13	5	37	78	95	98
"Coarse"	0-0-60	14	-	6	31	73	94
Triple superphosphate	0-46-0	6	1	20	81	97	100
Ammonium nitrate (prills)	34-0-0	8	-	10	74	97	100
Urea[b]							
Prills[c]	46-0-0	9	<1	4	48	92	100
Granular A	46-0-0	1	1	88	100	100	100
Granular B	46-0-0	1	0	30	85	98	100

a. Unless otherwise noted, data from each source represent the average of 1 month's plant production analyses from survey by The Fertilizer Institute (22).
b. Data for urea obtained on spot samples--not part of the survey by The Fertilizer Institute.
c. Fertilizer-grade only--does not include feed-grade microprills, which are smaller.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذه البيانات أعطت اتفاقاً قريبة بين توزيعات الحجم الجزيئي لفوسفات ثنائي الأمونيوم وكلوريد البوتاسيوم المحبب أي أنه هناك مكونين أساسيين في معظم bulk blends . وكنتيجة ، التحاليل الموضحة لهذه المواد في الجدول (1) قد أعتبرت على الأقل بعض المنتجين كـ "الحجم الهدف" لكل المواد المعدّة لـ bulkblending في الولايات المتحدة .

المعلومات والبيانات في الجدول تظهر وتوضح أن أحجام سوبرفوسفات الثلاثي وواحد من مركبات اليوريا المحببة لاتختلف وتتنوع بشكل كبير عن تلك القاعدة ولكن التباعد والاختلاف كان مبالغاً فيه وزائداً في حالات كلوريد البوتاسيوم ، نترات الأمونيوم Prilled . وعند استقصاء عام 1973 كان هناك تمييز وإعتراف متزايد بين blenders بحيث أن الدرجة الخشنة لـ كلوريد البوتاسيوم صغيرة جداً من أجل الاستعمال في blends كذلك هناك استبدال ملحوظ لليوريا بـ اليوريا المحببة والأكبر وبعض الاستبدال لـ نترات الأمونيوم Prilled بصيغ وأشكال محببة .

أساليب وطرق تحليل الغربلة :

التوزع للحجم الجزيئي عادة يقاس ويعير بواسطة إدارة (التحليل الغربلة) (تحليل الغربال) على عينة تمثيلية . الحصول على عينة تمثيلية (توضيحية) لتحليل الغربال يكون صعباً بشكل خصوصي وذلك بسبب ميل واتجاه الجزيئات ذات الأحجام المختلفة للفصل والانعزال خلال أي حركة للأسمدة .

العينات الموضعية (الفورية) الاعتباطية من أكوام السماد لن تكون تمثيلية لمعدل الحجم في الكومة وذلك لأن الأكوام عادة ما تنفصل بشكل حاد وشديد خلال إنشاء وبناء الكومة انظر القسم عند الفصل (العزل) . لذا فالعينة المأخوذة من عدة نقاط والتجميعية بواسطة طرق موافق عليها هو ما يوصى به التراكيب يجب أن تمزج بشكل جيد ومع تآكل ضيئل ويجب أن تُحزز إلى حجم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مناسب (100-500)غ فإن شق ضروري كامل من التحزز الأخير يجب أن يستعمل كعينة من أجل تحليل الغربال . التحزيز ذو النمط المحجوز قد ظهر بأنه النموذج المفضل لتجنب مفصل وعزل الحجم خلال التحزيز . المعدات اللازمة لإنجاز التحليل بالغربلة على عينة الأسمدة تتألف من التالي :

1- مجموعة من غرابيل الاختبارية ذات الشبكات السلكية المعيارية ، كل غربال مع تجويف شبكي مختلف هي 8 انش بقطر 253 ملم وبعمق 2 انش (50) ملم . التركيب الفولاذية التي لاتصدأ تكون مفضلة أكثر لتحمل التآكل بواسطة الأسمدة ، الغرابيل مركبة مصنّعة بطريقة يمكن أن تكدس وتُرّص أو أن تكون متداخلة مع تجاويف الغربال ، متقدم بذلك في الحجم من الأسفل إلى الأعلى في الكومة (الركام) حوض سطح طلب عادة ماتعد تحت الغربال السفلي (الأدق) وغطاء صلب وقاسي على الغربال الأعلى بالنسبة للحبيبات .

2- وسائل ومعدات لتحريك وهز ركام الغربال ، ومن المفضل جداً استعمال غربال اهتزازي ميكانيكي والذي منه أنماط ونماذج متعددة تسوّق .

الغرابيل الاهتزازية التي تدار باليد كذلك تسوّق وفي غياب الغربال الاهتزازي ، الركام المتداخل قد يهز بواسطة اليد ويفرّع بسرعة (ملولب من الداخل) قمة (رأس) لوح Onatable tapto effect sieving تحريك واهتزاز العينة باليد هو استهلاك زمني موقوت وأقل انتاجاً وخصوصاً مع المنتجات الأدق .

3- ميزات من أجل وزن العينة والأجزاء الحمبية المطوّرة والمحسنة في اختبار الغربال ، الطاقة يجب أن تتسع لأوزان العينة إلى مايزيد من 500.0 غ والدقة يجب أن تكون على الأقل ضمن 0.1 غ من أجل جهد عادي .

حجم العينة الموص به من أجل الاختبار على غربال قطره 8 انش– نختلف ويتنوع وفقاً لمعدل الحجم للمادة . بالنسبة للمادة في مدى من الأسمدة المحببة ، فإن حجم العينة بوزن 500-200 غ تكون مقنعة ومرضية . وبالنسبة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للمواد الدقيقة كمثل صخر الفوسفات فإن عينات أصغر (100 غ) يعتقد أنها تعطي نتائج قابلة للإنتاج أكبر .



Figure 2. Set of Test Sieves as Used for Determination of Particle-Size Distribution in Fertilizer.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العينة توضع على الغربال الأعلى من الركام والتحريك يبدأ زمن الاهتزاز الذي يبلغ حوالي 5 دقائق عادة مايكون مقنعاً في غربال اهتزازي ميكانيكي ، ووقت أطول يمكن تجريبه واختباره وذلك إن كان هناك شك خلال الاهتزاز كل جزئية في العينة تنجذب نحو الأسفل خلال تجاويف الغربال حتى تصل إلى غربال دقيق جداً يسمح بمرورها للغربال . عند نهاية فترة الاهتزاز، المادة في كل غربال توزن بشكل مستقل وتوزع الحجم الجزيئي للعينة يتحدد ويتقين . الطريقة العادية لبيان النتائج هي النسبة التراكمية التي تحجز وتُستبقى على كل غربال النسبة التراكمية تشير إلى كل المادة في العينة التي كانت كبيرة جداً لتمرر عبر الغربال هي أمر قيد الدراسة والمناقشة وهي يتضمن لذلك ليس فقط المادة المحتجزة في الغربال بل كذلك كل المادة المتحجزة على الغرابيل الخشنة فوقها في الركام . منحنيات تحليل الغربال والتي أعطيت في الشكل (1) كانت تُخطط على أساس استبقاء واحتجاز النسبة التراكمية إن اختيار سلسلة ملائمة من أحجام الغربال من أجل مادة معطاة ومن أجل استعمال معطى (موضح) هو أمر هام . معايير ومقاييس متعددة من أجل تصنيع غرابيل الاختبار وتحاليل الغربال هي قيد الاستعمال وذلك على مجال عالمي واسع . وهي تختلف إلى حد ما حسب أحجام التجاويف المتاحة وأحجام الأسلاك المستعملة وبعض التفاصيل الثانوية . وإن مقارنة لمقاييس S. U المعيارية ، Tyler ، Candian ، البريطانية ، الفرنسية ، الألمانية ، الإيطالية والروسية معطاة وموضحة في الجدول (2) ومنظمة المقاييس (المعايير) العالمية International Standars Organization في محاولة منها لتنسيق وتنظيم المعايير ، قد أوصت بثلاثة سلاسل من الغرابيل مصممة على نمط R-10 و R-20 و R-40 مع اقتراح يتضمن أن الأفضلية يجب أن تعطى أولاً لسلسلة R-10 والتي فيها تكون تجاويف الغربال تتوال في نسبة من الأساس العاشر لـ "10" .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الغرابيل في الأنظمة الفرنسية "الألمانية والايطالية والروسية في الجدول (2) تنطبق على هذه السلسلة والسلسلة R-20 – R-40 تعتمد على متواليات حسب الأسس العشرون الأربعون لـ 10 ، وهكذا فإن هاتين السلسلتين تتضمن ضعفين أو أربعة أضعاف عدد الغرابيل المتضمنة في السلسلة R-10 . الغرابيل في السلسلة المعيارية U . .S (الجدول 2) ينطبق على الغربال الثالث في السلسلة R-40 أرقام وقيم الغربال المشار إليها في الجزء المتبقي من هذا الفصل هي في السلسلة المقياسية لـ U .S .

في اختيار أحجام الغربال من أجل اختيار ، عدد كافٍ من الغرابيل في مدى حجمي ملائم يجب تضمينها بحيث أنه ولا غربال واحد يحّمل فوق طاقته بنسبة زائدة وفائضة (أكثر من النصف) من كامل العينة . ومن أجل اختيار الأسمدة المحببة سلسلة من الغرابيل المتقدمة هي مقياس الولايات المتحدة -4 ، -6 ، -8 ، -10 ، -14 ، -18 و 30 شبيكة أو المرادف والمكافئ التقريبي في سلاسل غرابيل أخرى . فعندما تكون المادة معدّة لـ bulk blending ، فإن احتواء وتضمين غربال بـ 8 شبكة (2.38) ملم يكون هاماً جداً لإنشاء وتأسيس درجة من الحجم المتوافق مع مواد أخرى بالنسبة لتحليل الغربال ذو المواد المنحلة والدقيقة كمثل صخر فوسفات المطحون ، فمن المعروف تقديم وإعطاء تحليل غربالي رطب" . في هذه الطريقة عملية الاهتزاز تستبدل بغسل للعينة خلال الغرابيل بنافورة ماء . بعد الغسل الكامل المادة على الغرابيل تجفف وتوزن . هناك معلومات وبيانات عامة أخرى عن إنجاز والقيان بتحاليل الغرابيل وهي متوفرة في العديد من المنشورات .

ميزات الفصل (العزل) :

bulk blending للأسمدة قد يخفض ويقلل من عدم التماثل للتركيب خلال bulk هذه الظاهرة يشار إليها بعملية الفصل (العزل) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 2. STANDARD TEST SIEVE SERIES OF SEVERAL COUNTRIES

United States and Canada[a]										
U.S. Standard Series[b]		Tyler Series[c]		France[d]		England[e]		Germany[f,i]	Italy[g,i]	U.S.S.R.[h,i]
Opening, mm	Sieve No.	Opening, mm	Sieve No.	Opening, mm	Module No.	Opening, mm	Sieve No.	Opening, mm	Opening, mm	Opening, mm
7.925	5/16 in	7.925	2.5	-	-	-	-	8.0	-	-
6.731	0.265 in	6.680	3	-	-	-	-	6.3	-	-
5.664	3.5	5.613	3.5	-	-	-	-	-	-	-
4.750	4	4.699	4	5.00	38	-	-	5.0	-	-
3.987	5	3.962	5	4.00	37	-	-	4.0	4.0	-
3.353	6	3.327	6	-	-	3.353	5	-	3.35	-
-	-	-	-	3.15	36	-	-	3.15	3.15	-
2.819	7	2.744	7	-	-	2.812	6	-	2.8	-
-	-	-	-	2.50	35	-	-	2.5	2.5	2.5
2.380	8	2.362	8	-	-	2.411	7	-	2.33	-
1.999	10	1.981	9	2.00	34	2.057	8	2.0	2.0	2.0
1.679	12	1.651	10	-	-	1.676	10	-	1.7	-
-	-	-	-	1.60	33	-	-	1.6	1.6	1.6
1.410	14	1.397	12	-	-	1.405	12	-	1.4	-
-	-	-	-	1.25	32	-	-	1.25	1.25	1.25
1.191	16	1.168	14	-	-	1.204	14	-	1.18	-
1.001	18	0.991	16	1.00	31	1.003	16	1.0	1.0	1.0
0.841	20	0.833	20	-	-	0.853	18	-	0.85	0.9
-	-	-	-	0.80	30	-	-	0.800	0.80	0.8
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.75	-
0.706	25	0.701	24	-	-	0.699	22	-	0.71	0.7
-	-	-	-	0.63	29	-	-	0.630	0.63	0.63
0.594	30	0.589	28	-	-	0.599	25	-	0.6	0.56
0.500	35	0.495	32	0.50	28	0.500	30	0.500	0.5	0.5
0.419	40	0.417	35	-	-	0.422	36	-	0.425	0.45
-	-	-	-	0.40	27	-	-	0.400	0.4	0.4
0.353	45	0.351	42	-	-	0.353	44	-	0.355	0.355
-	-	-	-	0.315	26	-	-	0.315	0.315	0.315
0.297	50	0.295	48	-	-	0.295	52	-	0.3	0.28
0.249	60	0.246	60	0.250	25	0.251	60	0.250	0.25	0.25
0.211	70	0.208	65	-	-	0.211	72	-	0.212	0.224
-	-	-	-	0.200	24	-	-	0.200	0.2	0.2
0.178	80	0.175	80	-	-	0.178	85	-	0.18	0.18
-	-	-	-	0.160	23	-	-	0.160	0.16	0.16
0.150	100	0.147	100	-	-	0.152	100	-	0.15	0.14
0.124	120	0.124	115	0.125	22	0.124	120	0.125	0.125	0.125
0.104	140	0.104	150	-	-	0.104	150	-	0.106	0.112
-	-	-	-	0.100	21	-	-	0.100	0.1	0.1
0.089	170	0.089	170	-	-	0.089	170	0.090	0.09	0.09
-	-	-	-	0.080	20	-	-	0.080	0.08	0.08
0.074	200	0.074	200	-	-	0.076	200	0.071	0.075	0.071
0.064	230	0.061	250	0.063	19	0.064	240	0.063	0.063	0.063
-	-	-	-	-	-	-	-	0.056	-	0.056
0.053	270	0.053	270	0.050	18	0.053	300	0.050	0.05	0.050
0.043	325	0.043	325	-	-	0.044	350	0.045	-	0.045
0.038	400	0.038	400	0.040	17	-	-	0.040	0.04	0.040

a. Canadian standard series corresponds to U.S. standard series.
b. American Society for Testing Materials, Specification E-11-70.
c. W. S. Tyler, Inc., Mentor, Ohio.
d. French Standard Specification AFNOR NF-X11-501.
e. British Standards Institution, London BS-410-62.
f. German Standard Specification DIN 4188.
g. Italian Specification UNI-2332.
h. Specification COST 3684-63.
i. Sieves in German, Italian, and U.S.S.R. series are specified only by mm-opening size.

الفصل يكون غير مرغوباً به وذلك لأن عدم انتظام الناتج يمكن أن يؤثر على الاستجابة الزراعية ويجعل من المستحيل الحصول على عينات مناسبة وتلاقي ضمانات. الميزة الفيزيائية المرغوبة للأسمدة لذلك هي القدرة على مقاومة الفصل خلال المعالجة . الفصل يحدث عندما الحبيبات المشتعلة أو الجزئيات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في سماد ما تختلف من حيث ميزاتها الفيزيائية إلى حد بحيث أنهم يستجيبوا بشكل مختلف للتوزيعات الميكانيكية الناتجة عن عمليات المعالجة . خلال هذه التوزيعات الجزئيات ذات الميزات الفيزيائية المتماثلة تميل نحو التجمع والتكوم ، ولذا فإن تناسق وتجانس خليط الجزئي يتلف ويدمر . إن كانت كل الجسيمات الدقيقة في الأسمدة كانت متماثلة فيزيائياً ، فإنه لن يحتاج لأي كمية من المعالجة والتي يمكن أن تؤثر على التجانس . اختبارات متعددة قد أظهرت أن الميزات الفيزيائية لجزئية السماد والت تؤثر على ميلها ونزعتها نحو الانفصال والعزل هو حجم الجزيئة بحيث أن الجزئيات ذات الحجم غير المتساوي تميل نحو الفصل والعزل خلال المعالجة . لا الكثافة ولا شكل الجزيئة ضمن معدلات موجودة عادة في الأسمدة يمكن أن تؤثر على ميل ونزعة الفصل إلى حد ودرجة هامة .

فإن كانت كل الجزيئات في الأسمدة ذات تركيب كيماوي مماثل ولكن بأحجام مختلفة ، فإن المعالجة سوف تقلل من الفصل الفيزيائي ولكن لن تؤثر على الانسجام والتجانس الكيماوي . وإلى حد ملحوظ ، هذه هي الحالة التي تسود وتعمم في الأسمدة المركبة المحببة بشكل جيد ، وهكذا فإن الفصل في هذا النمط من الأسمدة عادة لايكون مشكلة خطيرة . أحياناً التحبيب قد يكون غير تاماً بحيث أن الجزيئات الأصغر تختلف في التركيب من الجزيئات الأضخم أو أن بعض مواد التغذية قد تبقى غير متحدة في عملية التحبيب . في هذه الأمثلة ، الفصل الفيزيائي الذي يحدث خلال المعالجة يمكن أن يؤدي أيضاً إلى تنوع هام في التحليل وحتى في الأسمدة المركبة المحببة . والحلول لهذه المشكلة هي: 1- التحبب الجيد ، 2- الغربلة إلى حد حجمي أمينو للجزيئات أو 3- استعمال اجراءات وطرق معالجة خاصة والتي يكون موصِّلة أقل للعزل . الفصل هو مشكلة أساسية في معالجة أسمدة bulk-blenders . هذا النمط من الأسمدة بالتعريف يحتوي على جزيئات تتألف على الأقل من مكونين بتراكيب مختلفة بشكل مميز وهكذا فأي فصل وعزل كيماوي لهذين المكونين سوف يؤدي إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تنوع كيماوي فعال وهام . الفصل للمكونات يستطيع ، كما درس في قسم سابق أن يقلل بمواءمة توزيعات الحجم الجزيئي للمكونات . المعيار الجزيئي المذكور في ذلك القسم هو أن منحنيات توزيع الحجم الجزيئي للمكونات لاتختلف أو تتباعد أكثر من ±10 نقاط مئوية . ومن المفيد والممتع كذلك أن blends ذات الجزيئات الصغيرة نسبياً كمثل الخلطات من المكونات غير المحببة وهي تكون أقل عرضة للفصل وتكون أقل تأثراً بالمطابقة للحجم الجزيئي أكثر من الخلطات المحببة ، ولكن الخلطات غير المحببة لها مساوئ مطابقة للأسمدة غير المحببة والتي تتضمن غبار أكبر ، ميل أكبر نحو caking وميزات تدفق أقل وأضعف . هناك نماذج وأنماط ثلاثة مميزة للفصل وهي تُفهم ضمن صلتها وعلاقتها مع معالجة معاملة الأسمدة . وهي قد درست ونوقشت أدناه والطرق والعمليات قد تم بيانها وإيضاحها من أجل تحديد قابلية الأسمدة لكل نمط من الفصل (العزل) . كل نماذج وأنماط العزل الثلاثة تتعزز بشكل رئيسي بواسطة تباين الحجم الجزيئي في خليط الأسمدة .

الفصل والعزل (حسب) الاهتزاز (الارتجاج) :

الأسمدة تكون عرضة للاعتزاز خلال نقلهم بواسطة العربات ، السكة الحديدية أو بوسائط أخرى . ودراسات متعددة قد أظهرت أن مثل هذا الارتجاج ليس سبباً كافياً وهاماً للفصل في الأسمدة بما في ذلك bulk blends المماثلة الفصل بسبب الاهتزاز يصبح هاماً وذو مغزى فقط عندما اختلافات وتباين الحجمي بين مكونات الخلطات يصبح مبالغاً فيه إلى الحد الذي فيه الجزئيات لمكوّن واحد تكون بشكل كافي صغيرة لأن تغربل أسفلاً من خلال الفراغات الخالية بين جزئيات مكون آخر ذو حجم أكبر وأضخم . الاختبارات، كذلك أكدت من خلال بيان لـ TVA أنه حتى في خلطة (blends) بحجم جزيئي 2.36- إلى 3.35- ملم (8- + 6-) من شبيكة S. U مع مادة أخرى بحجم 1.00- إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1.18- ملم (18-+16-) من شبكة S. U ولم يكن هناك فصل أو عزل ناتج من الاهتزاز الشديد . الفصل (العزل) كان ذو أهمية ، وعندما كان الحجم للمواد الأقل قد قلل إلى 0.300 ملم (50- حسب شبكة S. U) أو أصغر هذه الدرجة من الاختلاف في الحجم سوف لن تواجه بشكل طبيعي في blending المكونات غير المحببة ولكن سوف تواجه ، وذلك إن كانت مادة مغذية دقيقة غير محببة أو مكون آخر غير محبب قد اشتركا في bulk blend لمادة ذات حجم محبب ، حيث يكون الفصل بسبب الاهتزاز (الارتجاج) بالإضافة إلى أسباب أخرى ، يجب توقعها فيما بعد . دراسات أخرى أظهرت أن الارتجاج لـ bulk blends مماثلة خلال 30- ميل (48- كيلو متر) من النقل في عربة نقل ناشرة لاتسبب الفصل لمعظم blends المختبرة .

هناك طريقة اختبار مخبرية واحدة استعملت لقياس ومعايرة الفصل وذلك بسبب الاهتزاز (الارتجاج) ورجّ الإسطوانة بهزاز ميكانيكي آلي وملاحظة الفصل (العزل) . النسب العلوية السفلية يمكن تحليلها من أجل التجديد الكمي للفصل . في بيان وإجراء مماثل لـ TVA هناك طريقة مماثلة قد اتبعت باستعمال قادوس بلاستيكي صغير مملوء بالخلطة .

الفصل بسبب التدفق (الجريان) التخويش المخروطي :

إن نموذج ونمط الفصل في غالب الإحيان والذي تتم مواجهته في معالجة الأسمدة هو الفصل الذي ينجم بسبب تدفق وجريان المادة فوق نفسها . وهذا أحياناً يشار إليه بالفصل بسبب التخويش المخروطي لأنه في تركيب (إنشاء) لأكوام التخزين المخروطية هناك فرصة ذات حد أعظمي لهذا النمط من الفصل لأن تحدث عندما تسقط المادة على قمة (ذروة) الكومة فإنها تجري أسفلاً فوق سطح الكومة التصنيف للحجم الجزيئي العزل يحدث بينما المادة تجري وتنساب حيث الجزيئات الأصغر في السماد ، والتي تعاق وتؤخر إلى حد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عظيم بواسطة المقاومة الاحتكاكية لسطح الكومة وتميل نحو البقاء في الخلف وتتوجه للإستقرار ، بينما الجزيئات الأكبر تستمر بالتقدم أسفلاً باتجاه سطح الكومة قبل التوجه نحو الاستقرار . والناتج يكون كومة ذات تصنيف حجمي للمادة (انظر الشكل (1)) .

إن ميل ونزعة مزيج الأسمدة نحو الفصل (العزل) خلال التخويش المخروطي يمكن تحديده بطريقة نوعية وذلك باستعمال صندوق مرئي شفاق وذلك كما هو موضح في الشكل (3) .

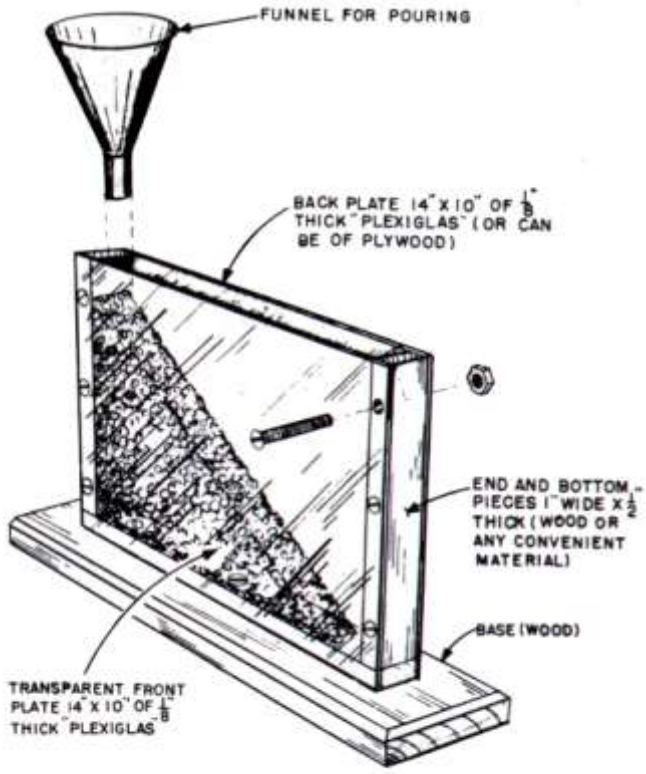


Figure 3. Transparent "View Box" for Visual Observation of Segregation of Fertilizer Blends During "Coning" (32).

والحجم الملائم هو 14×10×1 انش . وعينة من الخليط blend تسكب وتصب عبر قمع عند نهاية واحدة للصندوق ، وذلك كما هو موضح في الشكل ودرجة الفصل يمكن ملاحظتها بشكل مرئي . هذه الطريقة فعالة بشكل خاص

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وذلك عندما تكون مكونات blend تختلف وتتنوع بشكل ملحوظ باللون ، التلوين الاصطناعي لمكونات blens يمكن استعماله من أجل أغراض بيانية وتوضيحية . وجهاز من أجل التحديد الكمي لميل واتجاه الفصل للسماد خلال التخريش المخروطي قد درست من قبل Hoffneisyter . والرسم التخطيطي والبياني لهذا الجهاز موضح في الشكل (4) .

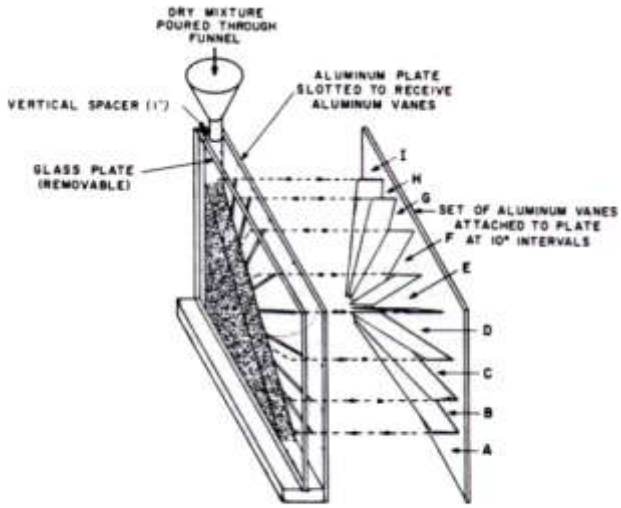


Figure 4. Apparatus Used for Quantitative Determination of Fertilizer Segregation Tendency During "Coning" (17, 19).

وهو يشتمل ويحتوي على صندوق ضيق ، بارتفاع 10 وطول 14 وبعرض فراغي "1" إنش بين الجدران الأمامية والخلفية . الجدار الأمامي كان زجاجياً وكان قابلاً للإزالة . الجدار الخلفي كان ألمنيوم ، وهو مخزن لتلقي واستقبال ثماني أرياش ألمنيومية . في عملية التشغيل ، جزء من كومة التخويش المخروطي قد تشكلت بواسطة صب وسكب خليط السماد إلى داخل صندوق عبر قمع في نهاية واحدة . الأرياش بعد ذلك تدرج وتلحق في الأخاديد وذلك لقطع الكومة إلى 10 عشر درجات قطاعية وذلك كما هو موضح . الجهاز بعد ذلك يُقلب على جانبه واللوح الزجاجي قد أزيل و blend في كل قطاع تجمع بشكل منفرد من أجل التحليل . والقرار من أجل تقسيم الكومة إلى قطاعات على شكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Pir من أجل أخذ العينات واختبارها كان يعتمد على الملاحظات التي توضح أن الخطوط لتفكك الثابت في الأكوام المخروطية المفصولة تشع من نقطة على القاعدة والتي تكون دون القمة مباشرة (انظر الشكل 1) .

البيانات المماثلة المستحصل عليها باستعمال جهاز الفصل المدروس موضحة في الشكل (5) .

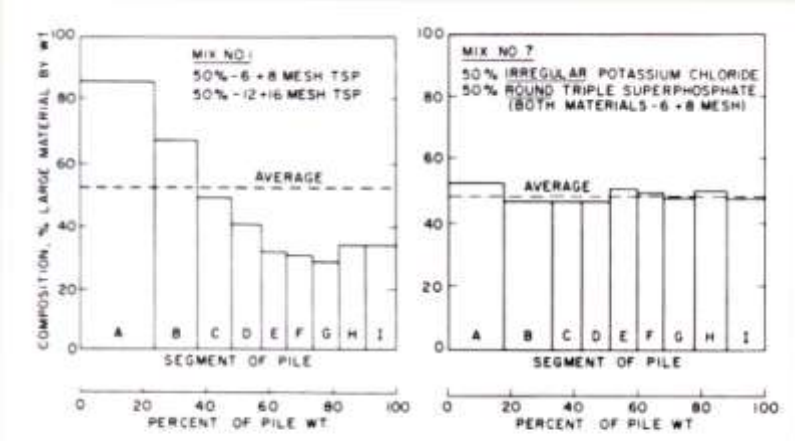


Figure 5. Quantitative Data on Segregation Due to Particle-Size Mismatch (Data Obtained with Apparatus Pictured in Figure 4).

وعندما blend (6) زائد 8 شبكة (2.4-3.3)ملم فإن سوبر فوسفات (TSP) مع كمية مساوية من ناقص 12 زائد (16) شبكة (1.2-1.7)ملم من سوبر فوسفات (الخلطة رقم (1)) تسكب وتقسم إلى قطاعات والقطاعات تتعرض لتحليل الغربال ، ويتم اكتشاف درجة عالية من الفصل (العزل) وذلك كما هو موضح .

من جهة أخرى ، عندما مكونات من نفس الحجم الجزيئي (ناقص 6 زائد 8 شبكة أي 2.4-3.3 ملم) تُخلط وتصب (الخلطة رقم 7) فإنه لايكون أساساً فصل للمكونات على الرغم من اختلافات وتباين الشكلي لكلا المادتين Kcl غير النظامي و TSP المستدير جيداً) . في اختبارات أخرى تنوعات وتباين كثافة الجزيء والتي تغطي المعدل العادي لأسمدة (1.27-2.12) غ/ملم وُجد أنها

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قليلة وضعيفة في تأثيرها على الفصل (العزل) وذلك بسبب التخويش المخروطي .

الفصل (العزل) بسبب الفصل القذيفي (البالستي) :

عندما السماد يُدفع خلال أي بفعل أجهزة نشر bulk ذات نمط مروحي ، فإن جزئيات بميزات فيزيائية مختلفة تتبع مسارات وطرق وذلك بسبب التأثيرات المتنوعة للجاذبية ومقاومة الهواء الناتج يكون الفصل بسبب الفعل القذفي . ودراسة كمية لهذا النوع من الفصل تتضمن قذف (سبك) للسماد مع جهاز نبشر ذو نمط مروحي ومجموعة من العينات المطحونة عند مساحات متغيرة ومختلفة عن المروحة . العينات تُحلل لتحديد الدرجة والتي إليها تركيب الأسمدة المستلمة تختلف باختلاف المسافة والبعد عن المروحة . الاختبارات قد تمت بمباعدة ثابتة ومجموعة عينة في سلسلة من الأحواض (القنوات الطويلة موازية للإتجاه الطبيعي لمسير الناشر (المباعد) أو مع ناشر متحرك يعبر ويجتاز سلسلة من صناديق التجميع والتي توضع بشكل متعامد لاتجاه مسير الناشر . والخلاصة الخاصة لسلسلة واحدة من الاختبارات هي أن ، كما هو الحال في الفصل بسبب التخويش المخروطي فإن اختلافات وتنوع الحجم الجزيئي هي الأسباب الرئيسية للفصل البالستي لخلطات الأسمدة المحببة وذلك خلال عملية النشر والنثر) والحبيبات الأضخم تميل للإتجاه بشكل أبعد عن المباعد أكثر مما تفعله الحبيبات الصغيرة . وهكذا فإن مواءمة وموافقة الحجم للجزئيات لمكونات الخلطة blend هو مقياس ومعيار هام وذو مغزى لتقليل الفصل بواسطة كل من التخويش المخروطي والتأثيرات البالستية ، وهذان هما السببان الريئسيان اللذين يسببان إزعاجاً في عملية فصل الأسمدة . والحقيقة أن الحجم الجزيئي للأسمدة له تأثير أكبر على الفصل البالستي أكثر مما تفعله كثافة الجزيئات (الكثافة الجزئية) . وليس مفاجئاً ومدهشاً عندنا الاعتبار للتأثيرات النسبية على الوزن الحبيبي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وهكذا على قوة الاستمرار للحبيبات المتحركة . وزيادة قطر الحبيبة من 1.19 ملم (16- من شبكة الغربال) إلى 3.35 ملم (حسب 6- حسب شبكات الغربال يزيد من وزن الحبيبة أكثر من اثني عشرة مرة بينما المعدل العادي لكثافة حبيبات الأسمدة (1.17-2.12) يمكن أن يسبب فقط أقل من تنوعين (تغييرين) مضاعفين .

وعلى الرغم من أن مقاومة الهواء تكون أقل على الجزيئة (الخبيبة) الصغيرة ، فإنها (مقاومة الهواء) حسب قانون Stokes تخفض وتقلل فقط بنسبة مباشرة لقطر الجزيئة (الحبيبة) .

المقاييس والمعايير المقاومة للفصل الخاصة بالأسمدة Blended :

الطريقة الأكثر فعالية لتقليل الفصل في الأسمدة الممزوجة بشكل جاف هي استعمال فقط المكونات التي تتواءم وتتوافق في توزع الحجم الجزيئي . وكما دُرس سابقاً في قسم سابق (تأثيرات الحجم الجزيئي على ميزات blendimg) فإن هناك درجة معقولة لمواءمة وموافقة الحجم الجزيئي سوف تحول وتجعل blend مقاوماً للفصل بواسطة واحد من آليات وطرق الفصل أي الاهتزاز ، التخويش المخروطي والفصل أو التأثير البالستي . ولكن مواءمة وموافقة الحجم القريبة في blends غالباً ما يكون غير ممكن وذلك بسبب التغيرات والتباين في المواد المتوفرة . في أمثلة كهذه الفصل يمكن أن يُقلل فقط بتحديد كمية المعالجة أو باستعمال تدابير احتياطية للمعالجة خاصة . إن اتحاد واندماج كميات صغيرة من المواد المغذية الدقيقة في الأسمدة المخروطية blended يمثل ويعطي مشالك فصل خاصة والتي قد درست في الفصل XX وفي أمكنة أخرى .

قساوة الحُبيبة :

حبيبات السماد يجب أن يكون لها استقرار آلي ميكانيكي كافي لتتحمل المعالجة العادية بدون كسر أو صدع وبدون انسلاخ زائد لتشكيل الغبار . هناك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ثلاثة نماذج متميزة للقوة الآلية الميكانيكية وهي سوف تناقش وتدرس كالتالي: 1- قوة ومتانة سحق الحبيبة . 2- المقاومة للحك أو التآكل . 3- مقاومة التصادم . اختبارات قساوة الحبيبة المطورة والمستعملة في الأسمدة عادة تقيس فقط واحد من نماذج وأنماط المتانة والقوة ، ولكن في معظم الحالات المقاومة الجيدة لنمط واحد من الفصل والتأثير الآلي (الميكانيكي) يكون مؤشراَ جيداً لقابلية القبول الشاملة والجيدة .

متانة وقوة السحق :

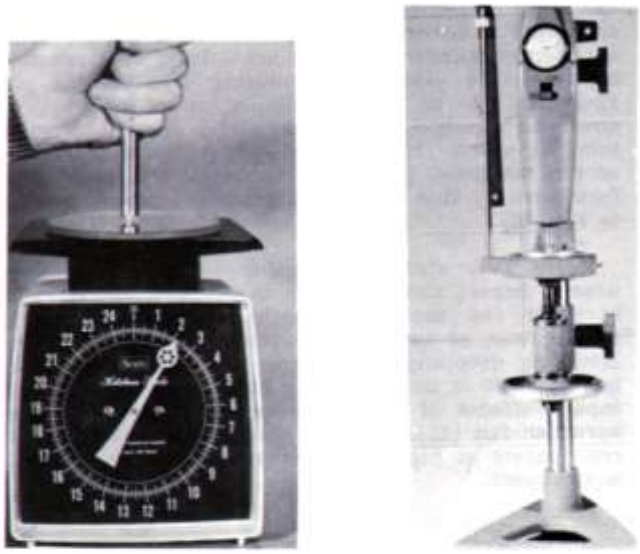
إن أبسط وأكثر الاختبارات استعمالاً لمتانة وقوة الحبيبة تتضمن تحديد وتبين لمتانة وقوة السحق للحبيبات المفردة والمنفردة . درجة التكرير والتنقية تختلف وتتنوع من استعمال البسيط للضغط الاصبعي إلى استعمال آلات اختبار السحق المدرجة (المعايرة) . إن استعمال اختبار الإصبع البسيط من قبل أحد المختبرات قد وُصف كالتالي : الحبيبة التي يمكن أن تسحق بين الإبهام والسبابة صنفت بأنه طري ولين ، وإن كان بالإمكان سحق بالسبابة على سطح قاسي فإنه يعتبر ذو قساوة متوسطة . وإن بقي غير منقوصة عندما تُعرض للضغط بواسطة السبابة على سطح قاسي ، فإنها تصنف بأنها قاسية وصلبة .

وباستعمال هذه الطريقة ، كما في كل الطرق التي تتضمن وتشتمل على حبيبات مفردة ، فمن الضروري سحق على الأقل 10 وبشكل مفضل أكثر من ذلك من الحبيبات وذلك للحصول على تقدير وتقييم وسطي . كذلك فقط الحبيبات ذات الحجم المتساوي يجب مقارنتها ، لأنه متانة وقوة الطحن والسحق تزداد بشكل هام مع الزيادة في حجم الجزيئة . الطريقة الأبسط والكمية لقياس متانة السحق للحبيبات المفردة تتضمن وضع الحبيبة على لوح زجاجي مسطح أو صحن معدنية على منصة ذات ميزان (مقياس) زنبركي (ذو نابض) وبطاقة على الأقل 10 Ib (7كغ) واستعمال ضغط باتجاه الأسفل حتى يتم تصدع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتكسر الحبيبة . وباستعمال هذه الطريقة من قبل Hardesty و Ross، الضغط باتجاه الأسفل استعمل من خلال قضيب معدني ذو نهاية مسطحة يدار بواسطة حامل ذو خانات (الأنابيب الاختبار(وآلية (تركيبة) قوس صغير (يتصل بآخر كبير) .



Kitchen Scale Compression Tester

Figure 6. Two Methods for Measuring Granule Crushing Strength (41, 42).

في نسخة معدل أبسط (TVA) الشكل (6) يستعمل الضغط من خلال قضيب معدني ذو نهاية مسطحة وبمقبض يدوي . هناك العديد من أجهزة الاختبار الضغطية (الانضغاطية) التجارية . بعض يدار بمحرك ، وهي متوفرة ومتاحة وملائمة حيث تكون اختبارات متعددة من الواجب اجراءها والقيام بها . جهاز الاختبار ذو القوة اليدوية التجاري والمماثل كذلك يتم توضيحه في الشكل (6) . في إعداد أي من أجهزة الاختبار هذه فإنه يُوصى بأن 20-15 من الحبيبات ذات الحجم المتساوي يجب أن تختبر وأن مؤشرات قراءة الميزان عند زمن التحطيم يجب أن تعدّل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

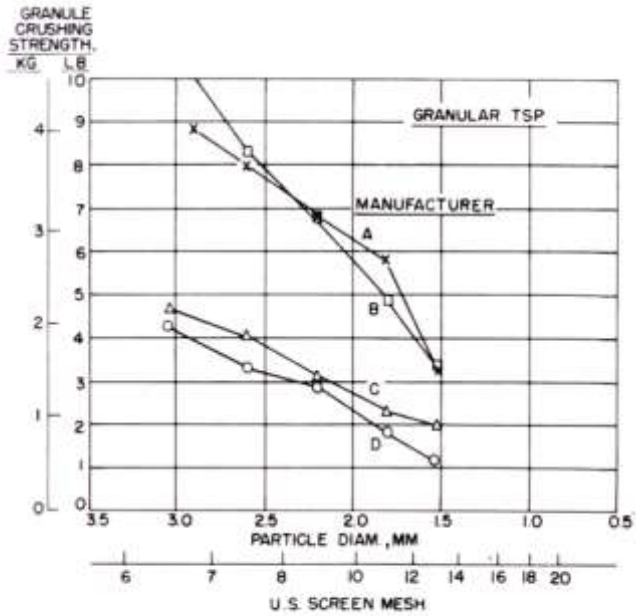


Figure 7. Effect of Particle Size of Triple Superphosphates on Granule Crushing Strength (41).

إن أهمية مقارنة وموازنة فقط الحبيبات ذات الحجم المتساوي توضح في الشكل (7) هذه البيانات والمعلومات من أجل سوبرفوسفات الثلاثي المحبب من المصنعين الأربعة توضح أن قوة السحق لكل منتج مستحضر قد ازدادت إلى 3.0 ملم (7+ 6-) شبكة الطريقة المعيارية في TVA هي غربلة العينات الحبيبية إلى مدى حجم أضيق يصل إلى 7- 8+ شبكة (2.40-2.8 ملم) وذلك قبل اختبار القساوة . بيانات ومعطيات متانة السحق المماثلة توضح في الشكل (8) . ومن بين المواد المتضمنة ، الحبيبات الأضعف كانت من اليوريا Prilleds حيث كانت قوة السحق فقط 2.0-2.8 Ib (1.0-1.3) كغ (انظر الفصل IX الخاصة بتشكل تأثير الفورم الدهيد على قساوة اليوريا المحببة و Prilled وهذا مؤشر على الميل والنزعة المعروفة لليوريا Prilled نحو التكسر بسهولة وتشكيل الغبار وخلال المعالجة . بيانات أخرى في الشكل توضح وتظهر القساوة الأكثر لمركبات المحببة والتي حوت على مواد إضافية من فورم الدهيد (

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مايزيد عن 7.5 Ib ، 3.4 كغ) وهذه ميزة هامة خاصة بالشكل المحبب لهذه الأسمدة .

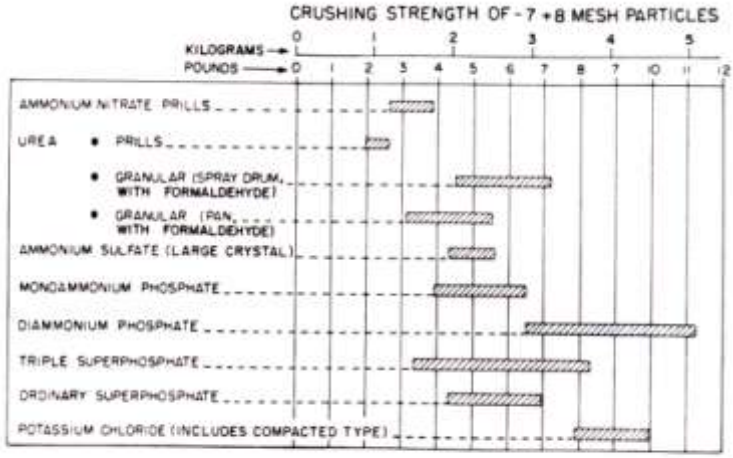


Figure 8. Observed Crushing Strength Range of Fertilizer Materials from Various Manufacturers (41).

في هذه السلسلة من الاختبارات الحبيبات الأقسى كانت فوسفات ثنائي الأمونيوم مع قوة سحق تصل إلى 11.5 Ib (5.2) كغ التجارب والاختبارات التي تستند على هذه البيانات وبيانات أخرى قد أظهرت أن الحبيبات مع قوة سحق أقل من حوالي 3 Ib (1.4كغ) (8+ 7-) حبيبات هي ضعيفة جداً من أجل المعالجة الجيدة . والقوة أو المتانة بنسبة 5Ib (2.3 كغ) أو مايزيد عن ذلك هي مرغوبة جداً وبشكل مرتفع .

هناك طريقة أخرى لقياس متانة وقوة السحق لحبيبات السماد تتضمن تحديد وبيان قابلية الانضغط والكبس لحجم صغير (200 مل) من السماد في سيلندر فولاذي بقطر 70 ملم . ومكبس يستعمل ليتحمل ليُحمل على العينة بواسطة الضغط الهيدروليكي والضغط اللازم لتشكيل 10 ملم من الضغط يتحدد كمقياس ومعيار لمتانة الحبيبة . الطريقة تكون نافعة في تحديد قوة التحمل للأسمدة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبالتالي الضغوط العظمى التي يمكن تحملها في ركان التخزين أو أجهزة اختبار المعجلة .

مقاومة التآكل :

حالما تعالج الأسمدة ، التآكل مابين الحبيبات يمكن أن يسبب تشكل الغبار والتحلل . اختبارات عديدة قد ذكرت وبينت أي واحد منها يقيس ثبات واستقرار الأسمدة المبرغلة في هذا السياق . واختبار واحد قامت به TVA يوظف ويستعمل اسطوانة دوّار صغير هو موضح في الشكل (9) .

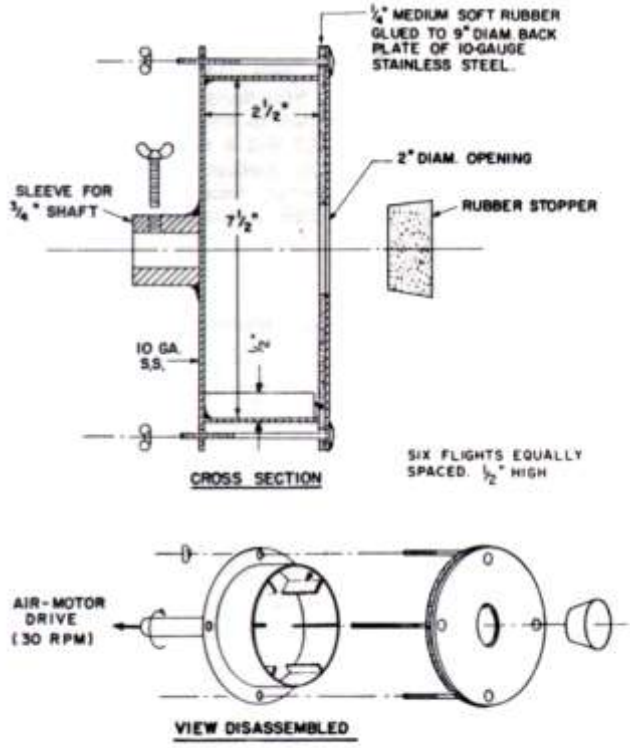


Figure 9. Rotary Drum Used in Abrasion-Shatter Test of Fertilizers (41, 42).

وهذا يكون في اسطوانة (برميل) دوار مغلق بشكل كامل ، مصنوع من الفولاذ الذي لايصدأ وبقطر 1.7 إنش وهو مزود بستة من lifting flights . السماد أولاً يغربل جيداً لإزالة أي من المادة بنسبة 18- شبكة (21.0

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

) ملم ومن ثم عينة بوزن (100) مل توضع في البرميل مع كرات فولاذية قدرها 50 والتي يبلغ قطرها 5/16 إنش (7.9) ملم . البرميل بعد ذلك يغلق ويحتفظ به لمدة 5 خمس دقائق عند 30rpm المحتويات تزال ، وبعد ذلك تغربل عبر - 4, شبكة (4.7) ملم لإزالة الكرات وأكثر من 800 من شبكة الغربال لتحديد الانحلال النسبي للدقائق . الانحلال النسبي الخاص بالعينات للأسمدة المتنوعة كانت كالتالي :

	%
Ammonium nitrate prills	4.6
Urea	
Prills	19.7
Granular (spray drum)	0.2[a]
Granular (pan)	1.7[a]
Ammonium sulfate	1.1
Monoammonium phosphate	1.3
Diammonium phosphate	0.7
Triple superphosphate	0.7
Ordinary superphosphate	2.5
Potassium chloride (compacted)	3.3

a. Contained formaldehyde additive.

Prills اليوريا والتي لها قوة سحق للجزيئة المنفردة والمنخفضة (

الشكل 8) أظهرت الانحلال المرتفع نسبياً في اختبار التآكل (19.7 %) .

حبيبان اليوريا لها مقاومة تآكل كبيرة وضخمة والانحلال كان فقط (

0.2-1.7) % .

prills نترات الأمونيوم توضح انحلالاً ملحوظاً حوالي (5 %) بينما المواد الأخرى عادة تظهر وتبين فقط انحلالاً ضئيلاً أو معتدلاً (متوسطاً) كلوريد البوتاسيوم المدمج ، على الرغم من أنه واحد من المواد القاسية في اختبارات قوة السحق الشكل (8) فإنه قد أظهر 3.3 % من تفكك وانحلال التفتت وربما يسبب شكل الجزيئة غير النظامي غير المنتظم والشبيه بالشظية (الشرحة الرقيقة) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك نموذج ونمط آخر لاختبار التآكل يستعمل من قبل منتج بوتاس واحد على الأقل وهذا النمط يشتمل على هز وتحريك العينة بكرات فولاذية على غربال اختبار وقياس انحلال والتفكك الحجمي . في واحدة من النسخ المعدّلة لهذه الطريقة ، عينة بوزن 250 كغ من سماد ذو الحجم 6- إلى 12- شبكة(1.6- 3.3) ملم كان قد وضع في غربال اختباري بقطر 8 إنش ، 12 شبيكة مع خمسائة من الكرات الفولاذية (3/6) إنش (4.8) ملم . الخليط يحرك ويُهز بعزازة غربالي لمدة 60 دقيقة . التحليل الغربالي يتم ويحضر من الحبيبات وقابلية التحطيم والتناثر يتم تقديرها بواسطة كمية الدقائق المنتجة . الانحلال إلى ناقص 12 شبكة (أي أكبر من 21.6 ملم) من العينات الإحدى عشر للأسمدة تراوحت من 4 % إلى 32 % .

مقاومة التصادم :

إن مقاومة الارتطام ذات أهمية وخصوصاً ضمن علاقتها مع الارتطام الذي يُمنح بواسطة مباعدات الأسمدة ذات النمط المروحي . اختبارات عديدة تمت من أجل قياس وبشكل متخصص وممدد تحطم وتكسر الحبيبة كنتيجة للارتطام . اختبار منها يتضمن إدخال وتقديم عينة بحجم ناقص 6 زائد 12 شبكة (1.6- إلى 3.3- ملم) إلى داخل ارتطام تيار الهواء ذات السرعة المرتفعة على صفيحةفولاذي ، الانحلال النسبي ناقص 12- شبكة (1.6ملم2) تقاس وتقدر بواسطة تحليل الغربالي . في اختبارات لاحدى عشرة من الأسمدة المختلفة وبهذه الطريقة ، الانحلال تراوح من 2 % إلى 19 % . وفي دراسات وأبحاث TVA الخاصة بطلاء الكبريت لليوريا المحببة وذلك لإضغاء انحلالية ذوبان) ضئيل وبطيء في التربة ، وتأثير التصادم المروحي المباعد على الثبات والاستقرار الآلي الميكانيكي للطلاء كان ذو أهمية . الدراسات أوضحت أن الاختبار الذي يتضمن اسقاط لعينة من اليوريا المغطاة (المطلية) من ارتفاع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يصل إلى 30 قدم F+ إلى اسطوانة (برميل) فولاذي فارغ ، يحاكي تأثيرات الارتطام لمروحة مباعد وبسرعة متوسطة (600-) إلى (700rpm-) . ولكن بعض من المباعدات ذات wide-swath تشتغل عند سرعات مرتفعة وتضفي وبشكل ملحوظ ارتطاماً أكثر وأكبر .

الكثافة bulk :

تعرّف الكثافة bulk بأن الوزن لكل وحدة حجمية من الأسمدة . القيمة لهذه الميزة تكون لازمة من أجل تغرية الصندوق (العبوة) وذلك لتحديد طاقة وقدرة صناديق التخزين وعربات (وسائط) النقل وأحياناً من أجل معايرة أجهزة التغذية الحجمية . ومن أجل التحديد والتعيين الروتيني للكثافة في وحدات من الباوندات لكل قدم مكعبة ، فمن الملائم تأمين وتزويد معدن ذو قمة مفتوحة أو صندوق من الخشب الرقائقي له أبعاد داخلية تصل إلى 1×1×1 ft (30.5 × 30.5 × 30.5) سم . الكثافة التدفق السائبة تتحدد وتتعين ببساطة بواسطة انسياب وسكب الأسمدة إلى داخل صندوق من ارتفاع حوالي 6 انش على أعلى الصندوق ، وبذلك يتم تسوية القمة بمسطرة عَدْلة (تقويم) لاختبار الاستقامة وكذلك يكون الوزن على أسس ومعايير ملائمة ومناسبة . ومن المرغوب به تحريك نقطة الامتلاء خلال أعلى وذلك لتجنب التخويش المخروطي والفصل الناتج . القيمة المستحصل عليه بهذه الطريقة يمثل الوزن الأدنى الذي يحتمل أن يوجد في حجم الوحدة من المادة . الكثافة المعبأة كذلك تدعى الكثافة المفرَّعة أو المغلفة تتحدد وتتعين بنفس الطريقة ماعدا تلك اتي تتم بعد الملئ حيث الصندوق يكون مغلفاً بشريط (للتقوية أو العزل) ومن ثم يُرفع ويُسقط مرات عدة من ارتفاع حوالي 6 انش ، ومن ثم يعاد ملئه ويعاد استقاطه حتى لايكون هناك أي تراص بالانضغاط . القيمة المستحصل عليها بهذه الطريقة تمثل الوزن الأعظمي للمادة والتي يحتمل أن توجد في حجم وحدة من المادة حتى بعد الاستقار تحت

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تأثير الاهتزاز خلال النقل أو معالجة أخرى. الكثافة المحشوة للأسمدة المحببة عادة تكون % (6-12) أعلى من كثافة التدفق السائب وغير المحكم . الطرق المفصلة من أجل تعيير وقياس كثافة bulk قد تم نشرها وبيانها . المقاييس والمعايير على أساس أقل من قدم مكعبة من الأسمدة يمكن اعدادها وتحضيرها باستعمال صندوق بنصف قدم مكعبة أو حتى 1- أو 2- ليتر من مدرج الليتر . الكثافات للأسمدة المحببة تختلف من حوالي 45 إلى ft2/Ib 75 (0.72-1.20 طن لكل م3) الكثافات المماثلة (المطابقة لبعض الأسمدة معطاة في الجدول (3) .

TABLE 3. TYPICAL BULK DENSITIES, ANGLE OF REPOSE, AND APPARENT SPECIFIC GRAVITIES OF SOME FERTILIZERS[a]

Nongranular Products	Bulk Density (Loose) lb/ft³	Bulk Density (Loose) kg/m³	Angle of Repose, Degrees	Apparent Specific Gravity of Granules[b]
Nongranular Products				
Phosphate rock (Florida)				
Unground pebble	85-95	1,360-1,520	35	-
Flotation concentrate	88-96	1,400-1,530	35	-
Pulverized (90%--100-mesh)	80-90	1,280-1,440	-[c]	-
Ordinary superphosphate	60-70	960-1,120	30-35	-
Triple superphosphate	55-65	880-1,040	30-35	-
Agricultural limestone[d]	80-95	1,280-1,520	45-50	-
Ammonium sulfate	64	1,020	36	-
Potassium chloride	71-75	1,140-1,200	31	-
Monoammonium phosphate	55-57	880-910	-[e]	-
Granular Products				
Ammonium nitrate				
High-density prill	56	900	31-38	1.65
Low-density prill	45	720	34	1.29
Granular	52	830	36	1.50
Urea				
Prill	46	740	28	1.32
Granular	45-48	720-770	34-37	1.22
Ammonium sulfate				
Large crystal	63-66	1,010-1,060	29	1.75
Granulated	49	785	38	1.58
Ordinary superphosphate	70	1,120	34	-
Triple superphosphate	65-75	1,040-1,200	30-35	2.12
Diammonium phosphate	60-65	960-1,040	30-35	1.63
Monoammonium phosphate	60-65	960-1,040	35	1.67-1.78
Ammonium polyphosphate	56	900	35	1.75
Potassium chloride				
"Coarse" size	68	1,090	35	1.96
"Granular" size	65	1,040	39	1.96
Potassium sulfate	74	1,180	35	1.76
Potassium-magnesium sulfate[f]	95-98	1,520-1,570	32	2.65
Sulfate-based NPK (13-13-13)	57	910	36	1.64
Nitrate-based NPK (17-17-17)	56	890	38	1.66
Urea-sulfate based NPK (17-17-17)	52	833	39	1.60
Nitric phosphate (20-20-0)	64	1,020	34	1.76

a. Where numerous measurements are available, ranges are given.
b. Determined by mercury pycnometer (see text).
c. Extremely low angle of repose; piling not feasible.
d. 100% < 2 mm, 50% < 0.15 mm.
e. Variable with moisture content.
f. Langbeinite ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

زاوية الاستقرار :

إن زاوية الاستقرار للأسمدة هي الزاوية الخاصة بالوضع الأفقي الخط الأفقي والذي عنده الأسمدة سوف تقف عندما تسكب أو تسقط إلى داخل كومة من نقطة علوية ثابتة . هذه الميزة تؤثر على طاقة مساحات التخزين وصناديق التخزين ، ومن المهم كذلك تصميم السقوف والسطوح المائلة لأبنية التخزين وفي تصميم وإنشاء القواديس ، النواقل ، المجاري المائلة . القياس والمعيار المعوّل عليه يمكن إعداده بنسبة 10 كغ أو أكثر من الأسمدة وذلك بواسطة التدفق والانسكاب البطيء للأسمدة إلى داخل كومة مخروطية صغيرة ، بينما الإبقاء والاحتفاظ بنقطة التدفق (الإنسكاب) فقط لبضعة سنتنترات على قمة ورأس كومة التشكيل . الزاوية بين سطح الكومة والخط الأفقي يمكن قياسها مباشرة أو باستعمال مصدر خفيف مناسب ويمكن أن يسقط كـ shadow على غربال عمودي وتقاس وتعير . وكطريقة بديلة والتي تتطلب مادة أقل ، تشتمل ببساطة على سكب ربع قسم وجزء من الكومة المخروطية في زاوية من الصندوق الصغير وعلى قياس ومعايرة انحدار السطح . إن زاوية الاستقرار لمعظم مواد الأسمدة المحببة تكون في مدى (معدل) مابين 40-30 درجة .الزوايا المماثلة لبعض الأسمدة المعروفة موجودة في الجدول (3) السابق .

الجاذبية النوعية الظاهرية :

الجاذبية النوعية الظاهرية لحبيبات السماد قد تحدد وتعرف بأنها نسبة الوزن للحبيبة المفردة لتملك النسبة من نفس الحجم من الماء عند الدرجة 4° درجة مئوية . حجم الحبيبة هو ذلك الذي يحوي سطح الحبيبة ويتضمن أي ثقوب دقيقة داخلية . وهو بشكل عددي مساوي ومكافئ للكثافة بالغرام لكل مل. وإن كان القوام والتركيب الكيماوي معروفاً ، فإن الجاذبية النوعية الحقيقة (باستثناء الثقوب الدقيقة) يمكن أن يحسب ويقدر من البيانات المنشورة والصادرة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتقارن مع الجاذبية النوعية الظاهرية وذلك لإعطاء مقياس ومعيار المسامية . الجاذبية النوعية الظاهرية ليست بالميزة التي تقاس وتعيّر بشكل متواتر ولكنها بذات أهمية ضمن علاقتها مع دراسات ميزات وصفات الفصل الجزيئي وكذلك في تطوير عملية التحبيب . والنسبة لمنتج معطي ، التغيرات في الجاذبية النوعية الظاهرية للحبيبات يمكن أن تؤدي إلى تبدلات وتغيرات في القساوة ، وطاقة الرطوبة وميزات التخزين .

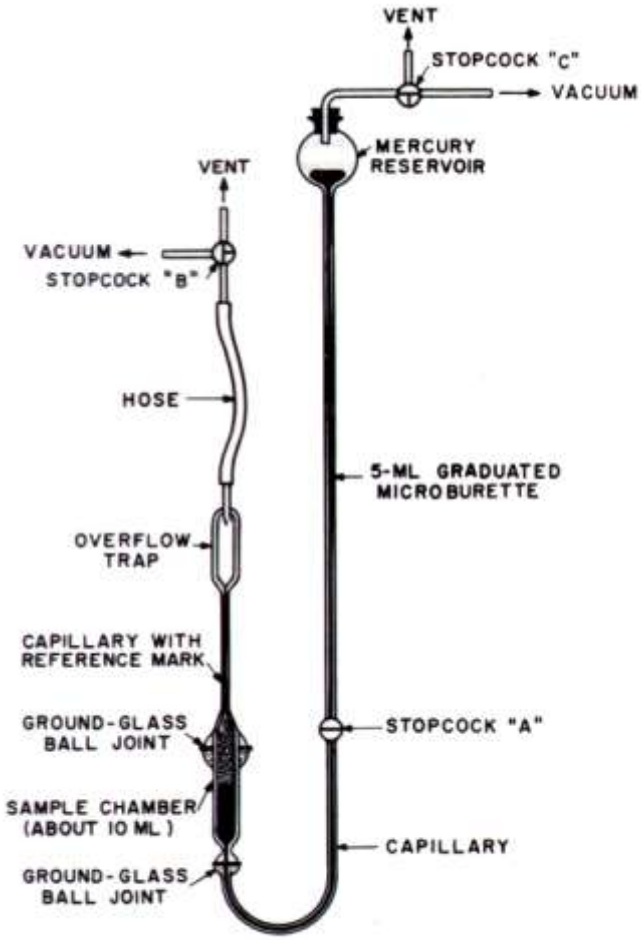


Figure 10. Mercury Pycnometer Used to Measure Apparent Specific Gravity of Fertilizer Granules (41, 42).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومن أجل القياس الذي تم في TVA ، فإن بكنومتر (مقياس الكثافة) بإيجاد وزن حجم معين من المادة زئبقي موضح في الشكل 10 قد طُور .

هذا الجهاز يتألف أساساً من غرفة عينة زجاجية محكمة السد بشكل وثيق من أجل استعماله في اخلاء وإفراغ الهواء من الحجرة و(2) خزان أو صهريج زئبقي من أجل الاستعمال في غمر الحجرة بالزئبق . كذلك بوريت (أنبوبة مدرجة دقيقة) يتم تأمينها في جهاز تزويد الزئبق لقياس الاختلاف والتباين في حجم الزئبق اللازم لنمو حجرة العينة مع وبدون العينة في الحجرة.

قراءة البوريت (الأنبوبة المدرجة) يستحصل عليها أولاً بحجرة العينة المملوءة بالزئبق فقط . الزئبق بعد ذلك يسحب من حجرة العينة ، الحجرة تفتح (وصلة زجاجية مطحونة) وتنتج عينة موزونة بشكل دقيق (7-4)غ . الحجرة بعدئذ يعاد سدها بإحكام والفراغ الجزئي (500 ملم زئبقي) تستعمل لإفراغ وانبعاث معظم الهواء . الزئبق بعد ذلك يسمح له بالتدفق خلفاً إلى حجرة العينة المفرغة ، وثابتة إلى علاقة الاسناد . القراءة النهائية لبوريت الزئبق تؤخذ ، الاختلاف والتباين عن القراءة الأولية البدائية تمثل حجم الحبيبات في العينة . ومن الوزن المعروف للعينة الوزن لكل وحدة من الحجم (الجاذبية النوعية الظاهرية) تحسب وتقدر . إن دقة هذه العملية تعتمد على افتراض أنه لاوجود لأي تغلغل هام للزئبق إلى داخل الثقوب الدقيقة للحبيبات . وفعلياً ، هذه الافتراض عادة كان ساري المفعول . التقديرات والحسابات التي تستند على المعلومات والبيانات الصادرة والمنشورة تبين وتشير إلى أن ، بإفراغ العينة تحت فراغ 500 ملم ، الزئبق يجب أن يتغلغل ويدخل الثقوب الدقيقة التي تكون قطرها أكبر من 22 ميكرومتر ولكن الجدير بالذكر أنه ليس كل هذه الثقوب قابلة للتغلغل من سطح الحبيبة . إن وجد أن التغلغل ذو أهمية فإن فراغاً أقل يمكن استعماله . وبدون أي فراغ ، لا يجب أن يكون هناك أي تغلغل ، ولكن فقط حجز واحتبار الهواء في فجوات وفتحات بين الحبيبات يصبح مشكلة . القيم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الخاصة بالجاذبية النوعية الظاهرية لمعظم مواد الأسمدة قد تم تضمينها في الجدول (3) التنوع والاختلاف الأعظمي من بين هذه المواد كان من 1.22 (يوريا) إلى 2.65 (سلفيت مغنزيوم البوتاسيوم) والذي من خلاله تبين بأنه تبديل تغيير غير كافي لتشكيل مشاكل فصل هامة وذات مغزى في المعالجة أو نثر ونشر blends (انظر الفصل عن العزل (الفصل)) .

الرطوبة النسبية الحرجة :

الرطوبة الحرجة لمادة الأسمدة يمكن أن تعرف ببساطة بأنها رطوبة الجو والتي فوقها فوق نسبتها المادة سوف تمتص وبشكل عفوي الرطوبة والتي دونها (دون رطوبة الجو) لن تفعل ذلك كل الأملاح الذوابة بما في ذلك أملاح الأسمدة لها ميزات رطوبة حرجة . ومن وجهة نظر كيميائية الرطوبة الحرجة للملح هي رطوبة الهواء والتي عندها ضغط البخاري الجزيئي للماء في الهواء يساوي تماماً معادلة (موازنة) ضغط بخار الماء فوق (زيادة على) المحلول المشبع للملح عند أي درجة حرارة (30° درجة مئوية مثلاً) . بالنسبة لمادة الأسمدة الرطوبة الحرجة المرتفعة نسبياً هي ميزة لأن مثل هذه المادة يمكن أن أن تعرض وتكثف وتعالج تحت شروط جوية رطبة أكثر بدء من أن تصبح رطبة وغير قابلة للإنسياب أو بدون امتصاص للرطوبة التي يمكن أن تعزز الرطوبة الجوية لمادة السماد وتحدد إلى حد كبير نموذج ونمط الصندوق (درجة معالجة التصمير للرطوبة) اللازم وتتحكم بكمية معالجة والتخزين المفتوح والذي إليه المادة يمكن أن تعرض ولكن أهمية الرطوبة الحرجة في مجالات أخرى يجب أن لا يُبالغ في تقديرها وتقييمها . فعلى سبيل المثال ، الرطوبة الحرجة أحياناً تؤخذ بشكل خاطئ كمعيار ومقياس عالمي لنزعة الأسمدة والميل إلى caking . وفعلياً ، إن خُزنت الأسمدة في صندوق صامد للرطوبة أو في كومة تخزين حصانة ومحفوظة (مغطاة بالبلاستيك) الرطوبة الجوية تستثنى بشكل فعال والرطوبة الحرجة تكون

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ذات أهمية ضئيلة في هذه المواقف ، caking عندما يحدث ، فإنه يعزى إلى عوامل أخرى ، كمثل محتوى الرطوبة لمكونات الأسمدة التفاعلات الكيماوية ، درجة الحرارة وضغط التخزين (المستودع) ووجود الدقائق وكفاية وفعالية معالجة التكييف . وحتى بالنسبة للتعرض (زمن التعرض للضوء) للأسمدة ، فإن الرطوبة الحرجة ليست الميزة الوحيدة التي تحكم السلوك تحت شروط رطبة . الرطوبة الحرجة تحدد فيما إذا كانت الرطوبة سوف تُمتص تحت شروط معطاة أم لا . ولكنها لا تحدد الحد الجيد أو الضعيف أو إلى أي مدى يمكن للأسمدة أن تتحمل الرطوبة الممتصة . اختبارات أخرى (قابلية التدفق) التغلغل – الامتصاص تكون مطلوبة ولازمة من أجل التقييم الكامل والشامل . الرطوبة الحرجة عادة يعبر عنها بأنها الرطوبة النسبية الحرجة [CRH] والتي تكون وتتحدد بالمحتوى المائي للهواء ويعبر عنها بأنه النسبة اللازمة والمطلوبة لإشباع الهواء عند درجة حرارة معينة ومحددة .

الطريقة المباشرة :

الطريقة الأكثر بساطة والمناسبة والتي بواسطتها يتم قياس وتعيير الرطوبة النسبية الحرجة لمادة السماد هي في تعريض وكشف عينة من درجات حرارة ورطوبة متنوعة ولتحديد عند أي رطوبة العينة وتحصل على وزن معين (امتصاص الرطوبة) هذا التحديد يتم بشكل مناسب في حجرة بيئية مخبرية معيارية وقياسية مزودة بأجهزة دوران هواء قسري وتبديل آلي (ميكانيكي) لضبط والتحكم بالرطوبة . مثل هذه الوحدات تكون متوفرة تجارياً من عدة مصنعين . والوحدة المزودة بتدفق هوائي أفقي وذلك لتأمين تماس نموذجي هوائي جيد ، يُوصى ويُنصح به . وصورة عن العينات والنماذج في وحدة كهذه موضحة في الشكل 11 .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

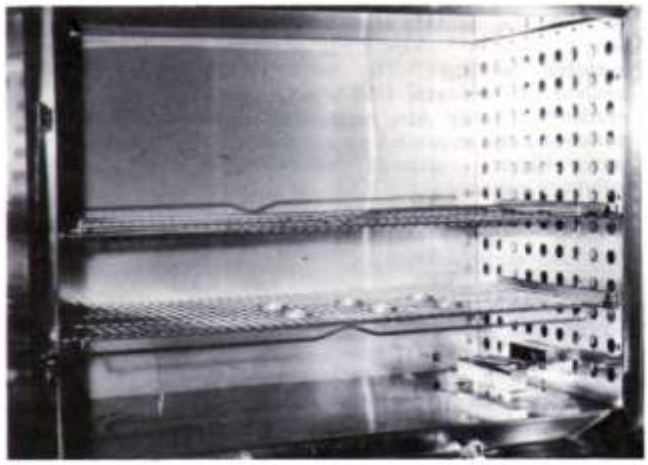


Figure 11. Fertilizer Samples in Shallow Cups in Controlled-Humidity Cabinet for Determination of Critical Relative Humidity.

وباستعمال هذه الطريقة من قبل TVA ، عينات من حجم 2- إلى 3- غ وزنت في ميزن تحليل تعرّض وتكشف خزانة في Cups ألومينومية ذات نهاية مفتوحة قليلة العمق (6-) ملم وبقطر 5سم تزال ويعاد وزنها عند فاصل زمني قدره ساعة لتحديد امتصاص الرطوبة .

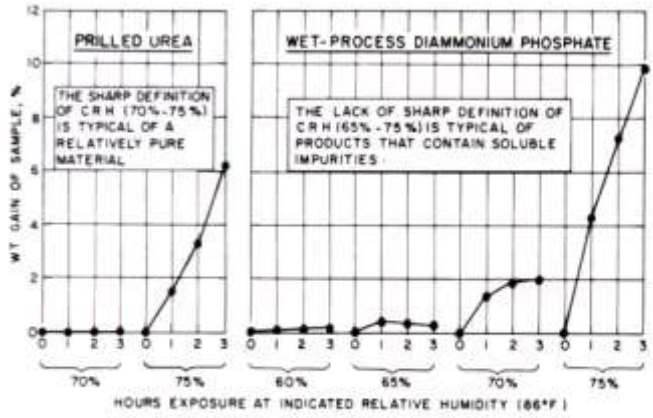


Figure 12. Data Obtained by "Direct Method" for Determination of Critical Relative Humidity (41, 42).

وعادة ، يكون من الواضح ضمن3 ساعات فيما إذا كانت هناك امتصاص مداوم ألاً والذي سوف يكون مؤشر وليل على أن الرطوبة النسبية الحرجة للعينة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والنموذج تكون دون الرطوبة السائدة في الخزانة ، وبعد ذلك فهي إما تُخفض أو أنها تُرفع بنسبة 5 فقط نسبية ، والاختبار يعاد حتى يتم تعيين موضع الرطوبة النسبية الحرجة . وإن كان مرغوباً ، فإن الرطوبة النسبية الحرجة يمكن تحديدها ضمن مدى يبلغ نقطتين نسبية الطريقة يكون إلى حد ما استهلاكاً وتبديداً للوقت ، ولكن عينات من مواد متعددة يمكن أن تتم وتجرى بشكل آلي ومؤقت . البيانات والمعلومات المستحصل عليها في تحديد الرطوبة النسبية الحرجة عند الدرجة 86° فهرنهايت موضحة في الشكل 12 السابق . النتائج بالنسبة لليوريا Prilled تمثل سلوكاً مماثلاً ومطابقاً للمادة النقية والصافية نسبياً بحيث أن النقطة الحرجة تكون محددة ومعرفة جداً . وليس هناك امتصاص للرطوبة في ثلاث ساعات عند 70 % من الرطوبة ، ولكن كان هناك امتصاص مستمر عند 75 % . المعلومات الموضحة والخاصة بفوسفات ثنائي الأمونيوم المحضر من حمض العملية الرطبة ، من جهة أخرى ، يوضح سلوكاً مماثلاً لمركبات الفوسفات المحضرة من حمض العملية الرطبة وكذلك بالنسبة للأسمدة الأخرى التي تحوي على كميات صغيرة من الشوائب الذوابة . الشوائب تقدم تأثيراً مخفضاً مبدئي على الرطوبة الحرجة ، ولكن بينما يزداد محتوى الرطوبة للعينة فإن تأثير الشوائب يتلاشى. هذا التأثير لمحتوى الرطوبة على الرطوبة النسبية الحرجة الظاهرية للأسمدة المشوبة معروف جداً . وفي هذه الحالة بالنسبة لفوسفات ثنائي الأمونيوم ، من الواضح أن الرطوبة النسبية الحرجة للمكون الأساسي كان بين 70-75) % ولكن بالنسبة لأغراض عملية فإنه يجب إدراك أن المنتج المكشوف سوف يلتقط بعض الرطوبة عند نسب رطوبة نسبية بين 60 % و 70 % . وعند 70 % من الرطوبة النسبية فإن حداً أعظمياً يبلغ 2 % سوف يمتص . وهذا يكون غير كافياً لأن يسبب تمويلاً أو نقلاً مابين الحبيبات للرطوبة (انظر فصل سابق) وهكذا فإنه فقط الحبيبات السطحية سوف تتأثر في كومة bulk, ووحدات من الميزات الرئيسية لطريقة التحديد المباشرة هي قدرتها الجامدة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تفتقد هذه الميزة . العديد من خلطات أملاح الأسمدة مادة لها رطوبة حرجة أكثر من أي من المكونات الرطوبة الحرجة للخلطات يمكن تحديدها بواسطة الخلط (المزج) بشكل دقيق للأملاح المسحوقة وكشف الخليط . والمخطط (الجدول البياني) في الشكل (13) يوضح بيانات الرطوبة النسبية الحرجة للأملاح النقية .

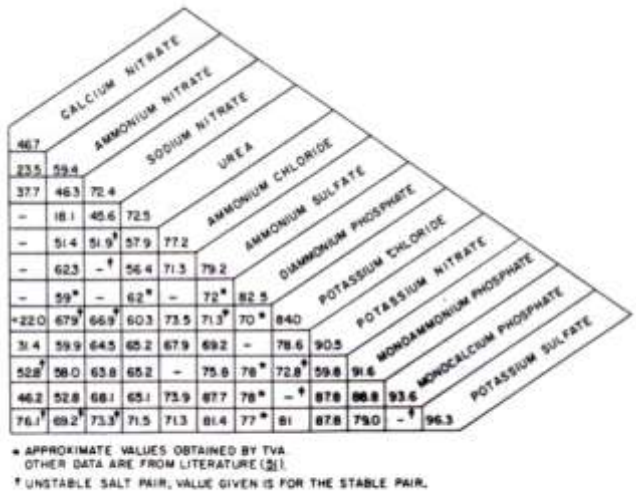


Figure 13. Critical Humidities of Pure Salts and Mixtures at 30°C (86°F) (Values are Percent Relative Humidity).

وخلطات من مكونين . معظم هذه البيانات والمعطات من (مصدر) مجموع الكتابات عن هذه الطريقة وقد تم الحصول عليها بطرق أكثر دقة من الطريقة المباشرة المذكورة أعلاه . البيانات في الشكل تستند على الضغوط التجارية للمحاليل المشبعة مع الأخذ بالحسبان كلا الملحين .

في حالات متعددة ، كلا الملحين في الخليط سوف تتفاعل كيماوياً مع بعضهما حالما يتم امتصاص ماء كافي للسماح للتفاعل بأن يستمر فمثلاً :

$$NH_4NO_3 + KCl = NH_4Cl + KNO_3$$

كلا الملحين على الطرف الأيمن للمعادلة يسميان الزوج الملحي المستقر والثابت والملحين على الطرف الأيسر هما الزوج الملحي غير المستقر . وفي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الشكل 13 قيم (وأرقام) الرطوبة النسبية الحرجة هي من أجل الزوج الملحي المستقر . ولكن إن كان كلا الملحين غير موجودين بنسبة متكافئة ، فإن الرطوبة النسبية الحرجة للخليط سوف تعتمد على أي من الملحين هي في زيادة . فمثلاً الرطوبة النسبية الحرجة [CRH] لمزيج من NH_4NO_3 و Kcl معروفة وموضحة في الشكل 13 بأنها 67.9 % . هذه القيمة قابلة للتطبيق وذلك إن كانت كلا المادتين موجودتين بنسبة متكافئة أو أن Kcl بنسبة زائدة والتفاعل أعلاه يتقدم تحو الاتمام . وإن كان NH_4NO_3 في نسبة زائدة فإن الرطوبة النسبية الحرجة للمزيج سوف تكون 59.9 (تلك الخاصة بـ NH_4NO_3) أو ربما أقل وذلك لأن المزيج سوف يحتوي فعلياً ثلاثة أملاح . إن تأثير الخلط والمزج الملحي يكون درماتيكياً في حالة نترات الأمونيوم مع الرطوبة النسبية الحرجة بنسبة 59.4 % عند الدرجة 86° فهرنهايت (30° درجة مئوية) واليوريا مع الرطوبة النسبية الحرجة لـ 72.5 % المزيج (الخليط) كما هو موضح لها رطوبة نسبية حرجة منخفضة إلى حد كبير تصل إلى 18% وبالتالي يكون واحداً (ميزة) واحدة يجب تفاديها باستثناء النسبة في الأسمدة السائلة . وفي حالة غياب الحجرة البيئية المصنوعة مسبقاً والتي فيها يتم تحديد [CRH] فإن تعريض وكشف العينة يمكن أن يتم في خزانة مسدودة للرطوبة ، بسيطة ومعزولة (كمثل حاضنة بيولوجية) مزودة بمروحة دورانية كهربائية ومسخن كهربائي ورف نموذجي بغربال سلكي وصحن زجاجي كبير من أجل ضبط وتحمل المحلول الملحي الضابط للرطوبة. الطريقة يكون نفسه عادة بالنسبة لخزانة أكثر تعقيداً وماعدا ذلك فإن الوقت يجب أن يسمح له بالوصول إلى (الحد المحدد) من أجل توازن وتعادل محلول – الهواء وفتحات الباب يجب أن تُقلل من أجل استرداد بالرطوبة . المفعول والتأثير المروحي القوي يكون ضرورياً وجوهرياً في تحضير وإعداد محاليل ضبط الرطوبة ، فإن ملحاً مناسباً أو زوج ملحي يختار أولاً من بيانات ومعطيات الضغط البخاري المنشورة . وزيادة من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الملح أو الأملاح بعدئذ تسخن في ماء مقطر إلى درجة حرارة تكون بشكل طفيف فوق درجة حرارة تشغيل وإدارة الصندوق (العبوة) والخليط وبما في ذلك بعض الملح غير المحتمل ينقل إلى صينية المحلول التي توضع على أرضية حجرة الرطوبة في مجرى هوائي من المروجة . الحجرة بعدئذ تغلق وبتشغيل المروحة ، يسمح للوقت أن يصل للتوازن عند درجة الحرارة التشغيل المرغوبة . الطريقة على الرغم من كونها قابلة للتشغيل والتطبيق فإنها تستهلك زمناً في الإعداد وتغيير محاليل ضبط الرطوبة . المحاليل قد تدخر ويعاد استعمالها . المحاولة لتحديد الرطوبة النسبية الحرجة وذلك بواسطة كشف وتعريض عينات فوق محاليل ملحية في أوعية ذات نموذج مجفف لا ينصح بها . وبفقدان حركة الهواء القسرية في وعاء كهذا فإن حركة الرطوبة من المحلول إلى الهواء ومن هناك إلى العينة تعتمد بشكل كامل على الانتشار . في سلسلة واحدة من هذه الاختبارات فإن زمن تعريض لمدة أسبوع واحد كان ضرورياً ولازماً . وفي اختبارات للطريقة في TVA نتائج قابلة للإنتاج (يمكن إعادة الاستخلاص منها) لايمكن الحصول عليها . النتائج المحسنة والمطورة بشكل واضح يمكن الحصول عليها بإنشاء وتركيب مروحة خلال أعلى الوعاء المجفف لتقليل حركة الهواء . التجربة والاختبار في TVA يؤكد خلاصة مفادها أنه من أجل قابلية انتاج (استخلاصية) جيدة فإن مقياس تحديد الرطوبة الحرجة وكل بقية المقاييس والمعايير لامتصاص الرطوبة من قبل الأسمدة يجب أن يتم بواسطة بحركة شديدة للهواء عبر وخلال العينات . العديد من الطرق الأخرى قد أتبعت من أجل تحديد الرطوبة النسبية الحرجة للأسمدة أو الأملاح السماد الصافية والنقية وبشكل عام ، هذه الطرق هي طرق غير مباشرة وثابتة والتي لا تحاكي شروط وظروف الكشف الفعلي إلى الحد الذي وصلت إليه الطريقة المباشرة والتي درست للتو . ولكن الطرق التالية قد تكون نافعة ومفيدة :

طريقة مقياس ضغط البخار (السوائل) :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن جهازياً مخبرياً معقداً نوعاً ما قد اسُتعمل من قبل باحثين من USDA لقياس ضغط بخاء الماء فوق محاليل مشبعة من أملاح الأسمدة النقية والزوج الملحي . الضغط البخاري قد حُول إلى رطوبة نسبية حرجة حسب التعريف الذي يعرف ويحدد [CRH] لملح ما بأنها تلك الرطوبة التي عندها الضغط البخاري للماء في الهواء يساوي ويكافئ ضغط بخار الماء فوق محلول من الملح .

الطريقة قابلة للتطبيق بدقة عالية على الأملاح النقية ، ولكن من المحتمل ليس بالنسبة للمواد المشوبة كما هو الأمر عليه في معظم الأسمدة .

طريقة المرطاب (جهاز قياس الرطوبة النسبية في الجو) الكهربائي :

هذه الطريقة تعتمد على المعرفة أن جسماً هوائياً في تماس واتصال مع الأسمدة الحاوية على بعض الرطوبة سوف تعادل إلى رطوبة مساوية للرطوبة الحرجة للأسمدة . في هذه الطريقة ، 500 مل من جرة زجاجية مزود بجهاز احساس الرطوبة داخلي من نموذج ، وقد ملئ إلى حوالي الثلث الأول بالأسمدة والجرة (المرطبان) قد أحكم سده . بعد فترة التوازن (حوالي 30 دقيقة) تم قراءة الرطوبة بآلة وجهاز القياس . الطريقة تعتبر ذات قيمة محدودة وذلك لأنها تعطي قيمة تعادل عند واحد من محتوى الرطوبة النوعية للأسمدة ، وهكذا فسلوك الأسمدة خلال التعرض الحقيقي الفعلي للرطوبة وامتصاص الرطوبة لايلاحظ . كذلك ، الطريقة كونها طريقة وجامدة ، فإنها تعتمد بشكل كبير على الانتشار الذي يكون بطيئاً ومتأثراً للتغييرات والتبدلات .

تقنية خط التفريغ (خط الهواء) :

في هذه الطريقة ، مقدار 250 مل من الدورق (قارورة) الحاوي على 1-5غ من عينة السماد إلى حد 0.001 ملم زئبقي . بخار الماء النقي من وعاء آخر يسمح له بعدئذ بان يملئ القارورة والتي تغلق بإحكام بعد ذلك . والزمن ساعة أو أكثر ، يسمح له من أجل امتصاص الرطوبة من قبل الأسمدة وذلك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لتقليل ضغط بخار الماء في القارورة إلى قيمة التوازن والتي تقرأ من المانوميتر (مقياس ضغط الغاز أو السوائل) . الرطوبة النسبية الحرجة تحسب من قراءة المانوميتر . والطريقة مثل طريقة المرطاب ، هي طريقة جامدة والتي تعطي قراءة للضغط البخاري عند فقط محتوى الرطوبة للعينة ، ولكن عن طريق التعرض والكشف المتكرر للعينة لبخار الماء النقي فإن القراءات يمكن أن تؤخذ فوق معدل ومدى محتوى الرطوبة .

فصل كروماتوغراف الغازية :

في هذه الطريقة ، الهواء والسماد يسمح لهما بالتوازن في قارورة محكمة السد ، والتي بعدها عينة صغيرة من الهواء تسحب من أجل التحليل الرطوبة . المحتوى المائي للهواء يتحدد بواسطة استعمال كروماتوغراف غازي ويتحول إلى CRH " الرطوبة النسبية الحرجة " الطريقة ، على الرغم من كونها بسيطة لها تقييدات الطريق الجامدة الأخرى .

تأثيرات درجة الحرارة :

الرطوبة النسبية الحرجة لمعظم الأملاح تنخفض وتتناقص مع زيادة في درجة الحرارة ، التغيرات والتبدلات الخاصة ببعض أملاح أسمدة النتروجين الهامة موضح في الشكل (14) . وهذا الشكل يعتمد على بيانات ومعطيات الضغط البخاري من مصادر متعددة . الأملاح باعظم معاملات التغيير والتبديل هي (الأملاح) نترات الأمونيوم ونترات الكالسيوم ، ومع أي واحد من هذه الأملاح ، الزيادة في درجة الحرارة من 0 درجة مئوية إلى 40° درجة مئوية (32° فهرنهايت إلى 104° فهرنهايت) تخفض وتقلل من الرطوبة النسبية الحرجة بنسبة 22 نقطة مئوية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

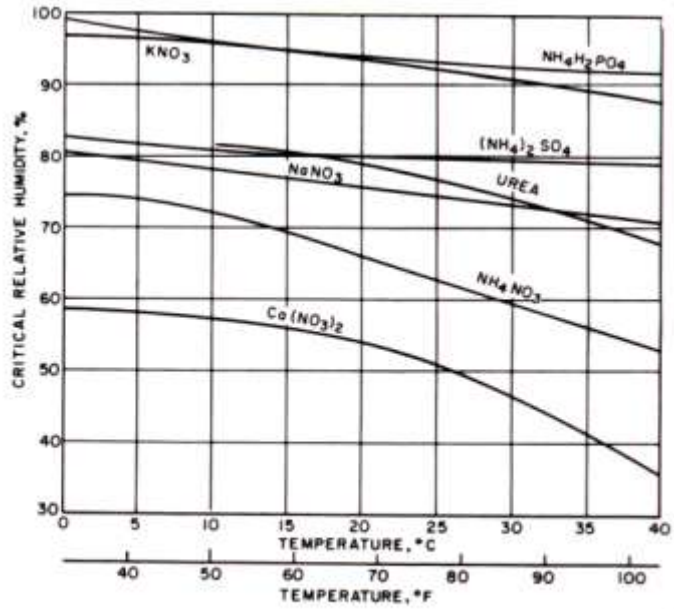


Figure 14. Effect of Temperature on the Critical Relative Humidities of Some Nitrogenous Fertilizer Salts.

الملح الموضح وبأصغر معامل هو سلفيت الأمونيوم ، نفس الزيادة في درجة الحرارة تؤدي إلى انخفاض وتناقص في الرطوبة النسبية الحرجة بنسبة فقط أربع نقاط مئوية . التغيرات والتبدلات الخاصة بالأملاح الأخرى يمكن حسابها وتقديرها من بيانات الضغط البخاري المنشورة أو المحددة بشكل اختباري وتجريبي .

نسبة وتأثيرات امتصاص الرطوبة :

تحديد وتعيين الرطوبة الحرجة كما تم إيضاحه في قسم سابق ، يحدد ويعين الرطوبة والتي فوقها السماد سوف يمتص الرطوبة من الجو . ولكن ، القيمة للرطوبة الحرجة لوحدها لاتعطي أي معلومات عن كيف يمكن للرطوبة وبسرعة أن تمتص أو ما التأثير الذي سوف يكون لامتصاص الرطوبة على الوضع والحالة الفيزيائية للسماد . الأسمدة تختلف وبشكل ملحوظ في قابليتهم لتحمل الرطوبة الممتصة ، وهكذا ، فالطرق لتقدير درجة تحمل الرطوبة هي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بذات أهمية . سطوح أكوام التخزين bulk أحياناً تكون معرضة للأجواء الرطبة وبالتالي فإن من الهام جداً معرفة كيف يمكن للرطوبة وبشكل سريع أن تمتص وكيف وبسرعة إلى أي عمق التلف الفيزيائي والترطيبي سوف يتقدم ويستمر . هناك اختبارين ذكرا في الأسفل يقدمان طرقاً من أجل تقييم هذه التأثيرات لكشف وتعريف الكومة . الاختبارات هي اختبار التغلغل – الامتصاص المخبري واختبار التخزين bulk ذو الكومة الصغيرة التعرض الكشف الآخر للأسمدة للجو الرطب أحياناً يحدث ويتم خلال المعالجة والنشر . في هذه العمليات تأثير الرطوبة على قابلية التدفق والانسياب هي الاهتمام الأساسي والرئيسي . هناك اختبارين لتقييم وتقدير قابلية التدفق تحت شروط رطبة كذلك تم ذكرها ووصفها ، وهذه الاختبارات هي اختبار امكانية الحفر واختبار إمكانية التدفق والانسياب المخبري .

اختبار التغلغل – الامتصاص المخبري :

الاختبار المذكور هنا تم تطويره من قبل TVA . إن مبدأ الاختبار هو ببساطة تعريض وكشف سطح الأسمدة bulk من منطقة معروفة للهواء المتحرك عند درجة حرارة مضبوطة ورطوبة معينة وذلك لقياس معدل ونسبة امتصاص الرطوبة لكل وحدة من سطح السماد ومعدل تغلغل الرطوبة إلى داخل bulk من السماد . المرطبات الزجاجية الاسطوانية ذات النهاية المفتوحة وبقطر 6.8 سم تستعمل هنا . والجرار تملىء الأسمدة ، حيث السطح المكشوف يكون 36 سم2 المرطبان بعمق 5- سم أو 20 سم قد استعمل ، النتائج تكون نفسها ماعدا أن في المرطبان الأعمق فإنها تسمح لتغلغل أعمق وبالتالي فترة اختبارية أطول .

المرطبان المملوء توزن بشكل دقيق ومن ثم تعرض وتكشف في خزانة رطوبة مضبوطة عادة تكون عن 86° فهرنهاية (30 درجة مئوية) أي 80

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

% رطوبة نسبية . الشكل (15) هو صورة للعينات بعد كشفها وتعريضها في خزانة الرطوبة .

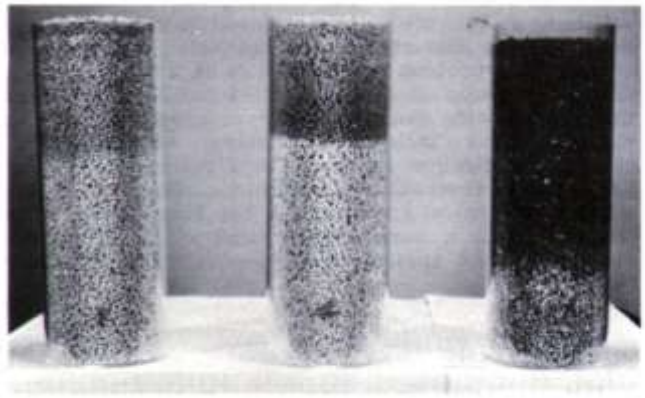


Figure 15. Fertilizer Samples After Exposure to Humid Atmosphere in Laboratory Absorption-Penetration Test (41, 42).

التدفق الهوائي الشديد خلال رؤوس المرطبانات هو أمر هام ، وبعد 4,24,48,72 ساعة المرطبانات تزال وتوزن وامتصاص الرطوبة لكل وحدة من السطح تقدر وتحسب . كذلك عن طريق النظر من خلال الجوار الزجاجي للمرطبان ، فمن الممكن عادة تحديد إلى أي عمق قد تغلغلت الرطوبة . الشكل العادي للتغلغل هو السطح البيني الأفقي ، مع التي تكون دون السطح البيني والتي لم تتأثر ولكن مع بعض المواد غير الماصة مثل نترات الأمونيوم ، أو اليوريا فالرطوبة من حين لآخر تتغلغل نحو الأعماق إلى داخل القدم Cup في شكل حزوز . البيانات المماثلة المستحصل عليها في سلسلة اختبارات التغلغل–الامتصاص عند الدرجة 30° درجة مئوية ونسبة % 80 من الرطوبة النسبية معطاة في الجدول (4) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 4. RESULTS OF TVA MOISTURE ABSORPTION-PENETRATION TEST OF GRANULAR FERTILIZERS

Grade and Type	Critical Humidity, %	72-hr Exposure at 30°C, 80% RH: Moisture Absorbed, mg/cm²	Moisture Penetration, cm	Moisture-Holding Capacity: mg/cm²	Moisture-Holding Capacity: % by Weight
19-19-19 urea melt-based NPK	45	538	3.4	158	18.5
19-19-19 urea prill-based NPK	45	463	7.0	66	7.7
20-10-10 nitrate-based NPK	55	372	6.9	54	6.7
17-17-17 nitrate-based NPK	55	433	6.3	69	8.3
34-0-0 ammonium nitrate prills	59	918[a]	46.0[a]	20	2.1
13-13-13 sulfate-based NPK	70	238	2.7	88	11.0
11-55-0 ammonium polyphosphate (TVA)	70	88	1.4	63	7.9
18-46-0 diammonium phosphate	70	151	1.2	125	14.1
46-0-0 urea prills	73	324	13.0	25	3.2

a. Test terminated after 24 hours. Values shown for 72 hours obtained by extrapolation.

والمواد تصنف وترتب في نظام وترتيب ازدياد الرطوبة النسبية الحرجة % (54-73) ومع ذلك فمن الممتع ملاحظة أنه لا نسبة ومعدل امتصاص الرطوبة ولا عمق تغلغل الرطوبة تتصل وترتبط بالرطوبة الحرجة . وكذلك ولا حتى عمق تغلغل الرطوبة يرتبط مع معدل ونسبة امتصاص الرطوبة ، وهذا يكون نتيجة الاختلاف في طاقة (سعة الرطوبة) سعة (طاقة) سعة الرطوبة للأسمدة المتنوعة قد قدرت الجدول (4) بالميلغرام من الرطوبة لكل سم3 من الأسمدة وذلك بتقسيم امتصاص الرطوبة لكل سم2 وذلك بواسطة عمق التغلغل بالسنتميرات . هذه القيم والأرقام قد تحولت أيضاً إلى سعة رطوبة نسبية وزناً (الجدول (4)) وذلك باستعمال الوزن لكل وحدة من الأسمدة في الأقدام . السعات المحسوبة والمقدرة تمثل الكمية العظمى للرطوبة والتي الحبيبة سوف تمتصها قبل أن تصبح رطبة جداً بحيث أن الرطوبة سوف تحول إلى حبيبات قريبة مجاورة وذلك بواسطة الفعل الشعري . سعة الرطوبة العالية هي ميزة مرغوبة والتي يمكن أن تعادل وتوازن تأثيرات النسبة العالية لامتصاص الرطوبة . فعلى سبيل المثال ، من بين المواد المصنعة في الجدول (4) المنتج NPK الذي يعتمد على مصهور اليوريا 19-19-19 له رطوبة نسبية حرجة منخفضة % (45) ومعدلاً أعلى من امتصاص الرطوبة 538 ملغ/سم2 في 72 ساعة) ومع ذلك ، بسبب سعة الرطوبة العالية غير العادية للحبيبات (% 5.18 رطوبة) فإن التغلغل كان فقط 3,4 سم ضمن 72 ساعة. اليوريا من جهة أخرى ، على

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الرغم من الرطوبة النسبية الحرجة % 73 ومعدل امتصاص رطوبة معتدل (324) ملم/سم2 في 72 ساعة) فإنه قد تغلغل بنسبة 13 سم وبنفس الفترة وذلك بسبب سعة الرطوبة المنخفضة جداً لـ % (3.2) Prills . نترات الأمونيوم Prilled (الجدول 4) أبدى وأظهر كل من معدل عالي من امتصاص للرطوبة (918) ملغ /سم2 ضمن 72 ساعة وسعة رطوبة منخفضة % (2.1) وكنتيجة ، هذا المنتج قد تغلغل عند نسبة مكافئ ومساوي لـ 46 سم (قيمة مستكملة بالاستقراء) في 72 ساعة . سعة الرطوبة بشكل ظاهري على صلة بكل من البنية والقوام الكيماوي والمسامية الفيزيائية للحبيبات . الأملاح البلورية النقية عادة تكون غير مسامية ولها سعات رطوبة منخفضة . بعض من الشوائب ، على سبيل المثال ، الحديد وفوسفات الألمنيوم في الأسمدة والمحضرة من حموض العملية الرطبة تكون نافعة ومفيدة في زيادة سعة الرطوبة .

نتائج هذا الاختبار والتغلغل بالامتصاص هي مؤشرات لسلوك وتصرف الأسمدة bulk المتوقعة تحت شروط رطوبة عالية وثابتة (مستقرة) ولكن مايجب ادراكه أنه تحت شروط متغيرة دورياً كما يحدث في تخزين bulk الفعلي النتائج قد تتغير بواسطة التقشر (احكام السد التلقائي) لسطوح الكومة لبعض المواد خلال الأدوار الجافة . كذلك يجب الإدراك أنه تحت شروط متغيرة دورياً كهذه المنتجات ذات رطوبة حرجة عالية سوف تكون غير ماصة ضمن زمن أكبر أكثر من تفعله المنتجات ذات الرطوبة الحرجة المنخفضة . شروط الاختبار يمكن أن تعدل لتأمين مثل هذا التغير الدوري .

اختبارات الكومة الصغيرة :

التخزين bulk للأسمدة في كوم مفتوحة قد تتعرض لواحد أو لكل من هاتين الصعوبتين أو المشكلتين :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وهي إما : (1) caking أو تلف فيزيائي آخر في الكومة . (2) الترطيب السطوح الكومة المكشوفة وتغلغل الرطوبة . وعلى النقيض من بعض الأفكار الخاطئة ، هاتين المشكلتين عادة لاتكون مرتبطتين caking أو أن التلف العميق ضمن الكومة عادة ما يحدث بشكل كامل كنتيجة لعوامل لا تعتمد على كشف وتعرض سطح الكومة . هذه العوامل تتضمن تجفيف غير كامل خلال التصنيع ، ضعف الحبيبة ، الدقائق الزائدة ، التفاعلات الكيماوية ، درجات حرارة التخزين الزائدة ، ارتفاع الكومة الزائد وفي حالة مستحضرات سوبرفوسفات الحفظ غير الكافي . اختبارات تخزين الكومة الصغيرة لايعول عليها كطريقة للتنبؤ وتوقع caking أو أي تلف آخر قد يصيب الكومة الكبيرة. والسبب الرئيسي لهذا هو أن ضغط التخزين والذي هو عامل أساسي يكون اقل في الكومة الصغيرة مما هو عليه في الكومة الكبيرة ، كذلك فقدان وضياع الحرارة من الكومة الصغيرة يكون أكبر . واستعمال من حبوب طويلة من القط الصغير قد تم اقتراحه كطريقة لانجاز حالة ووضع الضغط للكومة العميقة ولكن ، قد وجد أن هذا لا يضاعف شروط تخزين الكوم لأن تأثيرات الجدار يجفف ويصرف معظم الضغط على المادة .

وقد بينت تجارب واختبارات باحثين TVA أن أفضل المؤشرات للسلوك المحتمل لعمق الأسمدة في أكوام التخزين bulk يستحصل عليها بواسطة إدارة اختبارات التخزين بالصناديق ، وهذا سوف يناقش فيما بعد . اختبارات التخزين بالكومة الصغيرة من جهة أخرى ، تكون نافعة ومفيدة لدراسة سلوك وتصرف سطوح الكومة خلال التعرض والميزة السيئة للطريقة هي أن مساحة الاختبار الكبيرة النسبية تكون مطلوبة ولازمة مقارنة مع تلك اللازمة لاختبارات التغلغل – الامتصاص المخبرية . كذلك مالم يتم تأمين مساحة مضبوطة . للرطوبة فإن النتائج قد تكون متغيرة ومتقلبة ، وذلك بالاعتماد على الشروط الجوية السائدة في الموضع وذلك في زمن وقت الاختبار . ولهذا السبب ، فإنه ينصح بإجراء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

اختبارات موازية مع واحد أو أكثر من الأسمدة المقياسية والمعيارية ذات الميزات والصفات المعروفة . ومن الملائم والمناسب تأمين وتزويد خواص متغيرة ذات نهايات مفتوحة من أجل هذه الاختبارات . الصناديق الاختبارية المماثلة مصممة لمعالجة (400-600) Ib (171-272) كغ من السماد وذلك كما هو موضح في الشكل (16) .

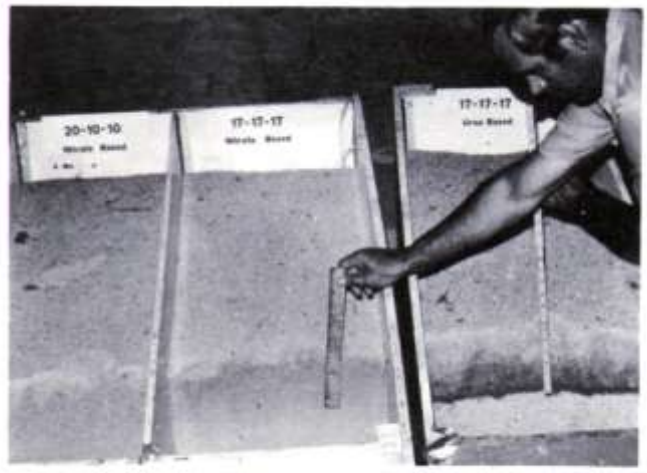


Figure 16. Small-Pile Exposure Tests of Fertilizers in Open-Top Bins.

جدران وحواجز وكذلك وصلات هذه الصناديق يجب أن تكون مسدودة للهواء بحيث أن الرطوبة تدخل فقط من خلال السطح الأعلى المعرض للمادة . شروط التعريض (الكشف يجب أن تكون مماثلة لتلك المتوقعة في التخزين الفعلي الدوكما وإن كان ممكناً ، الاختبارات يجب أن تدار في بناء التخزين المعد والمقصود فعلياً . نترات الكشف والتعرض من 3-1 أشهر عادة تكون كافية لتأمين مقارنات وموازنات يعوّل عليها بالنسبة للمواد . شروط وظروف الصيف هي الأقسى في معظم الأجواء والمناخات . الفحص يتضمن قطع وتقسيم الكومة بشكل عمودي لكشف وتعريض قسم عمودي الحالة الفزيائية عند أعماق متعددة يمكن ملاحظتها تسجيلها . العينات تؤخذ عند أعماق متعددة في كل من القسم المؤثر بالرطوبة والقسم الذي دون التغلغل الملحوظ للرطوبة . العينات عادة تملل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من أجل محتوى الرطوبة وتُفحص من أجل معرفة خسارة وضياع قساوة الحبيبة . الاختبار له ميزة يتصف بأنه يتطلب معدات بسيطة فقط وإظهار السلوك المادة تحت شروط متغيرة ومتقلبة للتعرض والكشف الفعلي في المستودع . في المناطق والمساحات حيث يوجد فصول جافة ورطبة معرفة ومحددة جيداً فإنه قد يُنصح بتمديد فترة الاختبار خلال على الأقل قسم من كلا الفصلين .

الحفظ والصيانة في التخزين الدوكما :

الأسمدة في التخزين قد يتطلب حفظ وصيانة خاصة من الرطوبة الجوية وذلك إن ساد واحد من الشروط والأوضاع التالية :

1- المادة تكون مسترطبة : بشكل خاص وذلك كما أشير إليه عن طريق اختبار التغلغل المخبري أو اختبار تخزين الكومة الصغيرة .

2- التخزين يكون في منطقة ذات رطوبة مرتفعة .

3- التخزين يكون لفصل طويل .

وبالنسبة للأكوام الصغيرة (على سبيل المثال ، 300-100 طن في وحدة خلط ، فإن التغطية للكومة بصفيحة من بولي ايتلين هي طريقة فعالة وعملية لاستبعاد وإقصاء الرطوبة الجوية . وبالنسبة للأكوام الكبيرة ، فعادة ما تكون كافية لتأمين بناء وتخزين مغلق ومسدود بشكل محكم . ولكن الإغلاق يجب أن يكون تاماً وكاملاً وهذا من حين لآخر يكون مشكلة . والهدف الأقصى في الحفظ التخزيني هو تأمين بناء مزال منه الرطوبة . والطرق التي تم اتباعها واستعمالها لتخفيض الرطوبة النسبية في مساحات ومناطق التخزين تتضمن :

1- تسخين الهواء الداخل . 2- إزالة الرطوبة بواسطة التبريد التجمد الآلي . 3- الامتصاص الكيماوي للرطوبة . الطريقة التي تستخدم التبريد الميكانيكي قد تبين أنها فعالة مع معدات ومستلزمات تجميد صغيرة بشكل مذهل وذلك عندما تستعمل في بناء محكم الإغلاق بشكل معقول .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

اختبارات قابلية الحفر :

إن مصطلح قابلية الحفر يستعمل ويطبق على الأسمدة ، قد استعمل في أوائل 1930 وفي ذلك الوقت قد استعمل للإشارة على محصلة كل ميزات الأسمدة التي تؤثر على السهولة والتناغم التجانس والذي معه سوف تنساب وتتدفق من خلال حفر الأسمدة (الدراسات قد تمت حول تأثيرات مثل هذه التغيرات) كمثل الاسترطاب ، حجم الجزيئة ، الجاذبية النوعية ، محتوى الرطوبة ، شكل الجزيئة ، وزاوية الاستقرار ووجود المكيفات ، ولكن هذه الدراسات قد تمت وبشكل غير شامل مع تيار الأسمدة ذات النمط غير المحبب في ذلك الوقت . وبتقدم التحبيب في أوائل الخمسينات 1950 فقد أصبح من الواضح أن قابلية التدفق للمنتج المحبب غير ليست بمشكلة ، ماعدا أنه التعرض للمنتجات المحببة المسترطبة للجو الرطب خلال المعالجة أو التطبيق الحقلي سوف يتلف ويفسد قابلية التدفق . ومنذ ذلك الوقت ، استعمال اختبارات قابلية الحفر قد أصبحت وبشكل غير شامل قادرة على تحديد تأثيرات التعرض الكشف الرطب على قابلية التدفق . في هذا العمل مصطلح قابلية الحفر النسبي قد استعملت لتحديد وتعريف النسبة التالي :

$$\text{قابلية الحفر النسبية \%} = \frac{\text{معدل التدفق بعد التعرض}}{\text{معدل التدفق قبل الكشف}} \times 100$$

ومعدلات التدفق تتحدد في ناشر ذو نموذج صف مع معايرة نفس التدفق قبل وبعد التعرض الرطب للأسمدة . والطريقة لتحديد قابلية الحفر النسبية للأسمدة درست أولاً من قبل باحثين من القسم الزراعي في الولايات المتحدة . نفس الطريقة ، مع بعض التسهيلات تبنتها كذلك TVA كلا الطريقتين واللتين استخدمتا application ذو نسق مغفر مركب على حامل في موقع ثابت

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومستقر ولكن بعملية الدُّرُوج الأرضي تدار بواسطة محرك عند سرعة ثابتة وذلك لإعطاء معدل ونسبة التصريف مطابقة ومماثلة للتطبيق الحقلي . الطريقة العاملة كانت كالتالي :

1- تحديد وتعيين معدل ونسبة التصريف للأسمدة غير المكشوفة والجافة

2- تعرض السماد لرطوبة مرتفعة في أحواض ضحلة في حجرة رطبة مضبوطة وذلك لوقت محدد ومعير .

3- مقياس معدل التصريف للأسمدة المعرضة مع نفس معيار الحفر وتحسب قابلية الحفر المنسبية .

4- التعرض المستمر وإعادة قياس معدل التصريف لفترات زمنية إضافية وذلك حتى يتم تلف وإنشاء التدفق وبشكل جدي .

الطريقة كانت نافعة ومفيدة بشكل أساسي من أجل موازنة ومقارنة مقاومة الرطوبة للأسمدة مع مقاومة الأسمدة المعيارية ذات قابلية القبول المعروفة . ويجب إدراك أن الكشف المستعمل ، رطوبة مرتفعة هو أكثر شدة مما يمكن مواجهته في الاستعمال الحقلي الحذر والحرص . وبالحذر والحرص الملائم في الحقل ، حتى المواد المسترطبة بشكل عالي مثل نترات الأمونيوم أو نترات الكالسيوم تستعمل وبشكل ناجح ونافع .

اختبارات قابلية التدفق المخبرية :

إن اختبار قابلية الحفر المذكور أعلاه يتطلب ويستلزم استعمال كميات كبيرة نسبياً من الأسمدة ، حفر الأسمدة ذو الحجم الكامل وحجرة مضبوطة الرطوبة ذات حجم ملحوظ ومقبول . مؤخراً ، اختبار صخري تم تطويره من قبل باحثين من TVA والتي يؤمن مقارنة وموازنة مماثلة لتأثيرات الرطوبة على ميزات التدفق ولكن تستلزم فقط عينات صغيرة . وصورة لجهاز الاختبار المستعمل موضحة في الشكل (17) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

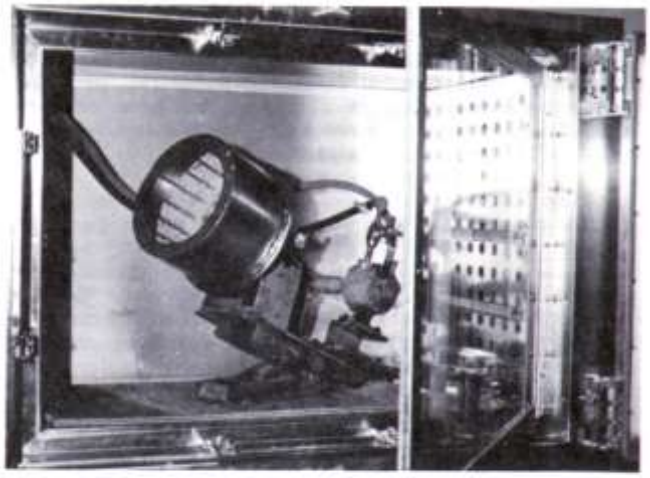


Figure 17. Laboratory Test to Determine Flow Persistence of Fertilizer During Humid Exposure.

وفي ضبط وإدارة الاختبار حوالي 500 مل من العينة الخاصة بسماد الاختبار توضع أولاً في حوض دوار ، قابل صغير (بقطر 25 سم وعمق 15 سم) والذي يكون مزوداً بـ رقائق رفع سطحية (1- سم) . الحوض الكلي ومجموعة التدوير توضع في حجرة ذات رطوبة . درجة حرارة مخبرية مع تدفق هوائي أفقي موجه محو الوجه المفتوح من الحوض .

ورطوبة نسبية مرتفعة على سبيل المثال % 90 . تستعمل الحوض بعدئذٍ يُدار ويُعاقب عند 12 rpm والقياس يتم خلال الزمن الذي خلال المادة تبقى حرة التدفق ضمن الحوض . التدفق الحر عادة ينتهي بشكل منقطع فجأة ، ونقطة النهاية التي تعتمد وبشكل مرئي ، يُفترض أن تكون في الزمن الذي فيه التدفق بنسبة % 50 من المادة . يتوقف بواسطة الالتصاق . بالإضافة إلى تحديد زمن التدفق الحر ، العينة يمكن أن تُحلل عند نهاية الاختبار وذلك لتحديد وتعيين محتوى الرطوبة الذي عنده المنتج يصبح غير قابل للتدفق . نتائج مطابقة ومماثلة تم الحصول عليها مع أسمدة متعددة في الاختبار وهي موضحة في الجدول (5) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 5. RESULTS OF LABORATORY TESTS TO DETERMINE FLOW PERSISTENCE OF FERTILIZERS UNDER HUMID CONDITIONS (67)

Fertilizer Grade and Type	Critical Humidity, %	Moisture-Holding Capacity, %[a]	Minutes Flowable at 30°C, 90% RH
10-10-10 urea melt-based NPK	45	18.5	20
19-19-19 urea prill-based NPK	45	7.7	16
20-10-10 nitrate-based NPK	55	6.7	73
17-17-17 nitrate-based NPK	55	8.3	105
28-28-0 urea-ammonium phosphate	55	16.0	36
35-17-0 urea-ammonium phosphate	55	26.2	52
34-0-0 ammonium nitrate prills	59	2.1	11
13-13-13 sulfate-based NPK	70	11.0	156
11-55-0 ammonium polyphosphate (TVA)	70	7.9	184
18-46-0 diammonium phosphate	70	14.1	70-140
46-0-0 urea prills	73	3.2	9

a. Determined in laboratory penetration test (see table 4).

بينما بالنسبة لاختبار قابلية الثقب والحفر ، فإن نتائج هذا الاختبار تكون نسبية والأسمدة المقياسية ذات قابلية التوافق المعروفة يجب أن تتفق حسب مقاييس ومعايير المقارنة والموازنة . النتائج في الجدول (5) تظهر أن معرفة الرطوبة الحرجة لوحدها ليست كافياً للتنبؤ باستمرار الجريان والتدفق تحت شروط رطبة . على سبيل المثال ، اليوريا Prilled وبنسبة رطوبة حرجة عالية نسبياً تصل إلى 73 % أظهرت أقصر استمرار للتدفق بشكل واضح وذلك بسبب سعة الرطوبة المنخفضة (3.2 %) لـ Prilled اليوريا . ولكن سعة الرطوبة (كما تم تحديدها في اختبار التغلغل- الامتصاص المذكور سابقاً) لم تكن مقياساً ومعياراً كافياً في حد ذاته ، لتحديد استمرار التدفق الجريان و NPK الذي يعتمد على مصهور اليوريا 19-19-19 ، على الرغم من سعة الرطوبة (18.5 %) قد أصبحت غير قابلة للتدفق خلال 20 دقيقة مقارنة مع أكثر من 100 دقيقة من الاستقرار من أجل الأربعة من الأسمدة المختبرة .

Caking الأسمدة :

الأسمدة بين زمن انتاجهم والاستعمال النهائي على التربة ، يجب أن تخزن إما على شكل دوكما bulk أو في صناديق . أزمنة التخزين تختلف بشكل ملحوظ من أقل من شهر إلى سنة أو أكثر ومن المهم أنه خلال هذا التخزين إما الأسمدة تبقى بشكل كامل ذات جريان حر أو أن التكتل أو التراكم يكون بنسبة حد أدنى بحيث أن كمية صغيرة من المعالجة الطبيعية سوف تسترد حالة التدفق

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحر الأصلية ولكن ، منذ بداية صناعة الأسمدة الكيماوية ، المشاكل الخاصة بـ الزائد في التخزين قد تمت مواجهتها من حين لآخر وكانت الموضوع للكثير من الأسمدة والاستعمالات المتعددة .

إن سبب caking لمعظم الأسمدة هو نمو الروابط البلورية بين جزيئات الأسمدة ، هذه البلورات تتطور خلال التخزين إما كنتيجة لاستمرار التفاعلات الكيماوية الداخلية أو التأثيرات الحرارة التي تنتج إلى ترسب البلورات من كمية صغيرة جداً من المحاليل الملحية الموجودة في الأسمدة وصورة مجهرية للبلورات التي تطورت ونمت على سطح جيبة واحدة من الأسمدة المركبة خلال ثلاثة أشهر من التخزين موضحة في الشكل 18 .



Closeup of surface crystal growth responsible for caking during 3 months' storage

Effects of drying (lower set of granules) in reducing extent of caking-bond growth during storage

Figure 18. Photomicrographs of Granules of 12-12-12 Grade Fertilizer Made with Urea-Ammonia Solution—Photographs Made After 3 Months' Storage in Bags. Caking Bonds Identified as a Urea-Ammonia Chloride Complex (69).

النمو البيني لمثل هذه البلورات بين الحبيبات ، أو بين جزيئات المنتج غير المحبب تؤدي إلى caking . والتركيب الكيماوي للبلورات المترابطة عادة يكون مختلفاً في الأسمدة ذات التشكيلات والصيغ المختلفة ، وتنوع (اختلاف) كبير للمركبات المترابطة قد تم تعيينه وتحديده .

وأمثلة محدودة قد ذكرت عن الأسمدة والتي فيها رابطة الجزيئة تظهر عن طريق القوى المتماسكة فقط ، بدون نمو بلوري ملحوظ . وعلى النقيض من الفكرة الخاطئة ، فإن caking في التخزين عادة لايكون نتيجة لامتصاص الرطوبة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

خلال التخزين ، والسبب يحتمل أن يكون هو وجود رطوبة زائدة متروكة في المنتج خلال التصنيع أو أي من العوامل المتعددة الأخرى والتي سوف تدرس لاحقاً . الأسمدة المخزونة في صناديق حديثة ذات سطح رطب تحفظ جيداً من الرطوبة الخارجية ، وذلك caking في مثل هذه الصناديق ليس أمراً غير عادياً . وبالمثل ، السماد عند مركز أكوام التخزين الدوكما تُحفظ من الرطوبة الخارجية بواسطة السماد المحيط عن حوله ، ومع ذلك caking الأكثر حدة يمكن أن يوجد في مركز الكوم . وهذا ليس لتقليل تأثيرات غير مرغوبة أخرى للرطوبة العالية على التخزين الدوكما . مثل هذه الرطوبة المرتفعة سوف ، كما درس سابقاً ، تسبب ترطيب caking لسطوح الكومة ، بحيث أنه بالكشف والتعرض الطويل ، تغلغل مثل هذه الرطوبة السطحية إلى داخل بعض الأسمدة يمكن أن يصبح عميقاً تماماً . كذلك النقل أو عمليات معالجة الأسمدة الأخرى في جو رطب قبل التعبئة أو بناء يمكن أن يقدم ويعطي رطوبة والتي سوف تعزز وتنشط لاحقاً .

التعريف بالعوامل التي تسبب caking كانت موضوعاً للعديد من الدراسات والمنشورات ، وكانت الدراسة مقتصرة على العوامل الأساسية التي يمكن ضبطها لتقليل أو منع للأسمدة في الصندوق أو التخزين الدوكما هذه العوامل .

تأثيرات محتوى الرطوبة :

إن كمية الرطوبة المسموح بها لتبقى في الأسمدة منذ زمن التصنيع لها تأثير كبير على ميل الأسمدة ونحو caking في التخزين . بالنسبة لآلية caking فإن وجود الرطوبة على شكل حالة سائلة يكون ضرورياً وهاماً . وكلما كانت درجة التجفيف عالية عن وقت وزمن التصنيع كلما كانت آلية أقل فعالية ونشاطاً . إن حد ومدى التجفيف اللازم لميكانيكية caking غير الفعال بشكل فعال ومؤثر تختلف وتتنوع بشكل واسع نوعاً ما بتنوع تركيب والقوام الفيزيائي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للسماد . وعادة هذه الأسمدة التي تحوي على نسب عالية من أملاح النتروجين تتطلب درجة أكبر من التجفيف وهذا يكون صحيحاً بشكل خاص بالنسبة للأسمدة التي تحوي على نترات الأمونيوم أو اليوريا .

هناك دلائل ومؤشرات عامة عن محتوى الرطوبة للمنتج الأعظمي بالنسبة للأسمدة المحببة وهي مجدولة أدناه . هذه القيم يجب أن تستعمل في طريقة عادية عامة وذلك لأن تغييرات وتبدلات للمعالجة المتعددة تتغير وتبدل تأثيرات الرطوبة على التخزين وميزات المعالجة لتركيب سماد معطى . القيم والأرقام المعطاة تمثل فقط محتوى الماء الحر ومثل هذا المحتوى يحدد ويعين من خلال خوائي يصل إلى 16-18 ساعة للعينة عند درجة حرارة تصل إلى 25-30° درجة مئوية (الطريقة) 2.013 هيئة الكيمائين التحليليين A. S. U النتائج المستحصل عليها بواسطة طرق تحليلية أخرى كمثل التجفيف بالفرن أو استعمال كاشف كارل فيشر قد تتضمن وتشمل ماء الماءات والذي عادة لا يساهم في عمليات caking .

رطوبة المنتج % 0-50 رطوبة المنتج % 0.5-1.0

نترات الأمونيوم الأسمدة الممزوجة مع نسب 1:1 أو أكثر من $N:P_2O_5$ والتي تحوي اليوريا أو نترات الأمونيوم

اليوريا

سلفيت الأمونيوم

نترات الكالسيوم

نترات الصوديوم

رطوبة المنتج 1,0-1,5%

الأسمدة الممزوجة مع N:P2O5 بنسب أقل من 1:1 والتي تحتوي على اليوريا أو نترات الأمونيوم . الأسمدة الممزوجة مع N:P2O5 بنسب أعظم وأكبر من 1:1 والتي لاتحتوي على يوريا أو نترات الأمونيوم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بالإضافة إلى الدرجة العالية من التجفيف المشار إليها أعلاه . استعمال المكيفات كما ذكر مسبقاً ، لوحدها يمكن استخدامها كوسيلة لتقليل درجة التجفيف اللازمة المطلوبة لبعض المنتجات والمستحضرات .

تأثيرات حجم الجزيئة والقساوة (الصلابة) :

إن انتاج جزيئات سمادية كبيرة نسبياً مع غياب للدقائق يقلل من عدد نقاط التماس والاتصال بين الجزيئات وبالتالي تقلل وتخفض من caking . الميل نحو تقليل كان واحداً من بين الدوافع الرئيسية وراء النمو في الأعوام (1940) الأربعينات والخمسينات بالنسبة للأسمدة المحببة وذلك كتفضيل على الأشياء والصيغ المسحوقة والبودرة . المستحضرات المحببة عادة تتطلب تجفيف أقل إكمالاً ويحتمل أن تتطلب استعمال أقل للمكيفات أكثر من المواد المسحوقة ولنفس التركيب . الضعف الميكانيكي للحبيبات عادة يعزز وينشط caking الزائد . وتحت ضغط أكوام التخزين ، الحبيبات الضعيفة تستعمل لتشكيل وتفكيك مساحات كبيرة نسبياً من التماس والاتصال بين الحبيبات . كذلك انكسار الحبيبات يمكن أن يكوّن دقائق والتي تعزز caking . وكما ذكر في قسم قساوة الحبيبة (قوة ومتانة السحق ناقص 7) وزائد 8 حبيبة شبيكة وذات وزن (5 Ib) أو 2.27 كغ أو أكثر يكون مرغوباً ، والقساوة ذات المدى (3) تكون حوالي الحد الأدنى من الناحية العملية .

تأثير مكيفات وعوامل التهيئة :

إن مكيفات الأسمدة هي مادة تضاف للأسمدة لتعزيز الحفاظ على حالة فيزيائية جيدة خلال التخزين والمعالجة . استعمال المكيفات يكون ضرورياً

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بالنسبة للمنتجات والمستحضرات ذات النتروجين العالي ، ولكنها ليست لازمة ومطلوبة مع كل الأسمدة . وعادة مايكون من المفضل استعمال وسائل أخرى ، مثل التجفيف الجيد وذلك لتجنب caking ، بحيث أن كلفة الشراء وإضافة المكيفات (عوامل الهيئة يتم تجنبها) . وقبل ظهور التحبيب ، عندما كانت معظم الأسمدة من النموذج المسحوق فإن المكيفات الأكثر شهرة كانت المواد ذات الجزيئات الخشنة ولكنها كانت تقوم بوظيفة عوامل bulking وبشكل رئيسي وهذا يتضمن مواد كمثل دوري الشكل ، البيرليت ، غلاف بذرة القطن، نشارة الخشب corncobs ، سوق التبغ ، غلاف (قشور) الأرز ، خشب صخري نصف متفحم ومواد أخرى .

وبظهور التحبيب ، أصبح من الواضح أن هذه المواد ذات النوع الخشن ليست عوامل anticaking فعالة في المستحضرات المحببة وعوامل التهيئة الأكثر فعالية بالنسبة للمستحضرات المحببة قد وجد بأنها عوامل تغطية والتي سوف تلتصق على سطح الحبيبات . معظم عوامل التهيئة والتي تستعمل وتطبق على الأسمدة المحببة إما أنها مساحيق مقسمة بشكل دقيق (ناعم) والتي تلتصق على سطح الحبيبة أو أنها سوائل والتي ترش على السطح .

الآلية والتي بها عوامل anticaking هذه تعمل تكون متعددة ومتنوعة . المساحيق الخامدة مثل تراب دياتومي ، الطين والتالك تعمل عمل حواجز ميكانيكية بين الحبيبات وكذلك يستفاد منها لامتصاص ونشر وتنشيط الحالة السائلة على سطوح الحبيبات ، وبينما روابط تشكل فإن وجود عوامل الهيئة عادة مايضعف الروابط مع نتيجة مفادها أن caking يكون أقل شدة . عوامل التهيئة السائلة عادة تعمل كمعدلات بلورية لمنع أو إضعاف النمو البلوري بين الحبيبات . بعض من عوامل التهيئة الخامدة الصلبة تعالج مسبقاً بمواد إضافية كيماوية . وبهذه المواد (المستحضرات) النوامل الخامدة تفيد في توزيع كمية صغيرة جداً بالتساوي كيماوياً على سطوح الحبيبة وكذلك تعمل كحواجز ميكانيكية ومباعد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حلول المحلول . وعلى النقيض من المفهوم الخاطئ فإن معظم عوامل anticaking للأسمدة (عوامل تهيئة) لا تعمل عمل عوائق رطوبة أو عوامل صادة للماء . معظم الأسمدة conditioned ، إن عرضت وكشفت بجو رطب كما في اختيار التغلغل- الامتصاص (انظر فصل سابق) سوف تمتص الرطوبة وسوف تكون مخترقة بواسطة الرطوبة وهناك بعض الاستثناءات المحدودة حيث conditioners ، على سبيل المثال خلطات زيت الشمع أو الأغطية البلاستيكية مصممة بشكل خاص لتحسين المقاومة للرطوبة للمنتجات المسترطبة . هناك بعض conditioners والمصنعة كـ داخلية تضاف لتشكيلات للأسمدة وذلك قبل التحبيب ، وهي تعمل بشكل داخلي وعادة كمواد تقسية أو معدلات بلورية وذلك لتحسين ميزات التخزين . وفي حالة سماد نترات الأمونيوم فإن conditioners الداخلية من حين لآخر تستعمل لمنع أو لتعديل تأثيرات تعاكس الحالة البلوري والتي تنتج عن دوران درجة الحرارة خلال التخزين حيث الانقلاب التي تحدث عند الدرجة 32° درجة مئوية . بشكل خاص يمكن أن يؤدي إلى prills نترات الأمونيوم غير معالج للوقاية من الصدأ وذلك لكي تتحطم وتتكسر أو بشكل جدي تحت درجات حرارة تخزين دورانية (دورية) وفي حالة prill اليوريا أو المنتج المحبب فإن ممارسة معروفة ومشهورة حالياً هي في تضمين واحتواء % (0.2-0.5) من فورم الدهيد أو فورم الدهيد – اليوريا في مصهور اليوريا وذلك كمادة مضافة للتقسية أو anticaking . استعمال مثل هذه المواد المضافة يتماشى الحاجة لعامل تغطية . المنتجات السمادية المحضرة من حموض فوسفور العملية الرطبة تحتوي على نسبة هامة من الحديد وشوائب فوسفات الألمنيوم والتي ظهرت وكأنها conditioners داخلية وanticaking في هذه المنتجات. الحديد وفوسفات الألمنيوم يوجدان في المستحضرات كجيل غير متبلّر والتي تعطي القساوة للمنتجات وبشكل واضح لاتنقل حالة المحلول . تشكل الحديد وفوسفات الألمنيوم تحت درجة PH مرتفعة نسبياً وشروط درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حرارة منخفضة ، يعزز وينشط البنية ذو النوع الهلامي أكثر من الأشكال البلورية ، وهذه الأشكال الأخيرة يعتقد بأنها ذات منفعة وفائدة للميزات الفيزيائية . مشاكل caking مع بعض فوسفات ثنائي الأمونيوم المحبب كشفت عن استعمال حموض العملية الرطبة والتي كانت وبشكل غير عادي منخفضة في الحديد وشوائب الألمنيوم . الأجسام الصلبة الحاوية على الغبار في الاستعمال العادي تتضمن تراب ثنائي دياتومي ، طين التالك والطباشي . النسب المستعملة عادة تكون في مدى من % (1-4) وزناً . ونسب عوامل الهيئة ذات النوع المسحوقي والتي تكون لازمة من أجل المفعول الجيد لم تعين وتحدد بشكل جيد وبالتالي فاختبارات الاستعمال الفعلية هي الطريقة الوحيدة المعوّل عليها من أجل التقدير . الصفات والميزات المرغوبة كذلك تتضمن وتشتمل على الحجم الجزيئي الصغير الالتصاق الجيد بالحبيبات والامتصاصية للرطوبة العالية . إن conditioners الطينية . إلى حد كبير تكون ناعمة ودقيقة (90 % > 10µm ، 50 % > 1µm) وهكذا يكون لها عادة ميزات التصاق جيدة . الترابة ثنائية الدياتومي تكون أخشن (90 % > 20µm ، 50 % > 3µm) مع نتيجة مفادها أن الالتصاق يكون أحياناً أدنى ، بالإضافة إلى أن مصادر تراب ثنائي دياتومي ليست واسعة الانتشار ، وبنتيجة مفادها أن شحنات الحمولة يمكن أن تكون بذات أهمية . ولكن تراب ثنائي دياتومي له ميزات امتصاصية أعلى وهو conditioner فعال جداً . وهو فعال بشكل كافي من أجل الاستعمال ، وحتى بدون مواد إضافية عضوية ، conditioner لنترات الأمونيوم ، وهو المنتج الذي يتطلب بشكل خاص مستلزمات والمعدات التالك والطباشير يكونان متوفرين بشكل أقل انتشاراً ولذلك فإن استعمالهم يكون محصوراً في مكان محدد . في تقييم وتقدير ذات النوع المسحوقي الكافن ، فإنه ينصح باختبار الالتصاق بحيث أن المساحيق التي لا تلتصق بشكل جيد (حوالي % 85 أو أكثر) عندما تستعمل في اسطوانة تغطية مصممة بشكل جيد يُحتمل أن تؤدي إلى منتجات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بغبار وبفعالية مخفضة . الحجم الملائم والتشغيل لإدارة اسطوانة التغطية عوامل هامة . المساحيق التي وُجد بأن لها التصاق مقبول يجب أن تكون عرضة لاستعمال اختبارات من أجل المفعول وذلك عند نسب ومعدلات متنوعة من التطبيق والاستعمال ضمن مدى ومعدل قابلية (إمكانية التنفيذ) الاقتصادية .

إن التصاق أحياناً يمكن تحسينه بواسطة رش الأسمدة بكمية صغيرة من الزيت عادة فقط % (0.2-0.5) إما قبل أو بعد استعمال وتطبيق الـ Conditioner . وهذا أمر معروف يمارس في أوربا .

النتائج تكون أفضل مع الزيت اللزج (25-100) سنتي ستوك وحدة لزوجة كينماتية ، ذات المحتوى البارافيني العالي . الزيوت الأقل لزوجة تمتص بسهولة إلى داخل الحبيبات وكذلك تظهر أخطار تطاير . هناك أيضاً استعمال الزيوت على نترات الأمونيوم أو المنتجات ذات نترات المرتفع ولكنه ليس مسموحاً به وذلك بسبب أخطاء الانفجار أو الحريق (الاشتعال) . ولكن بعض الاختبارات من قبل TVA أشارت إلى أن حبيبات NP الحاوية على أقل من 60 % من نترات الأمونيوم لم تُستثار الحساسية عندها بواسطة إضافة الزيت على الأقل إلى أكثر من 3 % من محتوى الزيت . الطفل الكاوليني متوفر بشكل واسع وهو رخيص بشكل نسبي . وعندما يستعمل لوحده (بدون مادة مضافة عضوية) ، فإنه عادة مايكون فعالاً بشكل كافي من أجل الاستعمال على معظم الأسمدة المحببة من NP أو NPK وعلى اليوريا . الكاولين بدون مادة مضافة عضوية لا تؤخذ بعين الاعتبار بشكل طبيعي كمواد فعالة بشكل كافي من أجل الاستعمال على نترات الأمونيوم أو بعض منتجات النترات المرتفعة الأخرى . إن استعمال بعض المواد المضافة العضوية في اتحاد مع الكاولين ترفع من كفاية الكاولين بشكل كافي من أجل الاستعمال والتطبيق مع هذه المنتجات وحالياً من الناحية العضوية الكاولين المعالج يعتبر معروفاً من أجل نترات الأمونيوم . المواد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الإضافية العضوية عادة ماتكون آمينات لا تألف الماء أو أمينات ذات فعالية سطحية .

وقد تستعمل بشكل مفصل على الأسمدة أو تستعمل بشكل مسبق على الكاولين . وهناك بعض الاستعمال لهذه المواد العضوية ومواد أخرى كذلك بدون الكاولين أو أي عامل تغطية صلب .

تأثيرات درجة حرارة التخزين :

إن درجة حرارة التخزين المرتفعة تزيد من اتجاه ونزعة لبعض الأسمدة على الأقل . ولهذا السبب فإنه يُنصح بتبريد المنتجات المصنوعة بشكل دقيق قبل التخزين الدوكما أو الصناديق . ودرجة الحرارة العظمى التي ينصح بها بالنسبة للتخزين الدوكما بالنسبة لنترات الأمونيوم أو الأسمدة الممزوجة المحببة الحاوية على نترات الأمونيوم تكون حوالي 54° درجة مئوية (130 فهرنهايت) . اليوريا التي تعتمد على الأسمدة الممزوجة والمصنعة مع سوبرفوسفات غير الممزوج بالأمونيا أو الممزوج بالأمونيا جزيئاً قد يكون بالمثل "استناداً على عمل TVA ، من الواجب تمهيدها إلى حوالي هذه الدرجة وذلك لمنع التحلل بالماء لليوريا والخسارة الناجمة عن انحلالية P_2O_5 بالماء . فوسفات ثنائي الأمونيوم والمنتجات الفوسفاتية الأمونيوم – اليوريا أو التي تعتمد على السلفيت والمحببة ، من جهة أخرى ، عادة تحتاج إلى تبريد فقط إلى درجة 71° درجة مئوية .

اليوريا Prilled أو اليوريا المحببة كذلك تظهر وكأنها أقل حساسية أكثر من نترات الأمونيوم لدرجات الحرارة التخزينية ، التخزين إلى مافوق 82° درجة مئوية (180 فهرنهايت) لم يسبب أو يؤدي في بعض الحالات إلى زيادة في الميل والنزعة نحو caking . درجات الحرارة التخزينية هذه هي من أجل منتجات مجففة بشكل جيد بحيث أن الزيادة لمحتوى الرطوبة للمنتجات سوف يكون متوقعاً لزيادة الحساسية لدرجات حرارة التخزين . وإن كان من الواجب تعبئة المنتج

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مباشرة من قسم الانتاج فإن التبريد عند على الأقل 54 درجة مئوية يُنصح به لتجنب وتفادي الأذى والتلف للصناديق .

تأثيرات ضغط التخزين :

إن كان للسماد ميل نحو caking في التخزين (المستودع) فإن ضغطاً التخزين المرتفع يجب تجنبه وتحاشيه وخاصة في التخزين ذو الأمد الطويل . ودرجة caking من حين لآخر تعتمد تماماً على ضغط التخزين . الضغط يمكن أن يتحدد بواسطة تحديد ارتفاع ركان الصناديق أو أكوام التخزين الدوكما. وركام صناديق يصل إلى 20 صندوق يعتبر معتدل ومتوسط بالارتفاع . الضغط على الصندوق الأسفل لمثل هذه الكومة يمكن قياسه بواسطة قياس منطقة التحمل على الصندوق (منطقة التماس) بين الصناديق ، وتقسم وزن الكومة على هذه المنطقة المساحة . وفي حالة كومة من 20 صندوق وبوزن 50Ib ، هذا الضغط يكون حوالي 4,0Ib/ لكل إنش مربع (0.28 كغ/سم2) وتحت كومة تتألف من 20 صندوق وبوزن 50 كغ (11oIb) فإن الضغط المطابق يكون حوالي 6.4 Ib/ لكل إنش مربع (0.45) كغ لكل سم2 ثلاثين إلى أربعين كومة من الصناديق ليست غير عادية وعادة تخفف ببعض الأسمدة ذات الميل نحو caking المنخفض الضغط الوسطي على الأسمدة بالإستناد على كومة التخزين الدوكما المخروطي وبارتفاع "h" يمكن حسابها بـ 3/hd حيث "d" تمثل كثافة bulk للمادة . وبافتراض أن الضغط يختلف بشكل خطي من صفر عند حواف وأطراف الكومة إلى حد أعظمي عند مركز الكومة والضغط الأعظمي في الكومة سوف يكون 3/2hd . وعلى هذا الأساس ، بالنسبة لمادة ذات كثافة 60 Ib/Ft3 (961 كغ/م3) فإن العلاقة لضغوط الكومة إلى ارتفاع الكومة ونسب ارتفاع ركام الصناديق المكافئة سوف تكون كالتالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Pile peak height, ft Pile peak height, (m)	15 (4.6)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	40 (12.2)
Average pressure at base lb/in² (kg/cm²)	2.0 (0.14)	2.8 (0.20)	3.5 (0.25)	4.2 (0.30)	4.9 (0.34)	5.6 (0.39)
Maximum pressure lb/in² (kg/cm²)	4.1 (0.29)	5.5 (0.39)	7.0 (0.49)	8.3 (0.58)	9.7 (0.68)	11.1 (0.78)
Bag-stack height to give same maximum pressure, [a] No. of bags	22	30	38	45	52	60

a. Based on typical 50-lb (23-kg) bags.

تأثيرات الحفظ (المعالجة بالحفظ) :

التعتيق المقصود "المعتمد" للأسمدة في كومة التخزين قبل التعبئة في صناديق أو الشحن الدوكما يشار إليه بالحفظ . وفي عملية تصنيع سوبر الفوسفات ضغط الكومة لحوالي 30 يوم يستخدم للسماح باستمرار أو استكمال تفاعلات صخر الحمض وهكذا يزداد توفر (P_2O_5) ويقل محتوى الحمض الحر . وتحسن من الميزات الفيزيائية . الحفظ بالتعتيق يكون مفيداً ونافعاً لبعض الأسمدة الممزوجة المحببة وذلك كوسيلة لتقليل الميل نحو caking التالي . التأثير يظهر بشكل خاص في المنتجات التي تحتوي على كميات يمكن تقديرها من سوبرفوسفات ولكنها تكون عادة أقل مع المنتجات التي تعتمد على فوسفات الأمونيوم أو مع أسمدة النتروجين الصرفة . بالنسبة لمنتجات التي تستفيد من الحفظ بالتعتيق فإن التفاعلات الكيماوية التي تسبب روابط بشكل واضح تستمر إلى التمام خلال فترة الحفظ وحرارة التفاعل التي يُحتفظ بها في كومة الحفظ تُسرِّع إكمال التفاعلات . وبعد أن تتحطم الروابط في عملية استرداد المادة من كومة الحفظ ، فإنه هناك ميل ونزعة قليلة من أجل روابط إضافية من أجل النمو والزيادة .

اختبارات التخزين بالصندوق الضخم (الكبير) :

الميل نحو caking بالنسبة للأسمدة يمكن تقديرها وتقييمها بواسطة اختبار التخزين ، تحت الضغط ، في صناديق أسمدة صامدة للرطوبة ذات مقياس معياري . يجب أن يستعمل ، وإن كان هناك أي شك بالنسبة للقابلية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إنفاذية للرطوبة لصندوق الاختبار فإن الصندوق الإجمالي لبولي ايتلين يجب أن يستعمل للتمكن من تأمين الحماية الكاملة بشكل كامل .

نتائج اختبار التخزين المحضرة والمعدة تحت مثل هذه الشروط تُقيم وتُقدِّر ليس فقط ميزات التخزين بالصندوق للمنتج بل كذلك ميلها ونزعتها نحو cake تحت عمق الضغط في أكوام التخزين الدوكما bulk . وكما تم الإشارة في قسم سابق ، الأسمدة عند مركز كومة تخزين الدوكما تكون مُصانة ومحفوظة بشكل فعال من تدخل الرطوبة وذلك بواسطة المادة المحيطة وهكذا فإن المحيط الموجود هناك يكون مماثلاً لذلك في الصندوق للرطوبة . كذلك ضغوط التخزين في أكوام ذات الارتفاع المعتدل تقارب الضغوط في ركام الصناديق (انظر فصل سابق) تأثيرات ضغوط التخزين . الميزات الرئيسية لاختبارات التخزين بالصندوق الكبير هي الاعتماد والوثوق بالنتائج والحاجة المحدودة لمعدات وتجهيزات متخصصة . والمساوئ تشتمل على مايلي :

1- الاختبار لا يعتبر اختباراً معجِّلاً ولذا فإنه يكون ذو قيمة محدودة بالنسبة لضبط نوعية المنتج .

2- كمية كبيرة نسبياً من المادة تكون لازمة .

3- مساحة اختبار أضخم نسبياً تكون مطلوبة ولازمة .

4- بناء وإنشاء ركام وأكوام الصناديق أو تطبيق ضغط آخر هو عملي كثيف .

5- التنبؤات والتوقعات الوسطية تستلزم جيداً ملحوظاً في فصل وإعادة بناء الأكوام (الركام) .

الطرق المذكورة من أجل تنفيذ اختبارات تخزين الصناديق تكون عادة مماثلة . الطرق التالية تستعمل حالياً من قبل TVA وتمثل طرقاً مبسطة للطرق المذكورة مسبقاً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1- الاختبار قد تم في صناديق أسمدة ذات حجم 50Ib (250) كغ من بولي ايتلين ذات طبقة وحيدة وبثخانة جدارية تصل إلى 7mil . الصناديق تكون من نوع ملى الصمام . في بعض الاختبارات الصناديق العلوية ذات بول ايتلين 60 mil تستعمل من أجل التمكن والقدرة على الاحتفاظ على رطوبة إضافية . وبما أن المواد الاختبارية تختلف في كثانة الدوكما bulk فإن وزن المادة المستعملة يُعدل من أجل تأمين ملئ الصناديق إلى حجمهم المصمم والمعد لذلك .

2- ومن واحد إلى خمسة صناديق من المادة الواجب اختبارهم يتم تكومهم بشكل عمودي ، وقطعة من الخسب الرقائقي 17 في 30 إنش (43 في 76سم) توضع في أعلى الصندوق . ومن ثم ، عشرة صناديق (100Ib) من الرمل تكوّم على هذا اللوح من الخشب الرقائقي . وكامل الكومة من الصناديق تعد وتحضر ضمن هيكل خشبي سائب وذلك لمنع انقلاب الكومة . الضغط الناشئ (3.5-4.0 Ib) /انش2 (0.25-0.28)كغ/سم2 على صناديق الاختبار يكون مكافئاً ومساوياً لذلك الضغط الموجود عند أسفل كومة مؤلفة من 20 صندوق ذو الوزن 50 Ib (22.7) كغ من الصناديق . وصورة للصناديق تحت هذا الاختبار موضحة في الشكل (9) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



50-pound test bags under ten 100-pound bags of sand



3-pound test bags under 130-pound lead weights

Figure 19. Fertilizer Storage Tests in Large and Small Bags.

3- اختبارات التخزين تتم وتجري في مستودعات غير مسخنة كبيرة وضخمة ذات تركيب (إنشاء) قرميدي مفرغ وبأرضية اسمنتية . كل كومة اختبارية تتوضع على صندوق مصطنع يتوضع على أرضية خشبية وذلك لعزل وفصل صناديق الاختبار عن الأرض . النوافذ والأباجورات (فتحات التهوية) التابعة للبناء تبقى مفتوحة وهكذا فإن تكييف المستودعات المفتوحة العادية قد يضاعف . وبما أن الأسمدة عادة تكون في صناديق صادة للرطوبة فإن الرطوبة الداخلية من خلال النوافذ المفتوحة ليست أمراً هاماً ، ولكن النوافذ المفتوحة تنفع في مضاعفة تبدلات وتقلبات درجة حرارة المستودعات المفتوحة .

4- الفحص والتحسس يتم توقعها عند فواصل وفترات زمنية تصل إلى , 1 3 , 6 , 9 , 12 شهراً . المنتجات التي تنمي وتزيد أي كمية قابلة للتقدير من caking في شهر واحد يحتمل بها أن تنمي وتزيد caking جديّي خلال التخزين الطويل من جهة أخرى ، المنتجات التي تبقى خالية من الكتل خلال الشهر الأول لا تبقى بالضرورة خالية من جدي وهام خلال تخزين آخر وإضافي والطريقة الواجب اتباعها عند وقت الفحص والتحسس .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الصناديق العشرة العلوية تزال وصندوق الاختبار يُفحص ويتفقد من أجل تثبيت الصناديق بدون تحريكه ونقله من موضعه ومكانه الأصلي . جهاز التشغيل (عامل التشغيل) يتحسس الصندوق ويصنف مجموعة الصناديق حسب التالي: لاشي(O) ، خفيف(L) متوسط (M) أو قاسي . تثبيت الصندوق ليس إشارة يعوّل عليها لدرجة caking ولكنها عامل هام في إرضاء الزبون بالمنتج .

ب- الصندوق بعد ذلك يسقط مرة واحدة على الطرق الرفيع من ارتفاع 3 أقدام على الأرض الاسمنتية وذلك لتقليد وتصنّع مفعول المعالجة العادية ، الصندوق بعد ذلك يقطع ليُفتح والمادة تغربل بشكل لطيف جداً (بدون تكسر وتحطم الكتل) وذلك لتحديد نسبة 1/2 + إنش 1.3سم من الكتلة .

جـ- قساوة الكتل تُقدر بواسطة السحق في اليد ، التقديرات والمعايرات للحفيف ، المتوسط(M) أو القاسي (H) معطاة وموضحة . الكوم والكتل الخفيفة هي تلك التي سوف تتحطم بشكل سهل بواسطة معظم آلات التطبيق والمستعملة . الكتل المتوسطة بشكل طبيعي لن تتحطم وتتكسر بواسطة آلات ولكن يمكن أن تُسحق بشكل مقنع مع بعض المعالجة الخاصة . الكتل القاسية لاتكون عادة مقبولة لأي استعمال .

د- نتائج الفحص تذكر وتعلن في طريقة مختصرة وذلك لإعطاء تثبيت الصندوق ، الكتل المئوية وقساوة الكتل . وعلى سبيل المثال ، التقدير M متوسط (L) خفيف سوف يشير إلى تثبيت صندوق متوسط ، و% 10 من زائد 1/2 إنش (1.3) سم من الكتل بعد اختبار السقوط وتقدير قساوة خفيفة-للكتل .

ومن غير الممكن إعطاء قاعدة عالمية عن إلى أي درجة من caking يمكن احتمالها ، لأن المعدات والمستلزمات تختلف بشكل واسع في مناطق مختلفة ولاستعمالات متنوعة . وبينما التطبيق الميكانيكي يستخدم ، فإن التحرر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكامل من الكتل يكون مرغوباً بشكل عالي ولكن القليل (إلى مايزيد عن 15 %) من الكتل الخفيفة فقط قد يكون مقبولاً .

وبالنسبة للإستعمال اليدوي ، حيث الجهد واليد العاملية متوفرة وكل صندوق يمكن أن يتلقى معالجة منفردة ومستقلة فإن نسبة عالية من الكتل ووجود الكتل ذات القساوة المتوسطة قد لا تعتبر غير قابلة للتحمل .

اختبارات تخزين بالصندوق الصغير :

بعض من مساوئ اختبارات تخزين الصندوق كبير يمكن تحاشيها وتفاديها وذلك بضبط الاختبارات في صناديق صغيرة . مثل هذه الاختبارات يمكن إعدادها بكميات أصغر من المادة والحاجة الملحة من أجل معالجة صناديق اختبارية ثقيلة وصناديق مصطنعة يتم تفاديه وتحاشيه .

الشكل (9) يوضح سلسلة من اختبارات الصندوق الصغير والتي تتم وتنجز من قبل TVA ، في هذا الاختبار حجم الصندوق يكون حوالي 3Ib (1.4 كغ) حيث أن الحجم المملوء 12×7×12 سم والضغط يطبق ويستعمل بواسطة 130 Ib في (59 كغ) وفي الاختبارات للصندوق الكبيرة التدابير الاحتياطية تُتخذ لضمان وتأكيد أن الصناديق تكون كقيمة (غير منفذة) للرطوبة والصندوق الصاد للرطوبة يُستعمل والصندوق الأعلى من بولي ايتلين يستعمل لحفظ وحماية إضافية . الضغط في الاختبار كما حُدّد وعين بواسطة والمنطقة السطحية الحاملة على الصناديق يكون نفسه (حوالي 4Ib/انش) (0.28كغ/سم2) كما في اختبارات الصندوق الكبيرة . وفي حالة اختبار الصندوق الكبير وليس هذا اختباراً مسرِّعاً ومعجلاً فإن نترات فحص وتحسس تصل إلأى 1 , 3 , 6 , 9 , 12 شهراً قد تستعمل . موقع وموضع التخزين والفحمص وطرق التقييم تكون تماماً كما هي مذكورة أعلاه بالنسبة للصناديق الكبيرة (الضخمة) ماعدا استعمال للصندوق الصغير قبل أن يتم اكتشاف أن الفتح يعطي علاقات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وصلات متبادلة مع النتائج في الصناديق الضخمة . وبهذا التعديل ، النتائج في الصناديق الصغيرة وُجد بأنها إشارة ودليل جيد لميزات وفوائد التخزين في الصناديق الضخمة . وبسبب الحجم الصغير نسبياً للأكوام الاختبارية للصناديق الصغيرة ، فإنه من الملائم والمناسب إجراء اختبارات خاصة في مناطق ذات درجة حرارة مضبوطة . مثل هذه الاختبارات قد دلت وبينت أن درجة الحرارة المرغوبة الثابة (90° فهرنهايت) تعطي تسرع طفيف يفوق ذلك الناشئ عن اختبارات المكتنفة .

ولكن ، الاختلاف الصغير يحتمل أنه لا يبرر استعمال ضبط وتحكم خاص بدرجة الحرارة في اختبار روتيني لتغير لدرجة الحرارة ، بالمثل ، لم يُعتبر أمراً نافعاً ومفيداً .

اختبارات caking المسرعة :

اختبارات متعددة ظهرت من أجل قياس الميل نحو caking للأسمدة بدون الانتظار أو التحمل خلال الفترات الطويلة من التخزين . وقد بين D CThompson. أنه في عام 1972 مؤلفاً ومرجعاً قد وضح وكشف عن دراسة ووصف لـ 41 اختبار مماثلة لهذا الاختبار . والدوافع والحوافز لمثل هذا الاختبار واضحة ومعروفة . ومع النتائج القابلة للحصول عليها بسرعة ، فإن مثل هذا الاختبار يمكن أن يستعمل من أجل انتاج وتقديم تحكم نوعي أو كقاعدة وأساس من أجل قبول أو رفض الأسمدة تجارياً . كذلك الحصول على النتائج وبسرعة وبكميات صغيرة من المنتج سوف يسّهل دراسة البحث للعوامل التي تؤثر على caking بالنسبة للأسمدة .

ولسوء الحظ ، قد تبين أنه ولا واحد من هذه الطرق قد اعتبر أنه يعول عليه بشكل كامل من أجل التطبيق والاستعمال على مجموعة متنوعة واسعة من الأسمدة وكنتيجة فإنه ليس هناك قبولاً تماماً للاختبارات المسرعة واستعمالهم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يكون محدوداً ومقتصراً على دراسات الأبحاث ولتلك الخاصة باستعمالات ضبط والتحكم بالنوعية والتي فيها العلاقات والصلات المتبادلة الاختبارية يمكن أن تكون وبميزات وصفات منتج خاص ونوعي . بالنسبة لهذه الاستعمالات ، فإنه هناك قيمة ملحوظة في اختبار caking مسرِّع: وبشكل أساسي كل الطرق الاختبارية المسرّعة تتضمن وتشتمل على العمليات الأساسية التالية .

1- تخزين ذو أمد قصير لعينة صغيرة من الأسمدة تحت الضغط وشروط تخزينية أخرى والتي عادة تكون أكثر شدة مما هي عليه في تخزين الأسمدة العادية والتي تكون مصممة لتعزيز وتنشيط caking للعينة .

2- القياس والتقدير سريع التأثر لقساوة cake المتشكل .

وكما ذكر سابقاً من Thompson الشروط والظروف المستعملة لتعزيز للعينة يجب ألا تنحرف وبشكل عنيف عن تلك التي تواجه في التخزين الفعلي . على سبيل المثال ، بعض الاختبارات بينت أنه في هذه الاختبارات الهواء الرطب يُسمح له بتماس والاتصال مع العينة خلال فترة تشكل cake . وكما ذكر سابقاً ، هذا الوضع لايسود إلا في صناديق سمادية صامدة للرطوبة أو ضمن أكوام التخزين الدوكما . وهكذا فإنه ليس وضع مشروعاً بالنسبة لاختبار التخزين . النتائج المستحصل عليها في مثل هذه الاختبارات سوف لن تكون دليلاً ومؤشراً على النزعة والميل نحو caking تحت شروط تخزين عادية ومن أجل أن تكون الاختبارات المسرَّعة بذات نفع وفائدة فإنها يجب مثل اختبارات تخزين الصندوق أن تتم مع العينة المحفوظة بعيداً عن دخول أو خروج الرطوبة . الشروط التي استعملت لتسريع تشكل cake في عينات محفوظة تتضمن: 1- حفظ أعلى من الضغط العادي . 2- درجة حرارة أعلى من درجة الحرارة العادية . 3- درجة حرارة متغيرة دورياً . من المحتمل أن تكون زيادة الضغط مشروعة كوسيلة من أجل إحضار وتقريب حبيبات السماد إلى تماس أكثر قرباً وهكذا يتم تعزيز وتنشيط cake أقوى على الرغم من أنه في بعض الاختبارات ، الزيادة في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

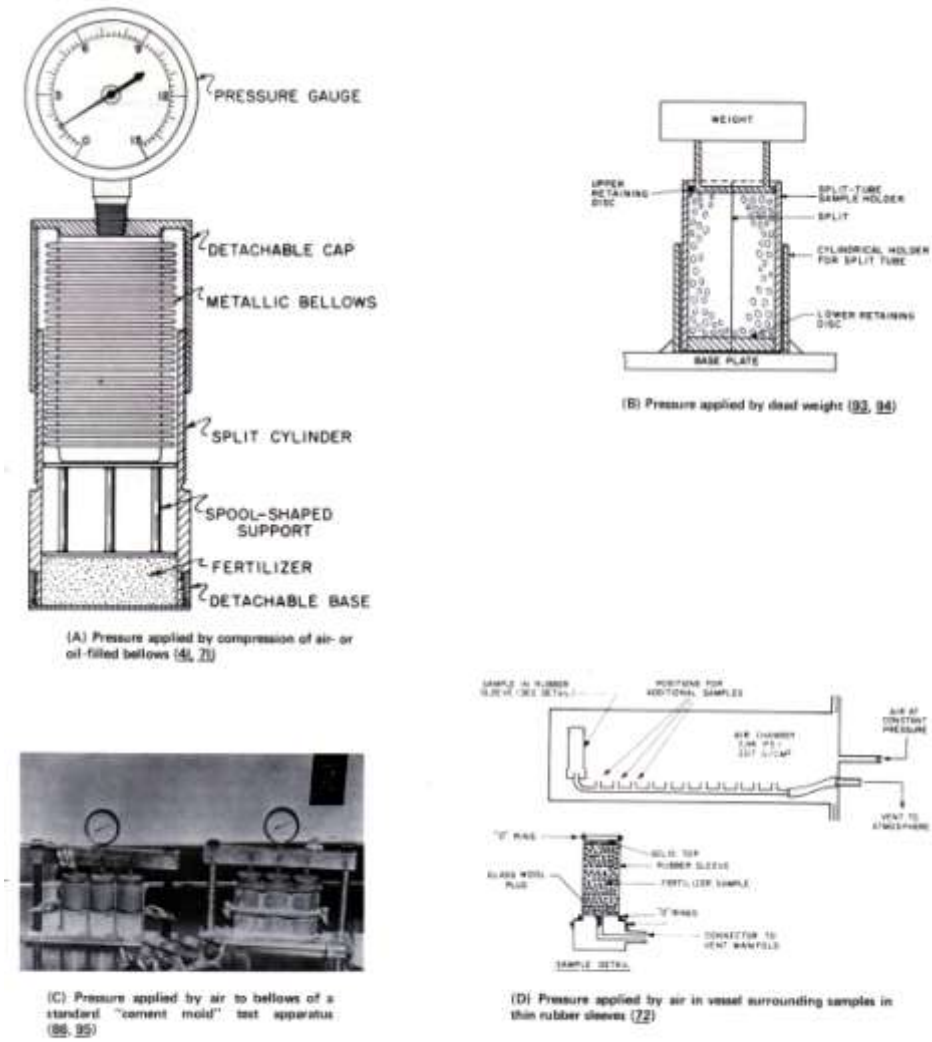
الضغط قد نقلت إلى النقطة والتي عندها قوة السحق للحبيبات قد وزادت . الرفع المعتدل لدرجة الحرارة كذلك سوف يبدو مشروعاً كوسيلة من أجل تسريع تفاعلات . التغير الدوري لدرجات الحرارة في اختبارات محدودة في TVA لم تُسرِّع بشكل فعال caking الأسمدة المختبرة ، كذلك قد تم ملاحظة أن درجة الحرارة ضمن الكوم الدوكما أو مناطق التخزين الصندوقي الضخم تظهر دوران قليل أو أنها لا تظهر أبداً وحتى مع استعمال أكثر الشروط شدة وصرامة والتي تعتبر مشروعة لتعزيز وتنشيط caking فإنه عملية caking لبعض أنواع الأسمدة لايمكن تسريعها بشكل فعال وكافي وذلك لجعل وتمويل الاختبار المسرَّع مفيداً ونافعاً .

والمثال المطابق هو اليوريا ، والتي لا تشكل عادة cake في الاختبار المسّرع تحت شروط اختبارية مشروعة هذا البطئ الطبيعي لبعض عمليات caking يبدو وكأنه العائق والعقبة الوحيدة في وجه تطور ونمو اختبار مسرَّع نافع ومعين عالمياً . اختبارات caking المسرعة تختلف في المعدات والمستلزمات والشروط المستعملة لتشكيل cake السمادي أو في المعدات اللازمة والمستعملة لقياس وتحديد قساوة cake .

أنماط وأنواع متعددة من المعدات المستعملة لتشكيل cakes اسطوانية موضحة في الشكل 20 . وفقط الاختبارات التي فيها cakes تتشكل تحت شروط محفوظة تكون مشتملة ومتضمنة وبالنسبة للاختبارات الموضحة في الصور ، الضغوط المستعملة المتراوحة من حوالي 0.2 كغ/سم2 إلى 1.7كغ/سم2 (24psi) . فترات الاختبار المقياسية تتراوح من 7 أيام إلى 28 يوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



(A) Pressure applied by compression of air- or oil-filled bellows (41, 71)

(B) Pressure applied by dead weight (93, 94)

(C) Pressure applied by air to bellows of a standard "cement mold" test apparatus (86, 95)

(D) Pressure applied by air in vessel surrounding samples in thin rubber sleeves (72)

Figure 20. Some Methods Reported for Forming Fertilizer Cakes in Accelerated Caking Tests.

التفاصيل يمكن الحصول عليها من مراجع المؤلفات المشار إليها . في كل الاختبارات الموضحة ، درجة caking كانت تُقدر وتقاس كقومة عامودية لازمة لتكسير cakes الناتجة . في بعض الاختبارات الأخرى مع cakes اسطوانية caking قُدّر وتم قياسه بواسطة تغلغل واختراق بانوميتر مدبب كرأس الإبرة أو بواسطة القوة اللازمة من أجل قرص ذو قطر صغير وذلك لاختراق وتكسير السدادة من cake . واختبار caking مسرَّع آخر يشتمل على تشكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

cake ضمن اسطوانتين معدنية مكوّمة بشكل عامودي ودرجة caking تقاس كقوة قص أو كأنها القوة القاصة اللازمة لتكسير cake عند نقطة ملتقى للاسطوانات . وهناك نوع ونمط آخر من اختبار المسرع يتضمن استعمال الضغط على صناديق بلاستيكية صغيرة جداً من الأسمدة وقياس كمية caking بواسطة طريقة معيارية مقياسية .

التوافق والملاءمة الكيمائية في الخلطات :

الخطوة الأولى باتجاه تحضير وإعداد أسمدة مخلوطة وممزوجة bulk-blended ومن نوعية جيدة تكون في اختيار المكونات التي تكون متوافقة ومنسجمة كيماوياً . ولحسن الحظ ، هناك فقط القليل من التوليفات لمواد الأسمدة الأساسية والتي يمكن أن تعطي وتسبب مشاكل ضمن هذا السياق . عدم التوافق والتلاءم الكيماوي للمواد قد يأخذ شكل تطور ونمو حراري في blend أو زيادة للرطوبة ، أو توليد الغاز أو caking . هذه الأنواع من عدم التوافق والملاءمة يمكن كشفها وبيانها بشكل أفضل في اختبار الصندوق الضخم أو الصغير ، ولكن الاختبار بالزجاجة البسيط يكون نافعاً ومفيداً وفي اختبار بالزجاجة فإن blend محضرة حديثاً تكون مغطاة ومسدودة بشكل محكم في قارورة زجاجية 4-Zo) ومختبرة في خزانة ذات حرارة معتدلة (86 فهرنهايت ، 30° درجة مئوية) وتفحص بعد فترات تتراوح من يوم واحد إلى شهور متعددة ، الفحص يكشف ويبين وجود أي من الرطوبة ، caking ، انحلال تشكل لغاز مؤذ وضار بالصحة . والنوع والنمط الآخر من عدم التوافق والتلاءم والتي تُصادف من حين لآخر هو التخفيض الزائد والمفرط للرطوبة الحرجة . وكما تم الإيضاح في فصل سابق فإن الرطوبة الحرجة لخلطة مكونة من مادتين تكون عادة أدنى من الرطوبة الحرجة لكل مادة لوحدها . وإن كان التخفيض زائداً أو مبالغاً فيه فإن الخلط قد تكون مسترطبة جداً من أجل المعالجة وحتى في المناخات الرطبة بشكل معتدل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فقط. ونفس الأمر بالنسبة لخلطات من نترات الأمونيوم مع اليوريا والتي لها رطوبة حرجة تصل إلى 18 % . هذا النوع والنمط من عدم التوافق قد لايُكشف عنه في اختبارات صندوق أو زجاجة لأن الهواء يستثنى ويبعد . وللشكف عن هذا النمط من عدم التوافق والتلاءم الخليط يجب أن يُهرض لتحديد الرطوبة الحرجة المعيارية . وفي غياب معدات وتجهيزات ذلك النوع من الاختبار ، فإن فحصاً قاسياً للاسترطاب الزائد والمفرط يمكن أن يتم ببساطة بواسطة التعريض والكشف لعينة من الخلطة في حوض مفتوح ، لهواء جوي خلال فترة من الرطوبة المعتدلة . وإن كانت الخلطة بشكل مفرط مسترطبة ، فإن ترطيباً واضحاً عادة سوف يحدث خلال ساعات محددة . المادة المعيارية ذات الاسترطاب المعروف كمثل نترات الأمونيوم ، يمكن أن تكشف بشكل متزامن من أجل الموازنة والمقارنة . الملاءمة والتوافق الكيماوي لبعض مواد الأسمدة والمعروفة المستعملة في bulk-blends موضح في الشكل 21 .

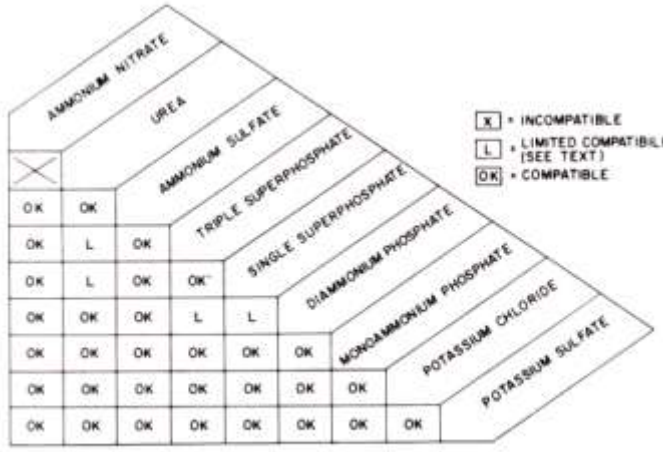


Figure 21. Chemical Compatibility of Blend Materials (18).

الاتحاد غير المتوافق بشكل كامل والوحيد هو نترات الأمونيوم مع اليوريا كما درس ذلك أعلاه . ولكن اتحاد من اليوريا مع ثلاثي سوبرفوسفات أو عادي والمعطى توافق وتلاءم محدود (تقدير ومعايرة في الشكل ، يمكن أن تكون غير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

متوافقة بشكل كامل ، وذلك بالاستناد على محتوى الماء (الماء الحر+ ماء الماءات) لسوبر فوسفات . إن السبب في عدم الملاءمة والتوافق هو التفاعل الكيماوي بين اليوريا وأحادي هيدرات فوسفات أحادي الكالسيوم ، وهو المكون الوحيد لسوبرفوسفات ، هذا التفاعل يحرر ماء التميؤ ويسبب ويؤدي إلى التصاق شديد . خلطات ومزيج من فوسفات ثنائي الأمونيوم مع سوبرفوسفات كذلك موضحة في الشكل لتكون ذات ملاءمة وموافقة محدودة لأنه ، في بعض اختبارات التخزين ذات الأمد الطويل في الصناديق ، التفاعلات بين هذه المواد قد سببت وأدت إلى caking .

تشكل الغبار والتصاق (عوامل التهيئة) :

إن تشكل الغبار للأسمدة الأسمدة هي ميزة غير مرغوبة ، وفي السنوات الأخيرة ، هذه المشكلة قد افترضت وتطلبت اهتماماً زائداً وذلك بسبب . (1) النزعة والاتجاه نحو المعالجة bulk ، في تفضيل على الصناديق و(2) التأكيد الحالي (اليوم) يكون على علم البيئة والمحيط النقي والنظيف ، عملية التحبيب تقوم بالكثير للتقليل من تشكل الغبار للأسمدة ولكنها من حين لآخر تحل بشكل كامل المشكلة ، الأسباب المعروفة لتشكل الغبار للمنتجات المحببة تتضمن التالي:

1- المعايرة حسب القياس غير الكافية .

2- ضعف الحبيبات (التفسخ والانحلال لتشكيل الدقائق) .

3- الالتصاق الضعيف لغبار anticaking Conditioner

4- تشكل وتكون بلورات سطحية دقيقة على الحبيبات التي بشكل لاحق تحتك وتتآكل لتشكل الغبار انظر الشكل (18) . التشكل البلوري قد يُسبب بواسطة التفاعل الكيماوي أو النمو البلوري خلال التبريد في المستودع إن المشاكل الخاصة بتصنيف الأسمدة حسب المقياس وقساوة الحبيبة قد درست في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

جزء سابق . الفقرة 1 و 2 أعلاه الفقرة (3) حول مشكلة التصاق Conditioner تدرس أدناه . التفاعل الكيماوي وتشكل الغبار السطحي الناتج الفقرة (4) كسبب من أسباب الغبار قد تمت ملاحظته في حالة فوسفات ثنائي الأمونيوم المحبب وفي الأسمدة الممزوجة وحالياً ، المقياس الشافي الأساسي والمستعمل هو رش المنتجات بنسبة صغيرة (حوالي % 0.5) من الزيت النفطي وذلك لربط وضم الغبار بالحبيبات .

تصميم اسطوانات التكييف والتهيئة :

بعض الأسمدة على سبيل المثال ، نترات الأمونيوم وبعض منتجات المحببة ذات النتروجين المرتفع تتطلب تغطية وطلاء بنسب صغيرة % (1-4) من Conditions المقسمة بشكل دقيق وناعم وذلك لمنع caking خلال التخزين (انظر فصل سابق) . المواد الغبارية المستعملة عادة تتضمن ترابة دياتومي ، تالك ، طفل كاولين ، الطباشير والكاولين المعالج عضوياً أو التراب الدياتومي التشكل الغباري للأسمدة يكون نتيجة للإلتصاق الضعيف لـ من النوع الغباري على السطوح الحبيبة . وواحد من المقاييس المقوّمة والمستعمل هو استعمال رش ورذاذ زيت نفطي لتعزيز وتنشيط الالتصاق أو conditioners (انظر فقرة لاحقة) ولكن مثل هذه الإضافة من الزيت إلى نترات الأمونيوم أو المنتجات ذات النترات العالية ليست مسموح بها وذلك بسبب خطر التفجر لخلطات زيت – النترات . وبالنسبة لمثل هذه المنتجات فإن الحل لمشاكل تشكل الغبار يكمن في (1) اختيار غبار مع ميزات التصاق جيدة (2) استعمال conditioner بطريقة والتي سوف تعزز الالتصاق الجيد . الجزء الأكثر فعالية واستعمالاً من المعدات والتجهيزات من أجل تطبيق واستعمال غيار conditioner هو استعمال اسطوانة (برميل) دزار (اسطوانة تهيئة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتكييف) والتي فيها المفعول الاحتكاكي والدلفنة للحبيبات يعزز التصاق conditioner .

وفي دراسات للاسطوانات عند TVA فعل وتأثير الجزيئات في اسطوانات كان قد حُلل وقد وجد أن درجة التصاق كانت من وظيفة وكل مسافة وبُعد التراكم ، والتي خلالها الحبيبات كانت تُلف في الاسطوانة (البرميل) . وبالنسبة لاستعمال طفل كاولين مماثل فإن مسافة اللف والدلفنة التي تصل إلى حوالي 500 قدم (152 م) تضمن وتكفل التصاق جيد ، بينما مع التراب الدياتومي ، مسافة اللف والدلفنة والتي تصل إلى (1,000-1,200) قدم (305-365) م قد تبين وأشير إليها إلى أنها مرغوبة ومطلوبة . المساواة والمعادلات قد تطورت ونمت أيضاً بحيث يمكن استعمالها لتحديد حجم الاسطوانة وشروط التشغيل اللازمة لإعطاء قسم مسافة بُعد لف ودلفنة مرغوبة ومطلوبة . وبالاعتماد على هذه المعادلات المخطط التصميمي والموضح في الشكل (22) قد ازداد وتطور .

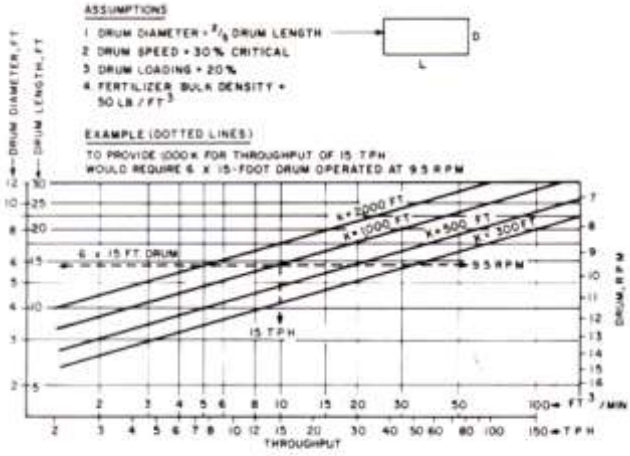


Figure 22. Size and Rotation Rate of Nonflighted Conditioning Drum Required to Give Granules Various Roll Distances (K).

الرسم والمخطط البياني يكون نافعاً من أجل فحص صلاحية الاسطوانات الموجودة بالإضافة إلى تصميم من اسطوانات حديثة . فإن كانت اسطوانة ذات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قطر مختلف بحيث أن معدل ونسبة الطول عن ذلك هي (2/5) والتي عليها الرسم والمخطط البياني يعتمد ، فإن القيمة لـ K المستحصل عليها لذلك القطر يجب أن تعدل في نسبة مباشرة حسب طول الاسطوانة الفعلي .

قياس وتقدير تشكل الغبار Dustiness أو التصاق Conditioner :

إن طريقة مذكورة لقياس وتقدير غبار الأسمدة أو التصاق تشتمل (وتتضمن) على غربلة بسيطة بغربال دقيق يصل عدد شبكانة إلى 35-20 شبكة وكذلك وزن كمية الغبار الدقيق . ولكن في دراسات TVA لالتصاق conditioner قد لوحظ أن الفعل الاهتزازي لأسلاك الغربال ضد جزيئات الأسمدة تميل وتنزع فعلياً إلى دمج بعض علة سطوح الجزيئات وهكذا فإنها تعطي قيم التصاق عالية ومزيفة غير حقيقية . وللحصول على قيم أكثر واقعية وحقيقية فإن برج إزالة الغبار الموضح في الشكل (23) قد تطور البرج هو عبارة عن أنبوب وقناة زجاجية بقطر 3/8-3 إنش وبارتفاع 25 إنش ومزود بسبع صفيحات قابلة للنقل ذات غربال بثقب (1/2) إنش (1.27) سم . وتيار هوائي يبلغ سرعته 3ft ثانية (0.91 م/ثانية) يمرر باتجاه الأعلى من خلال البرج بينما عينة موزونة بشكل دقيق تصل إلى 250 مل من الأسمدة تصب وتسكل باتجاه الأسفل . الغبار السائب يُنفخ خارجاً من خلال القمة . إن خسارة الغبار تتحدد عن طريق وزن العينة قبل وبعد الصب . وقد وجد خسارة غبار إضافي تقترب من الصفر بعد حوالي ست ممرات متلاحقة للعينة خلال البرج . ولذلك فإن مقياساً ومبدأً من ست ممرات قد تم تبنيه والأخذ به .

وقيم قابلة للإنتاج كثيرة خاصة بالتصاق Conditioner قد تم الحصول عليها بواسطة هذه الطريقة . بعض من العمل والجهد قد بذل كذلك والذي فيه الغبار الخارج كان يجمع في مرشح ويوزن ، هذه الطريقة كانت مقنعة ومرضية كذلك وبرج إزالة الغبار المذكور يجب أن يكون قابل للإستعمال كذلك من أجل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تحديد وتعيين التشكل الغباري للأسمدة غير Conditional . وبعض من العمل والجهد المبشر كذلك قد بذل والذي فيه عينات الأسمدة كانت تعرض للتآكل والحك بكرات فولاذية في اسطوانة صغير (انظر فصل سابق) (مقاومة التآكل والحك) وبعد ذلك تمرر من خلال برج إزالة الغبار لتحديد كمية الغبار الناتج عن التآكل . وبما أنه قد وجد أن درجة التصاق Conditioner تعتمد على كمية الدلفنة التي تم تأمينها خلال عملية التغطية ، فإنه من الهام جداً أن طريقة تغطية معياري يمكن أن تستعمل في المخبر عند موازنة ومقارنة ميزات الالتصاق للعديد من Conditioners كمية الدلفنة الموجودة ضمن المدى الذي يمكن تأمينه في اسطوانات النبات .

الطريقة التالية كانت مصممة لمواجهة مثل هذه المتطلبات والمستلزما، التغطية تتم في اسطوانة دوارة مغلقة بشكل كامق بقطر 7.5” (19Cm) وبارتفاع 2.5” (6,4Cm) تدور على محور أفقي . وصورة الرسم التخطيطي لهذه الاسطوانة موجود في الشكل (23) .

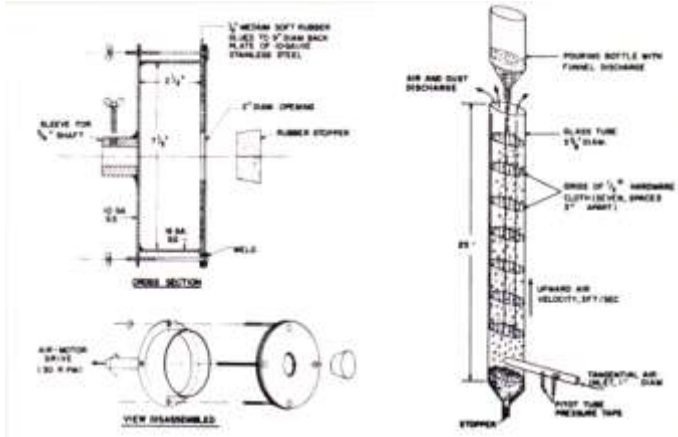


Figure 23. Equipment for Measuring Fertilizer Dustiness and Conditioner Adherence.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

النهاية والطرف المقابل للنقل تعتبر ميزة هامة وذلك لأنها تؤمن وسيلة للإفراغ الكامل بدون خسارة وفقدان للغبار السائل .

Flights قد تم حذفها والاستغناء عنها من الاسطوانة وذلك لأن الاختبارات قد دلت وأشارت إلى أن الالتصاق يكون أفضل بدون flights . وفي عملية ضبط وتحكم بالاختبار فإن شحنة تبلغ 250 مل من الأسمدة الخالية من الغبار توزن أولاً وتوضع في الاسطوانات وهذا يؤمن نسبة % 14 من تحميل الاسطوانة حجماً . بعد ذلك الدوران يعدَّل ويسوّى إلى 30 rpm . وبينما يستمر الدوران فإن الوزن المرغوب من Conditioner تشحن وبشكل سريغ خلال فتحة بقطر "2 والتي بعد ذلك تغلق بسدادة مطاطية . الدوران يستمر عند 30rpm لمدة 15 دقيقة ويتبعه إضافة من Conditioner . التقديرات والحسابات التي تأخذ بعين الاعتبار سرعة الاسطوانة القطر والحمولة يشير على أنه ، بزمن دوران قدره 15 دقيقة ، المسافة الوسطية والتي خلالها الحبيبة تدور في الاسطوانة تكون حوالي 700 قدم هذا القدر من الدلفنة تم اختياره من أجل الاختيار ، لأنه مع Conditioner التراب ثنائي الدياتومي ، ظهرت وبدت حرجة نوعاً ما . التدوير الأقل سببت بشكل هام التصاق مخفض ، بينما الدلفنة الإضافية أعطت وبشكل متقدم زيادات أقل وأصغر في الالتصاق .

ومع الطفل النقطة الحرجة كانت عند 300 Ft من مسافة الدلفنة تقريباً . مسافة وبعد الدلفنة بقدر 700ft والمستعملة في الاختبار تكون ضمن المدى القابل الممكن المحصول عليه في اسطوانات تغطية ذات مقياس plant مصمم بشكل ملائم . وفي نهاية الدقيقة (15) من فترة Coating (التغطية) الاسطوانة يُوقف ويزال من الإدارة بعمود التدوير . النهاية القابلة للإزالة بعد ذلك تتحرك بإتجاه الأعلى مفتوحة ومرفوعة . المحتويات بما في ذلك كل الغبار السائب تنقل بشكل كمي إلى مرطبات الوزن وتوزن على ميزان تحليلي وذلك في تحضيره وإعداده للمرور خلال برج إزالة الغبار . تحت شروط مثل هذ الاختبار

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الـ Conditioner يعتبر بشكل فائض غباري وذلك إن لم يكن الالتصاق بنسبة % 85 على الأقل ، الالتصاق بنسبة % (90-95) يتم ببعض اتحادات أو مجموعات مؤتلفة .

طريقة كمية أخرى معدة لقياس محتوى الغبار للأسمدة تتضمن عينة من 1.2 ليتر من الأسمدة بالهواء في وعاء مزود بقاعدة سفلية مسامية . الغبار يتم بالهواء ويُجمع في مرشح صوفي زجاجي . سرعة الهواء تكون 1.3 م/ثانية ، بحث أن جزئيات الغبار بقطر مايزيد عن 200 µm تزال . محتويات الغبار للأسمدة كانت قد ارتبطت واتصلت مع التشكل الغباري الملاحظ الفعلي في المعالجة bulk كالتالي :

Analyzed Dust Content, mg/kg	Observed Dustiness in Handling
< 200	Little dust emission
200-500	Some dust emission
500-1,000	High dust emission
1,000-2,000	Very high dust emission
> 2,000	Extremely high dust emission

ولبعض الأغراض والأهداف ، تقييم وتقدير نوعي لغبار السماد يكون كافياً ، الطريقة التالية وجد بأنها نافعة ومفيدة في TVA .

1- عينة ليتر واحد من الأسمدة وضعت في أسفل الإسطوانة شحن لوحي ليفي اسطواني وفارغ وبقطر 1 قدم وارتفاع 2 قدم والغطاء قد وضع على البرميل .

2- الحالة بعد ذلك تقلب وتعكس بسرعة بزاوية 180° حيث أن العينة تسقط على الطرف المواجه للعبوة .

3- بعد سنة من عمليات الانقلاب المتلاحقة ، الغطاء يزال وكثافة الغبار المعلق في البرميل قد تم ملاحظتها بشكل مرئي . إن لمعان شعاع ضوئي في الاسطوانة ساعدة في التقييم والتقدير المرئي . هذه الطريقة كانت مفيدة في مقارنة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وموازنة معالجات زيتية متنوعة لضبط والتحكم بالغبار . الزيوت ترش على عينات الأسمدة في اسطوانة دوار صغير ، بعد ذلك العينات المعالجة تُعرض لاختبار الغبار . وبعد فترات متعددة للتخزين للأسمدة المعالجة ، مقاييس الغبار تعاد وتُكرر لتحديد استمرار عمليات المعالجة . طريقة التغبر يحتمل أن تكون كمياً وذلك باستعمال مقياس لا إنفاذي لقياس وتقدير لا شفافية سحابة الغبار في البرميل الليفية بعد ستة انقلابات .

استعمال عوامل ضبط وتحكم الغبار :

من المفضل انتاج وتحضير أسمدة غير مغبرة بدون استعمال معالجة ضبط وتحكم بالغبار خاصة . في حالات متعددة ، هذا يمكن أن يتم بواسطة الاهتمام والانتباه الملائم اتجاه الغربلة الكافية والفعالية ، قساوة الحبيبة ، والاختيار المناسب واستعمال Conditioner . ولكن ، عندما لاتكون هذه الطرق فعالة بشكل كافي فأحياناً يكون من الضروري اللجوء إلى عمليات مضادة للغبار خاصة . كل عمليات المعالجة هذه والمعروفة أنها قيد الاستعمال تتضمن رش الأسمدة ببعض السائل الذي سوف يؤدي بحبيبات الغبار لأن تلتصق بالحبيبات أو أنها تتراكم وتتجمع وهكذا تصبح عالقة بالهواء خلال المعالجة .

أكثر السوائل المعروفة المستعملة هناك: الزيوت البترولية بحيث أن النسب المستعملة تتراوح من حوالي % (0.2-2.0) وكما ذكر سابقاً ، استعمال الزيوت على نترات الأمونيوم أو الأسمدة الممزوجة ذات المحتوى نترات الأمونيوم المرتفع ليس مسموحاً وذلك بسبب أخطار الانفجار . أكثر الزيوت فعالية تلك الزيوت التي لها نسبة لزوجة على الأقل 100 سي بولت (من الثانية) عند الدرجة 100° فهرنهايت (38° درجة مئوية) . والتي تكون مكافئة لـ 20 سينتي ستوك (واحدة لزوجة كنيماتية) ، بحيث أن معدلات اللزوجة الأعلى إلى حد ما (إلى مايزيد 500 سي بولت أو 100 سينتي ستوك) أحياناً تكون مفضلة بسبب فعالية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الربط الكبيرة وميل أقل لأن يمتص إلى داخل الحبيبات خلال التخزين مع خسارة ناتجة للفعالية . كذلك الزيوت الأكثر لزوجة لها ميل أقل للتغلغل وتطرية صناديق الأسمدة بولي ايتلين . زيت الوقود ذو الرقم (2) على الرغم من توفره بشكل واسع وذلك بسبب استعماله الواسع كزيت ديزل ليس مرغوباً بأن يكون عامل ضبط وتحكم بالغبار ، ولزوجته (حوالي 5 سيني ستوك) تكون منخفضة جداً وتطايره العالي يمثل خطر الحريق وقد وجد بأنه يسهم في تطرية صناديق بولي ايتلين 10 لزيوت ذات المحتوى البارافيني المرتفع تكون فعالة بشكل خاص . الزيوت التي تعتمد على النافتينك إن استعملت ، تتطلب استعمال السيور مطاطية مقاومة للزيت وخاصة على النواقل . بعض شركات البترول قامت بتسويق خطوط خاصة من زيوت ضبط الغبار . الزيوت الحاوية على أمينات إضافية تعتبر زيوت تعزز وتقوي ميزات ضبط وتحكم الغبار . الطريقة المفضلة لاستعمال الزيت أو أي مادة لاصقة سائلة أخرى تكون بالرش على طبقة الدلفنة للأسمدة ، في اسطوانة تغطية دوارة أو خلاط . الطرق المتغيرة والمتبدلة تتضمن الرش في النواقل ، على السيور أو على نقاط أخرى حيث تغطية معقولة للأسمدة يمكن الحصول عليها .

في معامل bulk-blending السائل يمكن استعماله من خلال فوهات وفتحات المرش أو مرش في الخلاط . السوائل غير الزيوت والتي قد استعملت لضبط الغبار تتضمن سوائل سلفينيت اللينفين ، الأسمدة السائلة والماء . هذه السوائل تكون مناسبة إن كان الماء المقدم لا يسبب caking خلال التخزين التالي . وغالباً ماتستعمل في وحدات bulk-blending ، حيث السماد يعد ويحضر من أجل الاستعمال المباشر .

نقطة الانصهار :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نقطة انصهار الأسمدة هي أمر ذو أهمية وذلك ضمن علاقتها بـ Prilling أو عمليات التحبيب المصهور الأخرى والتي فيها المصهور السائل يكون ضرورياً . نقطة الانصهار كذلك تكون بذات أهمية في عملية تجفيف الأسمدة التي تحبب بواسطة عمليات أخرى وذلك بما أنها تحدد درجة الحرارة العظمى في المجفف . نقطة الانصهار للمركبات النقية يمكن أن يحدد بواسطة طرق مقياسية وفي أغلب الحالات يمكن إيجادها في كتيبات . ولكن المواد غير النقية وخلطات من المركبات ليس لها نقاط انصهار محددة . TVA قد تبنت طريقة والتي تكون نافعة ومفيدة من أجل تحديد نقاط انصهار تقريبية لحبيبات الأسمدة . الطريقة تستفيد وتنتفع من جهاز Nalge Alklord الذي يتألف من قرص فولاذي لا يصدأ ثخين أو قالب والذي عليه حبيبة مفردة من السماد تسخن ببطئ بواسطة عنصر كهربائي مضبوط وموجه . درجة حرارة القرص تقاس بواسطة مقياس حراري زجاجي يدخل في القالب . الحبيبة تلاحظ من خلال 25 ميكروسكوب آلي ، بينما درجة حرارة القالب ترفع ببطئ حتى يتم رؤية الحوض المصهور متشكلاً حول الحبيبة . درجة حرارة الانصهار يتم تحديدها على حبيبات متعددة من كل مادة مختبرة ، والقيم كانت له وسطية . وقسم من جهاز الصهر موضح في الشكل (24) .

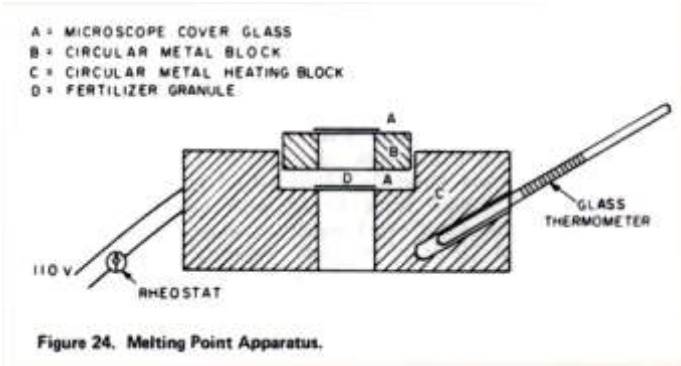


Figure 24. Melting Point Apparatus.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجدول (6) يوضح نقاط الانصهار للعديد من منتجات الأسمدة الاختبارية وبعض أملاح الأسمدة النقية والتي لها نقاط انصهار في مدى ملائم ومناسب لـ Prilling أو تحبيب المصهور .

TABLE 6. MELTING POINTS OF SOME FERTILIZER PRODUCTS

	Nominal Grade	Melting Temperature, °C
Urea-ammonium phosphate	21-42-0	153
Urea-ammonium phosphate	25-37-0	141
Urea-ammonium phosphate	29-29-0	145
Urea-ammonium phosphate	32-22-0	135
Urea-ammonium phosphate	36-18-0	130
Urea-ammonium phosphate	25-15-15	133
Urea-ammonium phosphate	17-27-17	143
Urea-ammonium polyphosphate[a]	22-44-0	123
Urea-ammonium polyphosphate[a]	30-30-0	126
Ammonium polyphosphate[b]	15-60-0	150
Ammonium nitrate	33.5-0-0	167
Urea	46-0-0	136
Ammonium phosphate nitrate	30-10-0	152
Ammonium phosphate nitrate	25-25-0	153
Nitrophosphate	26-13-0	148
Nitrophosphate[b]	20-20-0	152
Sodium nitrate[b]	16-0-0	308
Potassium nitrate[b]	13-44-0	333
Calcium nitrate (tetrahydrate)[b]	12-0-0	43
Sulfur[b]	-	120

a. Products with 30%-50% of P_2O_5 in the form of polyphosphates.
b. Melting points for pure compounds from Chemical Engineers' Handbook, J. H. Perry, ed., third edition, 1950.

الحموضة الفسيولوجية وقاعدية الأسمدة :

إن استعمال الأسمدة في الزراعة أحياناً يميل إلى تغيير درجة PH للتربة. والحموضة الفسيولوجية أو القاعدية للأسمدة هي مقياس للحد الذي إليه حموضة التربة أو القاعدية تتغير بواسطة استعمال ذلك السماد على المحاصيل. كذلك فإنها تدعى وتسمى حموضة كامنة ومتخلفة أو مكافئة أو قاعدية . الحموضة الفسيولوجية لسماد معطى عادة مايعبر عنها حسب الوزن لكربونات الكالسيوم التي سوف توازن وتعدل تأثير حموضة السماد على التربة ، وبالمثل، القاعدية الفسيولوجية تشرح حسب وزن كربونات الكالسيوم التي لها تأثير مماثل ومشابه على التربة .

التفاعل الفسيولوجي للأسمدة يجب ألا يخلط في مفهومه مع التفاعل الكيماوي ، فمثلاً اليوريا تتلحمه في التربة إلى أمونيا ، وبالتالي رفع درجة PH للتربة إلى مايقارب حبيبة اليوريا أي إلى ارتفاع 9 . ولكن الأمونيا تتأكسد في التربة تحت شروط هوائية ، أولاً إلى نتريت ثم إلى نترات . معظم المحاصيل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تستلزم النتروجين بشكل رئيسي على شكل نترات الذي يترك مخلفات حمضية في التربة . وهكذا ، كل النتروجين في الأسمدة يضيف كـ Acid-forming سواء أكان موجوداً مبدئياً على شكل نشادري ، نترات أو عضوية . ولكن ، نصف واحد من النتروجين يفترض فيه أن يكون حمض تشكيل . وهذا يكون عاملاً عملياً يعتمد على التجارب والاختبارات العضوية التي سوف تدرس لاحقاً .

إن التأثير على PH التربة لاستعمال الأسمدة لسنة واحدة وعند نسب ومعدلات عادية يكون صغيراً وعادة يمكن تجاهله ولكن التأثير التراكمي لسنوات عدة من التطبيق والاستعمال لسماد تشكيل الحمض يمكن أن يقلل ويخفض من PH التربة إلى النقطة التي عندها انتاج المحصول يتلف ويفسد بشكل جدي مالم تتعدل الحموضة باستعمال الحجر الكلسي أو مواقد قاعدية أخرى . من جهة أخرى ، استعمال أسمدة تشكيل الحمض على الترب القلوية والكلسية قد يكون نافعاً ومساعداً ، على الرغم من تأثير استعمالات الأسمدة العادية على PH التربة عادة يكون صغيراً في سنة واحدة . وهكذا فمقياس وتقدير كمي للحموضة أو القاعدية للأسمدة يكون نافعاً لإعلام المزارعين عن ضخامة التأثير الممكن لاستعمال الأسمدة على PH التربة . كذلك في بعض الحالات ، تعين وتساعد المصنعين لتشكيل وصياغة أسمدة حيادية فمثلاً بإضافة الحجر الكلسي . بعض الولايات التابعة للولايات المتحدة الأمريكية تتطلب الأسمدة المصنعة أو لاتشكيل حمضي ، ولكن عادة الأمر الاقتصادي ، يكون باستعمال الحجر الكلسي مباشرة على التربة وبفترات زمنية فاصلة على مدى عدة سنوات وعندما يكون لازماً بدلاً من اتحادها ودمجها في الأسمدة المركبة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الطرق لتحديد الحموضة والقاعدية :

التقييم والتقدير الكمي للحموضة والقاعدية للأسمدة يستند على عمل Pierre . العناصر الأساسية في تشكيل القاعدة والحمض هي :

Acid-Forming Elements	Equivalent Acidity (-) or Basicity (+), kg of $CaCO_3$ per kg of Element
S	-3.12
Cl	-1.41
P	-1.62
N	-1.79
Base-Forming Elements	
Ca	+2.50
Mg	+4.12
Na	+2.18
K	+1.28

في حالة كل العناصر ما عدا النتروجين والفوسفور ، العوامل تعتمد على قياس الاتحاد العنصري للمركبات الصرفة فعلى سبيل المثال ، الوزن الجزيئي لـ $CaCO_3$ هو 100 والوزن المكافئ للكبريت بافتراض أن يشكل ويكوّن سلفيت هو 32 . ولذلك الحموضة المكافئة سوف تكون 3.125 . وفي حالة العناصر الأحادية الفالينت ، فالوزن المكافئ للعنصر يكون ضعفي الوزن الذري . وعلى سبيل المثال الوزن المكافئ للبوتاسيوم هو ضعفي 39.1 أي 78.2 ، والوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم هو 1.28 وفي حالة الفوسفور فإن الأملاح المتعادلة هي الأملاح التي فيها واحد من أيونات الهيدرجين الثلاثة لحمض الفوسفور تعادل وتوازن (فوسفات أحادي الكالسيوم أو فوسفات أحادي البوتاسيوم على سبيل المثال . وفي حال النتروجين الحموضة تعتمد على المعامل الاختباري المطوَّر من قبل Pierre . وهكذا ، الحموضة أو القاعدية للعديد من الأسمدة يمكن حسابه من تحاليلهم الكيماوية . الطريقة التحليلية تطورت على يد Pierre وبعد ذلك تبنتها مع بعض التغيرات الولايات المتحدة من قبل Association of Official Agriculture Chemists OAC وخصوصاً من أجل الأسمدة المركبة . الطريقة تتكون من تحديد لمحتوى النتروجين الكلي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الذي يضاعف بالعامل المذكور أعلاه (1.79-) وذلك لتحديد الحموضة بسبب النتروجين . وفي تحديد منفصل ومستقل عينة موزونة من الأسمدة تخلط وتمزج مع كمية نوعية من محلول كربونات الصوديوم وعامل خفض أسود الكربون والمزيج يُنجز حتى يجف في كأس ومن ثم يُشغل في فرن إحماء خارجي إلى الدرجة (575-600)° درجة وهذا يقلل ويخفض من مركبات النتروجين . البقايا تعالج بزيادة محددة ومقدرة من حمض الهيدروكلوريك ومن ثم ترشح . بعد ذلك ، المحلول يقاس بالمقارنة مع محلول عياري بمحلول كربونات الصوديوم إلى درجة PH تصل إلى 4.3 ، باستعمال مؤشر ممزوج مختلط لـ اللون البرتقالي (المتيل واللون الأخضر لـ بروم كريسول . الحموضة أو القاعدية للأسمدة تقدر بواسطة الاختلاف والتباين بين قيم المعايرة بالتحليل الحجمي مقارنة مع التحديد الشكلي . الحموضة النقية هي مجموع جبري للحموضة ، وذلك بسبب النتروجين ، الذي يُحدد ويعين في الطريقة أعلاه . إن طريقة AoAc تتضمن وتشتمل على تصحيح وتعديل لـ P_2O_5 غير الذواب في الستيرات والذي يفترض به أن يكون صخر فوسفات غير متغير . إن قاعدية كمية من فوسفات ثلاثي الكالسيوم المكافئ والمساوئ لـ P_2O_5 غير الذواب في الستيرات في العينة مطروحة من القيمة المستحصل عليها بواسطة الطريقة التحليلية . وهكذا فإن قاعدية صخر فوسفات Tennessee الصرفة (33.8 % من P_2O_5) وذلك كما حددت من قبل Pierre كانت 50+كغ من $CaCO_3$ لكل 100 كغ من الصخر . القيمة المطابقة لصخر الفوسفات مع تعديل وتقويم AoAc المستعمل تكون 10+ . التعديل والتقيوم يستند على افتراض أن تفاعل صخر الفوسفات في معظم الترب يكون بطيئاً جداً كي يكون له تأثير على PH التربة . هذا الافتراض قد لايكون سائداً وساري المفعول على الترب الحمضية بقوة ومن أجل الصخور المتفاعلة . وكما ذكر في الفصل XII ، التأثير الكلسي لصخر الفوسفات يبرر ويسوغ الدراسة الإضافية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجدول (7) يظهر الحموضة أو القاعدية لبعض مواد الأسمدة المعروفة . والقيم الخاصة بها لمركبات النقية قد تم تقديرها . والقيم لمعظم المركبات التجارية تم تحديدها وتعينها إما بطريقة Pierre الأصلية أو تعديل AoAc إن مصادر هذه القيم هي : Form Chemicals Handbok طبعة عام 1977 و Commercial Fertilizer Year book (طبعة عام 1970) و Sauchelli`s Mainual on Fertilizer Manufacture الطبعة الثالثة عام 1963 .

TABLE 7. EQUIVALENT ACIDITY OR BASICITY OF SOME FERTILIZER MATERIALS

	Equivalent Acidity (-) or Basicity (+)	
	kg of $CaCO_3$/ kg of N	kg of $CaCO_3$/ 100 kg of Material
Pure Materials[a]		
Ammonia, 82.2% N	-1.8	-148
Urea, 46.6% N	-1.8	-84
Ammonium nitrate, 35.0% N	-1.8	-63
Ammonium sulfate, 21.1% N	-5.3	-112
Ammonium chloride, 26.1% N	-5.3	-139
Monoammonium phosphate, 12.1% N, 61.7% P_2O_5	-5.3	-65
Diammonium phosphate, 21.2% N, 53.8% P_2O_5	-3.5	-74
Monocalcium phosphate, 56.2% P_2O_5	-	0
Dicalcium phosphate, 52.2% P_2O_5	-	+37
Tricalcium phosphate, 45.6% P_2O_5	-	+64
Commercial Products		
Ammonium phosphate-sulfate, 16% N, 20% P_2O_5	-5.3	-85
DAP, 18% N, 46% P_2O_5	-3.5	-64
Sodium nitrate, 16% N	+1.8	+29
Potassium nitrate, 13% N, 46% K_2O	+2.0	+26
Calcium nitrate, 15% N	+1.4	+20
Superphosphate, 16%-48% P_2O_5		approx. 0
Phosphate rock, 33.8% P_2O_5		+56[b]
Bone meal, 34.5% P_2O_5		+61
Potassium chloride (all grades)		0
Potassium sulfate (all grades)		0
Kieserite and other magnesium sulfates		0
Gypsum		0
Calcitic limestones		+80 to +95
Dolomitic limestones		+90 to +100
Borax		+55
Calcium metasilicate, 48% CaO		+86[a]
Fused calcium magnesium phosphate, 20.2% P_2O_5, 32.1% CaO, 19.4% MgO		+93[a]
Rhenania phosphate, 28.0% P_2O_5, 40.2% CaO, 16.8% Na_2O		+79[a]
Sulfur, 100% S		-312[a]
Pyrites, 50% S		-156[a]

a. Calculated from analysis.
b. The value given for phosphate rock is that obtained experimentally by Pierre using the analytical procedure outlined previously. The effect of phosphate rock in neutralizing soil acidity is slow except on strongly acid soils, and it has practically no effect on neutral or alkaline soils. In the AOAC method the basicity of the citrate-insoluble fraction of the rock, calculated as tricalcium phosphate, is subtracted from the value found by analysis.

الجدول (7) يوضح أن سلفيت الأمونيوم ، الكلوريد والفوسفات هما حموض تشكيل حمضي بشكل قوي لكل وحدة من النتروجين لأن الحموضة بسبب النتروجين تزداد بواسطة الأنيون الحمضي اليوريا ونترات الأمونيوم هي مواد وسيطة بحيث أن حموضتهم تكون فقط لسبب محتواهم النتروجيني .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الصوديوم ، البوتاسيوم ونترات الكالسيوم مواد قاعدية وذلك لأن الحموضة بسبب النتروجين تكون أكثر من معادلة بواسطة قاعدية الكاتيون .

بعض التقييدات لتقديرات القاعدية والحموضة :

Pierre وصف وبالتفصيل تجاربه واختباراته عن تأثير أسمدة النتروجين على حموضة التربة . التجارب والاختبارات كانت تضبط بتربة رملية طينية Ceci (تربة الباما مع درجة PH مبدئية تصل إلى 6 . وفي اختبارات المستنبت الزجاجي مع سلسلة من أربعة محاصيل . والخلاصة أن النتروجين في الأسمدة هو تشكيل حمضي إلى حد نصف واحد من كمية مكافئة متكافئة من حمض النتريك تكون كمية اختبارية وعملية قد لاتتوافق وتنطبق على كل الترب والمحاصيل . وعلى سبيل المثال ، في زراعة الأرز في الترب المغمورة ، النتروجين النشادري الذي يوضع في منطقة تربة لا هوائية لا تُحول إلى نترات و take up على شكل نشادري من قبل نبات الأرز بدون زيادة لحموضة التربة . لذلك ، كمية النتروجين المفقودة بواسطة الترشيح والاستخلاص بالغسل أو الإذابة التطاير ، والتفكك ، تكون معرضة لـ تنوعات وتغيرات واسعة ولها تأثير على نسبة ومدى نمو وتطور حموضة التربة . في اختبارات المستنبت الزجاجي لـ Pierre لم يكن هناك ترشيح (استخلاص بالغسل أو الإذابة) ولكن تحديد وتعيين حموضة التربة قد تم على كل من التربة المغسولة وغير المغسولة . النتائج مع التربة المغسولة قد استعملت كقاعدة وأساس للتقدير والمعايير المعطاة في الجدول (7) لأنهم قد اعتبروا ممثلين لشروط الحقل حيث كمية من سقوط المطر كافية لاستخلاص وترشيح مواد ذوابة إلى التربة السفلية ، وفي الواقع هذه التقديرات والتحديدات تتفق وبشكل جيد مع بعض اختبارات الحقل . والتأثير على الحموضة كان أكبر وأعظم مع الترب غير المغسولة وخاصة بالنسبة لأملاح الأمونيوم كمثل سلفيات الأمونيوم . وفي حالة المناخات القاحلة حيث كمية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هطول المطر أو السقاية تكون غير كافية لإزالة بقايا الأسمدة الذوابة من التربة ، فإنه يبدو من الممكن أن تأثير كل من النتروجين والأسمدة الأخرى على حموضة التربة قد يكون مختلفاً تماماً .

Pierre كذلك لاحظ أن التأثير على PH التربة يعتمد بشكل قوي على طاقة تبادل الأساس للتربة ، على الرغم من أن التقدير حسب مكافئ كربونيت الكالسيوم كان تقريباً نفسه . وهكذا ، بينما نتائج دراسة Pierre تتصل وترتبط بشكل جيد مع اختبارات الحقل في الجزء الشرقي من الولايات المتحدة وفي انكلترا ، فإن استعمالهم وتطبيقهم على أجواء مناخلية أخرى ، أنواع من الترب، وأنظمة زراعية قد لاتكون دقيقة وصحيحة بشكل كمي .

دليل الملح :

من المعروف جداً أن التركيز المرتفع للأملاح الذوابة في محاليل التربة يمكن أن يسبب أدنى أو موت النبات أو تمنع البذور . إن مدى وحد الأذى يعتقد بأنه يرتبط بالضغط التناضحي لمحلول التربة . وتحت شروط عادية ، الأسمدة الموزعة بشكل متناسق عند نسبة استعمال عادية سوف لن تؤدي إلى تراكيز عالية بشكل كافي لتدمير واتلاف النبات . ولكن الاستعمال الموضعي في تماس مع البذور أو بالأيدي بالقرب من البذور أو بالقرب من النباتات النامية قد تسبب ضرر وتلف وذلك بالاعتماد على التوضع والتمركز ، معدل ونسبة الاستعمال واحتياطي رطوبة التربة . إن دليل الملح لأملاح الأسمدة والأسمدة المركبة هو دليل للحد أو المدى الذي إلى كمية معطاة من أسمدة متنوعة تزيد من الضغط التناضحي لمحلول التربة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

TABLE 8. SALT INDEXES OF SOME FERTILIZER MATERIALS

Materials and Analysis	Salt Index--Basis: Sodium Nitrate = 100	
	Per Equal Weights of Materials	Per Equal Weights of Primary Plant Nutrients[a]
Nitrogen		
Ammonia, 82.2% N	47.1	9.5
Ammonium nitrate, 35.0% N	104.7	49.4
Ammonium sulfate, 21.2% N	69.0	53.7
Ammonium nitrate--limestone, 20.5% N	61.1	49.2
Calcium nitrate, $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, 11.9% N	52.5	76.8
Calcium cyanamide, 21.0% N	31.0	24.4
Sodium nitrate, 16.5% N	100.0	100.0
Urea, 46.6% N	75.4	26.7
Nitrate of soda potash, 15.0% N, 14.0% K_2O	92.0[b]	52.3
Urea-ammonium nitrate solution, 32% N	74.2[b]	38.3
Phosphate		
Normal superphosphate, 20% P_2O_5	7.8	6.4
Concentrated superphosphate, 45% P_2O_5	10.1	3.7
Concentrated superphosphate, 48% P_2O_5	10.1	3.5
Monoammonium phosphate, 12.2% N, 61.7% P_2O_5	29.9	6.7
Diammonium phosphate, 21.2% N, 53.8% P_2O_5	34.2	7.5

(Continued)

TABLE 8. SALT INDEXES OF SOME FERTILIZER MATERIALS (CONTINUED)

Materials and Analysis	Salt Index--Basis: Sodium Nitrate = 100	
	Per Equal Weights of Materials	Per Equal Weights of Primary Plant Nutrients[a]
Potash		
Potassium chloride, 60% K_2O	116.3	32.0
Potassium chloride, 63.2% K_2O	114.3	29.8
Potassium nitrate, 13.8% N, 46.6% K_2O	73.6	20.1
Potassium sulfate, 54% K_2O	46.1	14.1
Monopotassium phosphate, 52.2% P_2O_5, 34.6% K_2O	8.4	1.6
Manure salts, 20% K_2O	112.7	93.0
Manure salts, 30% K_2O	91.9	50.6
Sulfate of potash-magnesia, 21.9% K_2O (langbeinite)	43.2	32.5
Miscellaneous		
Dolomite, 20% MgO	0.8	-
Magnesium oxide, 100% MgO	1.7	-
Gypsum, 32.6% CaO	8.1	-
Calcium carbonate, 56.0% CaO	4.7	-
Calcined kieserite, 33.5% MgO	38.7	-
Epsom salts, 16.4% MgO	44.0	-

a. Based on plant nutrients shown in column 1.
b. Calculated.

الدليل قد تطور على يد Rader من قسم الزراعة في الولايات المتحدة ، الدليل يكون نافعاً ومفيداً في اختيار أو تشكيل الأسمدة من أجل مواضع خاصة وقد يكون ذو نفع وفائدة في الترب حيث التركيز الملحي يكون عالياً ومرتفعاً أو في المناطق المعرضة للحراثة عندما يصبح محلول التربة أكثر تركيزاً وذلك بسبب الشروط والظروف الجافة . الضغط التناضحي لمحاليل الأسمدة من أجل التطبيق foliar يكون كذلك ذو أهمية وفائدة ونفع ، ولكن في هذه الحالة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المحلول لايكون في تماس مع التربة . ولذلك ، فإن دليل الملح كما حدد من قبل Rader لايكون نافعاً بشكل كمي لتحديد مدى ملاءمة المحلول للاستعمال Foliar . التقدير والمعايرة المباشرة للضغط التناضحي لمحاليل الماء سوف يكون أكثر ملاءمة لهذا الغرض .

طرق التحديد والتعيين :

في دراسات Rader ، نوب عديدة ومتنوعة ونسب عديدة من الاستعمال قد استعملت . ولكن من أجل تحديد وتعيين دليل الملح ، فإن التربة المفردة لها محتوى رطوبة معينة .

والأسمدة الواجب اختبارها عادة تستعمل عند نسبة أحادية . وقد تم الإشارة والإيضاح أن الزيادة في الضغط التناضحي كانت نسبياً بالنسبة لمعدل ونسبة التطبيق . ولذلك فإن المقاييس والتقديرات عند نسبة واحدة يمكن أن يتحول إلى آخر بواسطة حساب وتقدير بسيط . وباختصار الطريقة المؤلفة من مزج التربة المجففة من الهواء مع الأسمدة أو الملح يجب اختبارها عادة في نسبة جزء واحد وزناً من مادة السماد إلى 1,000 جزء وزناً من التربة . التربة بعد ذلك ترش بالماء لترطيبها إلى حد 75% من مكافئ الرطوبة لطاقتها الحقلية (5,1% في حالة "Norfolk Sans") والتي بعدها تخزن في عبوة مغلقة لمدة 5 أيام عند الدرجة 5 درجات مئوية .

وبعد 5 أيام يسمح للتربة بالعودة إلى درجة حرارة الغرفة وتعبأ بعد ذلك في اسطوانة (Cylinder) محلول التربة بعد ذلك يشغل حيزاً من التربة . التحديد والي لنقاط التجمد والتوصيل تجري وتتم على محاليل التربة . الضغط التناضحي يُحسب ويقدر من خلال هبوط وانخفاض نقطة التجمد . والزيادة في الضغط التناضحي يستحصل عليها بطرح الضغط التناضحي للمحلول من التربة غير المعالجة . دليل الملح تم التعبير عنه كزيادة نسبية في الضغط التناضحي مقارنة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مع ذلك المستحصل عليه وبنفس الوزن من نترات الصوديوم الجدول (8) يظهر النتائج المستحصل عليها مع مواد الأسمدة العادية والمعروفة وذلك كما ذكرت من قبل Hardesty Hardesty كذلك وضح وبين كيف يمكن لدليل الملح للأسمدة المركبة أن يحسب ويقدر من تشكيلاتهم وصيغهم .

مغزى وأهمية النتائج :

الضغط التناضحي كان دوماً أخفض وأدنى في محلول التربة أكثر من الحالة التي تكون فيها نفس الكمية من الملح قد انحلت وذابت في نفس الكمية من الماء وبغيار التربة . وهذا كان صحيحاً بشكل خاص بالنسبة للفوسفات ومن المحتمل أن يكون مرتبطاً بتفاعلات الفوسفات مع الترب التي تزيل جزءاً من المواد الذوابة من المحلول . الجدول (9) يظهر الضغط التناضحي لمحاليل الماء لعدد محدود من أملاح الأسمدة مقارنة مع محاليل التربة من أجل تربتين معالجتين بنفس الأملاح .

TABLE 9. OSMOTIC PRESSURE INCREASES IN SOIL SOLUTION COMPARED WITH SOLUTIONS OF SALTS IN WATER ALONE

	Osmotic Pressure, Atm			
	Norfolk Sand		Hartsells Silt Loam	
Salt Applied[a]	Soil Solution[b]	Water Alone[c]	Soil Solution[b]	Water Alone[c]
$(NH_4)_2SO_4$	8.14	10.38	1.71	2.89
$NaNO_3$	11.92	12.38	2.68	3.16
KCl	13.49	14.39	2.79	3.54
$NH_4H_2PO_4$	4.04	9.21	0.30	2.54
$Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$	1.82	5.28	0.19	1.44
$NaH_2PO_4.H_2O$	4.27	8.81	0.52	2.18

a. Applied at the rate of 1 kg per 1,000 kg of soil.
b. The Norfolk sand contained 5.1% moisture, and the Hartsells silt loam contained 21.9%. These moisture levels corresponded to 75% of field capacity for each soil.
c. The amount of water used in the "water alone" experiments was equal to that present in the tests with soils.

البيانات والمعطيات كذلك يظهر التباين الكبير في الضغط التناضحي لمحلول التربة من أجل ترب مختلفة والذي يكون بشكل كبير بسبب الاختلافات في طاقة استبقاء الرطوبة للترب . كل تربة تم ترطيبها إلى 75 % من مكافئ رطوبتها الذي كان 5.1 % بالنسبة لـ Norfolk Sand و 21.9 % بالنسبة لصلصال .

نفع وفائدة دليل الملح :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قد تم التأكيد على أن قيم دليل الملح تكون مفيدة ونافعة فقط من أجل مقارنة وموازنة سماد واحد مع آخر ، بحيث أن كمية الأسمدة التي قد تستعمل بأمان تعتمد على التوضع ، نمط التربة ، شروط الرطوبة بالإضافة إلى أن الأذى والضرر للمحاصيل يمكن أن يكون بسبب تأثيرات أخرى غير تركيز الملح . وعلى سبيل المثال ، الأمونيا المتحررة من اليوريا أو فوسفات ثنائي الأمونيوم في التربة القريبة والمتاخمة للبقول قد يكون لها تأثير سام نباتياً . وفي حالة الترب التي تكون عالية بنسبة الكلوريد ، فإن إضافة الكلوريد Kcl على سبيل المثال قد يسبب ويؤدي إلى تأثير عكسي بسبب مركبات الكلوريد الزائدة والمفرطة .

دليل الملح يكون مفيداً خاصة في اختيار الأسمدة الواجب استعمالها مع أو بالقرب من البذور . هذا التوضع أحياناً يؤدي إلى كفاية وفعالية زراعية عالية والذي يؤمن كمية ونوع السماد المستعمل لا تسبب أذى وضرر بسبب تركيز الملح . وهكذا فإن اختيار سماد وبدليل ملحي منخفض لكل وحدة من المواد المغذية يكون أفضل لهذا الغرض .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

القسم الخامس

°°°°°°°°°°°°°°°°°°

PLANNING AND ECONOMICS

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الثالث والعشرون

23- الضبط والتحكم بالتلوث وعوامل بيئة أخرى

مقدمة Introduction :

في هذا الفصل ، عناصر وعوامل ضبط التلوث لمعامل الأسمدة تدرس في عام 1974 اليونيدو تلبية لطلبات كثيرة عقدة مجموعة خبيرة اجتماعاً في هيلسينكي عن (تقليل وتخفيض التلوث من معامل الأسمدة) . التقرير (وثيقة ID 140) تلخص التوصيات والخلاصات للاجتماع المذكور . وحالياً ، وباتباع اعلان ليما ولليونيدو سلسلة من التوصيات والاستشارات عن تطوير صناعة الأسمدة قد تمت في فينيا . والطلب بتلخيص نواحي ضبط التلوث لمعامل الأسمدة وإرشاد البلدان النامية للحفاظ وحماية محيطهم وبيئتهم قد كرر في الاجتماع الاستشاري الأول عن صناعة الأسمدة المنعقد في كانون الثاني 1977 .

واستجابت اليونيدو لهذه الطلبات وذلك بتحضير مقالة رقم 9 من سلسلة صناعة الأسمدة بعنوان: " الدليل إلى ضبط التلوث في معامل السماد " . الفصل الحالي مأخوذ أساساً من ذلك المؤلف . وهو يلخص الخطوات الرئيسية بدون التوغل في الأمور التاريخية والتفصيلية من أجل حل مشاكل ضبط التلوث المترافقة مع صناعة الأسمدة مقاييس ضبط التلوث ليست منتظمة (متساوية من بلد لآخر) ونادراً مايوجد توافق واتفاق ضمن أي بلد عما إذا كانت تلك المقاييس والمعايير صارمة أو متهاونة . ولذا فإن دراسة ووصف المقاييس والمعايير التي تخذت في بلدان مستقلة لا تؤلف توصية خاصة بالاستعمال العالمي وفي عمليات تبني مقاييس ما ، فإن اعتبارات عديدة يجب أن توضع بالحسبان وهي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكلفة ، نسبة الانتفاع والاستفادة وظروف وشروط خاصة والتي تنطبق على كل مشروع .

وبشكل عام المقاييس والمعايير توضع لتحقيق وانجاز الأهداف التالية:

1- حماية صحة العاملين في المعمل والناس في المجتمع وذلك بتجنب وتحاشي تراكيز مؤية لمواد ملوثة معروفة في الجو وفي المعامل المحيطة والمجاورة .

2- تجنب وتحاشي التلف للمحاصيل والزراعات الأخرى .

3- تمنع إفساد نوعية الماء في الجداول والبحيرات ومصاب الأنهار والمرافئ وتحمي وتصون صناعات الأخرى والناس الذين يستخدمون الماء .

4- الحفاظ على قيم جمالية والتي تكون مهمة وممتعة للمحيط ولجذب السياح .

وعندما تؤسس نفسها ، صناعة الأسمدة في أي من هذه البلدان يجب أن تعمل على أن تكون حارس من للبيئة وجار جيد . في المناطق في كل من البلدان النامية والمتطورة ، أخطار الضرر والاتلاف كانت قد تمت خلال مرحلة تأسيس وإنشاء وسائل انتاج الأسمدة ، الحياة البشرية قد ضاعت ، الخضراوات والنباتات كذلك قضي عليها ، وكذلك حيوانات المياه البحرية والعذبة . ومن الواجب تجنب تكرار مثل هذه الأخطاء بحيث أن الاعتبارات البيئية لصناعة السماد تم تلخيصها من أجل التوجيه والإرشاد المستقبلي . الفصل أولاً يحدد الأنماط والأنواع الرئيسية للنفايات المشعة الغازية الكيماوية ، والسائلة والماشية والتي تنبعث وتبدأ في معامل السماد . في حالات متعددة عندما تتحدد خطوات تعديل وتصحيح لتقليل أمر الإلغاء الكامل للمواد المشقة الغازية بواسطة الغسل والتنقية المائية تنتج بتراكيز متنوعة ومختلفة للمواد الملونة مالم يتوفر استرداد اقتصادي لاعادة دوران هذه المواد في تيار العملية فإن خطوات يجب أن تتخذ لتعديل تأثيرهم على مياه الاستقبال العامة . هذه الدراسة لذلك ، تعطي شيئاً عن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المقاييس المأخوذ بها لوسائل انتاج صناعة الأسمدة الفوسفاتية والنتروجينية وذلك لمنع أو تقليل تأثيرهم على البيئة . التخلص من الجص والمواد الصلبة الأخرى كمثل تلك المأخوذة من معامل معالجة البوتاس كذلك قد ذكرت وبشكل مختصر . إن قاعدة ومبدأ اختيار الموقع من أجل new grassroots plant والدليل المواصفات للمتعهد الهندسية وذلك للتمكن من ضبط فعال داخل المعمل للمواد والنفايات كذلك قد تم تلخيصهم . إن دراسة للأبحاث الملائمة لقياس التأثير البيئي لمعامل الأسمدة قد ضمنتها من أجل إرشاد وتوجيه المستثمرين وأصحاب عقود التأمين في مجال تأسيس وإنشاء صناعة جديدة .

النفايات الغازية :

معظم العمليات قد استخدمت لتصنيع النفايات الغازية للأسمدة والمصدر الأكبر لهذه النفايات هو احتراق الزيوت المستعمل في تصنيع الأمونيا في بعض البلدان من العالم . ولكن غازات الاحتراق لا تسبب مشاكل بيئية مالم يكونوا حاوين ويحتووا على كميات مبالغ بها من الشوائب أو الجزئيات . نفايات أخرى من تيارات العملية تتضمن أكاسيد الكبريت ، أكاسيد النتروجين ومركبات الفلورين والتي من أجلها هناك دواف اقتصادية وسياسية من أجل معالجة إضافية واستخلاص التلوث الهوائي الناتج يمكن أن يكون له تأثيرات جدية وحقيقة على الصحة الإنسانية وعلى حياة النبات والحيوان . ولكن هذا يعتبر مشكلة عملية مُسيّطر عليها مسبقاً ويمكن حلها بواسطة الصناعة .

الأمونيا :

عندما تفرغ الأمونيا الغازية من وحدة التشغيل ، فإن هذا محتمل أكثر وذلك بسبب الفائض من المعدات والتجهيزات غير المضبوطة أو بسبب صعوبة ومشكلة التشغيل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبسبب ميزاته القلوية ، فإن التراكيز العالية للأمونيا سوف تؤثر على الأغشية المخاطية للأنف ، الحنجرة ، والعيون وكذلك تهاجم وتؤذي الجلد . التركيز المشرف للرائحة يكون بين 35-18مغ/م3 . غازات الانفلات الحاوية على الأمونيا تغسل وتنقى وسوائل الغسل والتنقية الناتجة يعاد دورانها إلى العملية أو أنها تفرغ إلى مجاري التصريف للمعمل . في بعض الحالات ، قد يكون من الضروري معالجة سائل الغسل لإزالة الأمونيا قبل التصريف وكما سوف يدرس لاحقاً تحت عنوان النفايات السائلة . وإذا نُفس إلى الجو فالنفايات الغازية الحاوية على الأمونيا يمكن أن تشكل وتكوّن ضباب دخاني وذلك إن سمح للإتحاد والامتزاج مع نفايات غازية حمضية قد نُفِّست من عمليات أسمدة أخرى تقع في نفس المجموعة المتشابكة . الأمونيا يحتمل أن تحدث في نفايات من معامل معالجة التيار الأسفل الذي ينتج اليوريا ، نترات الأمونيوم وفوسفات الأمونيوم والأسمدة المركبة . وإن وجدت وبكميات هامة ومعقولة فإنها عادة تسترد بواسطة الغسل بالماء أو سوائل حمضية ويعاد دورانها .

أكاسيد النتروجين :

أكاسيد النتروجين تصرف وتفرغ من عمليات أكسدة الأمونيا كمثل وحدات حمض النتريك أو وحدات NPK ونترات الأمونيوم باستعمال جذر نتروفوسفات . الأكاسيد (NO_X) تكون NO و NO_2 وN_2O_4 ، والآخير هو المنتج الثانوي غير المستقر للأكسدة . كل من NO و NO_2 يمكن أن يكونا ضارين للناس والنباتات والحيوانات ويمكن أن يقدم بسبب دخاني وذلك بواسطة التفاعل الكيماوي الضوئي في الجو .

الفعل أو التأثير الشمسي لأكاسيد النتروجين يسبب إثارة وتهيج في القناة التنفسية ويستطيع ، في أشكال معتدلة من السمية والتسمم ، أن يسبب تقيىء ويمنع مجرى الدم من حمض الأوكسجين . القيمة المحددة تشرف التعرض

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والكشف (TLV) بالنسبة لأكاسيد النتروجين (مثل ثاني أوكسيد النتروجين) هي التركيز 9 مغ/م3 عند هذا الحد من التركيز التعرض لمدة 8 ساعات/ يومياً لمدة أكثر من 5 أيام يمكن احتمالها بدون أية تأثيرات عكسي: الضرر بالنسبة لبعض النباتات يمكن أن يحدث بعد ساعة من التعرض (1مغ/م3) القيمة الدقيقة ، طبعاً تعتمد على الرطوبة ، النوع ، الصنف والشروط المحيطة

إن غاز tail المهوى من وحدة حمض النتريك الذي يتألف من كل من NO و NO2 (المحسوب كـNO2) ينشر تلوثاً من معامل السماد إلى المناطق المحيطة .

التقنية لتقليل نسبة انبعاث غاز tail وبدرجات متنوعة هي متاحة ومتوفرة لمواجهة مقاييس ومعايير الانبعاث المتنوعة المقترحة أو المتبناة المأخوذ بها من قبل بلدان صناعية مختلفة . كل من تكاليف التشغيل والاستثمار لعمليات الضبط هذه تزداد بينما مقاييس الانبعاث المنخفضة تتعزز في بعض البلدان المتطورة .

والجدول التالي يوضح مقاييس الانبعاث لمعامل حمض النتريك :

Country	Emission Rate kg of NO_2/ton of Product (100% Acid)	mg/m^3 of Tail Gas[a]
United States	1.5	450
France	3.3	1,000
Federal Republic of Germany (according to type of plant)	N.D.	1,000-1,600
United Kingdom (as NO_x) (colorless plume)	N.D.	2,000

a. Volume calculated for "normal" conditions, 0°C and 1 atm pressure (1 mg/m^3 of NO_2 = about 0.48 ppm by volume).

في وحدات حمض النتريك والتي ليس لها أجهزة وأنظمة تقليل وخفض التلوث الهوائي فإن تركيز أكاسيد النتروجين في غاز tail يمكن أن يكون عالياً بنسبة 6,000 مغ/م3 . طرق متعددة قد تطورت وهي قيد الاستعمال من أجل إزالة أكاسيد النتروجين من غاز tail . هذه الطرق تتضمن الإرجاع التحفيزي بواسطة الهيدروجين الأمونيا ، والميتان الامتصاص بالثقوب الجزيئية ، الغسل والتنقية بمحلول اليوريا أو المواد القلوية والامتصاص الممتد والمتوسع . الطريقة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الوحيدة والتي تزيد استرداد حمض النتريك بواسطة الطاقة الامتصاصية الإضافية تبدو وكأنها المفضلة في معظم البلدان . أكاسيد النتروجين كذلك تنتشر في عملية معالجة صخر الفوسفات مع حمض النتريك لإنتاج أسمدة النتروفوسفات وقد تتطلب الغسل أو التنقية لمنع التلوث الجوي .

أكاسيد الكبريت وضباب أو رذاذ حمض الكبريت :

المصدر الرئيسي لثاني أوكسيد الكبريت أو ثلاثي أوكسيد كنفاية غازية من معامل الأسمدة تبدو أو تنشأ في وحدات حمض اكبريت المقيدة المترافقة مع تصنيع حمض الفوسفور . معظم مركبات النقص للأسمدة الفوسفاتية له وحدة أو أكثر من وحدات حمض الكبريت المقيد . وبشكل خاص ، كل معامل حمض الكبريت الحديثة تستعمل عملية حمض الاتصال . الكبريت يُحرق والغازات الحاوية على SO_2 تمرر فوق وسيط (انظر الفصل XII) . الغازات الحارة لثلاثي أوكسيد الكبريت تمتص بشكل لاحق في أبراج امتصاص بشكل حمض كبريت 98 % (H_2SO_4) . معامل حمض الكبريت ، وخاصة منذ ظهور المعامل الكبيرة ، معروف بأنها تسبب ضرر شامل وواسع للنباتات وتسبب مشاكل تلوث حقيقية وجدية في المناطق قرب وحدات ومعامل الإنتاج وهكذا فإن هذا يؤدي إلى تذمر وشكوى من العامة .

النفايات المحترقة بالهواء من برج الامتصاص أحياناً تحوي قطرات حمضية تصل إلى 100 Hm إلى مادون 1 Hm والتي يصبح من الصعب إزالتها . هذه القطرات تشكل الضباب حتى بعد المرور عبر برج التجفيف للمعمل الذي فيه حمض الكبريت يعاد دورانه لتقليل بخار الماء المتبقي لإعطاء مستوى ضبابي من H_2SO_4 يكون فوق مستويات مخرج المدخنة المقبولة .

بداية ، وحدات التوهين الفاصلة للسحب ذات الشبكة السلكية (من الأسلاك) قد تم تركيبها في أبراج التجفيف . وفيما بعد مزيل الضباب الليفية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومزيلات "Brink" باستعمال سرعات غاز منخفضة (5-10)م/دقيقة ، قد استعملت لإزالة كل الجزئيات التي تزيد عن 9 Hm و 99 % من هذه الجزئيات ذات الحجم الأصغر . المواد المترسبة ذات الكهربائية الساكنة والتي تتطلب كلفة استثمارية برأس مال مرتفع نسبياً ولكن دخل آلي لطاقة منخفض قد زودت كذلك طريقة فعالة وكافية لتقليل مصدر هذا التلوث . ولتقليل انبعاث ثاني أوكسيد الكبريت من وحدات حمض الكبريت ، وحديثاً فإن تحويل وتبديل وسيطي مضاعف وأنظمة امتصاص مضاعفة قد استعملت (انظر الفصل XII) . وبشكل متغير أنظمة الغسل والتنقية تستعمل بشكل واسع في بعض البلدان لإزالة SO_4 من غاز tail . غازات tail يمكن غسلها بمحلول أو طفل أو القلوي (المكلس) رماد الصودا ، أو الأمونيا) . وعلى سبيل المثال ، الغسل بمحلول الأمونيا يعطي سلفايت الأمونيوم . هذا المحلول ، عندما يحمض بحمض الكبريت لحرر SO_4 الذي بدوره يمكن إعادة دورانه إلى عملية حمض الكبريت تاركاً محلول سلفيت الأمونيوم كمادة سمادية من أجل التحويل إلى انتاج السماد . تراكيز ثاني أوكسيد الكبريت وبزيادة قدرها 27 مغ/م3 معروفة بأنها مادة مخرشة قوية والتركيز الآمن الأعظمي للتعرض والكشف الصناعي والصحي عادة يكون نصف هذه القيمة . التراكيز والخاصة بالمدينة أو الضباب الدخاني في المدينة نادراً مايزيد عن 3 مغ/م3 من SO_2 وعادة مايترافق مع دخان الناتج من مداخن معامل توليد الطاقة .

الحياة النباتية ، وخاصة الأنواع الأكثر حساسية يمكن أن تتلف بواسطة تركيز مكشوف واحد يبلغ 0.4 مغ/م3 . التعرض المستمر يمكن أن يؤثر على نباتات محددة حتى عند تراكيز منخفضة . ووكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) قد اقترحت المقاييس النوعية الهوائية المحيطة العالمية التالية وذلك من أجل تحديد تركيز ثاني أوكسيد الكبريت في الهواء المحيط .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ثاني أوكسيد الكبريت المنقول جواً المراقب والمنبعث عن الصناعة من المعروف أنه يعبر مسافات تصل إلى 1,000 كم أو أكثر ، وتحت شروط جوية محددة ، وذلك قبل الوصول إلى مستوى الأرض . مقاييس الانبعاث لوحدات حمض الكبريت هي :

Sulfur Dioxides	Primary[a] (μg/m³)	Secondary[b] (μg/m³)
Annual arithmetical mean	80 (0.03 ppm)	
Maximum 24-hour concentration[c]	365 (0.14 ppm)	
Maximum 3-hour exposure		1,300 (0.5 ppm)

a. Primary standard for public health protection.
b. Secondary standard for protection of public welfare.
c. Not to be exceeded more than once per year.

في معامل السماد التي تحرق فحم الكبريت العالي أو زيت الوقود من أجل توليد بخار العملية أو الكهرباء فإن أكاسيد الكبريت في غازات المداخن قد تفوق عن مستويات التصريف المسموح بها .

United States	A maximum of 2.0 kg SO_2/ton[a] of product 0.075 kg acid mist/ton[a] of product (10% opacity)
Federal Republic of Germany	A minimum of SO_2 conversion efficiency of 99.5% A maximum of 0.4 kg SO_3/ton[a] of product
United Kingdom	An overall conversion efficiency of 99.5% No acid mist

a. Metric tons.

في بعض البلدان ، التشتت خلال المداخن طويلة قد يكون طريقة مقبولة لضبط التركيز المحيط . في حالات أخرى ، غسل وتنقية غاز المدخنة لإزالة معظم أكاسيد الكبريت قد يكون ضرورياً . عمليات غسل وتنقية متعددة تكون متوفرة ومتاحة والتي تستعمل الكلس ، الحجر الكلسي ، كربونيت الصوديوم أو الأمونيا كوسط غسل وتنقية .

الفلوريدات الغازية :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في عملية تصنيع الأسمدة الفوسفاتية ، العديد من مركبات الفلوريد تتحرر في عملية معالجة صخر الفوسفات . مركبات الفلوريد الغازية تعتبر من بين أكثر المواد الملوثة خطراً .

الصخر الفوسفاتي عادة يحتوي مابين % 3 إلى % 4.5 من الفلورين وزناً . في المعالجة لهذا الصخر لإنتاج حمض الفوسفور ، كميات كبيرة من مركبات الفلوريد تتحرر في مفاعلات التحميض ، وفي وحدات تركيز الحمض وفي انتاج سوبر فوسفات . الفلورين في الغازات المنبعثة من نظام التفاعل لوحدة حمض الفوسفور ذات العملية الرطبة يكون أساساً على شكل رباعي فلوريد السيلكون (SiF_4) ، وذلك لأن الفلورين المتفاعل بشكل عالي يتحد مباشرة مع السيليكا المتوفرة في خبث التفاعل . ولكن عندما يكون للصخر محتوى سيليكا منخفض ، فلوريد الهيدرجين (HF) قد يكون موجوداً أيضاً .

مركبات الفلوريد للمفاعل عادة تغسل بالماء لتخفيف تراكيز حمض فلوسالسيلك . وSiF_4 يتحلل بالماء بسرعة إلى حمض فلوسيسيلك . وهناك معلومات كافية متاحة اليوم من مفاعل حمض الفوسفور المقياسية لتحضير وإعداد ميزات مادة الفلورين من أجل وسائل انتاج حدود المجموعة . معدات وتجهيزات الغسل والتنقية الرطبة المتنوعة تكون متوفرة ومتاحة . بعضها معد من أجل استرداد الاستخلاص ومن أجل تركيز حمض فلوسيسيلك إلى مافوق تركيز % 20 ، المنتج القابل للبيع والذي يمكن أن يستعمل لإنتاج الكريوليت الصناعي ، فلوريد الألمنيوم ومركبات fluosilicates المتنوعة . وإن لم يكن هناك سوق لهذه المنتجات الثانوية ، فإن نفايات جهاز الغسل والتنقية يجب أن تعدّل بالحجر الكلسي أو الكلس وعادة في مرحلتين ، وذلك للسماح بالتصريف إلى المياه العامة . وقد تم التأكد من أن التكليس المتعدد المراحل مكلف حسب الكلفة التشغيلية .

مركبات الفلورين الغازية كذلك تنبعث في عملية انتاج نتروفوسفات أو سوبرفوسفات الأحادي أو الثلاثي وتضبط بواسطة عملية الغسل والتنقية .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

سوبرفوسفات في أبنية التخزين يستمر بنشر غازات الفلورين والتي قد تؤدي إلى أخطار صحية بالنسبة للعاملين . في بعض الحالات تجديد الهواء لبناء التخزين قد يكون حلاً مقنعاً ومرضياً ولكن في بعض الأقطار ، إزالة الفلورين من الهواء المنبعث من البناء قد يكون لازماً مصدراً آخر للتلوث الجوي بغازات الفلورين قد يكون التبخير من برك وأحواض الجص أو أحواص سائل جهاز الغسل الحمضي . هذا المصدر لم يقيم بشكل كامل . إن ضرر الفلوريد الجوي للنبات والحيوان أكثر انتشاراً من ضرره بالنسبة للإنسان . العلامة الأولى للتفلور المزمن بالنسبة للإنسان هي برقشة الأسنان وتعظّم لاحق للأربطة . إن تعرض العمال لمركبات الفلوريد في الصناعة قد أدى إلى تأثير تراكمي . والتحليل البولي لعمار والمشتغلين في المعمل ينصح به عادة عند فواصل زمنية منتظمة . معظم المعامل قادرة على الحفاظ على جو حيث تركيز الفلوريد يكون دون 10 مغ/م3 . بعض معام الكريوليت الصناعي قاست تركيز الفلورين إلى مافوق (30-40) مغ/م3 . والقيمة المحددة للمشرف (TLV) والخاصة بالتعرض الصناعي لفلورين الهيدروجين من أجل الدخول اليومي قدرت بـ 5-6 مغ/م3 . القاعدة والمبدأ كان فلوريد الهيدروجين أو مركبات فلوريد أخرى على شكل غازي . معظم عاملين المعمل لهم من مركبات الفلوريد كمثل شرب الماء وتناول الطعام . ولتأمين احتياطي مقعول من السلامة والأمان ، فإن 2 مغ/يومياً من مركبات الفلوريد المبتلعة من الهواء قد نصح وأوصي بها كحد أعظمي . النبات يكون أكثر حساسية للتعرض أكثر من الحيوان أو الإنسان . تراكيز الفلوريد المنخفضة 0.04-0.015 مغ/م3 سوف تتلف والصنوبر والأشجار المثمرة . وإن كانت أجهزة وآلات مراقبة متاحة ومتوفرة فإن المواضع الصناعية يجب أن تستعمل بقع وأراضي الحدائق من أجل تقدير التلوث بمركبات الفلورين للمناطق الموجودة داخل وحول المعمل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحيوانات كمثل القطعان معروف أنها تتأثر بتراكيز الفلوريد بزيادة من 30 مغ/م3 . وثانية هنا ، يكون لهم دخل آخر من مركبات الفلوريد كمثل ذلك المستمد من فبار الفوسفات المستقر أسفلاً على Foliage والكلأ . القطيع يمكن أن يستخرج الفلورين من جزئيات الفوسفات الدقيقة و Contract Osteosclerosis .

الضباب – الأدخنة والغبار :

التلوث بالضباب والأدخنة الناشئة في وحدات حمض الكبريت قد درست سابقاً . معامل السماد المنتجة لـ NPK المحبب والممزوج ، MAP أو أسمدة DAP من أجهزة التلقيم لصخر الفوسفات حمض الفوسفور ورأو الأمونيا ، حض النتريك وحمض الكبريت تعطي مواد غازية حاوية على مادة دقيقة ممزوجة مع الغازات المنبعثة من مفاعلاتهم . أبراج Prilling لنترات الأمونيوم واليوريا قد أدت بشكل متزايد إلى اهتمام بالمناطق المحيطة بوسائل التصنيع .

في وحدات السماد ، تصنيع سوبر فوسفات الأحادي (SSP) ، سوبر فوسفات الثلاثي (TSP) وفوسفات أحادة الأمونيوم (MAP) وفوسفات ثنائي الأمونيوم (DAP) بالإضافة إلى NPK ، كل معدات وتجهيزات معالجة المواد الصلبة بما في ذلك الغرابيل ، عادة ما تفرغ بواسطة الهواء المستحث وإن كان جافاً فالغبار الدقيق يمكن جمعه بواسطة جهاز أنبوبي ذو قنوات ويمرر خلال معدات وتجهيزات المرشح الصندوقي والت سوف تقلل 99 % من مادة الجزئيات الدقيقة . الأمر الأكثر صعوبة هو التحكم وضبط الجزئيات الدقيقة أو الغبار من أجهزة التحبيب ، المجففات ، والمبردات والتي فيها الرطوبة ودرجة الحرارة للغاز وجزئياته تتغير وتتنوع . ولتقليل التصريف والإفراغ من هذه المصادر ، فإن سيلكونات فرازات مخروطية (لتنقية الهواء من الغبار) يجب تركيبها وفي حالات متعددة ، المعدات تسخن خارجياً للحفاظ على درجة حرارة الغاز فوق

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نقطة الندى . معظم المواد الدقيقة هذه تسترد وتعاد إلى أجهزة المعالجة المتنوعة للمعمل . إن استعمال أجهزة الغسل الرطبة يتزايد في معامل ووحدات التحبيب: سائل الغسل يعاد الدوران ليكوِّن ويشكل تركيزه ومن ثم يعاد إلى جهاز التحبيب . الغاز المغسل الذي يحتوي على الأمونيا ، حمض الكبريت أو فوسفور يضاف إلى سائل الغسل والتنقية للحفاظ على درجة PH معدَّلة وقريبة . صناديق معالجة المعدة من أجل صخر الفوسفات ، البوتاس . . الخ يمكن تزويدها بمرشحات صندوق مستقلة لإعادة المادة الأولية الخام إلى صندوق تخزينها الخاص بها . وبالنسبة لوحدات ومعامل NPK والتي لها أنظمة وأجهزة تفاعل خاصة بها ، وهذا حال معظم معامل النترو فوسفات ، الأدخنة المنبعثة من العمليات عادة تنقّى وتصفى وتركز من أجل إعادتهم كخبث مخف إلى القسم الرطب من جهاز ونظام التفاعل . الغبار والأدخنة من عمليات Prilling أظهرت مشكلة رئيسية في السنوات الأخيرة . وحجم الهواء أو الغاز يكون عادة كبيراً جداً . ومؤخراً جداً، بعد بحث ودراسة ملحوظة واختبارات الوحدة التجريبية ، أجهزة تخفيض دخانية مناسبة قد تم تطويرها .

نترات الأمونيوم :

الانبعاث من وحدات نترات الأمونيوم نشأ عن ثلاثة مصادر رئيسية: التعديل ، التبخير وبرج Prill . الأدخنة الناتجة عن التعديل وعمليات التبخير تنقى وتغسل في أجهزة غسل رطبة لأن حجمهم يكون صغير نسبياً . التركيز يزداد بإضافة الدقائق المفصولة بواسطة الغرابيل . التفريغ والتصريف من إعادة دوران محلول الغسل يعاد إلى الجهاز . معظم الدقائق من برج Prill تكون أقل من 1Hm حجماً . وبمعرفة درجة حرارة سطح Prill والضغط للتفكك والانحلال للأمونيا وحمض النتريك ، يمكننا أن نحسب ونقدر المعدلات والنسب التي عندها الأمونيا والحمض سوف تنتشر إلى الهواء وبالتالي تحدد الكمية الكامنة الدنيا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للدخان المتشكل في أبراج Prilling (عادة 0.25 كغ/طن منAN) . التطورات والتغيرات الأخيرة تتوجه نحو التنقية التي تدمج جهاز مجموعة قنوات في سلسلة مع نظام ترشيح والذي فيه نسب ومعدلات انبعاث حقيقية خفضت لمواجهة التنظيمات الخاصة بانبعاث الكتلي واللا إنفاذية دون 0.5 كغ/طن .

اليوريا :

إن مجال الاهتمام لتلوث الهواء الأساسي في معمل اليوريا هو غبار اليوريا في مخرج أبراج Prilling من معمل يوريا بطاقة 1,000 طن يومياً حوالي 400,000-500,000 م3/ساعة من الهواء الساخن ينبعث إلى الجو . أجهزة إزالة الغبار التي تستعمل الغسل الرطب معروفة جداً من حيث تقليلها وتخفيضها لمحتوى الغبار من معدل وسطي يصل إلى 500-1,000 مغ/م3 من مخرج البرج إلى مادون 200-300 مغ/م3 .

هذه الأدوات والوسائل ذات الألواح الاعتراضية لتغيير مجرى التيار من نوع impinger-type تستعمل ولسهولة على أبراج Prilling الطبيعية draft الدقائق الغبارية لليوريا تكون صغيرة جداً (أقل من 1Hm) ولذلك فإن الغرازة المخروطية الجافة ليست فعالة من أجل إزالة الغبار فعالة وكافية بشكل عالي ومرتفع .

أجهزة إزالة الغبار المحسنة والمطورة والتي تطورت مؤخراً قللت محتوى غبار اليوريا إلى أقل من 30 كغ/م3 أو 0.3 كغ/طن من المنتج في الغازات المنبعثة من برج Prill .

حدود التصريف والتفريغ للمادة الدقيقة تختلف بين البلدان المتطورة وضمن المقاطعات الصناعية للبلد الواحد في منطقة Ruhr لجهمورية ألمانيا الاتحادية ، 100مغ/م3 من مداخن الانبعاث بارتفاع بين 90-100 م كان الحد الأعظمي المعين والمحدد حتى وقت قريب . ومؤخراً العديد من معامل لليوريا ونترات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأمونيوم الجديدة استعلمت التحبيب بدلاً من Prilling . الهدف الرئيسي كان تحسين حجم وقوم المنتج ولكن الصعوبة الأقل في ضبط الدخان والغبار كذلك كانت ميزة . أجهزة الغسل الرطبة أو مرشحات الصندوق تؤمن ضبط للغبار دقيق .

في معظم الحالات ، المعامل الأقدم سوف تواجه مشاكل في مواجهة بعض التنظيمات والقوانين الجديدة . في كل الحالات ، قد تم التأكيد على أن البناء الذي يسمح لبناء معامل جديدة سوف يُعطي ويُمنح وذلك إن كفل وضمن المصممون أن المعمل سوف يقدم وينتد كما هو مصمم له وبأن النفايات الغازية سوف تلاقي وتواجه المقاييس والمعايير المحلية المطبقة . وقد أُوصي أنه في البلدان النامية حيث مثل هذه المقاييس المحلية في حالات متعددة لم يتم تبنيها ، وأن الخطوط الأساسية المعطاة في هذا الفصل يجب استعمالها عندما يتم التخبط لمعامل أسمدة جديدة .

النفايات السائلة :

النفايات السائلة أو المائية من معامل السماد تكون عادة من نفس الحجم مقارنة مع تلك التي تنبعث إلى الجو . وبشكل طبيعي إن تبنت أجهزة وأنظمة تخفيض التلوث أجهزة الغسل الرطب لتقليل تلوث الهواء ، المواد الملوثة التي تُقلل من الغازات تبقى ويتم تركيزها في المحاليل أو سائل الغسل والتنقية . مالم يتم تركيز هذه المواد الملوثة من أجل تمويلها إلى استرداد واستخلاص للعملية أو منتج ثانوي قابل للبيع ، وهم يؤدون مشكلة التخلص كفضلات ونفايات سائلة . ولهذا السبب ، كل حالة يجب فحصها كل على حدا في محيطها قبل أن يتم الأخذ بأفضل الطرق العملية لتقليل المواد الملوثة . وبكلمات أخر ، الطريقة الأكثر اقتصادية لايجب أن تكون بالضرورة الأفضل لحل مشكلة مافي معمل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

السماد ، ولكن ، الطريقة التي تقلل التكاليف الإجمالية وترفع من الفوائد والمنافع الإجمالية ، هي الطريقة المرغوبة في أي وقت .

أسمدة النتروجين والمواد الوسيطية :

الأمونيا :

النفايات السائلة من معمل الأمونيا ، قد تحتوي على الأمونيا من مصادر متعددة كمثل تكثيف البخار الزائد المستعمل في Reformer . ووجود الأمونيا في تيارات المياه المهملة يكون غير مرغوباً وذلك لأنها تزيد الحاجة للأوكسجين الحيوية البيولوجية (BOD) . في بعض المعامل في الولايات المتحدة ، هذه المادة الملوثة ترفع إلى درجة PH أعلى من 10 ومن ثم تجرد بالبخار في البرج . وهذا ، بالطبع يمكن القيام به في منطقة حيث التلوث الهوائي المسبب بانبعاث الغاز يعتبر أقل أهمية وفائدة . العملية التي تشتمل على تجربة وتعرية نواتج التكثيف الحاوية على الأمونيا مع البخار الذي يزيل الأمونيا المتطايرة وثاني أوكسيد الكربون . الماء المجرَّد بعد ذلك يمرر إلى مبادل (أيوني) حيث الأيونات الوزنية الثقيلة يمكن أن تحل محل أيونات الأمونيوم . الماء المنقى والمصفى وبهذه الطريقة يكون ملائم ومناسب من أجل ماء تلقيم للمرجل . تجريد وتعرية البخار يمكن أن يقلل محتوى اللأمونيا (N) إلى مستوى اسمي يصل إلى (20-25) غ/م3 (ومحتمل أدنى من 10-15 غ/م3) ولكن المستوى النتروجيني الذي يصل إلى 40 غ/م3 هو أكثر شيوعاً . وعند ضغط مرفوع (5 ضغط جوي) الراتنجات الكاتيونية لحفظ ثاني أكسيد الكربون في المحلول قد استعملت أيضاً من أجل تنظيف مياه نواتج التكثيف ، الراتنج يمكن إعادة توليده مع الحمض لانتاج ملح الأمونيوم الذي يعاد إلى تيار عملية السماد . في وحدات ومعامل الأمونيا حيث آمنيات الميتيل (MEA) تستعمل لإزالة ثاني أوكسيد الكربون ، فإن نواتج التكثيف عادة تحتوي على شوائب عضوية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

واستعمال طريقة معالجة الراتنج بالتبادل الأيوني قد تم الكشف عنها والبحث فيها . راتنج التبادل الكاتيوني قد تم توليده بحمض الكبريت المخفف ، سلفيت الأمونيوم المشكل قد أعيد إلى تيار ومجرى العملية . إن تركيز الأمونيا الباقية كمادة ملوثة مائية يُعرض لتشديدات مشروعة في معظم البلدان . الأمونيا المائية ، بالإضافة إلى MEA تكون ضارة لحياة السمك ويمكن أن تزيل حراشف السمك وذلك باتلاف وتدمير الأغشية الواقية المخاطية . في المملكة المتحدة تحديد نسبة 10 غ/م3 من النتروجين النشادري قد استعملت من حين لآخر .

العديد من الولايات في الولايات المتحدة أخذوا بالتحديد ذو النسبة (1.5-2.5) غ/م3 . معامل الأمونيا التي تستخدم مواد التلقيم والعمليات غير الغاز الطبيعي أو النفتا يُحتمل أن تقدم وتنتج مواد نواتج التكثيف خاوية على مواد عضوية . ونفاياتهم سوف يكون لها طلب للأوكسجين حيوي وبيولوجي (BOD) بالإضافة إلى حاجة للأوكسجين كيمائية . هذه النفايات يجب أن تجمع تعالج حسب (وفقاً لـ) BOD أو COD في الحمأة المنشطة أو حدة معالجة مشابهة قبل التصريف إلى مياه الاستقبال العامة . إزالة الأمونيا بواسطة العمليات البيولوجية يتم بأكسدتها أولاً إلى نترات ومن ثم نزع النتروجين فيها (بواسطة إضافة كحول الميثل كمصدر للكربون) إلى غاز نتروجين . بعض المعامل تتخلص من ماء النفايات الحاوي على الأمونيا وذلك باستعماله في سقاية المحاصيل كمثل عشب بيرمودا . النفايات السائلة من تصنيع اليوريا تحتوي عى الأمونيا ، ثاني أوكسيد الكربون ، كربونيت الأمونيوم واليوريا . هذه السوائل المهملة تنشأ من معالجة تركيز محلول اليوريا حيث ، وبواسطة التفجير الوميضي ، والضغط يخفض معطياً بذلك ناتج تكثيف في بعض العمليات التسرب Pump-Seal leakage يعطي ماء مهمل نشادري للمواد الملوثة للعملية .

منتجات التفكيك الرئيسية لليوريا هي : الأمونيا وثاني أوكسيد الكربون ويمكن إعادتهم إلى العملية أو تجريدهم إلى الجو . ووفقاً للخطوط والبيانات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأساسية لـ U .SEPA فإن النفايات من المعامل لليوريا تحتوي على مايزيد عن 0.057 كغ (القيمة اليومية العظمى) و 0.0375 كغ (بمعدل وسطي 30يوم) من النتروجين العضوي لكل طن ميتري من منتج اليوريا . مصممو معمل اليوريا قاموا بتصميم جهازاً ونظاماً ذو تنظيف وتنقية رطبة من أجل أبراج Prilling باستعمال تيار سحب قسري . وبينما يفترض بهذه العملية أن تقلل محتوى اليوريا إلى غاز الانبعاث إلى 12-6 مغ/م3 ، فإن الماء المهمل المائي ينتج والذي يجب أن يعاد دورانه إلى جهاز التركيز الحجمي ، الفراغي ويُركز من أجل استرداد واستخلاص اليوريا . ومن جهاز الفراغي لمعمل طاقته الانتاجية 1,000 ، النفايات لنواتج التكثيف السائلة الحاوية على 1,000-2,000 غ/م3 من اليوريا وما يزيد عن 50,000 غ/م3 من الأمونيا تنتج عن معدل ونسبة 20-25م3/هكتار . المشاكل البيئية الناتجة عن هذه النفايات المستمرة تتراوح من سمية الأمونيا ، من جهة إلى Eutrophication لماء التلقي recieving Water من كل من الأمونيا واليوريا كمواد مغذية تحرض وتثير النمو الاشنيات والطحالب . المعالجة المفضلة هي التحلل بالماء المتبعة بالتقطير والذي منه نواتج التكثيف المعالجة أو تصريف tail لوحدة التقطير تظهر وتنبثق عند 50 مغ من اليوريا و 200 مغ من اليوريا لكل ليتر من المحلول الذي يعاد دورانه إلى العملية .

نترات الأمونيوم (بما في ذلك حمض النتريك) :

الوسائل من أجل تصنيع نترات الأمونيوم تتضمن وحدة مقيدة خاصة بحمض النتريك في نفس الموقع ، معامل حمض النتريك ليس لها أي نفايات مائية مستمرة . وحدة حمض النتريك تستعمل كميات كبيرة من ماء التبريد من أجل تلوث معدات مبادلها الحراري من مصرف ماء التبريد تعالج وتعامل بالأخير . الشحنات الحمضية المتقطعة من المضخات والمعدات يمكن أن تجمع في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مجمع سفلي وتعادل قبل الشحن . إن تصنيع نترات الأمونيوم يستلزم تعديل حمض النتريك بالأمونيا وهذه العملية تضبط ويتحكم بها بواسطة درجة PH والتفاعل يكون ناشر للحرارة . الأبخرة المفرغة من محلول نترات الأمونيوم تحمل نترات الأمونيوم وبخار الماء والذي ، عند التكثيف يؤدي إلى مادة ملوثة والأدخنة تغسل في جهاز غسل رطب . محلول جهاز الغسل يكون منخفضاً جداً من أجل الاسترداد الاقتصادي ولكن تركيزه يمكن أن يزيد بواسطة إضافة دقائق مغربلة والغبار المتجمع من قسم وحدة Prilling وتعاد بشكل دفعات بواسطة ضخها إلى جهاز التعادل . وبشكل متغاير بعد عملية معالجة التبادل– الأيوني محاليل جهاز الغسل يمكن أن تعاد الدوران إلى برج التبريد .

سلفيت الأمونيوم :

سلفيت الأمونيوم تصنع وتحضر بتعديل حمض الكبريت بالأمونيا ، وهو تفاعل ناشر للحرارة والذي منه الأبخرة عادة تغسل وفي جهاز ذو واحدة يحتوي على 100-10 مغ/م3 من الأمونيا التي يمكن أن تصرف ولكن سوائل الغسل والتي يمكن إعادة دورانها ، وتحصل عى تركيز كافي وذلك كي تعاد بشكل نهائي إلى العملية . ومع الحاجة لأسمدة N ذات التحليل المرتفع ، فإن تسويق سلفيت الأمونيوم قد انخفض بشكل عظيم في البلدان المتطورة . وهذه ليست الحالة بالنسبة للبلدان النامية ، وخصوصاً تلك المهتمة والمنشغلة بزراعة الأرز .

الأسمدة الفوسفاتية :

الأسمدة الفوسفاتية المسوّقة يمكن تصنيفها في فئتين أساسيتين: تلك التي تحوي فقط مركبات الفوسفات وذلك بمعالجة صخر الفوسفات لزيادة تركيز P_2O_5 الذواب كمثل سوبر فوسفات الأحادي (22-16 % من P_2O_5) أو تلك باستعمال حمض الفوسفور في تصنيع سوبر فوسفات الثلاثي (49-40 % من P_2O_5) . تصنيع وتحضير الأول يستلزم وحدة حمض الكبريت بينما الأخير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يستلزم كل من حمض الكبريت ووحدة حمض الفوسفور ، عادة كوحدات حمضية مقيدَّة . وحدات الأسمدة الفوسفاتي المختلطة سوف تعدّ تشكيلات NPK و NP متنوعة بما في ذلك MAR و DAP ، وذلك عن طريق أمنية حمض الفوسفور ، أو بالتبادل باستعمال واحد من الجذور النتروفوسفاتية حيث يحمض الصخر بحمض الكبريت والأمونيا ورأوا أن البوتاس يضاف في أجهزة التفاعل فيما بعد .

حمض الفوسفور :

أغلبية حمض الفوسفور اليوم تحضر وتصنع بواسطة استعمال العملية والمعالجة الرطبة والذي فيها صخر الفوسفات يتفاعل مع حمض الكبريت في المفاعل . وبما أن التفاعل هو تفاعل ناشر للحرارة ، فالعمليات المألوفة تستخدم مبرد هوائي للحفاظ على درجة حرارة مضبوطة تصل إلى 80° درجة هذه المبردات عادة تشتغل باستعمال جهاز تكثيف باروميتري منتجاً بذلك مادة ملوثة سائلة حاوية على P_2O_5 والفلورين على شكل حمض والنفايات (المواد الملوثة الحاوية على الفلورين وP_2O_5 كذلك يتم الحصول عليها من جهاز الغسل للمفاعل ، مرشح الجص ، المضمات الخوائية وجهاز تركيو حمض الفوسفور ، وجهاز التبخير . في بعض المعامل ، هذه النفايات مع الجص الطفلي تشحن وتصرف إلى بركة أو حوض والذي فيه السوائل الحمضية المصفاة يعاد دورانها إلى الوحدة من أجل التبريد أو ماء الغسل والتنقية .

العديد من المعامل تسترد حمض Fluosilicic من أجل البيع من أكثر التيارات تركيزاً (عادة من تركيز الحمض المعامل المتوضعة في مناطق صناعية أو حيث تكون الأرض غير متاحة لايمكن استعمال طريقة البرك من أجل التخلص وتكون مكرهة لتعديل المواد الملوثة بالكلس في مرحلتين . والأخير يستعمل ويطبق على أي من المواد الملوثة التي تفيض عن البركة (الحوض) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المعامل المتوضعة في مناطق صناعية أو حيث تكون الأرض غير متاحة لايمكن استعمال طريقة البرك من أجل التخلص وتكون مكرهة لتعديل المواد الملوثة بالكلس في مرحلتين . والآخير يستعمل ويطبق على أي من المواد الملوثة التي تفيض عن البركة .

حمض الكبريت :

وحدات حمض الكبريت المقيدة من أجل تصنيع الأسمدة تكون جزءاً من شبكة معقدة والتي فيها حمض الفوسفور أو سلفيت الأمونيوم يحضران ويتم تصنيعهما . المواد الملوثة المائية من وحدة حمض الكبريت يمكن أن تنشأ عن Spills (قنوات تصريف الفائض) ، مضخات التسريب ، أو الحواف ولا يجب أن يكون هناك تصريف مستمر للمواد الملوثة الحمضية من وحدة حمض الكبريت المصانة والتي تشتغل وتدار بشكل جيد وذلك سواء كمواد ملوثة أو في ماء التبريد المفرغ .

سوبر فوسفات الأحادي والثلاثي :

المواد الملوثة المائية من وحدات سوبر فوسفات الثلاثي والأحادي تنشأ عن أجهزة غسل الغاز والتي رُكبت من أجل معدات ومستلزمات معالجة المواد و dens الغازات المنبعثة الحاوية على رباعي فلوريد السيليكون وغبار الفوسفات تنقى وتغسل بواسطة الماء أو محاليل حمض Fluosilicic . وإن لم يكن بالمستطاع تسويق حمض Fluosilicic بسبب محتوى P_2O_5 العالي نسبياً والذي يمكن أن يجعله غير ملائم من أجل معالجته إلى منتجات قابلة للبيع والنفايات السائلة تعالج بواسطة الكلس منتجة بذلك فلوريد كالسيوم شوب كمنتج ثانوي . وفي تحليل رباعي فلوريد السيليكون SiF_4 إلى حمض Fluosilicic (H_2SiF_6) فإن السيليكا (SiO_2) يتشكل كمنتج ثانوي . والسيليكا نفسها تترسب

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عادة على equipment وشبكة القنوات والأنابيب المرافقة والتي يمكن أن تؤدي بالجهاز لأن تفسد وذلك إن تتخذ إجراءات صيانة ووقاية نظامية ومنتظمة .

تراكيز المحلول من % 15 إلى % 25 من حمض Fluosilicic قد تم إنتاجها في أجهزة غسل الغاز ذات المراحل المتعددة . هذه المحاليل تباع بعد ذلك من أجل معالجة أخرى . غسل وتنقية الغاز باستعمال أجهزة ذات طبقة تعويم أو فرز مخروطي (لتنقية الهواء من الغبار) قد تم استعماله فمن علاقة وصلة مع dens حفظ سوبر فوسفات الثلاثي الأخضر والتي منها أحجام كبيرة من الغازات الحاوية على تراكيز صغيرة نسبياً لرباعي فلوريد السيلكون تزال. أجهزة الغسل التي لها هبوط ضغطي منخفض والتي تستهلك طاقة قليلة جداً من أجل مراوح السحب المستحثة تكون مفضلة في مجال صناعة الأسمدة .

أسمدة NPK والأسمدة المركبة :

النفايات السائلة من وحدات وسماد NPK المركب والمحبب عادة تنتج من مستلزمات الغسل والتنقية . في وحدات النترو فوسفات والتي لها أنظمة تفاعل رطبة . صخر الفوسفات يتفاعل مع حمض النتريك وحمض الفوسفوريك ويعادل بالأمونيا في وحدات كهذه . النفايات المائية ، المواد الفائضة ، مواد الغسل عادة تجمع في أحواض سفلية وتعاد ببطئ إلى الجهاز كيلا تخفف المواد الطفيلية الناتجة وذلك قبل أن تحبب في بعض الوحدات ، الغبار المتجمع من مجمعات المخروطية لقسم التحبيب تضاف في نفس الوقت ، وهكذا فزيادة تركيز الأجسام الصلبة في المخلفات السائلة والتي بصعوبة سوف تبرر الاسترداد الاقتصادي لهذا التيار المهمل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المواد الملوثة برج التبريد والمرجل :

المراجل وأبراج التبريد عادة توجد في معظم الشبكات المعقدة للسماد كتسهيلات مساعدة ومعينة .

نفايات ماء المرجل :

كل المراجل يجب أن أن تنظف قبل وخلال التشغيل . المحاليل الحمضية والقلوية بالإضافة إلى المنظفات الخاصة تستعمل كعوامل تنظيف ومن حين لآخر تفرغ وتصرف كمخلفات .

هذه المخلفات عادة تكون حمضية وتحتوي على حمض هيدروكلوريك ، حمض الأستيك ، بوريت البوتاسيوم ، مانعات التآكل الأمونيومية ، المنظفات ، ومركبات الفوسفات . بالإضافة إلى أن ، كل المراجل يجب أن تحفظ من التآكل والتقشر خلال التشغيل كمادة روتينية . هذه المخلفات تكون عادة قلوية وتحتوي على فوسفات ثلاثي الصوديوم ، كربونيت الصوديوم ، هيدروكسيد الصوديوم ، سلفيت الصوديوم ، نترات الصوديوم والمنظفات . الماء التنظيف المتخلف الناتج عن تنظيف قنوات المراجل وسطوح اسطوانات وبراميل المرجل عند فترات متقطعة وغير متوقعة عادة خلال العام . ومن جهة أخرى مياه المهملة تصريف المرجل تحدث بشكل منتظم ، وعادة مرة أو مرتين يومياً. ما ينصح له بأن كل من مخلفات تنظيف الحمض ومخلفات التصريف القلوية تفرغ وتصرف إلى أحواض الضبط تعدل وتفرغ ببطئ ، وبشكل متناسق ومنتظم وبشكل تناسبي إلى حجم أكبر من ماء التبريد الذي يصرف بشكل مستمر إلى ماء التلقي . وبشكل متقطع ، القشور المستقرة ، والأجسام الصلبة يجب أن تزال من حوض الضبط (الربط) .

المياه المتخلفة عن أبراج التبريد :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الماء العذب عادة يستعمل لتكثيف بخار عادم التروبين من محطة توليد القدرة للعمل . هذا الماء عادة يبرد في برج تبريد قبل أن يشحن . إن طبيعة ومدة المشاكل المتعلقة بتصريف مياه التبريد تختلف ، بالاعتماد على الموقع ، التوفر ونموذج ممرات المياه والتي (لها السوائل قد تصرف وتفرغ . وبالنسبة للمعامل البخارية ذات الاشتعال بالفحم (المدارة بالفحم) فإن قدر 3,300 Kcal من الحرارة يجب أن تُبدد بواسطة ماء التبريد هذا من أجل كل كيلو واط من الكهرباء المتولدة . إن درجة ماء التبريد المفرغ تكون حوالي °5-8 درجة مئوية أي أعلى من درجة حرارة الماء في التيار المستقبل . بالإضافة إلى الحرارة . هذه المياه أحياناً تحتوي على كميات صغيرة من الكلورين المتبقي لضبط النمو البكتيري الفردي ، algicides كمثل سلفيت النحاس لضبط النمو الطحلبي (خاصة المستعمل عندما تكون أبراج التبريد معرضة للضوء الطبيعي ، وأحياناً مانعات التآكل كمثل الكروم أو سلفايت الصوديوم . المقاييس العلاجية الواجب استعمالها من قبل وحدات ومعامل الساد تتضمن: 1- التقليل من التبريد ذو النمط once-through بواسطة إعادة التدوير بالأبراج ورأو إعادة استعمال أبراج التبريد هذه . 2- استعمال أحواض الرمش أو أجهزة تبريد الحرارة (بحيرات إعادة التشكيل المصطنعة أو أنابيب تسخين تحت الأرض . 3- التقليل من الكروم أو المعادن السامة من أجل منع التآكل . 4- حفظ وصيانة ماء التبريد من التعرض أو التماس مع أي نوع من الملوثات الغريبة والدخيلة .

البوتاس :

التخلص من المهملات والنفايات السائلة من عملية معالجة البوتاس أصبحت ذات شأن مرخراً مع افتتحا وبدء العمل بوسائل المعالجة والتعدين حديثة في البلدان المتطورة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

خام البوتاس المعدن بعد أن يسحق ، يغربل ويفرز فإنه يفصل عن بلورات الملح والملوثات الأخرى في خلايا تعويم مصممة ومبنية بشكل خاص وذلك باستعمال محلول ملحي قوي وذلك كوسط تشتيت لمنع دمج الجزئيات . خام البوتاس ذو الدرجة العالية من ترسبات السيلفيت تحتوي حوالي %(20-30) من K_2O %(32-48) من KCl والباقي يكون ملح وشوائب أخرى . البوتاس ذو الدرجة الكيماوية يحتوي حوالي %(60-61) من K_2O.

وإن كان ماء البحر متاحاً من أجل إعداد وتحضير محلول ملحي فإن المحتوى الملحي للمادة الملوثة (النفايات) يمكن أن يرتفع حوالي سبعة أضعاف في التركيز مقارنة مع ذلك للماء .

إن مشكلة (مسألة) التخلص الوحيدة تكمن في تحقيق وإنجاز تخفيف سريع للملوثات المركزة وإلى مادون مستوى السمية . وقد وجد أنه إن كانت الملوحة للنفايات المركزة تقع ضمن 2 جزء/1,000 من المستوى المحيط ضمن 30 م من نقطة التصريف ، بحيث أنه مع فترات المدية والجزرية والتي تؤمن نسبة 1:100 تخفيف ، فإيه لايحدث أي تجمع ممكن كشفه من دورة مدية جزرية واحدة إلى الأخرى . تفريغ النفايات إلى الأنهار بواسطة معامل الداخلية ماتزال تعرض مشكلة من نوع ما في البلدان النامية وهي تحت تدقيق وإشراف الهيئات المنظمة في هذا الوقت . التخلص من أملاح النفايات في الأكوام هو أمر ممكن تنفيذه في بعض المواقع والمراكز حيث يكون متاحاً فراغ ويكون سقوط المطر خفيفاً .

المخلفات والنفايات الصلبة :

التخلص والإفراغ الآمن للنفايات الصلبة أو المنتجات الثانوية من معامل السماد تعتبر مشكلة وخاصة في المناطق الصناعية المتطورة . فوسفو الجص يعتبر المنتج الثانوي الأكبر في عملية تصنيع حمض الفوسفور الرطب:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الجص :

التصريف والتخلص الآمن أو بالتبادل ، استرداد فوسفو الجص المنتج الثانوي من معامل حمض الفوسفور الرطب قد أصبح ذو شأن وذلك بسبب إنشاء معامل ووحدات حمض فوسفور ضخمة في السنوات العشرين الأواخر . ومن أجل كل طن من P_2O_5 المنتجة فإن 5طن من منتج ثانوي فوسفو الجص يجب التخلص منها .

وفي البلاد حيث تكون الأرض نسبياً رخيصة ومتاحة ، cake الجصي من المرشح يمزج ويخلط مع الماء ويصرف كخبث إلى بركة أو حوض جصي. البحيرة الساحلية يمكن أن تكون عدة هكتارات في الحجم وتسد بحاجز من أجل الاحتفاظ المنتج الجصي من الوحدة لمدة 7-5 سنوات من التشغيل .

أحواض الجص طبعاً تستقبل وتتلقى خبث حمضي من الوحدة ، سلفيت الكالسيوم ومركبات فلوريد الكالسيوم يستقر وأخيراً يملئ الحوض . الاهتمام والعناية يجب أن تتوجه لمنع تلوث المياه الأرضية وذلك بسبب النز والارتشاح من الحوض . في المناطق حيث يكون سقوط المطر غزيراً وخسارات التبخر منخفضة فإن فيضان وانسكاب مياه البركة يجب أن يعادل بالكلس لمنع تلوث المياه المستقبلية معمل ووحدات حمض الفوسفور الواقعة على شواطئ الواقعة على شواطئ وسواحل المحيط عادة تفرغ وتصرف نفاياتها الجصية الطفيلية إلى البحر . الجص يكون ذواباً في ماء البحر وينحل بسرعة حيث تكون التيارات المدية والجزرية قوية .

التخلص البحري للجص قد أُجريَ من قبل المعامل الواقعة في الداخل والتي تتخلص من موادها الجصية بواسطة مراكب غير محملة القاع خاصة أو سفن . العديد من المعامل والوحدات تمزج مسبقاً ماء البحر مع الجص .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حوالي 100 طن من ماء البحر لكل طن من الجص تكون لازمة ومطلوبة من أجل الانحلال السريع . الجص يكون أيضاً ذواباً في الماء العذب. ومن المسموح به تصريف وتفريغ الجص إلى الأنهار حيث تكون الكمية بشكل نسبي صغيرة بالنظر إلى تدفق وانسياب التيار . انحلالية الجص في ماء البحر تكون 5.3 غ/ليتر مقارنة مع حوالي 2.3 ليتر بالنسبة للماء العذب . استرداد واستعادة الجص من أجل الاسمنت ، قوالب البناء والألواح المحصصة وكذلك بالإضافة إلى استرداد SO_2 من سلفيت الكالسيوم قد تمت وأنجزت من قبل العديد من مصنعي الأسمدة في البلدان المغلقة داخلياً وليس لها اتصال أو حدود قوية حيث النقص والحاجة بطرق التخلص الأخرى أثبتت وأكد على أن هذه العملية هي اقتصادية . وعندما يكون استرداد الجص لازماً محتوى P_2O_5 المتبقي في نفاية الجص يجب أن يقلل في معظم الحالات ولهذا السبب عمليتا لحمض الفوسفور ونصف الهيدرات وثنائي الهيدرات ذات المرحلتين تكون مفضلة حتى على عملية ثنائي هيدرات الصرفة لأن محتوى P_2O_5 المتبقي يكون أدنى ومنخفضاً .

العديد من البلدان المتطورة تكون مهتمة في اكتساب واتخاذ هذا النوع من التقنية وتلك البلدان التي يجب أن تستورد الكبريت تأمل وترجو أن تستخلص SO_2 من أجل معامل حمض الكبريت . شروط وظروف السوق للمنتجات الثانوية المسوقة سوف تحدد في كل حالة الحيوية الاقتصادية والعملية الخاصة النوعية الواجب اتباعها وتبنيها .

نترات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم :

المنتج الثانوي لنترات الكالسيوم يستحصل عليه من عملية نتروفوسفات ذات النمط ODDA وذلك بعد أن يتم تبريد الخبث المتفاعل وذلك لزيادة انحلالية الماء للمنتج NPK النهائي . نترات الكالسيوم المتبلر خارج هذه المركبات الطينية يزال بواسطة الطوارد المركزية وتحبب وتجفف من أجل أن تباع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كسماد ذو مواد مغذية منخفضة % 15 من N و% 27 من CaO) تتحول إلى نترات الأمونيوم الكالسيوم % (20-26) من N كربونيت الكالسيوم يستحصل عليها في بعض الوحدات وذلك عند تحويل المنتج الثانوي لنترات الكالسيوم لعملية ODDA بواسطة الأمنية وإضافة ثاني أوكسيد الكربون . ما لم يعاد استعمال كربونات الكالسيوم في تصنيع وتحضير نترات أمونيوم الكالسيوم ، فإنه يفصل بواسطة الترشيح من العملية ويستعمل من أجل معادلة نفايات المعمل الأخرى بالتبادل ، يجب بيعها كمنتج تجاري أو مستحضر قد تم التخلص منه .

ثلاثي أوكسيد الزرنيخ :

نفاية صلبة أخرى تحضر وتنتج بعملية Vetrocoke (كربونات الكالسيوم) وذلك من أجل تقليل ثاني أوكسيد الكربون في تصنيع وتحضير الأمونيوم . إن حجم هذه النفاية يكون ضيق والحمأة يحتوي على % 20 من AS_2O_3 . في الوقت الحالي ، هذه النفايات أحياناً تفرغ بالإمالة إلى البحر كوسيلة وواسطة للتخلص الآمن . وهي يمكن أن تخلق مشاكل عدة تقتل فيها الأسماك وذلك إن كانت التراكيز عالية عند نقطة التصريف والتفريغ .

وسيط فاناديوم المستهلك :

التخلص من وسيط فاناديوم المستهلك من وحدات حمض الكبريت لايمكن أن تغفل أو أن يتم التغاضي عنها وذلك بسبب السمية العالية لمركبات الفاناديوم . وكمية تقدير بـ 1,500 طن يومياً من وحدة حمض الكبريت تنتج حوالي 20 م3 سنوياً والتي تزال عادة خلال تعليق الدوام للصيانة السنوية . في بعض الحالات ، الوسيط (مادة الحفز) المستهلكة يدفن تحت الأرض في مواقع لاتؤثر على مياه الأرض .

تيارات واتجاهات في ضبط التلوث والتشريعات :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

البلدان المتطورة :

الميل نحو التصنيع السريع لمرحلة ما بعد الحرب العالمية الثانية قد تطلب ضبطاً متزايداً للتلوث وسياسة تعتمد على التنظيمات والقوانين الشرعية والمشرعة للصناعة . التدابير الاقتصادية للنفقات تطلبت الزيادة في الحجم لوسائل ومعدات التصنيع والتحضير ، وتأثيرهم على البيئة والمحيط ، كان في حالات عدة ، قد أغفل من قبل المصممين . وحتى تم تعزيز وتقوية التشريعات من قبل الهيئات والمنظمات في البلاد المتطورة فإن معامل السماد قد طبقت مبدأ ضبط والتحكم بالتلوث داخل المعمل . وهذا أدى إلى حوادث تنتج وتعطي تلوث جوي في العديد من المساحات الصناعية وتلوث مياه العامة المستقبلية والتي تصبح تقتل السمك وحيوانات الاقليم . في الولايات المتحدة وكالة هيئة حماية البيئة (EPA) قد تم تأسيسها من قبل الحكومة الفيدرالية . في المملكة المتحدة ، الفحوص القلوية كانت قد عززت من أجل معالجة المشاكل ضمن إطار الهيئات المنظمة المشابهة توجد اليوم في معظم البلاد المتطورة وهذه القوانين إما أنه لها ما يسمى بتأثير الفعل الهوائي النقي أو معايير ومقاييس من أجل نوعية المياه الخاصة بمياههم العامة المستقبلية . صناعة أسمدة الواقعة على حافة النهر أو البحر لها حق مساوي كمثل أي منطقة واقعة على شاطئ النهر في استعمال الوسائل والتسهيلات بطريقة تمكن جيرانها (المناطق الواقعة على شاطئ البحر أو في اتجاه مجرى النهر لأن يكون لها منفذ ومسلك لنفس الكمية والنوعية من المياه وذلك كما تملكه هي . وتحت تشريعات وتنظيمات ضابطة ومشرعة ، المحققون يمكن أن يفرضوا غرامات بسبب التجاهل وحتى يمكن لهم أن يوقفوا التشغيل لمنع الأذى والضرر بالمحيط والبيئة .

البلدان النامية :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

صناعة الأسمدة أحياناً تعتبر الصناعة ذات المقياس الأكبر الواجب تأسيسها وإنشائها في البلدان النامية مع سياسة تدبير النفقات الاقتصادية الزراعية الأولية والمبدئية والمواد الأولية المحلية . وفي أحيان كثيرة ، العامل الخبير ليس متوفراً ومتاحاً ويجب تدريبه من أجل تشغيل وسائل وتسهيلات الإنتاج .

المصممون يكونون مشغولون مسبقاً بالاتمام الإكمال السريع للوسائل الحديثة ، والتمرين للموظفين يهدف إلى الوصول بوسائل الانتاج بسرعة قد الامكان . واعتبارات الإفساد الممكن للبيئة وذلك بسبب سوء تشغيل المعمل تغفل ويتم تجاهلها ، وقوانين الأمن والسلامة وإدارة التدبير المنزلي الجيدة ، كذلك لا تؤخذ بعين الاعتبار ويتم تجاهلها . وإنه فقط بواسطة المبادئ والقوانين والأنظمة الصارمة والمراقبة الجيد منذ بداية التشغيل في المعمل هذا يمكن منعه وإيقافه فيما بعد .

وهذا أمر وجانب هام والذي لايتوجب تناسيه والتغاضي عنه من قبل الحكومات في البلاد النامية والتي يجب أن تتخذ تدابير وإجراءات مسبقة جدية. وعندما يقوم بلد متطور بإنشاء وتأسيس معمل سماد حديث ، فإن الاختيار للموقع قد لايكون دائماً قريباً لمصدر المواد الخام أو بالتبادل قريباً من منطقة التسويق . في أحياناً قليلة توفر اليد العاملة الخبيرة ، المرفأ ، أو شبكة مواصلات ونقل يمكن أن يؤثر على القرار والتحديد النهائي . إن حركة وتنقلية اليد العاملة عادة يفترض أن تكون موجودة في بلد نام وبقاعدة نامية ، في أحيان قليلة حركية اليد العاملة لايمكن الاعتماد عليها . بالاضافة إلى أن إنشاء وتأسيس العمل أو تشغيل الوسائل الحديثة لايكون أسرع من إنشاء القرى أو المجتمعات في الجوار من أجل العاملين . إن الحاجة والنقص في النقل العام أو الكلفة النسبية للنقل يجبر على تكوين مجتمعات في المنطقة الباردة للمعمل . وهكذا فإن رفاهية المجتمع والبيئة المحيطة تصبح من مسوؤلية الصناعة التي تؤمن للعاملين قوت يومهم ومعاشهم . وإذا تم فساد وتخريب البيئة بسبب الملوثات الجوية المفرغة من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المعمل أو إن كانت توفر الماء الصالح للشرب قد انخفض وقلَّ كنتيجة للتلوث الصادر عن المعمل ، فإن الصعوبات في علاقات العاملين سوف تكون واردة ومن المحتمل أن تحدث . مثل هذه الصعوبات ليست بذات أهمية بالنسبة للإدارة ، وسوف تقوم بإعاقة استخدام والتزويد بالأدوات اللازمة لمشروع حيوي . وبشكل واضح هذا سوف يؤدي إلى مشاكل ملحوظة بالنسبة لكل الأطراف . ولهذا السبب سن القوانين المشروعة لتقيدات التلوث تمهد الطريق لمقاييس ومعايير واقية والتي سوف توجه وتحمي كل من المستخدمين والإدارة في السنوات التالية في طريق النمو الصناعي .

دور اليونيدو :

إن دور اليونيدو وهو تجنب الخطر الكامن الذي حدث أحياناً في البلاد المتطورة ولتوجيه الصناعات الحديثة والتي في طريقها للتأسيس في البلاد النامية ، إن دور اليونيدو وهو المساعدة تقنياً لإدارة الصناعات في مرحلة التخطيط .

الأحكام غير المنحازة بين الحكومة ، المستثمرين ومصممي معامل السماد الواجب توضعها في مواقع حديثة يمكن أن تحل وتوفر الكثير من المشاكل لكل الأطراف وذلك في سعيهم ومحاولتهم المشتركة .

تأسيس وإنشاء معمل Crassroots في البلدان النامية :

في خطوة اختيار موقع Grassroots في البلاد النامية ، اعتبارات بيئية في أحيان كثيرة يتم التغاضي عنها وإغفالها . وهذا قد أدى إلى تدمير وإهلاك للصناعة السمكية في المرافئ أو المحاصيل في المناطق المحيطة بمعامل السماد . ومواقع العمل عادة تختار لأن تكون قريبة لمصدر المواد الأولية ، بغض النظر عما إن كانوا غازاً طبيعياً أو صخر فوسفاتي . الأسمدة هي منتج bulk وكل المعامل المنسقة في التصدير إما أنها تقع بالقرب من منطقة المرفأ الموجود أو على الأنهار الصالحة للملاحة . وفي حالات عديدة كثيرة ، اعتبارات سياسية قد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تجاوزت التقديرات الصحيحة لتأثير معامل السماد على مايجاورهم ويحيط بهم . فعلى سبيل المثال ، سلطة المرفأ ترغب بأن تكون الصناعة قريبة ومجاورة لمرفأها والذي قد استعمل واستثمر حتى ذلك الوقت من أجل الاصطياد فقط وأغراض استجمام . وغني عن الذكر أن كل من الصناعة السمكية والسياحة تعاني الكثير . في حالة أخرى ، الصناعة الدوائية الصيدلانية ترغب بأن يكون موقع صناعتها بالقرب من معمل السماد الذي هو قيد الانشاء والبناء . وحتى وإن استعملت آخر المخترعات التقنية لتخفيض الدخان وإزالة الغبار في معمل السماد ، فإن كلتا الصناعتين ليستا جاريتين متوافقتين ومتلاءمتين .

الدليل لـ Engineering Contractors :

مواصفات العمل :

إن اختيار عملية ما لإنتاج السماد مسألة هامة بالنظر إلى تأثير المحيط والبيئة . وبالرغم من أن معظم عمليات السماد (الواجب إنشاءها الموجودة وتأسيسها) في البلدان النامية كانت كلاسيكية وتقليدية وقد تم اختبارها وتجريبها جيداً في البلاد المتطورة فالعديد من المتعدين يتغاضون عن الاعتبارات البيئية الخاصة بالمواقع حيث لا توجد تقييدات وقوانين تشريعية صارمة . ولمنع هذا من الحدوث ، فإن إعلان المتعهدين لمثل هذه التسهيلات يجب أن يكون لازماً وذلك للتقديم في اقتراحاتهم المقدمة التفاصيل الكمية والنوعية للنفايات المائية والجوية التاركة المعمل هذه المواصفات والشروط يجب أن تتضمن مثل هذه المعلومات عن درجة الحرارة لماء التبريد المستعمل والذي يترك المعمل . . الخ المتعهدين يجب أن يعطوا مواصفات عن حد وتصريف النفايات وذلك في دعوتهم للعرض . ويجب أن يحددوا نموذج وتقديم كل المعدات اللازمة والمعدَّة لتركيب من أجل تقليل تلوث الجو وكذلك المياه .

موازين الماء :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المتعهد عادة يتوجب عليه تأمين مخططاً ودرساً بيانياً بخطوات العملية وجدول خاص بشبكة الأنابيب ومجموعة الآلات والمستعملة لغرض معين , D] I] وذلك مرفقاً مع اقتراحه . ومن غير العادي والمألوف بالنسبة لخطوات التوازن وميزات الذي يظهر خسارات المعمل أو النفايات أن يكون جزءاً من اقتراحه المقدم وذلك ما لم يكن مطلوباً وموصاً عليه حسب مواصفات العرض . ومن الموص به بالنسبة للمستقبل تضمين هذه المعلومة كجزء من اقتراح المتعهد وذلك للتمكين من تقدير التأثير الذي يمكن أن يكون للمعمل الحديث على المحيط والبيئة .

الضبط والتحكم داخل المعمل لنفايات المعمل الغازية والمائية :

إن تأسيس وإنشاء تحكم وضبط للنفايات داخل المعمل أمر ضروري وجوهري بالنسبة لمعمل السماد الذي يشتغل بشكل جيد . الشحنات والمواد المفرغة الغازية يجب أن تؤخذ عينة عنها وذلك على أساس منتظم وبنفس الطريقة التي تتم فيها تيارات العملية من أجل أغراض توجيه وضبط وذلك كمسألة روتينية . النفايات المائية المفرغة يجب أن تختبر عينة منها بشكل مستمر ضمن حدود المعمل . وعندما يكون ممكناً فإن أجهزة تحليل تسجيله مستمرة يجب أن تركب وفي كل معمل ، الأكوام من الفائض والتوقف النقل والتخزي ، تحدث وتكون واردة وذلك إما بسبب الخطأ البشري أو فشل المعدات وعدم جاهزيتها . أحياناً هذه الأكوام من الفائض تسبب خسارة في المردود وملحوظة وتؤدي إلى أخطار عظيمة للمياه recieving (المستقبلة) وكذلك البيئة المحيطة . وكمقيا أو معيار لإجراءات وقائية مسبقة لاحتواء وتحديد أكوام

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفائض الخطرة والمفرغة بشكل غير معتمد ، فإن أحواض التجميع والحجز يمكن إنشائها ضمن حدود ملكية المعمل ، وبذلك يتم تأمين فرصة لتعادل أكوام الفائض الحمضية قبل تفريغ وتصريف المواد الملوثة إلى المياه العامة . وهذا بالطبع ، ليس إجراءاً عملياً بالنسبة للنفايات الجوية . وبعملية تخفيف لهذه النفايات وخاصة في المناطق العاصفة ، يمكن أن يُتوقع بأن تصبح أكبر وأعظم ، وتأثيرهم على المناطق المحيطة للمعمل يمكن أن يكون خطراً . إن تركيب مراوح مجهزة بآلات تسجيلية يمكن أن يحدد الاتجاه الذي فيه المواد الملوثة سوف تتخذه بعد التصريف . إن تركيب مواسير تنفيس ذات ارتفاع كافٍ سوف يساعد ويساهم في تشتيت وتفريق هذه المواد الملوثة .

عندما يتم بناء وتأسيس المعمل كل مداخن التنفيس يجب أن تبنى بارتفاع كافي لحماية المنطقة المجاورة مباشرة للمعمل . التركيز الأرضي الأعظمي للتلوث يمكن حسابه بالنسبة لأي تحرر لمصدر الدرجة (النقطة) وذلك باستعمال طريقة نموذج انشار Basanquet Peaesons . هذه الطريقة العملية وبدون بيانات دقيقة للأموال الجوية يتم التزويد بها من أجل التقدير التقريبي . وكقاعدة ، التراكيز الأرضية العظمى توجد عن ارتفاعات عشرة مواسير باتجاه الريح من المدخنة بالنسبة لـ SO_2 وإيروسول الخفيف (ذريرات صلبة أو سائلة يحملها الهواء) المفرغة . إن تجميع (جمع البيانات عن الأحوال الجوية كمثل الضغط البارومتري سوقط المطر . . الخ يكون نافعاً في تقدير وتخمين مسوؤلة الضرر والخسارة . المجمعات الغبارية الواقعة في مناطق استراتيجية تحيط بالمعمل تكون عملياً نافعة ومفيدة وذلك بالنظر إلى معامل السماد (ضمن علاقتها مع معامل السماد) .

هذه التجمعات يجب أن تركب قبل أن يتم تأسيس وإنشاء معمل السماد . ذلك لقياس المستوى الأساسي (القاعدي) للغبار في المنطقة وتقوم بوظيفة أداة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قياس التأثير هذه الصناعة بعد الاختبار وكذلك خلال التشغيل المداوم بشكل مستمر .

الدراسات (التقصي) المحيطي (البيئي) :

قبل تصدع الأرض :

في السنوات الخمسينات ، وبعد الحرب العالمية الثانية ، خلال مرحلة التصنيع وإعادة البناء والإنشاء عندما العديد من الدول المتقدمة قد اكتشفت أسواق جديدة للصناعة . فإن الشركات المتنورة قد حرصت على إنشاء صناعة في المناطق الريفية البدائية وذلك قبل تصدع الأرض . عوامل عدة قد أثرت باختيار الموقع ولكن واحد أساسي منها والذي لم يُفغل كان البيئة والمحيط .

الضوابط والقواعد المشروعة والتقيدات لم يتم تحديدها والتعريف بها بشكل كمي ، المبدأ الأساسي للقانون العام "كجار جيد" ومقبول كانت سياسة التوجيه والإرشاد ، صناعة جديدة أسست نفسها في منطقة ما وذلك للأسباب التالية :

1- قابلية وإمكانية تسويق منتجاتها .

2- توفر المواد الخام الأولية وبأسعار رخيصة .

3- توفر اليد العاملة الخبيرة والكافية .

4- الاتصال الجيد مع المراكز الأخرى للنشاط والفعالية وذلك من أجل عملهم الخاص .

5- المحيط الملائم للموظفين والفعاليات للإتصال .

والتأكيد على العنصر الأخير (الرقم 5) قد استحوذ على اهتمام كبير هذه الأيام ، المياه الطبيعية أي الأنهار والبحار وهبتها الطبيعة للإنسان من أجل أغلبية مواقع grassroots ، وهذا كان من المتوجب احتراقه وأخذه بعين الاعتبار كمقاطعة يجب اقتسامها بين المجتمعات التي لها حقوق شاطئية مع الصناعة . والحاجات إلى الصناعة قد تم إقرارها من قبل المصممين من خلال الدراسات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حول المنطقة والدراسات هي حولي عما إذا كانت المنطقة بحراً أم نهراً ، بحيث أن الاعتبارات البيئية قد أخذت بعين الاعتبار وكذلك مجموعة الحيوانات والنباتات الموجودة في البحر والأنهار . المختصون كمثل البيولوجيون والزراعيين قد تعهدوا والتزموا لدراسة وتقصي المنطقة . ودراسة Plankton التي كانت حول مياه الموقع المقترح باتجاه النهر أو ضد التيار كانت لتأسيس وإنشاء شروط المحيط والبيئة الطبيعية . هذا المدخل العلمي قد أعطى بيانات ومعلومات لمستوى الأساس والقاعدة وفي بعض الحالات عين بدقة مستوى التأثيرات الموجودة لطبيعة التلوث التي يمكن أن تسبب وتزيد من الأخطار بالنسبة للبيئة وذلك بإنشاء وتأسيس صناعة جديدة . الدراسات قد تم توجيهه وضبطه بواسطة معاهد أكاديمية مستقلة تحت الالتزام .

وهذه المعاهد تزود معلومات هامة للإدارة الصناعية وفي نفس الوقت باكتساب شهرة محلية ، تؤسس لنفسها ثقة عامة ، والعديد من مقيمي كانوا قلقين حوال الجيران الجدد على الرغم من فرص التوظيف المتزايد والفوائد المالية المتوقعة .

بعد سنة واحدة من تأسيس الصناعة :

كما هو معروف بالنسبة لكل فرد ، تأسيس صناعة جديدة في حالات عديدة في مناطق ريفية رعوية عذراء محفوف بالكثير من المشاكل . فعندما تقدم تقنيات حديثة واليد العاملة غير الخبيرة تُدرب ، العديد من الحوادث المؤلفة تحدث . وبالإشراف الماهر والخبير والتدريب الدقيق للموظفين الجدد فإن خلال سنة واحدة هذه المشاكل يمكن أن تزول لوحدها والعمليات الإنتاجية للمعمل الصناعي يمكن أن تُنسق وتسوى . عند هذه النقطة من الهام بالنسبة للإدارة الشركة تخطيط برنامج لتحديد الأثر إن وجد والذي تسببه العمليات التشغيلية للشركة على البيئة

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والمحيط . الدراسة يجب أن تتم عما إذا الهيئات والسلطات التشريعية تتطلب بيانات عن عملية التشغيل للشركة أم لا .

إن التقصي عن مجموعة حيوانات المحيط والنهر ونوعية المياه ، بما في ذلك العوالق ، درجة PH ودرجة الحرارة وBOD و COD والأوكسجين المنحل يجب أن تقوم باتجاه التيار وهذا التيار للصناعة المؤسسة الشاطيئة (أي تأخذ بعين الاعتبار ميزات ومساوئ الصناعة المنشأة .

إن تشتيت نفايات المعمل المائية بما في ذلك مياه التبريد يجب أن تفحص وتدفق . وتأثيرهم يجب أن يقاس بشكل كمي ليس ضمن حدود المعمل فقط بل كذلك في المنطقة المجاورة مباشرة . هذا الضبط التلقائي هو الأساس لتوجيه الصناعة حتى قبل أن تقدم أي حكومة تشريعات وقوانين (تقيدات شرعية) المعاقبة المخالفين وإدارة الصناعة (سواء أكانت في البلاد النامية أم المتطورة) يجب أن تأخذ بعين الاعتبار هذا النظام ، عند بداية كل تشغيل وهي تتضمن في كل حالة تمرين وتشجيع للموظفين للحفاظ على ملاحظة الخطوط الرئيسية للتوجيه والإرشاد . إن ضبط التلوث يجب أن يكون من مسؤولية الإدارة ولا يجب أن يكون مقتصراً على النفايات السائلة من معمل السماد . النفايات الغازية التي تنبعث من معمل السماد يجب كذلك مراقبتها وملاحظتها لضبطه. وباستخدام بقع حديقة garden والتي تقع في مواقع استراتيجية مع الأخذ بعين الاعتبار ظروف الريح السائدة في المنطقة ومحاصيل الزرع والتي تكون سريعة التأثر بالمواد الملوثة من المعمل ، يتم تزويد مقياس للتلوث ، وبالتالي حماية وصيانة المنطقة الزراعية أو الحراجية بالمعمل . مراكز أخذ العينات الهوائية المتنقلة المزودة بثاني أوكسيد الكبريت وأجهزة تحليل أوكسيد النتروجين تشتغل على مدار 24 ساعة/ يومياً ، يمكن أن تعطي تحاليل كمية لهذا الغرض . الاستثمار يكون صغيراً نسبياً ، ونفق التشغيل النسبية تساوي تقريباً الكلفة لأجل المعدات . الفوائد والمنافع الاقتصادية والاجتماعية لكل من الصناعة والمجتمع يمكن أن تبرر وتسّوغ

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بسهولة الكلفة على المدى الطويل بدون المحاولة لإنشاء نسبة منفعة: كلفة وذلك ببساطة بتسميتها (goodwill expense) .

العوامل والنواحي الاقتصادية لنفقات ضبط التلوث :

إن تقدير وتخمين نفقات مقاييس ضبط التلوث في معامل السماد كان من الصعب تقديرها كمياً . ومن المؤكد أنه عندما نؤسس صناعة جديدة ، فالأمر الاقتصادي يكون بدمج كل معدات وتجهيزات التخفيض الضروري منذ البدذ وذلك لمواجهة مقاييس ومعايير المستلزمات والمقاييس المحلية .

أي تغييرات تطرأ على المعامل الجديدة سوف تكلف دوماً نفقات استثمارية عالية ومرتفعة وفي بعض الحالات خسارة في الانتاج . فقط في الحالات التي يكون فيها استرداد منتج ثانوي من معمل السماد ، يمكن انجازها وتحقيقها ، بشكل اقتصادي ، فإن منتج واحد يمكن الوصول إلى نسبة (تناسب منفعة: كلفة . وفي اجتماع لمجموع خبراء من اليونيدو ، الاتجاه العام للمشاركين كان بخصوص أن اعتبارات الفائدة: الكلفة يجب تقديره بطريقة مختلفة في البلدان النامية كما هي عالية في البلاد المتطورة . وفقط إن تم افتراض وتخمين من التماثيل والانتظام في مواصفات المعدات فإن أي تقدير مفيد وذو معنى لكلفة رأس المال العالمي والخاص بضبط تلوث التصنيع الأسمدة يمكن القيام به في العقود التالية .

وبافتراض وتقدير أن نسبة النمو هي تقريباً 9 % لكل سنة من أجل صناعة السماد ، فإن الكلفة الإجمالية على أساس الانتشار العالمي لضبط التلوث المائي والهوائي في صناعة السماد خلال سنة 1980 يمكن أن تصل إلى 3-5 بليون دولار (3,000-5,000) مليون دولار . ومن غير العادي في البلاد المتطورة انفاق % (15-18) من استثمار رأس المال الإجمالي على معدات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ضبط التلوث . ومعهد الأسمدة قد قدّر أن تكاليف التشغيل لمعدات ضبط التلوث قد أضافت حوالي 3.30 دولار/ mt من N و P_2O_5 في الولايات المتحدة .

في الولايات المتحدة ، المقاييس الفيدرالية تعتمد على أفضل تقنية متاحة، ومساوئ هذا المبدأ هو أنه لايسمح بتقدير وتخمين لتناسب المنفعة: والكلفة . وكذلك لا يأخذ بعين الاعتبار عوامل التوضع والموقع أو درجة التشغيل . وعلى سبيل المثال : مقدار 20 طن يومياً من وحدة حمض الكبريت يجب أن تتوافق مع نفس المقاييس لمعمل بطاقة 2,000 طن يومياً . بالإضافة إلى أن مدخل أفضل تقنية متاحة يحتمل أن يتغير بتطور التقنية الحديثة ، وهكذا فإن التخطيط معه يصبح صعباً . بالإضافة إلى أن المقاييس الحكومية ، أو للمقاطعات والولايات والبلديات قد يفرض ضبواط أخرى . وفي معظم البلاد الأوربية هناك اتجاه وميل نحو مدخل أكثر مرونة والذي يسمح بأخذ اعتبارات المعامل على أساس فردي وشخصي . فعلى سبيل المثال : النرويج والسويد واسبانيا ليس لها حدود ابنعاث قانونية عامة ، ولكن الحدود المسوح بها مؤسسة بكل معمل على هذا . شحنات التفريغ المسموح بها إلى الأنهار قد تختلف وذلك بناء على ميزات خواص النهر بعض البلاد لها مقاييس ومعايير مختلفة لنماذج مختلفة من المعامل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الرابع والعشرون

24- التخطيط لتنمية وتطوير صناعة الأسمدة

مقدمة Introduction :

إن الحاجة إلى انتاج متزايد ومتنام كذلك الاستعمال والاستخدام الحاد للأسمدة في البلاد النامية قد تم الإشارة إليها في الفصول II و III . هذه الحاجة نشأت من الحاجة لزيادة الإنتاجية الزراعية لمواجهة الحاجات المتنامية للغذاء والكساء ولزيادة تصدير المنتجات الزراعية للمحصول على العملة الصعبة . العديد من البلدان التي لها خبرة وتجربة قليلة نسبياً سوف تقوم بإنشاء وسائل لإنتاج الأسمدة جديدة ودول أخرى والتي لها شيئاً من الخبرة والتجربة سوف توسع الانتاج والاستعمال المضاعف ومن الواضح أن النجاح لهذه المشاريع سوف يعتمد على كيفية تخطيطهم بشكل جيد .

" البلاد النامية " تشتمل على مدى واسع في الحجم ، السكان ، درجة التطور والنمو ، مصادر المواد الخام الإمكانية الزراعية وعوامل أخرى متعددة وهكذا فإنه يغدو من المستحيل وضع مقدماً أي خطة تنموية والتي سوف تكون مفيدة ونافعة بالنسب لكل الأقطار . إن هدف هذا الفصل هو اقتراح بعض خطوط التوجيه العامة ولبيان بعض الأخطار الكامنة في التخطيط لإنتاج السماد ونظام التوزيع . إن التأكيد والتشديد الأولي والمبدئي سوف يكون على التخطيط لتأمين وتزويد الحاجات المحلية للبلد أو المنطقة ، ولكن بعض الاهتمام يجب أن يُعطى للتخطيط من أجل تصدير السماد والمواد الخام للسماد، والمواد الوسيطة والمنتجات النهائية .

هناك مطلبان مسبقان من أجل التخطيط الجيد لصناعة الأسمدة وهي 1- التقدير والتخمين الدقيق لحاجات البلد الحالية والمستقبلية . 2- معرفة تفصيلية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بمصادرة (مصادر المواد الأولية) والتي تشتمل على المواد الخام بشكل خاص والتي يمكن استعمالها لإنتاج السماد والأساس اللازم لتطوير وتنمية الصناعة .

ولسوء الحظ ، هذا المطلبان المسبقان عملية التخطيط من الصعب تحديدهما بأي درجة من التأكيد والوثوقية .

تقديرات الطلب والحاجات :

من المفترض أن حكومة القطر لها أهداف وأغراض من وراء ميدان الزراعة والتي تشتمل على تأمين محاصيل غذائية كافية ذات نماذج ملائمة وكافية لتغذية سكانها مستقبلاً ، وكذلك تأمين حاجات غير غذائية مثل المطاط والقطن ، الصوف . . . الخ . وانتاج منتجات ومحاصيل من أجل التصدير . بعض النسب التقريبية لكمية وأنواع الأسمدة المُحتاج إليها لأن تحقق هذه الأهداف عادة يمكن صياغتها وتشكيلها ، ويمكن أن تؤمن معلومات زراعية كافية .

إن الحاجة للسماد هي عامل واحد فقط في الوصول لتحقيق أهداف الإنتاج الزراعي (انظر الفصل III وهكذا فإن الاعتماد على وثوقية التقدير سوف تعتمد على كيف تم تقدير الحاجات والمتطلبات الأخرى بشكل دقيق وكيف تم انجاز وتحقيق الخطة الموضوعة . التقديرات الحكومية للحاجات المستلزمات ، أو الأهداف البعيدة تميل لأن تكون متفاعلة لأن هذه التقديرات تعكس ما تأمله الحكومة أن تحقق ما لا تتوقعه بشكل واقعي . في عملية التخطيط لإنتاج السماد ، قد يكون من الأفضل الاعتماد على التقديرات للحاجة والطلب الفعال ، وذلك مالم يفترض أن الإنتاج الفائض والزائد يمكن أن يُمتص من قبل المصدرين . المشكلة الحقيقية والصعبة والتي لم يتم أخذها بالحسبان هي تقدير لنوعية السماد اللازمة في المستقبل . عادة هناك بيانات ومعلومات متوفرة عن استجابة المحاصيل والزراعات الأساسية لكل من المواد المغذية الأولية وأحياناً للمواد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المغذية الثانوية . ولكن ، ومع تزايد استعمال السماد لواحد أو أكثر من المواد المغذية ، فإن مواد مغذية أخرى قد تصبح ناقصة أكثر فأكثر . وعلى سبيل المثال ، البلاد النامية أحياناً تبدأ باستعمال السماد مع النتروجين الصرف وذلك بسبب لأن الاستجابة الاقتصادية لهذا العنصر يكون أكبر وأعظم . بعد سنوات عدة من التسميد بالنتروجين ، فإن احتياطي التربة من الفوسفور (على سبيل المثال) قد استنفذ إلى النقطة التي عندها الاستجابة للنتروجين تهبط .

وعندما يتم استعمال كل من النتروجين والفوسفور لسنوات عدة ، فإن عناصر أخرى مثل K و S و Zn أو Mg قد تصبح العوامل المحددة . هذه الحاجات يمكن ويجب أن تتوقع قدر الإمكان وذلك بالاعتماد على تحليل التربة ومستلزمات المحاصيل أو على أساس البيانات الاختيارية ذات الأمد الطويل إن توفرت . إن اختيار نوع السماد يجب أن يكون مع الأخذ بعين الاعتبار الكلفة المتوقعة وعلى سبيل المثال ، إن كان صخر الفوسفات المطحون بنسبة فعالة تصل إلى % (90-80) مثل سوبر فوسفات الثلاثي ولكن التكاليف تكون فقط النصف ، فإن اختيار الصخر المطحون قد يكون الاختيار الأفضل .

وإن كان محتملاً الحاجة إلى الكبريت فإن من وجهة نظر اقتصادية من المفضل تأمينه والتزويد به كسوبر فوسفات أحادي أو معزَّز ، سلفيت الأمونيوم أو نترات السلفيت ، سلفيت الأمونيوم أو الأسمدة المركبة والتي فيها المحتوى الكبريتي قد يتغير لملامة الحاجات والمتطلبات الزراعية . الاختيار أحياناً قد يتأثر بالمواد الأولية والمصادر الأخرى المتوفرة ، وهكذا فإنه عندما يتم توفر صخر الفوسفات ومصدر للمغنزيوم مع بعضهما مع قوة هيدروكهربائية ذات كلفة منخفضة أو وقود ، فإن فوسفات المغنزيوم الكالسيوم المصهور قد تكون خياراً جيداً ، وخاصة إن كان محتواها من المغنزيوم وقيمتها مفيدين ونافعين .

إن ميزات مركبات فوسفات الأمونيوم قد تم بيانها في الفصل XVII . وباختصار ، اختيار نموذج ونوع السماد يجب أن يكون بواسطة التعاون بين

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المهندسين والاخصائيين الزراعيين واختصاصي التسويق مع الأخذ بعين الاعتبار ، التحديد لأكثر الوسائل الاقتصادية لتأمين كل المواد المغذية اللازمة وذلك على مستوى الحقل من أجل الاستثمار والاستعمال الأمثل وموراد البلد . القرار النهائي والناتج قد يشتمل على تسوية توافق بين الفعالية الزراعية والكلفة أو بين الانتاج وتكاليف التوزيع .

التسويق :

التسويق بما في ذلك التوزيع ، التخزين المحلي والاقليمي والمبيعات بالتجزئة للسماد هو جزء هام من عملية التخطيط والتي أحياناً تعطي اهتماماً غير كافي . وفي أحياناً كثير ، يُفترض أنه إن تم إنتاج كمية دقيقة من السماد فإنها سوف تجد طريقها إلى المزارع . المناقشة المفصلة للتسويق هي خارج نطاق هذا الكتيب ويمكن أن تكون موضوعاً لكتيب آخر . العديد من البلاد النامية لها أنظمة وأجهزة نقل ضعيفة وقليلة والتي تتصف بأنها مرهقة بالضرائب . في بعض البلدان الداخلية أو الأقاليم النائية للبلاد الكبيرة والواسعة، كلفة ونفقة النقل تزيج وتفوق كلفة انتاج السماد . في حالات كهذه ، بعض المعامل الصغيرة والمحلية التي تستعمل موارد محلية قد تكون الخيار الأفضل . فعلى سبيل المثال ، في الصين ، العديد من معامل الفوسفات والنتروجين المحلية والصغيرة تؤمن حاجات العديد من المناطق والمقاطعات وهكذا فإنها تخفف من الضغط على وسائل النقل . الفترة الأخيرة اقترحت أن معامل النتروجين المحلية الصغيرة قد تكون اقتصادية أكثر من المعامل الكبيرة في بعض الحالات وخاصة عندما تكون كل التكاليف قد أُخذت بعين الاعتبار . وعلى أي حال ، فإنه من الواضح أن التركيز والتأكيد يجب أن يكون على تقليل الكلفة المسلمة بدلاً من الكلفة الدنيا في ذلك المصنع . ومن أجل تسويق منتجات ومرود مصنع كبير ، فإنه من الأهمية الحيوية تطوير وتنمية النظام السوقي الذي سوف يضمن أن الأسمدة من النوع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

متوفرة ومتاحة للمزاعرين وبالكمية الصحية وفي الوقت المناسب ولتخطيط مثل هذا النظام فمن الضروري أولاً تقدير المستلزمات والحاجات لكل منطقة ومقاطعة وبالتفصيل ، بما في ذلك أنواع السماد المطلوبة ، نوعية كل منها والوقت الذي تكون فيه كان منها لازماً ومطلوباً . عندما تكون مثل هذه المعلومات في متناول اليد فإن نظاماً ذو مراكز توزيع اقليمية يمكن إنشاؤه بوسائل تخزين وكافية في كل مركز . إن نقل الأسمدة إلى مراكز التوزيع يجب أن يخطط ويبرمج وذلك للإستفادة والكافية والفعالة من الوسائل الموجودة ولتأمين وسائل جديدة عن الضرورة .

المصادر الطبيعية :

إن بيان مفصل بمصادر البلد الطبيعية يكون نافعاً في التخطيط لصناعة السماد ولسوء الحظ ، معظم البلاد النامية والعديد من البلاد المتطورة تمتلك معرفة غير كاملة لمصادرهم المعدنية ، وبما أن الاكتشاف الشامل للموارد المعدنية يكون مكلفاً جداً ، فإنه من غير مدهش ، أن القليل معروف عن المحتوى المعدني للقشرة الأرضية وبشكل طبيعي ، الكثير من الاكتشاف قد هدف إلى إيجاد أكثر المواد قيمة . العديد من المواد الخام للسماد لها قيمة منخفضة نسبياً بالنسبة للسوق العالمي ، ولكن قد تكون ذات قيمة تماماً بالنسبة للبلد الذي يخطط لصناعة الأسمدة . صخر الفوسفات على سبيل المثال لم يعرف من قبل المنقب العرضي وحتى وقت قريب لم يكن ذو قيمة كي يثير ويحفز لاكتشافات واسعة وكثيفة . مركبات البيريت والفحم قد عرفت بشكل سهل ، ولكنها لم تكن قيمة بشكل كافي لتبرر وتسوغ اكتشافات الكثيفة مالم تكن متوضعة بشكل جيد وذات نوعية جيدة . حتى الغاز الطبيعي ، لم يتم البحث عنه بشكل واسع ومكثف ماعدا المناطق المستهلكة ، ومعظم الغاز قد وجد في أثناء البحث عن الزيت .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبينما الخلط ذات الأمد القصير يجب أن تعتمد على الموارد المعروفة حالياً ، فإن كل قطر يقوم بإعداد خطط ذات مدى طويل بقدر المعلومات المتاحة عند موارده المعدنية . الموارد الطبيعية غير الموارد المعدنية والتي قد تكون مفيدة تشتمل جهداً هيدروكهربائية ، احتياطي من الماء ، الممرات المائية أو مواقع ومواضع المرافئ التي يمكن أن تستعمل من أجل نقل المواد الخام والمنتجات .

أنواع ونماذج وسائل انتاج الأسمدة :

إن القرار الأول في تخطيط صناعة الأسمدة هو إن كان من الواجب بناء معمل جديد وإن كان كذلك ، فما نوع ذاك المعمل . التقديرات الواقعية لطلب السوق الحالي والمستقبلي أو الحاجات يُحتاج إليها كأساس وقاعدة لهذا القرار .

وإن كانت النية هو تصدير جزء من المنتج ، فإن تحليلاً للاحتياطي العالمي والاقليمي والطلب يكون لازماً ومطلوباً لتحديد لأي البلاد المنتج يجب أن يباع وما السوق المحتمل في هذه البلاد . عند الأخذ بعين الاعتبار الصادرات ، فإنه من الواجب القيام ببعض الاستفسارات والتساؤلات ، ربما على مستوى حكومي وذلك لتحديد الخطط والسياسة الخاصة بالبلاد المستوردة. مثل هذه البيانات تكون رزمة لبيان أن الاستيراد يحتمل أن يكون مقبولاً بالنسبة للبلدان النامية المستوردة . ونوع ما من الاتفاق التجاري قد يكون ذا نفع مشترك .

عندما يخطط لانتاج السماد من أجل أغراض محلية ، فإن نوع ونمط الوسائل والتسهيلات قد يعتمد على تقديرات السوق . فإن كان السوق أقل من 5,000 طن يوميا من السماد فإنه من غير المحتمل أن أي من الوسائل يمكن اثباتها وتبريرها بدلاً الوسائل (التسهيلات) اللازمة لتلقي وتوزيع الأسمدة المعبأة .

وبالنسبة لحجم السوق مابين 5,000 و 25,000 طن يومياً ، فإن الوسائل لتلقي واستلام الأسمدة الد* من أجل التعبئة قد تؤخذ بعين الاعتبار . كذلك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ضمن هذا المدى المجال ، فإن وحدة bulk-blending الصغيرة قد تؤخذ بعين الاعتبار . وذلك إن لزم صيغ وتشكيلات خاصة والتي لايمكن استيرادها ماعدا تلك ذات الكلفة أو التسعيرة الأعلى من المواد والعناصر المقوّمة . وإن كان الطلب مابين 25,000 و 100,000 طن يومياً ، فإن bulk-blending أو التحبيب قد يؤخذ بعين الاعتبار . وفي حالة وحدة المواد الوسيطية المستوردة مثل حمض الفوسفور فوسفات أحادي الأمونيوم المسحوقي الأمونيا أو محاليل الأمينة ، أملاح البوتاس واليوريا قد تستعمل ، بحيث أن الانتاج المحلي لسوبرالفوسفات قد يؤخذ بعين الاعتبار وذلك إن كلفة أيا من حمض الكبريت أو صخر الفوسفات أو كليهما معاً متاحين متوفرين . وضمن مدى يتراوح مابين 100,000 إلى 300,000 طن يومياً ، التصنيع الأساسي لبعض الأنواع من السماد قد تؤخذ بعين الاعتبار . وذلك إن كان وضع المادة الأولية الخام مفضلاً ومرغوباً . وإن كان كامل الطلب يفوق 300,000 طن يومياً فإن الانتاج الأساسي للأمونيا ، اليوريا وحمض الفوسفور قد يؤخذ بعين الاعتبار . ولكن الحقيقة الخالصة هي بأن الطلب المحتمل كافي للاستفادة واستثمار انتاج وحدة ذات مقياس كامل ، ليست كفالة بحيث أن المشروع سوف يكون مثبتاً اقتصادياً .

وعلى سبيل المثال ، إن كان لدينا بلد ما ليس له صخر فوسفات ولا حمض كبريت ، فقد لايكون أمراً اقتصادياً تصنيع وتحضير حمض الفوسفور وذلك مالم يكن ضمان وكفالة للاحتياطي الاقتصادي لهذه المواد . وبالمثل ، فإنه عندما لايمتلك البلد احتياطي محلي اقتصادي لخام تغذية الأمونيا ، فالانتاج الأساسي لأسمدة الأمونيا والنتروجين قد لاتكون اقتصادية مقارنة مع الاستيراد. ومن جهة أخرى ، بالنسبة للبلاد الداخلية حيث يكون الاستيراد مكلفاً جداً وعندما تكون المواد الخام متوفرة ، فالمعامل الصغيرة نسبياً أحياناً يمكن أن تُثبت وتبرر اقتصادياً . ولهذه الأسباب كل موقف يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار بشكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

منفصل ، وقد يكون هناك استثناءات عديدة للخطوط التوجيهية العامة المعطاة أعلاه .

عندما يكون التخطيط للإنتاج من أجل السوق المحلية بشكل رئيسي ، فإن التخطيط يجب أن يكون مرتبطاً بشكل وثيق وحميم مع الخطط والأهداف لقطاعي الصناعة والزراعة . التقديرات الواقعية والمعوَّل عليها للحاجات المستقبلية أصبحت ذات أهمية بشكل مبالغ فيه . فإن كان هذا الطلب قد غالى في تقدير القيمة ، فإن المعمل سوف يكون كبيراً جداً وكلفة الإنتاج سوف تكون عالية ومرتفعة وذلك بسبب بخس الإنتفاع والاستفادة من الطاقة . وإن كان الطلب المقدر سوف يؤمن مقياس اقتصادي للإنتاج في المستقبل البعيد (10-20) سنة ، فإنه يكون من الأفضل التضمين على فكرة إنشاء وبناء معمل بتخطيط ذو مدى بعيد بدلاً من تخطيط ذو مدى قريب . إن اختيار المنتج أو مزيج المنتج هو أمر هام جداً . الفصول السابقة قد درست بعض من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار في عملية اختيار أسمدة الفوسفات أو النتروجين . الاختيار الملائم ليس أمراً بسيطاً لأنه يجب الأخذ بالحسبان ليس فقط الكلفة المتوقعة للإنتاج بل كذلك كلفة التوزيع والفعالية الزراعية للمنتجات من أجل الاستعمالات المعدة بها .

الفعالية الزراعية تعتمد ، من بين عدة أشياء ، على كيف سوف يستعمل المزارعون المنتجات . وبينما طرق المزارعين يمكن أن تتغير بواسطة التثقيف والتعليم فإنه من غير المتوقع أنهم سوف يستعملون كل منتج بالطريقة الأكثر فعالية مالم يكن هناك تخطيط لبرنامج فعال لتحقيق مثل هذه النتيجة .

وفي معظم الحالات ، مما يُنصح به هو انتاج وتقديم درجات متعددة من الأسمدة المركبة من أجل الاستعمال على محاصيل متنوعة وترب مختلفة وذلك كتطبيق واستعمال قاعدي أساسي + أسمدة النتروجين الصرفة من أجل استعمال وتطبيق إضافي وتكميلي خلال فصل النمو . إن البديل لتسويق الأسمدة الصرفة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من أجل التطبيق المنفصل والمستقل من قبل المزارعين يمكن قبوله في بعض الحالات . ولكن المشكلة الخاصة بثقافة المزارعين التوزيع المناسب يحتمل أن تكون أكبر من ذلك . في مواقف عديدة ، سوف يكون من المفيد انتاج أو /وتسويق أنواع مختلفة من السماد وذلك لتأمين حاجات المحاصيل المختلفة أو المقاطعات للإستفادة من المواقف المحلية . وعلى سبيل المثال ، اليوريا قد تكون مفضلة بالنسبة للأرز ، سلفيت الأمونيوم من أجل الشاي ونترات الأمونيوم من أجل القمح ، وذلك بالاعتماد على ميزات التربة ، ممارسات المزارعين . . الخ . الأمونيا المائية أو اللامائية قد تكون مناسبة جداً من أجل الاستعمال في المزارع الكبيرة أو المستنبتات ولكن غير عملية من أجل الاستعمال على المزارع الصغيرة . صخر الفوسفات المطحون قد يكون اقتصادياً أكثر من أجل الاستعمال على بعض الترب الحمضية بينما مركبات الفوسفات الذواب تكون مفضلة بالنسبة للترب الكلسية أو المتعادلة .

كلوريد البوتاسيوم عادة تكون الخيار الأفضل لمعظم المواقف ، ولكن المصادر غير كلوريد للبوتاس قد تكون أفضل لبعض المحاصيل ، البطاطا ، والعنب أو من أجل الاستعمال في المناطق حيث تراكم مؤذي وضار للكلوريد يكون محتملاً . الكلفة الإضافية للمنتجات المختلفة الممونة من أجل الحاجات المتنوعة يجب أن توازن في مواجهة الفوائد والمنافع المتوقعة وأحياناً ، جزء من حاجات بلد ما قد يتم تأمينها في المقاطعات المحلية عن طريق منتجات ذات تحليل منخفض والتي تكون أقل كلفة في تلك المقاطعة مثل الصخر المطحون من الترسبات المحلية كلوريد الأمونيوم أو المنتجات الثانوية لسلفيت الأمونيوم بعد صناعة محلية أو أملاح بوتاسية ذات تحليل منخفض من الخامات أو المحاليل الملحية المحلية . إن فكرة استعمال واستثمار أعظمي للموارد المحلية قد تطورت بشكل جيد في الصين وتنفع في تقليل مشاكل النقل وخاصة بالنسبة للمناطق النائية جداً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تطوير وتنمية أنظمة وأجهزة التسويق والتوزيع :

إن نظام التوزيع والتسويق هام جداً كمثل أهمية نظام وجهاز الانتاج ويجب أن يتلقى اهتماماً مساوياً . التخطيط لكلا النظامين يجب أن يكون مرتبطاً ومفضلاً بشكل وثيق . أحياناً التعاون الوثيق يمكن أن يتم بإنشاء منظمة منفردة مسؤولة عن كلا النظامين . في حالات أخرى النظام التسويقي قد يكون مكوناً مقوماً فعالاً مع منظمات وهيئات الإنتاج الزراعي التي كذلك تخطط للتسويق والتوزيع أو تصدير المنتجات الخاصة بالمزرعة أو المستنبت . وبغض النظر عن نوع ونمط نظام التسويق المختار ، فإنه يجب أن يكون متصلاً بشكل وثيق مع الخطط الخاصة بتأمين السماد بواسطة التصنيع أو الاستيراد . نظام التسويق عادة سوف يشتمل على التسهيلات الفيزيائية لتخزين الأسمدة في المستودعات المحلية ، الاقليمية ، التابعة لمقاطعة ما . وحيثما يكون النقل الموجود غير ملائم وكافي ، فإن نظام التسويق كذلك قد يحتاج إلى ادخال وتضمين وسائل النقل مثل الشاحنات ، المراكب ، أو عربات السكة الحديدية . هذه الوسائل قد تستعمل أيضاً من أجل محل الحبوب أو منتجات زراعية أخرى إلى السوق . وواحدة من أكثر المشاكل إلحاحاً في العديد من البلاد النامية هو التحسين والتطوير للقاعدة وخاصة وسائل وتسهيلات النقل ، الطرق ، السكة الحديدية ، الممرات المرتفعة ، الممرات المائية ، المرافئ . . . الخ . مثل هذه الوسائل هي حيوية من أجل تسويق الأسمدة بالإضافة إلى تسويق الانتاج الزراعي المتزايد وبالتالي تنمية وتطوير البلد بكامله . ويبدو أنه عديم الجدوى ، بناء معامل سماد كبيرة عندما يكون القاعدة والأساس غير ملائمة ووافية لتوزيع ما تنتجه هذه المعامل . تطوير القاعدة قد يكون عملاً جسيماً بحيث أن بناء معامل صغيرة متعددة سوف يؤمن بديلاً اقتصادياً وعملياً في بعض الحالات .

سياسة الحكومة :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن إنشاء انتاج سمادي فعال ونظام تسويقي في معظم البلاد النامية لايحتمل أن ينجح مالم تعطيه الحكومة أولوية كبيرة وتتبنى سياسة ما من أجل تيسير تنميته وتطويره وهذا يجب أن يتم في البلاد التي تمتلك جهداً وإمكانية زراعية جيدة وخاصة ، إن كان احتياطي الغذاء مشكلة ، التقدير الأخير لـ IFDE يختبر دور سياسة الحكومة في تعزيز وتنشيط صناعة أسمدة كافية وفعالة ، والملخص الموجز للتقرير قد تم بيانه في الفصل II .

تنظيمات وتشريعات الحكومة :

معظم الحكومات في البلاد المتطورة وفي بعض البلاد النامية قد أقرت قوانيناً وتنظيمات لتحديد وتعزيز معايير النوعية للأسمدة وذلك لضمان أن منتجات ذات نوعية مرضية متوفرة للمزارعين وبأن المزارعين يعرفون ماذا يشترون وبالتالي يحصلون على مايدفعونه . إن منشور FAO (قوانين وتشريعات الأسمدة) تناقش هذا الأمر وتعطي أمثلة أكثر وأوضح . معظم هذه التشريعات مهتمة بمثل هذه المواضيع كـ التمسك بالتحليل المضمون ضمن حدود معينة من الاحتمال ، الأوزان المكفولة ، تحديد وتعيين مصادر المنتجات، تحديد نوعية ومواصفات أي درجة من الدرجات قد تباع ، ماهي المواد المغذية ، ونوعية أو مواصفات الطرق لأخذ واختبار العينات والتحليل . معظم القوانين تحدد وتعين عقوبات مثل الغرامات أو إلغاء الترخيص وذلك إن فشل في الانسجام والاتفاق مع المعايير المعينة . معظم البلاد المتطورة لاتحاول أن تحدد الميزات الفزيائية للأسمدة وذلك لأن المزارعين يمكن أن يحكموا بأنفسهم فيما إذا كانت النوعية الفيزيائية مناسبة لغرضهم أم لا ، وكذلك إن كانوا غير راضين فإنه يمكنهم أن يشتروا من مصدر آخر . في بعض من البلاد النامية ، المزارعون أحياناً ليس لديهم خيار ، والحكومات قد تختار لتحديد بعض المعايير الدنيا للحالة الفيزيائية لضمان أن المنتج قابل للاستعمال. وعلى أية حال ، فمن الهام جداً ، أن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحكومات تشرع وتعزز القوانين والتنظيمات لحماية المزارعين والتجار الشرفاء من الممارسات الاحتيالية والمنتجات ولتأمين معلومات وافية حول نوعية وكمية السماد والمحتوى المغذي لهذه الأسمدة . التنظيمات لايجب أن تكون صارمة جداً بحيث أنها تمنع مبيع منتجات ذات كلفة منخفضة كمثل الخبث الأساسي أو صخر الفوسفات المطحون ، ولكن معلومات كاملة ووافية وكذلك قيّمة يجب أن تكون لازمة ومطلوبة .

موقع العمل :

إن اختيار موقع لانتاج الأسمدة يعتبر أمر هام وأحياناً لايعطي الاهتمام الكافي الهدف العادي هي اختيار موقع والذي سوف يؤدي إلى كلفة متوسطية منخفضة للمنتجات وبالتالي تسلّم إلى مخارج ومنافذ بيع بالتجزئة . قد يكون هناك أهداف أخرى سياسية أو اجتماعية مثل زيادة التوظيف والاستثمار في منطقة منخفضة . كذلك على مستوى (أساسي وطني مواقع المعمل ضمن بلد ما يحتمل أن تكون مفضلة من أجل أسباب خاصة بالأمن الوطني ، توفير العملة الأجنبية ، والتوظيف المتزايد كل هذه أهداف سارية المفعول ويجب أن تعطى استحقاقاً وأهمية ولكن ليس وزناً فائضاً يفوقها لئلا يصبح المنتج مرتفعاً جداً بجيث أن المزارعين لا يستطيعون استعاله والانتفاع منه .

وبشكل عام المنتجات ذات التحليل المرتفع بشكل مفضل تنتج قرب مصدر المواد الخام ، بينما المنتجات ذات التحليل المنخفض تنتج في مناطق الاستهلاك . والمثال التقليدي هو أن مركبات الفوسفات ذات التحليل المرتفع TSP و DAP . . الخ) عادة تنتج في معمل ضخم قرب مصدر واحد أو اثنين للمواد الخام صخر الفوسفات والكبريت بينما المنتجات ذات التحليل المنخفض (سوبر فوسفات الأحادي) يحتمل أن تصنع وتركب في معامل صغيرة في مناطق الاستهلاك . والسبب ، بالطبع ، هو تقليل تكاليف النقل الاجمالية . وبالمثل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

معامل الأمونيا التي تعتمد على الغاز الطبيعي يحتمل أن تتوضع بشكل معقول قرب مصادر الغاز ، على الرغم من أن نقل الغاز بواسطة خطوط الأنابيب هو أمر اقتصادي بشكل كافي للسماح ببعض المدى النطاق في اختيار موقع المعمل . إن البديل لنقل الأمونيا بواسطة خط الأنابيب هو شيق ومثير ماعدا في حالة اليوريا وذلك عندما تكون المنتج النهائي المرغوب . معامل الأمونيا التي تعتمد على الفحم عادة يجب أن تكون قريبة من مصفاة تكرير الزيت . معامل السماد المركبة والتي تعتمد أساساً على المواد المستوردة أحياناً تتوضع عند المرفأ .

وعندما تستند على مواد وسيطية منتجة محلياً ، فإنها عادة تتوضع بالقرب من مصادر المواد الوسيطية على الرغم من وجود حالات متعددة والتي فيها تقع المعامل في مناطق التسويق .

إن البديل للمعامل الصغيرة الواقعة في مناطق الاستهلاك مقابل معمل كبير منفرد يجب أخذها بعين الاعتبار في البلاد حيث وسائل النقل تكون ضعيفة وقليلة أو انها غير ملائمة . ومن الواضح أن المعمل الكبير ذو الانتاج الضخم إن تم تشغيله بطاقته الإجمالية أو التقريبية . فإنه سوف يكون له كلفة انتاجية منخفضة والمستهلكين بالقرب سوف يكون له كلفة انتاجية منخفضة والمستهلكين بالقرب سوف يستفيدون وينتفعون .

ولكنه من غير السهل تقدير وحساب أي الخيارين سوف يكون له كلفة تسليم متوسطية أدنى وخاصة عندما يكون نظام التوزيع سوف يتطلب تحسينات للأساس شاملة وواسعة وبكلفة كبيرة وضخمة . مثل هذه التحسينات في الأساس قد تكون فوق إمكانية العديد من البلاد النامية في المستقبل المنظور ومن الصعب تحديد النسبة من الكلفة والتي يجب أن تخصص لتوزيع الأسمدة . وربما يكون عدلاً ، تحديد وإقرار أنه الحالة بالنسبة لمعامل اليوريا– الأمونيا الصغيرة أو معامل الأمونيا الصغيرة مع منتجات نهائية أخرى لم تعط الاهتمام الكافي كما تستحق وخاصة بالنسبة للمناطق النائية أو البلاد الكبيرة والتي تعاني من مشاكل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نقل صعبة . في أحياناً كثيرة ، المصممون يقبلون بدون سؤال ومناقشة بأنه هناك مقياس ذو نسبة دنيا اقتصادي مثل 1,000 طن يومياً من أجل اليوريا والأمونيا كمجموعة متشابكة . بأن المعامل الأصغر لايمكن أخذها بعين الاعتبار . إن فكرة معمل محلي صغير يمكن أن يصبح أكثر جاذبية وذلك إن تم تطوير التصميم والتخطيط المعياري وإن كانت الأجزاء الاحتياطية متوفرة بشكل واسع .

وبالإضافة إلى نقل المواد الخام والمنتجات ، فإن عوامل أخرى متعددة يجب أخذها بعين الاعتبار في عملية اختيار موقع العمل . معظم المعامل تتطلب كمية كبيرة من الماء ذو النقاوة المقبولة والمعقولة ، والاحتياطي الذي يمكن الاعتماد عليه أمر هام جداً ، إن منع التلوث (انظر الفصل XXIII) يجب أخذه بعين الاعتبار بحيث أن المشكلة يمكن تقليلها بواسطة اختيار الموقع حيث التخلص من النفايات والمهملات الصلبة يكون أقل كلفة . المساحة من أجل البرك لمعالجة النفايات السائلة قد تكون لازم ومطلوبة . بعض من النفايات يمكن أن يتم التخلص منها بشكل آمن واقتصادي في البحر أو الأنهار الكبيرة (مع الأخذ ببعض التدابير الاحتياطية الملائمة لمنع الأكوام والتراكم المحلية والموضعية . إن كلفة تحضير وإعداد الموقع يمكن تقليلها باختيار موقع مستوي بشكل معقول وبتربة ثابتة أو تربة تحتانية . ولكن أحياناً عوامل أخرى ترجح هذه الميزة وبالتالي الحاجة إلى تحضير وإعدام للموقع شامل وواسع . إن التوفر الاحتياطي من اليد العاملة المحلية مع المهارات والخبرة الملائمة أو الميل نحو التدريب يعتبر عامل هام . وفي هذا السياق ، اختيار الموقع في منطقة ما حيث العاملون سوف يتمتعون بوسائل الحياة المريحة عامل هام . وإن كان من الواجب بناء المعمل في منطقة ثائية وبعيدة أو محيط عير مألوف كمثل الصحراء ، الغابة أو المنطقة المتجمدة الباردة فإن كلفة إضافية أكبر سوف تلزم لخلق ظروف معاشية مريحة ومرغوبة وعادة رواتب أجور سوف تكون لازمة لجذب وشد القوة العاملة . إن ميزة وصفة القاعدة قد ذكرت ضمن علاقتها النقل . . .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أي الطرق ، السكك الحديدية ، الموانئ ، المطارات . . الخ . هذه الوسائل أو الحاجة إليهم سوف يكون لها تأثير هام على كلفة الإنشاء والبناء . كذلك وسائل الخدمات المحلية مثل مصدر مستقبل للكهرباء على سبيل المثال يمكن أن يساعد ويعين في هذا المجال .

التخطيط المحلي يمكن أن يقلل من تكاليف الإنشاء ، الإنتاج والتوزيع بشكل أساسي وجوهري . الحدود مابين البلدان قد تلتقي وتتصادف مع مناطق الاقتصادية السوقية ، وبلدان قليلة لها الوسائل لأن تكون ذات اكتفاء ذاتي بشكل كامل . في حالات متعددة قد يتأثر موقع العمل بموقع صناعات أخرى وهناك حالات متعددة والتي فيها صناعات أخرى يمكن أن تؤمن وتزود المواد من أجل إنتاج السماد وبالعكس . وعلى سبيل المثال ، المصهر قد يؤمن مواد خام تغذية الأمونيا ، سلفيت الأمونيا المنتج الثانوي قد يكون متاحاً ومتوفراً من صناعات أخرى متعددة وسماد كلوريد الأمونيوم يمكن إنتاجه بشكل مثمر كمنتج مشترك برماد الصودا . وبالمثل ، الأمونيا أو اليوريا تكون مفيدة لإنتاج اللدائن والألياف الصناعية وإنتاج الميتانول يمكن أن يتحد مع انتاج الأمونيا وجص المنتج الثانوي من انتاج حمض الفوسفور يمكن أن يستعمل كمادة إضافية اسمنتية لضبط زمن ووقت التركيز ومقدار الضبط . وبعيداً عن تبادل المواد ، هذه ميزات تنشأ عن الصناعات المجتمعة في شبكة مركبة معقدة صناعية بحيث أن أجزاء فقرات عديدة من الأساس ومعدات ثقيلة يمكن اقتسامها والاشتراك بها .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل الخامس والعشرون

25- تدبير نفقات وتكاليف تصنيع الأسمدة :

في الفصول السابقة ، تدبير نفقات وتكاليف انتاج مستحضرات السماد الأساسية قد درست وتقديرات مطابقة مماثلة لمستلزمات استثمار رأس المال ، تكاليف الانتاج وأسعار مبيع البوابة كذلك قد تم دراستها .

إن هدف وغرض الفصل الحالي هو إعطاء هذه المعلومات مع بعضها في فصل منفرد من أجل اليسر والملائمة ولجمع بعض من المعلومات في مجموعات من العمليات المعقدة المتشابكة والتي فيها المنتج لعملية واحدة يصبح المادة الخام للعملية التالية . والمثال هو مجموعة مركبة من اليوريا والأمونيا أو مجموعة مركبة من فوسفات ثنائي الأمونيوم– الحمض الفوسفور– حمض الكبريت .

الافتراضات لتقديرات كلفة المعمل :

كما درس في الفصل VI ، هناك ثلاثة أنماط وأنواع معروفة لتقديرات كلفة ونفقات المعمل ، حدود المجموعة ، Turnkey والخطة . إن كلفة حدود– المجموعة عادة يمكن تحديدها عن طريق درجة جيدة من الدقة والإحكام وذلك حالما يتم تحديد وتعيين العملية ويتم اختيار الموقع . في هذا الفصل ، كلفة حدود المجموعة في موقع صناعي في بلد متطور سوف تكون الأساس من أجل تقدير تكاليف المعمل .

في حالات متعددة بيانات الكلفة تكون من أجل منطقة Gulf . S. U Coast حيث هناك تركيز عالي لكل من معامل الفوسفات والنتروجين . ولكن، بعض من البيانات تكون من المصادر الأوربية . في هذه الحالات ، القيمة المتراوحة والمتبدلة للدولار مقابل العملات الأوربية تعطي وتقدم عاملاً إضافياً من عدم الوثوقية والشك .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

معظم بيانات الكلفة تعود لعام 1977 أو 1978 على الرغم من أن بعضها يعود لعام 1976 . جزء من المعلومات والبيانات الخاصة بعام 1976 والسنوات المبكرة الأولى قد صعد وارتقى إلى مستويات عام 1978 وذلك باستعمال CF Plant Cost Index والتي تنشر في كل موضوع من الهندسة الكيميائية . ومن أجل الوصول إلى كلفة معمل إجمالية ، فإن كلفة حدود المجموعة تتضاعف بنسبة 1.5 مالم يلاحظ أمراً غير ذلك . وهذا هو كلفة معمل "Turnkey" بالنسبة لبلد متطور . هذه القيمة تستعمل في انتاج تقديرات الكلفة من أجل حساب وتقدير تكاليف الانتاج المرتبطة برأس المال . وهي عادة تتضمن كل الوسائل المساعدة والداعمة الضرورية لتشغيل المعمل في بلد متطور . كذلك تتضمن وسائل التخزين بالنسبة للاحتياطي العادي للمواد الخام والمنتجات الوسيطية ولكن ليس بالنسبة لمنتج نهائي . وعلى سبيل المثال ، حمض الفوسفور ، حمض الكبريت ، حمض النتريك والأمونيا يفترض بها أن تكون منتجات وسيطية والتي سوف تستعمل onsite من أجل معالجة أخرى إضافية .

ولكن الكلفة للوسائل الطرفية للتخزين من أجل تلقي أو شحن الأمونيا وحمض الفوسفور قد درست بشكل منفصل في الفصول VII و XIII . كلفة معمل Turnkey لاتتضمن التخزين الكافي للمواد الخام التي يجب أن تستورد في سفن ومراكب كبيرة وكذلك لاتتضمن وسائل الميناء . في هذا الفصل ، ولن تبذل أية محاولة لتقدير كلفة المشروع الكلية أو الكلفة في بلد نامٍ . ولكن ، تأثير كلفة رأس المال المتزايد على كلفة الانتاج قد تم تقديره . بعض الأجزاء والأصناف والتي لاتتضمنها التقديرات هي :

- صعود التكاليف وارتقائها لما بعد عام 1978 .
- الفائدة والربح على رأس المال خلال البناء والانشاء .
- الدراسات حول إمكانية التنفيذ .
- برامج التدريب وتكاليف البدء بالتشغيل الأخرى .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

– التقشن والاقتصاد .

– توليد القدرة الكهربائية ، ماعدا في حالة معامل الأمونيا التي تعتمد على الفحم أو زيت الوقود الثقيل .

– ضرورة ولزوم وسائل توليد الكهرباء ولتكون كمساعدة من أجل احتياطي القوة المنتظمة .

– ضرائب الاستيراد ورسوم الجمارك .

– أي نفقة وكلفة غير عادية لضمان وكفالة احتياطي الماء كمثل السدود، خطوط الأنابيب الطويلة ، المستودعات أو إزالة ملوحة ماء البحر .

– الأساس مثل الإسكان ، الطرق ، أو طرق السكك الحديدية الواقعة خارج المعمل ، تحسينات وتطوير الموانئ ، الأرصفة داخل البحر ، تسهيلات المطارات . . الخ .

– تكاليف إعداد وتحضير الموقع غير العادية .

– رأس المال العامل .

بالنسبة للمنتجات النهائية مثل اليوريا ، AN ، DAP ، TSP فإن كلفة التخزين تحسب كجزء منفصل تعتمد على الطاقة لفترة انتاج 45 يوماً بالنسبة للتخزين الدولي وانتاج عشرة أيام بالنسبة (المنتج المعبأ . الكلفة المفترضة لوسائل التخزين الدوكما تكون 40 دولار/طن بدون ضبط الرطوبة و50 دولار/طن مع ضبط وتحكم بالرطوبة .

اليوريا ، نترات الأمونيوم ، وأي سماد حاوي على نسب مرتفعة من هذه المواد يفترض فيها أن تتطلب تخزين يزال منه الرطوبة على الرغم أنه في بعض الأجواء قد لا تكون ضرورية وملحة .

إن كلفة التخزين للمنتج المعبأ تحسب على أساس 75 دولار/طن من الطاقة بما في ذلك وسائل التعبئة وكل من تكاليف التخزين المعبأ الدوكما تتضمن كلفة النقل ومعدات المعالجة وذلك لتحريك المنتج داخلاً وخارجاً . أي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

معدات تخزين غير تلك المذكورة أعلاه يفترض أن تكون جزءاً من نظام التوزيع والتسويق وعادة سوف تتوضع وتقع في مراكز توزيع إقليمية أو تابعة للمقاطعات .

وكمثال عن تكاليف الاستثمار الإضافية والتي يمكن أن تُشتمل وتضمينها في كلفة المشروع الإجمالية بالنسبة لبلد نام قد تكون مفيدة ونافعة . إن مشروع المثال يتألف من وحدة أمونيا تعتمد على الغاز الطبيعي بطاقة 1,000 طن يومياً ومعمل يوريا بطاقة 1,725 طن يومياً في منطقة غير صناعية . إن تم بناء مثل هذه الوسائل في منطقة صناعية في بلد متطور فإن كلفة Turnkey المقدَّر والتي تعتمد على بيانات في الفصول VI و XI سوف تكون :

مليون دولار .

معمل الأمونيا	75.0
معمل اليوريا	40.2
تسهيلات ووسائل التخزين	5.1
المجموع	120.3

كلفة المشروع المقدرة لمعمل مُقترح في منطقة نائية في بلد نام تكون 313 مليون دولار . من هذا المجموع حوالي 145 مليون دولار يبدو بأن يكون مرتبطاً بإنشاء المعمل ووسائله المساعدة والداعمة .

بعض من بنود الكلفة في هذا الاقتراح هي أنها إما لن تلاقي في مشروع مماثل ومطابق في بلد نام أو أنها سوف تكون أدنى وأخفض كالتالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

	$ Million
Harbor, breakwater, and pier	31
Water supply line (25 km)	6
Housing colony	14
Ocean freight and local handling	12
Physical contingency	18
Provision for escalation during construction (42 months)	53
Interest during construction	13
Preoperational expense	7
Initial working capital	8
Total	162

من الواضح أن معملاً في بلد نام قد يكلف ضعفين أو ثلاثة أضعاف معمل مماثل في بلد متطور وذلك بسبب أسباب متنوعة والتي سوف تدرس في الفصل XXVI . " شيلدريك " في تقرير مختصر ومعد من أجل FAO Comissionon On Fertilizer قدَّر أن كامل كلفة المعمل من أجل مجموعة معقدة من يوريا وأمونيا ذات طاقة إنتاجية تصل إلى 1,650 هي 150 مليون دولار في بلد متطور و230 دولار في بلد نام مع أساس جيد و 320 مليون دولار في منطقة نائية وبعيدة . أكثر الأسباب أهمية لهذا التباين يبدو في المستلزمات المتزايدة للأساس وتسهيلات offiste وزمن الإنشاء الأطول وبمصاحبة ومرافقة تكاليف ونفقات التصاعد وربح .

إن زمن الإنشاء الطويل في بلد نام مكلف جداً وخاصة في البلاد حيث نسبة التضخم تكون عالية ومرتفعة . في بلد متطور ، المعمل الحديث الأساسي عادة يمكن إكماله خلال 18 شهر ، بينما فترة 4 سنوات قد تكون لازمة في بلد نام . في المثال أعلاه احتياطي التصاعد خلال الإنشاء تكون 53 مليون دولار والفائدة خلال الإنشاء حتى عند النسبة المنخفضة التي تصل إلى % 4 سنوياً ، هي 13 مليون دولار . بعض الوسائل الممكنة لتقليل هذه التكاليف سوف تدرس في الفصل XXVI .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبالإضافة إلى فترات الإنشاء الطويلة فهناك إمكانية أن العملية والمعدات قد تصبح على الأقل جزئياً باطلة الاستعمال وذلك قبل أن تكتمل وتنتهي . إن مشروع الفحم من الأمونيا يحتمل أن يستغرق 7 سنوات بدءاً من اختيار العملية إلى وضع وحالة التشغيل . وخلال هذا الوقت تحسينات العملية قد يجعل من المعمل غير تزاحمي . ومن الواجب ملاحظته أنه لا تكاليف التشغيل ولا تكاليف رأس المال في هذا الكتيب تتضمن تكاليف نظام التوزيع والتسويق . هذه الكلفة يحتمل أن تتنوع وتختلف بشكل واسع من بلد إلى آخر ، وفي بعض الحالات ، هذه الكلفة قد تقترب من كلفة وسائل الانتاج . تكاليف التوزيع ليست ضمن مجال هذا الكتاب ولكن ماصدر مؤخراً حول هذا الموضوع هو تسويق الأسمدة من قبل Kiwierer و Abbott. C. J ودليل التسويق FAO رقم 7 1978 والذي نشر من قبل منظمة الأغذية والزراعية (FAO) .

افتراضات لتقديرات كلفة الانتاج :

إن الافتراضات المبسطة التالية قد تم القيام بها للوصول إلى تقديرات مقارنة لتكاليف الانتاج :

التكاليف المتعلقة برأس المال :

التكاليف المتعلقة برأس المال تحسب على أساس سنوي كنسبة من كلفة المعمل الإجمالية كالتالي :

الاستهلاك	6.67 %
الفائدة والربح	4.0 %
الضرائب والتأمينات	2.0 %
الصيانة (المواد واليد العاملة)	5.0 %
المجموع	17.67 %

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إن نسبة الفائدة والربح يُفترض أن تكون % 8 وهي تنطبق على نصف واحد من رأس المال كمعدل ونسبة يزيد على فترة 15 سنة ، لأن السماح بالاستهلاك يخفض استثمار رأس المال إلى الصفر في 15 سنة .

ومن أجل الوصول إلى سعر مبيع البوابة ، فإن عائداً قدره % 15 على كلفة المعمل الإجمالية تضاف والتي تتضمن احتياطي لضريبة الدخل . وهذا يمكن حسابه واعتباره كعائد ضريبة مقدماً تصل إلى % 20 على كلفة الاستثمار المتوسطة لمدة تزيد عن 15 سنة .

ولم يتم إعداد تقدير لرأس المال وبالتالي لايوجد أي ربح على رأس المال المستثمر ولكن % 5 تضاف إلى كلفة الإنتاج لكل المنتجات النهائية وبعض المنتجات التي قد تستعمل كمواد وسيطية خاصة بالتكاليف المتفرقة والإدارية . والتي يجب أن تكون وافية بالغرض لأن تتضمن على رأس المال الموظف في تقديرات كلفة الانتاج والتي تتفرق على الشبكات المعقدة للمعمل ، فإن هذه النسبة 5% تضاف فقط إلى المنتج النهائي . إن التكاليف المرتبطة برأس المال يُفترض فيها أن تكون ثابتة على أساس سنوي ولذلك فإن كلفتهم ونفعتهم لكل طن من المنتج سوف تتنوع وتختلف باختلاف الانتاج السنوي (الاستفادة من الطاقة الإنتاجية) وتبين أن الطرق المعقدة لحساب نفقات رأس المال أو الربح (العائد) سوف تُفضل من أجل مشروع خاص ولكن بالنسبة لمقارنة عامة فإن هذه التنقية لن تكون مكفولة ومضمونة .

انتفاع (وتوظيف) الطاقة :

من المفترض أن الانتفاع بالطاقة الكامل سيحصل عندما يكون الانتاج السنوي للمعمل 330 ضعف طاقته اليومية النسبية . والسماح بـ 35 يوم من أجل الصيانة الدورية أو تأجيلات أخرى تعتبر عادية وطبيعية . على الرغم من أن بعض المعامل تحصل على % 100 من الانتفاع بالطاقة وذلك حسب هذا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التعريف والتحديد والبعض منها يفوقه ، ولكن الإنتفاع بالطاقة الذي يصل إلى حوالي % 90 يكون أكثر مطابقة للنتائج المتوسطية في البلدان المتطورة وذلك عندما تكون ظروف السوق غير مقيدة . معظم تقديرات كلفة الانتاج تفترض مكافئ انتاج سنوي يصل إلى 300 ضعف الطاقة اليومية أو حوالي % 90 من الانتفاع بالطاقة (فعلياً % 90.0 أو هناك ايضاحات معطاة عن تأثير الانتفاع بالطاقة النسبي على كلفة الانتاج .

النفقات المتعلقة باليد العاملة :

الكلفة المباشرة المتوسطية لليد العاملة الموظفة والتي تتضمن مراقبة والإشراف على مستوى التشغيل يفترض أن تكون 8 دولار/ عامل- ساعة . أعمال الصيانة مشتملة في الصيانة كنفعة متعلقة برأس المال . معدلات ونسب العمل (اليد العاملة) يحتمل أن تكون أدنى في بعض الدول والبلاد النامية ، ولكن عدد كبير من العاملين قد يُستغل وتكاليف غير مباشرة قد تكون أعلى وأكثر. النفقات والتكاليف الإضافية والأرباح الزائدة يفترض أن تكون % 100 من تكاليف اليد العاملة المباشرة وكلفة الضبط والتحكم الكيماوي يفترض بها أن تكون % 20 من كلفة اليد العاملة الموظفة المباشرة . وهكذا فالنفقات والتكاليف المتعلقة باليد العاملة الإجمالية يفترض أن تكون 220 لـ 8 دولار أو 17.60 دولار/ عامل- ساعة . النفقات والتكاليف المتعلقة باليد العاملة تفترض أن تكون ثابتة ومستمرة على أساس سنوي (330 ضعف الكلفة اليومية) وبالتالي متغيرة ومتبدلة لكل طن من المنتج . في موازنة معامل من طاقات انتاجية مختلفة ، فإن التكاليف والنفقات المتعلقة باليد العاملية يفترض أن تتنوع بنسبة 0.6 من السعة والقدرة على أساس سنوي .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نفقات وتكاليف المواد الخام:

إن نفقات المواد الخام تحسب لكل طن من المنتج مع السماح (لاسترداد واستخلاص) للعوامل وفقاً لمعلومات العملية المتوفرة . بالإضافة إلى 1 % أو 2 % كخسارة واضح في المعالجة يفترض أن يكون خسارة ميكانيكية (آلية) جزئياً أو متوسطة في التحليل (على سبيل المثال) اليوريا قد تحتوي 46.2 % من N بدلاً من النسبة المفترضة والتي تبلغ 46.0 % . أسعار السوق العالمية الحالية تستعمل من أجل المواد الخام أو المواد الوسيطية كمثل الأمونيا وذلك عندما تتوفر مثل هذه المعلومات ، مالم يلاحظ خلافاً لذلك .

المنافع والفوائد :

مالم يلاحظ خلافاً لذلك ، فإن تكاليف الفوائد والمنافع المفترضة تكون :

الكهرباء	0.027 دولار/ كيلو واد ساعي
البخار	4.00 دولار/طن
ماء التبريد	0.01 دولار/م3 في
ماء تغذية المرجل	0.26 م3
زيت الوقود	0.01 دولار/ألف كالوري .

ومن الواجب ملاحظته أن تكاليف المنفعة بشكل جزئي مغطاة بالتكاليف المتصلة برأس المال والمرتبطة بوسائل داعمة ومساعدة . مثل هذه الوسائل تتضمن على سبيل المثال ، تنقية الماء ، توليد البخار ، ووسائل التوزيع لهذه الخدمات وهكذا فالنفقات المذكورة أعلاه لايمكن مقارنتها مع تكاليف ونفقات الانتفاع عند حدود المجموعة والتي تكون الأساس المستعمل عادة في تقديرات أخرى متعددة . وعلى سبيل المثال ، فعندما تتطلب العملية إمداد بخاري فإن تكاليف الصيانة ورأس المال لوحدة توليد البخار تكون مشمولة ضمن التكاليف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المتعلقة برأس المال ، وهكذا ، فالنفقة البالغ 4 دولار/طن للبخار تتضمن فقط تكاليف ونفقات الوقود والتكاليف المتصلة باليد العاملة .

بخار المنتج الثانوي تقيد لحساب العملية عند كلفة تصل إلى 4 دولار/طن وذلك عندما تؤخذ العملية بعين الاعتبار وبشكل منفصل . ولكن قيمة بخار المنتج الثانوي تعتمد على الاستعمال الذي يمكن من خلاله الاستفادة منها . في شبكة معقدة لمعمل تحتوي على وحدة حمض الكبريت وحمض النتريك ، بخار المنتج الثانوي من وحدة واحدة عادة يستعمل في وحدات أخرى إما من أجل الحرارة ، الطاقة الميكانيكية ، أو توليد الكهرباء من أجل استعمالات المعمل . في أمثلة محددة ، قد يكون هناك بخاراً زائداً متوفراً ، على سبيل المثال ، عندما تفصل وحدة حمض الكبريت من الصناعة التي تؤمنه وتزود به . في حالات كهذه ، قد يكون من الصعب ايجاد استعمال مثمر من أجل البخار .

نفقات وتكاليف أخرى :

تكاليف الوسيط تعتمد على كلفة الاستبدال المتوسطي والتي تكون غير مشمولة بالنفقات المبدئية . وبالمثل ، فإن النفقات والتكاليف للمواد الماصة كمثل ماصات إزالة CO_2 أو المواد الكيماوية المعادة الدوران أو المذيبات والتي تعتمد على تكاليف الاستبدال . النفقات الاحتياطية المتفرقة عادة يفترض أن تصل إلى 0.50 دولار أو 1.00 دولار/ لكل طن من المنتج وذلك بالاعتماد على تعقيد العملية باستثناء الحالة التي يكون فيها معلومات للإشارة إلى أن قيمة مختلفة يجب أن نستعمل . التكاليف المتفرقة والإدارية تؤخذ بنسبة % 5 من النفقات الانتاجية الأخرى وذلك كما شرحت ودرست تحت عنوان " التكاليف المرتبطة برأس المال " .

كلفة الصناديق :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التقديرات لكلفة الانتاج المعطاة في هذا الكتيب عادة تكون من أجل المنتجات والمستحضرات الدوكما ، ولكن في بعض الحالات ، الكلفة المقدرة للمنتج المعبأ كذلك تعطى بإضافة 12 دولار/طن وذلك لاسترداد كلفة الصناديق واليد العاملة الموظفة من أجل التعبئة . إن كلفة الصناديق تختلف بشكل واسع وذلك اعتماداً على نوعيتهم ، حجمهم . . . الخ . إن السماح بـ 12 دولار يكون معداً لاستعمال صناديق صامدة للماء وقوية وبسعة 50 كغ . على سبيل المثال الصندوق من البروبلي المنسوج مع بطانة من بولي ايتلين قد تكلف 0.60 دولار من أجل عبوة 50 كغ (2) دولار/طن في الولايات المتحدة . الكلفة سوف تتنوع وتختلف باختلاف الثخانة للبطانة من البولي إيتيلين . كذلك، حجم العبوة ، الذي يعتمد على الكثافة للمادة الواجب تعبئتها لها بعض التأثير . وبما أن بولي ايتلين وبروبلين ينتجان من خام تغذية النفتا أو الزيت الخفيف ، فإن كلفتهم تعتمد على كلفة ونفقة خام التغذية . وقد ذكر أن العبوات التي تكون مشابهة لتلك المذكورة أعلاه يمكن تصنيفها في مقاطعة في آسيا الجنوب الغربية وبكلفة نصف الكلفة الأمريكية (0.30 دولار/عبوة) مع خام تغذية محلي .

العبوات المضاعفة بـ بولي ايتلين منسوج أو عبوة خارجية من القنب وعبوة من بولي اتيلين أو عبوة داخلية صامدة للرطوبة ، عادة تكون لازمة من أجل النقل عبر البحار ، أو من أجل النقل ضمن بلد نام والذي يتضمن على خطوات متعددة للمعالجة اليدوية . العبوات ذات القشرة البلاستيكية المفردة وذات الكلفة القليلة تستعمل عادة في البلاد المتطورة مع معالجة آلية و ميكانيكية . من جهة أخرى المزارعون في البلاد المتطورة عادة يفضلون العبوات الصغيرة ، وهكذا فإن كلفة العبوة لكل طن من المنتج تتزايد . إن مشاريع متعددة قد انتشرت من أجل المعالجة والنقل أو من أجل النقل في عبوات وحاويات قابلة للإعادةتتضمن عبوات بسعة 0.5 أو 1.03 طن مخصصة ومصممة من أجل المعالجة الآلية . هذه الأنظمة المتنوعة من أجل معالجة وتوزيع الأسمدة هي حاملة بشكل واضح

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بالنسبة لنظام التوزيع والتسويق ويجب أن تدرس وبالتفصيل في دراسة ومنشور آخر .

مستلزمات ومتطلبات العملية :

المواد الخام المفترضة ومستلزمات الانتفاع الخاصة بالمعالجة والمدروسة في هذا الفصل ، موضحة في الجدول (1) . القيم المختارة هي ، في معظم الحالات ، تسوية بين قيم متعددة مذكورة . وبشكل طبيعي المواد الخام ونسب الاستهلاك للفوائد تتنوع . وذلك بالاعتماد على كفاية وجدارة المعمل والعاملين فيه ، نوعية المواد الخام . . الخ . كذلك هناك تسويات وخطوات توفيق بحيث الكفاية والفعالية مقابل مستلزمات رأس المال ، الاسترداد العالي مقابل نسبة الانتاج العالية ، البخار مقابل الكهرباء . . الخ .

TABLE 1. TYPICAL RAW MATERIAL AND UTILITY REQUIREMENTS PER TON OF PRODUCT

	Raw Materials								
	Kind	Quantity, ton	Supplies, $)^a$	Steam, ton	Electricity, kWh	Cooling[b] Water, m^3	Boiler Feed Water, m^3	Fuel, 1,000 kcal
Ammonia	Natural gas	36 GJ	1.75	in balance	33	220	2.3	included in raw materials
Urea, prilled 46% N	NH_3 CO_2	0.575 0.760	2.33	1.2	125	70	-	-
Nitric acid, basis 100% HNO_3	NH_3	0.288	1.85	-0.4	9.5	87	8.5	-
Ammonium nitrate, 34% N	HNO_3 NH_3	0.773 0.218	1.50	0.2	28	8	-	-
Sulfuric acid, 100% H_2SO_4	S	0.34	0.50	-1.2	35	26	1.3	-
Phosphoric acid, basis/ton P_2O_5	Phosphate rock[c] H_2SO_4	3.22 2.78	1.00	1.9	150	150	-	-
Triple superphosphate 0-46-0	Phosphate rock[c] Acid P_2O_5	0.40 0.345	-	0.02	40	-	-	125
Diammonium phosphate 18-46-0	Acid P_2O_5 NH_3	0.47 0.224	-	-	30	-	-	125
Monoammonium phosphate 11-55-0	Acid P_2O_5 NH_3	0.56 0.137	-	-	30	-	-	125

a. Includes catalysts, chemicals, conditioners, etc.
b. Once-through basis.
c. Phosphate rock assumed to contain 33% P_2O_5.

وهكذا فالقيم المعطاة في الجدول (1) يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار كقيم موضحة وربما مطابقة للتصميم الجيدة والتشغيل ولكن ليس بالضرورة لأن تكون الأكثر فعالية وكفاية .

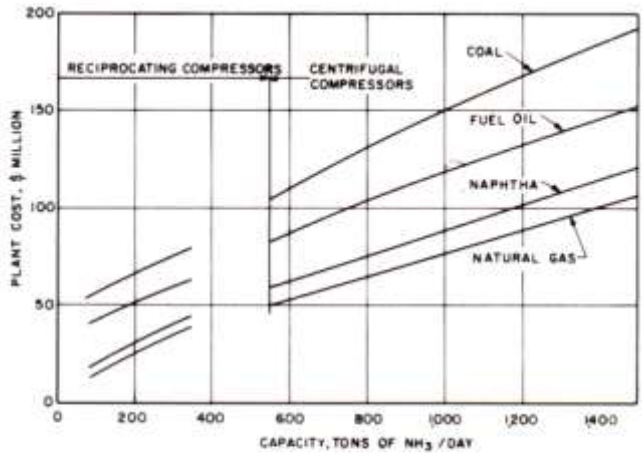
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أسمدة النتروجين :

الأمونيا :

تكاليف ونفقات معمل الأمونيا المقدرة المتأثرة بمقياس التشغيل ونوع خاص التغذية موضحة في الشكل (1) .



Basis: Industrial location in developed country, Turnkey costs = battery-limits cost plus 50%.
Notes: The most reliable data are for natural gas-based and naphtha-based plant with capacities of 550, 900-1,140, and 1,360 tpd. Data for smaller plants and other feedstocks are more speculative because few such plants have been built.

Figure 1. Estimated Turnkey Plant Cost for Ammonia Plants as Affected by Capacity and Feedstock.

التقديرات معدة من أجل الموقع الصناعي في بلد متطور . النفقات للمعامل التي تعتمد على الغاز الطبيعي بطاقات تصل إلى 550 و 1,000 و 1,360 طن يومياً تعتبر الأكثر موثوقية . النفقات لخاصة بمعامل أصغر أي 100 إلى 350 طن يومياً أقل موثوقية وذلك لأن القليل منها قد تم بناؤه . النفقات والتكاليف لمعامل ذات طاقة 1,000 طن يومياً والتي تستعمل النفتا ، الزيت الثقيل والفحم قد تم الحصول عليها بواسطة مضاعفة كلفة المعمل الذي يعتمد على الغاز الطبيعي بواسطة عامل والذي أُختير بعد مراجعة ودراسة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تقديرات متعددة . بالنسبة للمعامل التي تعتمد على الفحم والزيت ، فالنفقات من أجل الطاقات الإنتاجية في مدى يتراوح من 550 إلى 1,500 طن يومياً افترض أنها تتغير وتتبدل بقوة 0.6 من القدرة .

إن نفقات المعامل التي تعتمد على النفتا في هذا المدى تم الحصول عليها بواسطة تطبيق واستعمال المعامل (1,14) على كلفة المعامل التي تعمد على الغاز الطبيعي . وفي المدى الذي يتراوح مابين 100 إلى 350 طن يومياً تكاليف ونفقات المعامل التي تستعمل النفتا ، الزيت أو الفحم قد تم تقديرها بواسطة مضاعفة كلفة المعامل التي تعتمد على الغاز الطبيعي بواسطة العوامل 1.14 ، 106 و 4.0 .

والقليل من الثقة والاعتماد يجب أن يوضع في هذه القيم ، ولكن هذه الأرقام يعتقد بأن تكون ذات ضخامة وجسامة ، في الشكل (1) يظهر خط مستقيم ليمثل نفقات وتكاليف المعامل التي تعتمد على الغاز الطبيعي أو النفثا . ولكن إن كان المنحني متوافقاً مع البيانات المتاحة فإنه سوف يكون مقعراً وذلك بسبب التجربة والاختبار في مدى يتراوح من 900 إلى 1,100 طن يومياً والتوفر التالي للتصاميم المقياسية . ومن المحتمل أن النفقات نسبة للمعامل الكبيرة والتي تصل طاقتها الانتاجية لأكثر من 1,360 طن يومياً سوف تكون أساساً أعلى مما قد أشير إليها بواسطة استكمال للخط في الشكل (1) وذلك بسبب الحاجة إلى تصاميم هندسية جديدة متطورة واستعمال معدات وتجهيزات غير مقياسية . ولكن معمل بطاقة انتاجية تصل إلى 2,000 طن يومياً ويتألف من سلسلتين كل منها تبلغ طاقتها الانتاجية 1,000 طن يومياً فيجب أن تكلف إلى حد ما كلفة أقل لكل طن من الطاقة أكثر من وحدة (معمل) منفرد بطاقة انتاجية تبلغ 1,000 طن يومياً وذلك بسبب تكاليف حدوده المنخفضة .

وكان هناك اختبارات أقل بالنسبة للمعامل التي تستعمل الأكسدة الجزئية للفحم أو الزيت . ولذلك المنحنيات لهذه المعامل يُفترض بها أن تتبع قوة 0.6

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

العلاقة العاجية الأقل أو الأكثر لمعامل السلسلة المفردة والمنحنيات الناتجة تكون محدبة قليلاً . وللأسباب المذكورة أعلاه ، فالنفقات للمعمل الإجمالية في بلد نام يحتمل أن تكون أعلى من تلك التكاليف المشار إليها في الشكل (1) .

وقيم التسخين المفترضة لخامات تغذية الأمونيا والتي قد استعملت في تقديرات كلفة الانتاج قد بيانها في الجدول أدناه :

خام التغذية	قيمة الحرارة المنخفضة	
الغاز الطبيعي	8,015 كالوري/م3	33.56 GJ / 1,000 م3
النفثا	10,556 كالوري/كغ	44.20 GJ/ton
زيت الوقود الثقيل	9,722 كالوري/كغ	40.71 GJ/ton
الفحم	6,333 كالوري/ كغ	26.52 GJ/ton

القيمة التسخينية في الجدول أعلاه هي حرارة الاحتراق والتي لاتتضمن حرارة تكثيف بخار الماء في منتجات ومستحضرات الاحتراق ، والتي لايمكن استخلاصها بشكل نافع في عمليات انتاج الأمونيا . القيمة التسخينية للغاز الطبيعي هي بشكل تقريبي القيمة الخاصة بالميتان : والمقاسة عند الدرجة "20°" درجة و "1" ضغط جوي ، والغاز الطبيعي أحياناً يحوي على هيدروكربونات أعلى والتي تزيد القيمة التسخينية لكل وحدة حجمية .

والمعدات الإجمالية للوقود أو خام التغذية لكل طن من الأمونيا والتي استعملت في الاحصائيات والحسابات الحالية هي :

	المتطلبات	مكافئ القدرة مليون كالوري	GJ
الغاز الطبيعي	1,073م3	8.6	36.0

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

النفتا	0.89 طن	9.4	39.4
زيت الوقود الثقيل	1.00 طن	9.7	40.7
الفحم	1.97 طن	12.5	52.3

إن متطلبات خام التغذية والوقود هي من أجل معامل الأمونيا مع وسائل استرداد الطاقة والحرارة الجيدة وخاصة من أجل المعامل التي تعتمد على النفتا والغاز الطبيعي . في المناطق التي يكون فيها الوقود ذو الكلفة المنخفضة متوفراً ، فإنه قد يكون أمراً اقتصادياً استعمال معدات أقل كفاية وأبسط على حساب الوقود الزائد واستهلاك خام التغذية (انظر الفصل VI) .

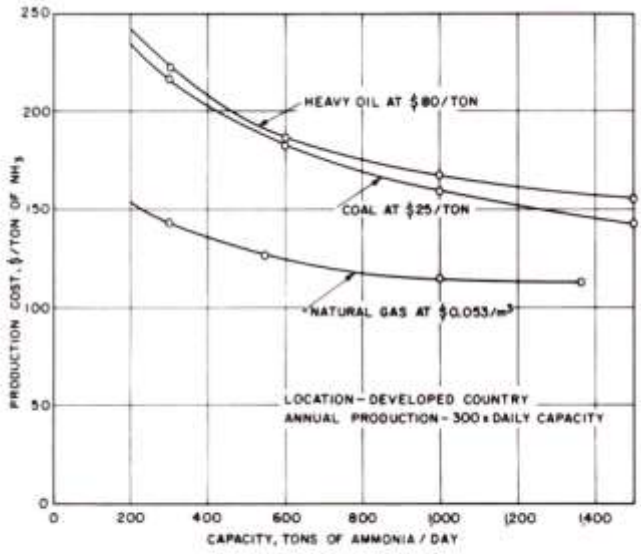


Figure 2. Effect of Type of Feedstock and Plant Capacity on Production Cost of Ammonia.

كل معامل الأمونيا يفترض بها أن تكون مكتفية ذاتياً من حيث البخار والقدرة الميكانيكية الآلية . وفي حالة المعامل التي تعتمد على الفحم والزيت ، معمل توليد البخار يفترض أن يكون جزءاً من معمل الأمونيا ذو battery-

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

limits بحيث أن طاقته الانتاجية يُفترض أن تكون كافية لتأمين وتزويد كل البخار والقوة الكهربائية أو الميكانيكية اللازمة للعملية .

الكلفة الانتاجية المقدرة للأمونيا والتي تتأثر بمقياس التشغيل ونوع خام التغذية موضحة في الشكل (2) السابق مع افتراض أن الفحم كلفته 25 دولار/طن والزيت 80 دولار/طن ، والغاز الطبيعي 0.053 دولار/م3 . الحسابات والتقديرات لهذا الشكل تعتمد على الجداول 7 ، 8 ، 9 ، 10 للفصل VI . الشكل يبين أن طاقة 1,000 طن يومياً قد تكون قريبة من الحجم الأعظمي الاقتصادي لمعمل يعتمد على الغاز الطبيعي ذو السلسلة المنفردة .

ولكن المعامل ذات السلاسل المضاعفة (اثنتان ، ثلاثة أو أكثر من السلاسل ذات الطاقة الانتاجية 1,000 طن يومياً) سوف تغطي وتقدم الأمونيا بكلفة أدنى على الرغم من أن الكلفة الزائدة لتسويق المنتج في منطقة واسعة يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار . في حالات المعامل التي تعتمد على الفحم والزيت ، كلفة الانتاج المقدرة تنخفض وتقل بطاقة تزويد وربما تفوق 1,500 طن يومياً . إن تأثيرات كلفة الغاز الطبيعي وكلفة رأس المال للمعمل على كلفة الانتاج وسعر مبيع البوابة للأمونيا موضحة في الشكل 3 و 4 واللذان يعتبران متطابقين مع الأشكال 9 و 10 للفصل VI .

الشكل (7) يظهر تأثير الانتفاع بالطاقة على الكلفة الانتاجية المقدرة لمعامل الأمونيا والتي تستعمل الغاز الطبيعي ، النفتا ، الزيت الثقيل والفحم كخام تغذيو ووقود . الرسوم البيانية السابقة قد اعتمدت على الانتاج السنوي لـ 300ملم مرة من الانتاج اليومي المقدر . في الشكل (7) السعة (القدرة السنوية) يفترض أن تكون 330 مرة من الطاقة اليومية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

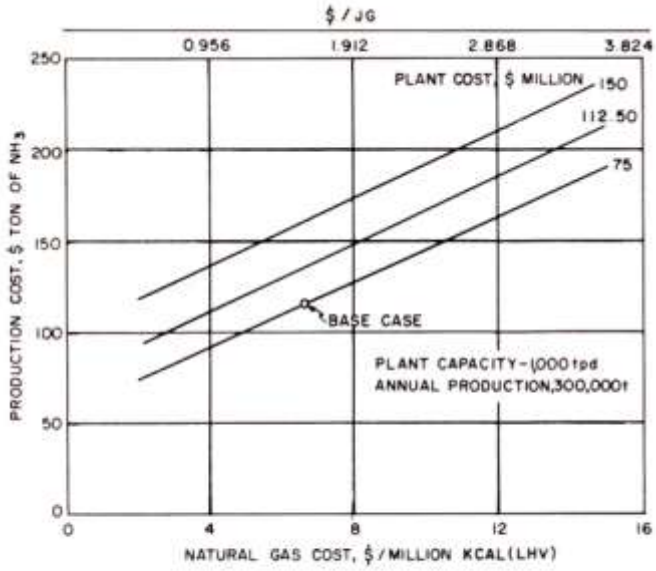


Figure 3. Effect of Plant Cost and Natural Gas Cost on Production Cost of Ammonia.

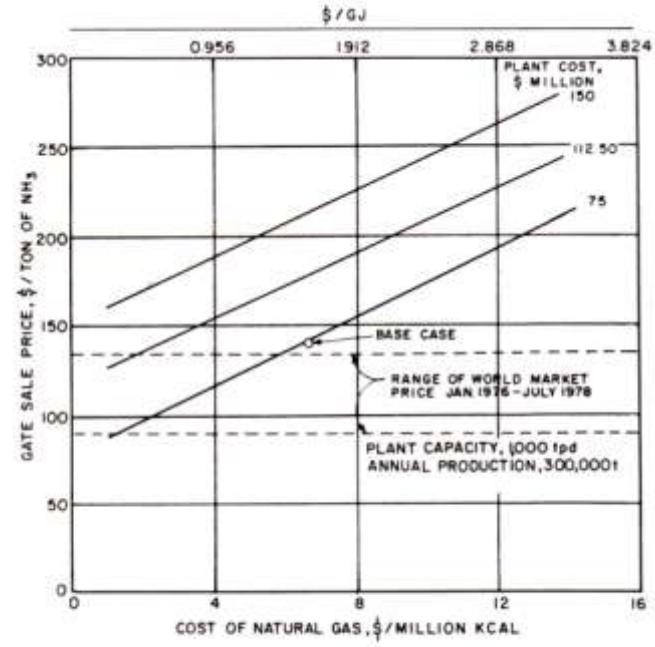


Figure 4. Effect of Plant Cost and Natural Gas Cost on Gate Sale Price of Ammonia.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومن الممكن جداً تجاوز نسبة % 100 من الانتاج السنوي المقدر الذي يعتمد على هذا التحديد والتصريف وذلك إما بواسطة انجاز وتحقيق أكثر من 330 يوماً لكل سنة أو بواسطة انتاج أكثر من الطاقة اليومية المقدرة أو كلاهما معاً . معامل الأمونيا أحياناً تصمم لتتسع لطاقة زائدة وفائضة وذلك كحد احتياطي للأمان من أجل ضمان النسب والمعدلات الكفيلة للاجتماع (اجتماع كل من الطريقتين لتجاوز نسبة % 100 من الانتاج السنوي) . البيانات من أجل الشكل (7) تعتمد على الحالات الأساسية المعطاة في الفصل VI وقد حُسبت وقُدرت بواسطة افتراض أن تكاليف والنفقات المرتبطة باليد العاملة ورأس المال كانت ثابتة ومستمرة على أساس سنوي ، بينما النفقات والتكاليف الأخرى جميعها كانت مستمرة لكل طن من المنتج .

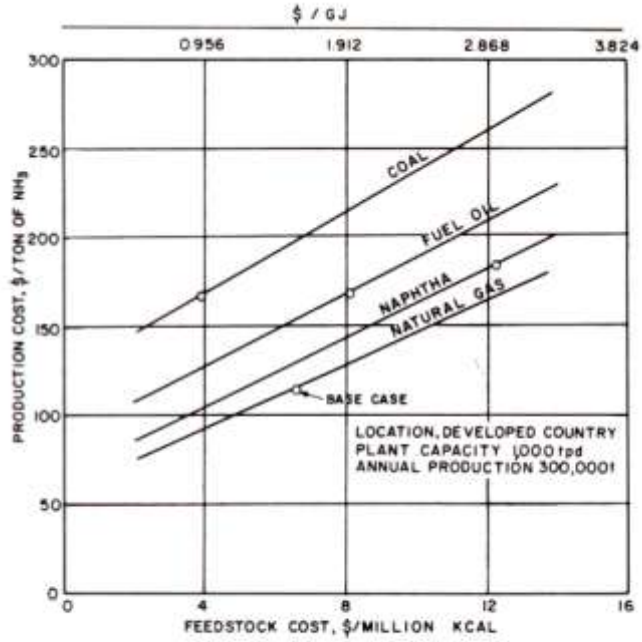


Figure 5. Effect of Price and Type of Feedstock on Production Cost of Ammonia.

وكما تم الإشارة في الشكل (7) التشغيل عند سعة % 60 سوف يزيد كلفة الانتاج في معمل يعتمد على الغاز الطبيعي بنسبة حوالي 29 دولار/طن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مقارنة مع التشغيل عند نسبة % 100 من القدرة 140 دولار مقابل 111 دولار/طن . الانتفاع بالقدرة المنخفض سوف يكون له تأثير كبير مع ضمانات التغذية الأخرى . فعلى سبيل المثال ، في معمل يعتمد على الفحم ، كلفة الانتاج سوف تكون حوالي 149 دولار/طن عند سعة قدرها % 100 مقارنة مع 214 دولار/طن عند سعة % 60 أي بفارق 95 دولار/طن . في بلد نام ، الانتفاع بالقدرة المرتفع مايزال أمراً هاماً وذلك بسبب الاستثمار المعمل الأعلى .

بالإضافة إلى أن تأثير التشغيل للسعة المنخفض على كلفة اليوريا في شبكة معقدة من الأمونيا- اليوريا سوف تكون أكبر وأعظم لأن النفقات المتعلقة برأس المال لإنتاج اليوريا سوف تتزايد أيضاً .

وحدات شبكة معقدة ومركبة من الأمونيا- اليوريا :

في العديد من البلاد النامية الأمونيا تستعمل بشكل منفرد من أجل انتاج اليوريا ، ولذلك من الملائم والمناسب الأخذ بعين الاعتبار التدابير الاقتصادية لوحدات مركبة ومعقدة لليوريا والأمونيا . كلفة الاستثمار لمثل هذه الوحدات المركبة تعتمد على التقديرات في الفصول السابقة . الكلفة الانتاجية وسعر مبيع البوابة حسبت في الفصول السابقة ، باستثناء أن نسبة % 5 من الكلفة المتفرقة والمتنوعة والكلفة الادارية لم تضاف إلى كلفة إنتاج اليوريا . نتائج هذه الحسابات والتقديرات موضحة في الشكل (8) وفي الجدول التالي من أجل تشغيل بطاقة % 90.0 (300 مرة السعة القدرة اليومية) .

Ammonia capacity, tpd	300	550	1,000
Urea capacity, tpd	522	956	1,739
Investment, $ million			
Ammonia	35.0	52.5	75.0
Urea	19.5	31.0	40.2
Product storage	1.5	3.0	5.1
Total	56.0	86.5	120.3

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Urea capacity, tpd	522	956	1,739
Production cost, $/ton of urea			
Ammonia, 0.575 ton	78.29	70.47	63.06
Operating costs	43.19	36.92	31.01
Subtotal	121.48	107.39	94.07
Adm. and misc. cost, 5%	6.07	5.37	4.70
Total production cost	127.55	112.76	98.77
10% ROI	35.76	30.18	23.06
Gate sale price	163.31	142.94	121.83

إن تأثير الكلفة ونوع خام التغذية على سعر مبيع البوابة لليوريا المنتجة في وحدة مركبة للأمونيا واليوريا بطاقة 1,739 طن يومياً موضحة في الشكل (9) وسعر مبيع البوابة هو كلفة الانتاج +% 10 عائد على الاستثمار .

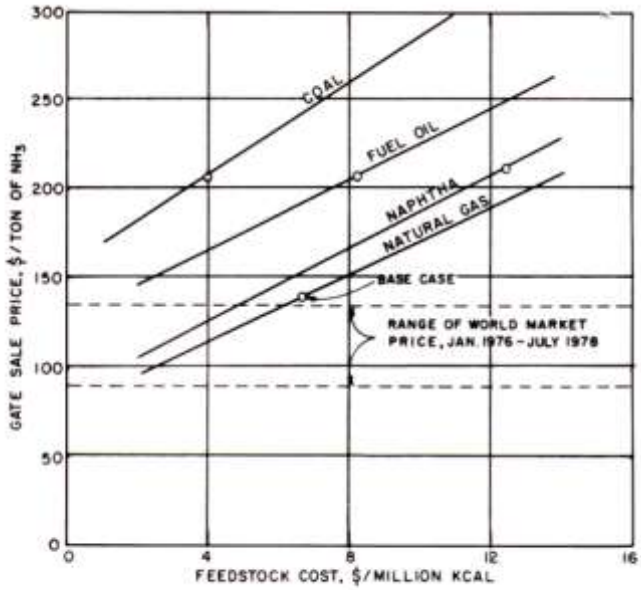


Figure 6. Effect of Type and Price of Feedstock on Gate Sale Price of Ammonia.

الجزء الأدنى من الشكل يظهر التكاليف المقدرة والخاصة بموقع صناعي في بلد متطور والجزء الأعلى يظهر الأسعار المقدرة في موقع حيث كلفة إنشاء وتأسيس معمل تكون أعلى بنسبة % 50 والتي قد تكون الحالة السائدة في بعض البلاد النامية . الشكل يظهر أن تكاليف ونفقات اليوريا في بلد متطور سوف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تكون نفسها (161 دولار – 162 دولار/طن) بالنسبة للمعامل التي تستعمل الفحم

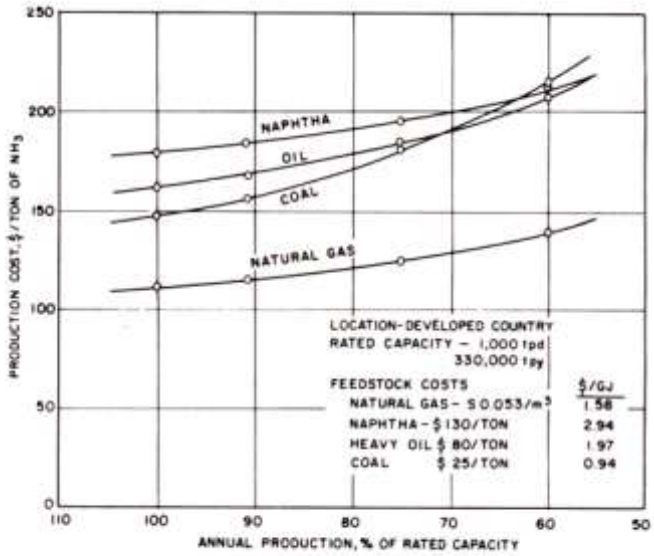


Figure 7. Effect of Capacity Utilization and Type of Feedstock on Estimated Production Cost of Ammonia.

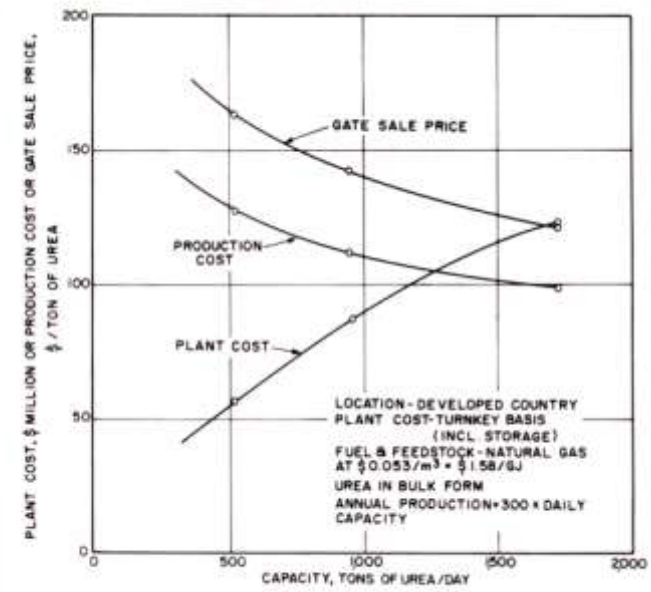


Figure 8. Plant Cost, Production Cost, and Gate Sale Price for Urea Produced in an Ammonia-Urea Complex as Affected by Capacity.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عند كلفة 0.94 دولار/GJ والزيت بكلفة 1.97 دولار/GJ والنفتا عند كلفة 2,94 دولار/ GJ . تلك كانت القيم المختارة لحالات الأساس والقاعدة في الفصل VI) . كلفة الغاز الطبيعي سوف ترتفع إلى حوالي 150 م3 دولار/GJ وذلك للوصول باليوريا وتكاليفها إلى مستوى قابل للموازنة .

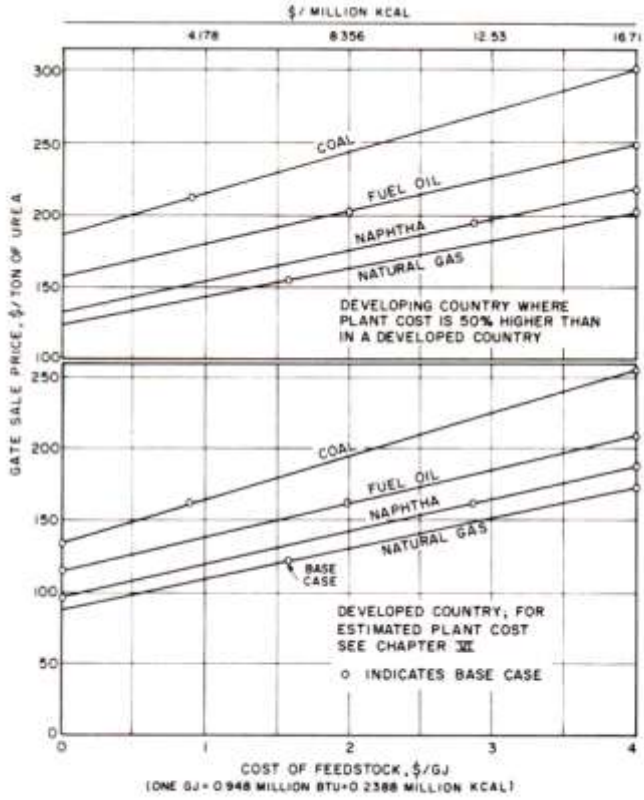


Figure 9. Effect of Type and Cost of Feedstock on Gate Sale Price of Bulk Urea in Developing and Developed Countries (Urea-Ammonia Complexes Producing 1,739 tpd; 521,700 tpy).

وحينما تكون نفقات الغاز الطبيعي عالية فمن المفيد استعمال وقود ذو كلفة منخفضة من أجل جزء من المتطلبات . فمثلاً البخار اللازم في معمل يوريا يمكن أن يُوَّلد في مرجل ذو احتراق بالفحم . وبالنسبة للمعامل ذات الكلفة الباهظة ، كل النفقات والتكاليف تكون أعلى والفحم نسبياً يكون أقل تفضيلاً ، وهو يعطي الكلفة الأعلى لحالات الأساس .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في بعض البلاد النامية ، الغاز الطبيعي يكون متوفراً بنفقات في مدى من 0.30 دولار – 0.60 دولار/ GJ ، تكاليف اليوريا الناتجة يجب أن تكون 130 دولار – 136 دولار/طن . نفس الكلفة يمكن الحصول عليها في بلد متطور بغاز يكلف 2.0 دولار – 2.3 دولار GJ .

وهكذا ، فإن ميزة الغاز ذو الكلفة المنخفضة قد تُعادل بواسطة تكاليف ونفقات رأس المال الناتجة عن تكاليف المعمل الباهظة ، أعلاه لاتنطبق على كل البلاد النامية والمتطورة ، وهي معدَّة فقط للإشارة إلى تأثير تكاليف ونفقات استثمار المعمل والتي قد تختلف وتتنوع بشكل واسع في البلاد التي صنفت بشكل اعتباطي كبلاد نامية ومتطور .

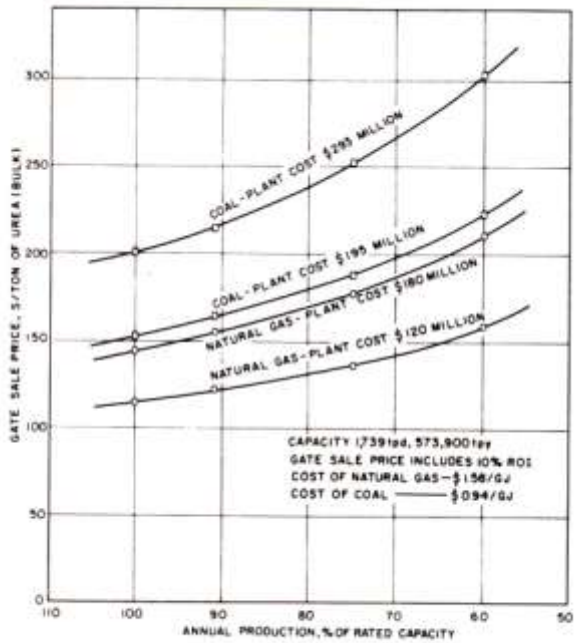


Figure 10. Effect of Plant Cost and Capacity Utilization on Gate Sale Price of Bulk Urea in a Urea-Ammonia Complex.

الشكل (10) يظهر تأثيرات الانتفاع بالطاقة وكلفة المعمل على سعر مبيع البوابة لليوريا التي تنتج في وحدات معقدة (مركبة) لليوريا– الأمونيا بطاقة 1,739 طن يومياً وذلك باستعمال الغاز الطبيعي أو خام تغذية الفحم . بالنسبة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للوحدات المركبة (يوريا– أمونيا) التي تعتمد على الغاز ، الكلفة المقدرة تكون 120 مليون دولار في بلد متطور مماثل و180 مليون دولار (50 % زيادة) في موقع لبد نام . للوحدات المركبة التي تعتمد على الفحم ، تكاليف ونفقات المعمل المقدرة تكون 195 مليون دولار و293 مليون دولار . الشكل يوضح التأثير القاس للإنتفاع بالطاقة المنخفض على نفقات اليوريا . وخاصة بالنسبة للوحدات المركبة ذات الكلفة العالية لرأس المال . في هذا السياق الانتفاع بالطاقة (القدرة) المتوسطي العالمي لمعامل أسمدة النتروجين يكون حوالي 90 % بالنسبة لبلد متطور و 70 % بالنسبة لبلد نام ، وذلك وفقاً لـ World Fertilizer Situation Outlook وهو منشور (آذار 1979) صادر عن IFDC و TVA ، التأثيرات المشتركة "الموحدة" للإنتفاع بالطاقة "القدرة" المنخفض ونفقة المعمل العالية يمكن أن تكون كارثة بشكل خاص للمعامل التي تعتمد على الفحم إن نسبة الانتفاع بالقدرة التي تبلغ 60 % سوف تؤدي إلى سعر مبيع البوابة يبلغ 304 دولار للطن من اليوريا الدوكما وذلك بنسبة للمعمل بكلفة رأس مال أعلى بينما في حالة معمل بكلفة منخفضة والذي يشتغل بسعة 90 % فإن سعر اليوريا سوف يكون حوالي (165) دولار للطن إن كلفة خام التغذية تبلغ فقط 28 دولار للطن من اليوريا ولذلك حتى إن كانت تكاليف الفحم قد قُللت إلى الصفر فإن التدابير الاقتصادية ، سوف تكون غير مفضلة في المواقع أو الأماكن حيث تكون كلفة المعمل مرتفعة والانتفاع بالطاقة بالنسبة للوحدات المركبة التي تعتمد على الغاز الطبيعي كلفة الغاز الطبيعي (عند 1.58/GJ) تكون 32.70 دولار لكل طن من اليوريا في بعض البلدان النامية حيث الغاز الطبيعي ذو الكلفة المنفخضة يكون متوفر فإن الكلفة لكل طن من اليوريا قد تكون منخفضة بحيث تصل إلى 10 دولار .

ولكن التأثير المشترك للانتفاع بالطاقة المنخفض وكلفة رأس المال المرتفعة يمكن لها أكثر من أن تعادل هذه الميزة . فعلى سبيل المثال إذا كان

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الغاز الذي يكلف (0.48) دولار/ GJ قد استعمل ، في وحدة مركبة كلفتها 180 مليون دولار وعند نسبة انتفاع للقدرة تصل إلى % 70 فإن سعر مبيع البوابة المقدر ، سوف يكون 165 دولار لكل طن . هذا السعر يمكن أن يُعادل أو يُساوى في موقع تابع لبلد متطور "وحدة مركبة بكلفة 120 مليون دولار مع انتفاع بالسعة يصل إلى % 90 مع كلفة الغاز والتي تصل إلى 3.65 دولار ، لكل/GJ أو كلفة النفتا والبالغة 3.00 دولار/ GJ " انظر الشكل 9 " . المثال يوضح صعوبة في ادراك ومعرفة الميزات الكامنة للغاز الطبيعي ذو الكلفة المنخفضة في الأماكن والمواقع النائية وخاصة عندما يكون هناك طلب قليل محلي ولا يكون لأسمدة النتروجين ولذلك فالمنتج يجب أن يشحن إلى بلدان أخرى . إن أهمية تحسين وتطوير الانتفاع بالقدرة يمكن توضيحه بواسطة الكلفة المتزايدة للإنتاج الإضافية . فعلى سبيل المثال إن كان ما قدره 293 مليون دولار لمعمل يعتمد على الفحم والذي يشتغل بسعة % 70 فإن سعر مبيع البوابة المقدر هو 267 دولار للطن اليوريا (الشكل "10") . ** بالإمكان زيادة الانتفاع بالقدرة بدون نفقة رأس المال فإن كل طن إضافي من اليوريا سوف يكلف فقط حوالي 42 دولار هذه الكلفة التزايدية هي كلفة خام التغذية الاضافي والإمدادات . في الوحدات المركبة " المعقدة " التي تعتمد على الغاز الطبيعي فإن الكلفة التزايدية تكون حوالي 46 دولار لكل طن من اليوريا بغاز كلفته 1.58 دولار/GJ أو 23 دولار بغاز كلفته 0.48 دولار/GJ . اليوريا في معظم الأحيان تنتج في وحدة مركبة والتي تحتوي على معمل الأمونيا التي تؤمن كلا المواد الخام الضرورية ، الأمونيا وثاني أوكسيد الكربون . ولكن ، في معظم الحالات ، اليوريا ليست المنتج الوحيد للوحدة المركبة بحيث أن جزءاً من الأمونيا قد تباع أو أنها تحول إلى أسمدة نتروجينية أخرى أو أسمدة مركبة في حالات كهذه ، من المهم حساب وتقدير كلفة انتاج اليوريا بشكل منفصل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

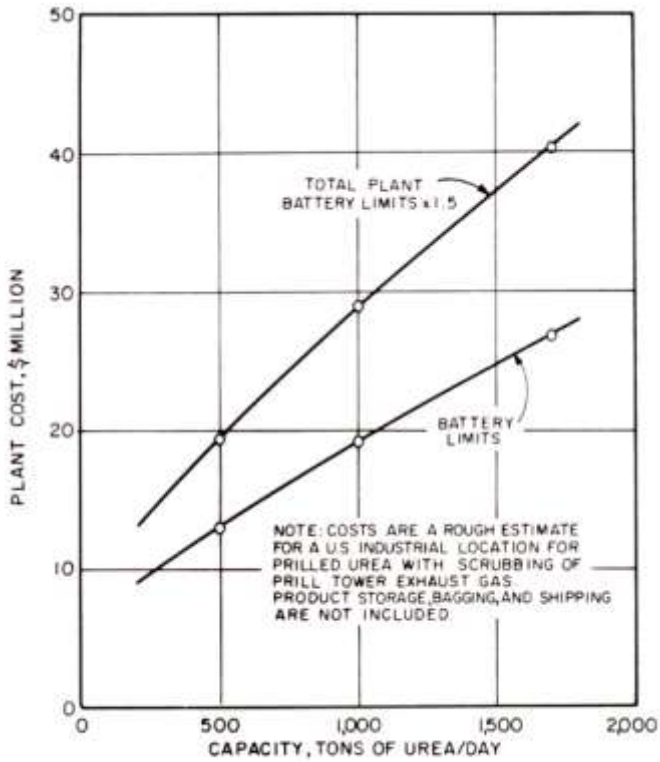


Figure 11. Estimated Cost of Urea Plants as Related to Capacity.

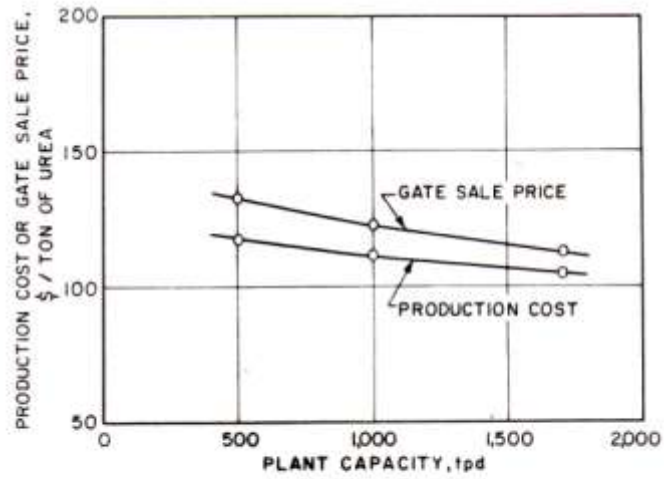


Figure 12. Effect of Plant Capacity of Production Cost and Gate Sale Price of Urea (Developed Country, 90% Capacity Utilization, Ammonia Cost—$120/ton).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

متطلبات العمليات قد درست في الفصل IX والتدابير الاقتصادية لانتاج اليوريا قد درس في الفصل XI . الأشكال 11 و 12 و13 تظهر كلفة رأس المال المقدرة لمعامل اليوريا وكلفة الانتاج وسعر مبيع البوابة لليوريا وذلك كما تأثرت بمقياس التشغيل وكلفة الأمونيا . هذه الأشكال هي نفسها تشابه الأشكال 1 ، 2 ،3 من الفصل XI وقد أظهرت هنا ثانية من أجل الملاءمة والموافقة للقارئ . وبالنسبة للدراسة والبحث انظر الفصل XI .

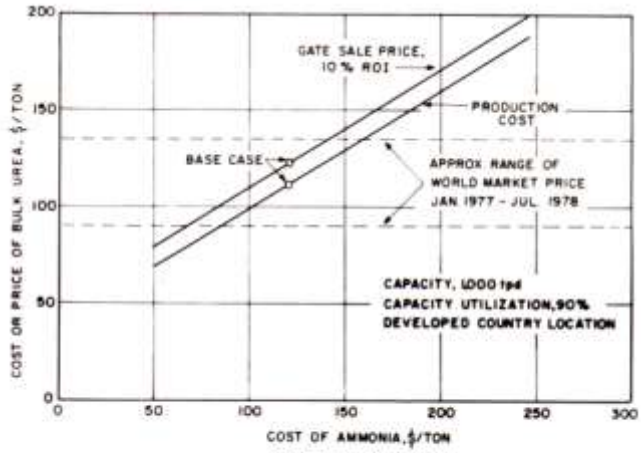


Figure 13. Effect of Ammonia Cost on Production Cost and Gate Sale Price of Urea.

حمض النتريك ونترات الأمونيا :

نترات الأمونيا تكون غالباً منتجة في وحدة معقدة حاوية على وحدة حمض النتريك لأن نقل حمض النتريك غير اقتصادي وذلك بسبب تركيزه المنخفض حوالي (13 % N من أجل 58 % من HNO_3) . وعلى النقيض من اليوريا فالوحدة المركبة لاتحتوي بالضرورة على وحدة وفي حالات متعددة الأمونيا تنقل إلى موقع العمل من مصادر بعيدة . نترات الأمونيوم كذلك قد تنتج كمنتج مشترك مع نتروفوسفات وذلك كما دُرس في الفصل XV .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

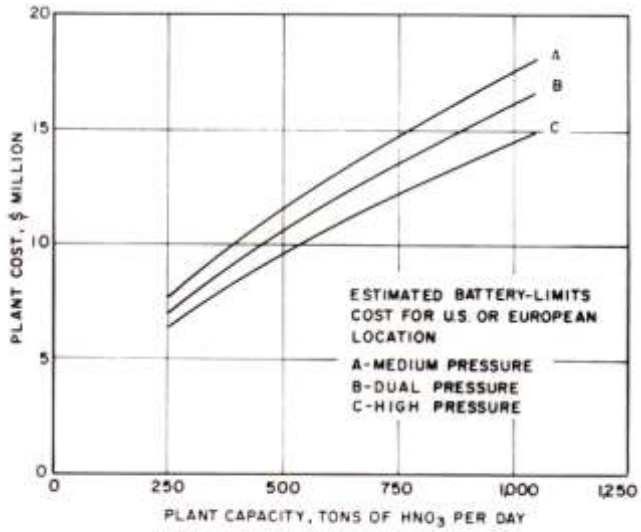


Figure 14. Effect of Type of Process and Plant Size on Cost of Nitric Acid Plants.

الأشكال (14 ، 15 ، 16) المتطابقة مع الأشكال 4 ، 5 ، 6 للفصل XI) قد أظهرت ثانية هنا من أجل الموافقة بينهما وتظهر نفقات معمل حمض النتريك المقدرة وتكاليف الانتاج وتكاليف إنتاج نترات الأمونيوم .

Capacity, tpd of AN (34% N)	323	647	1,353
Capacity, tpd of HNO_3	250	500	1,070
Capital investment, $ million			
HNO_3	9.75	14.60	23.00
AN	8.13	11.66	17.50
Storage	1.00	2.00	4.00
Total	18.88	28.26	44.50

النفقات الاستثمارية لرأس المال التقديرية للوحدات المركبة (AN) لنترات الأمونيوم لحمض النتريك موضحة في الجدول أدناه في الشكل (17).

الوحدة المركبة ذات الطاقة 1,353 طن يومياً سوف تُنتج نفس الكمية من النتروجين مثل وحدة يوريا بطاقة 1,000 طن يومياً الاستثمار بالنسبة لوحدة يوريا 1,000 يومياً والتي تتضمن التخزين تبلغ 32,5 مليون دولار مقارنة مع 24,5

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مليون دولار بالنسبة لوحدة مركبة من نترات الأمونيوم وهكذا فإن وسائل نترات الأمونيوم هي أكثر تركيزاً من حيث رأس المال أكثر من وسائل اليوريا .

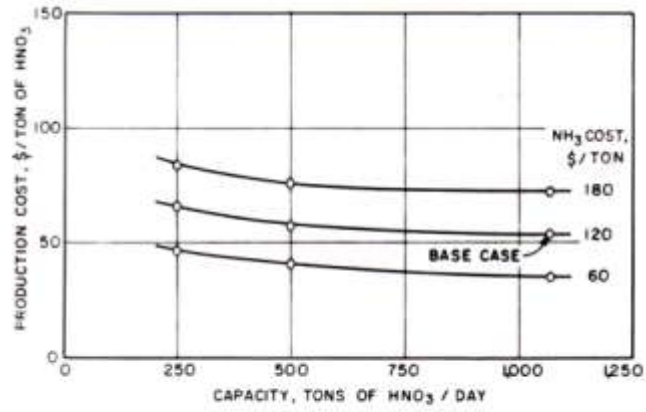


Figure 15. Effect of Plant Capacity and Ammonia Cost on Production Cost of Nitric Acid (High Pressure Process).

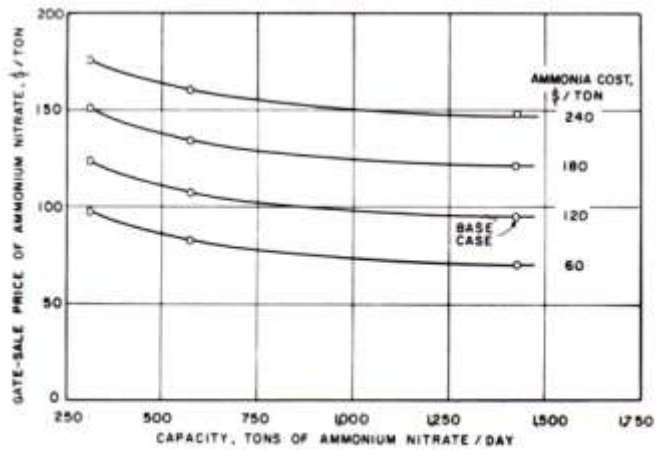


Figure 16. Effect of Plant Capacity and Ammonia Cost on Gate Sale Price of Bulk Ammonium Nitrate (34% N) for Nitric Acid-Ammonium Nitrate Complexes.

ولكن كما لوحظ في الفصل XI نترات الأمونيوم يمكن انتاجه من الأمونيوم المستوردة بينما بالنسبة لليوريا لايمكن ذلك وهكذا فالبلاد التي ترغب لتخفيض استثمار رأس المال أو الانتفاع بالأمونيوم المستوردة ذات الكلفة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المنخفضة قد تُقرر انتاج نترات الأمونيوم . إن منحني الاستثمار AN في الشكل 17 لايمكن استكماله بالاستقرار أو القياس بشكل آني بطاقة تزيد على 1,600 يومياً وذلك بأن وحدة حمض النتريك الأضخم عالمياً لها طاقة تصل إلى 1,250 طن يومياً من HNO_3 الذي سوف ينتج حوالي 1,600 طن يومياً من AN .

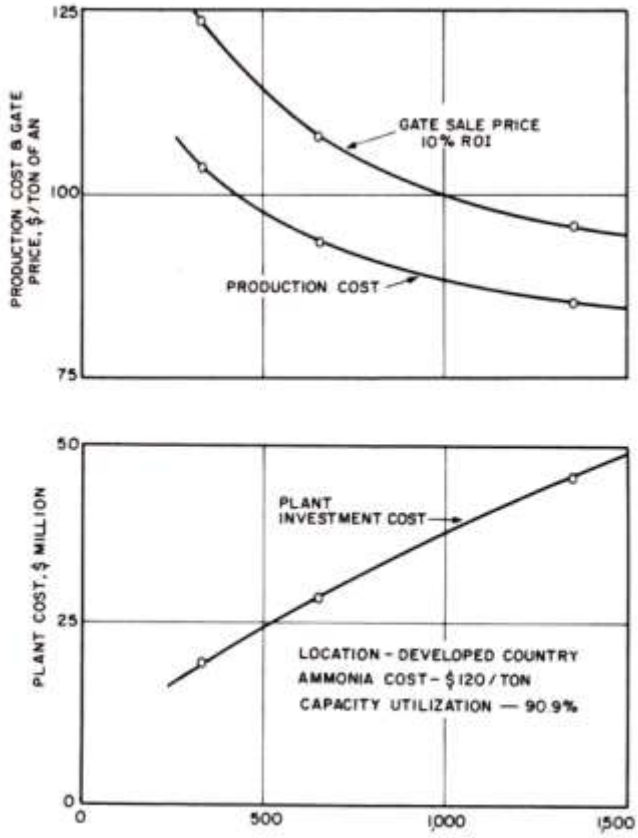


Figure 17. Estimated Plant Costs, Production Costs, and Gate Sale Prices of Ammonium Nitrate for Nitric Acid-Ammonium Nitrate Complexes.

وبالنسبة للمعامل الضخمة فإن وحدتان لحمض النتريك قد تكون لازمتين بحيث أن هذا سوف يغير شكل المنحني الكلفة التقديرية لمعامل حمض النتريك هي من أجل الوحدات بـ الامتصاص الممتد والتي تقلل تركيز NO_X إلى 200 Ppm وأقل إن كلفة أو نفقة هذه الفعالية الإضافية لايمكن تبريرها بالتدابير

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الاقتصادية وتبريرها من أجل ضبط التلوث يثير القلق والشك وذلك بأن معامل حمض النتريك لاتُسهم بأكثر % 1 من NO_X المفرغ إلى الجو . معظم NO_X يأتي من محركات الاحتراق الداخلية معامل توليد الطاقة الكهربائية ذات الاشتعال بالوقود والمصادر الطبيعية . وهكذا في البلاد حيث مقاييس ضبط التلوث تكون أكثر مرونة وليونة فإن توفيراً وادخاراً في نفقات معمل حمض النتريك يكون ممكنة شريطة أن يكون تركيز NO_X في الجو المحيط المحلي ضمن الحدود المقبولة (انظر الفصل XXIII). نفقات الانتاج التقديرية وأسعار مبيع البوابة بالنسبة لـ AN موضحة في الشكل (7) بالنسبة لموقع في بلد متطور مع افتراض كلفة الأمونيا التي تبلغ 120 دولار/طن . إن الكلفة تكون سريعة التأثر نوعاً ما للمقياس وخاصة لنسبة تصل دون 650 طن يومياً .

عند طاقة تصل إلى 1,353 طن يومياً سعر مبيع البوابة التقديري لـ an الدوكما bulk يبلغ 96 دولار وهذا يتطابق على 130 دولا/طن من اليوريا على أساس نتروجين مكافئ . إن أخذت بعين الاعتبار تكاليف النقل والتعبئة ، فإن الموازنة سوف تكون أقل تفضيلاً بالنسبة لـ AN .

أسمدة الفوسفات :

حمض الكبريت :

تكاليف استثمار المعمل المقدرة بالنسبة لوسائل حمض الكبريت موضحة في الشكل (18) الذي يعتبر مطابقاً للشكل 3 من الفصل XII . هذه النفقات (التكاليف) خاصة بوحدات الامتصاص . الثنائية والتماس الثنائي في موقع تابع لبلد متطور . نفقات الإنتاج المقدرة موضحة في الجداول 5 و6 من الفصل XII . ولكن هذه التقديرات لا تستعمل الافتراضات المقياسية الموجودة في قائمة في الفصل الحالي ، ولذلك ، تكاليف الانتاج قد أعيد حسابها وتقديرها من أجل أهداف وأغراض الشكل 19 . التباين والاختلافات كانت ثانوية ، بحيث أن حالة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأساس (القاعدة) لمعمل بطاقة 600 طن يومياً ويشتغل عند طاقة % 90.9 (300 مرة (ضعف)) السعة اليومية .

Production Cost, $/ton of H_2SO_4

Sulfur, 0.34 ton x $50	17.00
Catalyst and supplies	0.50
Electricity, 35 kWh x $0.027	0.95
Cooling water, 25.8 m^3 x $0.01	0.26
Boiler feedwater, 1.25 m^3 x $0.26	0.32
Labor-related costs,	
0.16 man-hours x $17.60	2.81
Capital-related costs, 17.67%	9.81
Steam credit, 1.2 ton x $4.00	-4.80
Total production cost	26.85

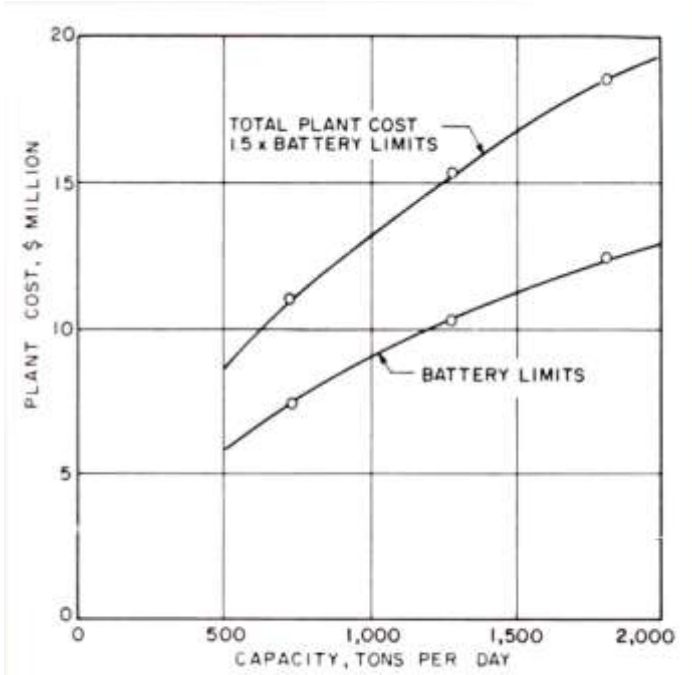


Figure 18. Capital Cost of Sulfur-Burning Sulfuric Acid Plants, Double Contact, U.S. or European Location.

الاختلاف كان ضمن بضع سنتيات لكل طن من القيمة المعطاة في الجدول (5) من الفصل XII وذلك بسبب عمليات الضبط التعديلية نفقة الانتاج التي أعيد حسابها وتقديرها لحالة الأساس موجودة في الجدول أعلاه .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

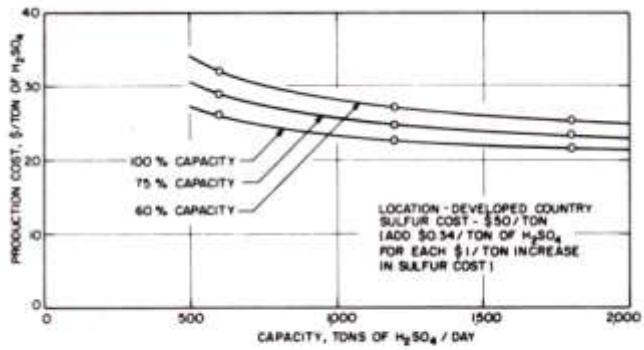


Figure 19. Estimated Production Cost of Sulfuric Acid as Affected by Plant Capacity and Capacity Utilization.

حمض الفوسفور :

متطلبات رأس المال المقدرة موضحة في الشكل (20) والذي يعتبر مطابقاً على الشكل (7) من الفصل XIII .

التقديرات خاصة بمعمل معالجة ثنائي هيدرات المقياسي . الوسائل المشمولة والمستثناة كذلك قد درست في الفصل XIII . تكاليف التشغيل التقديرية ، باستثناء نفقات المواد الخام قد أعطي في الفصل XIII بالنسبة لموقع في بلد نام ، والنفقات بالنسبة لاتحادات مختلفة ، ومتنوعة من حمض الفوسفات وحمض الكبريت قد تم حسابها . ولكن ، التقديرات قد استعملت إلى حد ما افتراضات مختلفة أكثر من الافتراضات المقياسية المستعملة في هذا الفصل . وهكذا فإن كلفة الانتاج قد أعيد حسابها من أجل منطقة في بلد متطور بالنتائج التالية من أجل حالة الأساس .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

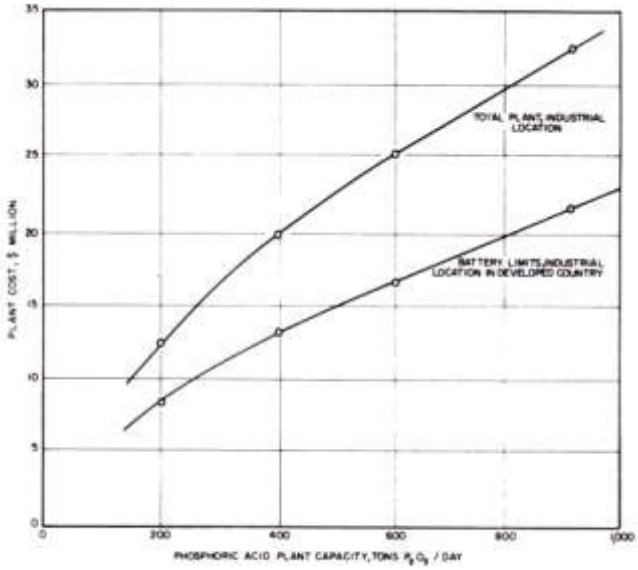


Figure 20. Estimated Cost of Wet-Process Phosphoric Acid Plants.

Estimated Production Cost
of Phosphoric Acid (Base Case)
Plant capacity--400 tpd P_2O_5
(120,000 tpy = 90.9% capacity utilization)
Plant cost--$20 million, developed country location

		$/ton of P_2O_5
Phosphate rock, 33% P_2O_5	3.22 tons x $20	64.40
Sulfuric acid, 100% H_2SO_4	2.78 x $30	83.40
Chemicals and supplies[a]		1.00
Water[b]	150 m^3 x 0.1	1.50
Electricity[c]	150 kWh x 0.027	4.05
Steam[c]	1.9 ton x $4.00	7.60
Labor-related costs	0.36 man-hour x $17.60	6.34
Capital-related costs	17.67%	29.45
Subtotal		197.74
Adm. & misc. expense, 5% of subtotal		9.89
Production cost		207.63
10% ROI		16.67
Gate sale price		224.30

a. Includes antifoam chemicals.
b. Includes process water, recirculated cooling water, and recirculated pond water for scrubbing systems.
c. Steam usually is obtained from an onsite sulfuric acid plant, and part of the electricity may be generated by surplus steam or replaced by steam-turbine power.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الشكل (21) يظهر كلفة التشغيل التقديرية من أجل انتاج حمض الفوسفور ، بدون تضمين للمواد الخام ، والتي تأثرت بقدرة المعمل والانتفاع بالقدرة .

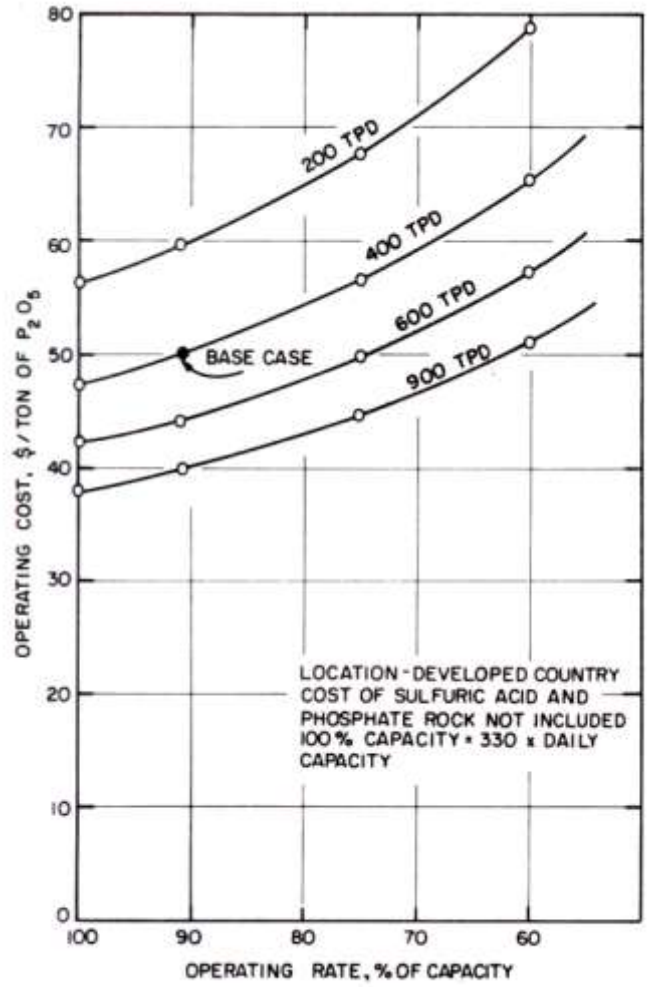


Figure 21. Operating Cost of Phosphoric Acid Plants as Affected by Capacity and Capacity Utilization.

التكاليف التشغيلية لا تشتمل على عائد على الاستثمار أو التكاليف المتفرقة المتنوعة والإدارية . وهذه التكاليف قد تم تقديرها وحسابها بالنسبة لموقع في بلد متطور . الشكل (22) يظهر ويوضح تأثير كلفة ونفقة صخر الفوسفات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ونفقات حمض الكبريت على تكاليف الانتاج لحمض الفوسفور من أجل معمل بطاقة 600 طن يومياً من سعة (قدرة) P_2O_5 مع مردود يصل إلى 180,000 طن يومياً .

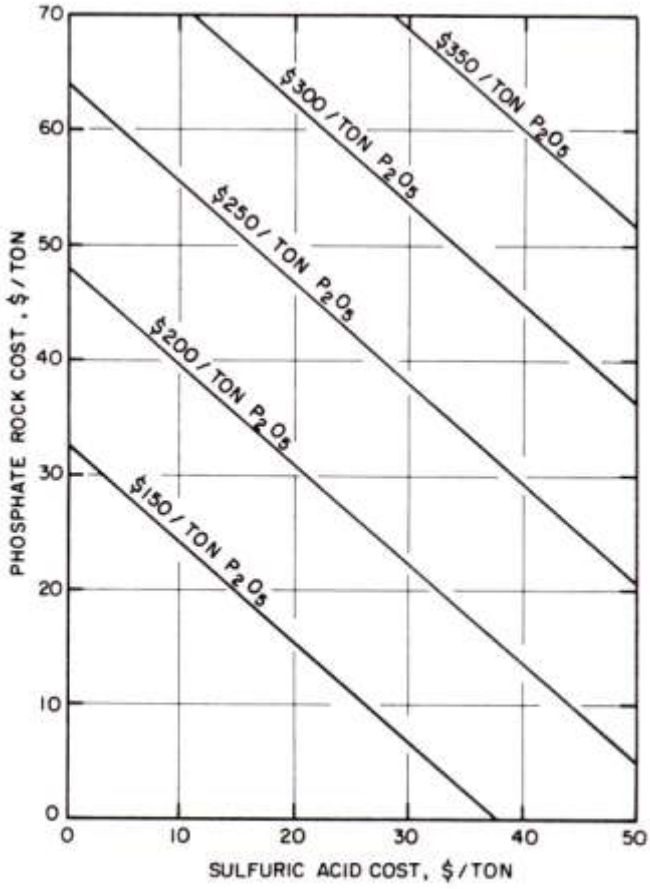


Figure 22. Production Cost of Phosphoric Acid for Various Combinations of Sulfuric Acid and Phosphate Rock Cost; Location—Developed Country; Rock Grade—33% P_2O_5; Plant Capacity—600 tpd; Operating Rate—180,000 tpy.

على سبيل المثال ، الكلفة الإنتاجية لـ 200 دولار/ طن من P_2O_5 سوف يتم الحصول عليها مع صخر الفوسفات وبكلفة 20 دولار/طن وحمض الكبريت بكلفة حوالي 32 دولار/طن أو بالصخر بكلفة 30 دولار/طن والحمض بكلفة 21 دولار/طن . ومن أجل المقارنة (بالنسبة للموازنة) سعر التسويق العالمي يكون

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حوالي 220 دولار/طن . ولكن ، التكاليف الإضافية سوف تكون مشتملة في انتاج الحمض من أجل الشحن .

	Cost, $ Million			
P_2O_5 in DAP, tpd	200	400	600	800
Sulfuric acid plant	9.6	14.2	18.5	22.7[a]
Phosphoric acid plant	12.6	20.0	25.4	29.7
DAP plant	7.1	10.9	13.6	17.4[b]
Product storage	1.1	2.3	3.4	4.5
Total DAP complex[c]	30.4	47.4	60.9	74.3
P_2O_5 in TSP, tpd	274	548	822	1,096
TSP plant	10.9	15.6	22.1[b]	25.0[b]
Product storage	1.6	3.1	4.7	6.1
Total TSP complex[d]	34.7	52.9	70.7	83.5

a. Two sulfuric acid units assumed.
b. Two granulation units assumed.
c. Does not include NH_3 terminal and NH_3 storage facilities.
d. Includes H_2SO_4 and H_3PO_4 production facilities listed above.

الشكل (3) يظهر تكاليف معمل Turnkey : MAP , DAP, TSP التقديرية (1,5 مرات من تكاليف حدود battery من انتاج TSP و DAP و MAP بواسطة عمليات الخبث الطفل (ملاط رقيق القوام) وكما درس في الفصل XIV ، العمليات ذات الكلفة المنخفضة متوفرة كمثل عملية المصهور لـ MAP و APP ، عملية المفاعل الأنبوبي لـ DAP ، وعملية التحبيب ذات exden لـ TSP . ولكن ، هذه العمليات نسبياً جديدة والقليل من التجربة والاختبار) ذات المقياس التجاري كذلك تكون متاحة . كذلك هذه العمليات قد تشكو من نقص لتعدد الاستعمالات ومن أجل دراسة تكاليف التشغيل ومستلزمات العملية لهذه العمليات ، انظر الفصل XIV .

الوحدات المركبة الفوسفاتية :

على النقيض من الوحدات المركبة للأمونيا–اليوريا ، فإن الوحدات المركبة الفوسفاتية نادراً ما تنتج منتج منفرد . في وحدة مركبة المنسقة التصدير ، فإن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مستحضرات متعددة قد تصنيع لتأمين أسواق متعددة ، حمض الفوسفور ، MAP غير المحبب ، MAP المحبب و DAP و TSP مثلاً أو اتحاد لهذه المنتجات .

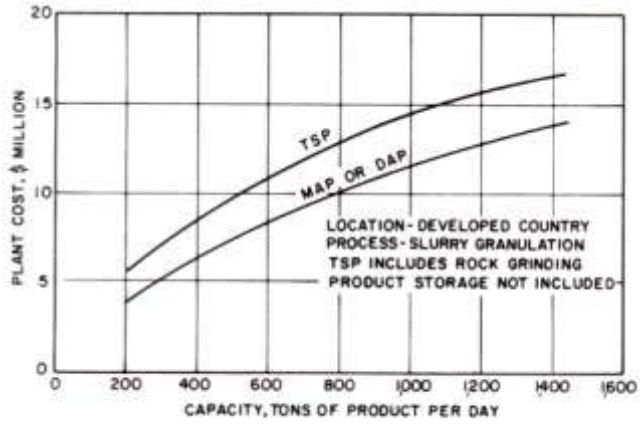


Figure 23. Estimated Cost of Plants for Producing TSP, MAP, or DAP.

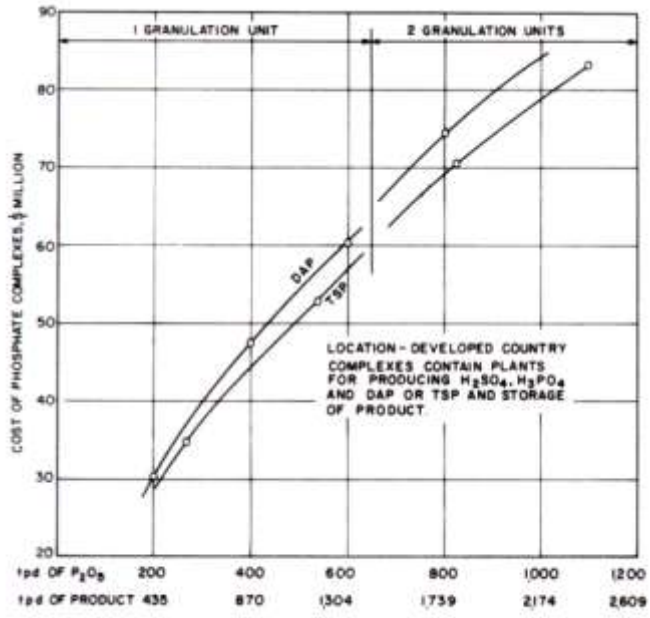


Figure 24. Estimated Cost of Phosphate Fertilizer Complexes.

وعندما تكون معدة للأسواق المحلية ، فإن المنتجات قد تكون أي من تلك المذكورة مسبقاً أو في أحيان كثيرة ، سلسلة من الأسمدة المركبة . في هذه

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل ، نوعين من الوحدات المركبة تؤخذ بعين الاعتبار . أي حمض الكبريت ، وحمض الفوسفور TSP و DAP, حمض الفوسفور ، حمض الكبريت . وبتغيرات ثانوية جداً ، الوحدة المركبة الآخيرة يمكن أن تنتج MAP المحبب . كلفة الاستثمار التقديرية للوحدات المركبة موضحة في الجداول التالية والشكل 24.

Phosphate Complex, Base Case
(400 tpd of P_2O_5 as H_3PO_4)

Capital cost, DAP--$47.4 million; TSP--$52.4 million
Production rate, DAP--870 tpd, 261,000 tpy
Production rate, TSP--1,191 tpd, 357,300 tpy

	$/ton of Product	
	DAP (18-46-0)	TSP (0-46-0)
Sulfur @ $50/ton	22.39	16.35
Phosphate rock @ $20/ton	30.51	30.27
Ammonia @ $120/ton	26.88	-
Total raw materials	(79.78)	(46.62)
Utilities, fuel, supplies, etc.	7.22	6.54
Labor-related costs	10.20	7.97
Capital-related costs	32.09	26.16
Subtotal	129.29	87.29
Adm. & gen. expense, 5%	6.46	4.36
Production cost	135.75	91.65
ROI, 10%	18.16	14.67
Gate sale price (bulk)	153.91	106.32

الكلفة الانتاجية التقديرية لـ DAP و TSP في الوحدة المركبة الفوسفاتية قد حسبت وقدرت على أساس البيانات والمعلومات في الفصول السابقة وفي الفصل الحالي ، باستعمال كلفة رأس المال المقدرة الموضحة في الشكل 24 . في هذا التقدير (الحساب) التكاليف المتفرقة والإدارية قد أضيفت للمنتج النهائي فقط (ليس للمنتجات المتوسطة) . كذلك ، البخار قد افترض أن يكون في توازن بالنسبة للوحدة المركبة بكاملها ، ولم يشتمل البخار على نفقة أو اعتماد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحالة الأساسية تتضمن انتاج 400 طن يومياً من P_2O_5 كحمض فوسفور ، مع انتاج 870 طن يومياً من DAP أو 1,191 طن يومياً من TSP

متطلبات ومستلزمات المادة الخام قد تم تعديلها للسماح لخسارة قدرها 3 % من P_2O_5 في عملية تحويل حمض الفوسفور إلى المنتج النهائي . التقديرات والحسابات لحالة الأساس ملخصة أعلاه في حالة الأساس أعلاه ، التكاليف المتعلقة برأس المال واليد العاملة تكون أعلى لكل طن من المنتج من أجل DAP وذلك لأن الحسابات والتقديرات تعتمد على نفس الكمية من دخل (القدرة المبذولة) كحمض فوسفور . إن دخل P_2O_5 الإضافي كصخر فوسفات في حالة TSP يؤدي إلى درجة سلم أكبر ومردود أكبر لـ P_2O_5 .

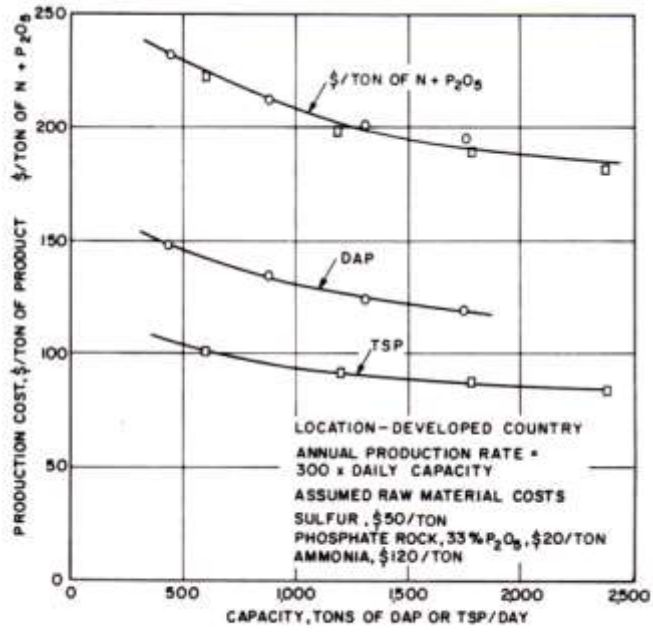


Figure 25. Estimated Production Cost of DAP or TSP Produced in a Phosphate Complex.

المقياس المتزايد للتشغيل يؤدي إلى تكاليف منخفضة لكل طن من المنتج من أجل لـ TSP النسبي لـ DAP . وكطريقة بديلة للموازنة ، فإنها سوف يكون على أساس نفس الانتاج للمنتج P_2O_5 . في هذه الحالة ، دخل أصغر وأقل من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حمض الفوسفور سوف يكون لازماً من أجل TSP أكثر منه من أجل DAP ، ونفقات وتكاليف الوحدة لحمض الفوسفور سوف تزداد . المقارنات والموازنات من هذا النوع معطاة في الفصول XIV و XVII . الكلفة الإضافية حسبت من أجل طاقات المعمل المتراوحة من 200 إلى 800 طن يومياً من P_2O_5 لـ DAP أو 274-1,096 طن يومياً من P_2O_5 كـ TSP . النتائج معطاة وموضحة في الشكل 25 السابق وفقاً لكلفة الانتاج لكل طن من المنتج ولكل طن من المواد المغذية ($N+P_2O_5$) وبالمصادفة (عن طريق التطابق الكلفة الانتاجية لكل طن من المواد المغذية تكون تقريباً نفسها بالنسبة لـTSP و DAP وهي تمثل بواسطة خط منفرد واحد ولكن هذه المطابقة (المصادفة) تعتمد على الكلفة المقترحة للمواد الخام وخاصة الكبريت والأمونيا تقريباً نفس الكمية من صخر الفوسفات تكون لازمة لكل منتج . إن كلفة المواد الخام تشتميل (تتضمن) حوالي نصف كلفة الانتاج لكل المنتجين في تقديرات حالة الأساس . ونسبة الزيادة في 50 % في النفقات المتعلقة برأس المال والتي يمكن أن تحدث في بعض البلاد النامية ، سوف تضيف حوالي 16 دولار/طن إلى الكلفة الانتاجية لـ DAP أو 13 دولار/ طن بالنسبة لـ TSP الكلفة الانتاجية لكل طن من المواد المغذية ($N+P_2O_5$) ليس أساساً مقنعاً ومرضياً من أجل موازنة ومقارنة الميزات النسبية (TSP , DAP) القاعدة المعيار من أجل موازنة ومقارنة هذه المنتجات ومنتجات أخرى قد درست في الفصول XIV و XVII .

إن تأثير الانتفاع بالطاقة على الكلفة الانتاجية وسعر مبيع البوابة لـ TSP في وحدة مركبة فوسفاتية الذي يتوضع في بلد متطور موضح في الشكل 26 . الحسابات والتقديرات كانت تعتمد على طاقة (قدرة) تصل إلى 1 .191 طن يومياً من TSP المطابق لطاقة لحمض الفوسفور التي تصل إلى 400 طن يومياً من P_2O_5 .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

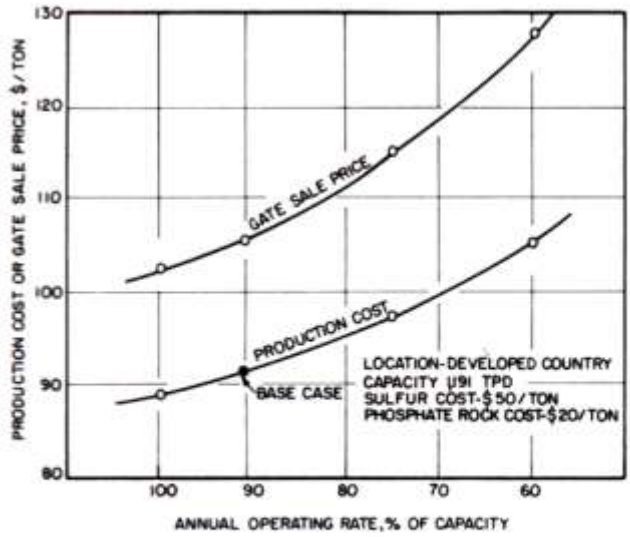


Figure 26. Effect of Capacity Utilization on Production Cost and Gate Sale Price of TSP (bulk, 46%, P_2O_5). Based on a Complex Containing Facilities for Production of Sulfuric Acid, Phosphoric Acid, and TSP (Slurry Granulation Process).

منتجات سماوية أخرى :

التدابير الاقتصادية من أجل انتاج مستحضرات سماوية أخرى قد درس في فصول أخرى ضمن تقييدات البيانات الموجودة ولن تعاد هنا ثانية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الفصل السادس والعشرون

26- مشاكل وصعوبات صناعة الأسمدة العالمية

اجتماع استشاري على مستوى عالمي حول صناعة الأسمدة كان قد عقد من قبل اليونيدو في كانون الثاني 1977 لمناقشة الطرق والوسائل لزيادة الانتاج من الأسمدة في البلاد النامية وللأخذ بعين الاعتبار المشاكل التي تواجه الصناعة . إن هدف وغرض هذا الفصل هو نقل بعض المشاكل التي تم تحديدها في هذا الاجتماع ولإعطاء بعض الاقتراحات من أجل معالجتهم .

الحاجة لأسمدة أخرى إضافية :

من Platitade الإقرار أن المردود المتزايد من الزراعة يتطلب بشكل أساسي إضافة من المواد المغذية النباتية إلى التربة . وهذا يشابه الإعلان بأن الكائنات البشرية تحتاج إلى الغذاء من أجل البقاء وتحسين وضعهم الصحي . التقديرات تظهر أن رتبة العظم الواسعة (العريضة) ورتبة العظم : هي تقريب إلى أقرب قوى العشرة" للزيادة في استعمال كل مواد تغذية السماد (NPK) والتي يمكن توقعها في الفترة مابين 1975-2000 والتي قد تم مقارنتها (التقديرات) مع تلك التي تم إنجازها في السنوات 25 الماضية هي كالتالي :

	Population (Billions)			Fertilizer Use, NPK Million Tons			Fertilizer Use, kg per Capita		
	1950	1975	2000	1950	1975	2000	1950	1975	2000
Developed countries	0.86	1.13	1.35	13	62	171	15	55	126
Developing countries	1.64	2.84	4.89	1	20	92	0.6	7	19
Total world[a]	2.50	3.97	6.24	14	82	263	-	-	-

a. See chapter II for further details of projections, including application rate, kg/ha.

هذا التقدير يقترح أن استهلاك الأسمدة في البلاد المتطورة في عام 2000 سوف يكون 2.8 ضعف (مرة) مستوى عام 1975 ، حيث كان مستوى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1975 هي 4.8 مرات من مستوى عام 1950 . في البلاد النامية الاستهلاك يقدر (يثمن) له أن يزداد إلى 4.6 مرات من عام 1975 إلى عام 2000 ولكن وبسبب الزيادة التقديرية (المقدرة) في عدد السكان ، فإن الاستهلاك للشخص الواحد من الأسمدة في البلاد النامية (بمافي ذلك الصين) يتوقع أن تكون فقط 2.7 مرة من مستوى عام 1975 في عام 2000 .

إن نسبة الاستعمال (التطبيق) بالكيلو غرامات لكل هكتار في عام 2000 يتوقع لها أن تكون 332 و 83 بالنسبة للبلاد النامية والمتطورة . التقديرات تعتمد على الطلب المخطط له وليس على المتطلبات والمستلزمات وذلك لتأمين مقياس أعلى من التغذية بالمواد المغذية والتي سوف يحتاجها التزايد السكاني . المتطلبات والمستلزمات التي تعتمد على النمو السكاني والحاجة للمواد المغذية قد تكون أعلى في عام 1975 البلاد النامية استهلكت حوالي % 30 من N و% 22 من P_2O_5 الذي تم تأمينه بواسطة صناعة الأسمدة العالمية ولكنهم ينتجون فقط ثلثي من هذا السماد بأنفسهم ويسهمون بنسبةحوالي % 18 من الانتاج العالمي من N ونسبة أقل من أسمدة P_2O_5 . ومع عام 2000 التقديرات تقترح أن البلاد النامية سوف تستهلك حوالي 92 مليون طن من المواد المغذية للأسمدة أو حوالي % 35 من الاستهلاك العالمي.

وقد أقترح أنه بالنسبة للبلاد النامية من الواجب أن تضع الهدف البعيد الأدنى لزيادة انتاج الأسمدة بشكل كافي وذلك لتأمين حاجاتهم في عام 2000 أو قبل ذلك إن كان ممكناً . التقدير لم يبين أن كل بلد نامي يجب أن يكون مكتفياً ذاتياً من حيث إنتاج الأسمدة وفقط البلاد النامية كمجموعة يجب لها أن تضع هدفاً من أجل الاكتفاء الذاتي . من الدراسة أعلاه سواء أكان التنبؤ ذو قيمة أكبر أو أدنى بالنسبة للطلب العالمي لـ NPK في عام 2000 فإن الحاجة المتزايدة لانتاج واستعمال أسمدة أكثر واضحة .

المشاكل والصعوبات الأساسية (القاعدة) :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المشاكل التي تواجه صناعة الأسمدة العالمية وخاصة في البلاد النامية كانت محور نقاش وبالتفصيل خلال اجتماعات اليونيدو الاستشارية الأولى والثانية والتي كانت حول صناعة الأسمدة وقد عُقدت في كانون الثاني 1977 وتشرين الأول من عام 1978 .

الإجماع الذي تم التوصل إليه فيمايلي نصه: إن الاجتماع الاستشاري أدرك أن البرنامج الأساسي لإنشاء معامل أسمدة في البلدان النامية والتي بدأت بالإنشاء ، سوف يتطلب إنشاء وبناء أساس (وقاعدة) مناسبة الاجتماع الاستشاري أخذ بعين الاعتبار العديد من عوامل تخطيط وتصميم الأساس :

1- قاعدة النقل (الطرق والسكك الحديدية ، وسائل النقل بالموانئ ، السفن)

2- أساس utilities (احتياطي القوة ، احتياطي الماء ، ونظام الصرف والتخلص من مياه المجارير) .

3- أساس المواد الخام (دخل المواد الخام الضرورية وخاصة خام التغذية) .

4- أساس التسويق ووسائل التخزين وشبكة التوزيع التي سوف تجعل من التسويق ممكناً من أجل أن يصل المنتج إلى أيدي المزارعين .

5- أساس خدمات التوسيع الزراعى وإتباع الممارسات الزراعية الحديثة.

6- الأساس البشري (المهارات entrepreneurial ، والخبرات الإدارية وخبرات الصيانة والتشغيل) .

7- الأساس السياسي (الإطار الهيكل الواسع لتصاميم والمخططات الحكومية ، القوانين ، والسياسات الاقتصادية والتسويق (الأسعار) .

الاجتماع الاستشاري وجد أنه إنشاء معامل سماد سوف يكون سهلاً جداً وذلك إن كان هناك اجتماع واتحاد للأسس التي تتضمن الأنواع والنماذج السابقة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

. في اختيار مواقع معامل السماد في البلاد النامية فإن سيكون من المرغوب فيه وضع معامل السماد في المناطق حيث تسهيلات الأساس موجودة

وعندما موقع محدد للمعامل ضمن الدول النامية المستقلة قد أخذ بعين الاعتبار فإن الأساس المحلي يجب أن يوضع بالحسبان ، وعلى الرغم من أن الاجتماع الاستشاري قد أكد على الحاجة لأساس مركب ، فإنه قد قدر وثمن أن خلق أساس لايمكن أن يرتبط بشكل منفرد بمعامل السماد الأساسي يجب أن يكون جزءاً من تخطيط داخلي شامل ومن التطوير وسوف يكون لازماً لدعم مجموعة متنوعة من الصناعات ضمن خطط محلية وإقليمية . أدرك الاجتماع أن غياب أساس مايجب ألا يسمح به لمنع وإيقاف القرارات التي تنص على إنشاء وبناء المعامل ، من جهة أخرى شعر الاجتماع أنه البدء ببناء المعامل سوف يساعد في التطوير الاقتصادي الشامل للمناطق الأقل تطوراً وسوف يثير فكرة خلق أساس ما .

الأخذ بعين الاعتبار النفقات والتكاليف المشمولة في عملية بناء وإنشاء أساس والحاجة لإنتاج الأسمدة بشكل رخيص وزهيد ، بحيث تصبح في متناول المزارع ، المجلس (الاجتماع) الاستشاري كان يعتبر أنه من غير الصحيح توقع مشاريع للأسمدة لتحتل النفقات والتكاليف الإجمالية (المكلفة) للأساس . كان هناك حاجة لتحديد ووضع الحدود بوضوح لهذه المواد (الأجزاء) من الأساس والتي يجب أن تكون ضمن مسؤولية الهيئة العامة والدولة (الولاية) وكذلك وجود أن تمول من المالية ديوان مالية الدولة العامة وكذلك تمويل أجزاء ومواد الأساس التي كانت مترافقة بمشاريع الأسمدة .

كذلك توصل الاجتماع إلى أن الشروط والظروف والممارسات في العديد من الدول النامية لن تكون مماثلة وبأن وضع (تحديد) الحدود لمناطق الدولة (الولاية) ومنطقة المشاريع ذات المسؤولية (التبعية) يجب أن تعدل وتسوى (وفقاً) للشروط والظروف المحلية وقد تم الشعور والإدراك أن الهيئة العامة يجب

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أن تفترض وتأخذ على عاتقها المسؤولية للأسس الفيزيائية الأساسية (الجوهرية) النقل وأسس utilities وصولاً إلى حدود الموقع ، المشاريع والخطط يجب أن تأخذ على عاتقها المسؤولية وتبعية من أجل أساس التسويق وأساس البيئة (المحيط) بمافي ذلك التخلص من النفايات . هناك مسؤولية مشتركة خاصة ببناء وتكوين الأساس البشري بحيث أن الدولة سوف تؤمن الوسائل الأساسية من أجل التدريب والحسين (التطوير) والمشاريع سوف تفترض وتأخذ على عاتقها المسؤولية لتأمين المهارات والخبرات الاختصاصية اللازمة لمعامل السماد . الاجتماع الاستشاري أدرك أن وضع وتحديد الحدود يجب أن يرتب وينسق من أجل تقليل وتخفيض قدر الإمكان نفقات وتكاليف رأس المال في خطط ومشاريع الأسمدة وبالتالي نفقات وتكاليف الإنتاج الكلية (الإجمالية) الاجتماع الاستشاري أكد على الحاجة لأساس محدد وواضح واقترح أن البلاد النامية يجب أن تضع وتقر القوانين والتنظيمات وسياسات التخطيط والتدبير الاقتصادي التي سوف تسهل نمو صناعة الأسمدة . الاجتماع الاستشاري أكد كذلك على أن تطوير وتحسين المهارات البشرية كان أمراً هاماً جداً . وقد اقتراح أنه على المدراء والعاملين أن يسهموا ويشاركوا في كل مراحل وخطوات المشروع والخطة بدءاً بالفكرة ، والتخطيط ، والانجاز . الاجتماع الاستشاري كذلك اقترح أن المقاييس والمعايير يجب أن تكون مشمولة (متضمنة) من أجل ضمان صحة وأمان العاملين ومن أجل حماية البيئة (المحيط) وبأن اجتماعات ومؤتمرات منظمة العمل الدولية "ILO" يجب أن تراقب ويشرف عليها في حينها . من أهم التوضيات كان أن الجهود يجب أن تبذل لتخفيض وتقليل نفقات وتكاليف الأساس وذلك عن طريق تقسيمهم وتخصيصهم بين مشاريع وخطط السماد والهيئات الحكومية والعامة . الميزات وتخفيض الكلفة بواسطة البناء والإنشاء قد عنيت وبشكل مركزي واقع معامل السماد الضخمة من أجل تأمين وحدات تابعة ومن أجل إضافة قدرات وطاقات جديدة للمشاريع الموجودة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التأخر والتوافي في بناء وإنشاء مشاريع السماد والوصول بهم إلى مرحلة الانتاج :

خلال السنوات الأخيرة القليلة ، الكثير من الدراسة والبحث والتطوير قد كرَّس من أجل إيجاد طرق لتقليل وتخفيض الأعطاء والتأخر في الإنشاء والوصول بهم إلى مرحلة الانتاج في مشاريع سمادية جديدة وبطاقة كاملة . والتجربة قد أظهرت أن التأخر الزمني من التاريه الذي فيه الأموال تُستحصل إلى التاريخ الذي يبدأ فيه الانتاج في مشروع يشتمل على معمل أمونيا بطاقة 1,000 طن يومياً ومعمل يوريا بطاقة 1,6500 ، هو سنتان يبلغ عامان في البلاد المتطورة ، بينما يكون مدة التأخر والتخلف الزمني حوالي 4 سنوات في البلاد النامية . التأخر الزمني بين دراسات إمكانية التنفيذ ، تحاليل ونتائج العروض (العطاء في المناقصة ، تحضير وإعداد لتسليم المشروع الواجب الصرف . تقدير (وتخمين) الفوائد الاجتماعية والاقتصادية لرؤوس الأموال التي يستحصل عليها هو من 1-3 سنوات ، وهكذا فإن معدلاً يصل إلى 5-7 سنوات ينقضي بين دراسة إمكانية التنفيذ والبدء الأول بالإنتاج التجريبي . إن الاختيار في البلاد النامية للعديد من المشاريع التي تعتمد على الغاز الطبيعي أو النفتا هي أن خلال السنة الأولى من التشغيل ، الانتاج يكون فقط حوالي % 60 من الطاقة المصممة أو طاقة "name-Plate" و % 70 في السنة الثانية وهكذا .

المعامل التي تعتمد على الفحم قد يكون لها بيان وسجل أفقر . من النادر جداً أن نرى مشروعاً في البلاد النامية الذي يصل إلى نسبة % 100 من الطاقة المخططة (المصممة) في السنة الأولى من الانتاج بينما في البلاد المتطورة المشاريع أحياناً ولكن ليس دوماً تحصل على طاقة % 100 في السنة الأولى من التشغيل محاولات عدة ومقاييس كثيرة قد اقترحت لتخفيض وتقليل التخلف والتأخر الزمني في البلاد النامية وبالتالي لتجنب الخسارات ليس بسبب حجر رأس المال

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فقط ولكن كذلك بسبب خسارات الانتاج التي قد تؤدي إلى خسارة في المردود من المنتجات الواجب تصديرها ، أو في البلاد ذات الطلب الكثير ، أو تصريفها من أجل استيراد الأسمدة . أسباب التأخير والتأجيل الأخرى في البلاد النامية هي التخلف والتأخر في تزويد المعدات المحلية ، ترفر اليد العاملة المدربة ، وتأمين الطاقة الكهربائية ، الماء والمواد الخام . مشكلة النقل ومشاكل الأساس الأخرى هي هامة في معامل grass-roots أو المواقع النائية لذلك فمن المنطقي طرح السؤال في البلاد التي فيها توجد مشاريع سمادية قليلة سابقاً فيما إذا كان التأخير الزمني في الإنشاء والبناء يمكن تقليله وتخفيضه بشكل ملحوظ ، وذلك إن سُمح للوحدات الموجودة على الأساس واليد العاملة المدربة أن تتوسع أو سمح لها أن تبني وحدات موازية إضافية . على أية حال ، معامل grass-roots ، قدر لها أن تكلف حوالي 40 % أكثر من المعامل الأخرى ، وذلك إن بُنيت طاقات وقدرات موازية أو توسيعية في مواقع المعامل الموجودة . ولكن ، التوفير في زمن البناء والإنشاء والكلفة بواسطة التوسع في المعامل الموجودة يجب أن يتوازن في مقابل الكلفة المتزايدة لنقل المنتج عبر منطقة تسويق أكبر وأوسع .

الانتاج الكامل للطاقات والقدرات الموجودة :

إن من أهم المشاكل الهامة التي تواجه مشاريع الأسمدة في البلاد النامية هي الانتفاع الأدنى من الطاقات الموجودة وقد قدر أنه إن تم الانتفاع الكامل للمشاريع الموجودة من طاقاتهم وقدراتهم ، فإن البلاد النامية لمجموعة سوف تكون مكتفية ذاتياً في مجال الأسمدة النتروجينية أو ما يقاربها .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هناك أسباب متعددة عن لماذا معمل أمونيا ومعمل يوريا مرافق واللذين يستعملان التقنية الحديثة غير قادرين على الحصول أو الحفاظ على نسبة 100 % من الطاقة المصممة (name-plate) هناك أسباب داخلية وخارجية

الأسباب الداخلية هي :

1- المشاكل الناتجة عن الأخطاء في تصميم المعمل وعدم ملاءمة المعدات :

واحد من أهم التدابير الاحتياطية الواجب اتخاذها عند إنشاء معمل سماد، هو وجوب التصميم على أساس التحليل الحذر والجيد للبيانات والمعلومات الأساسية . إن المعمل المصمم بشكل خاطئ أو المصور بشكل مغلوط سوف يعاني من مشاكل التشغيل . الحاجة لتحضير وإعداد دراسات عن إمكانية التنفيذ وتقارير المشروع من أجل ضمان أن معامل السماد ذات الفعالية والحيوية قد تم بناءها وتركيبها أمر تم التأكيد والتركيز عليه . الدراسات والتقارير يجب اتباعها عن طريق اختيار متعهدين وملتزمين ذوي سمعة وشهرة ، تبني تقنيات مثبتة والكتابة الحذر لوثائق العروض والعطاء ، والعقود الملائمة .

2- المشاكل الناجمة عن صيانة خاطى :

الاجتماع الاستشاري لاحظ أن واحداً من المفاتيح التي تؤدي إلى الانتفاع الكامل للطاقة والفعالية التشغيلية المرتفعة كان نظاماً منتظماً للصيانة الوقائية المدعم بواسطة اليد العاملة المدربة والتدفق النظامي للأقسام الاحتياطية. الاجتماع اعتبر أن (كان مع وجهة النظر التي تؤكد على أن المتعهدين والمهندسين الاستشاريين يجب أن يساعدوا المشترين في ضرورة اتباع مناهج في الصيانة ويجب أن يؤمنوا قوائم بالأجزاء الاحتياطية الضرورية التي يجب أن تُحمل أو تخزن في المستودع وبسبب الصعوبات في الحصول على أجزاء الاحتياطية ، البلاد النامية يجب ، وبمساعدة المتعهدين أن تضمن وتكفل أن الورشات والمشاغل المجهزة قادرة على تصنيع قطع الغيار محلياً وعندما يكون

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ذلك ممكناً . البلاد النامية يجب أيضاً أن تختصر من الاجراءات والتدابير الخاصة باستيراد قطع الغيار اللازمة وبسرعة .

3- المشاكل الناجمة عن التشغيل المدرب بشكل غير ملائم وموظفو الصيانة :

أدرك الاجتماع الاستشاري أن تطور وتحسين القوة العاملة المدربة الخبيرة كان هاماً وضرورياَ وذلك إن تم تشغيل معامل السماد بشكل فعال وكفؤ . القوة العاملة سوف تشتمل على طاقم إدارة ، عاملي المعمل وطاقم الصيانة وسوف يكون ضروري جداً تدريب الموظفين بشكل جيد . هناك أيضاً حاجة ملحة من أجل عملية تدريب مستمرة .

4- الاحتياطي غير الملائم والأسعار العالية للمواد الخام وقطع الغيار .

الأسباب الخارجية :

1- تقييدات السوق :

الاجتماع لاحظ أن الطاقة يمكن الانتفاع بها ، وذلك إن لم تتخذ ترتيبات ملائمة للتسويق الدولي ، الاقليمي ، المحلي للمنتج . المشكلة ذات أهمية خاصة في البلاد النامية والتي أسست وأعدت الطاقة من أجل التصدير بشكل رئيسي .

2- الأساس غير الملائم :

من أهم العوامل التي تؤثر بالإنتفاع العالي من الطاقة في العديد من البلاد هي مشاكل النقل والتخزين ، الاحتياطي غير الكافي والمتغير للقوة الكهربائية ، وبشكل أكثر أهمية احتياطي الماء ذو النوعية الجيدة وقد تبين أن النوعية الضعيفة من ماء مزال منه المواد المعدنية المستعمل من أجل تغذية المراجل والتبريد ذو الدارة المغلقة يقلل ويخفض من كفايات وفعالية المحركات والمبادلات الحرارية . وهي خطوة في الاتجاه الصحيح حيث أن العديد من البلاد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

النامية تؤمن وتزود وحدات القوة مع مشاريع الأسمدة وذلك لضمان وكفالة احتياكي معوَّل عليه من الطاقة الكهربائية .

3- الأسعار الدورية وغير العادلة للأسعار :

في البلاد النامية ذات الطلب الكبير الداخلي ، مالم تعطي أسعار الحبوب عائداً معقولاً على المزارعين باستعمال الأسمدة ومالم تصل الأسمدة إلى عدد كبير من المزارعين الذي الآن يستعملونها نادراً أو أنهم يستعملونها بشكل غير وافي بالغرض وبشكل غير فعال ، فالطلب لن يكبر ويزداد .

اجراءات التعاقد (العقود) :

حلقة البحث التقنية الأخيرة عن طرق التعاقد وخطط التأمين الخاصة بصناعات المعالجة الكيماوية والأسمدة ، والتي عقدة في لاهور ، الباكستان ، كانون الأول من عام 1977 و(انظر) الوثيقة رقم ID/WG. 259/26 ، حلقة البحث هذه قد أكدت على اجراءات وخطوات التعاقد والعقود المعدة من أجل ضمان وكفالة بناء وإنشاء ناجح وتشغيل أفضل لمعامل السماد . العديد من البلاد والتي تخطط لإنشاء وبناء معامل السماد لاتعرف بالكامل كيفية حماية هذه الفوائد والأرباع وعلى الرغم من أن الضمانات والكفالات ، العقوبات والمنح والمسؤوليات القانونية لتوقف عطل الآلات خلال السنة الأولى من التشغيل والإجراءات المطلقة معروفة جداً للبلدان التي لها تجربة صغيرة طويلة ، فمن الضروري تحديد العيوب إن وجدت ، وتصحيحهم في مرحلة مبكرة . والسؤال الهام الذي تأخذه اليونيدو بعين الاعتبار ومنظمات الأمم المتحدة الأخرى UN هو كيف يمكن تعويض وتسوية الكلفة الكبيرة لمشروع الأسمدة مثلاً 200 مليون دولار ، بسبب الخسارات المتلاحقة التي سببها يكون الكفالات التي فيها المشتري والبائع ، البلاد المشتملة والمعاهد المموِّلة تشترك وتساهم في تكوينها . شركات الضمان التجاري

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

سوف تتردد في الدخول إلى هذا الميدان وتقديم قسط التأمين مالم يتم تحديد الأسباب الدقيقة والمسؤولية للخسارات .

قسط التأمين سوف يكون بدون شك مرتفعاً وتثبيت المسؤولية والسبب للخسارات المتلاحقة أمر صعب ويتطلب وقتاً طويلاً . اقتراح آخر قدمته اليونيدو ، وهو فلق رأسمال (مخصصات مالية) تشرف عليها وكالة دولية والتي إليها كل مشاريع الأسمدة التي بنيت في العالم سوف تدفع القسط التأمين. المخصصات المالية سوف تعوض أي مشروع والذي يعاني من خسارات متلاحقة لسبب أخطاء أي فريق . وهو الاقتراح ليس بالأمر السهل ، ولكنه يستحق الأخذ بعين الاعتبار بشكل جيد . وقد لوحظ أنه بينما العديد من البلاد المتطورة تغطي تكاليف الاستثمار والديون التي قامت بها أو المتعهدين من أجل البلاد النامية ، فإن المشترين في البلاد النامية ليس لهم أي ضمانات بحيث أن المبالغ الضخمة التي يستثمرونها سوف تقدم وتنتج بضائع وأرباحاً كما هو متوقع .

في هذا السياق ، اقتراح أن الصيانة من الخسارات المتلاحقة هي كذلك مسؤولية ويجب أن تكون هدفاً للبلاد المزودة والمراكز التمويلية والتي سوف تضمن وتكفل الاستعمال الانتاجي لأموالهم وخدماتهم .

ارتفاع رأس المال وتكاليف المواد الخام :

لمدة خمس إلى عشر سنوات مضت ، معمل أمونيا بطاقة 1,000 طن يومياً ومعمل يوريا بطاقة 1,700 طن يومياً يمكن تركيبه في بلد نام بكلفة 90- 100 مليون دولار . التكاليف الحالية قد تتراوح من 180 مليون دولار إلى 330 مليون دولار وذلك بالاعتماد على بعد ونأي الموقع وحد تطوير الأساس نفقات المواد الخام قد ازدادت كذلك بحدة ، وخاصة تلك الخاصة بمواد خام تغذية الأمونيا المستوردة .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بالنسبة لهذه البلاد النامية والتي قد بنت وأسست مشاريع أسمدة ضخمة ، الطريقة الوحيدة لتقليل تكاليف الاستثمار الإجمالية في سعة الإنتاج من السماد الجديدة هي بناء طاقات (سعات انتاجية) موازية أو مقترنة بالوسائل الموجودة . الوحدات الموجودة قد دربت القوة العاملة ، الأساس ، التسويق وخبرة التخزين توفر المواد الخام وفوق كل ذلك الإدارة الخبيرة والمدربة . ولكن نفقة وكلفة نقل وتسويق المنتجات يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار . الانتاج الموسع في المواقع الموجودة سوف يشتمل على نفقات وتكاليف تسويق أكبر وأعلى من تشتت وتناثر مواقع الانتاج في مناطق التسويق . وهكذا الاختيار يحتمل أن يعتمد على نظام وجهاز التوزيع والنقل (انظر الفصل XXIV) .

التمويل :

قد تبين أن مشروع السماد الحيوي ذو التصور الجيد ، سواء أكان موجهاً للتصدير أو موجهاً للسوق الداخلية ، لن يكون لديه أية مشكلة في الحصول (الوصول) إلى تمويل دولي أو المتعدد الأطراف ، الثنائي وهذا قد أوضح عملياً عن طريق تقارير التمويل التي قدمتها البنك الدولي ، بنك التنمية الآسيوي وبنوك أخرى . إن تلخيصاً للمشاريع المموّلة من قبل البنك العالمي ومنظمة هيئة التنمية الصناعية (IDA) في السنوات 1974 ، 1975 ، و 1976 تظهر أن القروض والديون من أجل معامل السماد وتبلغ 807 مليون دولار والتي كانت حوالي % 45 من كامل القروض من قبل هذه الهيئات من أجل كل المشاريع الصناعية ، ولذلك ، من الجدير بالذكر أنه بالنسبة (للبلاد التي تستحق الاعتماد أو الائتمان فإن تمويل مشاريع سماد حيوية كبيرة لايعتبر إلزاماً وتقييداً ، ولكن هذا ليس صحيحاً في حالة مايسمى (البلاد) أو البلاد المغلقة (ليس لها حدود بحرية) أو البلاد التي تكون جزراً والتي ليس لها مواد خام رخيصة أو طلب داخلي كبير . العديد من هذه البلاد ترغب ببناء معامل أمونيا ذات طاقات تتراوح

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من 100 طن يومياً إلى 300 طن يومياً باستعمال زيت الوقود ، الفحم ، القوة الكهربائية أو أي مواد أولية أخرى متاحة وقد وجدوا أنه من الصعب وضع الشؤون المالية عند نسب معقولة وكذلك الشركات الهندسية والبنائية الراغبة بتعهد وبناء مثل هذه المشاريع . هذه الشركات التي ترغب بالمساعدة والعون تطلب نسب مرتفعة من الأرباح والفوائد والنفقات لمثل هذه البلاد تكون مرتفعة بشكل يخل بالتناسب وهذه هي البلاد التي تحتاج إلى مساعدة وإعانة دولية واقليمية ومابين الأقاليم .

الطبيعى الحلقية الدورية لأسعار السماد العالمية :

كلنا كنا متنبهين لهذه الظاهرة . العديد من الخبراء يتوقعون أننا سوف نجتاز مثل هذه الحلقة الدورة تماماً الآن . وبعد التجارب والاختبارات للأعوام 1974 و 1975 ، عندما سعر اليوريا B. O. F قد ارتفع إلى حد 300 دولار/طن ومكانه الاحتياطي في العالم قد تدهور وفسد ، فإن كلاً من البلاد النامية والمتطورة ترغب بذلك السعر وكذلك الطلب والعرض سوف يبقى عند مستويات منصفة وعادلة . وبالنسبة للتحسينات المستمرة في الطلب الفعال واستعمال السماد في البلاد النامية فإنه من الضروري أن يكون هناك نسبة ومعدل مربح وملائم بين سعر الحبوب (البقول والسماد . وليس هناك طريقة لزيادة أسعار وغلة الطعام في العديد من البلاد النامية وذلك لأن القوة الشرائية للأغلبية العظمى من السكان هي راكدة وخامدة وكذلك أسعار السماد يجب أن تحفظ (تبقى) عند مستوى معقول بالإضافة إلى أن المردود يجب أن يحسن ويطور وعدد كبي رمن المزارعين يجب أن يحرضوا ليستعملوا الأسمدة والدخول الأخرى ، ليس فقط بواسطة الاعتماد ، البراهين وتوفر الأسعار المعقولة ولكن أيضاً بواسطة السعر المعقول للمنتجات والمستحضرات الزراعية . وكما هو معروف تماماً ، مؤتمر الأمم المتحدة حول التجارة والتنمية (Unctad) و

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

FAO يدرسون ويناقشون الأسهم المالية ليس فقط من أجل المستحضرات الزراعية بل كذلك من أجل المردود والدخل الزراعي كمثل الأسمدة . معادلة وتسوية السعر أو تثبيت واستقرار المخصصات المالية للسلع والبضائع هي كذلك نتيجة لمفاوضات الشمال والجنوب في باريس مؤخراً . كل من اليونيدو والفاو قد اقترحوا مناهج وخطط اختيار الصفقات ذات الأمد الطويل لضمان وكفالة احتياطي ملائم ومناسب من الأسمدة للبلاد النامية وخاصة تلك التي تأثر بشكل جدي بنقص الأسمدة . إن خطة اليونيدو الاختيارية الخاصة بالأسمدة سوف تعمل على النمو التالي: كل بلد متطور أو الشركات أو المنظمات في مثل هذه البلاد مثل اليابان ، الولايات المتحدة وأوربا تتعهد نسبة محددة من انتاجهم لحظة الاختيار . هذه الكميات سوف تمثل الزيادة والفائض على الطلب المحل . البلاد النامية سوف ترجع وتطلب هذه الكميات المتعهدة بالأسعار المتفاوض حولها على أساس ذو معدل طويل ولكن بفهم مشترك من أجل التصاعد . في خطة كهذه ، البلاد المتطورة قد تكون قادرة على تشغيل معاملهم إلى مايزيد عن 110 % من طاقتهم التركيبية حيث تلبي طلبهم الداخلي الذي قد يكون مساوياً لـ 80 % من الطاقة . وهكذا فإنهم سوف يكونوا قادرين على تخفيض وتقليل نفقات وتكاليف المستحضرات، والبلاد النامية سوف يكون لها مصدراً معقولاً بأسعار معقولة وذلك كي تلجأ وترتكز عليه . وحتى في المستقبل المنظور العديد من البلاد النامية لاتبدو في مرحلة تتجنب فيها الاستيراد .

التقنية وتمويل Know-How :

هذا يؤدي بنا منطقياً إلى مسائل التقنية والتمويل التقنيات يجب أن تكون ملائمة ومناسبة والمستلم إليه يجب أن يكون قادراً على استعمال وتطوير التقنية الموضوع والأمر يشد اهتماماً كبيراً في برنامج التقنية والعلوم لـ UNCTAD و

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

UNIDO و UN . ومنظمة IFDC ومنظمات أخرى . إن تقنية انتاج الأسمدة أمر حيوي وفعال للعديد من البلاد النامية وشروط ومبادئ مثل هذا النقل والتمويل يكون أن تكون عاجلة وعادلة .

اليونيدو تبدأ ببنك للمعلومات والبيانات التقنية وسوف تستفيد من تجربة FAO و IDDC والبنك الدولي (العالمي) . الجانب الهام من هذا الموضوع هو التأثير والذي البلاد النامية والتي تملك تقنيات متقدمة يمكن أن تؤثره على البلاد النامية الأخرى والتي لا تعتبر متقدمة . النقل التكنولوجي بين البلاد النامية والتعاون الاقتصادي بين البلاد النامية هو في الوقت الحال ، برامج أساسي وجوهري لوكالات UN . والحالة الواجب التركيز عليها هو انتاج واستعمال المواد التحفيزية . البلاد مثل الهند ومكسيكو يمكن أن تساعد بلدان نامية أخرى . Know how في صنع معدات معمل السماد ونقل الخبرة في تقييم واستعمال تقنيات مختلفة تكون متاحة في الهند– الباكستان ، إيران ، مكسيكو والبرازيل .

التعاون الاقليمي والمناطق الفرعية :

إن الأمثلة عن مثل هذا التعاون واضحة في جماعة UNDEAN ومجموعة ASEAN . . الخ . والمثلة الجديرة بالملاحظة هي جهود ومحاولات الهند لبناء أو المساهمة في بناء مشاريع سمادية في منطقة الخليج Gulf في سيدلانكا ، بنغلاديش والاقتراح بالتعاون بين الفيلبين واندونيسيا حيث الفيليبين سوف تؤكد على الفوسفات واندونيسيا على النتروجين .

الاجتماع الاستشاري عن صناعة الأسمدة الذي عقدته اليونيدو أكد وأقر مايلي:

التعاون الاقليمي (مابين المناطق) :

المجلس الاستشاري أكد وأدرك أن تركيب معامل السماد وإنشاء وتأسيس شبكة توزيع وتسويق سوف يكون أيسر وأسهل في البلاد النامية والتي لها أسواق سمادية كبيرة . في البلاد حيث هناك أسواق صغيرة ، سوف يكون من المفضل

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التخطيط للتعاون مابين المناطق والانحاد للموارد والخبرات . إن الغرض من أجل التعاون الخارجي بين كل البلاد النامية يجب ملاحقتها ومتابعتها المجلس الاستشاري أخذ بعين الاعتبار الجهود والمحاولات التي تمت وتم القيام بها ، بما في ذلك ترتيبات التعاون الاقليمي لمجموعة Addeau ، والمنظمة الأمريكية الاتينية لتطوير وتنمية صناعة الأسمدة ADIFAL والنظام الاقتصادي لأمريكا اللاتينية ، SELA ومنظمة تنمية نهر السنغال (OMUS) ووحدة نهر المانو ، الاتحاد العربي لطرق واجراءات الأسمدة الكيماوية ، مركز التنمية الصناعي للبلاد العربية (IDCAS) ومجموعة بلاد (ASEAN) والمنظمة التي انتفعت من قبل اللجنة الاجتماعية والاقتصادية لآسيا والباسفيك (ESCAP) . الاجتماع الاستشاري وضح دعمه لهذه الجهود . وأوصى بوجوب تكثيفها وتعزيزها وبأن :

1- الأفضلية الكبرى يجب أن تعطى في برامج هذه المجموعات الاقليمية إلى "a" تحضير وإعداد لدراسات امكانية التنفيذ "b" البدء بمعامل السماد و (c) إنشاء شبكة تسويق وتوزيع ضمن كل منطقة .

2- اليونيدو يجب أن توسع المساعدة التقنية والمهنية لهذه المناطق التي تبذل جهوداً للتعاون ويجب أن تؤمن خدمات استشارية استجابة للطلبات ويجب أن تتبع الاقتراحات التي قدمها المجلس الاستشاري .

3- اليونيدو يجب أن تأخذ بعين الاعتبار ضرورة تقديم ومساعدة لإنشاء مراكز تنمية وتطوير اقليمية خاصة بصناعة الأسمدة .

4- المساعدة المالية والتقنية الدولية الثنائية الجوانب (الأطراف) مابين بلدين ومصادر أخرى يجب كذلك أن تكون متاحة ومتوفرة لمثل هذه الجهود للمجموعة الاقليمية .

وختاماً ، من أجل زيادة المردود من الزراعة لتغذية التعداد السكاني العالمي فإن أكثر العوامل المؤثرة بالزراعة هي الأسمدة التي يجب أن تنتج وتسلم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حتى إلى أفقر المزارعين وبأقل الأسعار الممكنة . هؤلاء المزارعين سوف يحتاجون لمساعدة لاستعمال السماد بشكل كافي وفعال وبالتالي زيادة المردود الزراعي . هذا سوف يحسن من التدابير الاقتصادية القروية وسوف يرفع بتفاؤل شروط المعيشة للجميع .

التحسينات والتطويرات المستقبلية التي قد تخفض كلفة معامل السماد أو تقلل من كمية الأسمدة اللازمة:

كمية هائلة من الأبحاث ودراسات التحسينية مازالت في تقدم في الكثير من البلدان ، والتي تؤدي إلى تخفيض وتقليل لنفقات إنشاء معمل سماد ، تخفيض الزمن اللازم لإنشاء وبناء المعامل ، تقليل نفقة المستحضرات السمادية أو تخفيض من كمية الأسمدة اللازمة ، وبينما بعض من هذه الدراسات ليست معنية بشكل مباشر بانتاج الأسمدة ، فإن لها تأثيراً علها .

طرق جديدة من أجل تمييع وتعويز الفحم (تحويله إلى غاز) :

هناك العديد من العمليات الجديدة والتي مازالت في مراحل مختلفة من البحث والتطوير والتي تهدف إلى انتاج وقود غاز أو سائل من الفحم بشكل أكثر فعالية وكفاية أو بشكل اقتصادي أكثر من العمليات الحالية . وقد يبدو ومن المحتمل أن بعض من هذه العمليات سوف يؤدي لاحقاً إلى كلفة منخفضة لخام تغذية الأمونيا أو عمليات أكثر كفاءة وفعالية لاستعمال الفحم كخام تغذية .

مركبات وقود أمفوري أخرى :

إن الاستفادة والانتفاع من الزيت الحجري ورمال القطران يتلقى اهتماماً كبيراً . دراسات أخرى موجهة نحو طرق الاستخلاص الميتان الذي حُجز في الرمال الكتيمة والسدودة) تشكيلات وتكوينات الطفلية الصفحي ، أو الطبقات المعدنية الفحمية أو ينحل في ماء الملح في مستودع ماء أرضي .

الطاقة النووية :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

خطط متعددة قد اقترحت من أجل الانتفاع من الطاقة النووية من أجل انتاج الأسمدة الوسائل المطورة من أجل انتاج الطاقة النووية قد تجعل من هذه الخطط مشوقة وجذابة .

الطاقة من التيارات المحيط :

الطرق من أجل الاستفادة من اختلافات درجة الحرارة في تيارات المحيط لتوليد الكهرباء قد اقترحت أيضاً . واستعمال واحد من الكهرباء سوف يكون لانتاج هيدروجين الكيتروليتي من أجل انتاج الأمونيا .

استعمال أفضل للفضلات والمهملات العضوية: الاستعمال الكافي والفعال للمهملات العضوية يمكن أن يقلل كمية الأسمدة الكيماوية اللازمة والمطلوبة ، وربما التوقع الواعدة هي توليد الميتان من أجل خام تغذية الأمونيا بواسطة اختمار اللاهوائي للمهملات العضوية ، بينما يتم الانتفاع من الباقي كمصدر تكميلي للمواد المغذية للأسمدة . كذلك الانحلال الحراري للفضلات العضوية قد درس لانتاج وتقديم غاز الوقود ملائم لخام تغذية الأمونيا .

الاستقرار الحيوي للنتروجين :

الكثير من احتياطي النتروجين العالمي يأتي من الاستقرار الكيمائي الحيوي للنتروجين في التربة أو على سطوح المياه . العديد من الدراسات مازالت في تقدم واستمرار من أجل استعمال أفضل لهذه العمليات البيولوجية . إن مدخلاً آخر يتضمن أصناف وتنوعات التوليدية للمعامل التي تعتبر قادرة على التثبيت للنتروجين الهوائي خلال عمليات المعالجة التكافلية .

الاستقرار بالحفز والانزيمي للنتروجين :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

دراسات عديدة في تقدم من أجل تطوير الطرق لتثبيت وترسيخ النتروجين بواسطة عمليات المعالجة بالحفز أو الانزيمية عند درجة الحرارة المحيطة والضغط . بعض من النتائج المشجعة قد تم تسجيلها ، ولكن حتى أكثر التنبؤات المبشرة والواعدة تتوقع أن 20-10 سنة سوف تكون لازمة لتطوير عملية اقتصادية .

الاستعمال الأكثر فعالية لأسمدة النتروجين :

من المحتمل أن أكثر من نصف الأسمدة النتروجينية المستعملة على المحاصيل تُفقد وتضيع خلال آليات تركيبات متنوعة ومختلفة ، الانتفاع الأكثر فعالية للنتروجين المستعمل يكون ممكناً من خلال تقنيات محسنة ومطورة من التوقيت والتوضع أو باستعمال أسمدة نتروجين ذات تحرر مضبوط الاستعمال الأكثر فعالية وكفاءة للنتروجين سوف يقلل من الكمية اللازمة أو أنه يزيد المردود . الموازنة الأفضل للمواد المغذية سوف يسهم في تحقيق استعمال فعال وكافي للنتروجين وكذلك المواد المغذية الأخرى .

التصنيع المسبق لمعامل السماد أو الوحدة النموذجية :

هناك طرق متعددة من أجل التصنيع المسبق لمعامل السماد أو الوحدات النموذجية تم اقتراحها ، والبعض منها قد استعمل من أجل بناء وإنشاء معظم المعامل في مناطق التسهيلات الصناعية حيث يمكن القيام بها بشكل أسرع أفضل وأرخص أكثر منها في المواقع النائية . المعمل بعد ذلك ينقل إلى الموقع وتركب وبينما معظم المناطق المذكورة سابقاً للبحث والتنمية هي إمكانيات ذات أمد طويل ، فإن المنطقة العامة للتصنيع المسبق لوسائل الانتاج بحد استعمالاً مكثفاً حالياً في العديد من الميادين والمجالات واستعماله على معامل السماد يبدو ممكناً في المستقبل القريب . ولذلك ، يبدو من الملائم فحص والتأكد من إمكانية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التصنيع المسبق لمعامل السماد وبتفصيل أكبر وخصوصاً بالنسبة لتلك المعامل التي تنقل بالمراكب أو أنها توضع على شواطئ المحيطة .

الوحدات النموذجية والمعامل ذات Skid - Mounted :

المركبة على حامل نقال الطريقة الواضحة والمحددة لتقليل وتخفيض البناء والإنشاء في الموقع وزمن التركيب هو بناء معمل على شكل وحدات مسبقة الصناع أو وحدات نموذجية في معامل المصنع في بلد متطور ومن ثم نقلهم إلى الموقع عبر البحار ، ولكن هذا ليس سهلاً كما يبدو للوهلة الأولى . معامل المعالجة عادة ماتكون معقدة ومركبة من حيث معدات الأنابيب ومعدات الترقيد كمثل المضخات والآلات التي تدور على محور . والمحاولات لشحن مثل هذه التجميعات والتراكيب الثانوية من هذا النوع (خاصة حمولة سفينة على أوعية (صهاريج) عبر البحر (المحيطات أي حمولة سطح السفينة على مراكب عابرة للمحيط مقياسية ونقلهم براً أحياناً يؤدي إلى خسائر وبالتالي خسارة ومضيعة للوقت والكلفة الاضافية . بالإضافة إلى أن ، النقل والتمويل من السفينة إلى النقل البري أحياناً يُعاق بوجود نقص لمعدات مناسبة وملائمة .

ولذلك فإن تبني والأخذ بالتصنيع المسبق تحت هذه الشروط يكون محدوداً (مقتصراً على الحمولات المرتفعة والعالية نسبياً للمعدات المتينة والقوية . ولكن وباستعمال سفن منشأة بشكل خاص ، أو مراكب وعربات نقل برية والتي تستطيع أن تجهز تؤمن إنزلاق ضخمة وكبيرة ذات roll-off و roll on فإن المتعهدين قد خططوا لنقل النماذج المصنعة مسبقاً والتي تزيد في الوزن عن 1,000 طن . والنماذج الوحدات النموذجية قد تكون مبينة ومنشأة على بعد 2,000كم أو أكثر وتجر بمراكب 120×120 م إلى أن توفير وإدخاراً قدره % 10 من كامل كلفة المشروع قد قورن مع معمل قابل للمقارنة مبني على الموقع على الرغم من النفقات الخاصة بمراكب خاصة أو معدات أخرى ، كمثل ساحبات مزنجرة البرية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكبيرة ذات الأطراف الأربعة والتي تستطيع أن تسحب (تجر) وحدات نموذجية بوزن 750 طن على بعد عدة كيلو مترات إلى داخل البر وترتفع إلى % 6 من الدرجات . إن أمثلة عن وحدات المعمل الأساسية المعالجة والمعدلة بهذه الطريقة تتضمن وتشتمل على معامل القوة ، أفران إعادة التشكيل ، أبراج التبريد والمراجل ومناطق سكنية . لعل أكبر الأمثلة عن modulazation هو وحدة مركبة كبيرة لمعالجة الغاز والزيت بكلفة 1.6 بليون دولار والتي بنيت في Prudhoe Bay في آلاسكا . وقد تبين أن حوالي % 75 من هذا المشروع سوف تقدم وتدخل كوحدات نموذجية ، البعض منها يصعد تسعة طوابق وتأتي من مسافة 160,000 كم . ومن الجدير بالذكر إن مبدأ الشحن للوحدات النموذج للعملية المصنعة مسبقاً ليست جديدة . المتعهدين كانوا يقومون بتزويد معامل أمونيا صغيرة بطاقة انتاجية إلى 100-50 طن يومياً ومن زمن 20 سنة مضت .

انظر الفصل (VI) . معامل اليوريا المعبأة ذات السعة النظيرة كذلك متوفرة ومتاحة . مثل هذه التركيبات التي تتألف من حوالي 17 من تجميعات المركبة على حامل نقّال والتي تزن حوالي 40-20 طن لكل منها والمرتبطة تتطلب وتستلزم تحضير وإعداد أقل ومعدات مكانية أقل .

بعض من ميزات هذه التركيبات والموضوعة من قبل المتعهدين هي :

1- أن هذه التركيبات تخدم متطلبات وحاجات المناطق الزراعية النائية التي لها سبيل للموارد الاحتياطية الصغيرة أو المحددة من خام التغذية (الغاز الطبيعي أو النفتا) .

2- وهي تخدم المواقع حيث الأساس من أجل التشييد للمعمل بما في ذلك المعدات اللازمة والمطلوبة ، ليس متاحة ويجب أن تستورد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

3- في حالة أن خام التغذية أستهلك لمعامل يمكن وبسهولة أن تنقل إلى موقع آخر قريب من مكان احتياطي المواد الخام المتاحة .

4- مثل هذه المعامل تجعل من السهل الحصول على عطاء مبلغ إجمالي مزاد تنافسي دولي .

5- مثل هذه المعامل تجعل من السهل الحصول على تمويل وتأمينات وكذلك عمولة من أجل تصنيع المعمل .

بالإضافة إلى وحدات النتروجين ذات Skid-mounted لليوريا والأمونيا ، المتعهدون قاموا بإنشاء عدد من معامل التحبيب ذات Skid-Mounted في جنوب افريقيا من أجل تصنيع أسمدة NPK .

إن سعة وطاقة هذه المعامل تتراوح من حوالي 5 إلى 20 طن يومياً وهي تخدم زراعي اقليمي أو سوق صغير مفصول عن المناطق المنتجة الزراعية أو الأسواق .

الأرصفة البحرية Plate forms :

لسنوات عديدة الأبراج المصنوعة مسبقاً قد بنيت على أرصفة بحرية مركبة في مياه الشاطئ الضحلة ، قد استعملت من أجل أغراض اكتشاف وانتاج في صناعات الكبريت والغاز والزيت . وبتقدم التقنية العديد من العمليات مثل عملية فصل السائل الحقن ، وتوليد القوة أو البخار لمواجهة حاجات البرج قد أضيفت لتؤدي إلى وحدات معالجة/ ضبط ذات احتواء تلقائي ضخمة . الطرق المتعددة لتوضع وترسيخ مثل هذه الأرصفة قد تطور . في المياه (الضحلة) من الممكن أحياناً ارتقاء وصعود الأرصفة على ركيزة أو أنها تترك لتطفو ضمن تقييدات المركب بشكل مناسب إلى الشاطئ عن طريق المرساة . الإكتشاف والانتاج انتقل إلى مياه أعمق (مثل بحر الشمال) وبالتالي تقنيات جديدة قد تطورت ونمت . وهذه التقنيات تتضمن أبراج النصف مغمورة وكذلك سفن ذات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

رافعة ، المراكب والأرصفة القارية التي ترسخ وتثبت نفسها في قاع البحر بواسطة قوائم أو آلة حفر مستدقة قابلة للتغيير والتعديل . الأنواع الأخرى تتضمن أبنية وتراكيب ضخمة والتي تسحب بشكل أفقي إلى منطقة الانتاج ومن ثم تقلب وتغوص . مثل هذه الأبراج يمكن أن تشتغل الآن في مياه على عمق مياه الأقدام وقد تتضمن وتشتمل على مؤونة التخزين للمواد الخام ، معالجة الوصل ، فصل الغاز والزيت ، توليد الطاقة وسكن للعديد من المشتغلين . منظمات عديدة اقترحت استعمال مثل هذه الأرصفة في اتحاد وارتباط مع الأمونيا ، اليوريا ، الميتان أو LPG والانتاج من آبار والغاز الشاطيئة حيث الكلفة لخط الأنابيب الطويل إلى الشاطئ+ إنشاء حوض السفن والمرفأ من أجل معالجة الشحنات المستوردة سوف تكون مانعة تحول دون القيام بها . المنتجات والمستحضرات سوف تشحن مباشرة إلى سفن ذات حجم متوسط أو صغير مربوطة على طول الرصيف أو إلى داخل أوعية وصهاريج حفظ– عناية ضخمة والتي سوف تخزن المنتج ، بانتظار وصول عربات الدوكما الكبيرة والضخمة . الدراسة المتعددة الآخيرة بينت أن آبار الشاطئ مع نسبة التدفق تصل إلى 3.0 مليون م3 ،يومياً أو أقل يحتمل أن تكون ترشح من أجل عملية ذات الرافعة . ويبدو أنه ، من أجل توفر امكانيات توفير 6.0 مليون م3/يومياً أو أكثر ، فإن ضخ الغاز بالأنابيب على اليابسة هو بديل اقتصادي ، على الرغم من أن هذا سوف يعتمد على المسافة نحو الشاطى، إن ميزات معامل معالجة (عملية) التثبيت على أرصفة ذات