جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع التعليم الصناعى

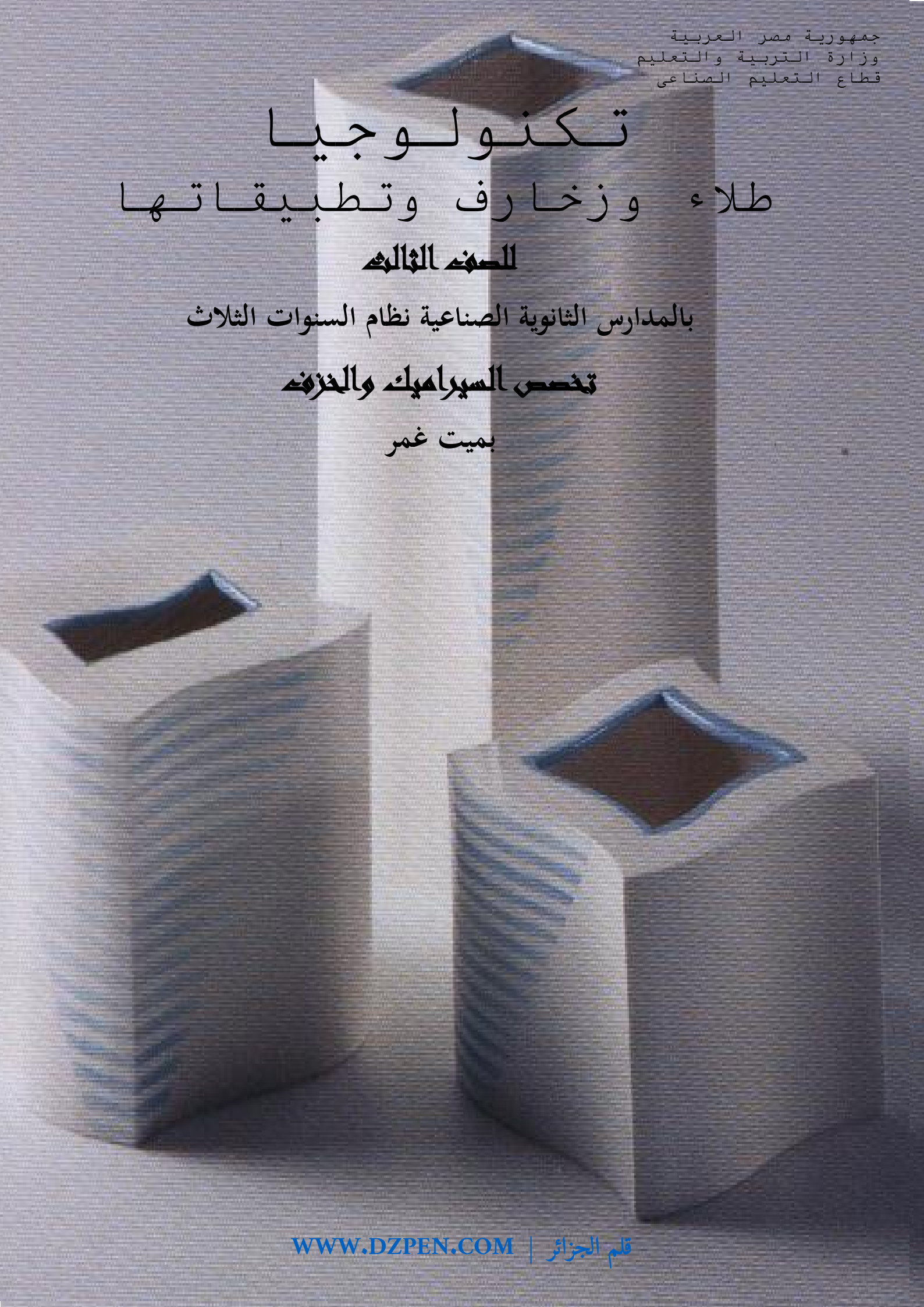
تكنولوجيا
طلاء وزخارف وتطبيقاتها

للصف الثالث

بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

تخصص السيراميك والخزف

بميت غمر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع التعليم الفنى

تكنولوجيا
طلاء وزخارف وتطبيقاتها

للصف الثالث

بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

تخصص السيراميك والخزف

بميت غمر

تأليف

مصمم/ فاطمة نبوي حامد هاشم
موجه عام الصناعات الزخرفية العلمى
بالإدارة العامة للتعليم الصناعي

استاذ/ ممدوح محمد محمود سليمان
موجه السيراميك والخزف العملي
بميت غمر

المراجع

أ . د / زينب محمد سالم على
أستاذ بقسم الخزف بكلية الفنون التطبيقية
جامعة حلوان

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مقدمة

تضم صناعة الخزف أنواعاً مختلفة من السلع والمنتجات المصنوعة من الطفلة فهي بذلك تنتج الطوب والآجر والأنابيب الفخارية وأنواع الطوب الحراري المقاوم للحرارة المستعمل في بناء الأفران وصناعة المواسير والأواني الفخارية والأواني الخزفية وتندرج جميع هذه السلع تحت مسمى صناعات الخزف غير الراقي المعالج فى درجات حرارة منخفضة والرخيص بمعنى أن هناك منتجات الخزف الراقي والبورسلين وأواني الصيني.

يقوم أساس كل هذه الصناعات على قدرة نوعية الطينات على تكوين خلطات لأجسام تحتوى على نسب متفاوتة من اللدونة عند خلطها بالماء ثم إنها عندما تحرق تتحول هذه الكتلة الطينية إلى كتلة مسامية أكثر صلابة لا يمكن أن تعود سيرتها قبل الحريق .

ومن أجل زيادة القوة الميكانيكية لهذه المنتجات الخزفية، تضاف إلى الجسم الطينى مواد كثيرة متنوعة لعل أهمها نوعان هما الكوارتز والفلسبار المتوفران بكثرة في صحاري مصر وجبالها.

تشكل المنتجات الخزفية من الطينات الرطبة إما بطريقة يدوية أو نصف آلية على دولاب الخزاف أو بطريقة آلية (بالآلات) ثم تجفف في الهواء أو في مجففات خاصة، وتحرق في أفران الخزف وأثناء عملية التجفيف تتخلص الطينة من الماء المضاف إليها لعجنها وعندما يجف الجسم الطينى وينكمش حجمها قليلاً ويتحول تركيبها إلى سيليكات الألمنيوم بعد الحريق وهى العملية التى أثناءها يفقد الجسم الماء الداخل فى تركيبه .

وكما سبق القول تصنع أدوات الفخار والخزف الرخيص في مصانع الطوب والفخورات بمصر القديمة وقنا وأسوان وغيرها، وخاصة صناعتها من أنواع الطينات المحلية الرخيصة المتوفرة التي تحرق عند درجات حرارة منخفضة نسبياً .

وهي تكون جسم بعد الحريق مسامي قادر على امتصاص كميات كبيرة من الماء وعندما يكون المطلوب هو طلاء تلك الأواني الفخارية يجب أن تكسو سطحها بطبقة ملساء زجاجية أما إذا تم طلاءهاعندئذ تسد مسامها جزئيا وتصبح غير منفذة للماء

أما تحف الخزف الراقية، ومثالها الماجوليكا الإيطالي القديم من أنواع خزف عصر النهضة الأوروبية المزخرف والمطلي بالطبقة الزجاجية طينتها أنقى أنواع الطينة القليلة الشوائب و تحرق عند درجات حرارة ١٠٠٠مْ ، أما طبقات تزجيجها فتأتي من خلطات مادة عتامها يحتوي على مواد متنوعة مختلفة منها الفلسبار وحمض البوريك، وسيليكا + مادة مصهرة + مادة رابطة وملونات.. الخ، تخلط مع عجينة الطينة في فرن الخزف.

والآن نأتي إلى منتجات البورسلين، التي تصنع من أنقى أنواع الكاولين المنقي من الكوارتز والفلسبار، ثم تحرق منتجات البورسلين عند درجة حرارة منخفضة هذه هي الحرقة الأولى لمنتجات البورسلين التي تعرف عندئذ باسم البسكويت وتكون في هذه الحالة مسامية ينتج عنها جسم مسامى قابل لطلائه ويجب أن يكون مساميا حتى يستقبل الطلاء الزجاجى ثم تكون الحرقة الثانية التى تصل درجة حرارتها إلى حوالى ١٢٥٠ درجة مئوية .

أما تسوية الطلاءات الزجاجية الخاصة بالفخار أى بعد الحريق الأول فتجرى عملية منفصلة عن عملية تسوية الجسم الخزفى ، وتكون درجة الحرارة لانصهار هذا النوع من الطلاء أقل من درجة تسوية الجسم .

وتسوى الطلاءات الزجاجية الرصاصية على الفخار فى درجات حرارة تتراوح بين ٨٠٠ – ٨٦٠ ْم وتتم التزجيجات الرصاصية المضاف إليها بعض القلويات أو المواد البوراكسية فى درجات حرارة حوالى ٩٠٠ – ٩٦٠ ْم على ألا ترتفع درجة الحرارة فى تسوية الطلاء الزجاجى الرصاصى عن درجة ١٠٣٠ – ١٠٥٠ ْم لعدم تطاير المواد الرصاصية .

ومع أن القطع المشكلة من الطين تبدو تامة الجفاف قبل وضعها بالفرن لحرقها الحرق الأول إلا أنها تكون محتوية على بعض الرطوبة والتى يجب أن تزال ، ولإتمام

التجفيف يضبط الفرن المحمل بالقطع على درجة حرارة منخفضة من مدة حوالى نصف ساعة إلى ساعة مع مواربة الباب للسماح بخروج الرطوبة والغازات وغالباً ما يترك الفرن المملوء بالقطع على درجة حرارة منخفضة طوال ليلة كاملة ومع زيادة درجة الحرارة تخرج المياه المحتواه بالطين وتحترق العناصر العضوية وتصل الطينة إلى درجة الجفاف بالتخلص من الماء الموجود بها وتحدث التغيرات فى تشكيل بللورى وفى النهاية تتصلب الطينة أو تتزجج مع اختلاف تركيب الطينات ، ومع ذلك فإن أى تسخين أزيد من درجة نضج الطينة يؤدى إلى هبوطها وتصبح الطينة مصهورة .

ومن المعروف أن الطلاءات لها تطورات معينة تتدرج فيها أثناء الحرق إلى أن تصل إلى درجة الأنصهار الكامل على سطح الآنية .

فقد يبدأ الطلاء بالجفاف حيث يتبخر ما به من مياه ويبدأ فى التماسك إلى أن يكون قشره ملتصقة تماماً بسطح الفخار وبمواصلة تغذية الفرن بالقوة تبدأ المواد المركب منها الطلاء بالانصهار والتفاعل مع غيرها والتئامها مع بعضها البعض .

المؤلفان

وزارة التربية والتعليم

قطاع التعليم الفني

الإدارة العامة للتعليم الصناعي

المنهج الدراسي للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
شعبة : الصناعات الزخرفية

الصف: الثالث **التخصص: السيراميك والخزف بميت غمر**

المادة : تكنولوجيا طلاء وزخارف وتطبيقاتها **عدد الحصص: حصتان نظري + ست حصص تدريبات عملية أسبوعيا**

الأهداف العامة

- التعرف على أنواع الأفران المختلفة فى مجال السيراميك والخزف ومجالات استخدامها .
- إكساب الطلاب الخبرات المهارية فى استخدام أجهزة القياس داخل افران صناعة السيراميك والخزف ذات المقاومة العالية .
- المام الطلاب بخواص الطينات والمنتجات الحرارية ونظام تسويتها وأساليب تشغيلها لتؤدى وظائفها .
- تعرف الطلاب على العوامل المؤثرة فى انصهار خلطات التزجيج وتطبيق وتسوية الطلاءات الزجاجية على الأجسام والمسطحات الخزفية .
- دراسة معايير جودة التصاق الطلاء الزجاجى بالجسم الخزفى .
- التدريب العملى للطلاب على تطبيق الزخارف على الأجسام الخزفية والتأثيرات اللونية الجديدة والمتطورة .
- تنمية قدرة الطلاب على التعرف بعيوب الطلاء الزجاجى المتنوعة وطرق علاجها وتلافيها .
- ربط الدراسة النظرية بالدراسة العملية .
- ادراك الطالب لأهمية إتباع قواعد الأمن الصناعى والسلامة المهنية عند تطبيق هذه الطلاءات فوق الاجسام الخزفية .

أولا: المنهج الدراسي النظري

الباب الأول:

- **أولا : أنواع الأفران المستخدمة فى صناعة السيراميك والخزف :**

١ – أفران السحب العلوي .
٢ – أفران السحب السفلى .
٣ – أفران الغرف المستمر (هوفمان) .
٤ – الأفران النفقية .
٥ – الأفران المكوكية .
٦ – الأفران الكهربية ذو السلك (الحريق المتقطع) .
٧ – الأفران الرأسية .
٨ – أنواع عمليات الحريق (التسوية) .

- **ثانيا : أجهزة القياس المستخدمة داخل الأفران : (أجهزة الضغط)**

١– أجهزة قياس الضغط .

٢ – اجهزة قياس درجة الحرارة .

الباب الثانى :

الطينات والمنتجات الحرارية:

١ــ خواص المنتجات الخزفية الحرارية وأساليب تشغيلها .

٢ــ الشروط الواجب توافرها فى الأجسام الحرارية .

تابع :المنهج الدراسي للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
شعبة : الصناعات الزخرفية
الصف: الثالث التخصص: السيراميك والخزف بميت غمر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٣ــ طرق الإعداد والتحضير والتجهيز للمكونات والإضافات المساعدة للمعاملات الحرارية

٤ــ نظام تسوية المنتجات الحرارية اللازمة وأساليب تشغيلها لتؤدى وظائفها .

البـاب الـثـالـث :

• العوامل المؤثرة فى انصهار خلطات التزجيج وجودة الطلاء :

١- عمليات الطحن والخلط لمكونات وملونات الطلاء الزجاجى .

٢- الطلاءات الزجاجية ذات (درجات الحرارة المنخفضة – درجات الحرارة العالية) .

٣- نظم تطبيق الطلاءات الزجاجية (الطلاء بالفرشاة – الرش بالمسدس) .

٤- عمليات التسوية للطلاءات الزجاجية داخل الأفران .

٥- تفاعلات وانصهار مكونات الطلاءات الزجاجية داخل الأفران .

٦- جودة التصاق الطلاء الزجاجى بالجسم الخزفى عند التغطية وانعدام ظاهرة الشقق .

البـاب الـرابـع :

• أساليب تطبيق الزخارف والخلطات والأصباغ على الأجسام الخزفية :

اولا : ١- الزخرفة بالملونات الزجاجية بأسلوب الطباعة المسامية (الشبكات الحريرية) .

٢- الزخارف بالملونات الزجاجية (الماجيوليكا) .

٣- الزخارف فوق الطلاء الزجاجى السابق نضجه بالطرق المختلفة .

ثانيا : ١- الخلطات والأصباغ : الاكاسيد المعدنية الملونة / الصبغات .

٢- عمليات الاختزال والأكسدة .

البـاب الـخـامس:

• عيوب الطلاء الزجاجى (عيوب التزجيج) وطرق تلافيها :

١ – التشقق .
٢ – الفقاقيع الدقيقة .
٣ – الانفصال .
٤ – البثور وثقوب الدبابيس .
٥ – التجمع (الكرمشة) .
٦ – التنقير والبقع .
٧ – الاتربة والمواد الدهنية .
٨ – السطوح غير المستوية (تموج السطح) .
٩ – السطح المحبب .
١٠ – الزبد أو الرغوة أو الريم .

مراجعة عامة...



الـبـاب الأول

- **أولا : أنواع الأفران المستخدمة فى صناعة السيراميك والخزف :**

١ – أفران السحب العلوي . ٢ – أفران السحب السفلى .

٣ – أفران الغرف المستمر (هوفمان) . ٤ – الأفران النفقية .

٥ – الأفران المكوكية . ٦ – الأفران الكهربية ذو السلك (الحريق المتقطع) .

٧ – الأفران الرأسية . ٨ – أنواع عمليات الحريق (التسوية) .

- **ثانيا : أجهزة القياس المستخدمة داخل الأفران : (أجهزة الضغط)**

١– أجهزة قياس الضغط (معامل الكسر) .

٢ – اجهزة قياس درجة الحرارة .

الباب الأول

أولا : أنواع الأفران المستخدمة فى صناعة السيراميك (الخزف)

<u>نبذة تاريخية</u> :

كانت الأفران فى أقدم العصور ذات حريق مباشر (مفتوح) كما تم الحريق باستخدام وقود بدائي ، كالخشب وروث الحيوانات بينما ترص الأواني في داخل الفرن ، وكانت درجة الحرارة لا تتجاوز بقليل حرارة اللون الاحمر ، وغالباً كان توزيع الحرارة غير متجانس تماماً ، هذا بصرف النظر عن بعض القطع الخزفية المحروقة حرقاً ممتازاً .

والخطوة التالية كانت بناء فرن ذى حائط ، وأرضية من الطوب (القرميد) الحرارى غير الثابتة ، وتكسى من أعلى بالطين الذى يشكل ما يشبه العقد ، وهى التى امتد استخدامها بواسطة الإغريق والرومان .

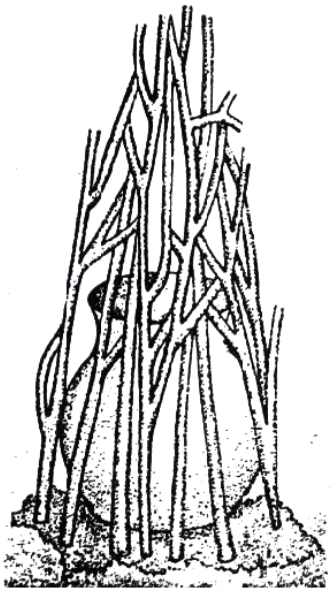
والخطوة الأخيرة كانت بناء فرن ذى حجرة كاملة باستخدام السقف المعقود للغرف ، ثم استخدم هذا السقف المعقود وأمكان الوصول بدرجات الحرارة إلى درجة حرارة عالية مع تجانس أفضل فى توزيعها والتى أدت بالتالى إلى اكتشاف البورسلين والفخار الزلطى .

ويعتبر التصميم الخاص للفرن ذى الحجرة المبنى على منحدر التلال فى الصين من أكثر العلامات تميزاً فى تاريخ الأفران والتى تعتبر من أقدم الأفران .

وعلى الرغم من عدم كفاءة الوقود المستخدم إلا أن الصينين استطاعوا وما زالوا قادرين على الوصول إلى ألى درجات الحرارة وتوزيعها توزيعاً ذا كفاءة .

ومن المعتقد أيضاً أن أفران حافة الجبل كانت تستخدم فى فرنسا فى فترة ما ، وعقب الحرب العالمية الأولى اتجهت كل مصانع الخزف إلى استخدام الأفران النفقية بدلاً من الأفران المتقطعة (المرحلية) Tunnel Kilns.

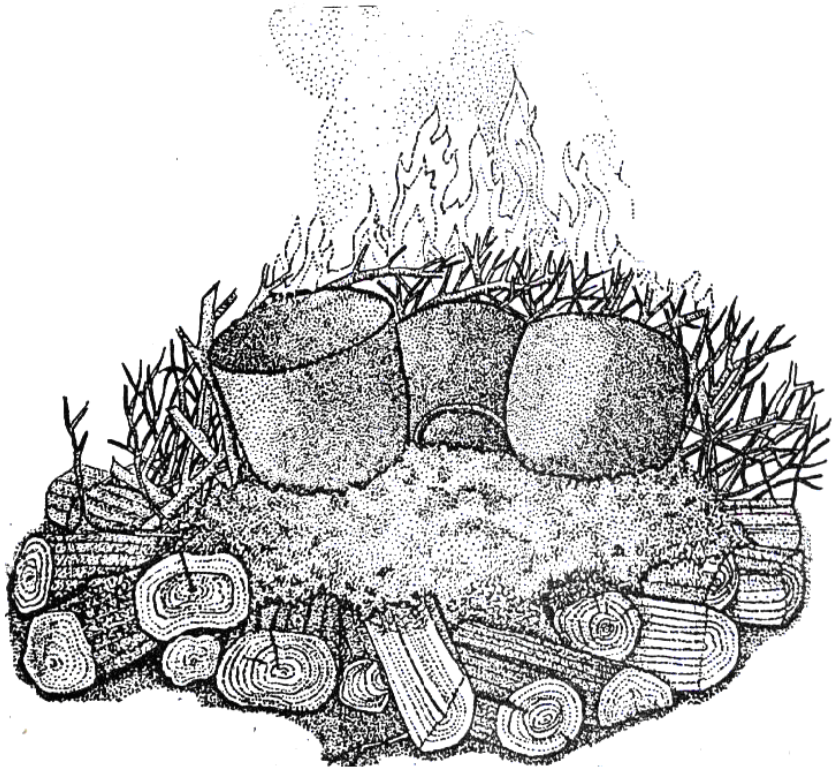
وحالياً بدئ فى استخدام الأفران المصعد إلى أعلى وأفران الدفعات (Shuttle Kilns) بكفاءة عالية لحريق أنواع معينة من المنتجات الخزفية .



أناء كبير وضع حوله أعواد من
الخشب ثم يتم إشعال النار بها



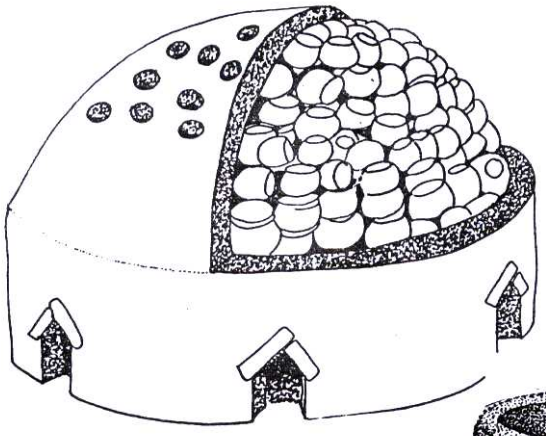
الحريق باستخدام الأخشاب فى القمائن
المفتوحة للهواء



حريق الأوانى باستخدام الأخشاب فى القمائن المفتوحة للهواء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

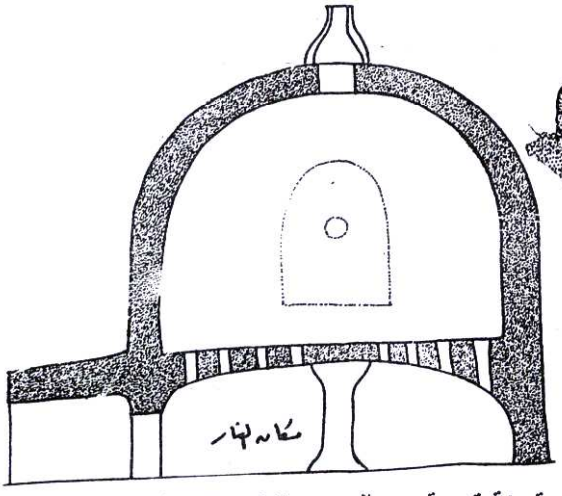
أفران حريق بدائية



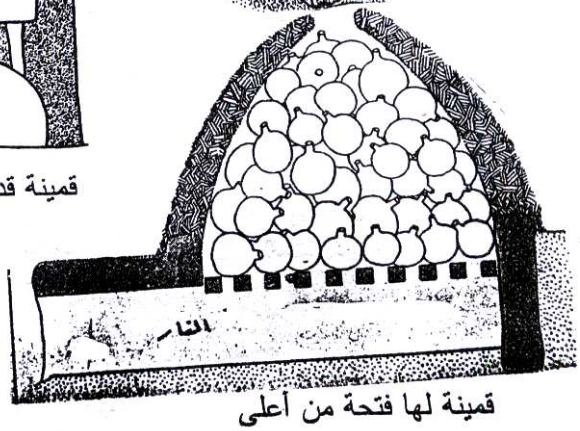
قمينة بها مجموعة فتحات من أعلى وفتحات أسفل الحائط الخارجى .



قمينة حجرية بفتحة من أعلى .



قمينة قديمة من العصر الإغريقى



قمينة لها فتحة من أعلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أنواع الأفران

١ – أفران السحب العلوي .

٢ – أفران السحب السفلى .

٣ – أفران الغرف المستمر (هوفمان) .

٤ – الأفران النفقية .

٥ – الأفران المكوكية .

٦ – الأفران الكهربية ذو السلك (الحريق المتقطع) .

٧ – الأفران الرأسية .

٨ – أنواع عمليات الحريق (التسوية) .

١ – أفران السحب العلوي :

وهى أفران بسيطة الشكل يتم بناؤها من حراريات الطين النارية وتستخدم فى حريق المنتجات الخزفية وبعض أنواع الحراريات التى تنخفض فيها نسبة الألومنيا بالجسم .

ويتم حريق المنتجات داخل هذه الأفران باستخدام حراقات (ولاعة) توجد على جوانب الفرن أو فى أسفله .

وقد سميت بأفران السحب العلوى نظراً لتصاعد غازات الاحتراق إلى أعلى لحرق المنتجات ثم تتجه إلى المدخنة (أعلى الفرن) .

عيوبها :

١ – تحتاج إلى عملية تبريد كاملة بعد عملية الحريق حتى يمكن تفرغه الفرن من المنتجات وإعادة رص مرة أخرى وذلك بعد كل دورة حريق واحدة مما يؤدى إلى فقدان الفرن لحرارته وإعادة تسخين مرة لأخرى بعد عملية الرص التالية .

٢ – عدم الاستفادة من الغازات الساخنة التى تخرج من الفرن عن طريق المدخنة إلى الهواء الجوى .

أصبحت الآن لا تستخدم نظراً لقانون البيئة وبالرغم من العيوب السابقة إلا أنه لا يزال استخدام هذا النوع من الأفران خاص بمصانع القطاع الخاص الصغيرة نظراً لسهولة بناءها وسهولة تشغيلها .

٢ – أفران السحب السفلى :

وهذه الأفران تشبه أفران السحب العلوى إلا أن الغازات الساخنة اللازمة للحريق تتجه من أسفل إلى أعلى لحرق المنتجات ثم تنعكس مرة أخرى إلى أسفل بواسطة السقف العلوى والكروى إلى أسفل قاعدة الفرن متجه إلى المدخنة خلال الثقوب الموجودة بقاعدة الفرن .

عيوب أفران السحب السفلى :

هى نفس العيوب الموجودة فى افران السحب العلوى والتى تتلخص فيما يلى :

١ – فقدان حرارة الفرن فى عملية تبرده وإعادة رصه .

٢– عدم الاستفادة من الغازات الساخنة الناتجة عن عملية الحريق .

مميزات أفران السحب السفلى :

١ – نظراً لان غازات الحريق تتجه من أسفل إلى أعلى مما يؤدى إلى الاستغلال المـــنظم لمعظـــم الحرارة .

٢ – يمكن حريق جميع أنواع الحراريات فيها لإمكانياتها الكبيرة فى رفع درجة الحرارة .

٣ – أفران الغرف المستمر (هوفمان) :

ويتميز هذا النوع من الافران عن الأفران السابقة (أفران السحب العلوى والسفلى) بأنها تسمح باستغلال الهواء الساخن بعد عملية الحريق فى تجفيف وتسخين المنتجات الموجودة بالغرفة المجاورة لغرفة الحريق وذلك قبل خروجها من المدخنة .

وهذه الأفران تستخدم من زمن بعيد والفرن الواحد يتكون من عدة غرف متجاورة فى شكل بيضاوى بعضها بجوار بعض (من ١١ إلى ٢٤ غرفة) وذلك سحب طاقة إنتاج المصنع وهى تستخدم فى حريق الطوب الأحمر الحرارى والأشكال السيراميكية .

دورة الحريق بأفران الغرف المستمرة :

١ – يتم رفع درجة حرارة الغرف المطلوب حريق الإنتاج فيها استعداد لعملية الحريق وذلك عن طريق تساقط ذرات الوقود داخل الغرف بعد تسخينها من الغرفة السابقة لها ، حيث تشتعل هذه الذرات فترتفع درجة الحرارة باستمرار من تدفق الوقود إلى حين وصول إلى درجة حرارة الحريق المطلوبة والتى عادة لا تتعدى درجة الحرارة ١١٥٠ مْ .

٢ – أما الغرفة رقم (٢) والتى تم الحريق فيها فيجر تبريدها (درجة حرارة ١٠٠ / ٢٠٠ مْ) .

ورقم (٣) نكون درجة الحرارة (٣٠٠ / ٤٠٠ مْ) .

ورقم (٤) تكون درجة الحرارة ٦٠٠ مْ حيث يبدأ تسخينها منذ فترة وجيزة .

ورقم (٥) فتكون درجة حرارتها حوالى ٨٠٠ مْ .

ورقم (٦) فتكون درجة حرارتها حوالى ١٠٠٠ مْ .

ورقم (٧) فتكون درجة حرارتها حوالى ١١٥٠ مْ وهى أعلى درجة للحريق .

ورقم (٨) ، (٩) فقد تم تسخينها إلى درجة ٨٠٠ مْ حيث تبدأ نقل الوقود إليها ، شكل (٨).

وعند إتمام الحريق فتحول الغازات الساخنة إلى المجرى العمومى للغازات عن طريق فتحات معينة لتحويل الغازات الساخنة إلى الغرف رقم ٢ ، ٣ ، ٤ .

٤ – الأفران النفقية :

ويستخدم فرن حريق الحراريات والخزف .

وهى تتكون من نفق خرسانى تحت الارض لمنع تسرب الحرارة ويركب على هذا النفق فلنكات حديدية عليها قضبان بطول نفق الفرن ويعلو هذا النفق البناء الحرارى للفرن وهو على هيئة نفق من الطوب الحرارى حيث تحرق المنتجات بداخله عن طريق دفع عربات الفرن ذات ٤ عجلات والمبينة من الحراريات محملة بالإنتاج وتدفع هذه العربات داخل الفرن بواسطة هيدروليك فى أول مدخل الفرن كل زمن معين (حسب كمية الإنتاج ودرجة حرارة الحريق) .

والعربة الاولى عند الهيدروليك تدفع بدورها العربات التى أمامها وبداخل الفرن وهكذا تتجه العربات فى اتجاه عكس لاتجاه سير الغازات إلى المدخنة .

وهذا النوع من الأفران تختلف نظام الحريق فيه عن فى أفران هوفمان وكما يلى :

١ – توجد ولاعات الحريق فى هذه الأفران على جانبى الفرن وفى منطقة الحريق وهى ولاعات ثابتة .

أما فى افران هوفمان فالحرارة تدخل من غرفة إلى غرفة حيث تكون المنتجات ثابتة إلى حين إتمام الحريق وتبريد المنتجات .

٢ – يستمر درجة حرارة حريق الفرن ثابتة لا تتغير فى جميع مناطق الفرن وتقسم الأفران النفقية من حيث درجة الحرارة .

يمكن تقسيم الفرن النفقى من حيث درجة الحرارة لكل منطقة واستخداماتها كما يلى :

١ – منطقة التسخين :

وهى المنطقة الواقعة عند أول مدخل الفرن وحتى بداية منطقة الحريق .

٢ – منطقة الحريق :

وهى الجزء الذى يلى منطقة التسخين ويستمر حتى أول منطقة التبريد .

٣ – منطقة التبريد :

وهى التى تبدأ من نهاية منطقة الحريق وحتى نهاية الفرن (المخرج) .

منطقة التسخين : منطقة الحريق : منطقة التبريد

←

اتجاه سير العربات

مميزات الأفران النفقية :

١- استغلال الحرارة المستخدمة فى عملية الحريق فى استكمال عملية تجفيف المنتجات وتسخينها .

٢- احتفاظ الفرن بحرارته بصفة مستمرة نظراً لاستمرار شحن العربات المحملة بالإنتاج وعدم فقد هذه الحرارة فى عملية التبريد كما هو الحال فى أفران السحب العلوى والسفلى .

٣- تعتبر هذه الأفران من الأفران الاقتصادية نظراً لاستغلالها بصفة مستمرة .

حريق المنتجات الخزفية والسيراميك فى الأفران النفقية :

يتبع عادة عن حريق المنتجات الخزفية المطلية بالطلاء الزجاجى (glaze) وضعها داخل علب حرارية يطلق عليها اسم (الكازتات) وذلك لعدم تعريض الطلاء الزجاجى للهب بطريقة مباشرة ، وتوضع هذه (الكازتات) فوق عربة الفرن بعضها فوق بعض ووضعها داخل الفرن كما سبق شرحه إلى أن تصل إلى مخرج الفرن فى درجة الحرارة قريبة من درجة حرارة الهواء الجوى خارج الفرن حيث تفرغ (الكازتات) من المنتجات ويعاد شحنها مرة أخرى .

واستخدام (الكازتات) فى حريق المنتجات الطلاء الزجاجى يسمح بالمرونة فى استخدام أنواع الوقود المختلفة مثل السولار والمازوت وإن كان الاتجاه الحديث الآن هو استخدام الغاز الطبيعى لسهولة تشغيله وعدم احتوائه على الشوائب الناتجة عن الاحتراق وأهمها الكبريتات الملوثة للبيئة .

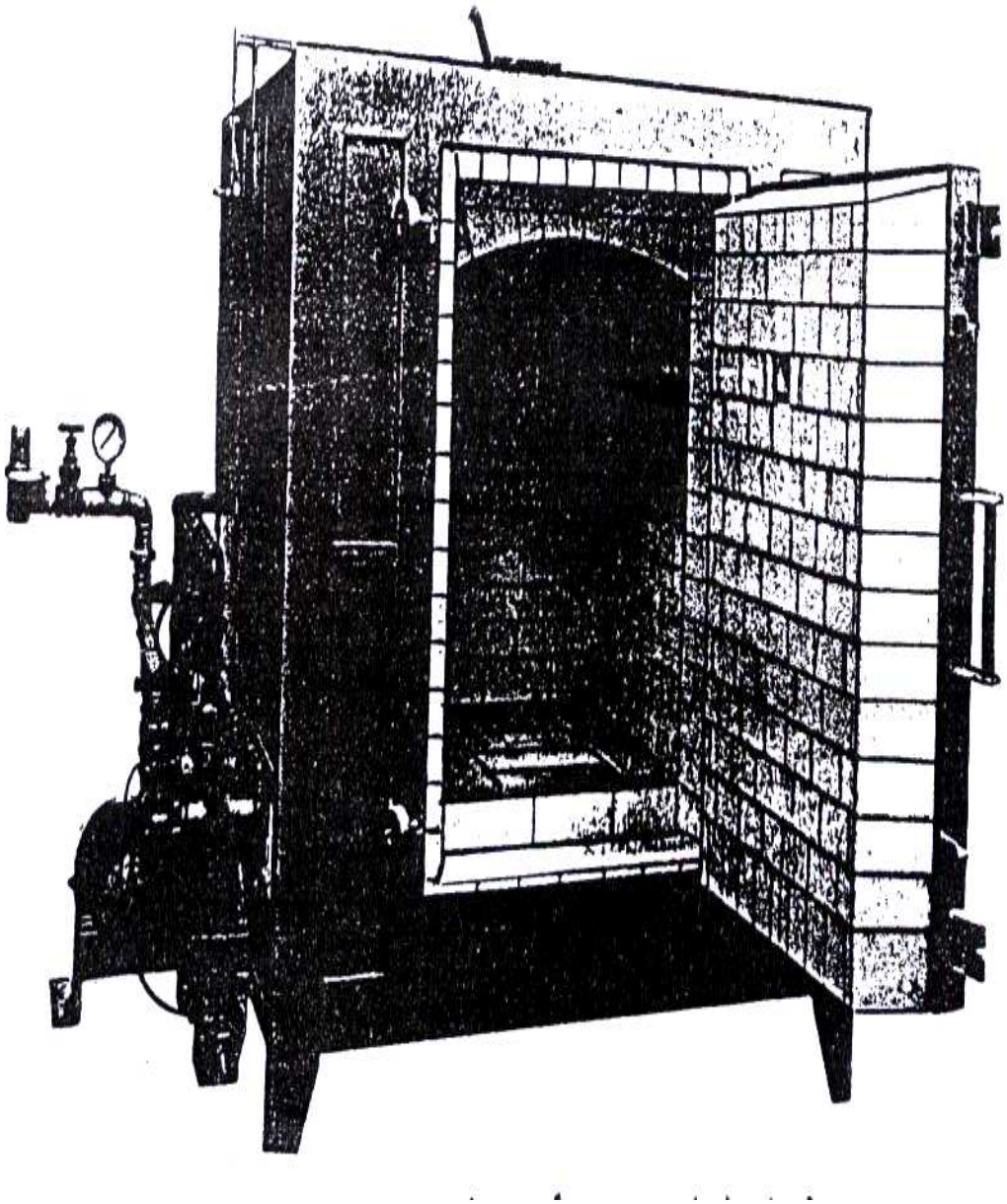


فرن نفقي لحرق منتجات أدوات المائدة





حراريات داخل الفرن



الشكل يوضح أحد الأفران التى تعمل بالغاز ومبطنة بطبقات من الألياف السيراميكية للعزل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٥ – الأفران المكوكية :

وسميت بالأفران المكوكية نظراً لإستخدام عربة واحدة أو عدة عربات داخل الفرن حيث يتم حرق المنتجات الموجودة على هذه العربات ثم يتم سحبها لتفريغها مرة أخرى وإعادة شحنها ودفعها داخل الفرن بصفة مكوكية وهذه الأفران عادة ما تعمل بالغاز الطبيعى .

وتمتاز الأفران التى يستخدم الغاز فيها بالتحكم الآلى فى إشعال حراقات أو ولاعات الحريق بالطرق الكهربائية (كما هو المتبع فى نظام الإشعال بالسيارات) ، كما يتم رفع درجة حرارة الحريق داخل الفرن (باستخدام الكمبيوتر) والعربات المستخدمة للأفران المكوكية تشابه العربات المستخدمة فى عربات الأفران النفقية من ناحية التصميم الميكانيكى وكذلك من ناحية الفرش الحرارى لها حيث ترص المنتجات الخزفية على أرفف من الكوردريت (نوع من الحراريات التى تتحمل درجات الحرارة العالية) .

استخدامها :

تستخدم هذه الأفران فى حريق المنتجات الخزفية المغطاة بالطلاء الزجاجى والألوان المزخرفة ، كما تستخدم فى عملية الحريق الأولى للمنتجات (البسكويت) التى يتم طلائها بالطلاء الزجاجى بعد حرقها الأول .

مميزاتها :

١- تتميز هذه الأفران عن الأفران النفقية بقصر مدة الحريق (١٠ إلى ١٨ ساعة) فى حين أن دورة الحريق فى الأفران النفقية حوالى (٣٦ إلى ٤٨ ساعة) وهى الفترة التى تبقى فيها العربة داخل الفرن (من نقطة التسخين ← الحريق ← التبريد).

٢- سرعة الحكم على الإنتاج حيث أن دورة الفرن المكوكى تخرج منفردة والإنتاج المرصوص عليها تعتبر محدود الكمية فعليه يكون من السهل التعرف على عيوب الإنتاج ومحاولة علاجه فى حين أن الفرن النفقى لا يمكن سرعة الحكم فيه على عيوب الإنتاج نظراً لعدد العربات الكبير داخل الفرن والتى لا يمكن علاجها إلا بعد خروج جميع العربات .

بذلك تكون خسائره أقل إذا كان هناك عيب ما حيث يمكن تداركه لأن كمية المنتجات التى تعرضت للعيب أقل وزمن الحريق أيضاً يكون أقل حيث يمكن التحكم فى علاج أى عيب ناتج فى وقت أسرع .

٦ – الأفران الكهربائية ذو السلك(الحريق المتقطع) :

هذا النوع من الأفران غالى الثمن ، ويتكلف كثيراً عند تشغيله ، وأعلى درجة حرارة يصل إلى الحرارة المطلوبة حيث أثاثات الفرن وعزله وأفضل ما يمكن الحصول عليه من حرارة متعادلة فى جميع أنحاء الفرن يكون عندما تشغل كل سطح الفرن من الداخل بالأسلاك الحرارية ، ولكن هذا يكلف كثيراً عما إذا اقتصر الأمر على شغل جزء فقط من سطح الفرن (الأربعة جوانب) .

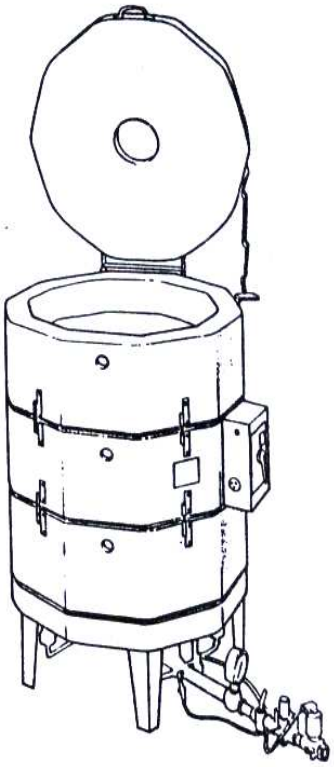
وعلى اية حال فإن استخدام الحراريات ييسر توزيع الحرارة توزيعاً متعادلاً ، وعادة ما ينتهى عمر الأسلاك حتى فى أجود الأفران ولذلك يجب الاهتمام بسهولة تغيير تلك الأسلاك الحرارية وعمل الصيانة لها .

كذلك فانه من السهل أن تنكسر حافة من حواف التجاويف ، ويكون من الصعب ترميمها ، وتحتوى الأفران الأكثر ثمناً على مولدات للحرارة يسهل تغييرها ، وهى صلبة جداً .

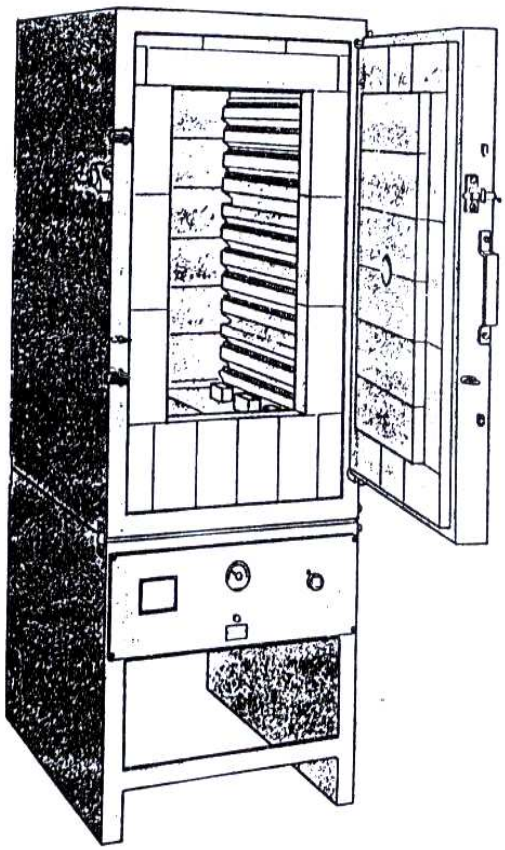
وتعد الأفران بفتحة من أعلى أو باب فى جانب من جوانبها ، والأفران التى تفتح من أعلاها يكون رص القطع فيها أيسر ويمكن وضع أسلاك الحرارة فى جوانبها الأربعة ، غير أنها تتعرض لسقوط الأتربة عليها .

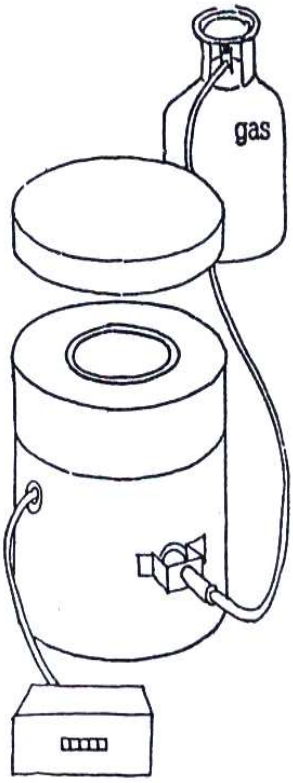
ويجب أن توضع فى الاعتبار أن استخدام فرن معد بحائط عازل يتكلف كثيراً لكنه يكون اقتصادياً ، لأن الفرن يمكنه الاحتفاظ بدرجة الحرارة ولا تتسرب بسهولة ، كما لا يتأثر بسهولة بدرجة حرارة الجو ، فيخفض بذلك استهلاك التيار الكهربى برغم وصوله لأعلى الدرجات الحرارية ، ويمكن التحكم فى درجة حرارة الفرن باستخدام تخانة مختلفة من الأسلاك الحرارية ، فكلما زادت مقاومة السلك ، ارتفعت درجة حرارة الفرن .

والأفران الصغيرة فى الحجم يمكن توصيلها مباشرة بالتيار العادى للمنازل ، وتصل الحرارة المطلوبة خلال عدة ساعات ثم توقف .



فرن صغير يعمل بالغاز وفتحة وضع المنتجات من أعلى وهو مضلع الشكل وأسفله فرن آخر أسطوانى الشكل .





فرن صغير مربع الشكل يعمل بالكهرباء ولاحظ الأسلاك الحرارية فى جوانب الفرن .

رسوم توضح الأفران الصغيرة المتعددة الأشكال والتى تعمل بالغاز والكهرباء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٨ – تقسيم مناطق الحريق :

يقسم الفرن من وجهة نظر الحرارة و الحريق الى ثلاث مناطق رئيسية :

- منطقة ما قبل الحريق او التسخين (Preheating Zone)
- منطقة الحريق (Firing Zone)
- منطقة التبريد (Cooling Zone)

منطقة ما قبل الحريق (Pre-Heating Zone)

وتعرف ايضا بأنها منطقة التسخين و التسخين هنا يعنى التسخين الى ٧٠٠-٨٠٠ درجة م وهى تعنى بحريق الجسم بالدرجة الاولى وتبدأ من مدخل الفرن حيث البلاط الداخل الى الفرن يقابله الهواء الساخن المسحوب من منطقة الحريق عن طريق مروحة سحب العادم على مدخل الفرن و تكون درجة حرارته عند مدخل الفرن حوالى ١٥٠-١٧٠ درجة تزداد كلما تقدم البلاط للداخل

لتصل الحرارة الى ٤٢٠-٤٨٠ درجة بفعل الهواء بعد ترتفع الحرارة بمساعدة بعض البرنرات اسفل الرول فقط ثم اعلى واسفل الرول الى نهاية منطقة التسخين و حيث يكون الجسم قد تخلص من معظم او كل الغازات الكبريتية و الكربونية

وحتى يمكن التحكم فى حرارة منطقة التسخين فانه يتم فصلها جزئيا عن منطقة الحريق بسواتر رأسية تدلى من اعلى الفرن و قابلة للارتفاع و الانخفاض.

الحريق (Firing)

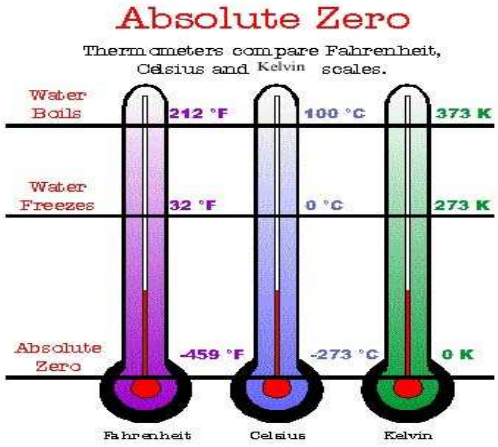
مقدمة :

يقصد بالحريق عملية تسوية البلاط الاخضر (النيئ) داخل الافران الخاصة بالبلاط – وربما التسمية بالحريق جاءت على اساس ان القدماء المصريين كانوا يشعلون النار حول انتاجهم من الاوانى والادوات الفخارية لتسويتها .

حريق البلاط السيراميك بالافران هو مرحلة انتاجية لازمة لتثبيت شكل المنتج و اكسابه الصلابة المناسبة للاستخدام بالاضافة الى تحويل الطلاء الزجاجى (الجليز Glaze) و ما يتصل به من ملونات الى صورته النهائية من اللماعية و الملمس الزجاجى .

وتتم عملية حريق المنتج فى الافران بالارتفاع التدريجى لدرجات الحرارة فى عدة مناطق للحريق حتى درجة الحريق القصوى المقررة و كذلك التبريد المتدرج الى حد ما و بالتالى خلال عملية الحريق تتم عدة متغيرات فى جسم وجليز المنتج وفق درجة الحرارة

المحيطة . ومن الطبيعى ان يزداد تفاعل المكونات بارتفاع درجة الحرارة – لانـــه بارتفـــاع درجات الحرارة تزداد طاقة الحركة لذرات او جزيئات المادة او الجسم وهى حركة ترددية (Oscillation) دائبة والعكس صحيح فان ذرات او جزيئات المادة يقل التفاعل بينها كما قلت الحرارة نتيجة فقدها طاقة الحركة فاذا توقف التفاعل فهذا يعنى ان طاقة حركة جزيئات المادة صفرا و درجة حرارة هذه المادة صفرا ايضا ولو انه ليس الصفر المئوى المعمول به المقابل لدرجة تجمد الماء لكنه الصفر المطلق الذى و هو اساس مقياس مـــن ابتكـــره وهـــو كلفين (Kelvin) الذى يعتبر تجمد الماء عند درجة حرارة هـــى (٢٧٣ K) علـــى هـــذا المقياس والتى تعادل الصفر المئوى على مقياسنا المئوى او مقياس سيليوس (Celsius) والشكل التالى يبين العلاقة بين المقاييس الثلاثة المتعارف عليها .



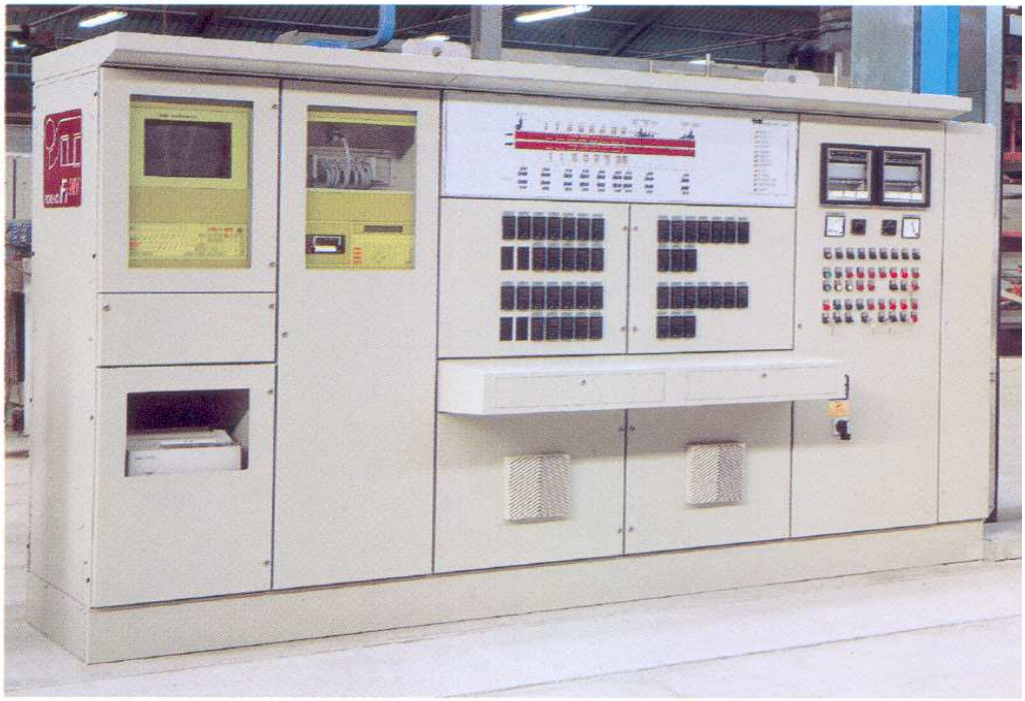
فرن حريق البلاط الخزفى (Firing Kilns)

منطقة الحريق (Firing Zone)

منطقة الحريق هى تلك التى تعنى بحريق الجسم و الطـــلاء و بالتـــالى فهـــى مـــن الحساسية بحيث على اساس ضبط الحرارة بها ما بين اعلى و اسفل الـــرولات يحـــدد مـــدى استقامة سطح البلاطة ومدى جودة سطح الطلاء على ان الدرجة القصوى فى منطقة الحريق ممكن ان تكون نقطة واحدة (Peak) او فى نقطتين (Plateau) وهـــو الشـــائع فـــى الحريق الواحد وبخاصة بلاط الارضيات واى كانت درجة الحرارة القصوى فانه يمكن تطويل منطقة الحريق و ذلك على حساب منطقة التسخين – التى يتم اطالتها ايضا باضـــافة بعـــض الحراقات أوالولاعات على حساب منطقـــة التســـخين بـــالهواء الســـاخن او هـــواء العـــادم (Waist Air or Kiln Draft) .

- لوحة التشـــغيل ، و البيـــان و الـــتحكم (Operating, indicating And Control Board)

الشكل يوضح شكل لوحة التحكم لكل ما يتعلق بالفرن .



ـــ لوحة التشغيل و التحكم تقوم بالوظائف التالية :

١ – التحكم فى توزيع درجات الحرارة المقررة (Set Points) مع بيان الحرارة الفعلية

٢ – الموائمة بين الحرارة المقررة و الفعلية من خلال اشارات للبرنرات بالاشعال او التوقف

٣ – ضبط ضغط الفرن و ذلك باشارات التحكم فى فى خرج المراوح دفع الهواء و مراوح ســـحب الهواء

٤ – التحكم فى سرعة مجموعات مواتير الحركة للرولات و كذلك زمن دورة الحريق

٥ – ادخال الفرن فى مرحلة الطوارىء عند حدوث اى مشاكل .

٦ – بيان عمل جميع نظم الفرن سواء نظم الحركة و الاشعال او الحرارة.

منطقة التبريد (Cooling Zone)

هى المنطقة التى يتم فيها تبريد المنتج

الأول: لاكساب الطلاء البريق الزجاجى

الثانى التبريد لانهاء اى تفاعلات اضافية وفى تفس الوقت المرور بسلام من منطقة حـــرارة التحول من الفا الى بيتا كوارتز وهى التبريد الهادىء و الغير مباشـــر (التبريـــد بالتبـــادل الحرارى بين الهواء البارد و جسم المنتج) او (Indirect Cooling)

الثالث لتخليص البلاط من الحرارة الكامنة داخله ويستقر (Thermo Set) ولامكان تداول و تعبئة البلاط بالتبريد النهائى او ما يســـمى (Counter Current) ولـــو ان التســـمية السابقة تشير الى كونه ستارة هوائية تعمل بمثابة باب خلفى للفرن.

كما سبق الاشارة الى ان البلاط يمر بثلاث مراحل خلال رحلته داخل الفرن و مواصفات كل مرحلة يحددها المشغل بما يسمى برنامج الحريق و ذلك مـــن خـــلال لوحـــة التشـــغيل – بالاضافة الى الضبط الاولى لهواء و غاز مجموعات الحراقات – و يمكن التعبير عـــن هـــذا البرنامج بما يسمى منحنى بيانى (Firing Curve) للتشغيل يبين العلاقة بـــين الحـــراره العاملة و مع الزمن مرور البلاط خلال الفرن او المسافة التى يقطعها بالفرن وعلى اخـــتلاف انواع البلاط و اختلاف درجات حرارة الحريق الا ان شكل المنحنى يكاد يكون متقارب شـــكلا مع اختلاف الدالة الرقمية (قيم الحرارة والزمن) و ذلك لان التفاعل واحد وهـــو اعـــادة البناء البلورى لمركبات سيليكا .

ثانيا : أجهزة القياس المستخدمة داخل الأفران

أجهزة قياس الضغط (قياس معامل الكسر) .

١- أجهزة قياس قياس الضغط (فياس معامل الكسر):

تعتبر قياسات الضغط من أكثر القياسات شيوعاً فى الصناعة فهذه القياسات لا يخلو منهـــا أى مصنع أو منشاة صناعية مهما كان نوع إنتاجها ولذلك يجب أن تتوفر أجهزة قياس الضغط فى هذه الأماكن ، ويكثر استعمال مقاييس الضغط بصفة خاصة فى الصناعات الكيماوية والهيدروليكية .

فالضغط هو القوة الواقعة على وحدة المساحة ومعظم قياسات الضغط تعمل على ايجـــاد هـــذا المقدار حسب تصميمات مختلفة لتناسب الضغوط المختلفة المطلوب قياسها .

طرق قياس معامل الكسر :

تسمى الأجهزة التى تستخدم فى قياس الضغط بالمانومتر ويمكن قياس الضغط بالطرق الآتية :

١- قياس معامل الكسر عن طريق الموازنة :

مع عمود من سائل معلوم الكثافة وتشمل هذه الأجهزة مانومتر حرف U ومـــانومتر الأنبوبـــة المائلة والمانومتر ذو الخزان .

٢- قياس معامل الكسر يتوازنه بواسطة أثقال معلومة :

هذه الطريقة تعتبر من الطرق المباشرة لقياس الضغط وذلك بتوازنه بواسطة اثقال معلومـــة ، فتوصل اسطوانة ومكبس مساحتيهما معروفة بالسائل او الهواء المراد قياس ضغطه بواسطة أنبوبة وبذلك يكون وجه المكبس هو الذى يتأثر بالسائل او الهواء المراد قياس ضغطه .

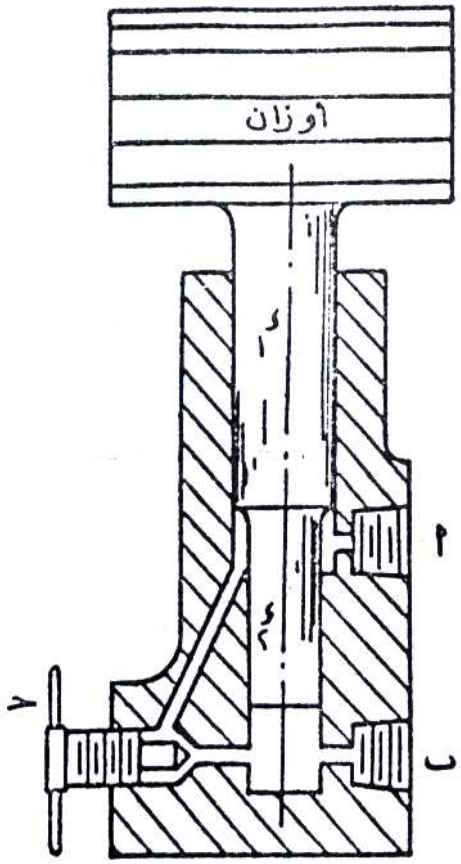
وتحسب القوة فى هذه الحالة بحاصل ضرب الضغط فى مساحة مقطع وجه المكـــبس ، فـــإذا كـــان المكبس رأسياً فإنه يمكن موازنة هذه القوة بواسطة اثقال توضع فوق المكبس .

و يستعمل هذا الجهاز كمقياس الضغط وكطريقة لمعايرة اجهزة قياس الضغط .

جهاز قياس معامل الكسر ذوالمكبس المدرج :

يتركب الجهاز من مكبس له قطران (د١ ، د٢) وهكذا المكبس يتحرك حركة مســـتقيمة داخـــل أسطوانة بسهولة فإذا سلطنا ضغطاً عن طريق الفتحة (أ) حيث تكـــون الفتحـــة (ب) معرضـــة للضغط الجوى ويقفل الصمام (ج) فإن القوة المؤثرة على وجه المكبس تحدث أتزان مع الأثقـــال

الموضوعة فوق المكبس وبحساب مقدار المساحة المعرضة للضغط وهى عبارة عن الفـرق بـين مساحتى وجهى القطرين (د١ ، د٢) وبمعلومية مقدار الأثقال نحصل على الضغط المقاس .



جهاز قياس معامل الكسر ذوالمكبس المدرج

ويمكن جعل القطر د١ كبيراً لكى يستطيع تحمل أحمال الضغوط الكبيرة ، ولهذا الجهاز ميـزة فى أنه يمكن استعماله باستخدام القطر د١ فقط وذلك بقفل الفتحة (أ) وتسليط الضغط من الفتحة (ب) وفتح الصمام (ج) فيكون معامل الكسركله مؤثراً على القطر د١ ويحسب الضغط بقسمة مقدار أوزان الاتزان على مساحة المقطع عند قطر د١ ، وتصنع أجهزة قياس واختبار الضغط العـالى ذات السعة حتى ١٧٠٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع بحيث تركب لها مجموعة روافع يمكن معهـا تسليط قوى كبيرة على المكابس مع استعمال أثقال ساكنة معقولة ، ويسلط الحمل علـى المكـابس بواسطة الرافعة من خلال (كرسى) مرتكز ضغط محورى بحيث يسمح بإدارة المكابس ويتم ذلـك عادة بواسطة محرك وسير .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٢ – اجهزة قياس درجة الحرارة :

من الضرورى فى أية عملية تسوية معرفة درجة حرارة الفرن ووقف الحرارة فى الوقت المناسب تماماً ولا شك أن الدرجة المضبوطة للحرارة فى الفرن ذات أهمية للخزف .

إذ أنه ليس ميسوراً دائماً فتح الفرن وفحص مدى تقدم التسوية بل يلزم استخدام بعض مقاييس الحرارة .

أهمية قياس درجة الحرارة داخل الفرن :

يلعب كل من الوقت ودرجة الحرارة دوراً هاماً فى طريقة الحرق ومعرفة درجة الحرارة داخل الفرن تكون ساخنة ومرتفعة (عادة يستخدم لذلك بيرومتر) إلا أن درجة الحرارة نفسها ليست بالدليل الكافى لتقدم ونجاح القطع التى تحرق ، ولابد من الوصول إلى درجة الحرارة المعينة بالازدياد المطرد فى الحرارة ولكن ربما لا تكون الطينة قد أخذت كفايتها من الوقت لاحتمال التغيرات الضرورية .

ويمكن التحكم فى درجة حرارة الفرن ويتضمن ذلك كيف يقترب الفرن من درجة امتلائه بالقطع وتوزيعها داخل الفرن ، والمساحة الممتلئة من الفرن بالمنتجات الخزفية ستختلف درجة حرارتها عن تلك التى تحتوى على عدد قليل أو على قطع صغيرة تلتف بفراغات حولها .

فالفرن الأصغر سيسخن أسرع من الأكبر حجماً ، والفرن الغير مكدس بالقطع سيسخن أسرع من الذى رصت القطع فيه بأكمله .

وتعرف أهمية التأنى فى حرق الطينة والطلاءات عندما نجد القطع التى أحرقت قد وصلت إلى الدرجة المرغوبة من الجمال والرونق .

والخزافون المتمرسون يمكنهم الحكم على درجة الحرارة من اللون داخل الفرن ، فمع زيادة درجة الحرارة فإن السخونة تتغير فى لونها من اللون الأحمر القوى (الطرابيشى) الغير لامع إلى اللون الأحمر المتوهج البراق ثم إلى اللون البرتقالى ثم الأصفر وفى النهاية إلى اللون الأبيض اللامع ، ومع ذلك فمعظم الخزافين تحولوا إلى استخدام أقماع البيرومتر كمقياس للتأثيرات المجتمعة للوقت ودرجة الحرارة .

وهنالك أربع طرق تقاس بها درجة الحرارة داخل الفرن هى :

١ – باستخدام مقياس للحرارة (الترمومتر) المسمى بالبيرومتر الذى يعطى قراءة مباشرة لدرجة الحرارة .

٢- باستخدام مخروط قابل للانصهار ويسمى بالمخروط البيرومترى الذى ينصهر عند الوصول إلى درجة حرارة معينة .

٣- بواسطة النماذج التجريبية وهى عينات صغيرة تؤخذ من الفرن من وقت لآخر خلال عملية التسوية ، أو القياس بالعين المجردة .

٤- بواسطة ضوابط درجة الحرارة وهو جهاز يتحكم فى درجة الحرارة .

أولاً : مقاييس الحرارة :

أ - المقياس المئوى :

وهو يعطى قراءة مباشرة لدرجة الحرارة ، وقد أعطيت الدرجات الحرارية بالدرجات المئوية حيث الصفر المئوى (٠ ° م) هو درجة انصهار الثلج ، و ١٠٠ ° م هى درجة غليان الماء ، تحت الضغط الجوى العادى ، ٧٦ سم زئبق ، وتعيين مقاييس درجة الحرارة بالقوانين الأساسية لعلم الطبيعة تعتمد على درجة حرارة ثابتة معينة .

ب - البيرومترات :

من المعروف أن الحد الأعلى للزئبق فى الترمومتر الزجاجى هو ٣٠٠ ° - ٤٠٠ ° مئوية ،وبعد هذه الدرجة يغلى الزئبق وينصهر الزجاج ويستخدم جهاز يسمى بالبيرومتر لقياس درجات الحرارة شديدة الارتفاع ، وهناك أنواع كثيرة من البيرومترات ومن أهمها الازدواج الحرارى .

المزدوجات الحرارية :

ويتكون المزدوج الحرارى من سلكيين غير متشابهين ملحومين معاً عند إحدى النهايتين ، وتوضع فى النهاية الملحومة المعروفة باسم (الوصلة الساخنة) فى الفرن وتوصل النهايتين الحراريتان بجهاز يمكن منه تحديد درجة الحرارة وهذه الأسلاك يمكن أن تكون مكشوفة أو موضوعة داخل أنبوبة من الصلب الذى لا يتأثر بدرجات الحرارة حتى ٢٥٠ ° م .

ويمكن استخدام أسلاك من البلاتين موضوعة داخل أنبوبة من البورسلين فى حالة درجات الحرارة الشديدة الارتفاع ، وهذه المزدوجات باهظة التكاليف وهى ليست ضرورية إلا فى حالة درجات الحرارة المرتفعة عن ١٢٥٠ ° م سنتجرادا (مئوية) .

وعندما ترتفع درجة حرارة الوصلة الساخنة للازدواج الحرارى ، فإنها تعمل كبطارية وتنتج جهداً صغيراً يزيد بزيادة درجة الحرارة ، ولكل نوع من أنواع المزدوجات الحرارية جهده الحرارى الخاص المميز له .

كيفية استخدام البيرومتر :

لا يمكن الحصول على نتائج طيبة من أفضل الأجهزة إلا إذا أجيد استخدامها ، ومن المهم معرفة كيفية استخدام البيرومتر الاستخدام السليم .

فيجب أن توضع الوصلة الساخنة داخل الفرن على بعد كاف بحيث لا تهبط درجة حرارتها بتوصيل الحرارة إلى الخارج عن طريق الأسلاك والأنبوبة الحافظة وبالنسبة للمزدوجات الحرارية المتوسطة يجب ان تكون الوصلة على بعد ٦ أو ٨ بوصات داخل جدار الفرن والمزدوج الحرارى يقيس الفرن فى درجة الحرارة بين الوصلة الساخنة والوصلة الباردة إلى نهايتى السلك فى جهاز القياس (تسمى بالوصلة الباردة) ، ولذلك فإن درجة حرارة الغرفة إذا كانت مخفضة تؤدى إلى ما يبدو الفرن فى درجة حرارة أقل من الواقع .

وللعمل الدقيق تحفظ الوصلة الباردة فى زجاجة (ترمس) بها ثلج وماء (بعض المزدوجات الحرارية تعادل أوتوماتيكياً درجة حرارة الغرفة) .

ثانياً : المخاريط البيرومترية : Segar Cones

إن أبسط طريقة لمعرفة درجة حرارة التسوية ، وأقل الطرق نفقة هى استخدام المخروطات البيرومترية ، وهى عبارة عن أهرامات دقيقة من مادة خزفية تصنع من مخاليط سيليكات مختلفة ويتوقف تركيبها على درجة الحرارة المطلوب قياسها وتختلف هذه بين ٦٠٠ ْم – ٢٠٠٠ ْ م ، وبحيث تنصهر وتنتهى عند درجة حرارة معينة وزمن معين .

ولا تعتبر هذه المخاريط تقيس درجات الحرارة قياساً مطلقاً ، ولكنها تقيس درجات الحرارة من الزمن ، وبما يتم عمله من تأثير الحرارة على القطع المحترقة وهو ما يحتاج الخزاف إلى معرفته .

ومن هذه المخاريط (المقاييس) مايسمى بمخروطات سيجر Segar Cones وتصنعها المصانع المتخصصة غالباً على هيئة أشكال صغيرة هرمية أو مخروطية على حجمين :

الحجم الكبير بارتفاع ٢.٥ بوصة وقاعدة ٠.٥ بوصة .

الحجم الصغير بارتفاع ١.١٢٥ بوصة وقاعدة ٠.٢٥ بوصة .

وتستعمل الأقماع الصغيرة عندما تكون المساحة محدودة .

ويشار إلى هذه الأقماع بأرقام خاصة مكتوبة عليها ، وهذه الأرقام تعادل درجة حرارة تقريبية والتى تختلف حسب معدل ارتفاع درجة الحرارة فى الساعة التى وصلت إليها فى الفرن .

* ولتحويل الدرجة المئوية الحرارية من مئوية إلى فهرنهيت وبالعكس يتبع الآتى :

من مئوى إلى فهرنهيت : اضرب الرقم المئوى فى ٩/٥ ثم أضف إلى الناتج عدد ٣٢ فيكون الناتج الدرجة الحرارية بمقياس فهرنهيت والعكس إذا كان عندنا الدرجة بالفهرنهيت فنطرح منها أولاً ٣٢ ثم نضرب الناتج فى ٥/٩ يكون الناتج الدرجة المئوية المعادلة لدرجة الفهرنهيت ويرى ذلك فى المثال التالى :

وإذا احتجنا مثلاً إلى درجة حرارة مقدارها ١٠٠٠ مئوى لتسوية الأشكال الخزفية وأردنا أن نحول هذه الدرجة إلى فهرنهيت فيجرى الآتى :

١٠٠٠ × ٩/٥ + ٣٢ يكون الناتج ١٨٣٢ بمقياس فهرنهيت التى تعادل ١٠٠٠ مئوى

وبالتالى إذا كان عندنا مقياس فهرنهيت ١٨٣٢ وأردنا تحويله إلى درجة مئوى فتتبع الآتى :

١٨٣٢ – ٣٢ = ١٨٠٠ × ٥/٩ = ١٠٠٠ درجة مئوية .

وعادة تستخدم الأقماع هذه فى ثلاث تسلسلات مثلاً إذا كنت تحرق على قمع رقم ٦ فتستعمل أقماع ٥ ، ٦ ، ٧ .

كيفية استخدام المخاريط :

توضع عادة المخاريط البيرومترية متتاليات من ثلاث مخروطات فى الفرن فى مكان بحيث يمكن مشاهدتها من النظارة أو الثقب الجساس ، فعندما يبدأ المخروط الأول من المتتالية وهو أقل رقم فى الانصهار ويميل على أحد جانبيه تعرف درجة الحرارة التى وصل إليها الحريق وهى درجة النضج فيكون هو وقت الإسراع لإنها دورة الحرق و ويجب أن ينصهر المخروط الثانى جزئياً ، فعندما يتلون أو يتغير شكله تكون القطعة الخزفية قد تمت تسويتها .

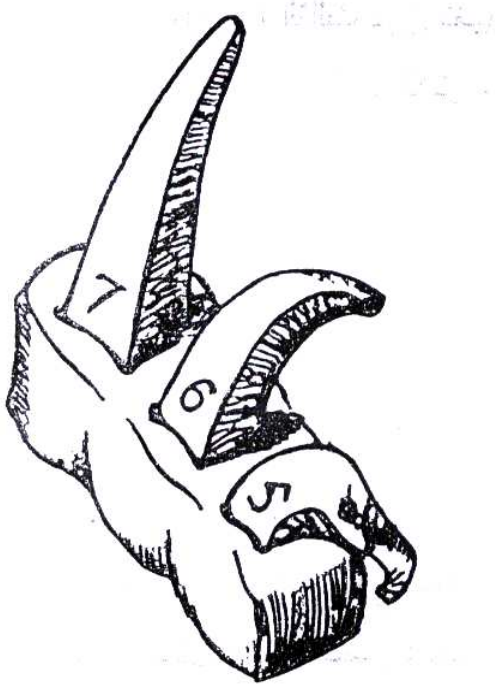
بينما يجب أن يظل المخروط (الهرم) الثالث دون تغيير ، والتواءه يعنى أنه ربما قد تكون القطعة الفخارية (الخزفية) حرقت أكثر من اللازم .

وهذه الأقماع يمكن تثبيتها على رقعة صغيرة أو على قواعد معدنية منفصلة ، ويمكن إعداد بيرومتر بوضع ثلاثة أقماع كل منها زاوية ٨ ° حتى تستقر القاعدة مستوية على كتلة من الطين من نفس التركيب للقطع التى ستحرق وتعمل ثقوب فى الطينة لمنع الانفجار ، ولابد من التأكد من تمام جفاف البيرومتر هذا قبل الاستعمال ، كما توضع هذه الأقماع على أرفف الفرن بحيث تكون مرئية من خلال فتحة النظر داخل الفرن الصغير أو المتوسط .

وفى الأفران الكبيرة تختلف درجة الحرارة فى القمة عن القاعدة ومن الخلف عن الأمـــام لـــذلك ربما تحتاج إلى وضع أقماع فى نقط مختلفة حول الفرن .

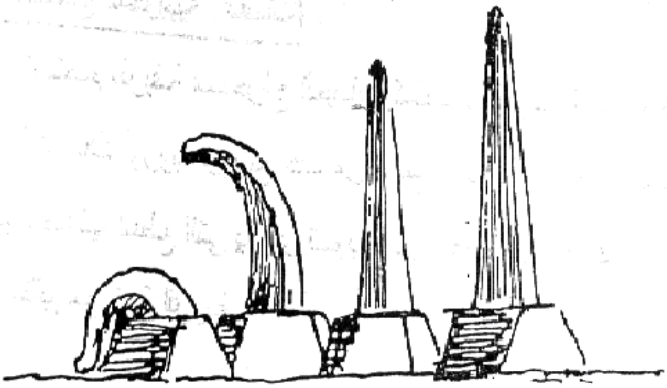
مزايا المخاريط وحدود استعمالها :

تتميز المخاريط البيرومترية بأنها قلما تخطئ وهى تعين الخزاف على أن يكرر عملية تســوية ناجحة مرات ومرات ، وهى كذلك قليلة التكاليف ويسهل قراءتها ، ولا تصــلح المخــاريط لــبعض ظروف التسوية الخاصة كتلك المطلوبة للطلاءات البلورية ، ولا يمكن الاعتماد عليها كدلائل حرارية فى جو مختزل قوى و وفى هذه الحالات تستخدم البيرومترات .

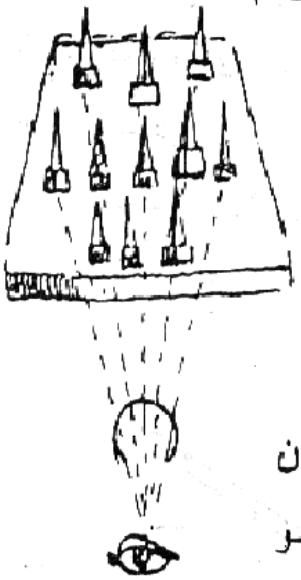


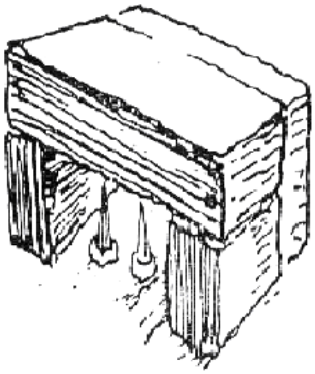
سلسلة من مخروطات ميجر لقياس درجة حرارة الأفران

ميزان الحرارة (البيرومتر) وطريقة وضعه داخل الأفران



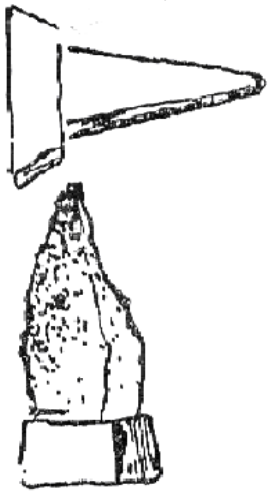
الميزان ينكمش ثم يتلاشى ثم يلتوى كليا .

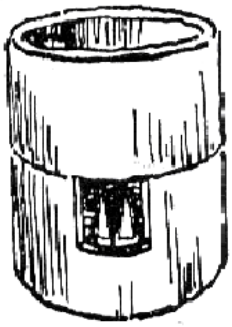




وفى حالة الحرق المفتوح يراعى حماية الميزان من اللهب بوضعه بين قوالب طوب كما هو موضح

توضع مجموعة من الموازين ويلاحظ إمكان رؤيتها كلها





عندما تستعمل العلب للرص يفصل جزء من إحداها لرؤية الميزان

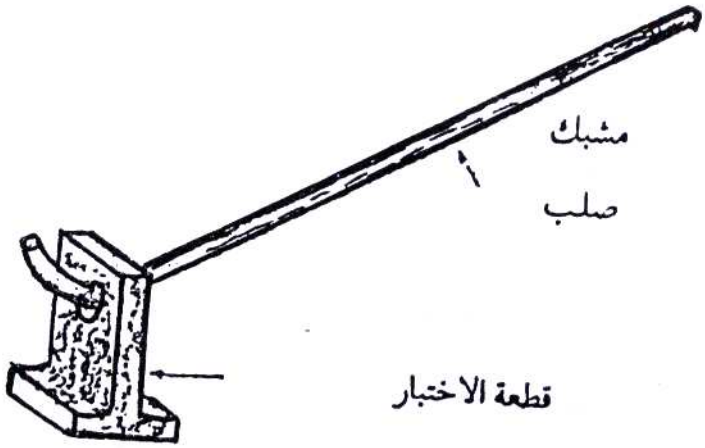
كيفية وضع الأقماع (المخاريط) البيرومترية داخل الفرن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ثالثاً النماذج التجريبية (العينات) :

تستخدم طريقة استخراج العينات كمقياس لدرجة حرارة التسوية وخاصة فى بلاد أوروبا فيوضع عدد من القطع الخزفية الصغيرة المشابهة فى طيناتها وطلائها للقطع التى يجرى تسويتها بين القطع الأخرى فى الفرن على خط مستقيم مع فتحة الرؤية .

ولهذه القطع الصغيرة فتحات بحيث يمكن منها سحبها من الفرن باستخدام خطاف حديدى ، وحينما يقرر أن الفرن يقترب من درجة الحرارة المطلوبة ، تسحب عينة وتفحص ويكرر هذا حتى تصبح العينة بالنضج المناسب حيث يمكن إغلاق الفرن مع التأكد من أن العمل قد سوى تسوية كاملة .



أداة سحب التجارب

ومن مزايا هذه الطريقة أن العينات المسحوبة تدل الخزاف على حالة قطع الخزف وهى بداخل الفرن فى أى وقت من الأوقات ، ولا شك أن الطريقة بسيطة وقليلة التكاليف ، وهى تفيد بصفة خاصة عندما يكون مدى التسوية غير معروف على وجه الدقة ، ويبدو أنه فى وسع الخزافين الفنانين الإفادة منها إفادة أكثر مما يقومون به الآن فى هذا المجال .

القياس بالعين المجردة :

ويمكن أن تقاس درجات الحرارة داخل الأفران بالعين المجردة من داخل الثقب الجساس أو النظارة التى منها يمكن معرفة مقدار تسوية الأشكال سواء فى الحريق الأول أو فى الحريق الثانى مع ملاحظة الحيطة من قرب العين على الثقب الجساس حتى لا تتأثر بالحرارة وتحتاج معرفة الحرارة وتسوية المشغولات بهذه الطريقة إلى خبرة طويلة من الخزافين وعندما تكون الأشكال

داخل الفرن فى حالة توهج كالجمر وتصل إلى هذه الحالة تكون قد استوت الأشكال فى الحريق الأول ونضجت .

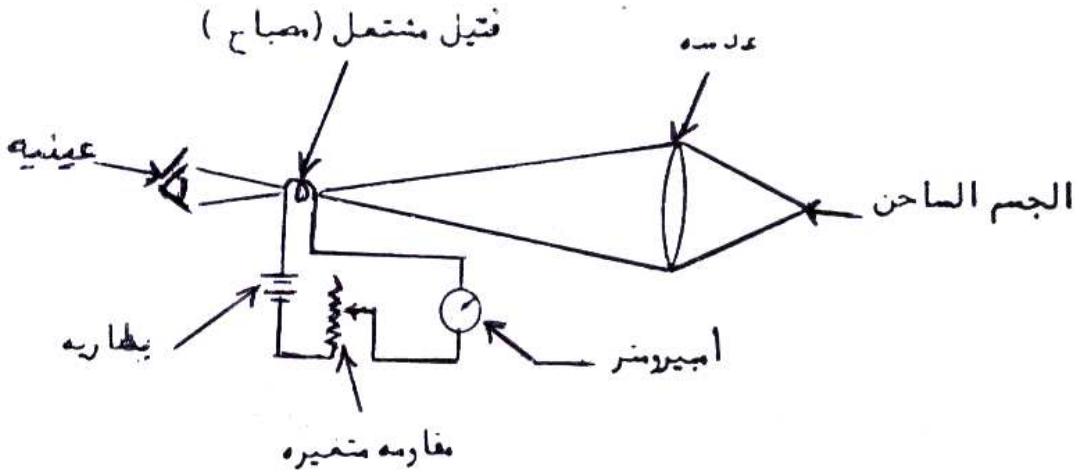
رابعاً : ضوابط درجة الحرارة :

ويستخدم هذا الجهاز عندما تستخدم عمليات الحريق بكثرة ، ويفضل من الوجهة الاقتصادية أن يزود الفرن بجهاز يتحكم فى درجة الحرارة إلى جانب دلالته عليها ، مثل الأجهزة الشائعة الاستخدام التى تقوم بنفس العمل فى مجال الكهرباء ، وبعض هذه الأجهزة يوقف الحرارة عند الدرجة المطلوبة ،ويحتفظ بها ثابتة عند هذه الدرجة وبعضها الآخر يصل بالفرن عند درجة الحرارة الصحيحة ، ويحتفظ به على هذه الدرجة فترة زمنية معينة ، ثم يقفل الفرن آلياً بعد ذلك .

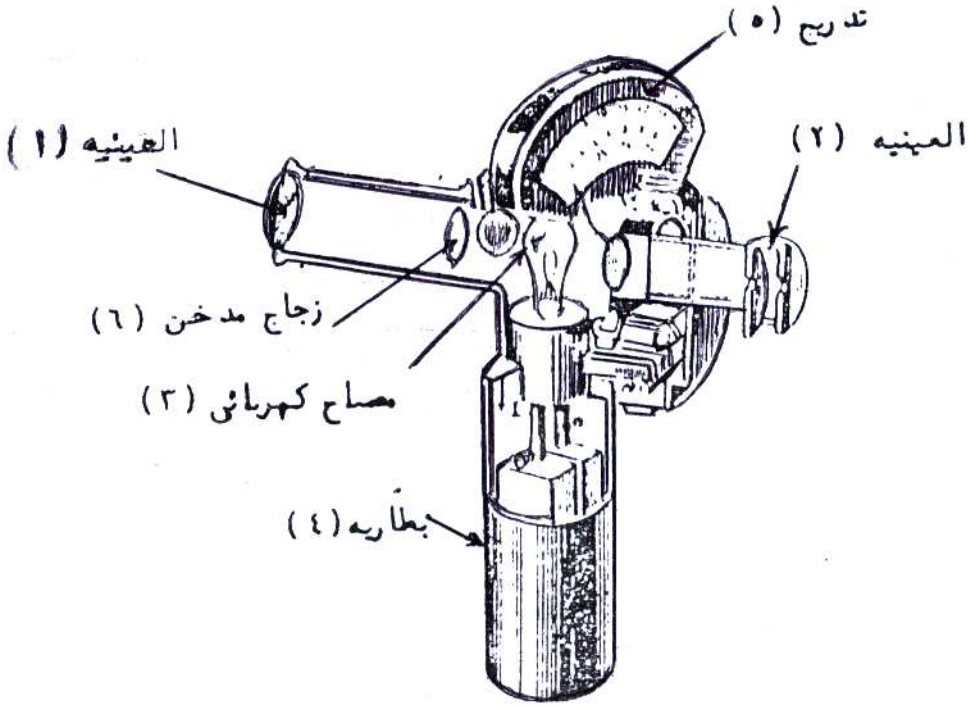
وبعض هذه الضوابط (الاجهزة) باهظة التكاليف وتستخدم عادة فى مصانع الخزف الكبيرة وفى الأفران الحديثة فقط .

أ – البيرومتر الضوئى :

يقوم بقياس درجة حرارة الأجسام بتقدير شدة إضاءة الجسم المتوهج وذلك بمقارنته بالشعيرة المتوهجة لمصباح كهربائى درجة حرارته معروفة ، ويتكون البيرومتر الضوئى من أنبوبة للرؤية ، موضوع بداخلها مصباح متوهج تقع شعيرته فى منتصف مجال الرؤية ، ويوضع أمام الأنبوبة مرشح أحمر لقياس درجة الحرارة فى الحدود من ٨٠٠ درجة مئوية إلى ١٥٠٠ درجة مئوية ، ولقياس درجات الحرارة الأعلى من ذلك يوضع زجاج مدخن لإضعاف شدة الضوء ، وعند توجيه الأنبوبة إلى الجسم المتوهج نشاهد شعيرة المصباح سوداء فى مجال أحمر ، وعند توصيل التيار من البطارية وضبط شدته بالريوستات يبدأ فى تسخين شعرية المصباح حتى ينطبق الضوء الذى يشعه الجسم المتوهج والذى تشعه الشعرية تماماً ويتحرك مؤشر الجهاز حسب قوة التيار المار بالمصباح على تدريج مبين عليه درجة الحرارة المقابلة لتوهج الشعرية فى اللحظة الراهنة ، ويوجد حالياً أجهزة متطورة تعطى درجات الحرارة بصورة رقمية مباشرة .



شكل تخطيطى لجهاز البيرومتر الضوئى

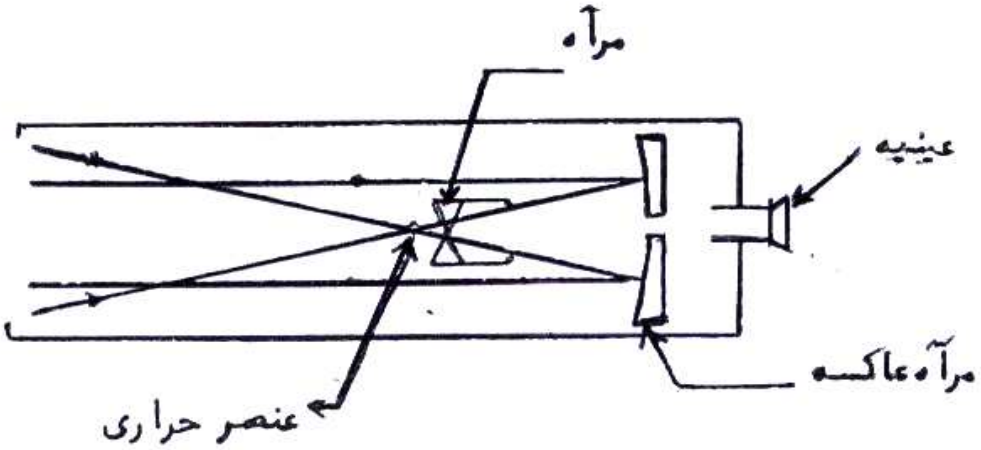


الشكل العام لجهاز البيرومتر الضوئى

ب – البيرومتر الإشعاعى :

تعتمد هذه البيرومترات على نفس القاعدة التى تعمل على أساسها الازدواجات الحرارية ، ففى هذه الطريقة تتركز الأشعة الحرارية القادمة من فتحة فى الفرن على مجموعة من الازدواجات الحرارية المرتبطة مع بعضها البعض على التوالى ، تعمل هذه الازدواجات الحرارية كمعدة لقياس شدة طاقة الإشعاع الساقطة على الازدواج الحرارى وبالتالى يتولد نتيجة لذلك قوة دافعة كهربية تقاس بالملليفولتميتر ، ويعتمد مقدارها على مقدار درجة الحرارة المقاسة بتوصيل طرف الازدواج

الحرارى بجهاز البوتنشيومتر أو أى مبين آخر يمكن قراءة درجات الحرارة المقابلة للقوة الدافعة الكهربية عليه مباشرة وبصورة رقمية .



البيرومتر الإشعاعى

أسئلة الباب الأول

س١: اذكر أنواع الأفران المستخدمة فى صناعة السيراميك والخزف .

س٢: اشرح كل من الأفران التالية :

١ – أفران السحب العلوي . ٢ – أفران السحب السفلى .

٣ – أفران الغرف المستمر (هوفمان) . ٤ – الأفران النفقية .

٥ – الأفران المكوكية . ٦ – الأفران الكهربية ذو السلك(الحريق المتقطع) .

٧ – الأفران الرأسية . ٨ – أنواع عمليات الحريق (التسوية) .

س٣: أشرح أجهزة قياس معامل الكسر .

س٤: ماهى كيفية طريقة قياس معامل الكسر .

س٥: تكلم عن أهمية قياس درجة الحرارة داخل الفرن .

س٦: أشرح كل من :

أ- المقياس المئوى .

ب-البيرومترات .

ج-المزدوجات الحرارية

د- كيفية إستخدام البيرومتر .

س٧: كيف يمكنك إستخدام المخاريط البيرومترية .

س٨: كيف يمكنك قياس درجة الحرارة داخل الفرن بالعين المجردة .

س٩: أشرح كل من :

أ- البيرومتر الضوئى . ب- البيرومتر الأشعاعى .



البـاب الـثـانـى

الطينات و الحراريات:

١ــ خواص الحراريات وأساليب تشغيلها .

٢ــ الشروط الواجب توافرها فى الطينات (الأجسام الحرارية) .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

٣ــ طرق الإعداد والتحضير والتجهيز للمكونات والإضافات

المساعدة لتحمل الصدمات الحرارية

٤ــ نظام تسوية الحراريات اللازمة وأساليب تشغيلها لتؤدى وظائفها .

الـبـاب الـثـانـى
الـطـيـنـات والـمـنـتـجـات الـحـرارية
١ــ خواص المنتجات الحرارية وأساليب تشغيلها

كما اوضحنا بالمقدمة أن الحراريات هى منتجات تصنع من الصخور والطينات الطبيعية بخلط (طينات) مناسبة للغرض الذى ينتج من أجله فيتم طحن الخامات وتشكيلها للغـرض المناسـب ثـم حريقها لدرجة حرارة تتناسب مع درجة حرارة الاستخدام والمنتجات لا تتأثر بعـد ذلـك بـدرجات الحرارة ولا يتغير شكلها ولا تنكمش أو تتمدد وإلا إنهارات الأفران نتيجة هذا التغير .

وللحراريات خواص كيميائية وخواص طبيعية تحدد قيمها وجودتها فى الصناعة .

١ــ خواص المنتجات الخزفية الحرارية وأساليب تشغيلها :

خواص حراريات السليكا :

كما ذكرنا فهى تصنع من خام الكوارتزيت الطبيعى ويتم بتكسير خام الكوارتزيت وطحنه إلى حبيبات يتراوح حجمها من صفر – ٣ مم ثم يتم كبسها جافاً باستخدام مواد رابطة مثل لبن الجير وأكسيد الحديديك وتحرق فى الأفران .

وخواصها الكيميائية هى :

السيليكا	٩٧%
ألومينا	١.٥%
أكسيد حديد	١ %
أكاسيد أخرى	٠.٥%

وخواصها الطبيعية هى :

وتتم هذه التجارب على الجسم الأخضر قبل الحريق كما يمكن أن تتم على الجسم بعد الحريق :

مقاومة الكسر : ٤٠٠ كجم □ سم٢

الكثافة : ٢.٣ جم □ سم٣

المسامية الظاهرية : ١٦ %

مقاومة التهشم تحت الأحمال : ١٥٥٠ ° م

الخواص الطبيعية للحراريات عموما :

أ – مقاومة الكسر على البارد :

وهى قياس تحمل الحراريات للاثقال التى تقع عليها وعلى هذه الخاصية تعتمد مبانى الأفران التى تتحمل أثقال مبانيها وأثقال المعدات التى توضع فوقها .

وتقاس هذه الخاصية بتقطيع مكعب من الطوب الحرارى بمقاس ٥×٥×٥ سم وتوضع تحت مكبس هيدروليكى يزداد ضغطه تدريجيا حتى ينكسر المكعب وتسجل القوة التى كسرت المكعب .

يقسم الحمل أو القوة على ٢٥ % سم ، مساحة سطح المكعب فينتج القيمة النهائية .

وهى قيمة لا تقل عن ٢٥٠ جم□ سم٢ كما فى حراريات الطين النارى والسيليكا والمجنزيت والالومينا العالية ويمكن أن تصل إلى ٦٠٠ كجم □ سم٢ كما فى حراريات المجنزيت والالومينا العالية وذلك مهم جداً لتحملها درجات حرارة عالية فى الأفران تصل إلى ١٦٥٠ ْم .

ب – مقاومة التهشم تحت الأحمال :

وتقاس هذه الخاصية للحكم على صلاحية الحراريات التى يقع عليها الأحمال بالأضافة إلى درجة حرارة عالية . ويتم تقديرها بعمل اسطوانة من االحراريات بجهاز قطع خاص يكون قطرها حوالى ٥ سم وإرتفاعها أيضاً ٥ سم ثم توضع فى جهاز يضغط على الاسطوانة بحمل أو قوة ثابتة حوالى ١ كجم ثم يبدأ تسخين العينة بواسطة فرن يعمل بالكهرباء أثناء وقوع الحمل عليها ويستمر رفع درجة الحرارة حتى يحدث بها ضعف أو يتشوه شكلها ويبدأ فى الإنبعاج فتسجل درجة الحرارة وتسمى درجة حرارة مقاومة التهشم تحت الأحمال (R.U.L) .

ج– كثافة الحراريات :

وهى عبارة عن قياس وزن ١ سم٣ من الحراريات وتقاس بعدة طرق ويمكن معرفة نوع الحراريات من مجرد معرفة كثافتها وفيما يلى بيان بكثافة الحراريات .

		الكثافة
أ – الحراريات العازلة		
١– حراريات نشارة الخشب	:	١ جم □ سم٣
٢- حراريات قش الأرز	:	٠.٨جم □ سم٣
٣- حراريات البولسترين	:	٠.٥ - ٠.٧ جم □ سم٣
ب – حراريات الطين النارى الالومينى	:	١.٨ – ١.٩ جم □ سم٣
جـ - حراريات الالومينا العالية	:	٢.٣ – ٢.٧ جم □ سم٣
د – حراريات المجنزيت ومشتقاته	:	٢.٨ – ٣.٢ جم □ سم٣

و – حراريات الكربون : : ١.١ جم □ سم٣

د – المسامية :

من أهم خواص الحراريات أن تكون مساحتها منخفضة خاصة المستخدمة فى صناعة الصلب والمعادن عموماً وذلك حتى لا تتخلل المعادن جسم الطوبه إذا كانت مسامية وتؤدى إلى كسرها وينهار المبنى أو الفرن الحرارى ففى الحراريات تتراوح بين ١٥ – ١٨ % من وزن الطوبة بينما فى الحراريات العازلة ترتفع المسامية من ٤٠ – ٦٥ % وذلك لاحتوائها على مسامية عالية حتى تكون قوة عزلها أعلى ما يمكن .

وتقاس المسامية لتحديد جودة الحراريات والحراريات العازلة .

هـ – المقاومة الحرارة :

وهى أهم صفة فى الحراريات لهذه التى تحدد أقصى درجة حرارة يمكن أن يتحملها أى نوع من الحراريات وكل نوع من الحراريات (حامضية – قاعدية – متعادلة) تحمل لا تستخدم فى درجة حرارة أعلى منها وإلا إنهار الفرن له درجة وتقاس المقاومة الحرارية فى جهاز يعتمد على قياس درجة الحرارة الذى يعتمد على المخروط الحرارى الذى يحدد عند إنصهاره وبدأ إعوجاجه درجة حرارة مقاومة المادة الحرارية وفيما يلى جدول يبين أرقام المخاريط الحرارية ودرجة الحرارة المقابلة كدرجة مئوية .

جدول المخاريط الحرارية

رقم المخروط	درجة الحرارة مْ	رقم المخروط	درجة الحرارة مْ	رقم المخروط	درجة الحرارة مْ
٠٢٢	٦٠٥ مْ	٠٨	٩٦٥	٧	١٢٧٠
٠٢١	٦٥٠	٠٧	٩٧٥	٨	١٢٩٥
٠٢٠	٦٧٥	٠٦	٩٩٥	٩	١٣١٥
٠٢٩	٦٩٥	٠٥	١٠١٠	١٠	١٣٣٠
٠١٨	٧١٥	٠٤	١٠٥٥	١١	١٣٥٠
٠١٧	٧٣٥	٠٣	١٠٧٠	١٢	١٣٧٠
٠١٦	٧٦٠	٠٢	١١٠٠	١٣	١٣٩٥
٠١٥	٧٨٥	٠١	١١٢٥	١٤	١٤١٠
٠١٤	٨١٥	١	١١٤٥	١٥	١٤٤٠
٠١٣	٨٤٥	٢	١١٦٥	١٦	١٤٧٠
٠١٢	٨٩٠	٣	١١٨٥	١٧	١٥٠٠
٠١١	٩٠٠	٤	١٢٢٠	١٨	١٥٢٠
٠١٠	٩٢٥	٥	١٢٣٠	١٩	١٥٤٠
٠٩	٩٤٠	٦	١٢٦٠	٢٠	١٥٦٠
٢٦	١٥٨٠	٣٢	--	٣٧	١٨٣٠
٢٧	١٦٠٠	٣٢	١٧٢٠	٣٨	١٨٦٠
٢٧ ٢/١	١٦٢٠	٣٣	--	٣٩	١٨٨٠
٢٨	١٦٤٠	٣٣ ٢/١	١٧٤٠	٤٠	١٩٠٠
٢٩	١٦٦٠	٣٤	١٧٦٠	٤١	١٩٤٠
٣٠	١٦٨٠	٣٥	١٧٨٠	٤٢	١٩٨٠
٣١	١٧٠٠	٣٦	١٨٠٠		

و – مقاومة الصدمات الحرارية :

وتحدد هذه الخاصية استخدامات كل نوع من الحراريات فمثلا حراريات السيليكا لهـا مقاومـة منخفضة لا تزيد عن ٥ دورات تسخين بعدها ينهار الطوب الحرارى المصنوع من السـيليكا لـذلك يستخدم فى أفران الكوك التى تعمل ليلاً ونهاراً بدون توقف وكذلك أفران الزجاج .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

وفيما يلى بيان بأنواع الحراريات ومقاومتها للتصدع الحرارى :

حراريات السيليكا لا يزيد عن ٥ دوره

حراريات الطين النارى ٢٨ % الومينا ١٨ دوره

حراريات الطين النارى الألومينى ٣٥ % ألومينا ٢٠ دوره

حراريات الالومينا العالية ٦٠ % ٢٥ دوره

٧٠ % ١٧ دوره

٨٠ % ١٩ دوره

حراريات المحنزيت ١٩ – ٢٤ دوره

حراريات الكورديريت ٣٢ دوره

والجدول التالى يبين معظم الحراريات الهامة وخواصها الطبيعية

أنواع الحراريات	مقاومة التهشم	الكثافة	التصدع الحرارى	المقاومة الحرارية
حراريات السيليكا	٢٠٠ كجم / سم٢	٢,١ جم /سم٣	٣ دورة	مخروط ٢٨
حراريات نصف سيليكا	٤٠٠ كجم / سم٢	١,٩	١٨	٢٦
حراريات طين نارى	٤٥٠ كجم / سم٢	٢,١	٢٠	٢٨
			٢٠	٣٠
حراريات الومينا ٦٠ %	٥٠٠ كجم / سم٢	٢,٣	٢٥	٣٢
٧٠ %	٤٥٠ كجم / سم٢	٢,٧	١٩	٣٧
٨٠ %	٥٥٠ كجم / سم٢	٢,٩	٢٠	٣٨
حراريات عازلة ١ جم / سم٣	٥٠ كجم / سم٢	١	-	٢٠
٠,٧جم / سم٣	٢٥ كجم / سم٢	٠,٧	-	٢٢
حراريات مجنزيت	٥٠٠ كجم / سم٢	٣,١ - ٣,٢	١٨	٤٠ – ٤٢
حراريات كورديريت	٤٥٠ كجم / سم٢	٢,٣	٣٥	٢٢- ٢٣

تأثير الشوائب على الحراريات :

أ – تتأثر حراريات الألومينا عموماً بنسبة أكسيد الحديديك بها فهو يؤدى إلى خفض المقاومة الحرارية بنسبة عالية ويؤدى إلى إنخفاض جودة الحراريات .

ب – تتأثر حراريات المجنزيت بوجود نسب عالية من أكسيد الكالسيوم والسيليكا فتؤدى إلى خفض درجة المقاومة الحرارية أما الألومينا فتزيد من مقاومتها الحرارية وأكسيد الحديد بخفض من مقاومتها الحرارية العالية .

ج – وتتأثر معظم الحراريات بشوائب الفلسبار ويعد من أخطر الشوائب عند صناعة الحراريات فهو مادة صهارة يؤدى إلى خفض المقاومة الحرارية .

٢ــ الشروط الواجب توافرها فى الأجسام الحرارية

تختلف صناعة الحراريات عن صناعة السيراميك والخزفيات إختلافاً جوهرياً بالرغم من دخول كثير من الخامات المشتركة فى الصناعات المذكورة إلا أن صناعة الحراريات على سبيل المثال لا تستخدم خام الفلسبار أو أى مصهرات أخرى الذى يغلب على صناعة الخزف ويدخل فى كل خامات صناعة الخزف كمادة صهارة ومادة ملونة فى نفس الوقت والذى يكسب السيراميكيات اللون البنى الفاتح أو الطوبى كما أن الحراريات تختلف عن السيراميك والخزفيات فى أنها لا تغطى بطبقة من الطلاء الزجاجى (glaze) لأن هذه الطبقة درجة إنصهارها منخفضة لا تزيد عن ١٢٠٠ ْم لأن درجة الحرارة العالية تجعل الطلاء الزجاجى شبه منصهر إلى منصهر أثناء عملية الحريق وبذلك من الممكن أن تلصق المنتجات المراد حرقها فى الفرن مع فرش الفرن أو حرارياته .

فالطينات الحرارية يتم خلطها بنسب تعطى فى النهاية جسماً يقاوم درجات الحرارة العالية وأقل نوع من حراريات نصف سيليكا أو الطين النارى تحرق عند ١٢٥٠ ْ م بينما باقى الحراريات مثل السيليكا والألومنيا تزيد درجة الحرارة عن ذلك .

تحترق خلطات حراريات السيليكا عند درجة ١٤٥٠ ْ م وحراريات الألومينا عند نفس الدرجة تقريبا بينما حراريات المجنزيت القاعدية تحرق عند درجة حرارة لا تقل عن ١٦٠٠ ْ م وتتحمل ١٨٥٠ ْم .

والطينات الحرارية يضاف إليها جزء فى الخلطة سبق حرقه إما من الخامات مثل الكاولين بعد حرقه عند درجة حرارة ١٣٠٠ ْ م أو كسر حراريات سبق إنتاجها (جروج) وذلك لتحسين مواصفات الجسم الحرارى فى التجفيف والحريق حتى يقاوم التغير فى درجات الحرارة ويكون الهيكل العظمى للطوبة أو الأشكال الحرارية وتسمى هذه الإضافات المحروقة والمجروشة بحجم مختلف الجروج .

الجروج : Grog

يطلق على الخام المحروق مثل أجسام الكاولين فى صناعة حراريات الطين النارى الالـــومينى أو كسر الطوب من نفس النوع الذى يضاف للطينة الحرارية مكونا خلطة صناعة الحراريات اسم

الجروج وتصل نسبة الجروج فى الخلطات الحرارية إلى حوالى ٥٠ % مـــن وزن الخلطـــة التـــى تستخدم فى صناعة الحراريات ويطحن إلى أحجام تتراوح من صفر – ٣ مم .

والسؤال الآن لماذا يستخدم الجروج فى الحراريات ؟

ج- يستخدم الجروج فى الحراريات لأنه ينخفض بنسبة الإنكماش بعد الحريق للطينات الداخلة فـــى تركيب الجسم الحرارى والتى لا تقل عن ١٠ % فى كل الطينات إلى حوالى ١ % مما يعطى جسماً ثابت الأبعاد بعد الحريق وأيضا طوال مدة استخدامه فى مقاومة الحرارة فى الأفران التى تم بناءها من نوع الحراريات المطلوب لأنه من غير المسموح فى الأجسام الحرارية ان يحدث تـــزجج كامـــل ولكن يحدث بها تزجج جزئى لربط الحبيبات بعضها ببعض كرابطة سيراميكية لأن التزجج الكامـــل يشوه الجسم الحرارى ويتأثر بدرجات الحرارة المختلفة بالتمدد أو الإنكماش وهذان غير مطلـــوبين فى الحراريات حتى تقاوم التغير فى درجات الحرارة بين التبريد والتسخين فى الأفران المصـــنوعة من هذه الحراريات وإلا حدث أنهيار فيها وانفصلت عن بعضها بشروخ يصعب عمل حســـابها فـــى تصميم القطع الحرارية أو تصميم المبانى وبالرغم من تحديد الانكماش أو التمدد كما يحـــدث فـــى السيليكا ± ١ % يسهل مراعاته يترك فاصل تمدد فى بناء الأفران وعمل الفورم عند التشكيل .

وفيما يلى نموذج عن إعداد بعض خلطات الحراريات

١-حراريات الطين النارى :

٥٠ % جروج أو كسر طوب حرارى (٠-٣ مم)

٢٠ % اسوانلى (صفر -٣ مم)

٢٠ % طينة الكره (بودرة)

١٠ % كاولين (صفر – ٣ مم)

ثم تضاف المادة الرابطة

٢- حراريات الطين النارى الألومينى :

٥٠ % كسر طوب الومينى أو كاولين محروق (٠ – ٣ مم)

١٥ % طينة الكره خام (بودرة)

٣٥ % كاولين خام (بدون حريق) (صفر – ٣ مم)

ثم تضاف المادة الرابطة .

٣– حراريات الالومينا العالية

٦٣ % الومينا

– ٥٠% بوكسيت محروق (بدلاً من الجروج)

– ٤٠ % كاولين خام (صفر – ٣ مم)

– ١٠ % خام طينة الكرة (بودرة)

ثم تضاف المادة الرابطة

وقد أدخل البوكسيت المحروق فى الالومينا العالية لهدفين أولهما كمصدر لزيادة نسبة الألومينا وثانيهما لمنع الإنكماش

٥٠ % بوكسيت يحتوى على ٩٠ % الومينا = ٤٥ % الومينا

+ ٤٠ % كاولين يحتوى على ٣٨ % الومينا = ١٥ % الومينا

+ ١٠ % طينة الكرة يحتوى على ٣٠ % الومينا = ٣ % الومينا

إجمالى الخلطة يحتوى على ..... ٦٣ % الومينا

٤– حراريات المجنزيت :

فى هذه الحراريات تستورد الخامة محروقة تماماً عند درجة حرارة ١٧٥٠ ْم أى ليس بها قابلية لأى إنكماش .

لذلك فى حراريات المجنزيت لا يستخدم جروج إطلاقاً لأن الخام نفسه محروق كذلك فإنها تعتمد أساساً على الخام المحروق فقط ففى حالة تصنيع حرايات المجنزيت يستخدم ١٠٠ % من الخام ولكن بدرجات نعومة مختلفة كما يلى :

أـ حراريات الجنزيت (Mg)

٣٥ % خام مجنزيت من صفر – ٣ مم

٣٥ % خام مجنزيت من صفر – ٢ مم

٣٠ % خام مجنزيت بودرة (مطحون)

ثم تضاف المادة الرابطة

ب- حراريات المجنزيت كروم : (Mg.Cr)

- ٨٠% خام مجنزيت
  - ٤٠% من صفر –٣ مم
  - ٤٠ % من صفر –٢ مم

-٢٠% خام الكروميت (بودرة)

ثم تضاف المادة الرابطة

ج – حراريات الكرومجنزيت : (Cr – Mg)

٦٠% خام مجنزيت (متدرج الحبات) كما سبق

٤٠% خام كروميت
- ٢٠% من صفر – ١ مم
- ٢٠% بودرة .

ثم تضاف المادة الرابطة

وأنواع حراريات المجنزيت تمتاز بأن لا يحدث بها أى إنكماش لأن معظم مكونات الخلطة محروقة وتعتمد جودتها على حجم الحبيبات وضغط المكبس الهيدروليكى ثم درجة حرارة الحريق التى لا تقل عن ١٦٠٠ ْم .

خامات الحراريات

تنتج الحراريات فى مصر من خامات محلية فهى تعتمد على الطينات الحرارية الموجودة فى منطقة اسوان وهى طينات الاسوانلى والبليده وبولكلاى (طينة الكره) ، كذلك خام الكاولين ويتواجد بمنطقة كلابشة جنوب اسوان وكاولين سيناء ، هذا بالنسبة لحراريات الالومينا عموما ويستورد خام البوكسيت المحروق لاضافته فى انتاج الالومينا العالية .

أما بالنسبة لحراريات السيليكا فيستخدم خام الكوارتزيت من منطقة بضواحى القاهرة وحراريات المجنزيت يستورد لها خام المجنزيت المحروق من كوريا والصين حتى يتم تنفيذ مشروع استخراج المجنزيت من ماء البحر والتى تمت دراسته عام ١٩٧١ ، كذلك ما زالت دراسة مشروع استخراجها من منطقة جنوب اسوان كخام طبيعى جاريه . وتكون الطينات والسيليكا ما لا يقل عن ٧٥ % من القشرة الارضية وهى تتجدد بأستمرار نتيجة لعوامل التعرية وتتغير خواصها تغيراً كبيراً مما يؤثر على ليونة الطينات بأختلاف مناطق تواجدها ، وبذلك تتغير قابليتها للتشكيل من موقع إلى آخر وهى الخامة الاساسية لصناعة الحراريات وتنكمش الطينات عند تجفيفها ويزيد الانكماش عند الحريق . وهذه الخاصية الاساسية فى مشاكل المنتجات الحرارية فكانت سابقاً تعتمد على الخبره وعند تدخل العلم فى حل المشاكل الصناعية امكن إلى حد كبير دراسة اسرار هذه الخواص وتطويرها .



يمثل استخراج وتجهيز الكوارتزيت

الأصل الجيولوجى للطينات :

الطينات هى الناتج الطبيعى لعوامل التعرية لسطح (القشرة) الكرة الأرضية وحيث أن عوامل التعرية مستمرة فإن تكون الطينات مستمرة وفى العصور العابرة كانت الأرض عبارة عن كتلة منصهرة ومن المعلوم ان القشرة الأرضية طبقة رقيقة وهى الطبقة التى تجمدت بالتبريد لهذه الكتلة المنصهرة – وبينما كانت هذه الكتلة منصهرة انفصلت حسب الكثافات النوعية للمعادن الثقيلة إلى مركز هذه الكتلة ، مما أدى إلى تكون قشرة تقريباً متجانسة تجمدت بالتبريد وهى ما يطلق عليها حالياً الصخور النارية . إلا أن عوامل التعرية المتغيره غيرت من تركيب هذه الصخور المتجانس إلى الانواع المتباينة الاختلاف من الصخور والمعادن والطينات الموجودة حالياً وعلى عمق قد يصل إلى بعض آلاف الامتار و تتركب الارض من طبقة الباذلت يصل عمقها إلى مئات الاميال .

ومن غير المتأكد طبيعة الطبقة وان كانت أثقل عن سابقتها واكثر حرارة ومن المحتمل أن يتركز فى المركز الحديد والكوبالت ، ومتوسط تركيب الصخور النارية للقشرة الارضية هو :

سيليكا	٥٩,١٤ %
الومينا	١٥,٣٤ %
أكاسيد حديد	٦,٨٨ %
أكسيد كالسيوم	٥,٠٨ %
أكسيد صوديوم	٣,٨٤ %
أكسيد مغنيسيوم	٣,٤٩ %
أكسيد بوتاسيوم	٣,١٣ %
مـــــاء	١,١٥ %
أكسيد تيتانيوم	١ ,٠٥ %
المجموع	٩٩,١ %
مواد أخرى	٠,٩ %
المجموع الكلى	١٠٠,٠٠ %

ومن الغريب أن عدد بسيط من الأكاسيد يكون حوالى ٧٥ % من القشرة الارضية وهى أكاسيد السيليكون (سيليكا) والالومينا وهما الأكسيدان الاساسيان فى الطينات . وكل هذه الأكاسيد تكون المعادن الارضية الأساسية للقشرة الأرضية التى أمكن إجراء متوسط تركيبى لها كالآتى:

فلسبار	٥٩,٥ %
مجموعة الحديد والمغنسيوم	١٦,٨ %
كوارتز	١٢,٠ %

بيوتيت	% ١,٥
باقى المعادن	% ٦,٤
المجموع	% ١٠٠,٠

والملاحظ أن الفلسبار هو المكون الأساسى للقشرة وهو المسئول عن تكون الطينات بعوامل التعرية كما يتضح فيما بعد فبعد برودة القشرة الارضية تعرضت للاحتكاك بالغازات والهواء وتكثفت المياه وتكونت البحار والمحيطات والانهار ويعتبر الماء هو العامل الاساسى فى تغيير تركيب القشرة الأرضية . فمن المعروف أن المعادن والصخور لا تذوب فى الماء ولكن على مرور ملايين السنين اذابت المياه بعض هذه الصخور وتغير تركيب القشرة الارضية ، ويستمر التغيير بأستمرار فلم يقتصر التغيير على ذوبانيه المياه ولكنه أيضاً عليها كعامل ناقل لهذه المركبات من السطوح المعرضة لها .

الكاولينت والتركيب الجزئى للطينات :

يطلق على تحول الفلسبار إلى طينات عملية التكولن فنتيجة لتاثير الماء على الفلسبار والعوامل الطبيعية يتحول الفلسبار إلى معدن الكاولينت وهو المركب الاساسى للطينات ويعبر عن الجزء من الطينات بالتركيب الجزئى للكاولينت .

وهذا التركيب عبارة عن نسبة بين الأكاسيد بالوزن الجزئى وليست نسبة وزنيه فيقال أن جزئى من الالومينا متحد مع جزئين من السيليكا وجزئين من الماء ويرمز للطينة (سيليكات الالومنيوم المائية) بالرمز الكيماوى ($Al_2O_3 . 2SiO_2 . ٢H_2O$).

ويفسر تاثير الماء على تحول الفلسبار بالمعادلة التالية .

حرارة

فلسبار + ماء ⟵ الكاولينت + سيليكات بوتاسيوم أو صوديوم + سيليكا

ومن دراسة هذا التفاعل يمكن تفسير الخواص الطبيعية والكيماوية للطينة فنتيجة لتحول جزئى الفلسبار هو تكوين الكاولينت وهو المعدن الاساسى للطينات وتغسل المياه معها سيليكات البوتاسيوم أو الصوديوم حسب تركيب الفلسبار وقد يتبقى جزء من السيليكا الحره مع الطينة المتكونة كما ينقل جزء منها مع المياه .

ونتيجة لهذا التفاعل ايضاً تقسم الطينات إلى :

أ – طينة أولية . ب – طينة ثانوية .

أــ الطينة الأولية

هى الطينة التى تكونت نتيجة تحلل الفلسبار وظلت على الصخور الفلسبارية الأولى ولم تجرفها المياه – لذلك تتميز هذه الطينات بالآتى :

١. حجم حبيباتها كبير وقليلة اللدونه .
٢. نقية وذلك لعدم اختلاطها بالشوائب لعدم انتقالها مع الماء .
٣. بيضاء اللون قبل الحريق .
٤. عدم احتوائها على المواد العضوية .
٥. تحتوى على سيليكا حره وسيليكا متحده نتيجة لعدم انتقالها مع المياه وهما السبب المباشر لانخفاض لدونة هذه الطينات .
٦. ويعتبر الكاولين من نوع الطينة الاولية أى أن الأساس الفلسبار وتحوله إلى طينات أما أولية وهى الطينات التى لم تنتقل من مكان تكونها ويطلق عليها الكاولين .

الطينة الثانوية

وهى التى انتقلت بفعل الماء والتيارات وتلوثت بالشوائب فهى الطينة أو الطفلة وقد تأثرت بالماء وتغيرت خواصها عن الطينة الاولية فهى تتميز نتيجة لتفتتها بالماء بالآتى :

١. حبيباتها دقيقة .
٢. ذات لدونه عاليه (لنعومه حبيباتها) .
٣. احتوائها على شوائب عضويه تزيد من لدونتها .
٤. تحتوى على سيليكا غرويه تزيد من لدونتها .
٥. الشوائب المعدنية وخاصه الحديديه تعطيها اللون الاحمر بعد الحريق .

خواص الطينة وتأثيرها على المنتجات :

الشروط الواجب توافرها فى خواص الطينة :

المنتجات من الحراريات تتوقف خواصها النهائية اساسا على الخامه المستخدمه وهذه الخواص بعضها طبيعى وبعضها كيماوى وفيما يلى تأثير هذه الخواص على المنتجات .

أ – التوزيع الحبيبى (حجم الحبيبات) :

تأتى اهميه التوزيع الحبيبى وحجم الحبيبات للطينه من انها تحدد مسامية الجسم ولدونته ات اثناء التشكيل وبالتالى قابلية التشكيل وتحديد الطرق المناسبه للتشكيل السليم للأجسام . فكلما صغر حجم حبيبات الطينه وزادت نعومتها ويتضح ذلك من ملمسها كلما قلت مساميه الجسم المحروق وزادت لدونتها وقابليتها للتشكيل وهى خضراء (مبتله قبل الحريق) .

وعلى العكس المتوقع فنتيجه للنعومه الزائدة يكون الجسم الناتج اقل تماسكا من الجسم المكون من خلطه من الطينات ذات مجال كبير من حجم الحبيبات من الناعم فالمتوسط فالخشن فتدرج الحبيبات يساعد على التعشيق بين الحبيبات وبعضها ويؤدى إلى تكون جسم متماسك اثناء التجفيف ثم الحريق لاعطاء المسامية المطلوبه فالتوزيع الحبيبى يؤدى الى جسم محروق ذو نسبه انكماش اقل وقوه تهشم عاليه ومساميه متوسطه ففى صناعه الحراريات يلزم زيادة النسبه من الحجوم الخشنه لتعطى اجسام ذات هيكل ميكانيكى قوى . بينما صناعة الصينى والحزف والفخار تحتاج الى نسبه عالية من الحجوم الناعمة وذلك لخفض مساميه الجسم الناتج . ونتيجة لحجم الحبيبات تتقرر طريقه التشكيل المناسبة وكميه المياه اللازمه .

ففى صناعة الحراريات يلزم نسبه عالية من الحبيبات الخشنة وهذه تعطى لدونه اقل فى الاجسام الخضراء ويتغلب على ذلك فى التشكيل بالكبس الآلى بينما الحبيبات الناعمة تعطى لدونه عاليه تساعد على التشكيل بالطرق العادية مثل الصب أو التشكيل اليدوى .. ألخ .

ب – الصلابة :

تنعكس صلابة الطينة المستخدمة على صلابة الجسم كما أنها تحدد التكسير والطحن ومعداته اللازمة للحصول على الحجوم المطلوبة للحبيبات ، فالكوارتزيت اشد صلابة من الطينات والكاولينا اشد صلابة من الطفلة ، لذلك تختلف معدات الطحن لهذ الخامات عن بعضها .

ج – الشوائب :

تؤثر الشوائب المقترنة بالخامات على كل خصائص المنتجات فمنها ما يؤثر على لون المنتج ومنها ما يؤثر على مساميته – كما أن كثيراً منها يؤثر على لدونتها وقابليتها للتشكيل ، ويمكن بيان هذه الشوائب الآساسية وتأثيرها كما يلى :

١ – أكاسيد الحديد والتيتانيوم :

أحتواء الطينة على هذه الاكاسيد يحدد مدى صلاحيتها للاستخدام ، ففى صناعة المنتجات البيضاء سواء فى الحراريات أو الصينى يشترط أن يكون الجسم بعد الحريق الأولى ناصع البياض ، وهذه الأكاسيد تترك بقع ملونة بالجسم وعلى عكس ذلك صناعة الأسمنت فأن وجود أكسيد الحديد

يعتبر ذو أهمية خاصة لأنه يقوم بدور الماده الصهارة وبالتالى يخفض درجة الحرارة اللازمة لتكون الكلانكر .

٢ – الفلسبار :

الفلسبار على قدر اعتباره من الشوائب المرغوب فيها فى بعض المنتجات ويضاف للخلطة الاساسية كمادة صهارة فى صناعة البلاط السيراميك فهو يساعد على الوصول إلى الحريق عند درجات حرارة منخفضة ويكون الجسم نصف المزجج الذى يؤدى إلى أنخفاض مسامية هذه المنتجات ، إلا أنه من الشوائب الضاره فى صناعة الحراريات ، وذلك لانها المنتجات المطلوب تحملها لدرجة الحرارة العالية ، بينما الفلسبار من المواد الصهارة فهو يؤدى إلى تشوه المنتجات من الطوب والاشكال الهندسية أثناء الحريق نتيجة لانخفاض درجة الحرارة التى يبدأ عندها الانصهار لمكونات الطوبة لتكون مخلوط ميكانيكى مع مركبات الطينة ينصهر فى درجة حرارة أقل من درجة انصهار أى أكسيد من الأكاسيد المكونة للخلطة .

٣ – المواد العضوية :

قد يعطى وجود المواد العضوية كشوائب بالطينة اللون الرمادى المائل للاخضرار مما قد يصرف النظر عن استخدمها ، ولكن فى الحقيقة هذه الألوان إن كانت ذات أصل عضوى ففى الغالب يذول تأثيرها بمجرد الحريق وتكتسب الطينة اللون الأبيض حيث تحترق المواد العضوية إلى ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء إذا توفر الأكسجين ودرجة الحرارة اللازمة .

فمثلاً طين الكره الانجليزى والذى يقابله فى الخامات المصرية طينة الملقطة لونها مخضر ويتحول لونها إلى الأبيض الناصع بمجرد حرقها والعكس يحدث فى حالة الكاولين ، فمثلاً قد تكون خامة الكاولين بيضاء وبعد حرقها يصبح لونها مائل للإصفرار أو الأحمر وذلك لأن خامة الكاولين المصرى عادة تحتوى على نسبة محددة من الحديد تتراوح بين ٤/٢,٥% ويتأكد هذا الحديد عند درجة ٦٠٠ مْ إلى أكسيد الحديديك الأحمر وعلى ذلك فلون الطينة قبل الحريق قد يكون خادعا لذلك يجب الاعتماد على التحليل الكيماوى للطينة إلى أكاسيد وهى فى العادة ثانى أكسيد السيليكون ، أكسيد الألومينيوم ، أكسيد الحديد ، أكسيد التيتانيوم ، أكسيد المغنسيوم ، أكسيد الكالسيوم والأكاسيد القلوية الأخرى . هذا بعد طرد الماء بعملية التجفيف عند ١٠٠٠ ْ م قبل إجراء التحاليل الكيماوية .

د – قابلية التشكيل : (اللدونة)

تؤثر عدة عوامل وخواص الطينة على قابليتها للتشكيل ومن أهم هذه الخواص اللدونة .

اللدونة:

هى قابلية المادة للتشكيل تحت تأثير الضغط الميكانيكى بدون أن تفقد قوة ترابطهـا وتحـتفظ بشكلها الجديد بعد زوال المؤثر ، وهذه الخاصية عكس المرونة وهى قابلية الماده للرجوع لشـكلها الأول قبل التشكيل بعد زوال المؤثر ، ومن أمثال الطينات اللدنة طينة الكـره ومناجمهـا بـانجلترا وطينة البنتونيت ومناجمها بأمريكا والمقابل لهذه الطينات اللدنة من الخامات المصرية هـى طينـة طينة الكرة ، إلا أنها ذات لدونة أقل من مثيلاتها المذكورتين . والطينة فى حد ذاتهـا مـن جميـع الأنواع لا تظهر لدونتها إلا بعد إضافة الماء إليها وعجنها .

كذلك قوة الضغط للطينات ولزوجتها والكثافة وقوة الالتصاق وتختبر قابليـة التشـكيل عمومـا بإضافة الماء بالتدريج إلى الطينة وعجنها بين الاصابع وملاحظة لدونة الطينة الناشئة . وهى تعطى للطينة ملمس صابونى وهذه الأشياء تعرف بالخبرة الطويلة إلا أنه الآن توجد طرق اختبار اللدونة والخصائص الأخرى .

وقابلية التشكيل مرتبطة بقوة التماسك فى الطينة وحجم الحبيبات للخلطـة المجهـزة للتشـكيل وتتغير هذه الصفات والخواص إذا حدث تغير فى التركيب أو نسبة المعدن الموجود فى الطينـة أو الطينات المكونة للخلطة عند التشغيل تكون الطينة بعد إضافة الماء

خواص الطينات الحرارية

فيما يلى نوضح أنواع الطينات الحرارية المحلية والطينات الحرارية المستوردة مثل المجنزيـت والبوكسيت أما المحلية فهى الكاولين والبولكلاى والأسوانلى والبانتونيت والكوارتزيت .

أنواع الطينات :

تختلف نقاوة الطينات بأختلاف أماكن تواجدها وتختلف استخداماتها حسب خواصها وفيما يلـى أنواع الطينات الشائعة وخواصها .

أولا : خامات الحراريات المحلية

١ – الكاولين :

الكاولين من الطينات الأولية ، لذلك لا تحتوى على شوائب لتكونها ولبقائها فى أماكن تحولهـا من فلسبار إلى كاولين دون انتقال ، لذلك توجد على هيئة جيوب ولا يحتـوى علـى الشـوائب إلا الأساسية فى الطينات وهو أكسيد الحديد ، وعندما يحرق الكاولين يعطى أجسـاماً بيضـاء ، لـذلك يدخل فى صناعة المنتجات الخزفية البيضـاء ، كـذلك كـان أسـاس صـناعة الأدوات المنزليـة

(البورسلين)واسم الكاولين اسم جبل بالصين ، وقد سبقت الصين أوربا بحوالى ١٢٠٠ سنة فى أكتشاف واستخدام الكاولينات .

والكاولين ذو حبيبات خشنة (كبيرة) لذلك لا يتميز باللدونة مثل معظم الطينات وتوجد الكاولينات بأوربا وانجلترا وشرق أمريكا بكميات كبيرة ، كما هو اساساً يتواجد بأسيا وأفريقيا ومناطق متناثره بباقى القارات .

ويلازم الكاولينات الصخور الاساسية الفلسبار والكوارتز . ويقارب الكاولين فى تركيبه الجزئى الكاولينيت ، ونظراً لكبر حجم الحبيبات فانكماش الكاولين أقل من باقى الطينات لانخفاض لدونته قلما يستخدم فى التشكيل كما هو بل يضاف إليه الطينات التى تعوض نقص خواص اللدونة والكاولين طينة مقاومة للحرارة ولا تنصهر إلا فى درجات حرارة عالية تعلو ١٨٠٠ ْم .

الكاولين المصرى :

لا يقل الكاولين المصرى عن الكاولينات المذكورة فى مقاومته للحرارة وإعطائه أجسام بيضاء بعد الحريق إلا أنه يحتوى على نسبة صغيرة من أكسيد الحديد لا تتعدى ٣.٥ % تقريباً ويستخدم الكاولين المستخرج من سيناء أو منطقة كلابشة جنوب أسوان فى إنتاج حراريات الطوب النارى والعالى الالومينا فى شركات الحراريات ، ويبين التحليل الكيماوى التالى مكونات الكاولين المصرى :

المكونات	النسبة المئوية
نسبة الرطوبة	١ – ٢ %
الفقد بالحرارة	١٢ – ١٣ %
ثانى أكسيد السيليكون	٤٤ – ٤٧ %
أكسيد الالومنيوم والتيتانيوم	٣٧ – ٤١.٥ %
أكسيد الحديد	١ – ٣.٥ %
أكسيد الكالسيوم	١ – ١.٥ %
أكاسيد أخرى	١ – ٠.٥ %

٢-طينة الكرة :

توجد اصلا بانجلترا وسميت بهذا الاسم نظراً لأنها تأخذ شكل الكره بعد عمليات الاستخراج من المناجم وعمليات التنقية ويتراوح وزن الكره من ٣٠ – ٤٠ رطلا وقطرها يتراوح من ٨ – ١٠ بوصات وبالطبع يطحن بعد ذلك للاستخدام .

وطينة الكره أقل نقاوه من الكاولين واستخدامها محدود وتستخدم فى صناعة السيراميك للأسباب الآتية :

أ- تزيد من قابلية التشكيل عند استخدامها كماده رابطة لتميزها بلدونة عالية .

ب- تزيد من تماسك الجسم وقوته قبل الحريق وأثناء الجفاف مما يسهل عمليات النقل دون حدوث تلفيات أو نسبة كسر عالية .

ج- نظراً لوجود نسبة شوائب عالية فهى تعمل كمادة صهارة وتخفض من درجة حرارة الانصهار وتزيد من درجة التزجج للجسم بعد الحريق .

د- تستخدم فى الخلطات التى تشكل بطريقة الصب .

٣- طينة البانتونيت :

تمتاز بأعلى درجة لدونة بين الطينات المختلفة وهى من سيليكات الالومنيوم المائية ولكن يختلف تركيبها عن جزئى الكاولينيت ومعدنها فى الطبيعة هو المونتمورينيت وتركيبه الجزئى ويتميز البنتونيت عن أنواع الطينات اللدونة بأنه ينتفخ بالماء ويستخدم فى صناعة السيراميك ويضاف فقط بنسبة محدودة لزيادة لدونة الخلطة بدلاً من طينة الكرة ، فنسبة ٠.٢ % بنتونيت تعادل ١٠ % من طينة الكره وبالرغم من احتواء البنتونيت على حوالى ٨ % أكسيد حديد إلا أنه بالنسبة الضئيلة لا يؤثر على الوان المنتجات بعد الحريق ولا يستخدم طينات معدن المونتمورلينت فى الحراريات لعدم تحمل درجة الحرارة العالية ونسبة انكماشها عالية ويوجد خام البنتونيت بالفيوم .

٤ – الأسوانلى :

وهو من الطينات النارية ويدخل فى صناعة معظم أنواع الحراريات النارية الالومينى من المنتجات المصرية لما يتميز به من لدونه وتحمل لدرجة الحرارة ، فالطينات النارية هى التى لا تنصهر قبل ١٥٠٠ ْم ويحتوى على شوائب أكسيد الحديد بنسبة عالية فتصل إلى حوالى ٨ % فى اسوء أنواعه ، ويستخدم فى خلطات مع البوكسيت لانتاج حراريات الالومينا العالية وينظف الخام

إلى أسوانلى أبيض للمنتجات البيضاء ، غير أنه لا يعطى بعد الحريق غير اللون البيج الفاتح بالرغم من إنخفاض نسبة الحديد حتى ٢.٥ % .

أما الاسوانلى العادى يستخدم فى إنتاج الحراريات نصف السيليكا والتحليل الكيماوى التالى يحدد متوسط التركيب للطينة الأسوانلى :

نسبة الرطوبة	٢ – ٢.٥ %
نسبة الفقد بالحرارة	٩ – ١٠.٥ %
ثانى أكسيد السيليكون	٤٧ – ٥٣.٥ %
أكسيد الالومنيوم والتيتانيوم	٢٩ – ٣٠.٥ %
أكسيد الحديد	٤.٥ – ٨ %
أكسيد الكالسيوم	٠.٣ – ١.٨ %
أكاسيد أخرى	٠.٥ – ١ %

وتستخرج الطينة المذكورة من مناجمها بأسوان .

٥ – طينة البليده :

وتستخرج من منطقة البليده بأسوان وتنخفض بها نسبة الالومينا إلى حوالى ٢٥ % وتعتبر من الطينات الارضية المنخفضة القيمة إلا أنها تقاوم درجات الحرارة العالية وتنخفض بها نسبة الحديد فلا تزيد عن حوالى ٢ % وتستخدم الطينة فى صناعة الحراريات العادية (نصف السيليكا) لارتفاع نسبة السيليكا وتشكل بالطريقة اللدنه ، وتتميز بنسبة انكماش عالية ويبين التحليل التالى متوسط تركيب الطينة :

الرطوبة	٠.٥ – ٠.٧ %
الفقد بالحرارة	٧.٥ – ٨ %
السيليكا	٦٣.٥ – ٦٨ %
أكسيد الالومنيوم والتيتانيوم	٢١ – ٢٥ %
أكسيد الحديد	١.٥ – ٢ %

ولا تستخدم طينة البليده فى صناعة الطوب الحرارى على حده بل تختلط مع طينة عالية اللدونة نسبياً بعد طحنها ناعمة فهى لا تتفتت بالماء مثل الطينة الاسوانلى ، وذلك لانخفاض لدونتها وتتميز الطينة بارتفاع مقاومتها للحرارة فلا تنصهر أقل من مخروط رقم ٢٨ .

٦- طينة الملقطة :

وتسمى طينة الملقطة (نسبة إلى منطقة استخراجها بأسوان) هى طينة الكرة المصرية وذلك لما تتميز به من لدونة عالية وانخفاض نسبة أكسيد الحديد التى لا يزيد عن حوالى ٣ % وتتميز عن طينة الانجليزى لتحملها لدرجات الحرارة العالية ، فدرجة حرارة بدء الانصهار لا تقل عن مخروط سيجركون ٢٨ ، وتتفكك بالماء ، لذلك تستخدم فى خلطات مع الطينات غير اللدنة مثل الكاولينات أو البوكسيت لتساعد على قابليته للتشكيل والتحليل الكيماوى التالى يحدد متوسط مكونات هذه الطينة :

الرطوبة	٠.٤ – ٠.٥ %
الفقد بالحرارة	١٠ – ١٢ %
السيليكا	٥١ – ٥٤ %
أكسيد الالومنيوم والتيتانيوم	٢٩ – ٣٣.٥ %
أكسيد الحديد	٢.٥ – ٣.٣ %
أكسيد الكالسيوم	٠.٤ – ٢ %
أكاسيد أخرى	٠.٥ – ١ %

٧- السيليمينيت :

وتوجد طينة السليمنايت فى مناجم الذهب بأنجلترا ويطلق عليها ذهب الطينة (أحسن أنواع الطينات الحرارية) كما أنه يتكون أثناء حرق الكاولينيت .

الحرارة

$$Al_2O_3 . 2SiO2 . 2H_2O_3 \text{ ------ } Al_2O_2 . 25iO_2$$

(سليمنايت) (الكاولين)

وبزيادة درجة الحرارة يتحول إلى موليت .

ويتحمل السليمنايت درجة الحرارة حتى ١٥٤٥ ْم ويتميز كمادة حرارية بالآتى :

١- درجة حرارة انصهاره عالية حتى ١٨٠٠ ْم وهو ثابت حتى درجة الليونة .

٢- له معامل تمدد صغير جداً حتى ٠.٠٠٠٠٠٤٥ ع لذلك يقاوم التغيرات الحرارية والصدمات الحرارية

٣- ليس له تغير حجمى .

٤- متعادل التفاعل .

٥- يتحمل التآكل بالبرى .

٦- يتحمل جو الأفران المؤكسد والمختزل .

٧- يستخدم فى إنتاج الطوب الحرارى والبوادى والبلوكات وانابيب الاحتراق والبيرومترات الحرارية

خامات السيليكا

كما اشرنا فى تكوين الخامات فى الطبيعة فأن معدن السيليكا يمثل حوالى ٧٥ % من القشرة الأرضية والمركب الكيماوى الأساسى لكل خامات السيليكا هو ثانى أكسيد السيليكون وتزداد نسبته فى الخامة بزيادة نقاوتها وهى توجد فى عدة صور طبيعية :

١- صوره متبلره .

٢- صوره متبلره مستتره .

٣- صوره غير بللورية .

وتوجد خامات السيليكا فى الطبيعة كمعادن بالاسماء الشائعة المعروفة وهو حجر الكوارتز والكوارتزيت والحجر الرملى والصوان ... إلخ

وتختلف فيما بينها فى الشكل البللورى والمادة الرابطة بينها .

١- الكوارتز : عبارة عن سيليكا غير متبلرة كمادة رابطة للبلورات .

٢- الجانستر : سيليكا متبلرة بها طينة كمادة رابطة للبلورات .

٣- الحجر الرملى : سيليكا متبلرة تحتوى على طينة كمادة رابطة للبلورات .

٤- الصوان : تحتوى على شوائب تختلف حسب المكان وأساسا على الشوائب مواد كربونية التى تعطيه اللون الرصاصى .

٥-الرمل : يحتوى على شوائب تختلف حسب المكان وربما تكون تلك الشوائب مواد كربونية أو طينية والرمل مصدره الحجر الرملى الذى يتفتت نتيجة للعوامل الطبيعية إلى بلورات صغيرة وهذه بدورها

تتحول إلى حبيبات ذات استداره ، أى أنه لا يصبح لها زوايا أو نتوءات ، وهذه الاستدارة تقلل مقابلة الرمل للتفاعلات ، لذلك يجعل تماسكه ضعيفاً فلا يستخدم فى صناعة الحراريات .

٦-خامات السيليكا : مادة غير لدنة ومن خواصها اكساب الجسم المحروق صلابة وقوة ومقاومة للخدش والخبث .

تحول الكوارتز عند الحريق :

ينتج عند حريق خامات السيليكا تحولات طبيعية فى النظام البللورى فى درجات الحرارة المختلفة وهذا التحول يصحبه تغيير فى التمدد الحجمى ويمكن التعبير عن ذلك بالآتى :

يتحول الكوارتز عند درجة ٥٧٣ ْم من كوارتز (أ) إلى كوارتز (ب) والذى يتحول بدوره إلى شكل بللورى جديد يسمى تريديميت عند درجة حرارة ٨٧٣ ْم وفى المرحلة الأولى يحدث تمدد والمرحلة الثانية تقل التمدد كلما زادت درجة الحرارة حتى ١٤٧٠ ْم حيث الشكل البللورى يكونا تريديميت + كريستوباليت ويصبح طوب السيليكا ناضجة وسوف نذكر ذلك عند شرح إنتاج حراريات السيليكا .

خام الكروم (الكروميت) :

هو خام يحتوى على أكسيد الكروم بنسبة حوالى ٤٠ % والباقى أكاسيد حديد ومجنزيت وسيليكا ويوجد بالصحراء الشرقية فى مناطق محدودة ويستخدم إلى جانب خام المجنزيت لإنتاج أنواع حراريات ذات صفات محسنة لتحملها الصدمات الحرارية

وهى حراريات :

أ – حراريات المجنزيت كروم : وفيها أكسيد المغنسيوم لا يقل عن ٧٠ % .

ب – حراريات الكروم مجنزيت : وفيها أكسيد الكروم حوالى ٢٥ % كما يمكن تصنيع حراريات متعادلة من خام الكروم إذا كان نقياً وتصل فيه نسبة أكسيد الكروم ٦٠ % وفيما يلى التحليل الكيماوى لخام الكروم المصرى .

الرطوبة	٠.٢ – ٠.٥ %
الفقد بالحرارة	٢.٢٥ – ٥ %
السيليكا	٨ – ١٥ %
الالومينا	١١ – ٢٠ %

أكسيد الحديد	٩ – ١٢ %
أكسيد الكالسيوم	٠.٥ – ١.٥ %
أكسيد الكروم	٣٥ – ٤٢ %
أكسيد المغنسيوم	١٤ – ١٩ %

وتتميز حراريات الكروم باللون البنى الداكن وتمتص التغيرات الناتجة عن تغير درجات الحرارة وتحسن مواصفات حراريات المجنزيت ليصير مقاوماً للصدمات الحرارية .

خام الدولوميت :

هو خامة طبيعية محلية توجد بجبال عتاقة بالسويس ويجهز منها مركب يحتوى على أكسيد الكالسيوم وأكسيد المغنسيوم بنسبة جزئ واحد إلى جزئ واحد من كل منهما وذلك بعد كلسنة الخام المورد من المحاجر والذى يتركب من كربونات كل من الكالسيوم والمغنسيوم ويفقد الخام حوالى ٤٠ % من وزنه على هيئة ثانى أكسيد الكربون وبعد الكلسنة يصبح الناتج شرهاً للرطوبة مثل أكسيد الكالسيوم (الجير الحى) لذلك يغمر فى مصهور القار (الزفت) للتغطية المسام خوفاً من أمتصاص الماء من بخار الماء الجوى والتميؤ وفقد خاصية استخدامه كخام للحراريات فى صناعة الحديد والصلب كما يستخدم أيضاً بعد خلطه مع خام المجنزيت لانتاج نوع من الحراريات القاعدية تسمى حراريات الدولوميت / مجنزيت ويستخدم كبطانة فى خلاطات الصلب فى مصانع الحديد والصلب وفيما يلى التحليل الكيماوى لخام الدولوميت .

الفقد بالحرارة	٤٦.٤%
السيليكا	٠.٥ – ١ %
الالومينا	١.٥ %
أكسيد الحديد	٠.٥ – ٠.٧ %
أكسيد الكالسيوم	٣٤.٢ %
أكسيد المغنسيوم	١٧.٦ %

ثانياً : الخامات المستوردة لصناعة الحراريات :

من أهم الخامات المستوردة لصناعة الحراريات فى مصر هى :

١-خامات المجنزيت :

يستورد من الصين أو النمسا وتركيا .. إلخ ويستورد على هيئة أكسيد مغنسيوم محروق تماما (Dead bumed) وتوجد كميات من خام المجنزيت على هيئة كربونات مغنسيوم بالسودان وتتم فى عملية الحريق لطرد ثانى أكسيد الكربون الذى يمثل حوالى ٥٠ % من وزن الكربونات التى تتحول إلى أكسيد مغنسيوم مع شوائب الحديد والسيليكا والكالسيوم .

وحراريات المجنزيت تصنع من خامات متعددة التركيب فكل خام من أحد المصادر يختلف عن تركيبه الخام الآخر وفيما يلى متوسط تحليل الخام المحروقة .

نسبة الفقد بالحرارة	٠.٢ – ٠.٥ %
السيليكا	٢.٥ – ٣.٥ %
الالومينا	١ – ٢ %
أكسيد الكالسيوم	٢ – ٣ %
أكسيد الحديد	٣ – ٤ %
أكسيد المغنسيوم	٨٩ – ٩٢ %

وقد تقدمت الدول فى توفير خام المجنزيت الصناعى بدلاً من الموجود فى الطبيعة لزيادة الطلب على خام وإزدياد حجم الطلب وتصنع الخام الجديد من ماء البحر والملاحات ويصل تركيز الخام الجديد حتى ٩٨ % أكسيد مغنسيوم وينتج بتركيزات مختلفة ويكون ناصع البياض لخلوه من أكسيد الحديد والشوائب الأخرى .

ويحتاج الخام العالى الدرجة فى تركيز أكسيد المغنسيوم على إضافات لخفض درجة حرارة التصنيع لحراريات المجنزيت فيضاف أحياناً أكسيد الحديد وأحيانا أكسيد التيتانيوم فيمكن الإنتاج عند درجة حرارة ١٦٠٠ ْم أو أقل قليلاً بينما الخام النقى يحتاج إلى درجات حرارة تصل إلى ١٨٠٠ ْم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٢ – خام البوكسيت :

يستورد خام البوكسيت لاستخدامه مع الخامات المصرية فى حالة إنتاج حراريات الألومينا العالية أكثر من ٤٠ % الومينا وذلك لاحتواء على الالومينا بنسبة ٨٨ – ٩٠ % مما يساعد على عمل الخلطات المطلوبة لإنتاج حراريات ٥٢ % ، ٦٠ % ، ٧٠ % ، ٨٠ % الومينا للأفران ذات درجات الحرارة العالية وخاصة الأفران النفقية التى تنتج السيراميك والبورسلين والأدوات الصحية كذلك إفران إنتاج الحراريات نفسها ، وفيما يلى يلى التحليل الكيماوى للبوكسيت المستورد من الصين أو تركيا أو اليونان كذلك من غينا البريطانية .

وفيما يلى التحليل الكيماوى لخام البوكسيت المحروق (مكلسن)

الومينا (أكسيد الأمونيوم)	٨٨ – ٩٠ %
سيليكا	٥ – ٦ %
أكسيد حديد	١.٥ – ٢ %
أكاسيد أخرى	١.٥ – ٢.٥ %

ويمكن عمل خلطة من خام البوكسيت مع الملقطة والكاولين لإنتاج حراريات عالية الألومينا كما سيوضح لاحقاً .

وقد قام مركز تطوير الفلزات بعمل البحوث العلمية على الكاولين المصرى لزيادة نسبة الالومينا من ٣٨ % إلى أكثر من ٥٠ % لاستخدامه بدلاً من البوكسيت المستورد ويستخدم الكاولين المصرى حالياً ليس فقط فى صناعة الحراريات والسيراميك والخزفيات ولكن يستخدم إيضاً فى صناعة الأسمنت الأبيض بدلاً من الطفلة كما يستخدم فى صناعة الشبة (كبريتات الالومنيوم المائية) التى تستخدم فى تنقية مياه الشرب على مستوى الجمهورية بدلاً من الشبة المستورد .

٣ــ طرق الإعداد والتحضير والتجهيز للمكونات والإضافات المساعدة للمعاملات الحرارية

تطورت صناعة الحراريات كما حدث تطور فى كل الصناعات وظهرت منتجات جديدة غير التقليدية المعروفة المشكلة على هيئة طوب أو أشكال هندسية مختلفة بلوكات ومواسير وأقماع لصب المعادن وخلافه .

فظهرت حراريات غير مشكلة على هيئة مخاليط يتم تجهيزها فى المصانع ويطلق عليهـا لفـظ (Monolithics) وتعبأ جافة فى عبوات مثل (شكاير) الأسمنت ويفضل البلاستيك حالياً .

وتتميز هذه الحراريات بأن المستهلك يستخدم هذه الخلطات فـى ورشـته أو مصـنعه لعمـل الحراريات بالأشكال التى يريدها بعمل شابلونة من الخشب مثلما يتم فى أعمال النجـارة الخاصـة بالخرسانة المسلحة ويصب فيها المخلوط بعد خلطه بالماء فقط ثم يترك يومين حتى ترفع الشابلونة ثم يجفف الأشكال حتى درجة حرارة ٢٠٠ ْم وتستخدم مباشرة بدون حريق فى صـهر المعـادن أو بناء فرن لحرق الخزفيات أو السيراميكيات كما تستخدم هذه الخلطات فى عمـل فـرش العربـات لمصانع الطوب الطفلى بدلاً من البلوكات الحرارية المحروقة .

وهذه الأنواع مقسمة من ناحية طبيعتها الكيماوية مثل الحراريات التقليديـة فمنهـا حراريـات الألومينا ومنها حراريات المجنزيت الغير مشكلة .

ونضرب لذلك مثالاً بالنوع الآتى :

١ – الخرسانة الحرارية :

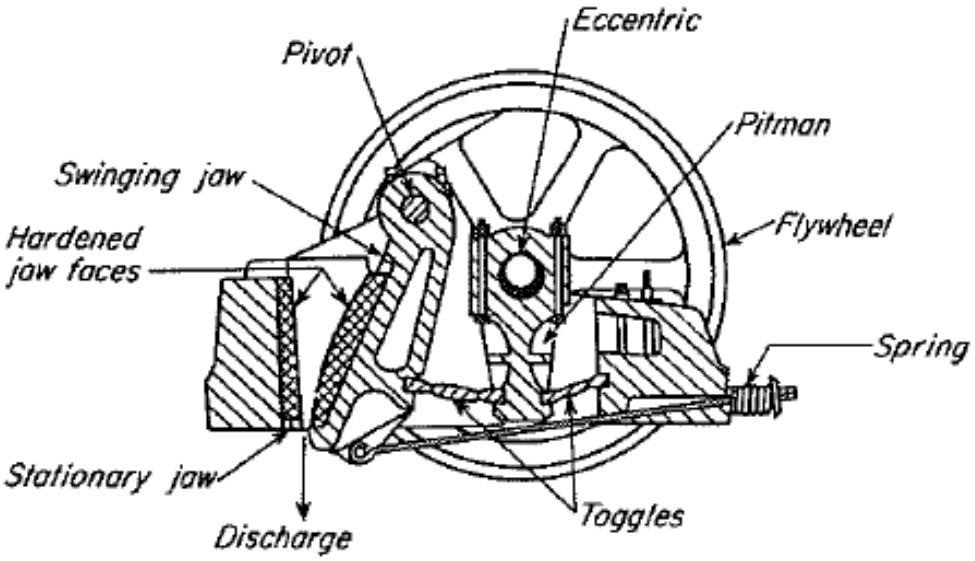
وهى تعتمد على جرش الخامات المحروقة أو الطوب المحروق للالومينا الكسر إلى حجم حبـات متدرج من صفر – ٤ مم أو يزيد حسب الطلب ثم تخلط جافة مع الأسمنت الحرارى وهو أنواع ٤٠ % الومينا أو ٧٠ % الومينا أو ٨٠ % (ومرحلة الخرسانة ٧٠ % ، ٨٠ % يستخدم البوكسـيت المجروش بدلاً من كسر الطوب الحرارى) وبعد خلط هذه المكونات تعبأ فـى شـكاير بلاسـتيك ٣ طبقات لمنع الرطوبة عن الخليط وإلا يتجمد فى الشكاير وهذه الخرسانة الحرارية تقـاوم درجـات الحرارة حتى ١٣٥٠ ْم للنوع ٤٠ % ١٦٥٠ ْم للنوع ٧٠ % ، ١٧٥٠ ْم للنوع ٨٠ % الومينـا وتصب حسب السمك المطلوب ثم يجفف ويستخدم مباشرة .

أما الحراريات التقليدية من حراريات الطين النارى والالومينى والمجنزيت فيتم تحضيرها حسب الخطوات الآتية بعد مراعاة طرق التشكيل .

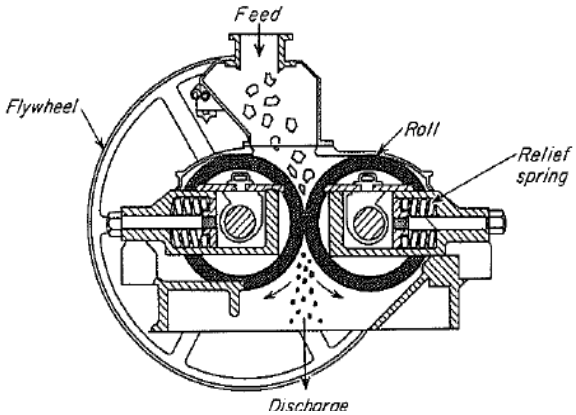
١ – التحضير بالتشكيل (الرطب) Plastic Method :

يتم تجهيز الخامات بعد الفرز بالتكسير بواسطة الكسارات الفكية أو الدرفيلية .

يتم إستعمال الكسارة الدرفيلية المزدوجة ثم تطحن الخامات بواسطة طاحونة الحلة وبعد طحـن الخامات حسب الخلطة إلى حجوم من صفر إلى ٣ مم يـتم خلطهـا بالمـاء بواسـطة الخـلاط ذو المحورين وتضاف نسبة من الماء حتى ١٢ % تزداد بعد ذلك فى البوجميل إلى ١٨ % فى خـلاط (Pugmill) ماكينة البثق .

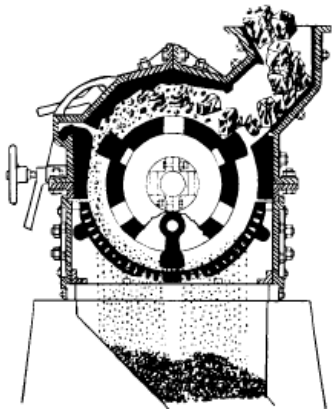


كسارة بليك الفكية

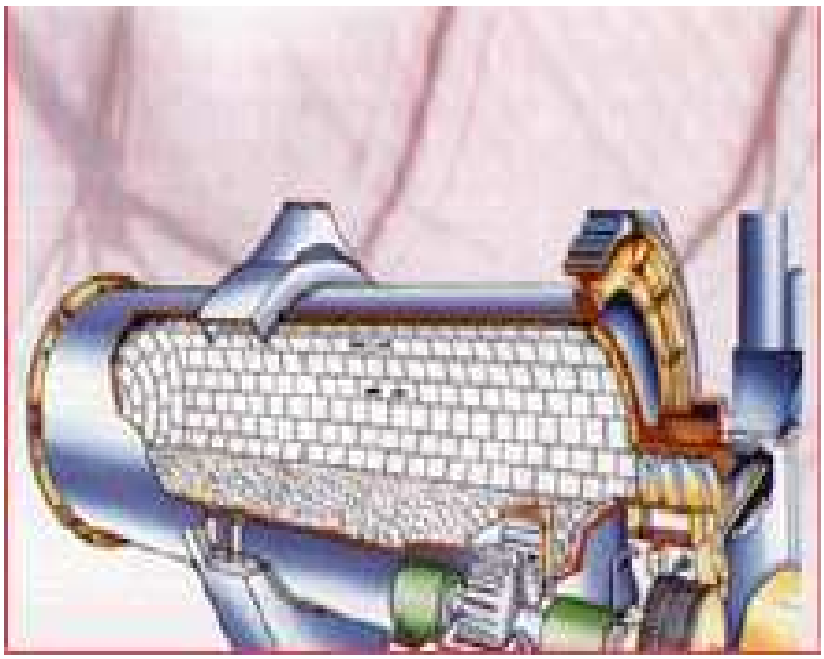


الكسارة الدرفيلية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

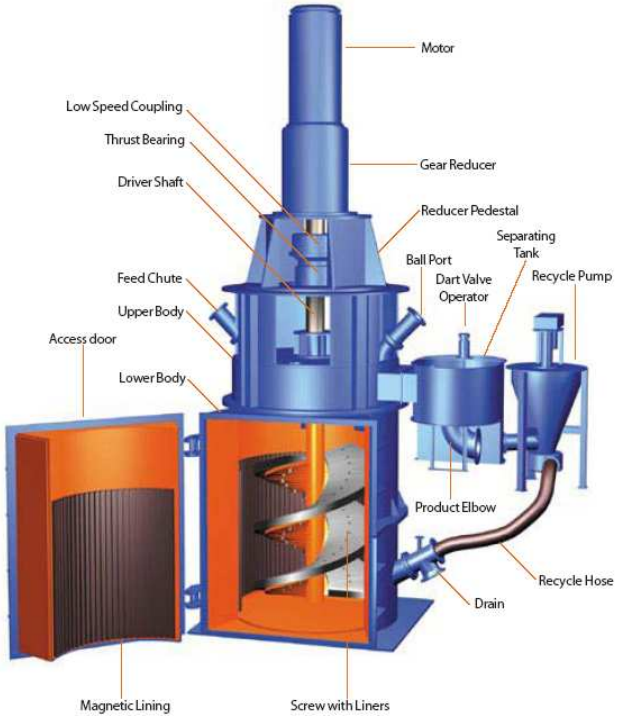


الكسارة الشاكوشية

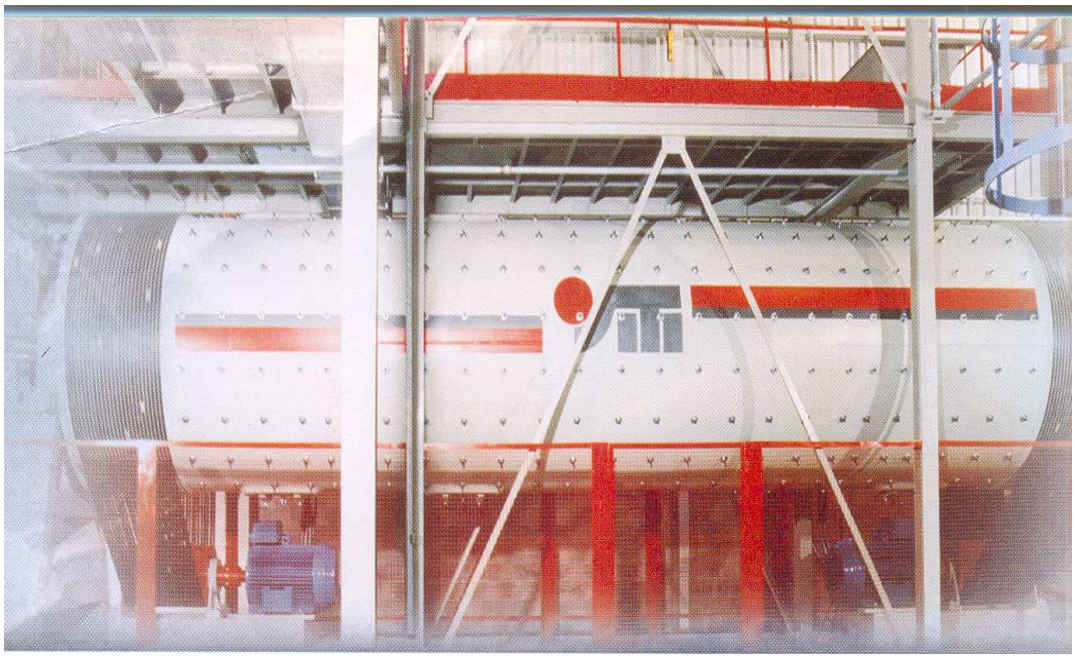


طحن رطب مستمر

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM



ماكينة بثق رأسية للطحن الرطب



الطاحونة المستمرة (Continuous Ball Mill)



مقطع فى الطاحونة المستمرة

أ – التشكيل بماكينة البثق (Pugmill) :

وتمتاز ماكينات البثق بأمكانياتها المتعددة فى تشكيل أنواع كثيرة من الحراريات فيمكن إنتاج المواسير الحرارية الرفيعة التى يلف عليها السلك الحرارى لعمل الأفران الكهربائية التى يحرق فيها الخزف كما يحرق فيها الجليز والزخارف .

كما يمكن إنتاج أنواع كثيرة ومتعددة من القرميد الخاص بأسقف الفيلات والعمارات وذلك بتغير الطبعة (الفارمة) الأمامية . كذلك الطوب الطفلى المفرغ وأنواع الحراريات اللازمة لعمل الصندوق الحرارى لفرن الكهرباء بعمل الواح حرارية ذات مجارى للسلك الحرارى وأدوات الرص من حراريات الكورديريت ذات الأشكال المتعددة كما أنه يمكن كبس الطينة الحرارية بمكابس ميكانيكية لعمل الاشكال الحرارية الأخرى.

ب – التشكيل بالمكابس :

يستخدم لذلك إما مكابس يدوية تعمل بالطارة أو مكابس ميكانيكية تعمل بالاحتكاك باستخدام الكهرباء وتنتج هذه المكابس الأشكال الحرارية الدقيقة مثل البوبينات الحرارية التى يلف عليها السلك الحرارى لعمل أفران كاملة تعمل بالكهرباء .

كما يتم تصنيع البلاطات الحرارية التى تصنع منها عربات الأفران ويكمل المكبس الميكانيكى أو الهيدروليكى أيضاً عمل البوجميل فى الحصول على أشكال من البلوكات الحرارية التى تستخدم فى إنشاء بطانات الأفران وعربات الأفران وأدوات الرص .

الحراريات الطين النارى والالومينى:

تستهلك مصر من هذه الحراريات كميات كبيرة جداً تصل إلى ١٠٠ ألف طن سنوياً فى مختلف الصناعات ويطلق على هذه الحراريات الإسم العلمى حراريات (سيليكات الألومونيوم) نسبة إلى تركيب الطينات .

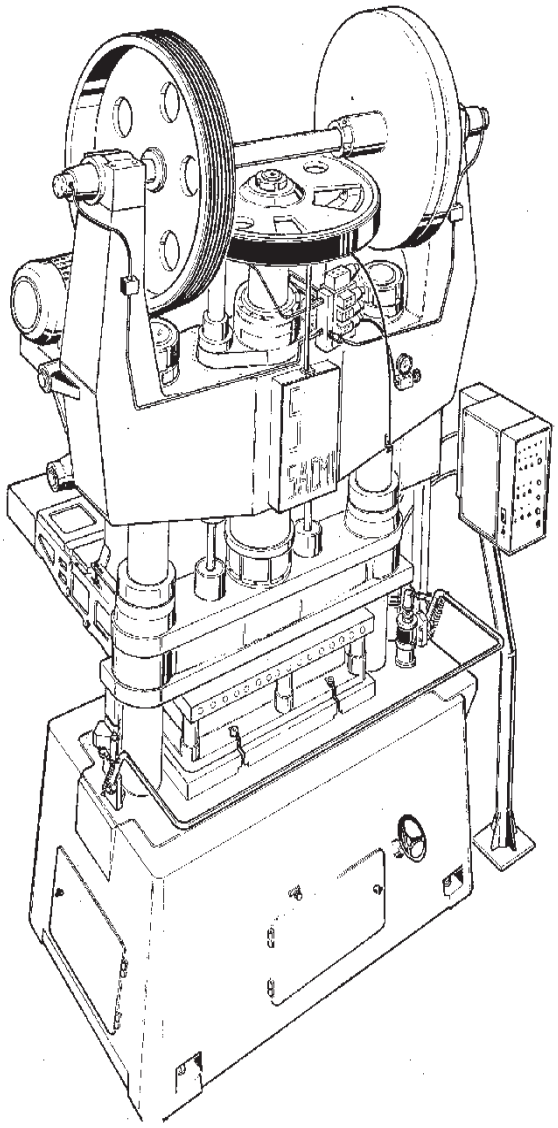
وتتراوح نسبة الألومينا (أكسيد الالومونيوم) فى هذه الحراريات من ٤٠ % حتى ٩٠ % الومينا .

ويوضح منحنى الإتزان بين السيليكا والألومينا والمركبات المختلفة الناتجة من اتحاد السيليكا والألومينا فى درجات الحرارة المختلفة والخلطات والنسب من كل منهما .

فالسيليكا (الكوارتز) لا ينصهر قبل ١٧١٠ ْم (على يسار المنحنى) بينما لا ينصهر الالومينا قبل ٢٠٥٠ ْم (على يمين الشكل المنحنى) ونتيجة لتأثير كل منهما على الآخر نحصل على

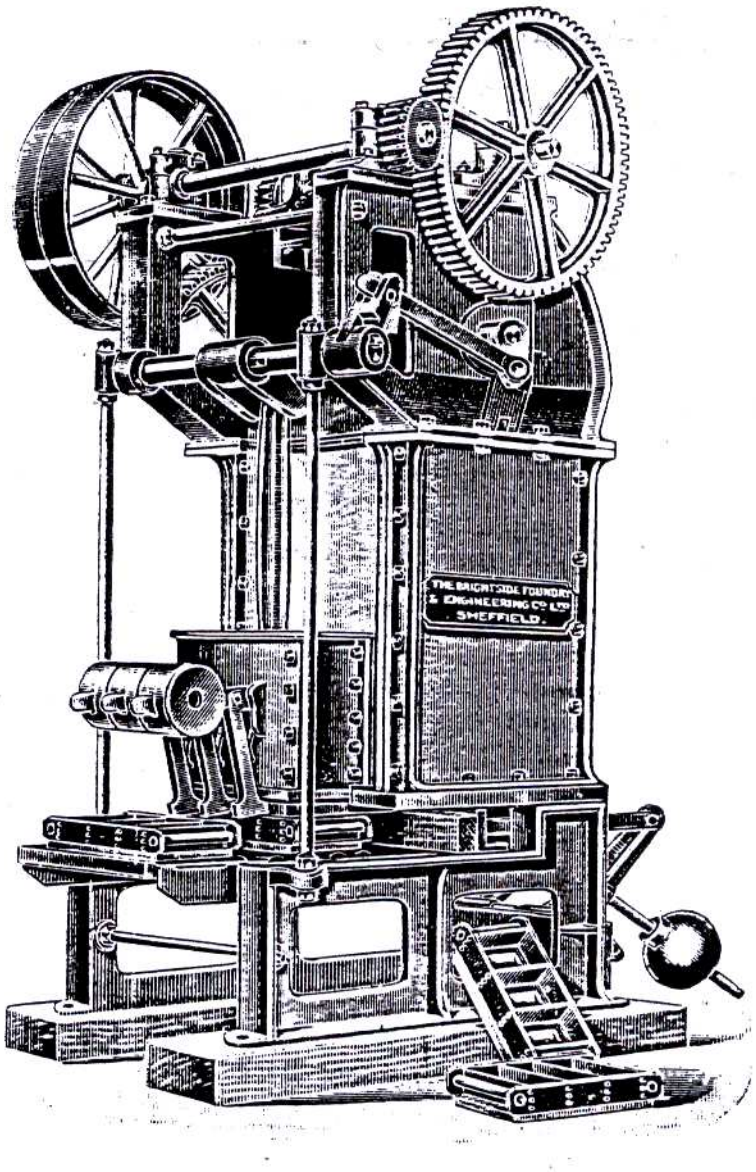
مكونات حرارية مختلفة إعتباراً من حراريات السيليكا التى تتحمل حتى١٦٠٠ ْم(على يسار الشكل) وحراريات النصف سيليكا حتى ١٥٦٠ ْم ثم حراريات الطينة الألومينى إعتباراً من ٥٥ % الومينـــا ثم الالومينا العالية من ٧٢ % الومينا التى تتحمل ١٨٠٠ ْم .

ويحدد هذا المنحنى نسب كل المكونات المعدنية من كل من المولليت والكورانـدوم عنـــد كـــل نسبة من معدنى السيليكا والألومينا ودرجات الحرارة .



المكابس الميكانيكية

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM



أحد أنواع مكابس التشكيل بالطريقة الرطبة

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

٤ــ نظام تسوية المنتجات الحرارية اللازمة

وأساليب تشغيلها لتؤدى وظائفها

أ- أساليب التجفيف للحراريات

التجفيف فى صناعة الحراريات من اهم مراحل الحصول على انتاج سليمة بعد الحريق فلو تم التجفيف كما ينبغى أي لاتزيد نسبة الماء فى الجسم المجفف عن ١ % تتم عملية الحريق بنجـــاح بدون شروخ او انكماش زائد .

والاجسام المشكلة فى المراحل السابقة سواء كانت بالطريقة الجافة او بالطريقة الرطبة يحـــدث لها انكماش فى مرحلة التجفيف يكون انكماش أولى وذلك لتصاعد الماء من الجسم المشكل وتقارب الحبيبات فيحدث الانكماش .

فالماء السابق إضافته للطينة لتاخذ قواما مناسباً ليسهل تشكيلها فإن تجفيف الجسم المشـــكل او الحراريات المشكلة لابد ان يتم بحرص . فالتجفيف هو عملية نزع الماء السابق إضـــافته للطينـــة بطريقة لطيفة بشرط عدم المساس بشكل الجسم ولكن يحدث بعض الانكماش مع ثبات تناسب الابعاد لبعضها ولو تمت عملية التجفيف بسرعة لحدثت شقوق وشروخ شعرية تؤثر على سلامة الطوبة أو الشكل ويخرج من الحريق مشوهاً مرفوضاً بسبب الشروخ والتشـــققات الشـــعرية التـــى تضـــعف مقاومتها للحرارة .

التجفيف :

مما سبق يتضح ان عملية التجفيف هى عملية نزع الماء الذى استخدم فى عجينة الطينة وتشكيلها بوسيلة طبيعية أو صناعية من بين جزيئات الجسم أو الشكل ببطء شديد حتى لا تتـــأثر مواصـــفات الجسم بشرط ان لا تزيد نسبة الماء المتبقية فى الجسم عن ١ % .

أساليب التجفيف :

من تعريف التجفيف كعملية نزع الماء من الاجسام فإن هذه العملية تستلزم طاقة حرارية لتبخر الماء من الاجسام كما تحتاج إلى هواء متجدد لطرد بخار الماء المتصاعد بعيداً عن الجســـم حتـــى تسرع عملية التجفيف .

وتستخدم طرق كثيرة لعملية التجفيف كما ان التجفيف اما يكون طبيعياً أو صناعياً .

أ – التجفيف الطبيعى :

والتجفيف الطبيعى هو عملية بسيطة جدا وذلك بترك الطوب والاشكال الحرارية لتجف ببطء فى الهواء الجوي بعيدا عن الشمس وتيارات الهواء ويفضل ان يكون فى مناشـــر متســـعة وتســـتخدم الارفف الخشبية المثقبة كمناشر يوضع عليها البلاطات او الطوب او الاشكال المطلوب تجفيفها .

مميزات التجفيف الطبيعى :

من اهم مميزات التجفيف الطبيعى ان الاجسام تجف دون حدوث تشققات او شـــروخ فالطبيعـــة والهواء الجوى يساعد على التجفيف ببطء شديد .

عيوب التجفيف الطبيعى:

فهى البطء فى عملية التجفيف فيلزم احياناً اسبوع او اسبوعان فى الشتاء لتجفيـــف الاشـــكال المطلوب حريقها أو حوالى اسبوع فى الصيف ولما كان التجفيف بطيئاً لذلك لتجفيف كميات كبيـــرة يستلزم مناشر ومساحات متسعة كما يحتاج إلى عمالة لعملية تقليب الطوب الحرارى على اوجهـــه كل يومين .

ب – التجفيف الصناعى :

ويتميز التجفيف الصناعى بأنه أسرع من التجفيف الطبيعى إلا أنه يتكلف مصـــاريف إنشـــاءات ومبانى ووحدات توليد حرارية لتسخين الهواء إلى درجات حرارة معقولة يتراوح بـــين ٣٠ – ٧٠مْ ويستخدم لهذه المجففات أشكالاً عديدة من المبانى والانشاءات وفيما يلى أنواع المجففات الصناعية

١ – مجففات مواسير البخار :

وهى عبارة عن غرف بها ارفف خشبية ويمر بجوار الجدران مواسير يمر بها بخـــار فترتفـــع درجة حرارة الغرفة فتؤدى إلى تبخر الماء من الأشكال التى توضع على الارفف الخشبية فى أرفف فوق بعضها كما يطلق على هذه الطريقة تسخين (تجفيف) غير مباشر .

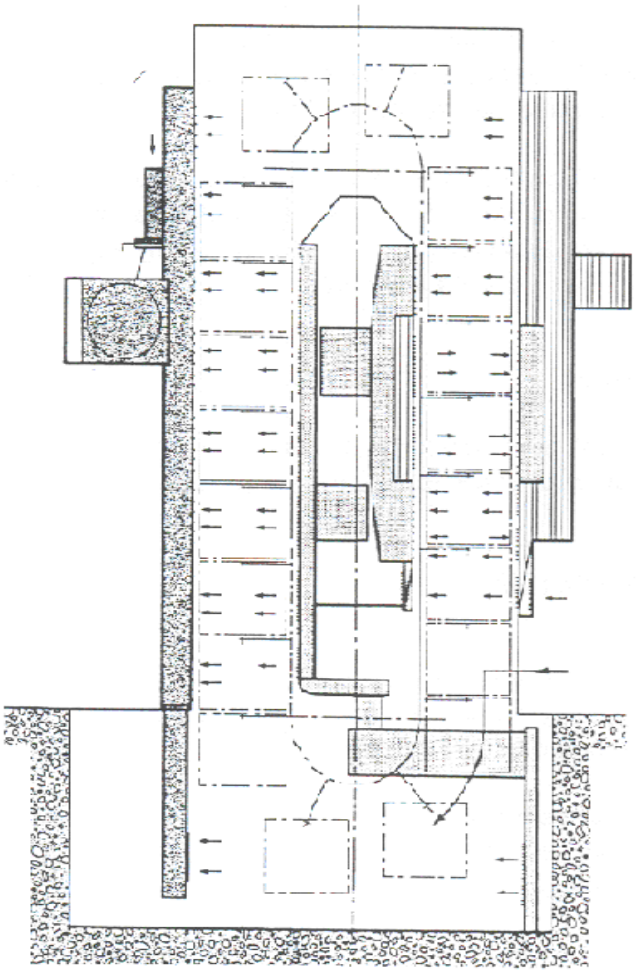
٢ – المجففات النفقية :

وهى على هيئة نفق به قضبان سكك حديدية تجرى عليه عربات محملـــة بالأشـــكال المطلـــوب تجفيفها داخل النفق فوق سطح الأرض وتدفع العربات إلى المدخل لتقابل شعلة تسخين الهواء ثـــم تخرج من مدخنة النفق إلى أعلى وهى تعتبر أسرع طرق التجفيف المباشر والنفق الواحد يتـــراوح طوله بين ٣٠ متراً أو ٦٠ متراً حسب الطاقة المطلوبة ويتراوح طول العربة بين ١ م إلـــى ٢.٥ م

والعرض بين ١.٥ – ٣ م وتوضع الأشكال على أرفف مثقبة على عربات لتبادل الهواء مع الأشكال – ويطلق على هذه الطريقة التجفيف المباشر .

٣ – المجفف الرأسى





المجفف الرأسى من الداخل

ومكوناته الرئيسية هى :

١- هيكل معدنى يقام رأسيا بارتفاع من ٧-١١ متر عبارة عن قناتين رأسيتين مجوفتين متوازيتين بلتقيان من اسفل ومن اعلى

٢- مجموعة الحركة وتشمل مجموعة السلال الحاملة للبلاط (Baskets) – و الكاتينة او (السير المعدنى) الحاملة للسلال و بكرة دوران الكاتينة و الموتور المحرك للبكرة

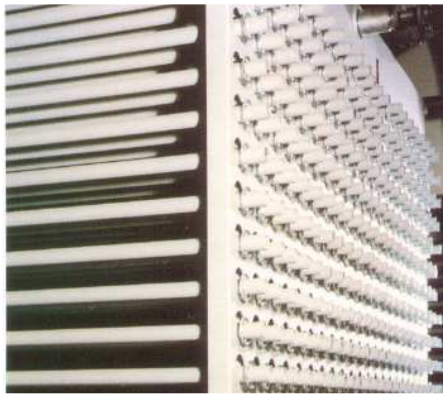
٣- مجموعة انتاج الهواء الساخن وتتكون من ولاعة أو حراقة (Burner) واحدة او اثنين ومراوح توزيع الهواء و مروحى سحب الهواء المشبع بالبخار ثم بوابات التحكم فى مرور الهواء.

طريقة أستعمال (المجفف الرأسى) للبلاط الخزفى :

١- البلاط الوارد من المكبس يبدا رحلة التجفيف فى اتجاه اسفل المجفف حيث منطقة التشبع بالرطوبة حيث يتم رص البلاط آليا فى رفوف السلال الحاملة للبلاط .

٢- تقوم الولاعات بانتاج الهواء الساخن و دفعه داخل الفراغ الرأسى و تقوم البوابات الداخليه بتوزيعه بشكل تدريجى من اسفل الى اعلى .

٣- السلال الحاملة للبلاط (Mangles) تبدأ رحلة التجفيف فى الاتجاة اسفل المجفف حيث اقل درجة حرارة و اعلى نسبة رطوبة .



سلة رص البلاط (Basket)

٤- ثم تأخذ حركه الصعود لاعلى فى القناة الموازية و كلما كان الاتجاه لاعلى كلما ارتفعت الحرارة و انخفضت الرطوبة .

٥- قرب قمة المجفف يتم التجفيف و تبدا مرحلة الاحتفاظ بحرارة البلاطة .

٦- تعمل بوابات الهواء فى التحكم فى درجة الحرارة فى كل منطقة وفق المقرر.

٧- الزمن الشائغ لدورة التبريد ما بين ٤٠-٦٠ دقيقة .



دخول البلاط بعد الكبس الى سلة رص البلاط

<u>مميزات (المجفف الرأسى) للبلاط</u>

١- يمكن تركيبة فى اقل مساحة .

٢- لا يوجد اجهاد على البلاط اثناء رحلة التجفيف حيث البلاط مرصوص و مستقر على رفوف سلال المجفف بينما السلال حى المتحركة.

٣- نظام التجفيف محكم (Compact) و بالتالى لا يتأثر الجور داخل المجفف بالجو المحيط خارجه.

<u>اهم عيوب (المجفف الرأسى) للبلاط فهى:-</u>

١- انه يحتاج لصيانة دورية و عمليات الاصلاح ليست سهلة لضيق مكان العمل بالتالى تحتاج لوقت طويل

٢- يحتاج بئر تحت الارض حيث جزء من المجفف يكون تحت الارض و بالتالى يحتاج الى اساس عميق.

ويستخدم لذلك ناقل رأسى توضع علية مثلاً بلاطات السيراميك بعد التشـــكيل علـــى المكـــبس فيرتفع البلاط على السير إلى أعلى حيث يقابله هواء ساخن من ولاعة تعمل بالوقود لتسخين الهواء المقابل للسير ثم تترك البلاطات هابطة على السير بعد التجفيف ليتم نقلها إلى سيور ناقلـــة أخـــرى ليتم رصها على عربات الأفران .

وعندما تجفف المنتجات الطينية المشكلة بالطريقة اللدنة تجفيفاً منتظماً فإنها تحـــتفظ بشـــكلها الأصلى ويزداد تماسكها ولكنها تعانى انكماشاً فى صناعتها نتيجة لخروج الماء منها .

ففى المرحلة الأولى من التجفيف يكون مقدار الانكماش فى حجم المنتج مساوياً لحجـــم المـــاء المفقود – ولكن فى المرحلة الثانية من التجفيف لا يكون الأنكماش مساوياً لحجم الماء المفقـــود . وذلك لدخول عوامل أخرى تؤثر فى عملية انكماش – وعندما يكون التجفيف غير منتظما فأن فقد الماء لا يكون ايضا منتظما فى الاجزاء المختلفة للجسم ــ ويتبع ذلك أن الانكماش لا يكون متساويا . وهناك حالتان أما أن ينكمش الجسم بغير انتظام ويفقد شكله الاصلى ويحدث له التواء – وأما أن يحدث للجسم تشققات سواء كانت داخلية أو خارجية .

وظاهرة الالتواء أو التقوص احتمال حدوثها أكبر فى الطينات ذات الانكماش العالى عند التجفيف ، فإذا كانت الطينه عالية اللدونه فإن احتمال التقوص عند التجفيف غير المنـــتظم تـــزداد وتحـــدث تشققات الجفاف نتيجه لوجود الماء وابخرته فلا يتحملها الجسم ، وأسباب عدم انتظام الجفاف كثيرة من أهمها :

أ – طريقة رص الاشكال فقد تتعرض أحد جوانب الشكل للجفاف أكثر من جوانبـــه الاخـــرى وتـــرص الاشكال عادة فى الحراريات على هيئة قاعدة شطرانج .

ب – التيارات الهوائية فى حالة التجفيف الطبيعى واتجاهها .

ج – التغيير المفاجئ فى الرطوبة النسبيه فى هواء التجفيف سواء كان ذلك التجفيف طبيعيا أو صناعيا ، وينتج ذلك نتيجة لعدم انتظام حفظ درجة الحرارة الدخلية لمجفف أو لعدم المحافظة على الفـــرق المناسب بين الحرارة فى الداخلية للمجفف أولعدم المحافظة على الفرق المناسب بين الحرارة فـــى الداخل والحرارة فى خارج المجفف والتى تلزم الاستمرار تيارات تجدد الهواء .

د – عدم إحتواء الجسم على نسبة معقولة من الجروج أو الخامات السابق حرقهـــا فيجـــب أن لا تقـــل النسبة من الجروج فى الخلطة عن ٣٠% ويفضل أن تصل إلى ٥٠% ولانها محروقة فهى لا تتشبع بالماء ويسهل تجفيف الجسم كما أنه يمنع الالتواءات مثل التسليح للخرسانة .

ميكانيكية التجفيف :

يعتمد التجفيف سواء كان طبيعيا (باستخدام الهواء الجوى دون تسخين) أو صناعية (باستخدام الهواء أو الغازات ومعدات التسخين والتبريد) على فرق الرطوبة النسبيه بين الهواء الداخل للمجفف والهواء الخارج منه . والرطوبة النسبيه هى وزن ما يحمله متر مكعب من الهواء من بخار الماء عند درجة حرارة معينة الى وزن ما يحمله متر مكعب من الهواء المشبع من بخار الماء عند نفس الدرجة ، فيقال أن الرطوبة النسبية مثلا ٦٠ % أى أن الهواء يقل عن الهواء المشبع تماما ببخار الماء بحوالى ٤٠% وطالما وجد فرق فى الرطوبة النسبية بين الهواء المستخدم فى التجفيف والهواء المشبع ... وتستمر عملية التجفيف التى يقوم فيها الهواء غير المشبع (مثلاً ٦٠ % رطوبة نسبيه) بنزع الماء من الاجسام حتى ترتفع نسبه الرطوبة فيه – مثلا إلى ٨٠% فيقل معدل نزع الهواء للماء من الاجسام وهذا بالنسبة للتجفيف الطبيعي .

أما فى التجفيف الصناعى لو رفعت درجة حرارة الهواء المذكور فى المثال بإستخدام مثلا انابيب البخار فى غرف التجفيف أو بإستخدام غازات عوادم الافران ، فإن رطوبته النسبيه تنخفض وتزيد امكانياته لنزع الماء من المنتجات مع مرعاة أن هذا الهواء الذى تم تسخينه لو انخفضت درجة حرارته بالتبريد تتساقط منه قطرات الماء ويدخل مرحلة التشبع وفوق التشبع بدلا من نزع الماء من الاجسام وتبتل الاجسام بندى الماء هو أشبه بالندى الذى يلاحظ صباحا فى الايام البارده .

وهذا ما يتعلق بالهواء أو بالغازات عموما التى تستخدم كوسيط فى عمليه التجفيف . فماذا يحدث فى الاجسام التى تحتوى على الماء والمراد تجفيفها ؟

عند مرور الهواء العادى أو المسخن على الاجسام الصلبة فأن قابليته لتبخر الماء على سطوح الاجسام تتناسب تناسبا طرديا مع أنخفاض رطوبته النسبيه فتنتقل جزيئات الماء من الاجسام الى الهواء البارد نتيجة للفارق الكبير بينه وبين الهواء المشبع وتبدأ جزيئات الماء فى ترك مكانها بين جزيئات الطينة على السطح فينتج عن ذلك قوه دافعه لحمل الماء من بين الجزيئات الدخلية أسفل السطح والتى تحتها بالتدريج وينتقل الماء من الاجسام إلى سطوحها بالخاصية الشعرية ويستمر سريان الماء من بين الجزيئات إلى السطح فيتبخر وهكذا إلى أن يتبخر الماء المحيط بجزيئات الطينه وتبدأ مرحلة أخرى من التبخر أقل فى معدلها من السابقه حيث تبدأ جزيئات الماء فى الجسم فى الانتقال بين الجزيئات الى الفراغات البينيه ــ ثم تسلك من جديد مسلك جزيئات الماء فى مسيرات شعريه والتى يكون الهواء قد شغلها ، وتبدأ عملية أتزان بين هذا الهواء والماء وقد يصل الى شبه تشبع فتنخفض معدلات التجفيف للاجسام او التبخر للماء فى هذه المرحلة عند استخدام الاجهزة الصناعية لتجفيف فيستمر التجفيف حتى نسبة الجفاف المطلوبة ويكون نتيجة

لتصاعد ابخرة الماء أن تتقارب حبيبات الطينة من بعضها وتحدث ظاهرة الانكماش التى تتروح فى الطينات بين ٥ ــ ٨ % حسب لدونة الطينة ــ كما ان يتوقف على حجم حبيبات الشكل ونسبة الجروج المضاف لطينات .

ملاحظات التجفيف :

١- عند زيادة نسبة الانكماش بعد الجفاف فإن هذا يكون دليلا على ان الشكل الناتج يكون عرضة للعيوب لعدم إحتواءه على الجروج .

٢- إذا لوحظ تشقق الجسم من الخارج فهذا دليل على سرعة التجفيف ويكون الضرر الناتج من حدوث هذه التشققات الخارجية أقل من التشققات الدخلية .

٣- يمكن علاج تشققات الاجسام والاشكال بعد التجفيف لذلك تفرز هذه الاجسام قبل الحريق لا مكان علاج العيوب السطحية ، فإذا كانت التشققات كبيرة أو الالتواء وجب أعادة النظر فى تكوين الخلطة وأعادة تصحيحها وإضافة نسبة من الجروج .

٤- لايتم التجفيف نهائيا لماء التشكيل الاقبل وفى المراحل الاولى من الحريق .

و- تأثير الحرارة على الطينة (الحريق) :

الطينة بعد الجفاف تصبح أكثر تماسكا لو قورنت بطينة الجسم اللدن المشكل حديثا والتى تتأثر بأى قوة خارجية فتحدث بها تشوهات ، ولكن فى نفس الوقت يكون الجسم بعد الجفاف هشا نسبيا نتيجة لفقد الماء وتصبح قابليتها للكسر أكبر من قابليتها للتشوه . أما الحريق يحول الجسم إلى مادة صلبة ثابتة لا تتأثر بالعوامل الخارجية .

ويتم التجفيف لماء التشكيل فى أوائل عملية الحريق عندما تتعدى درجة الحرارة ١٠٠ ْم ويمكن تقسيم التغيرات التى تتم أثناء الحريق .

ب - حريق الحراريات وأنواع الأفران

يلى الحريق مرحلة التجفيف السابقة والحريق هو المرحلة النهائية فى صناعة الحراريات ويتم فيه التخلص من باقى ماء التشكيل الذى يجب أن لا يزيد عن ١% وإلا حدثت تشققات فى بداية الحريق تؤدى فى النهاية إلى تشهم الجسم كله وعدم تحمله للاحمال كما يتم فيه التخلص من ماء التركيب .

وجزيئات الماء المشار إليها لكى تنتزع تحتاج إلى درجات حرارة عالية وليست كماء التشكيل التى يتم نزعها عند حوالى ١٥٠ – ٢٠٠ ْم .

ويحتاج مياه التركيب إلى حوالى ٨٠٠ ْم حتى يتم التخلص منها وهى تمثل حوالى ١٤ % من وزن الطينة . ثم يبدأ تكوين رابطة سيراميكية عند درجات الحرارة العالية وهى التى يتم عندها نضوج الحراريات وتتفاوت طرق حريق ودرجات حرارة الحراريات حسب أنواعها .

حراريات الطين النارى :	تحرق حتى درجة ١٢٥٠ ْم
حراريات الطين النارى الالومينى :	تحرق حتى درجة ١٣٥٠ ْم
حراريات الالومينا :	تحرق حتى درجة ١٤٥٠ ْم
حراريات المجنزيت :	تحرق حتى درجة ١٦٥٠ ْم
حراريات السيليكا :	تحرق حتى درجة ١٤٥٠ ْم
حراريات الكورديريت :	تحرق حتى درجة ١٣٠٠ ْم

وتمر عملية الحريق بتغيرات كثيرة عند درجات الحرارة المختلفة نوضحها فيما يلى :

١ــ طرد الماء والتدخين :

يتم التجفيف الكامل للاجسام فى أوائل مرحلة الحريق ولا يكون قبل ذلك فمهما روعى فى عملية التجفيف السابقه لا يزال الجسم بعدها يحتوى على نسبة ضئيلة من الماء التشكيل لذلك تبدأ عملية الحريق ببطء وترفع درجة الحرارة تدريجيا لمنع تكوين البخار داخل الجسم حتى لايؤدى إلى جيوب هوائية تزيد من مساميته أن لم تؤدى إلى تشققات لتزيد الضغط الداخلى للبخار خاص فى الاشكال الكبيرة وتفتح فتحات للتهوية بالأفران لتساعد على سرعه تسرب بخار الماء الناتج وتستمر عملية التخلص من ماء التشكيل طوال رفع درجة الحرارة من ١٠٠ ْم إلى حوالى ٢٠٠ ْم ثم تبدأ مرحلة أخرى عند حوالى ٣٥٠ ْم حيث يبدأ الماء المتحد كيماويا (الداخل فى تركيب جزئى الطينه وهو ٢ جزء لكل جزيئين ثانى أكسيد سيليكون ، وجزئى أكسيد المونيوم) وتقدر نسبه الماء المتحده كيماويا حسب ذلك بحوالى ١٤ % وتبدأ فى التبخر وتطرد تدريجيا وهى بخلاف ماء التشكيل الذى سبق طرده فى مراحل التجفيف وفى هذه المرحلة يسمح بوقت أطول حتى التخلص من الماء المتحد دون زيادة فى ضغط البخار بين الجزيئات والذى يؤدى إلى تكسير الشكل ويتم تخليص الجسم نهائيا من جميع انواع المياه التى كان يحتويها تقريبا عند ٨٠٠ ْم ويفقد الجسم خاصية الطفى بالماء كما يحدث فى عمليه طفى الجير الحى ، أى يكون

التغيير الكيمائى فى اتحاه واحد وليس عكسيا ويفقد الجسم تماما لدونته ويتحول إلى جسم هش ولكن لا يحدث انكماش خلال هذه المرحله .

٢ــ الاكسدة :

واستمرار رفع درجة الحرارة بين ٣٥٠ ْم وحوالى ٨٥٠ ْم تبدأ عملية الاكسدة للشوائب وهى أما عضوية (كربونية) أو غير عضوية مثل الكربونات والكبريتات وتحتاج عملية الاكسدة للهواء الجوى .

ويلاحظ عند عدم تمام أكسده المواد الكربونية تلون قلب الشكل بالكربون غير المحترق ، وقد ينتج ذلك لعدم كفاية الهواء فى هذه المرحلة ، أو أن رص الأجسام كان غير مناسباً من ناحية عدم وجود فواصل لمرور الغازات والهواء بينها .

كذلك يتبقى الكربون دون أكسدة إذا رفعت درجة الحرارة سريعاً خلال هذه المرحلة ، وعند حوالى ٩٠٠ ْم تتحول معظم الكربونات والكبريتات نهائياً إلى الأكاسيد المقابلة كما يتم خلال هذه المرحلة ايضاً التغير الطبيعى للتركيب البللورى للكوارتز (سيليكا) كما يلى :

٣ــ تحول الكوارتز :

كل الطينات تحتوى على نسبة كبيرة من الكوارتز أما داخله فى تركيب الطينة أو غير متحد أو مضاف للخلطة . والشكل البللورى للكوارتز له عده أشكال تختلف بأختلاف درجة الحرارة التى تتوقف عندها عملية الحريق ، فكلما زادت درجة الحرارة عن ٥٧٣ ْم تبدأ بللورات الكوارتز فى تغيير نظامها تدريجياً مع تغير فى الحجم .

فعند درجة حرارة ٥٧٣ ْم تتحول بللورات الكوارتز من المعروف بالأسم الفا (a) إلى بيتا (B) أى تتحول من بيتا إلى ألفا عند التبريد وترجع إلى نظامها الأول من ناحية الحجم والترتيب .

وبالرغم من أن التمدد فى الحجم لا يتعدى ٢ % إلا أنه يؤثر فى أن يكون الجسم سليماً أو يؤدى إلى حدوث شروخ بها – لذلك يراعى أن تكون درجة الحرارة خلال هذا التحول بطيئة ، كما أن تكون منتظمة التوزيع فى جميع أنحاء الفرن ، كذلك تراعى عند التبريد عند درجة حرارة ٥٧٣ ْم أن يكون بطيئاً وإلا نتج عن الأنكماش الناتج عن التحول العكسى من بيتا إلى ألفا شروخ تؤدى إلى تلف المنتجات بعد إنهاء حريقها لعدم مراعاة شروط التبريد قبل خروجها من الأفران أو سوف يوضح تحول الكوارتز بالتفصيل عند دراسة خام الكوارتز .

٤ــ الرابطة السيراميكية :

وكلما زادت درجة الحرارة فى فرن الحريق عن درجة حرارة الاحمرار (فوق ٩٠٠ ْم) تظهر سلسلة أخرى من التغيرات فى الجسم والتى يطلق عليها التزجج الجزئى هو المسئول عن تصلب وربط جزيئات الطينة المكون منها الجسم واكتساب صفة الصلابة والقوة التى تقارب من صفات الصخر وتصحب سلسلة التزجج عملية الانكماش فى الحجم . ويبدأ التزجج فى انصهار بعض الأكاسيد والشوائب مثل أكسيد الحديد وكلما ارتفعت درجة الحرارة وقاربت درجات انصهار الأكاسيد العديدة المكونة منها الطينة أو المزيج الميكانيكى الناتج عن وجود أكسيد الالومنيوم مع السيليكا والذى يقوم بخفض درجة حرارة انصهار السيليكا من ١٧١٠ ْم إلى أقل من ذلك فى وجود أكسيد الالومنيوم التى تصل درجة انصهاره إلى ٢٠٥٠ ْم إلى خليط ميكانيكى متماسك صلب عند حوالى ١٥٤٥ ْم ، والشوائب التى تبدأ فى الانصهار تكون رقع من الزجاج تقوم هذه الرقع بغمر المساحات المحيطة بها فتربط الحبيبات التى لم تتصهر بعضها ببعض مثلما تفعل المواد اللاصقة كالغراء مثلاً .

وفى نفس الوقت تقوم بعمل المذيب فى إنتشار الانصهار للأكاسيد التالية فى درجة الانصهار المناسبة .

وإذا استمرت الزيادة فى درجة الحرارة تتحول الطينة إلى زجاج وفى صناعات الحراريات تتوقف عملية الحريق قبل الوصول إلى مثل هذه الدرجة بمئات الدرجات من الحرارة بينما يستمر ذلك فى صناعة البورسيلين إلى قرب التزجج الكامل والصلادة والقوة النهائية للمنتجات الحرارية لا ترجع فقط إلى الوصول إلى حالة شبه التزجج ولكن فى الأساس ترجع إلى ظهور ونمو بللورات جديدة فى الجسم خاصة بللورات (المولليت) والمولليت هى بللورات من سيليكا الالومنيوم وفى الحالة النقية .

وتتصف بالشكل ألا برى الطويل فتنمو هذه البللورات فى درجات الحرارة العالية خلال البقع المنصهرة للأكاسيد وتكون نسيجاً قوياً متشابكاً تربط الحبيبات غير المنصهرة بعضها خلال بحيرة صغيرة من السائل الزجاجى الذى يعطى الحراريات بعد التبريد قوة ترابط والتصاق تفوق صلادة المعادن .

والتزجج يتم عند درجات حرارة تختلف من طينة إلى أخرى فالطينة العادية للطوب الأحمر تبدأ فى التزجج عند درجة حرارة حوالى ٩٠٠ – ١٠٠٠ ْم وقد تنصهر تماماً عند ١٢٥٠ ْم بينما الجسم المصنوع من الكاولين تظل مسامه مفتوحة ومسامى دون تزجج عند هذه الدرجة ولا ينصهر قبل ١٨٠٠ ْم .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

والانكماش فى مرحلة التزجج يحدث نتيجة لتضاؤل حجم الحبيبات التى انصهرت وتلاصقت مع الحبيبات الأخرى فى وسادة زجاجية واحدة والانكماش النهائى للطينات المحروقة يصل إلى حوالى ١٠ % ويتوقف على درجة التزجج النهائية وحسب نوع الجسم .

وحريق المنتجات يؤدى إلى الوصول بدرجات الحرارة إلى خواص المنتج المطلوب من نسبة صهره وصلادته النهائية ولا يتعدى ذلك وإلا حدث زيادة فى الحريق يؤدى إلى تزجج كامل أو التواءات تقلل من جودة المنتج النهائى والمدى اللازم من درجة حرارة والوقت لازمين للحصول على منتج محروق جيداً يطلق عليها فترة النضج والجسم المحروق جيداً يتميز بالصلادة وقوة انضغاط عالية ، ومقاومة عالية للبرى والكيماويات والبلل والنفاذية للسوائل معدنية كانت أو هيدروليكية .

تأثير الشوائب على عملية الحريق :

لما كانت عملية الحريق هى العملية الاخيرة والهامة المسئولة عن جودة المنتج النهائى فلقد درست المؤثرات المختلفة على هذه المرحلة من ناحية الشوائب المتداخلة فى تركيب الطينات وأهم هذه الشوائب هى :

١ – السيليكا بأنواعها (غروية – حره – متحده) .

٢ – القلويات .

٣ – المواد العضوية .

٤ – الجير والمغنسيوم .

٥ – الحديد والتيتانيوم .

السيليكا وتأثيرها :

أ – السيليكا الغروية :

وهى تكون غير متحده فى تركيب معدن الطينة وتتميز بنعومتها الشديدة لوجودها فى الحالة الغروية – لذلك تتميز باللدونة الشديدة وهى تكسب الجسم المصنوع منها قوة شد عالية وانكماش شديد بعد الجفاف والحريق مصحوبة بمسامية أقل . وهى عادة ما تكون مشحونة بشحنة كهربية سالبة لتكون الغشاء الغروى الكهربى . وعلى ذلك فهى تتأثر بالعوامل المؤثرة على الانتشار والتجبن ، أى أنه يمكن بسهولة جعلها تنتشر بأضافة المواد المساعدة على الانتشار (القلويات) وترسيبها بسرعة بأضافة مواد التجبن (الحمضيات) .

ب – السيليكا الحرة :

ويتميز بقلة اللدونة وعلى ذلك فإن زيادة كمياتها فى الخلطة أو الطينة تؤدى إلى :

١– خفض لدونة الجسم .

٢– تقلل تحمل الجسم لدرجات الحرارة العالية حيث أنها تخفض منها الانصهار وتزيد من التشوهات .

٣– تساعد على سرعة الجفاف . ٤– تزيد من مسامية الجسم . ٥– تقلل من قوة الشد .

ومصدر السيليكا الحرة فى الطينات هو الفلسبار أثناء عملية التكون السابق الاشارة إليها فى الطبيعة حسب التفاعل المعروف .

والسيليكا الحرة تتحول إلى سيليكات غروية نتيجة إلى تفتيتها فى الطبيعة أو صناعياً بعمليات الطحن الدقيق .

ج – السيليكا المتحدة :

وهى غير السيليكا الداخلة فى تركيب الطينة ولكنها السيليكا الداخلية فى تركيب الفلسبار الذى قد يكون عالقاً كشوائب بالطينات والذى لم يتم تحوله فى عملية التكولن إلى طينة .

ويمكن إيجاز الفروق المتباينة والخصائص لكل نوع من السيليكا المائية مع الطينات وتأثيرها على الأجسام المصنوعة من هذه الطينات كما يلى :

الخواص	السيليكا الحره	السيليكا الغروية	السيليكا المتحده
المصدر	من تكولن الفلسبار فى الطينة .	كانت حره وتفتت .	مصدرها الفلسبار وغير المتحول
اللدونه	غير لدنة وتقلل من لدونة الجسم .	لدنه وتزيد من لدونة الجسم .	غير لدنه وتقلل من لدونة الجسم
تحمل الحرارة	تقلل تحمل الجسم للحرارة العالية .	تزيد من تحمل الجسم للحرارةالعالية .	تقلل تحمل الجسم للحرارة العالية
الانكماش	تقلل قوة الشد للجسم .	تزيد من انكماش الجسم .	تزيد من انكماش الجسم .
قوة الشد	تقلل قوة الشد للجسم .	تزيد من قوة الشد .	تقلل قوة الشد .
المسامية	تزيد قوة الشد للجسم .	تقلل مسامية الجسم .	تزيد مسامية الجسم .

تأثير القلويات على عملية الحريق :

وتشمل القلويات الموجودة على صورة قابلة للذوبان (حره) أو غير قابلة للذوبان ومتحدة فالقابلة للذوبان مصدرها الفلسبار بعد عملية التكولن حسب التفاعل المعروف فى الطبيعة .

كما أن أختلاط الطينة بالمياه أى كان مصدرها أو نوعها ملحة أو عذبة ينتج عنه تلوث للطينة بالأملاح الموجودة بالمياه والتى تتبخر وترسب الاملاح مثل ملح الطعام مثلاً . أما الغير قابلة للذوبان فمصدرها الفلسبار غير المتحول لاحتوائه على أكاسيد الصوديوم أو البوتاسيوم..إلخ .

وتأثير القلويات بنوعيها هو :

أ – القلويات تزيد من سرعة انصهار الطينة وتنخفض درجة حرارة بدء الانصهار حيث تعمل كمادة صهاره

ب – أثناء جفاف الطينة أو الأجسام المشكلة منها تتسلل المياه كما ذكرنا من السطح الداخلى إلى السطح الخارجى حيث تتبخر لتترك الاملاح على السطح الخارجى للجسم .

وعند حرق الجسم بعد ذلك فإن هذه الأملاح تتصهر بسرعة مع الطينة وتكون بقع مزججة على سطح الجسم مما يؤدى إلى خفض جودة المنتج وخاصة التى تضر فى حالة طلاء الاجسام بالطلاء الزجاجى .

ج – وجود القلويات بنسبة معقولة يحسن من مواصفات الطينة فى التشكيل حيث تجعل الطينة على هيئة معلق فى انتشار حبيبات الطينة وتفككها مما يزيد من لدونتها ولتحولها للحالة الغروية مما يساعد على التشكيل كما تساعد على بدء الانصهار عند درجات حرارة حريق معقولة تتناسب مع طبيعة الجسم .

تأثير المواد العضوية على الحريق :

وجود المواد العضوية كشائبة يعطى الطينة لدونة تساعد على التشكيل قبل الحريق وذلك نتيجة لتحلل الأحماض العضوية بفعل البكتريا . أما تأثيرها على الحريق هو :

١ – تزيد من مسامية الجسم بعد الحريق حيث تحتوى على ثانى أكسيد اكربون وبخار ماء اللذان يتركان فراغات فى الأجسام بعد حريقها .

٢ – تقلل من كمية الحرارة اللازمة لحرق الأجسام .

٣ – تعمل كعامل مختزل حسب جو الفرن .

تأثير أكسيد الكالسيوم والمغنسيوم على الحريق :

يوجد أكسيد الكالسيوم على هيئة كربونات أو كبريتات كالسيوم مختلطاً بالطينات بينما يوجد أكسيد المغنسيوم على هيئة دولوميت شاملاً أكسيد الكالسيوم والدولوميت هو خليط كربونات كل من المعدنين – ويتحول كلاهما إلى الأكسيد عند الحريق ولفظ الجير يطلق عادة على أكسيد الكالسيوم –

بينما يطلق لفظ المغنسيا على أكسيد المغنسيوم . وإذا وجد الجير مع السيليكا بكميات صغيرة فإنه يعمل كمادة صهارة للسيليكا (لذلك يضاف فى صناعة طوب السيليكا) علما بأن الجير وحده مادة مقاومة للحرارة – وكذلك فإن وجود السيليكا بكميات صغيرة مع الجير تعمل كمادة مصهره للجير . وإذا وجد الجير فى الطينة حتى ١٠ % اعتبر كعامل مصهر بينما إذا زادت نسبته عن تركيب المخلوط الميكانيكى اعتبر كمادة صهارة .

تأثير أكسيد الحديد وأكسيد التيتانيوم :

إذا وجد أكسيد الحديد فى الطينة فأنه يكسبها لون يتراوح بين اللونين البنى الفاتح واللون الاحمر بعد الحريق بينما لا يظهر لون مميز لوجوده قبل الحريق – وإنما يعرف بالتحليل الكيماوى للطينة – وإذا وجد أكسيد التيتانيوم فإنه يكسب الطينة بعد الحريق لون مائل للاصفرار . ووجود أكسيد الحديد بالطينة يقلل من قيمتها ويصبح المنتج فى مرتبه أقل إذا كلما كان لون المنتج أبيض كلما ارتفعت رتبته وزادت قيمته وخاصة مصنوعات الطينة البيضاء من الأدوات المنزلية والبورسيلين وخلافه . بينما يكسب أكسيد التيتانيوم المنتجات رقع متباينة اللون ويجعل اللون النهائى غير متجانس بالإضافة إلى ما سبق فإن أكسيد الحديد مادة صهارة فالطوب الأحمر ينتهى حريقه عند ٩٠٠ ْم لاحتواءه على نسبة عالية من أكسيد الحديد بينما حراريات الطين النارى تحرق حتى ١٢٥٠ ْم لامتصاصه نسبة أكسيد الحديد إلى حوالى ٤ % فقط .

أسئلة الباب الثانى

س١: اذكر خواص حراريات السيليكا .

س٢: اشرح تأثير الشوائب على الحراريات .

س٣: تكلم عن طريقة تحديد مقاومة التهشم على البارد فى الحراريات وكيف تجرى .

س٤: وضح وجه الأختلاف بين السطح الخارجى للحراريات والسطح الخارجى للسيراميكيات والخزف.

س٥: علل مايأتى

أ- لا توضع الطلاءات الزجاجية على الحراريات .

ب-لا يضاف الجروج للخامات فى صناعة الحراريات .

ج- لا يستخدم الفلسبار كخام فى صناعة الحراريات .

د- لا يضاف الجروج لحراريات المجنزيت .

هـ- يستخدم البوكسيت المستورد فى حراريات الالومينا بينما يوجد خام الكاولين المحلى بمصر .

س٦: ماهى نسبة الجروج فى خلطة الحراريات .

س٧: ما هى الآلات التى تستخدم فى تكسير خامات أحجار الكاولين .

س٨: ما هى المعدات المستخدمة فى طحن الخامات .

س٩: أشرح أساليب التجفيف للحراريات .

س١٠: ماهى مميزات وعيوب التجفيف الطبيعى .

س١١: للتجفيف الصناعى عدة طرق .أشرح كل منها .

س١٢: ما المقصود بميكانيكية التجفيف .

س١٣: أشرح تأثير الحرارة على الطينة (الحريق) .

س١٤: ما المقصود من كلمة تحويل الكوارتز .

س١٥: تكلم عن تأثير الشوائب على عملية الحريق .

س١٦:للسيليكا أنواع وتأثيرات . اشرح ما تعرفة عن كل منها .

س١٧: أشرح تأثير القلويات على عملية الحريق .

س١٨: أشرح تأثير المواد العضوية على عملية الحريق .

س١٩: تكلم عن تأثيرأكسيد الكالسيوم والمغنسيوم على عملية الحريق .

س٢٠ : أشرح تأثير أكسيد الحديد وأكسيد التيتانيوم على عملية الحريق .

البـاب الـثـالـث



- **العوامل المؤثرة فى انصهار خلطات التزجيج وجودة الطلاء :**

١- عمليات الطحن والخلط لمكونات وملونات الطلاء الزجاجى .

٢- الطلاءات الزجاجية ذات (درجات الحرارة المنخفضة

– درجات الحرارة العالية) .

٣- نظم تطبيق الطلاءات الزجاجية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

(الطلاء بالفرشاة – الرش بالمسدس) .

٤- عمليات التسوية للطلاءات الزجاجية داخل الأفران .

٥- تفاعلات وانصهار مكونات الطلاءات الزجاجية داخل الأفران .

٦- جودة التصاق الطلاء الزجاجى بالجسم الخزفى

عند التغطية وانعدام ظاهرة الشقق .

الـبـاب الـثـالـث

العوامل المؤثرة فى انصهار خلطات التزجيج وجودة الطلاء

الطلاء طبقة رقيقة من الزجاج ، أو الزجاج والبللورات تلتصق بسطح القطعة الخزفية ، وهـو يصنع اساسا من السيليكا وهى اساس صناعة الزجاج ويضاف اليه المواد الصهارة والمادة الرابطة وتخلط ويطلى به سطح القطعة على شكل طبقة رقيقة بالمرقاش أو الغمس أو بالرش ، وعند حريق القطعة تنصهر ذرات الطلاء الزجاجى ، وتتحول إلى طبقة واحدة متصلة لامعة .

وإذا لم يعطى الطلاء درجة حرارة كافية فإن سطحه يظهر فقاقيع أو يظهر متموجاً ، وفى نفس الوقت إذا ما ارتفعنا بالحرارة أكثر مما يلزم يسيل الطلاء إلى أسفل الإناء ، ولكل نوع من الطلاءات درجة حرارة معينة ، ويجب أن يتبع هذا بكل دقة .

١ – عمليات الطحن والخلط لمكونات وملونات الطلاء الزجاجى

يتطلب إعداد خامات الطلاءات الزجاجية وملوناتها عناية كبيرة من حيث تفاوتها وسحق كل خام على انفراد ، بحيث يمكن نخلها فى منخل لا يقل من عدد الثقوب فيـةعن مائـة وخمسـين ثقـب بالبوصة الطولية بدقة تامة ، ثم تسخن مع بعضها البعض وهى فى حالة مسـحوق جـاف حتـى تنصهر وتختلط اختلاطاً تاماً إعداداً لتحويلها لمسحوق بطحنها ثم يضاف إليها الماء .

طحن وخلط العناصر :

يستعمل فى حالة سحق كمية صغيرة ، المصحن البورسيلان إما فى حالة الكميات التى تزيد عن كيلو جرام واحد أو اثنين فإن أمثل طريقة لخلط عناصر الطلاء هى وضعها فى طاحونة الخلــط ذات الكرات .

وهذا الخلاط يتركب من إناء إسطوانى من البورسيلان به كرات من البورسيلان أو حصيات من الزلط الصوانى الصلب أو الظرانى ، ليكون أداة الصحن خصوصاً وأنه بطبيعته أصلب جداً من نوع الخامات التى توضع بالصندوق لصحنها .

وبإدارة هذا الصندوق المبطن داخلياً بحجر الكوارتز أو بقوالب الفخار الزلطى حــول محــوره يتقلب محتواها من الحصيات ويختلط جيداً وتتم عملية السحق والخلط فى ســاعات معينــة تحــدد بمقدرا ما توصف به الخامات من الصلابة وحجم ذراتها أو قطعها قبل وضعها بالطاحونة .

وعملية الطحن التى ترافق الخلط تقلل حجم جزيئات المواد الهشة كالفلسبار والصــوان . كمــا يجب الأخذ فى الاعتبار بأن الطاحونة تكون مليئة حتى نصفها فقط بالحصى وتمــلا مــواد الطــلاء والماء الفراغ الذى بين الحصيات فقط ، وبعبارة أخرى يجب ألا يشغل الحصى والعناصــر الجافــة والماء أكثر من نصف فراغ الطاحونة ، وتذكر أيضاً يجب فحص جسم الطاحونة من حين إلى آخــر بعد دورانها لبضع دقائق للتحقق من أن غطائها محكم ، وإنه يجب ألا يكون هناك رشح ما .

الطاحونة ذات الكرات (Ball mill) لطحن وخلط الطلاءات الزجاجية

ويمكن الحصول على الطاحونة ذات الكرات بأحجام مختلفة وأنفعها للخزاف أحجام البينت Pint والربع والجالون ، وكلما كانت الطاحونة أصغر حجماً كانت أسرع دوراناً وأجود طحناً لــو التزمنــا بالسرعات المستحسنة ومقادير الشحن حسب المواصفات ، وتأثير درجات حرارة التســوية تــأثيراً مباشراً بزمن الطحن ولذلك يجب ضبط هذا العامل بكل عناية .

فالطاحونة سعة ٤/١ جالون تطحن الكمية فى مدة ساعة طحناً أنعم مما تطحنه الطاحونة ســعة البينت (٨/١ جالون) فى نفس المدة وعلى ذلك يجب أن تكون مدة الطحن متناســبة مــع حجــم الطاحونة .

وعملية السحق والخلط باستعمال هذه الطاحونة تتم إما بالطريقة الجافة أو باســتعمال الميــاه مضافة إلى الخامات ، والواقع أن طريقة السحق مع التحويل إلى سائل فى آن واحد مفضــلة عــن

السحق الجاف ، أذ أن المياه تساعد على تمام المزج وتؤكد عملية تحويل الخامات إلـــى ســـائل ذى ذرات صغيرة إلى أبعد حد .

ومن المفضل سحق كل خام على انفراد وتحويله إلى سائل ذى كثافة معينـــة تحـــدد وتعـــرف بالتجربة ، ولكننا بوجه عام نقدرها مبدئياً بأننا إذا وضعنا أصبعنا فى السائل ورفعناه لبقيت عليـــه طبقة تشبه اللبن الدسم .

وبعد إتمام سحق كل خام من خامات التركيب على هذه الصورة تضاف الخامات كلها إلى بعضها البعض واحداً يتلو الآخر ، ونستمر فى إدارة الطاحونة عدداً آخر من الساعات إلى أن يتم امتزاجها تماماً .

هذا وقوام الطلاء السائل من العوامل التى تجب مراعاتها فى حساب مدة الطحن فالطلاء الكثيف (الغليظ القوام) يكون أبطئ طحناً من الطلاء السائل الخفيف القوام .

وسنلاحظ أيضا أن الطلاءات الخفيفة تصير أكثف أو أتخن بعد بضع ساعات من الطحن والقاعدة الصحيحة بالتقريب هى أن مائه جرام من الماء تلزم مائه جرام من الطلاء الجاف فى الطاحونة .

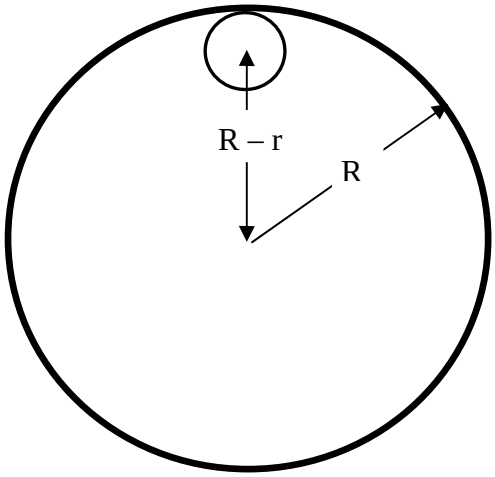
كل العوامل المذكورة سابقاً يجب مراعاتها عند تحديد زمن الطحن اللازم لمـــزيج معـــين مـــن الطلاء ومن المهم إنهاء الطحن في الوقت المحدد بالضبط .

ومن المعروف أن الكثير من المواد المستعملة في الطلاء غالية الثمن ولذلك يجـــب ألا تضـــيع منها إلا أقل قدر ممكن عند تفريغ المزيج من الطاحونة .

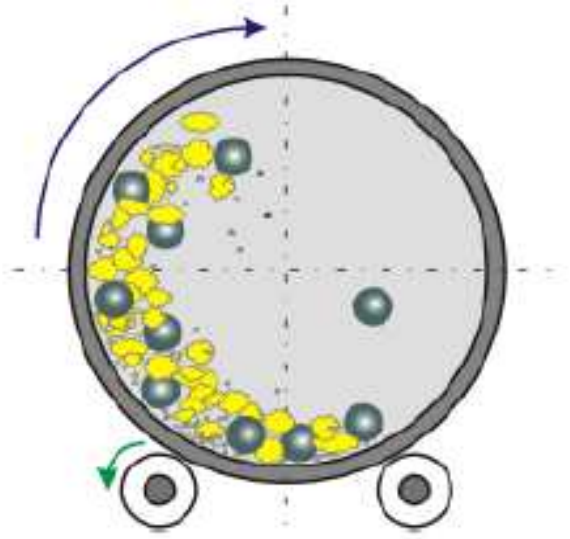
ويجب أن تصب محتويات الطاحونة بما فيها من الحصى في مصفاة شبكية لتصفيته فـــي إنـــاء تحته من الصاج المطلي أو البلاستيك .

ثم تغسل الطاحونة من الداخل بكمية قليلة من الماء وتصب على الحصيات لغسلها أيضاً ويمكن تكرار هذه العملية ، وقد يجعل الماء الزائد المزيج أخف من اللازم ولكن هذا يمكن علاجه بســـهولة بترك المزيج يوماً ليترسب ثم نصفى عنه الماء الرائق . ويصفى بعض الخزافين الطلاءات الســـائلة بمصفاة (١٠٠ فتحة فى البوصة الطولية) لأزالة أية قطع تكون أكثف أو أكبر حجماً مما يلـــزم ، وليس هذا ضرورياً عادة فى الطلاءات الخام ولكنه مرغوب فيه فى الطلاءات المصنوعة من المواد الزجاجية المنصهرة فقد تكون بها بعض جزئيات لم يتم طحنها .

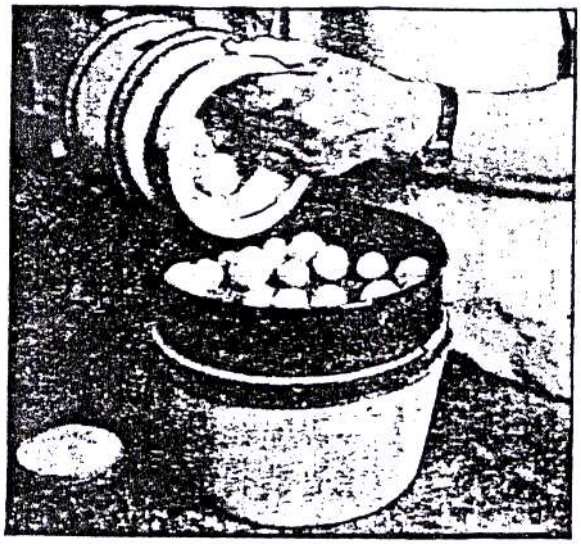
ويجب غسل الطاحونة وتنظيفها جيداً قبل حفظها والنظافة أمر جوهري فى كل خطوة من العمل الخزفي لأن أقل تلوث يظهر على شكل خطوط مغايرة أو بقع فى المنتج النهائى وإذا كان في الحصى أو فى الطاحونة من الداخل تلوث أو بقع في مواضع لا يمكن تنظيفها بالغسيل أو باستعمال الفرشاة ، وجب شحنها بالزلط والماء وأدارتها ليلة كاملة وهذا كفيل بإزالة جميع البقع .



أعلى وضع للكرة داخل الطاحونة



حركة الكور داخل الطاحونة



تفريغ طاحونة بالطريقة الصحيحة

سوائل الطلاء الزجاجي :

إن الخزاف المجرب يستطيع بسهولة أن يحكم على قوام سائل الطلاء بتقليبه ، ولكن المبتدئ يجب عليه أن يتعرف على الوزن النوعي للكمية ليتحقق من أنها الكثافة الصحيحة وهذا يسهل عمله بوضع مخبار مدرج سعته ١٠٠ سم٣ على الميزان ووزنه بالضبط وصب السائل فيه ببطء بعد تقليبه جيدا حتى يصل إلى علامة المائة سم٣ ووزنه ثانية

والفرق بين الوزنين يقسم على مائة فيعطى الوزن النوعي فمثلاً :

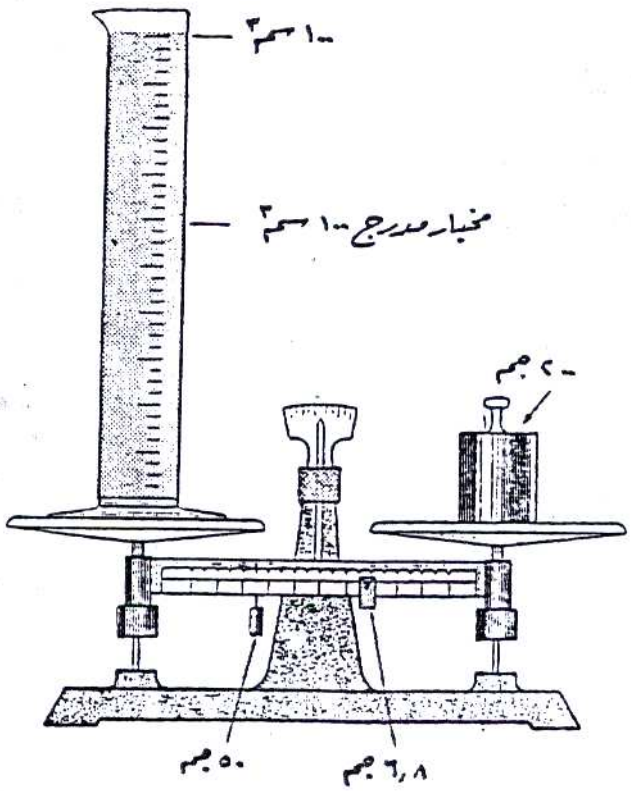
وزن المخبار وبه مائة سم٣ من :

السائل	٢٥٦.٨ جراماً
وزن المخبار وحده	١١٥.٤ جراماً
الفرق	١٤١.٤ جراماً
الوزن النوعى	١٤١.٤ جراماً

$$\frac{\text{١٤١.٤ جراماً}}{\text{١٠٠ سم٣}} = ١.٤١$$

ويجب أن يكون الوزن النوعي للطلاءات الزجاجية السائلة التي يراد غمس القطع الخزفية فيها ١.٤ ، ١.٥ أما المراد رشها فتكون أخف قليلاً .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



تقدير الثقل النوعى للطلاء الزجاجى السائل

كما يجب التذكر بأن نستعمل دائما أوعية غير قابلة للصدأ كالقدور الزجاجية أو آنيــة الخــزف الحجري أو الأوعية الخشبية لحفظ السائل الزجاجي بها .

استعمال الصمغ فى الطلاءات :

إن مصانع الخزف التجاري قلما تستعمل الصمغ فى طلاءاتها الزجاجية ، ولكن الخزاف الفنــان كثيراً ما يرغب فى استعماله لأنه يحسن خصائص العمل بها ، وخاصة للطلاءات التى تحتوى علــى نسبة عالية من الزجاج المنصهر والطلاءات التى تطلى بالمرقاش (الفرشــاة) ويمكــن اســتعمال الصمغ العربى أو صمغ الكثيرة لهذا الغرض .

ويصنع محلول الصمغ بوضع ١٠ جرامات من الصمغ الجاف فى ٢٥٠ جراماً من الماء البــارد يوم كامل ثم يغلى ويقلب جيداً بمضرب بيض ثم يصفى بمصفاة متوسطة الفتحات .

وهذا المحلول يفسد (يحمض) فى أيام قلاقل فى الجو الحار ، وإذا أريد حفظه لأية مــدة مــن الزمن وجب أن يضاف إليه جرام واحد من المطهر فورمالدهيد المعروف لحفظه وتعقيمه .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ويضاف هذا المحلول الصمغى للسائل الزجاجى بمقادير من ٥ إلى ١٠ سم٣ لكل ٥٠٠ سم٣ من السائل ، ويفيد الصمغ فى إبطاء امتصاص الماء فى الطينات الخزفية المسامية وفى إبقاء المادة الزجاجية معلقة مدة أطول ، ويجعل طبقة الطلاء أكثر تماسكاً عند الجفاف .

عمل الطلاءات (بطريقة الصهر) :

يمكن الحصول بسهولة على الطلاءات الممتازة المصقولة من المواد الزجاجية المنصهرة والمستخدمة فى الأغراض التجارية ، أما صناعة الخزاف الفنان لطلاءاته الخاصة قليلاً ما تكون مجزية له ومع ذلك فإن بعض الطلاءات مثل الفيروزى أو البللورى يحتاج إلى مواد خاصة من الزجاج المنصهر .

ولتحضير الطلاء فإن كمية الزجاج المنصهر تمزج جيداً وهى جافة ويحسن ان يكون ذلك بنخلها بمنخل (٢٠ فتحة) مرتين أو ثلاث مرات ثم يوضع المزيج الجاف فى بوتقة من الطين الحرارى ، وتسخن فى فرن ويجب ألا تمتلئ البوتقة أكثر من ثلثيها .

وبعد أن ينصهر ما تحتويه تضاف كمية أكثر ، وتكرر عملية الصهر وهكذا حتى تمتلئ حوالى ثلاثة أرباعها بالمادة الزجاجية المنصهرة ثم ترفع الحرارة تدريجياً حتى تخلو المادة المنصهرة من الفقاقيع كما يتضح عند سحب خيط منها بطرف عود من الحديد ، ويجب زيادة الحرارة بالقدر الذى يحقق سيولة المزيج تماماً .

وعندما يتبين أن المادة المنصهرة أصبحت جاهزة ، يطفأ الفرن وترفع البوتقة ، وتصب محتوياتها بسرعة فى إناء به ماء بارد مع تحريكها أثناء الصب حتى لا تتجمع المادة المنصهرة فى مكان واحد ، فإن التبريد الفجائى يجعلها هشة تنسحق بسهولة ، وأى مادة من الطلاء تلتصق بجدران البوتقة يمكن إزالتها بإعادة البوتقة إلى الفرن حتى ينصهر ما علق بها لدرجة تكفى لسهولة صبه ، والبوتقة الواحدة يحسن استعمالها لنوع واحد من الطلاء ويجب استعمال بوتقة جديدة لكل نوع من الطلاء الزجاجى مختلف التركيب . وبعد ذلك توضع المادة الزجاجية الباردة فى هاون من الخزف لسحقها ثم تنخل بمنخل (٢٠ عينا) ثم تطحن فى الطاحونة ذات الكرات مع المادة مدة ١٢ ساعة وتصفى بمنخل (١٠٠ عين) وتجفف وتضاف عادة مواد أخرى (كالطين) لتكوين الطلاء الزجاجى وهذه المواد يجب طحنها مع الطلاء وقتا قصيراً للتحقق من جودة خلطها بذلك يكون جميع الخامات المكونة للطلاء الزجاجى والتى تذوب فى الماء تكون قد تفقد تركيبها وأصبحت غير قابلة للذوبان ثم تضاف اليها بقية الخامات المكونة للطلاء والتى لا تذوب أصلا فى الماء مثل الطين الذى هو المادة الرابطة فى الطلاء الزجاجى .

المزج المنظم للطلاءات :

عند تجهيز الطلاء لغرض معين فمن الضرورى عادة إجراء عدة تجارب ، وإذا تم هـذا بنظـام تمت العلمية بسرعة .

نفرض مثلا ان طلاء زجاجيا من خام الرصاص يسوى على مخروط (هـرم) ٠٦ (١٠٠٠ ْم) يراد تجهيزه لطينة خزفية معينة وتركيبه الأساسى كالآتى :

٠.٦ د أ

٠.٣ كا أ ٠.٢ لو٢ أ٣ ١.٦ س أ٢

٠.١ ص٢ أ

نجد أن مقدار السيليكا (س أ٢) يجب ضبطه ليتقلص تقلصاً مناسباً مع الجسم الخزفـى الـذى يزجج به .

ومن الممكن بالطبع عمل سلسلة من التجارب للحصول على الطلاءات بمقادير مختلفة مـن س أ٢ ولكن الأبسط بلا شك هو عمل طلائين فقط أحدهما عالى الانكمـاش مـن س أ٢ والآخـر قليـل الانكماش ، ويضبط هذان المزيجان بنفس الوزن النوعى ويخلطان بالحجم لتكون جملة النتائج تسعة طلاءات مختلفة بتنويعات فى المحتوى من س أ٢ ويمكن استعمال كل طلاء فى طلاء تربيعة ويحرق الجميع فى وقت واحد ويتضح إذاً انه القيمة الصحيحة التى تستعمل على هذا النوع المعـين مـن الطينة الخزفية هى ١.٦٥ معادلة من السيليكا .

اختيار خلطة التزجيج :

عند اختيار خلطة الطلاء الزجاجى يجب إجراء عدة تجارب واختبارات معملية لتحديد النسـب المطلوبة ومراعاة ظروف تكوين المادة ومطابقة خواصها مع المواصفات المطلوبة حتـى نحصـل على طلاء زجاجى صالح لتغطية الجسم الخزفى فمثلاً عند تكوين خلطة تزجيج سطح جسم خزفـى يجب مراعاة ما يأتى :

أ – تغيير طبقة التزجيج تبعاً لتغير نسبة وجود الألومنيا فى الجسم .

ب – عندما تكون نسبة السيليكا إلى الألومنيا مرتفعة أى (٨ : ١) تكون طبقة لامعة قوية .

ج – ينطفئ لمعان الطبقة اللامعة بانخفاض نسبة السيليكا إلى (٤ : ١) .

ويتبين من هذا حدود نسبة السيليكا فى الخلطة يقع بين ٨ ، ٤ أجزاء بالنسبة لجزء واحد من الألومنيا .

وللحصول على نسبة صالحة لمكون السيليكا تجرى عدة تجارب معملية على خلطات تتدرج فيها نسبة السيليكا بين الجزئين السابقين وتختبر النواتج الاختبار المطلوب للجسم الخزفى .

وتجرى عملية التسوية فى سلسلة من درجات الحرارة المناسبة على قطع الاختبار من الجسم الخزفى المطلوب تغطيته .

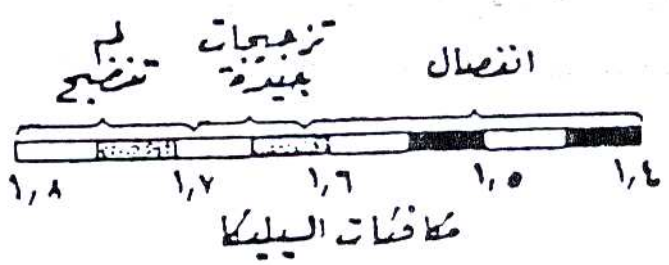
حفظ الطلاءات :

إن أفضل طريقة لحفظ الطلاءات الزجاجية السائلة هى وضعها فى زجاجات محكمة الغلق أو قدور لمدة محدودة ، وتخزن الكميات الكبيرة منها فى آنية من الخزف الحجرى ذات غطاء محكم ، وحتى إذا جف الطلاء تماماً فإنه من الممكن أن نجعله قابلاً للاستعمال بمزجه بالماء ، ولكن مع العناية باستبعاد الأتربة والشوائب التى لايمكن التخلص منها فيما بعد والتى قد تحدث بقعاً غريبة ، ونؤكد ثانياً أن الأوعية التى لا تصدأ هى وحدها التى يجب استعمالها لحفظ الطلاء .

حجم التزجيج (أ)	حجم التزجيج (ب)	المكافآت س أ٢

١٠٠سم ٣	صفرسم ٣	١.٤٠
٨٧	١٣	١.٤٥
٧٥	٢٥	١.٥٠
٦٢	٣٨	١.٥٥
٥٠	٥٠	١.٦٠
٣٨	٦٢	١.٦٥
٢٥	٧٥	١.٧٠
١٣	٨٧	١.٧٥
صفر	١٠٠	١.٨٠
تزجيج (أ)	٠٦,أ ٣و٠ كاأ ٢و٠ لو٢ أ ٣ ٤و١ س أ٢ ١,٠ ص٢أ	
تزجيج (ب)	06,أ ٣و٠ كاأ ٢و٠ لو٢ أ ٣ ٨و١ س أ٢ ١,٠ ص٢أ	

خليط التزجيجات ذات المتغير الواحد



تأثير نسبة السيليكا على أنفصال طبقات التزجيج

٢- الطلاءات الزجاجية ذات

(درجات الحرارة المنخفضة ــ درجات الحرارة العالية)

اولاً : الطلاءات الزجاجية ذات درجات الحرارة المنخفضة

من أهم الطلاءات الزجاجية ذات درجات الحرارة المنخفضة هى الطلاءات الزجاجية القلوية والطلاءات الزجاجية الرصاصية .

١ – الطلاءات الزجاجية القلوية :

تستخدم هذه الطلاءات مكوناتها من الصوديوم وليثيوم وبوتاسيوم كمادة صاهرة أو لتخفيض درجة أنصهار السيليكا لتكوين الطلاء الزجاجى .

وهناك نوعان من الطلاءات الزجاجية القلوية :

١ – طلاءات زجاجية ذات درجات حرارة منخفضة .

٢ – طلاءات زجاجية ذات درجات حرارة عالية .

والطلاءات القلوية ذات درجة إنصهار تتراوح بين درجة حرارة ٦٧٠ – ٧٥٠ ْم ، وهذا النوع من الطلاءات الزجاجية تميل إلى الزجاج فى مظهرها سهلة الخدش ، والمصهر المعتاد المستخدم فى الطلاءات الزجاجية القلوية هى مركبات الصوديوم على هيئة كربونات صوديوم أو بيكربونات الصوديوم ومركبات البوراكس أو السليمانيت ، فإن معظم مركبات الصوديوم فى حالة متميعة وتميل إلى التبلور فى محلول الطلاء الزجاجى عندما تخزن لفترة طويلة .

ولهذا السبب فإن الطلاءات القلوية الخام التى تستخدم مركبات الصوديوم والبوراكس والسليمانيت يجب أن تخلط وتطحن وتستخدم فى الحال على الأجسام المحروقة أولياً على الأقل فى درجة حرارة ١٠٥٠ ْم .

٢ – التزجيجات الرصاصية :

وهى التزجيجات التى تحتوى على أكثر من ٢٥ % أكسيد الرصاص كقاعدة لمركباتها ومن التزجيجات الرصاصية ما يتركب من سيليكات الرصاص .

وتسوى خلطاته فى درجة حرارة تتراوح بين ٧٥٠ – ٨٠٠ ْم ومن التزجيجات الرصاصية ما يتركب من سيليكات ألومنيا الرصاص والجير وتنضج هذه الخلطة فى درجة حرارة ٩٦٠ ْ م ، وتستخدم التزجيجات الرصاصية لطلاء مشغولات الفخار والطينات الجيرية والقطع الفنية وهى ذات درجات حرارة نضج منخفضة .

ثانياً : الطلاءات الزجاجية ذات درجات الحرارة العالية

الطلاءات الزجاجية ذات درجات الحرارة العالية من عناصر أساسية تكون فى مجموعها مـــادة لصهر الزجاج فى درجة حرارة معلومة ، ويمكن تقسيم الطلاءات الزجاجية حسب قاعــدة الطــلاء الزجاجى إلى :

١ – الطلاءات الزجاجية الفلسبارية :

معظم الطلاءات الزجاجية ذات درجات الحرارة العالية تحتوى عادة على الفلسبار بنسب تتراوح بين ٤٠ – ٥٠ % كما أن جميع الطلاءات الزجاجية ذات درجات الحرارة العالية لابد وأن تحتــوى على الفلسبار ، كما ترى أن وظيفة الفلسبار كمصهر أساسى فى درجات الحرارة العالية .

ويمكن عمل طلاءات زجاجية تحتوى على أكثر من ٩٠ % فلسبار وهذه الطلاءات الزجاجية لها استخدام خاص حيث أن الطلاءات الفلسبارية ذات درجات الحرارة العاليــة تتصــدع علــى ســطح الأجسام الخزفية .

وهذه الصدوع يمكن تطبيقها على الرغم إنه يحتمل حدوثها مصادفة أثناء عملية النضــج ، وإن ميل الطلاء الزجاجى الفلسبارى ذات درجات الحرارة العالية للتصدع ناتج من ارتفاع نسبة القلويات (الصودا أو البوتاسا) التى يحتوى عليها الطلاء الزجاجى .

٢ – طلاءات زجاجية للبورسيلين النقى :

للحصول على طلاء زجاجى خاص بالبورسلين فإنه يجب الموازنة بين المكونات التــى تســبب الانصهار الكامل فى درجة التسوية ومنها الفلسبار الذى يعتبر من أهم المواد فى الطلاءات الزجاجية المختلفة وكذلك الجير الذى غالباً ما يوجد كمساعد صهر .

كما أن النسبة العالية من الفلنت فى الطينة يضمن الصلابة واللزوجة المناسبة ، ويمتــاز هــذا النوع من الطلاء الزجاجى بالنقاء ووجود الشفافية والانسياب على الأسطح دون إحداث أى تصــدع أو انتفاضات فقاعية أو رؤوس أبرية .

٣ –طلاء زجاجى مطفى :

معظم الطلاءات الزجاجية المطفية للخزف الحجرى ذات مظهر حسن ويوجد منها أنواع عديدة متميزة . فالطلاء الزجاجى المطفى الذى يمكن الحصول عليه بإضافة كمية كبيرة نسبياً من الطين ونسبة أقل من السيليكا .

ويعتبر هذا النوع على قدر كبير من العتامة والنعومة واللمعان الذى يشبه لمعان الزلط .

ويطبق هذا النوع من الطلاء الزجاجى على شكل طبقة رقيقة كما أنه من الجائز ظهور بعض العيوب مثل الثقوب الإبرية أو النقر .

٤- الطلاء الزجاجى الباريومى المطفى :

يشبه الطلاء الزجاجى المطفى ذات النسبة العالية من الطينة فى مظهره ، ولكن لوجود نسبة كبيرة من الباريوم به يعطى ألواناً غير مألوفة والتى تعتبر غير شائعة فى الأنواع الأخرى من الطلاءات الزجاجية وطلاءات الباريوم شديدة العتامة وتنتج نوعاً من الطلاء متميز ذو ملمس مستحب ، والاختلاف فى كميات الباريوم المضاف يعطى اختلافاً فى سطح الطلاء الزجاجى الناتج من النعومة الشديدة إلى سطح الجسم الطرى يشبه الصخر .

وللباريوم تأثير واضح على بعض الأكاسيد الملونة فعند إضافة النحاس إلى طلاء زجاجى ذو نسبة عالية من الباريوم يعطى لون أزرق .

وعند استخدام كل من الفاناديوم ، الكوبالت ، الحديد ، الكروم مع طلاء زجاجى به نسبة عالية من الباريوم يعطى ألواناً براقة ، وفى جو الفرن المختزل يعطى الطلاء الباريومى مع الحديد لون أصفر وبعض الألوان المتوقعة من الرمادى أو البنى .

كما أن النحاس مع طلاء الباريوم فى الجو المختزل من المحتمل أن يعطى درجات من اللون الأحمر .

وفى وجود كمية من أكسيد البوريك فى الطلاء الزجاجى الباريومى فإنه من الجائز عدم الحصول على السطح المطفى .

٥- طلاء زجاجى ماغنسيومى :

طلاء الماغنيسيا نوع من الطلاءات الزجاجية الذى يستخدم مع مشغولات الخزف الحجرى وهو وسط بين الطلاءات الزجاجية المطفية والطلاءات الزجاجية اللامعة .

وطلاءات الماغنسيا ذات ملمس ناعم ومظهر براق ، والطلاء الماغنسيومى ربما يكون معتم أو نصف معتم حسب كمية الماغنسيا المستخدم فى الطلاء ، وكذلك سمك طبقة الطلاء عند التطبيق .

*** الطلاءات الزجاجية « القلوية » ذات درجات الحرارة العالية:**

هى تزجيجات ذات قواعد الأكاسيد القلوية يتركب من متعدد سيليكات الصوديوم والكالسيوم ومنها ما يتكون من سيليكات ألومينات الجير القلوية .

وتمتاز طبقات التزجيج القلوية بالمتانة والشفافية وشدة اللمعان والصلادة .

والأنواع البوتاسيومية أعلى فى الخواص من الصوديومية .

٣ــ نظم تطبيق الطلاءات الزجاجية

(الطلاء بالفرشاة ــ الرش بالمسدس)

يطبق الطلاء الزجاجى عادة على الاوانى بعد حرقها الحرق الأول وطلاء القطع النيئة أو الغير محروقة من الطين تعتبر مخاطرة كبيرة حيث أن القطع من الممكن أن تتهشم ، كما أن قابليتها للامتصاص تسبب التشقق .

إعداد القطعة التى تم حرقها للطلاء :

تستعمل اسفنجة لإزالة الأتربة والشوائب تماماً أو تمسك القطعة تحت ماء جارى (ولا تبلل القطعة أكثر من اللازم أو تنقع فى الماء) فالماء سيقلل من مسامية الطينة ويجعلها تتقبل الكمية الصحيحة من الطلاء .

ويعتمد سمك خليط الطلاء على كيفية مسام الإناء . فالقطع قليلة المسام تتطلب طلاء أكثر سمكاً وكمية الطلاء التى تطبق على الإناء يجب ألا تزيد عن ١٦/١ من البوصة ولمنع الطلاء من الإلتصاق برف الفرن يغطى قاع القطعة بأرتفاع ٢/١ بوصة على الجوانب بالشمع المنصهر وتمسح حبيبات الطلاء التى تبقى على الشمع وإذا تم طلاء إناء بغطائه تذكر ألا يطلى الجزء الملامس من الغطاء لجسم الإناء .

تطبيق الطلاء الزجاجى : Application Of Glazes

تختلف طرق تطبيق الطلاء الزجاجى على سطح الجسم الخزفى تبعاً لحالة المشغول وشكله وحجمه وكمياته .

وأهم العوامل التى يجب مراعاتها عند التطبيق هى :

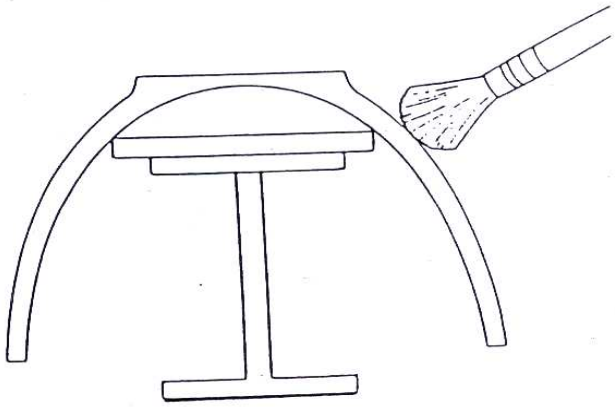
أــ سمك الطبقة المطلوبة وثباتها على الجسم والتى تتراوح من نصف إلى واحد ملليمتر فى حالة الطلاء الشفاف ومن واحد إلى واحد ونصف فى حالة الطلاء المعتم .

ب ــ مراعاة لزوجة قوام الطلاء بحيث تناسب مسامية الجسم وقابلية امتصاصه للسوائل وخاصة عند تطبيق الطلاء بطريقتين الطلاء بالفرشاة والرش بالمسدس .

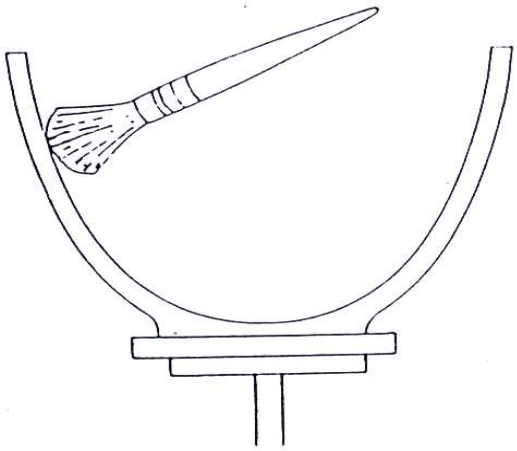
١ – الطلاء بالفرشاة : Glazing by brushing

يستعمل الفرجون (الفرشاة) فى بعض الحالات لتغطية الأوانى بالطلاء خاصةً للقطع الصغيرة ، وهذا فى أغلب الأحيان عندما نقصد إخراج أنواع فنية خاصة مثل وضع الطلاء على شكل وحدات زخرفية أو عندما نرغب فى الحصول عليه مختلف السمك على سطح الآنية إلى غير ذلك مما لا آخر له من الوسائل الفنية المتعددة .

أما القطع الكبيرة فستكون هذه الطريقة مضيعة للوقت كما أن دهان جزء صغير فى كـل مـرة سيجعل الطلاء غير متعادل على الإناء تستعمل فرشاة مبططة وتدهن عـدة طبقـات مـن الطـلاء للوصول إلى السمك المطلوب .



(١) توضع الآنية على القرصة اللفافة وتطلى من الخارج أولاً
بالطلاء الزخاجى باستخدام الفرشاة



(٢) تقلب الآنية على القرصة اللفافة أيضاً وتدهن من الداخل بالطلاء الزجاجى

طريقة تطبيق الطلاء الزجاجى على الأوانى بالفرشاة

٢- الرش بالمسدس (Spraying)

يستعمل فى هذه الطريقة مسدس الرش لتغطية الأوانى بالطلاء ، ولاستعمال هذه الطريقة دواعى خاصة فقد نلجا لها غالباً فى حالة تغطية الأوانى المزخرفة بالألوان التى لم تعرض لأى نـــوع مـــن أنواع الحرق حيث نستمر فى عملية الرش بالتدريج إلى أن يختفى التصميم الزخرفى تحت الطلاء . ونستعمل نفس الطريقة لوضع طلاء على آخر كما يتبع فى تكوين الطلاءات ذات التأثيرات الفنيـــة المتعددة الأنواع ، وفى هذه الحالة يمكن غمر الآنية فى طلاء أول ، ثم رشها بثان وثالـــث حســـب الخطة الفنية الموضوعة .

وطريقة استخدام المسدس لا تعتبر اقتصادية على أى حال ز إذ ينتج عنها فقد ما يتناثر مـــن الطلاء مما يخرج عن حيز الآنية التى تجرى عليها عملية الرش ، وهذا ممـــا لا يمكـــن تفاديـــه . ولإجراء عملية الرش يوضع الإناء على قرصه لفافة توضع فى مقدمة صندوق ذى جانبين وسقف من الزجاج ومثبت بظهره قطعة من الشبك السلك العادى ذى الثقوب الصغيرة ، ومثبت خلف هـــذا الشبك مروحة عكسية ماصة (وهذا الصندوق يشبه إلى حد كبير كابينة الرش ذات الشفاطات) .

ويوضع الإناء على القرصة اللفافة ثم تدار المروحة ونبدأ فى عملية الرش مع إدارة القرصـــة بالإناء شيئاً فشيئاً حتى تتم عملية تغطية سطحها ويصبح من نتيجة وجود المروحة وتشغيلها عـــدم تسرب ما ينبعث من المسدس إلى خارج الصندوق الزجاجى .

ولذا يجب تنظيفها من وقت لآخر باستعمال الفرشاة .

وأما بالنسبة لطريقة السكب أو الغمر قد سبق شرحهما بالصف الثانى .

٤- عمليات التسوية للطلاءات الزجاجية ودرجات الحرارة المطلوبة

تسوية الطلاء هى آخر عملية فى إنهاء القطعة الخزفية ، وربما أنه قد استنفذ وقت طويل فى إعداد القطعة فإنه يجب أن يبذل كل جهد حتى لا يحدث تلف فى هذه المرحلة الأخيرة ، وأن كل خزاف مهما كانت خبرته ليرتعش سلفا عند فتحة للفرن ، هل سيجد قطعاً خزفية ممتازة أو قطعاً عادية أو خيبة كاملة .

وتجرى عمليات التسوية للطلاءات الزجاجية إما مع عملية تسوية الجسم الخزفى فى خطوة واحدة كما فى الأدوات الصحية أو عملية مستقلة بعد تسوية الجسم الخزفى وما يسمى بالحريق الأول « بسكويت » وتنصهر الطلاءات الزجاجية أثناء تسوية الجسم الخزفى فى درجات الحرارة المطلوبة وفى الحالات التى لايتأثر الجسم الطينى بخلطة الطلاء الزجاجى ، ومن أمثلة ذلك مشغولات البورسلين والخزف الحجرى .

أما تسوية الطلاءات الزجاجية الخاصة بالفخار أى بعد الحريق الأول فتجرى عملية منفصلة عن عملية تسوية الجسم الخزفى ، وتكون درجة الحرارة لانصهار هذا النوع من الطلاء أقل من درجة تسوية الجسم .

وتسوى الطلاءات الزجاجية الرصاصية على الفخار فى درجات حرارة تتراوح بين ٨٠٠ – ٨٦٠ ْم وتتم التزجيجات الرصاصية المضاف إليها بعض القلويات أو المواد البوراكسية فى درجات حرارة حوالى ٩٠٠ – ٩٦٠ ْم على ألا ترتفع درجة الحرارة فى تسوية الطلاء الزجاجى الرصاصى عن درجة ١٠٣٠ – ١٠٥٠ ْم لعدم تطاير المواد الرصاصية .

تسوية الفخار والطلاء الزجاجى

تحتاج القطع عموماً إلى الحرق (التسوية) مرتين ، الحريق الأول وفيه تتحول الطينة إلى فخار وغالباً يتم عند درجة حرارة حوالى ٨٠٠ – ٩٥٠ ْم ، وهنا الحرق يسمح للطينة أن تحصل على القوة الكافية لأن نتناولها بأمان ومع ذلك تظل مسامية بدرجة كافية لتقبل الطلاء فوقها .

والحرق الأول يكون ببطء من ٦ إلى ١٢ ساعة ويعتمد ذلك على حجم وسمك القطع وحجم الفرن وحمولته .

وفى الحرق الثانى أو (تسوية الطلاء الزجاجى) تحرق القطع المطلية أو المزخرفة بأسلوب آخر والتى تم حرقها الحرق الأول ، فتحرق إلى درجة نضج الطين والطلاء ، وهناك استثناءات مثل نوع الزخرفة المعروف باسم (الراكو Raku) والذى يستعمل فيه حرق على درجة حرارة منخفضة للطلاء على جسم الطين المحروق حرقاً أعلى ويحرق لدرجة تماسك الطلاء على الطين فقط ولصق مزيد من الطلاء على القطع والتى مرت فعلاً خلال مرحلتى حرق تتطلب درجة حرارة

أكثر انخفاضاً من درجة الحرارة الأصلية لنضج الطين والطلاء بالخلفية ، وكقاعدة يختـــار الطـــلاء الذى يصل إلى درجة النضج عند نفس النقطة مع الطين .

ومع أن القطع المشكلة من الطين تبدو تامة الجفاف قبل وضعها بالفرن لحرقها الحرق الأول إلا أنها تكون محتوية على بعض الرطوبة والتى يجب أن تزال ، ولإتمام التجفيف يضبط الفرن المحمل بالقطع على درجة حرارة منخفضة من مدة حوالى نصف ساعة إلى ساعة مع مواربة الباب للسماح بخروج الرطوبة والغازات وغالباً ما يترك الفرن المملوء بالقطع على درجة حرارة منخفضة طـــوال ليلة كاملة ومع زيادة درجة الحرارة تخرج المياه المحتواه بالطين وتحترق العناصر العضوية وتصل الطينة إلى درجة الجفاف بالتخلص من الماء الموجود بها وتحدث التغيرات فى تشكيل بللورى وفى النهاية تتصلب الطينة أو تتزجج مع اختلاف تركيب الطينات ، ومع ذلك فإن أى تسخين أزيـــد مـــن درجة نضج الطينة يؤدى إلى هبوطها وتصبح الطينة مصهورة .

ومن المعروف أن الطلاءات لها تطورات معينة تتدرج فيها أثناء الحرق إلى أن تصل إلى درجة الأنصهار الكامل على سطح الآنية .

فقد يبدأ الطلاء بالجفاف حيث يتبخر ما به من مياه ويبدأ فى التماسك إلـــى أن يكـــون قشـــره ملتصقة تماماً بسطح الفخار وبمواصلة تغذية الفرن بالقوة تبـــدأ المـــواد المركـــب منهـــا الطـــلاء بالانصهار والتفاعل مع غيرها والتئامها مع بعضها البعض .

اختبار ألوان الطلاء السائل :

قم بفرد قطعة من الطين الخزفى فوق قطعة من القماش حتى تتسطح بانتظام وباستعمال قـــاطع حاد تقطع قطعة الطين إلى عدد كاف من البلاطات لاختيار كل لون من ألوان الطلاء السائل مرتين ، ولابد من استعمال طينة خزفية ناعمة .

ويتم نقل البلاطات السابقة إلى لوحة خشبية مستوية ناعمة وجافة ، مع الاحتراس أثناء ذلـــك منعا لإنثناء البلاطات أو تقوسها وتغطى البلاطات بلوحة خشبية أخرى أو اتركها لتجـــف ، وهـــذه أفضل طريقة للتأكد من أنها ستظل مسطحة تماماً .

وبعد ساعات قليلة عندما تصل البلاطات إلى درجة صلابة الجلد يمكنك إصلاح الحواف بســـكين أو بإسفنجة مبللة .

ضع علامة على ظهر كل بلاطة بحرف أو رقم لتتذكر أى لون من الألوان السائلة تختبرها .

احرق البلاطات حرقا أولياً ثم تطلى بطلاء خزفى شفاف لإظهار شدة اللون بالكامل .

رتب الاختبارات حتى تكون سهلة الوصول إليها لمراجعة الألوان ستلاحظ أنه لا يوجد لون أحمر كما تراه عادة وهذا بسبب أن الأكاسيد التى تلون الطلاء تستخرج من معادن بغرض أن تتمشى مع درجة حرارة الفرن المطلوبة لصهر الطلاء .



اختيار ألوان الطلاء السائل على ألواح الطين المسطحة

نظام رص المنتجات الخزفية داخل الأفران

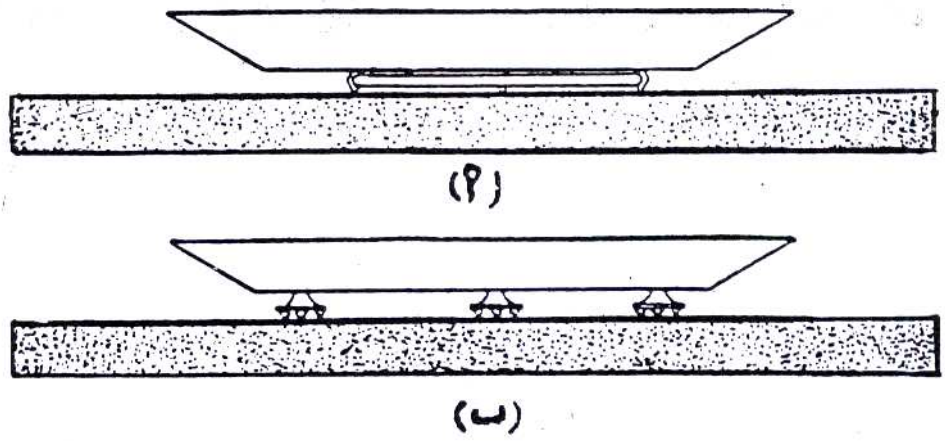
Setting For Glost Firing

يعتبر نظام رص المنتجات الخزفية داخل الأفران من الأمور الهامة والدقيقة لتلافى الالتواء والشروخ ، كما تتطلب عملية رصها إلى عناية كبيرة خصوصاً أثناء تناولها باليد ، فهى تحتاج إلى أيدى مدربة تتناولها بدون أن يتعرض الطلاء إلى الكشف خاصة وأنه يكون فى حالة الجير على الحوائط مع بعض التماسك . كما تعتبر طريقة الرص الصحيحة لتسوية الطلاء خطوة هامة لأن القطعة التى تنقلب فى الفرن لا تتلف وحدها ، وإنما تتلف قطعاً أخرى كثيرة .

وتختلف طرق الرص حسب نوع الانتاج ومستواه وهى تتبع أيضاً نوع الإعداد والتجهيزات المتوفرة بمكان العمل .

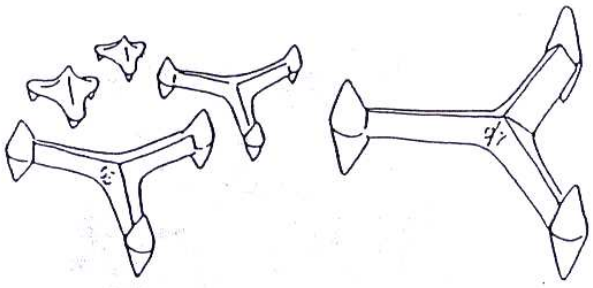
رص القطع المنبسطة : Setting Flat Ware

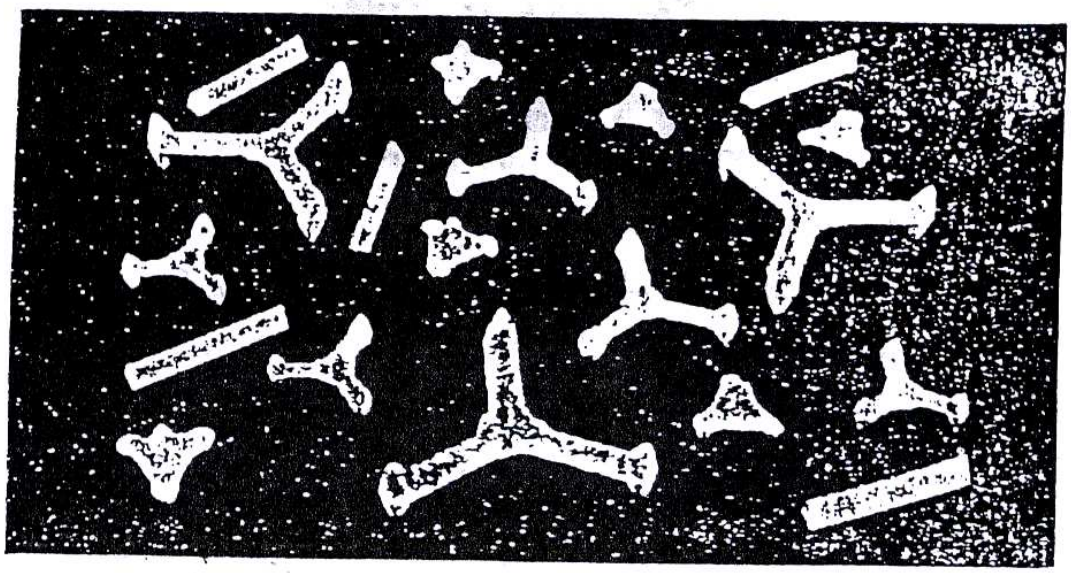
من أبسط الطرق لرص القطع المنبسطة كالأطباق على كرسى ويمكن الحصول عليها بسهولة وهى ذات مقاسات متنوعة ورخيصة الثمن ، وتستخدم مرة واحدة فقط ، وعندما نستغنى عن دهان كعب القطعة يمسح الطلاء عنه وترص القطع على الرف الحرارى مباشرة ، ويجب أن يدهن الرف أولا بمسحوق الأليومين أو فلنت مضافاً إليه حوالى ١٠ % كاولين ليحول ذلك دون الالتصاق إذا ما حدث و سال الطلاء ، ويصلح فى بعض الأحيان فلنت خشن ، وهناك عدد من الطرق المختلفة للرص عند تسوية الأطباق الكثيرة فى آن واحد وتتم فى علبة (صندوق) من الطينة الحرارية ، وتحمل كل قطعة ثلاثة حوامل مدببة مثلثة موضوعة فى جيوب بحائط العلبة ، وعند الرص توضع أول مجموعة من الحوامل المدببة فى مكانها ويرص عليها طبق وعلى التوالى تملاء مجموعات من الحوامل ، وتكحت العلامات الناتجة عن الحوامل إذا لزم الأمر ، والكراسى المستخدمة كأدوات للرص هى عبارة عن أدوات صغيرة مصنوعة من عجينة طينية تمتاز بمقاومتها للحرارة عن نوع خلطة الجسم المصنوع منها الأوانى ، وهى عادة عبارة عن قطعة ذات ثلاث شعب ولكل شعبة فى طرفاها سنان مدببان واحد فى أعلاها وآخر فى أسفلها ، وتوضع الأطباق (الأوانى) على هذه الأسنان المدببة الثلاثة حيث توضع بعد ذلك مرتكزة على الثلاثة الآخرين بداخل العلبة أو على الرف .



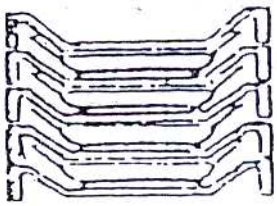
(أ) حامل رص ثلاثى (ب) رجل الديك

رص المشغولات لعملية التسوية



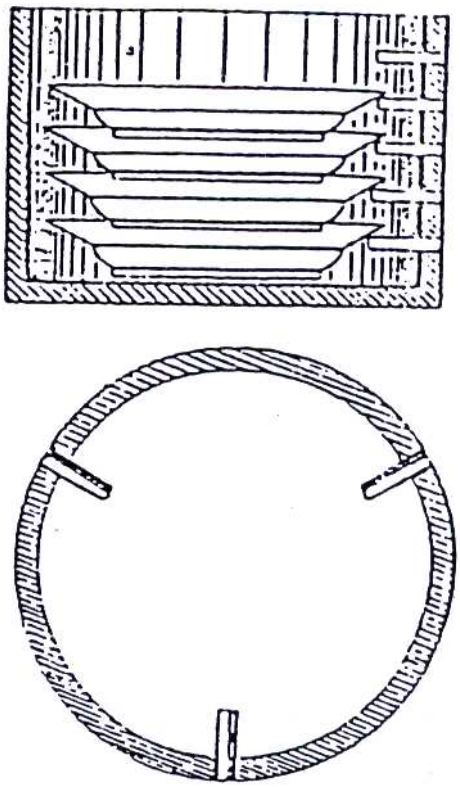


حامل ثلاثى ــ دبابيس رجل الديك



مجموعة من الحوامل تستخدم فى رص القطع المنبسطة

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

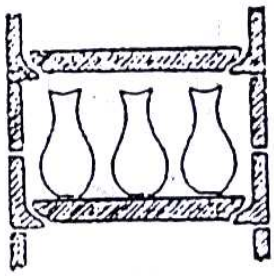


علبة (حافظة) من الطين الحرارى لتسوية تزجيج الأطباق المرصوصة على حوامل

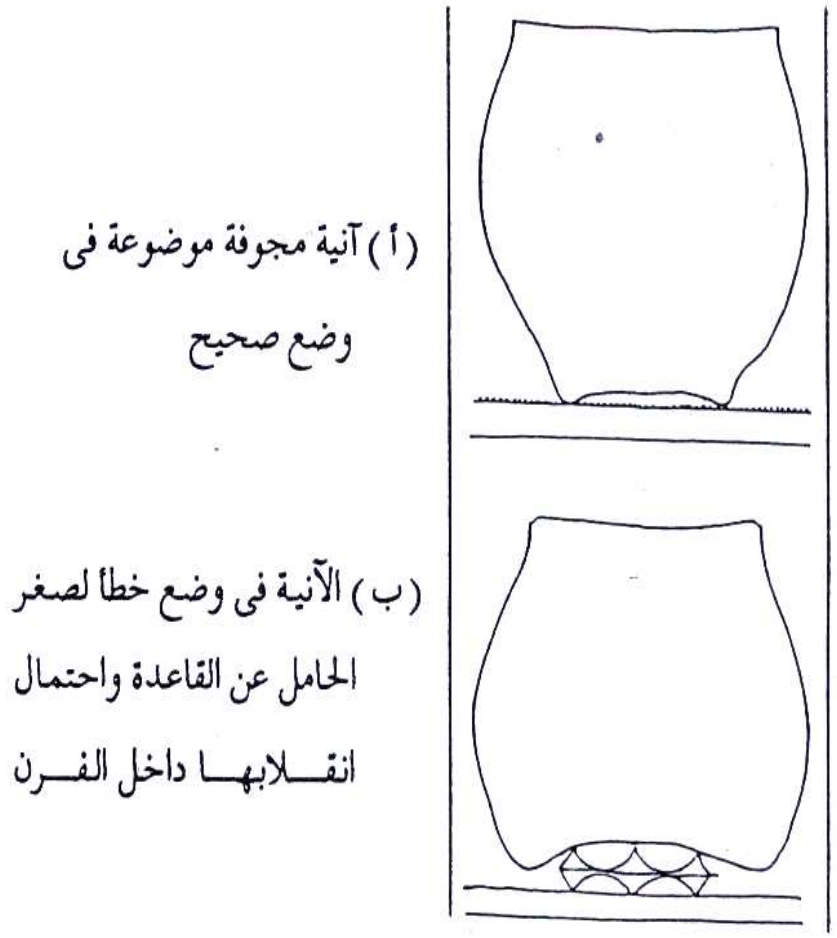
رص القطع المجوفة : Setting Hollow

ترص الفناجين والسلاطين والزهريات على قطع تسمى حوامل أو كراسى كبيرة بما يكفى لحمل القطعة ، وإذا ما كحت الطلاء من فوق كعب القطعة فإنه يمكن رصها على دهـــان مـــن الأليـــومين ويجب الاحتياط التام عند رص القطع المدهونة بالطلاء السيال أو البللورى إذ أن الطلاء قابل للتجمع ويكون سميكاً فى القاع كما يحتمل أن يتساقط منها .

وفى هذه الحالة يوضع الحامل على قرص من الطينة الحرارية حيث يمتص ذلك القرص قـــدراً من الطلاء ، وقد يستغنى عنه بعد الحريق .



رص القطع المجوفة على أرفف أو بلاطات مستوية داخل الفرن



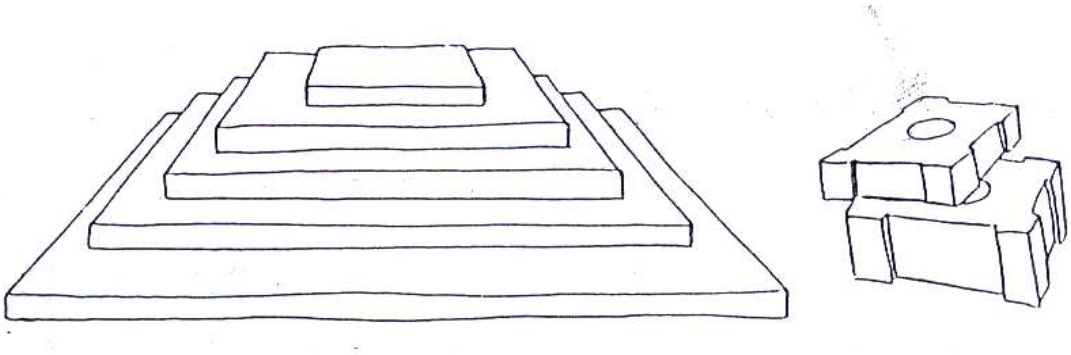
الطريقة الصحيحة لرص القطع المجوفة

رص البلاطات (الترابيع) : Setting Tiles

عند تسوية القليل من البلاطات فى آن واحد فإنه يمكن رصها على القطعة الحرارية المخصصة لذلك إذا ما اتخذت الحيطة لمسح كل الطلاء من على ظهر الترابيع .

وإذا ما أردنا تسوية مجموعة من الترابيع فى آن واحد فإن أداة الرص المناسبة لذلك عبارة عن صندوق حرارى ذى أرفف تسع لرص أربعاً وعشرين بلاطة ، كما يمكن صنع أداة رص سهلة الاستعمال للترابيع من قالبين من الطوب الحرارى العازل بها تجاويف جانبية تستعمل كأرفف .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



مجموعة من الأرفف الحرارية العازلة تستعمل لرص الترابيع عليها لحرقها

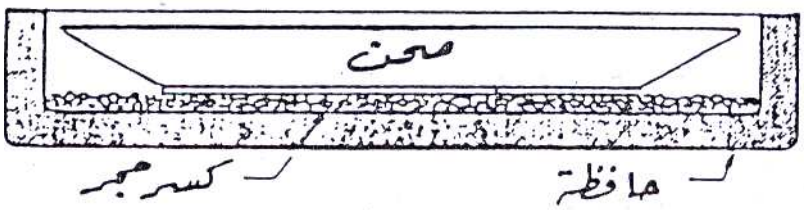
* رص التماثيل : Setting Sculpture

لا يعتبر رص التماثيل فى الفرن لتسويتها مشكلة كبيرة ، حيث سيتم تسوية الطلاء على القطع التى حرقت من قبل وصارت فخاراً على درجة حرارة عالية ، فرؤوس التماثيل أو أى قطع أكثر تكتلاً يمكن رصها على أرفف حرارية مدهونة بالعازل بعد مسح الطلاء من قاعدته كما ترص الألواح ذات النقش البارز على أرفف إذا ما كان ظهرها نظيفاً من الطلاء الزجاجى ، وإلا فإنها ترص على أدوات الرص التى تناسبها .

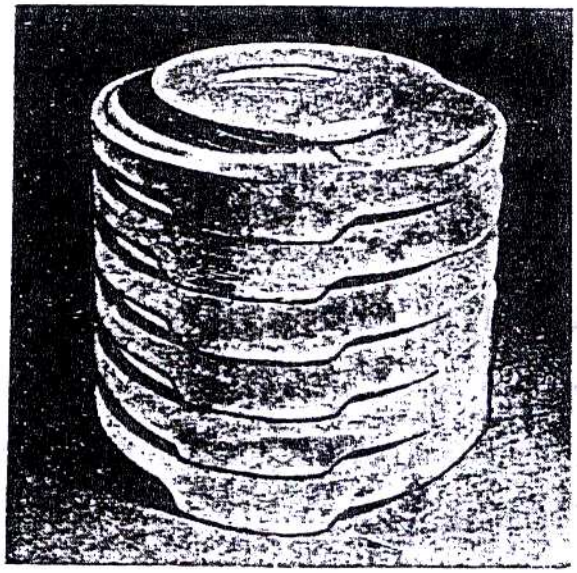
*رص قطع البورسلين الصلب : Setting Hard Porcelain

عند تسوية قطع البورسلين الصلب ، يجب إسنادها بعناية وذلك لتلافى اعوجاجها بسبب ما تحتاج إليه من درجات الحرارة العالية لتسويتها والتى ينجم عنها انكماش كبير ، ولهذا يجب أن تكون المساند المستخدمة معها مماثلة لتلك التى تستخدم فى تسوية الفخار المتزجج ، مع وجود مشكلة السطح المدهون بالطلاء الزجاجى .

أما قطع البورسلين المسطحة فيكون رصها على لوح مدهون بالألبومين أو على مسحوق سيليكا خشن ، وذلك بعد مسح الطلاء من قاعها ، وقد يحدث بعض الهبوط أو الارتفاع فى الفوهة ولكن هذا قد أخذ فى الاعتبار واحتاط له فى التصميم الأصلى إذا ما كانت القطعة مشكلة تشكيلاً صحيحاً ، ويرص كل طبق فى حافظته أو علبته ويستخدم الخزافون المعاصرين أدوات خاصة للرص ، ويرص البورسلين المجوف عادة على قرص غير مسواه ويجب ألا يكون الكعب مدهونا بالطلاء .



صحن بورسلين عالى التسوية داخل حافظة لعملية نضج تزجيجية



حوامل رص للمشغولات المزججة توضع القطع المعدة للتسوية على قواعد جافة

* رص قطع البورسلين اللين (قليل الصلابة نسبياً) : Setting Of Soft Porcelain

تتعرض هذه الأجسام للهبوط لتحول قدر كبير منها إلى الزجاج ولذا يجب إجادة أسنادها وترص الأطباق عادة موضوعة على فراش من الأليومين أو الفلنت يطابق شكلها تماماً وفى أثناء الحريق تهبط القطعة وتنطبق على مهدها تمام الانطباق .

وفى بعض الأحيان ترص الأطباق على قطع كقواعد مسواه مع طلائها بالأليومين ، أما الخزف الراقى الذى يراد الاحتفاظ باستدارة فوهته بالضبط فإن قطعة رص مستديرة مشطوفة الحافة توضع على الفوهة وهذا أيضاً يجب أن نمسح الطلاء من الفوهة قبل وضع قطعة الرص ، ويمكن بعد التسوية صقل الفوهة التى لم تطل بالطلاء الزجاجى أو يعاد تسوية القطعة بدون وضع قطعة الرص عليها وسوف لا يصبح هناك أى انكماش إضافى وكذلك سوف لا يكون هناك إلا نسبة ضئيلة من الالتواء إذا حدث شئ منه أثناء ذلك الحريق الثانى .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أما الفناجين والسلاطين فعادة ما تقلب على قرص طينى نئ أو توضع مقلوبة على فوهتها على حلقة طينية نيئة ، وعند تسوية قطع البورسلين المنحوتة (التماثيل) فتوضع على قرص نئ ، أما إذا كانت التماثيل مستندة على كعبها فإنها تكون بحاجة إلى مساند نيئة ، أما التماثيل ذات الأجزاء الناتئة (البارزة) الممتدة للخارج فيجب إسنادها بسنادات من الفخار المسوى ، وهذه السنادات مدببة فى طرفها العلوى ليكون تماسكها ضئيلاً مع السطح المدهون بالطلاء كما تدهن بالأليومينا ليحول ذلك دون إلتصاقها ، ويمكن فيما بعد صقل الأثر الضئيل الذى يتركه بعد التسوية .

أهم الملاحظات التى يجب مراعاتها عن رص المنتجات الخزفية داخل الأفران :

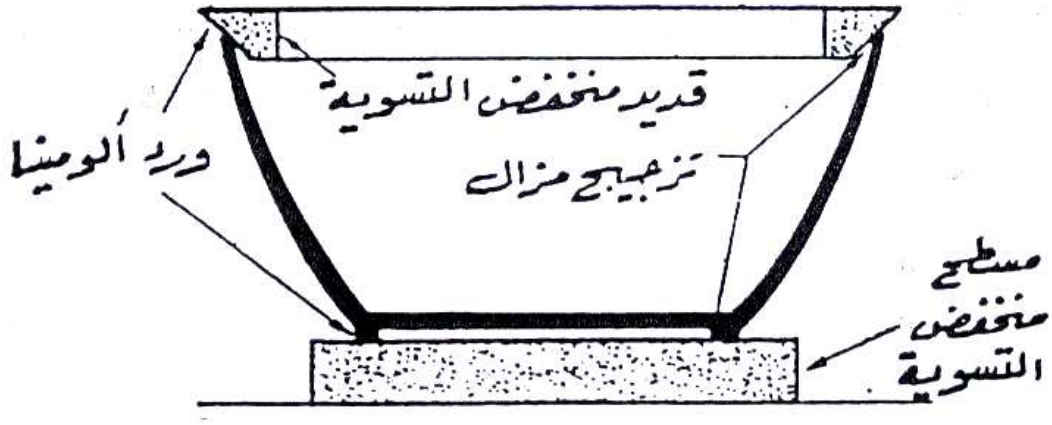
١. يجب رص المنتجات الخزفية الرقيقة والجوفاء على حوامل مخروطية لتحفظ إستدارتها .

٢. الأشكال المسطحة ذات الشفافية العالية فترص على سطح مستو تستقر عليه عندما ترتخى أثناء عملية النضج .

٣. توضع بعض النماذج الرقيقة المشكلة على دعامات أو مساند من طينة غير محروقة من نفس طينة الجسم مراعاة لمعدل الانكماش معاً ، وأن عملية رص المنتجات الخزفية تختلف من نوعية لأخرى .

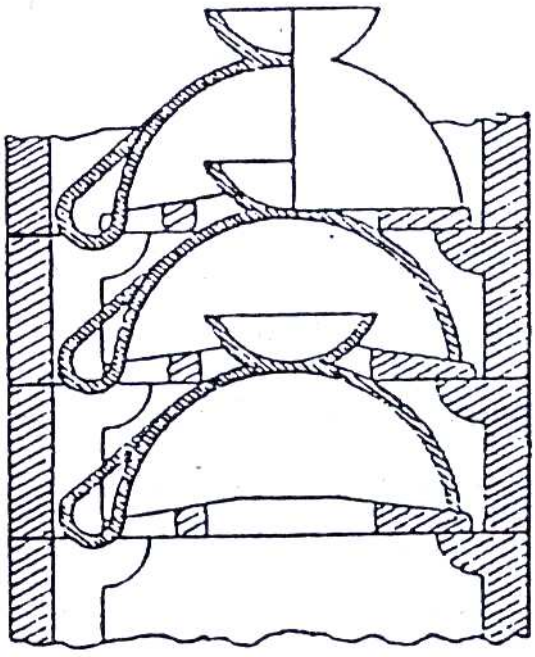
٤. عند رص المنتجات الفخارية فى الفرن له أهمية خاصة فى درجات الحرارة المرتفعة فى حين أنه فى درجات الحرارة المنخفضة تختلف ، وعموماً من المستحسن يجب رص النماذج على أرفف حرارية مطلية بطبقة تضمن عدم التصاق المنتجات بها .

٥. المنتجات الرقيقة مثل البورسلين تتطلب الدقة فى عملية الرص ، وأسلوب إسناد الدعامات من الأمور الهامة حيث أن هذه النوعية من الأجسام تتعرض للهبوط لتحول قدر كبير منها إلى التزجيج كما يراعى تغطية الرفوف بالألومين أو الفلنت ، وتحتاج النماذج ذات الفوهة الواسعة مثل السلاطين والفناجين عادة ترص بشكل مقلوب على سطح طينى غير محروق .



سلطانية بورسلين عالية التسوية

موضوعة على فوهتها أداة رص للاحتفاظ باستدارتها



طريقة رص السلاطين والفناجين وهى مقلوبة على فوهتها

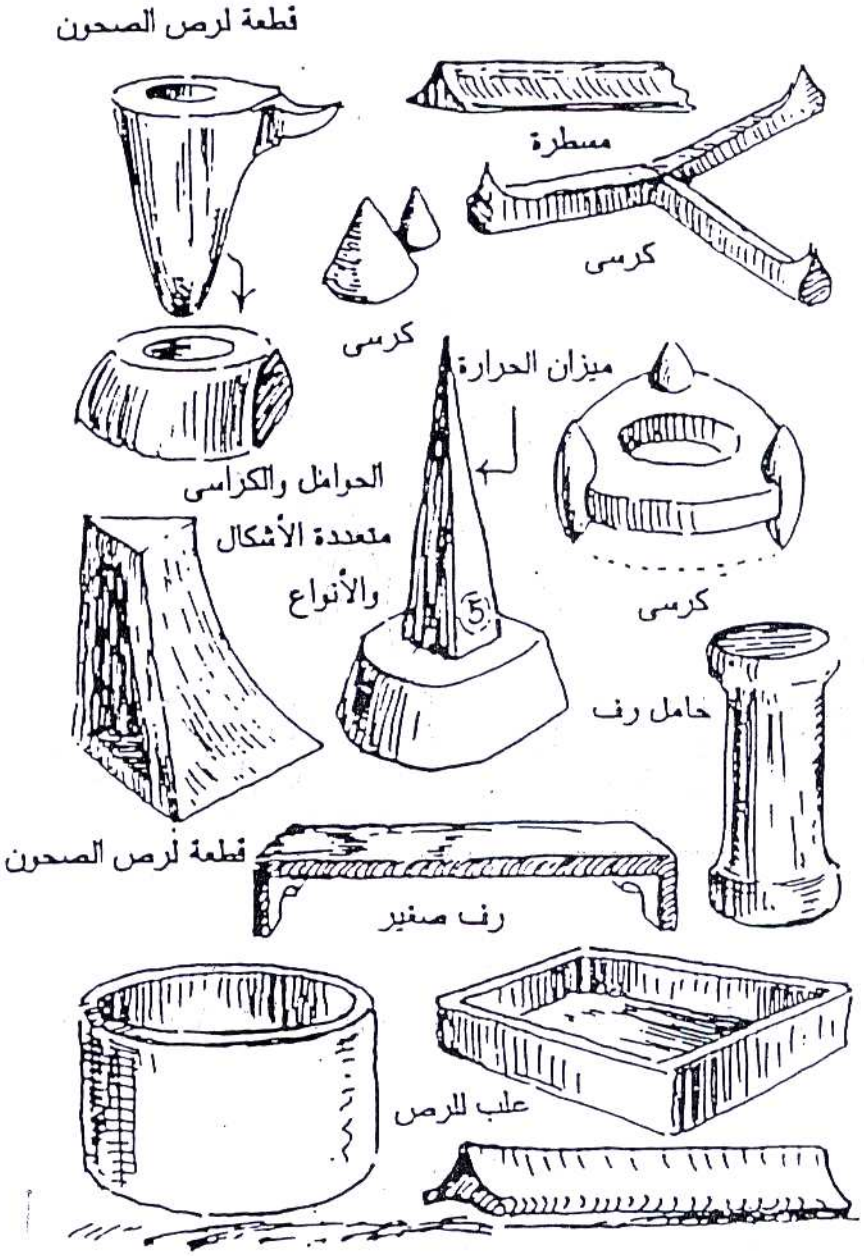
على حلقة طينية نيئة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



تمثال صغير بورسلين مزود بدعامة لعملية النضج

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



بعض أدوات رص الأوانى داخل الفرن لحمايتها

من الالتصاق ببعضها أثناء الحريق

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٥ – تفاعلات وانصهار مكونات الطلاءات الزجاجية داخل الأفران

من المعروف أن الطلاءات الزجاجية لها تطورات معينة تتدرج فيها أثناء الحريق إلى أن تعمل إلى درجة الانصهار الكامل على سطح الآنية .

فقد يبدأ الطلاء بالجفاف حيث تتبخر مابه من مياه ، ثم يبدأ فى التماسك إلى أن يكون قشرة ملتصقة تماماً بسطح الفخار ، وبمواصلة تغذية الفرن بالوقود أو برفع درجة الحرارة تبدأ المواد المختلفة المركب منها الطلاء فى تأدية عملها من حيث إنصهارها وتفاعلها مع غيرها والتئامها مع بعضها البعض .

تطوير التزجيج أثناء النضج

من الأمور التى يجب دراستها عند التعرض لتفاعلات وانصهار مكونات التركيبات الزجاجية التعرف على سلوكيات مواد خلطة التزجيج عند تسخينها فى مراحل نضجها وما تستقر عليه عند تبريدها منتجة طبقات من الطلاء الزجاجى (الجليز Glaze) ويجب أن نعرف العمليات الحرارية وحالات التجمد وحالات فوق الانصهار .

فتتكون الطلاءات الزجاجية من المواد الأساسية (السيليكا – مساعدات الصهر– مواد رابطة) مضافاً إليها بعض المواد الإضافية ومواد العتامة ومواد التلوين .

فعند عملية التسخين فى الأفران تمر هذه المواد بمراحل حتى تنضج وتستقر عند تبريدها منتجة طبقات التزجيج .

وتتوقف سهولة انصهار الطلاء الزجاجى على عوامل ثلاثة هى :

١– درجة انصهاره . ٢– قابلية توصيل الجسم للحرارة .

٣– كمية الحرارة اللازمة لتحويل جسم المادة المركبة من حالة الصلابة إلى حالة السيولة فى درجة حرارة واحدة (حرارة اصهاره مع سعة الجسم الحرارية) .

فالمواد الصلبة أجسام ذات صلابة تقاوم تغير شكلها تحت تأثير القوى الميكانيكية ، وتتكون المواد الصلبة من جزئيات محدودة الحركة ، بينما تتحرك السوائل بطلاقة عند تسخينها ، وتزداد حركة جزئيات الأجسام الصلبة عند تسخينها لما تكسبه من طاقة حركة ، ويترتب على ذلك ابتعاد جزئيات الجسم عن بعضها وزيادة المسافات بينما تعمل على تمددها وكبر حجمها وتحويلها فى النهاية إلى الحالة السائلة ، وتسمى هذه الحالة بعملية الانصهار ، وتنتقل إلى حالة السيولة وتسمى المسافة الأمنية بين بدء لين الجسم ودرجة حرارة تحويله إلى سائل بالمسافة الحرارية للانصهار .

وهذه المصهورات تتحول بالتبريد إلى الحالة الصلبة ، وهى عملية عكسية لعملية الانصـــهار ، وفيها يتجمد الجسم فى درجة حرارة معينة هى درجة انصهاره وتظل درجة حرارته ثابتـــة مهمـــا كانت عوامل تبريده حتى يتحول إلى الحالة الصلبة .

والطلاءات الزجاجية عند العملية الحرارية تشكل تشكيلاً متجانساً للسطح الزجاجى والتى تمـــر بها عند التسخين فى حالة الصلابة إلى حالة السيولة المنصهرة إلى حالة الصلابة المتجمدة .

حالة فوق الانصهار :

وهى الحالة التى تنخفض فيها درجة حرارة بعض السوائل إلى درجة حرارة أقـــل مـــن درجـــة تجميدها دون أن تتجمد ويسمى السائل عندئذ أنه فوق الانصهار وتحصل هذه الحالة فى الغالب عند تبريد الجسم المنصهر وهو فى غاية السكون وكأنه خالياً من أى جسم صلب فى وســـطه ، ويكفـــى حدوث اضطراب سريع أو تسرب بعض المواد الصلبة إلى الوسط لتجمد السوائل الفوق منصهرة .

حالات التجمد :

التجمد هو تحويل المصهورات بالتبريد إلى الحالة الصلبة ، والتجمد عملية عكس الانصـــهار – كما سبق توضيحه – ومتى أخذ جسم فى التجمد بقيت درجة حرارته ثابتة مهما تكن عوامل تبريده حتى يتحول جميعه إلى حالة الصلابة ، ويصحب عملية التجمد انبعاث حرارة تبقى بســـببها درجـــة الجسم ثابتة بالرغم من تبريده وتتجمد المصهورات إلى صلب على عدة مراحل وحالات مختلفة هى:

التجمد البللورى :

وفيه تتجمد المصهورات على شكل بللورات والتجمد الأيوتيكتى وهو تجمد مصهور من مـــزيج تكون من مواد معينة بنسب محدودة فى درجة حرارة ثابتة والتجميد الغير المتبلور أو مـــا يعـــرف بالتزجيج وهو تجمد غير بللورى ويتجمد فيه المصهور عند تبريده تبريداً إلى جسم زجاجى .

ويحدث التزجيج عند عدم توفير الظروف المناسبة لنمو البللورات من تبريـــد ســـريع وزيـــادة لزوجة المصهور عند تبريده أو عدم وجود مواد متطايرة تخفض من اللزوجة وتساعد على التبلور.

وهنا يتطلب معرفة حساب التزجيج حيث الطريق الوحيد الذى يدل على تركيب مـــادة التـــزجيج ويسهل موازنة أنواعها وهو السبيل المنظم لمعرفة مكونات خلطات التزجيج .

ومن مزايا استعمال طرق حساب التزجيج فى تكوين الخلطات هى :

١. الحصول على المواد الأولية المتيسرة التداول والأرخص ثمناً فى الأسواق لإنتاج مادة التزجيج .

٢. حساب الخواص المختلفة الطبقات فى التزجيج وتعديلها لمطابقة المواصفات المطلوبة وتتضح أهمية ذلك عند موازنة تمدد طبقات التزجيج بمعاملات تمدد أسطح الأجسام المطبقة عليها .

ولكن يجب الأخذ فى الاعتبار النواحى الآتية للحصول على تزجيجات صحيحة وهى :

أ- النقاء التام للمواد المستعملة فى خلطات التزجيج أو على الأقل النقاء لا يقل عن ٩٨ % بالنسبة للمواصفات المطلوبة مع عدم وجود شوائب غريبة ضارة وأن أى كمية من الشوائب قد تسبب تغير غير مرغوب وعيباً فى طبقة التزجيج .

ب- يجب التأكد من أن المواد الأولية المستعملة فى الخلطات تنتهى فى درجات النضج المحددة للعملية سواء تم النضج فى درجات حرارة منخفضة أم درجات حرارة عالية .

العوامل المؤثرة فى انصهار خلطات التزجيج :

أ- التركيب الكيميائى والتكوين المعدنى . ب- نعومة الخلطة وتجمعات أجزائها وتجانسها .

ج- كثافة الخلطة ومساميتها . د- معدل درجة الحرارة .

هـ- الضغط الواقع على الجسم أثناء عملية الحريق .

وتتكون التركيبات الزجاجية من عدة مواد مختلفة فى تركيبها وخواصها ، فبعضها ثابت فى درجات الحرارة العالية ، وبعضها يتحلل أثناء تسخينه مثل تفكك الكاولين ويحل الفلسبار وغيره من الكربونات والنترات .

وهناك مواد أخرى خاصة تتحول بالتسخين من صورة إلى أخرى دون تغير فى تركيبها مثل تحول الكوارتز ، لذلك تجمع الخلطات الزجاجية بين مواد درجات انصهار محدودة وأخرى غير محدودة ، ويحدث بين الأكاسيد الثابتة عند التسخين تفاعلات كيمائية .

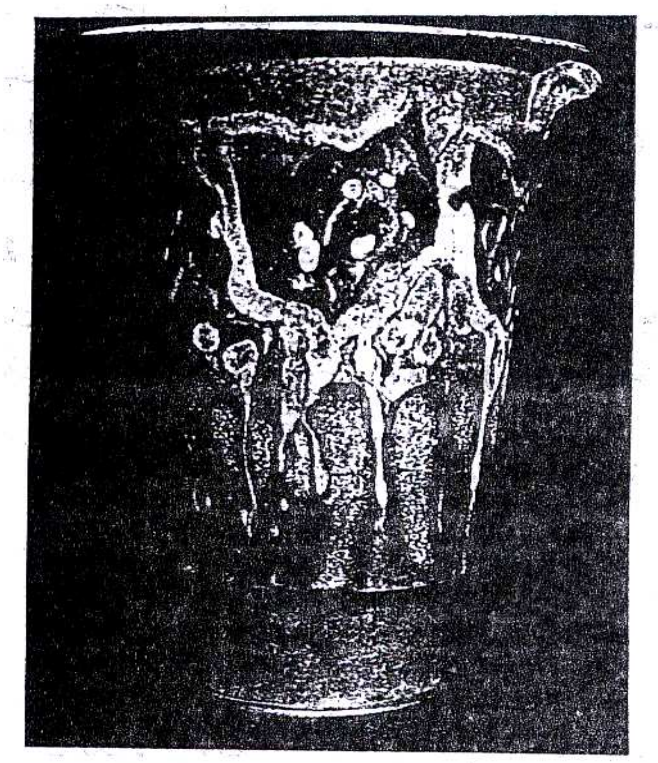
وعند اختبار خلطة الطلاء الزجاجى يجب إجراء عدة تجارب واختبارات معملية لتحديد النسب المطلوبة ومراعاة ظروف تكوين المادة ومطابقة خواصها مع المواصفات المطلوبة حتى نحصل على طلاء زجاجى صالح لتغطية الجسم الخزفى .

التأثيرات اللونية على الأجسام الخزفية :

كما أن التأثيرات اللونية تظهر بوضوح على الأجسام الخزفية إما (شفافة أو معتمة) ، (بيضاء أو ملونة) ، (لامعة أوغير لامعة) بفعل الحرارة وتفاعل كل من مواد التلوين ، ومواد الصهر والثبات فى التراكيب الزجاجية ، والتى تظهر على هيئة دقائق لونية منتشرة على سطح الطلاء الزجاجى عن طريق انعكاس الأشعة اللونية التى تصدر على المسطحات الخزفية وامتزاجها بالضوء .

فقد يكون التأثير اللونى ناتجاً عن الخامة المستعملة ومدى ملائمتها فى الاستخدام وتعاملها من تفاعلات بعد عمليات النضج والتبريد .

فالألوان والخامات الخزفية المستخدمة فى التزجيج شديدة الحساسية لأى تغير يحدث فى مكوناتها ، وفى ظروف تكوينها والمعاملات الأولية لإعدادها ، وأساليب التطبيق ودرجات الحرارة ، ونوعية الأفران المستخدمة .



فازة ٣٠ سم كمثال لطلاء بللورى ، وتبدو فيه البللورات النامية والمتفرقة التى تنمو فى الطلاء أثناء تبريده وتجميده ، من أعمال الخزاف (جيديث ونسلى)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٦ــ جودة التصاق الطلاء الزجاجى بالجسم الخزفى

عند التغطية وانعدام ظاهرة الشقق

من المعروف أن طبقات الطلاءات الزجاجية تتكون من مصهور زجاجى عالى اللزوجة يكسب الأشكال الخزفية طبقة زجاجية ملساء إلا أن هناك بعض المواد بإضافتها على التكوين الزجاجى لها تأثير على خفض لزوجة المصهور الزجاجى مما يساعد على كسب السطح الخزفى تأثير متبلور أثناء عملية التبريد ومن أمثلة هذه المواد أكسيد الخارصين والتيتانيوم والماغنسيوم .

ويؤثر كربونات الكالسيوم على حجم البللورات الناتجة عند إضافته للطلاء الزجاجى فهو يعطى فرصة تأثير وتكوين بللورات مع اختلاف درجة الحرارة والنضج .

كذلك معدل تبريد المصهور له تأثيره فى تدريجات لونية مختلفة كما أن للأكاسيد الملونة تأثير فى تحديد لون الجسم الخزفى ولون البللورات إلى جانب أساليب الإعداد المتنوع والتطبيق فى درجات الحرارة المستخدمة قد يحدد لنا أحجام البللورات الزجاجية والتأثير اللونى لها .

وفى بعض الاحيان تضاف بعض المواد إلى خلطات الطلاء الزجاجى كمواد صاهرة ، ومواد عتامة ونتيجة لخروج بعض الغازات أثناء عملية النضج تعطى تأثير ذات ملمس أثناء عملية الحريق (الفلوريد) .

وقد يحدث تأثير على هيئة حبيبات كبيرة على الجسم الخزفى نتيجة النعومة الزائدة لمكونات الطلاء أو نتيجة ضعف تماسك الطلاء بالجسم أو فاعليته مع الجسم الخزفى نتيجة إزابة بعض مكونات الجسم مثل (السيليكا – الومنيا) والذى يتسبب عنه وضوح هذه التأثيرات .

بعض التركيبات الزجاجية يستخدم فيها أكسيد الرصاص أو الزركون مما يؤثر على المسطح الخزفى بعدم الإنسيابية وتظهر على هيئة مستويات من الطلاء الزجاجى متداخلة مع بعضها ومع التبريد الخاص للفرن فى وجود أملاح الكالسيوم والباريوم فى تكون الطلاء أو فى تكوين الجسم الخزفى يتسبب عنه :

تتبلور هذه الأملاح على صورة بللورات ذات أشكال تعبيرية تلقائية ، وبتغطية سطح الجسم الخزفى الملون بطبقة زجاجية يختلف معامل تمددها عن معامل تمدد الجسم الخزفى الملون مما يتسبب عنه تأثير تشققى فى صورة منسقة تلقائية .

كما تغطى إحدى مناطق السطح الخزفى بسمك مرتفع من الطلاء الزجاجى المعد خصيصاً حتى يستطيع سحب ما قد يكون تحته أو فوقه من مواد فينتج عنه تأثيراً جمالياً قد يستفاد منها تنظيمياً لبعض التأثيرات اللونية .

وعن طريق بعض المعاملات الجانبية حول تغطية بعض أجزاء الجسم الخزفى بمواد تمنع التصاق الطلاء فى هذه الأماكن المحددة ، والتى يتم تطبيق الطلاء عليها للمرة الثانية فى هذه الأجزاء ببعض الملونات والأكاسيد المعدنية مع أكسيد الرصاص حتى تظهر بصورة متناسقة السمك مع الطلاء الزجاجى فينتج عنه تأثيراً لونياً جمالياً له طابعه المميز فى السطح الخزفى ، ومن مظاهره والتى تتميز بالتنوع الشامل فى أساليب تطبيق الطلاءات الزجاجية والألوان والأكاسيد للحصول على تأثيرات وملامس لونية ، والتى لها مدى واسع من العمل والبحث واستحداث الأساليب لتحقيق جودة التصاق الطلاء الزجاجى بالجسم الخزفى .

ولكن يجب الأخذ فى الاعتبار النواحى الآتية للحصول على تزجيجات صحيحة وهى :

١. النقاء التام للمواد المستعملة فى خلطات التزجيج أو على الأقل النقاء لا يقل عن ٩٨ % بالنسبة للمواصفات المطلوبة مع عدم وجود شوائب غريبة ضارة وأن أى كمية من الشوائب قد تسبب تغير غير مرغوب وعيباً فى طبقة التزجيج .
٢. يجب التأكد من أن المواد الأولية المستعملة فى الخلطات تنتهى فى درجات النضج المحددة للعملية سواء تم النضج فى درجات حرارة منخفضة أم درجات حرارة عالية .

جودة وملائمة الطلاءات :

إن تسوية الطلاءات الخام تختلف بعض الشئ عن تسوية الطلاءات الزجاجية المنصهرة لأنها لا تحتوى على مخلوط زجاجى سبق صهره بل تحتوى بدلاً من ذلك على مواد خام يجب أن يتفاعل بعضها مع بعض لتتحول إلى مخلوط زجاجى ففى المرحلة الأولى من الحريق ينكمش الطلاء الخام بعضه فى بعض فقط وفى درجة ٦٠٠ ْم تزداد كمية الزجاج بسبب انصهار المواد الخام وفى الوقت ذاته تظهر الفقاقيع فى الزجاج ومن الزيادة التدريجية للحرارة تصعد الفقاقيع تدريجياً إلى السطح ثم تختفى ويستمر هذا حتى تنصهر المواد الخام جميعها ما عدا بعض المواد (الفلت) وعند تمام النضج يكون الطلاء الزجاجى خالياً تماماً من الجزيئات الصلبة والفقاقيع كما يرى عند درجة ١٠٥٠ ْم .

ومن المهم أن نتعرف على ملائمة الطلاء ملائمة صحيحة للجسم الخزفى فى الحريق ، ونعرف الطريقة الصحيحة لصناعة الطلاء الملائم للجسم الذى سيغطى به .

ففى حين أن الطلاءات الزجاجية يمكن تركيبها بنجاح بطريقة الارتجال أو المحاولة والخطأ إذا ما كان هناك وقت كاف يسمح بذلك ، وإلا أنه من الافضل بكثير اتباع خطة منطقية منظمة ولناخذ مثلاً لذلك الطلاء الزجاجى التالى للبورسلين .

تغير مقادير الالومينا والسيليكا بنظام ، ومنها يتضح أن منطقة التشقق قد استبعدت (تماماً) بسهولة .

ويهمنا بحث العيوب الشائعة التى تزعج الخزاف باستمرار لإبراز أسبابها والسبيل إلى الوقاية منها وسنبحثها بإيجاز .

أسئلة الباب الثالث

س١: أشرح العمليات الأتية :

أ- الطحن وخلط العناصر . ب- الخلط لمكونات الطلاء الزجاجى .

ج- عمل الطلاءات من الزجاج المصهور .

د- اختيار خلطة التزجيج . هـ- طرق حفظ الطلاءات .

س٢: عرف الطلاءات الزجاجية ذات الحرارة المنخفضة .

س٣: عرف الطلاءات الزجاجية ذات الحرارة العالية .

س٤: كيف يمكنك إعداد قطعة تم حرقها للطلاء .

س٥: أشرح كيفية تطبيق الطلاء الزجاجى بالطرق الأتية :

أ- الطلاء بالفرشاه . ب- الرش بالمسدس .

س٦: كيف يمكنك تسوية الفخار .

س٧: ماهى خطوات اختبار ألوان الطلاء السائل .

س٨: أشرح طرق رص المنتجات الخزفية داخل الأفران .

س٩: ماهى أهم الملاحظات التى يجب مراعاتها عن رص المنتجات الخزفية داخل الأفران .

س١٠:ما أهمية قياس درجة حرارة الفرن .

س١١: هناك أربع طرق تقاس بها درجة الحرارة داخل الفرن . أشرح هذة الطرق .

س١٢: ماهى مقاييس الحرارة .

س١٣: أشرح كيفية استخدام البيرومتر .

س١٤: أشرح خطوات تطور التزجيج أثناء النضج .

س١٥: ماهى العوامل المؤثرة فى انصهار خلطات التزجيج .

س١٦: تكلم عن أهمية جودة التصاق الطلاء الزجاجى بالجسم الخزفى عند التغطية .

س١٧: كيف يمكن انعدام ظاهرة التشقق .

الباب الرابع



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- **أساليب تطبيق الزخارف والخلطات والأصباغ على الأجسام الخزفية :**

اولا :

١ـ الزخرفة بالملونات الزجاجية بأسلوب الطباعة المسامية

(الشبكات الحريرية) .

٢ـ الزخارف بالملونات الزجاجية (الماجيوليكا) .

٣ـ الزخارف فوق الطلاء الزجاجى السابق نضجه بالطرق المختلفة .

ثانيا :

١ـ الخلطات والأصباغ : الاكاسيد المعدنية الملونة / الصبغات .

٢ـ عمليات الاختزال والأكسدة .

البـاب الـرابـع

أساليب تطبيق الزخارف والخلطات والأصباغ على الأجسام الخزفية

أولاً : ١ــ الزخرفة بالملونات الزجاجية بأسلوب الطباعة المسامية (الشبكات الحريرية) :

إن هذه العملية ملائمة كل الملائمة للاستعمال لدى خزاف المرسم وتنفذ كما يلى :

يرسم التصميم مفرغ (استنسل) على شاشة حريرية مشدودة بإحكام على إطار خشبى أكبر من مساحة التصميم . ويفرغ التصميم على ورق من نوع خاص مزدوج يسمى (بروفيلم) ويجب قطع الرسم المفرغ بكل عناية بحيث لا يؤثر فى ورقة البطانة أو الظهر ، ثم يوضع النمــوذج المفــرغ وبطانته على الشاشة الحريرية مقلوباً ويضغط عليها بمكواه ساخنة ، ثم تنزع الورقة العليا (ورقة

البطانة أو الحماية) ويبقى الرسم المفرغ وهى طبقة تشبه الجمالكا ملتصقة بالشاشة الحريرية إحكام ومغلقة لمساحات الأرضيات بينما مساحة الرسم أو الزخارف مفرغة . ثم يركب الإطار الخشبى (الشابلون) على لوحة أو منضدة الطباعة بحيث تكون ثابتة فى مكانها تماماً ، ثم يوضع السطح الخزفى تحت الشابلون ويوضع اللون وحامله على أول الشابلون ويجر على سطحه بمسطرة طباعة من المطاط (الراكل Sgueegee) ، مع الضغط عليه فينفذ اللون خلال عيون الشاشة الحريرية .

الطباعة الآلية بالشاشة الحريرية (بالشابلونات) :

تطورت الطريقة اليدوية المستخدمة فى الطباعة بالشاشة الحريرية ، وتم حالياً ميكنة هذه العملية لزيادة الإنتاج ودقة التنفيذ ، فابتكرت الشابلونات الثابتة فى مكانها لكى تهبط على السطح المطلوب طبعه ، والذى يتحرك على السير الكاوتشوك الملتصق عليه تحركاً لا نهائياً ، وتتم عملية طبعه نتيجة الضغط (بالراكلات) التى توزع عجينة الطبع الملونة داخل الشابلونات التى تربطها ببعضها ذراع موحدة ترفعها بعد إتمام الطبع ثم يسير السطح الملتصق على سير الكاوتشوك اللانهائى الحركة وتهبط مجموعة الشابلونات مرة أخرى ، ويتم طبع هذا الجزء وترف الشابلونات مرة أخرى ثم تهبط لتطبع جزء آخر بالشابلونات الاسطوانى (الروتارى) للتغلب على جميع مشكلات الطرق الآخرى .

وتستخدم هذه الطرق فى طباعة المنسوجات وفى طباعة ورق الجدران والإعلانات وفى طبع بلاطات السيراميك والقيشانى وفى غيرها من المشغولات الأخرى ذات الإنتاج الكمى وفى وقت قصير.

2ـ الزخارف بالملونات الزجاجية (الماجوليكا) Majolica

مقدمة تاريخية :

في حوالي عام ١٤٠٠ م أهتم خزافو « مينيسيا » الأسبانية بإخراج نماذج ذات طابع مميز ، فالأواني المصنوعة أجسامها من الخزف العادي ذات الطلاء الزجاجي الرصاصي التصديري قد زخرفت في عمومها بطبقة تحت الطلاء الزجاجي ملونة بالأزرق الكوبالتى وبريق معدني ذهبي اللون ، وتركزت المنتجات الرئيسية من هذا الخزف أساساً في أواني المائدة للأسر النبيلة من الأطباق والسلاطين الكبيرة والأباريق ، بالإضافة إلى قنينة الدواء التي كانت تتخذ الشكل الإسلامي ، وبحلول منتصف القرن الخامس عشر كان خزف مينيسيا يصنع خصيصاً للأسر النبيلة فى إيطاليا لتناسب أذواق تلك الطبقة ، وتراوحت وحداته الزخرفية ما بين الدروع أو حلقات

المصارعة وصور المبارزة ، وقد حمل الكثير من الأطباق زخارف على الوجهين وغالبا ما كـــان السطح السفلى يزخرف برسم حلبة المصارعة.

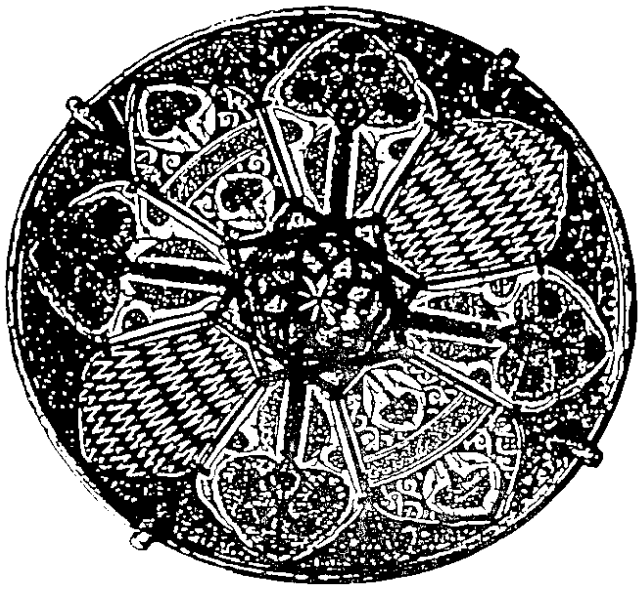
وأن السمة الوحيدة المميزة لبريق خزف مينيسيا عن كل الأنواع التي سبقته ومعظـــم التـــي تلته تتمثل فى أسلوب استخدام الفرشاة في تطبيق الطلاء ، ويتمكن الخزافين البارعين من رســـم التفاصيل الدقيقة وأصبحوا قادرين فى مجموعهم على تنفيذ رسم تصميم كامل بضربات رشـــيقة وقليلة من الفرشاة.

ولقد أجمع النقاد على أن شغل الفرشاة لم يتفوق عليه شئ فى الغرب .

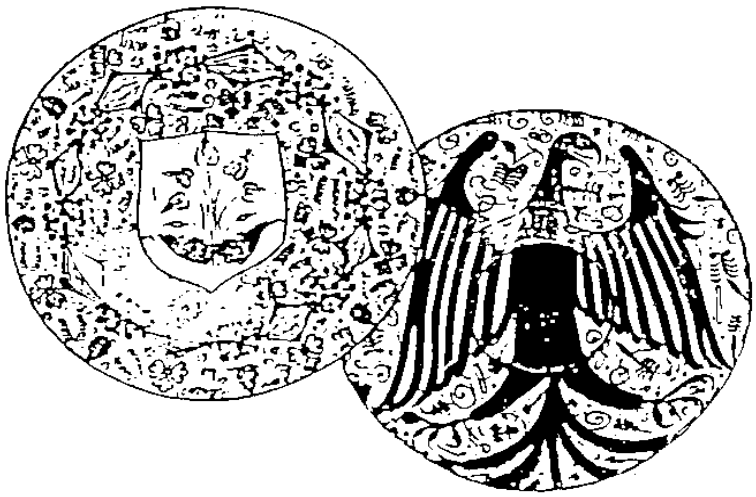
ولقد حاول الخزافون فى بقية أنحاء أسبانيا بجد محاكاة أوانى مينيسيا الخزفية من حيـــث البريق واللمعان ، كما جرى على سبيل المثال فى كل من مراكز التيدول وتلافيرا ويلارينا فى توليدو وأيضا فى برشلونة .

ورغم وجود بعض الأختلافات فى الطلاء الزجاجى ولون البريق والتى كانت تساعد على التمييز بين المنتجات لمراكز الإنتاج المختلفة إلا أن طريقة الصنع كانت متطابقة . وبمـــرور القرن الخامس عشر تناقص استخدام التصميمات ذات الطابع الإسلامى الذى كان منتشراً فـــى مدن أسبانيا بفضل المغاربة ، وأصبحت الرسومات التمثيلية أكثر انتشاراً ربما نتيجة الســـوق والذى لم يعد يقتصر على النبلاء وحدهم ، وبالفعل خلال النصف الثانى للقرن الخامس عشـــر أصبح الخزف الأسبانى ذو البريق المعدنى عنصراً تجارياً بالغ الأهمية .

فالتجار الإيطاليون الذين اعتادوا شراء شحنات البضـــاعة مـــن جزيـــرة " ماجوريكـــا " الأسبانية ، أعادوا شحن الأوانى والمنتجات الخزفية إلى إيطاليا حيث عرفـــت بالمايولكـــا أو الماجوليكا .



سلطانية ذات بريق معدنى من مينسيا – ١٤٣٠ م



الوجه (يسار) والقاعدة (يمين) لطبق من مينيسيا ، ١٤٥٠ م

الأوانى الإيطالية ذات الطلاء الزجاجى القصديرى

« الماجوليكا »

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

بحلول منتصف القرن الثالث عشر أخذ الخزافون الإيطاليون يتعاملون مع الخزف المتعدد الألوان وكذلك المحفورة " السجرافياتو " وفى نهاية ذلك القرن انتشر العديد من الورش الصغيرة عبر البلاد منتجة لأنواع مختلفة من الخزفيات ساد فيها استخدام ما تحت الطلاء الزجاجى من لون أخضر (نحاسى) أو بنفسجى داكن (منجنيز) بينما كان الأزرق الكوبالت على أرضية بيضاء أقل شيوعاً .

وغالباً ما كانت الأوانى المصنوعة من أجسام وردية أو بيضاء تحوى زخارف متحدة بخطوط سوداء تحصر فيما بينها مساحات خضراء أو زرقاء تنتج بطريقة مماثلة لتلك التى كانت تنتج فى مراكز مثل " سانتس " و " باترنا " بإيطاليا ، أما الأوانى المألوفة فكانت عبارة عن سلاطين وأطباق وأوعية تتخذ أشكال بصلية ذات زوج من الأيدى على جانبى الجسم.

ومنذ حوالى عام ١٤٢٥ م وما بعدها أصبح استخدام الطلاء الزجاجى القصديرى متعدد الألوان شائعاً فى إيطاليا ، وعلى الرغم من تواجد العديد من مراكز الإنتاج للخزفيات فى منتصف القرن الخامس عشر إلا أن فلورنسا كانت السباقة على هذا الصعيد ، فلقد تم إنتاج ألوان جديدة مثل مصهور الكوبالت الزفير والذى تم إستيراده أولاً من سوريا .

ووجد الخزافون صعوبة شديدة فى إدخاله فى البداية لدرجة أنه كان يظهر أزرق قاتم من تحت الطلاء الزجاجى ، وعليه ولمدة ربع قرن كان هناك مدرستان رئيسيتان للزخارف ، أنتجت الأولى للمدرسة القديمة (فاميليا فيردى) وكان يغلب عليها اللون الأخضر (النحاسى) والبنفسجى (المنجنيز) مع لمسات من اللون الحديدى .

وأما الثانية (زافيرا أن ريليفو) فقد أعتمدت على الطلاء الزجاجى الكوبالتى المصهور مع لمسات من اللون البنفسجى .

وقد مثلت شعارات النبلاء بمقاييس كبيرة محاطة بباقات من أوراق البلوط إلا أن الزخارف الإسلامية كالنخيل وخطوط الكونتور قد أدخلت إلى جانبها .

وبحلول منتصف هذا القرن التاسع عشر والقرن العشرين بدأ استخدام ملامح وصور جانبية للوجوه (بورتريهات) كما أبتدأ تطبيق اللون البرتقالى والأصفر المشرق (الأنتيمون) مع اللون التركوازى المخضر بواسطة الطلاء الزجاجى القلوى المصهور الملون مع النحاس .

وعلى الرغم من تطوير المهارات الفنية والتطبيقية للرسومات التصويرية التى شهدتها المراحل المبكرة للقرن السادس عشر إلا أن عدد الآنية الخزفية الذى تعرض لتجربة البريق المعدنى كان محدوداً .

وللمزيد من التحديد ينبغى الإشارة إليها بالمايوليكا (الماجوليكا) ولو أن ذلك الاصطلاح أصبح الآن يشمل جميع الأوانى الإيطالية ذات الطلاء الزجاجى القصديرى التابعة لعصر النهضة .

أما أقدم الأوانى الخزفية الإيطالية ذات البريق المعدنى فقد بدأ بالظهور فى « ديرونا » فى أعقاب عام ١٥٠٠ م كتقليد مباشر لبريق خزف " مينيسيا الفضى " ، أما البريق المعدنى الأصفر البرونزى فكان غالباً ما يستخدم وكتقليد لخزف مينيسيا أيضاً إلى جانب أزرق الكوبالت كلون مفرد .

وبحلول عام ١٥٢٠ م تم إنتاج سلسلة من الألون ذات البريق المعدنى فى " غوبيو " حيث تم إدخالها بواسطة المايسترو « جيورجو أندريولى » .

كما شاع استخدام البريق الذهبى والياقوتى والفضى مع أزرق الكوبالت كلون مفرد حيث بدأ إنتاج خزفيات ملونة بألوان متعرجة وذلك بالتعامل مع التفاصيل بشكل يخولها التألق مهما اختلفت زاوية استقبالها للضوء .

وإلى جانب الرسوم القصصية قامت الورش الفنية فى " ديروتا " و " جوبيو " بإنتاج أعداد كبيرة من الأطباق مزخرفة بتماثيل نصفية وبصور جانبية لوجوه أشخاص .

وبذلك اطلق إسم " ماجوليكا " على المنتجات الخزفية التى تغطى لون الجسم الطينى الفخار بطلاء زجاجى معتم (أبيض أو ملوناً) والذى يظهر بوضوح فى منتجات الخزف الإيطالى القديم .

والماجوليكا هو يطلق على جسم مطلى بطلاء زجاجى قصديرى طبق على الأوانى الإيطالية فى منتصف القرن التاسع عشر انتشر فى روما وتركيا وفلورنسا بواسطة الخزاف « أوليس كانتاجالى » الفلورنسى .

وقد تم تقليد تلك الأوانى الإيطالية والتى تعرف باسم " ماجوليكا " فى مصنع البورسلين فى برلين بواسطة الخزاف « منتون » عام ١٨٦٠ م .

فانتشر اسم " ماجوليكا " ليصمم الأوانى الكريمية بارزة النقوش ذات الطلاء الملون ، والتى استخدمت فيها الطلاءات الذهبية ، وعليه فقد صارت " الماجوليكا " من أكثر أنـــواع الخزف إنتاجاً فى العالم فى تلك الفترة ، ولم تعد لها أية علاقة بالأوانى الإيطاليـــة الأصـــلية القديمة ذات الطلاء الزجاجى القصديرى .

فالماجوليكا أصبحت طريقة للزخرفة وفيها يطبق اللون للزخرفة على سطح معتم مبلل خفيفاً ومطلى دون حرق (الطلاء الأساسى يكون دائما بلون فاتح أو أبيض) ويستخدم الطلاء كأرضية للزخرفة ويطبق اللون فى شكل زخارف ملونة أو طلاء تحتى والذى يمكن أن تستخدم الفرشاة فى تطبيقه أو بطريقة الضاغط أو بطريقة الرش على الجسم .

وعندما يحرق فإن السطح اللونى يلتحم ويلتصق مع الطلاء بالأرضية.

وأسلوب الماجوليكا يمكن أيضاً أن ينفذ الحفر خلال الطلاء (يستعمل الطلاء الذى لن يقفل فوق علامات الحفر أثناء الحرق) فوق الطين بسن مدبب ، وبعد الحـــرق تظهـــر الخـــدوش المحزوزة فى الطلاء على هيئة تصميم تخطيطى بلون الفخار ، كما أنه معلوماً لدى الخزافين أن الطلاءات الزجاجية من " ماجوليكا " ملونة أو تركيبات زجاجية هى الطريق الوحيد لتغطية سطح الجسم الطينى وإعطائه الملامس الخاصة ، فإن هذه الطلاءات والألـــوان هـــى نتيجـــة التفاعل الكيميائى للخامات أثناء عملية النضج داخل الأفران فى درجات حرارة معلومة .

خزف وطلاء الماجوليكا : Majolica ware

خزف ماجوليكا نوع من الخزف درجة امتصاصه أكثر من ١٥ % وقوته الميكانيكية ضعيف نسبياً .

أما طلاء الماجوليكا فهو طلاء زجاجى معتم بسطح لامع ويضاف إليـــه عـــادة أكســـيد القصدير ليجعله أبيضاً معتماً .

فإذا أريد إخفاء الجسم الخزفى يضاف إلى الطلاء الشفاف مادة هى أكسيد القصدي

(ق أ٢) ليصير أبيض لبنياً ، ومن الأصناف الممتازة منه خزف " دلفت " الهولندى ، الـــذى يستعمل فيه طلاء زجاجى القصدير لتغطية الجسم الخزفى الأصفر اللون وهو فى طراوة الجلد (تقليد للخزف الصينى الراقى المعروف بالبورسلين) ، وتطلى القطع الخزفية التى تســـتعمل للتثبيت فى اللحام وما شكلها بعد طلائها بطلاء معتم ليكون سطحها أبيض ناصعاً .

وزخارف خزف دلفت نوع متميز من الزخرفة ينفرد بأن الصبغة (وهى من الكوبالت عادة) تطلى فوق سطح الطلاء الزجاجى غير المحروق مباشرة ، والطلاء الزجاجى يكون من طلاء زجاجى قصديرى لكي لا يظهر من خلاله اللون البرتقالى المصفر للجسم الخزفى ، ويجب إجراء الطلاء بسرعة بفرجون (فرشاة) مملوءة حيث أنه لا مجال هناك للتردد أو التصحيح ، ولهذا فإن هذه الطريقة تسمح بحرية وجرأة لا تتوافران فى غيرها .

وقد وجد طلاء ماجوليكا أو طلاء القصدير لأول مرة فى الشرق الأدنى ، واستخدامه المقاربة فى أسبانيا ، كما استعمل فى خزف " الفيانس " الإيطالى والفرنسى ، وعلى خزف دلفت الإنجليزى والهولندى ، ومن الأنواع الممتازة أيضاً منحوتات " ديلاروبيا " التى أخرجت فى عصر النهضة فى إيطاليا .

٣ــ الزخارف فوق الطلاء الزجاجى السابق نضجه بالطرق المختلفة

مقدمة تاريخية :

لم يمض وقت طويل على معرفة الأوروبيين للفخار الأبيض المطلى بالطلاء الزجاجى حتى اتجه مهرة الصناع إلى العمل فيه واعتبروه وسيلة يتفق فيها الرسم بألوان تتزجج . ولو أن بعض التصميمات كان بسيطاً جداً إلا أنه قد نفذت أيضاً تصميمات بذل فيها جهد كبير فى مصانع (سبود ، مايسن ، سيفر) واشتهرت هذه التصميمات برسوم معقدة من الأزهار ، ولو أننا نقدر المهاراة

الفائقة التى تميزت بها رسوم الأزهار لبعض الفنانين الممتازين إلا أننا لا نتحمس لهذا النوع من التصميمات بصفة عامة .

فإن بعضاً من أجمل القطع الخزفية لا تتضمن زخرفة على وجه الإطلاق ، وإن ما يلفت النظر فيها هو الشكل واللون والملمس .

أما فى الولايات المتحدة الأمريكية فقد كان الرسم على الخزف شائعاً جداً حتى حوالى القرن التاسع عشر فى هذه البلاد . وقد أنشئت مدارس كثيرة ويمكن مضاهاة بعض الأعمال الممتازة بالخزف الأوربى .

وقد كان الخزف نفسه يستورد أكثره من الخارج لمعظم المقاطعات ، وكان الرسم فقط هو الذى ينفذ محلياً ولذلك فإن التنافر كان يغلب بين وحدة الأشكال وزخرفتها ، ثم انتهى تحمس الناس لزخرفة الخزف قبل عام ١٩١٠ .

وفى هذه الأيام ينتج الفنانون المعاصرون إنتاجاً كثيراً ممتازاً ولكن الاتجاه إلى وحدات زخرفية ابسط مرتبط ارتباطاً وثيقاً بالتصميم الأساسى للقطعة ويصنع الخزاف قطعته عادة ويزخرفها بنفسه .

وهذا ما يجب أن يكون إذا ما كانت النتيجة التى تهدف إليها نتيجة فنية مرضية ، على أن الكميات الكثيرة من الإنتاج المزخرف والمزين الذى يصنع لتجارة الهدايا يعتبر أمراً آخر بطبيعة الحال ، ولا شك أنه ينقصه الكثير مما يستحب سواء فى التصميم أو الأساليب الفنية فى التنفيذ .

الزخرفة فوق الطلاء :

لما كانت الزخارف فوق الطلاء تحرق على حرارة منخفضة نسبياً فإنه يمكن أن تستعمل ألوان كثيرة أكثر لمعاناً ولكن أقل ثباتاً ، ومن جهة أخرى فإن هذه الزخارف تبدو جزءاً جوهرياً من صميم القطعة الخزفية مثل الألوان تحت الطلاء Underglaze Colors فهى تشعر بأنها لمسات سطحية ، إن طرق الإنتاج مثل الزخارف المنقولة من الورق المصمغ ، ومن اللوحات النحاسية

والطباعة الفوتوغرافية أو الضوئية تستعمل فى كثير من مصانع الخزف ولكن حيث أنها لا تلائم الخزف الفنى المرسوم فإننا سوف لا نذكر لها تفصيلاً مسهباً هنا ولكننا سنكتفى بشرح طريقة الطباعة بالشاشة الحريرية .

* الألوان فوق الطلاء :

تصنع هذه الألوان بصفة عامة من صبغات وصاهر (طلاء سهل النضج) ليسير تزجيج اللون والتصاقه بالطلاء ، ومادة معتمة ، ومادة حاملة للون ليسهل استعماله بالمرقاش .

وإن صبغات الزخرفة فوق الطلاء تشبه كثيراً التى تستعمل للألوان تحت الطلاء غير أنهـا ذات تشكيلة لونية أوسع وأنسب ، ولما كانت هذه الألوان تنضج فى حرارة منخفضة نوعـاً (حـوالى مخروط ٠١٦ – ٧٥٠ ْم) فيجب إضافة مصهور لين ليساعد على الانصهار مـع سـطح الطـلاء الزجاجى ، ومع أنه يمكن استعمال أنواع كثيرة من المصهور فهى بوجه عام من نوع بورسيليكات الرصاص .

فيذاب " المصهور " فى بوتقة ويصب فى الماء ويطحن ويغسل حتى يصـبح معـداً للإضـافة للصبغة وليطحن ثانياً .

وإذا أردنا أن نحصل على لون قاتم فوق الطلاء فإننا نضيف مادة قاتمة معتمة لخلطه الزجـاج غير القابل للذوبان او يمكننا إضافتها فيما بعد الطحن ، والعناصر المعتمة المعتـادة هـى أكسـيد القصدير وأكسيد الزنك والزركونيا والتيتانيوم (وتذكر أن الزنك والقصدير لا يمكن إستعمالها مـع أخضر الكروم) .

أما الألوان فوق الطلاء فإنها لا تمتزج بسرعة مثل ألوان الزيت ، فالألوان المحتوية على الحديد كثيراً ما تغير أطياف الألوان التى تمتزج بها ، والتجربة وحدها كفيلة بأن تعلمنـا كيـف نسـتعمل الألوان بنجاح .

المادة	الألوان الزرقاء	الألوان الأرجوانية	الألوان الذهبية
أحمر الرصاص	٥٠ – ٨٠	٣٧	٥٠
سيليكا	٥٠ – ٢٠	١٥	٢٥
بوراكس		٤٨	
بوراكس مصهور			٢٥

مساعدات صهر مواد زخرفة فوق التزجيج

* الألوان التجارية الخاصة بالرسم فوق الطلاء :

يمكن الحصول على ألوان الرسم فوق الطلاء من الموردين التجاريين الموثوق بهم بأية درجـة من درجات عمق اللون ، وتشترى الألوان على شكل مساحيق تمزج بعامل أو بوسيط تحصل عليـه من منتج الألوان نفسها . وعادة ما يكون هذا الوسيط زيتاً كثيفاً ويخفف بالتربنتين ،هـذا ولـو أن بعض المزخرفين يستخدمون الصمغ السائل ، ومن المفضل أن تجلب الألوان التى تستخدم فوق إناء واحد من مورد واحد وذلك لكى تمتزج الألوان إمتزاجاً جيداً وتنضج على درجة حرارة واحدة

تطبيق الألوان فوق الطلاء : Application of Overglaze Colors

* الرسم بالفرجون (بالمرقاش) : Brushing

عند الرسم اليدوى باستخدام المرقاش لتنفيذ زخارف فوق الطلاء وللحصول على أفضل النتائج ولتحقيق الاقتصاد النهائى من هذه العملية فيجب أن نشترى ونختار أجود أنواع المـــراقيش ، وأن نحرص على العناية بها ، ويشترط فى هذه الألوان التى تستخدم أن يكون قوامها عادة مادة دهنيـــة أو زيتاً طياراً ، وهو يباع تجارياً مجهز للعمل للتصوير ورسم التصميمات على الطلاء الزجاجى .

ومن المهم ان يبدأ الخزاف المبتدئ باختيار وحدات بسيطة لتنفيذها ، فلا شك أن العمل الجيـــد بتصميم بسيط يلاقى قبولاً وارتياحاً اكثر من العمل الردئ القائم على رسوم معقدة .

ولكننا أيضاً يجب أن نقرر ونؤكد أن العمل بتوجيهات ذوى الخبرة عظيم الجدوى إلـــى حـــد لا يمكن تقديره ولا يوجد ما يضارع العمل تحت مباشرة أستاذ ممتاز قدير فى هذا الفن .

ثانياً : الخلطات والأصباغ

(الاكاسيد المعدنية الملونة / الصبغات)

أولاً : الاكاسيد المعدنية الملونة :

الاكاسيد هى تلك المساحيق التى تستعمل فى تلوين وصبغ المواد والتراكيب الزجاجية وكـــذلك فى تجهيز المركبات الاخرى التى تستعمل فى الزخرفة فوق قطع الفخـــار ذى الطـــلاء الزجـــاجى سواء قبل تغطيتها بهذا الطلاء أو بعده سواء قبل التسوية أو بعدها .

والأكاسيد هى ايضاً المادة التى تستعمل فى تلوين المركبات الخاصة بالرسم فــوق القطــع أو صبغها وهى فى حالة طينة أى قبل حرقها وعليه يمكن القول أنها هــى المــادة التــى تســتعمل بإضافتها للمركبات الأخرى أو وحدها لإخراج أى نوع من أنواع الخزف الملــون أو المزخــرف وبأية وسيلة من وسائل التنفيذ .

وعلى هذا الأساس يتبين لنا أهمية هذا الخام لإخراج الخزف ، كما يتبين لنا أيضاً مقدار مــا نحتاجه من الوقت للتجربة ، ولدراسة كل أكسيد فى مختلف العمليات ومدى صلته بكــل خامــات الإخرى اللازمة لعمل المركبات وذلك تحت تأثير درجات الحرارة المختلفة وفــى مختلــف أنــواع الحريق ، سواء باستعمال الأفران المفتوحة وذات الصندوق وباختزالها أو حرقها فى جو عــادى سواء على درجات مرتفعة من الحرارة أو منخفضة .

فهناك الكثير من الألوان قد لايمكننا الحصول عليها بمجرد دراسة سطحية أو بمجرد معرفتنــا أن أكسيد الكوبالت مثلاً إذا أضيف لتركيب ما أعطانا أزرق وأن أكسيد النحاس إذا أضيف لتركيب آخر أعطانا أخضر وهكذا ، ولكن هذه الألوان التى يمكن الآن تحديدها أو تسميتها هى فى الواقع ليست إلا نتيجة استعمال نفس الأكاسيد مضافة إلى المركبات إلا أنها أضيفت بنسبة خاصة وإلــى مواد أخرى بنسب خاصة ووضعت على القطع وهى فى حالة خاصة وحرقت على درجــة معينــة وفى نوع خاص من الأفران .. إلخ .

لهذا يجب أن نهتم بدراسة كل ما يتصل بكل أكسيد لنصل إلى معرفة تامة ، وإلى نتائج وافرة يسهل علينا بعدها الحكم على أى قطعة تقع تحت أعيننا ، ولو أن كثيراً ما يتعذر علــى الباحــث معرفة حقيقة أمر لون من الألوان أو معرفة سر لون قطعة عرضت أمامه إلا أن استمرار التجربة ومواصلة البحث كفيلة بسد هذا النقص .

ولكل مشتغل بفن الخزف أن يسير بتجاربه وأبحاثه الشخصية حسب ميوله ووراء إتجاهه إلا أنه توجد أسس يمكن الاستدلال فى بدء الأمر لدراسة الخامــات ولمعرفــة حقيقتهــا والاكاســيد مساحيق ذات لون ظاهرى لا علاقة له باللون بعد الحريق بمعنى أنه لا يجوز أن يفهم أن أكســيد النحاس الذى يستعمل لإخراج الأخضر هو مسحوق لونه أخضر ولا أن أكســيد المنجنيــز الــذى يعطينا البنفسجى عبارة عن مسحوق لونه بنفسجى فقد يكون أسود فى لونه قبل استعماله ولكــن عند خلطه بغيره من الخامات وحرقه يعطينا أزرق وقد يكون أحمر ويعطينا أسود وهكذا ويعــرف هذا بالاستعمال والتجربة .

الأكاسيد وتأثيرات الوانها مع الأختلف فى درجات الحرارة

١-اللون الأول للأكسيد

من المعروف أن كل اكسيد يعطى لونا خاصاً هو لونه الطبيعى عند الاستعمال ، وعند حرقه على ابسط انواع الاحراق ولمعرفه حقيقه هذا اللون معرفه واضحة نلجأ إلى استعمال الاكسيد مضافاً الى طلاء زجاجى معتم أبيض على أن يضاف الأكسيد بنسبة متوسطة لا تزيد على ٦ % لأى أكسيد ولا تقل عن ٢ % ، ثم تحرق التجارب على درجة حرارة معتدلة بين ٩٠٠ إلى ١٠٠٠ مْ ، ولا ننسى

أن نذكر أن هناك أنواعاً من الأكاسيد تستعمل بنسبة تزيد على ٦ % ومنها ما يقل عن ١% .

٢-عمق لون الأكسيد :

اختلفت الأكاسيد من حيث قوة تأثيرها على المركبات فقد تجد أن ٤ % كوبالت تختلف اختلافاً كبيراً من حيث عمق اللون بالنسبة إلى ٤ % أكسيد حديد ، إذ نجد أن ال ٤ % كوبالت أعطتنا لوناً غامقاً عن ما أعطانا الحديد بنسبة ٤ % هذا بصرف النظر عن نوع اللون وإسمه ، ولهذا يجب أن نعرف قوى الأكاسيد المختلفة حتى نتمكن من معرفة نسبة إضافة كل منها عند الاستعمال ولهذا نقوم بعمل تجربتين لكل أكسيد الأولى فى المستوى الفاتح والثانية فى المستوى الغامق بشرط ألا يفقد الإثنان صفة اللون وبهذه التجربة سنرى نسبة إضافة كل أكسيد ستختلف عن الآخر ، ويضاف الأكسيد إلى زجاج عتم أبيض كسابقه .

٣-تأثير الأكسيد الواحد عن الآخر:

فى كثير من الأحيان نلجأ إلى إضافة أكسجين أو أكثر إلى خليط زجاجى واحد وذلك للحصول على لون معين ولهذا يجب أن نعرف نتيجة اتصال كل أكسيد بغيره من الأكاسيد الواحد بعد الآخر مضافاً إلى زجاج عتم أيضاً .

٤-قوة احتمال الأكسيد للحرارة :

تختلف الأكاسيد بعضها عن بعض من حيث قوة احتمالها للحرارة ويتبين لنا ذلك عند إضافة الأكاسيد للمركبات الزجاجية إذ أننا نجد أن بعضاً من هذه الأكاسيد يزيد من قوة احتمال التركيب للحرارة ويرفع درجة حرارته ونجد البعض الآخر يضطرنا إلى خفض درجة الحرارة ويساعد على سرعة حرق الطلاء الزجاجى .

٥-التأثيرات المختلفة على التراكيب نتيجة إضافة الاكاسيد:

للأكاسيد تأثيرات مختلفة على التراكيب وذلك من حيث حساسيتها . فمنها ما يساعد على زيادة بريق التركيب ومنها مايقلل من ذلك البريق ومنها أيضاً ما يعطى الشفافية ومنها ما يمنع هذه الشفافية .

٦-الألوان واختلافها تبعاً للحرارة من حيث إرتفاعها أو انخفاضها :

إذا ما أخذنا تركيباً خاصاً وأضفنا إليه أكسيداً ما بنسبة خاصة وحرقنا التركيب ومعه الأكسيد على درجة معينة من الحرارة فقد نحصل على لون معين . وإذا أخذنا نفس التركيب وبه نفس نوع وكمية الأكسيد وحرقناه على درجة حرارة أخرى مرتفعة مثلاً ، فإننا نحصل على لون آخر ولا يمنع أن يكون من نفس نوع الون إلا أنه يكون مختلفاً عنه بطبيعة الحال من حيث قوته .

٧-الألوان واختلافها تبعاً لنوع الفرن المستعمل للحريق :

تختلف النتائج التى نحصل عليها من الأكاسيد المضافة للمركبات للحصول على اللون اختلافاً كبيراً تبعاً لنوع الفرن الذى حرقت فيه وتبعاً لنوع الحرارة التى حصل عليها ، فمثلاً إذا ما أخذنا تركيباً يحوى أكسيد النحاس وحرقناه فى فرن مقفول ذو صندوق أعطانا ذلك طلاء أخضر ، وإذا ما أخذنا نفس الطلاء الزجاجى الذى به أكسيد النحاس وحرقناه فى فرن مفتوح وعاملنا هذا الفرن معاملة خاصة (الاختزال) أثناء الحريق كانت النتيجة لوناً أحمراً رغم أنه أعطانا الأخضر سابقاً .

٨-اختلاف نتائج الأكاسيد من حيث اللون تبعاً لنوع الطينات المستعملة فى التشكيل :

من المعروف أن الطينات مكونة من عناصر ومواد بنسب مختلفة وذلك تبعاً لتكوينها الطبيعى أو تجهيزها الصناعى وعندما تعرض القطعة للنار والحرارة مغطاه بالتركيب الزجاجى تصبح مسام هذه القطعة متفتحة كالإسفنجة تمتص وتجذب نحوها ذرات وعناصر من التركيب الزجاجى وتفرز فى الوقت نفسه من كتلتها المفتحة ذرات أخرى ومواد وعناصر وبهذا يتم تماسك الجسم والتركيب فى حركة دائمة من أخذ وعطاء طالما كان الحريق مستمراً ، وبهذا يتم تماسك التركيب الزجاجى بجسم القطعة ويكون نتيجة ذلك أيضاً دخول عناصر جديدة من الجسم إلى الطلاء والعكس بالعكس ، ولهذا يجب التأكد من نوع الطينة قبل الاستعمال ، ويجب معرفة مكوناتها سواء أكانت طبيعية أو مركبة ويجب إعدادها للحصول على الطلاء ذو اللون المطلوب .

٩-اختلاف نتائج الأكاسيد بالنسبة لنوع قاعدة الطلاء المضاف إليها :

عند استعمال الأكسيد لإخراج لون من الألوان قد يضاف إلى تركيب أو خليط من مواد أخرى هى فى الواقع عبارة عن التركيب الزجاجى ، أما الأكسيد فهو للحصول على لون معين ، ويجب بحث نوع التركيب الزجاجى ودراسة مواده ومعرفة عمل كل من هذه المواد فى التركيب وتأثير كل نوع من هذه المواد على الأكسيد .

هذا على الأخص فيما يتعلق بالقاعدة الموجودة فى التركيب والتى هى أساسه ومعرفة ما أهميتها أهى (رصاصية أو قلوية) أم نوع آخر من أنواع القواعد .

هذه بعض النقط الهامة التى تتعلق بدراسة الأكاسيد ولا يستبعد أن يكون هناك الكثير غيرها تتضح للمشتغل بدراسة الخزف أثناء العمل والممارسة .

التعريف ببعض الأكاسيد المستخدمة فى الخزف

أكسيد الحديد :

لونه أحمر طوبى داكن ويعطى اللون البنى المائل يبدأ من المائل إلى الاصفرار إلى البنى إلى الأحمر ويشترك فى إخراج الأسود ويلون البطانات الطينية كما يلون الطلاء أيضاً بنسب تتراوح ما بين ٥ : ١٠ % من وزن الطلاء.

أكسيد الكوبالت :

لونه أسود ولكنه يعطى اللون الأزرق فى الطلاء القصديرى الأبيض بنسبة بين ٠.١ % إلى ٠.٣ % تقريباً لأنه أكسيد قوى وذلك من وزن الطلاء العام ، ويشترك فى إخراج اللون الأسود .

أكسيد النحاس :

لونه بنى محروق ويعطى اللون الأخضر فى الطلاء المعتم بنسبة تتراوح بين ٣ % إلى ٦ % من وزن الطلاء فى القاعدة الرصاصية ، ويعطى لون التركواز فى القاعدة القلوية ، ويشترك فى إخراج الأسود وعند حرقة فى جو مختزل يعطى الدرجات الحمراء .

أكسيد المنجنيز :

لونه أسود ويعطى اللون البنفسجى مع القاعدة القلوية ، ويلون البطانات الطينية كما يكون الطلاء بنسب تتراوح بين ٤ % إلى ٨ % من وزن الطلاء ويشترك فى إخراج الأسود .

أكسيد النيكل :

ويعطى اللون الرمادى .

أكسيد الكروميوم :

لونه أخضر ويعطى اللون الأصفر الجميل فى الجو المؤكسد داخل الفرن أى أن التهوية ودخول الهواء تكون مستمرة داخل الفرن ، وأما فى الجو المختزل فى الفرن أى عند إحداث عملية تـــدخين داخل الفرن بطرق شتى كما فى البريق المعدنى ، فإن الأكسيد يعطى لوناً أخضراً ، وأما إذا أستخدم فى تركيبه طلاء الصواهر فيها ٨٠ % أو أكثر بحيث تكون رصاصية القاعدة فإنه يعطى تـــدريجات حمراء جميلة تبعاً للنسبة الموضوعة منه والتى تتراوح بين ٣ % إلى ٥ % من وزن التركيب العام للطلاء وإذا زادت درجة الحرارة عليه مع القاعدة الرصاصية يصل إلى اللون الأســـود مائـــل إلـــى الحمرة .

أكسيد اليورانيوم :

يعطى اللون البرتقالى والمائل إلى اللون الفرمليون (محظور استخدامه لأنه مشع) .

أكسيد القصدير :

لونه أبيض ويعطى اللون الأبيض فى الطلاء بعد التسوية وذلك بنسبة بين ١٠ – ١٢ % تقريباً من وزن تركيبة الطلاء .

أكسيد الزنك :

أبيض اللون لا يعطى لوناً خاصاً فى الطلاء ولكنه يلطف حدة الألوان فيه .

أكسيد التيتانيوم الأصفر :

ويعطى اللون الأصفر المائل إلى البنى وتساعد على العتم .

أكسيد التيتانيوم الأبيض :

ويساعد على العتامة مع بياض اللون ويقلل من البريق .

أكسيد الأنتيمون :

لونه أبيض أو أصفر ويعطى لوناً أصفر جميلاً فى الطلاء الأبيض المعتم بنسبة ٥ % تقريبـــاً مـــن وزن تركيبة الطلاء .

أكسيد الرصاص الأحمر (السلقون) :

لونه الطبيعى برتقالى يميل إلى الأصفرار وهو مادة صاهرة فى الطلاء لا لون لها فيه بعـــد عمليـــة الانصهار .

أكسيد الرصاص الأصفر (الليثارج) :

ويسمى أيضاً المارتك الذهبى وهو أصفر اللون وهو مادة صاهرة فى الطلاء ولا لون له فيه بعد الانصهار .

أكسيد الحديديك :

بنسبة ١٠ % مع أكسيد المنجنيز بنسبة ٥ % من وزن تركيبة الطلاء يعطى اللون الأسود بعد عملية التسوية .

معدن الفضة :

ويعطى اللون الفضى عند اختزال الطلاء (الحرق فى جو مختزل) .

أكسيد البزموت :

ويعطى اللون الأحمر الباذنجانى الذهبى الطابع عند اختزال الطلاء .

كبريتات النحاس :

عبارة عن بلورات زرقاء مائلة للخضرة تضاف بنسبة أكبر من أكسيد النحاسيك وتعطى اللون الأخضر أيضاً بعد تسوية الطلاء ومع القاعدة القلوية يعطى الأزرق الفيروزى .

كربونات النحاس :

مسحوق أخضر تركوازى التأثير يضاف للطلاء بنفس نسب أكسيد النحاسيك ويعطى نفس النتيجة.

السيليكا والفلت والكوارتز :

كلها مكونات مواد التزجيج فى الطلاء ولونها أبيض فى الطبيعة وليس لها تأثير على لون الطلاء .

الكاولين (مادة رابطة) :

عادة لونه أبيض ويكون مادة رابطة فى الطلاء وليس له تأثير على لون الطلاء كما يدخل فى خلطات البورسلين وغيرها .

ويستلزم استخدام الأكاسيد تجارب عديدة مع مراعاة ما سبق أن أوضحناه من ملاحظات .

ذكرنا فى الشرح والتعريف السابق أن للأكاسيد نتائج خاصة من حيث نوع اللون الذى تغطيه ، وهذا مرتبط بنوع الطلاء ، وبيان ذلك كالآتى :

الأكسيد	قاعدة قلوية	قاعدة بوراكسية	قاعدة رصاصية
الكوبالت.....	أزرق	أزرق	أزرق
النحاس.....	أزرق فيروزى	أخضر	أخضر
الكروميوم.....	أخضرمائل للزرقة	أخضر	أخضر
الحديد.....	أخضر مائل للزرقة فى جو مختزل	أصفر مائل للبنى	أصفر
منجنيز.....	بنفسجى	بنى	أصفر مائل للبنى
النيكل.....	أصفر مائل للخضرة	أخضر غير نقى	أخضرمائل للبنى
اليورانيوم.....	أصفر باهت	أصفر ليمونى	برتقالى

ونلاحظ أن الخامات الأخرى التى يتكون منها مزيج الطلاء مثل السيليكا والفلسبار والجير والطينة ، ولكل منها أثره فى إنتاج اللون المطلوب . بجانب نوع القاعدة ونوع الفرن ودرجة الحريق ونوع الطينة المصنوع منها القطعة وغير ذلك من الملاحظات التى سبق أن أشرنا إليها .

ثانياً : الصبغات Stains

إن أصباغ الخزف مركبات من عناصر ملونة ممزوجة بمواد أخرى تحـــرق فـــى درجـــة حرارة عالية وتسحق سحقاً دقيقاً ثم تغسل لتنقيتها من الأملاح الذائبة .

وحتى مصانع الخزف الكبيرة لم تعد تصنع أصباغها الخاصة ، لأن هناك أصباغ ممتـــازة متجانسة يمكن الحصول عليها تجارياً بأثمان معقولة ولها المصانع التى تقوم بصنعها .

وأن صناعة الأصباغ الجيدة عمل يتطلب الكثير من الدقة و العناية فمـــن المستحســـن أن يستعمل المبتدئ منتجات تجارية وإذا أراد الخزاف أن يجرب إنتاج ألوانه الخاصة فقد أوردنا فى هذا الباب المعلومات الضرورية لذلك .

١ – تركيب الأصباغ :

* العناصر الملونة : Stain

يجب أن نصنع أصباغ الخزف من بلورات ملونة على درجة عالية من الثبات الكيميائى إذا كان عليها أن تقاوم تأثير الطلاء الزجاجى المنصهر أو المادة المساعدة على الانصهار والربط وأبسط الأصباغ هو الأكسيد المفرد ومثال ذلك (ح٢ أ٣) ولكن بعض المركبات الأخرى أكثـــر ثباتاً ، والألوان المعدنية اللافلزية المركبة من أكسيدين تكون ثابتة إلى أقصى حد .

* المنوعات :

إن اللون الناتج من عنصر ملون واحد (مفرد) يمكن تنويعه بإضافة عنصر آخر إليـــه ، فأكسيد الكروم مثلاً ينتج اللون الأخضر ، ولكن هذا اللون يمكـــن تنويعـــه بإضـــافة أكســـيد الرصاص وهو على حده يكون أبيض اللون .

* مصهرات الصبغات : Fluxes For Stains

إذا كانت عناصر الصبغة عالية المقاومة بحيث تحتاج إلى درجة حرارة عالية جداً لتتفاعل فإن المنصهر (المصهور) يضاف إليها ليكون وسيطاً يجعل حرارة التفاعل قريبة المنال فـــى فرن الخزاف ولهذه الغاية يمكن استعمال كلوريد الصوديوم والبوراكس والفوسفات ، وعندما يسخن الصباغ يتبخر بعض (المصهور) ويكون الباقى منه مركبات قابلة للذوبان فى المـــاء وتغسل فيما بعد ، ويجب ألا يلتبس هذا النوع من (المصهور) بذلك الذى يضاف إلى الصبغ الذى ينتج لوناً فوق الطلاء .

العنصر	اللون
الأنتيمون	درجات الأصفر
الكروم	درجات الأخضر والأحمر

الكوبالت	أزرق ، أرجوانى ، قرنفلى
النحاس	أخضر (أحمر فى جو مختزل)
الذهب	درجات الأحمر الثابتة والقرنفلى
الحديد	أصفر ، بنى ، أحمر
المنجنيز	درجات البنى ، الأرجوانى
النيكل	درجات الأخضر
البلاتين	درجات الأسود ، والرمادى الرقيقة
اليورانيوم	درجات الأحمر ، البرتقالى ، الأسود
الفاناديوم	درجات الأصفر والأخضر

أهم العناصر المستعملة فى تلوين تزجيجات الخزف

*** المخففات : Diluent Of Stains**

المخففات سواء متعادلة محايدة غير قابلة للذوبان والغرض الوحيد منها هو تخفيف اللون ليكون أفتح من المخففات التى يمكن استعمالها المسحوق الأبيض للجسم أو البللور الصخرى (المرو) أو الألومينا .

٢- تحضير الأصباغ :

*** خلط الصبغة : Mixing**

إن تحضير الأصباغ كما ذكرنا من قبل عملية شاقة تتطلب عناية كبيرة فإن المواد الخام الدقيقة السحق توزن وتخلط جيداً بأن تنخل عدة مرات بمنخل مقاس ٦٥ وتذاب المواد القابلة للذوبان فى شكل محلولات مركزة تخلط بالمساحيق الجافة فتصير عجينة تجفف وتقطع ثم تمزج جيداً .

*** تكليس الصبغة : Calcining**

هى وضع المزيج فى بوتقة من الطين الحرارى وتسخن للدرجة المطلوبة ، ويجب أن تحرق بعض الأصباغ فى درجة حرارة عالية جداً لكى يكتمل التفاعل فى حين أن البعض الآخر يتحلل إذا ارتفعت درجة الحرارة عند نقطة معينة ، ويجب أن نتبع العمليات الخاصة صبغة معينة بكل دقة وليس من المستحسن أن توضع البوتقة المحتوية على الصبغة حتى ولو كانت مغطاة قريبة أكثر من اللازم من الخزف الأبيض فى الفرن أثناء هذه العملية لأنه من الممكن أن ينتقل اللون فى حالة تبخره إلى القطع المجاورة .

وفى هذه المرحلة من العملية قد يكون من المهم جداً ، وفى بعض الأحيان ، ضبط جو الفرن والتحكم فيه فالجو المختزل الخفيف مثلاً ينتج لمعاناً أكثر فى الألوان الخضراء لكرومات الكلس (الجير) فى حين أن الأكسدة ضرورية للأصباغ الخضراء المحتوية على النحاس .

*** السحق (الطحن) : Grinding of Calcined**

بعد التكليس تفصل الكتلة عن البوتقة بعناية حتى لا تنفصل مع المزيج أى قطع منها وبعض المركبات ينصهر انصهاراً تاماً ويكون كتلة بلورية صلبة فى حين التزجيج فقط يحدث فى المركبات الأخرى وتكون كتلتها هشة سهلة الكسر نتيجة إلقائها فى ماء بارد ، والآن يجب تحطيم هذه الكتلة تحطيماً تاماً لتمر خلال منخل (شاشة) فتحاتها مقاس ٢٠ فتحة ويكون طحنها عادة بهاون كبير من الحديد ثم تبلل وتسحق فى قدر دائرة من الصوان بها حصيات من البللور الصخرى حتى يصير حجم أكبر جزئى منها ١٠ ميكرونات ويتطلب هذا عادة عدة مئات من الساعات ، ولما كان حجم الجزيئات هاماً للغاية فلا بد من اتباع التعليمات بكل دقة

*** الغسيل :**

إن هذه الخطوة من الأهمية بمكان فإن جميع الأملاح القابلة للذوبان لابد من التخلص منها بكل عناية ، ويتم هذا بتقليب الطينة السائلة المأخوذة من طاحونة القدر الدائرة فى كمية كبيرة من الماء الساخن ، ويترك المزيج ليرسب ثم يصرف عنه الماء الرائق ونكرر هذه العملية خمس مرات أو ستاً وإذا كانت الصبغة ناعمة جداً ودقيقة لدرجة أنها لا تترسب فى مدة معقولة فإن المحلول يمكن ترشيحه بمرشح تفريغ هوائى ويغسل بالماء الساخن هناك .

*** المواد المضافة :**

إذا كان من الضرورى إضافة طينة أو مواد أخرى للصبغة الملونة فإن الخلط يجب أن يكون بالطحن مدة قصيرة فى طاحونة القدر الدائرة ، ولا ضرورة على العموم لإضافة شئ لصبغة الجسم أو صبغة الطلاء ، ولكن الخصائص الفعالة لألوان تحت الطلاء يمكن تفويتها عادة بإضافة ٥ % من الطين أو الطلاء وتضاف عادة كميات كبيرة من الزجاج المنخفض الانصهار لألوان ما فوق الطلاء .

٣- استعمال الأصباغ :

*** فى الأجسام :**

تستعمل الطينات الخزفية الملونة فى أغراض شتى كمربعات تبليط الأرضيات غير المزججة ، وفى آنية المائدة حيث يراد أن يكون اللون متجانساً مثل اللون العاجى وفى

الخزف الفنى للزخارف الباردة بلون يختلف عن لون الأرضية ، ويمكن تنويع حدة اللون بالطبع وذلك بتغيير كمية الصبغة المستعملة والكمية المتوسطة فى الصبغة ١ % وإن كانت المقادير تختلف من ٠,١ % إلى ٢٠ % .

وللحصول على لون متجانس يجب مزج الصبغة بالطينة مزجاً كاملاً وتلوين الطينات الزجاجية بمزج اللون بكمية العجينة بواسطة الماء فى القدر الدائرة ، وتضاف الصبغة للعجينة الفخارية فى الخلاط الذى يصنع الطينة السائلة .

ويوضح الجدول كيفية مزج طينة الخزف الغنية بالفلسبار للحصول على لون وردى فاتح جيد ، ويلاحظ أن ثلاث طينات سائلة فقط هى التى تحضر بدلا من كميات صغيرة متعددة ، وبعد طحن الطينات السائلة فى القدر الدائرة سعة الجالون الواحد لمدة ١٥ ساعة تخلط بالمقادير لتكون سلسلة منتظمة والأفضل أن تصنع هذه السلسلة بزيادة عنصر واحد مثلين أو ثلاثة على التوالى بدلاً من إضافة كمية ثابتة واحدة .

ويختلف اللون عادة باختلاف تركيب الجسم ولذلك كان من الضرورى اختبار الصبغة فى الطينة نفسها المراد استعمالها كما يختلف اللون أيضاً مع درجة حرارة الحريق ، ومع درجة التزجيج وشروط حريقها .

المواد	خلطة بيضاء	خلطة قرنفلية	خلطة صفراء
فلسبار	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠
كاولين لازب	١٥٠	١٥٠	١٥٠
كاولين كارولينا الشمالية	١٥٠	١٥٠	١٥٠
كاولين كنتوكى	١٠٠	١٠٠	١٠٠
مادة تلوين صفراء	–	–	٥٠
مادة تلوين قرنفلية	–	٢٠٠	–
ماء	١٥٠٠	١٨٠٠	١٥٧٥

خلطات التلوين

* فى الطلاءات الزجاجية :

عندما يذاب صبغ الطلاء فى الطلاء فإن لون المحلول الفاتح من عنصر الانتقال يتكون عندئذ وليس لتركيب الصبغة أى تأثير على نوع اللون فإن طلاء الرصاص مثلاً يكون فى خضرة الحشائش إذا أضيف النحاس إلى أى تركيب مما يأتى :

١.٠ % من نح أ

١٢.٤ % من نج أ . ٤ب٢أ٣ . ٠.٣ أ (زجاج مصهور)

١.٤ % من نح ك أ٢

ومن جهة أخرى إذا كان الصبغ غير قابل للذوبان نسبياً فإن لونه الخاص به يثبت فى الطلاء ومن الصعب الحصول على صبغات غير قابلة للذوبان لطلاءات الرصاص السائلة لدرجة كبيرة ولكن طلاءات البورسيلين الأقل نشاطاً تقبل التلوين بسرعة ولنذكر أيضاً أن الطلاء الشفاف الخالص يمكن إنتاجه بالألوان الذائبة فقط وهى التى تحدد اختبار الألوان إلى حد كبير .

إن صبغات معينة للطلاء مثل أزرق الكوبالت وأحمر الذهب ثابتة على الحرارة العالية جداً فى حين أن بعض الصبغات مثل أصفر الأنتيمون يمكن استعماله فقط فى الحرارة المنخفضة نسبياً ولا شك أن تركيب الطلاء يؤثر فى لونه فالألوان الحمراء الوردية لكروم القصدير يمكن أن تستعمل فقط فى الطلاءات الخالية من الزنك ، وأخضر الكروم يجب إستعماله مع الطلاءات الخالية من أكسيد القصدير ، ومن جهة أخرى فإن بعض ألوان فيروز النحاس أكثر لمعاناً فى الطلاءات المحتوية على الزنك .

هذا ويجب إتباع تعليمات المنتج بدقة فيما يتعلق بجميع الطلاءات فيما تحت الطلاء ، وأن الصبغات التى تستعمل تحت الطلاء يجب أن تكون عالية الصمود والثبات .

وبالنسبة للألوان فيما فوق الطلاء فهى عادة مزيجاً من الاصباغ والظهور يحرق فوق الطلاء فى حرارة منخفضة نسبياً لمدة قصيرة من الزمن فإن كثيراً من الألوان يمكن إستعماله فى هذه الحالة ، وكان يستحيل إستعماله فى غيرها نظراً لعدم كفاية ثباتها أو تحملها للحرارة العالية.

ومن المهم أن تؤكد أن فن صناعة الصبغات يتطلب دقة ومشقة ، ومن حسن الحظ أنه توجد تشكيلة كبيرة من الألوان فى متناول أيدينا فى المحال التجارية وبأثمان معقولة ، ويجب ألا يغيب عن أذهاننا مراعاة إتباع التوجيهات المدونة على المنتج بكل عناية للحصول على نتائج مرضية .

٢ــ عمليات الأختزال والأكسدة

Reduction and Oxidation

إن تسوية الطلاء هى أخر مرحلة فى عملية إنهاء وتشطيب القطعة الخزفية ، وكل خزاف كانت خبرته فإنه يتحسب سلفاً لما قد يفاجئه عند فتحة للفرن .

فجو الفرن الكهربى يكون مشابهاً للجـــو الطبيعـــى أى ٢٣.٢ % أكســـجين و ٧٦.٨ % نيتروجين بالوزن ، أما الفرن الذى يستخدم فيه الغاز أو الزيت كوقود فإن هواءه يحتوى على ٨٨ % نيتروجين و٦ % ثانى أكسيد الكربون و٦ % أكسجين بالوزن ، وكل هذه الظـــروف تعرف بإسم (الشعلة المؤكسدة) .

وقد يحتاج فى بعض الأحيان الحصول على جو " مختزل " داخل الفـــرن ، (مـــثلاً عنـــد تسوية البورسلين القوى أو طلاءات النحاس الاحمر) وهذا الجو ينقص الأكسجين ويحتـــوى على حوالى ٨٨ % نيتروجين و ١٠ % ثانى أكسيد الكربون و ٢ % أول أكسيد الكربون .

وهذه الظروف يمكن تحقيقها فى أفران الاحتراق بتقليل كمية الهواء التى تعطـــى شـــعلة مدخنة ، ويمكن الحصول على جو مختزل فى الأفران بإدخال قدر قليل مـــن غـــاز الكـــوك أو النفتالين أو أى مواد عضوية فى غرفة الحريق ومن الممكن الحصول علـــى أجهـــزة قيـــاس غازات الفرن بالدقة ، ولكن هذه الأجهزة باهظة التكاليف وتتطلب خبرة واسعة لاستخدامها.

ومن السهل الحكم على الحالة داخل الأفران الأخرى غير الكهربية بواسطة اللهب الـــذى يخرج من المدخنة ، ويدل اللهب الأصفر الباهت على حالة مؤكسدة ويـــدل اللهـــب الأبـــيض المائل إلى الزرقة على حالة مختزلة وقد كان الخزافون القدماء يصنعون (فلقة) من الخشب الجاف فى عادم الفرن فإذا أحترقت كان ذلك دليلاً على وجود أكسجين نقى ، وإذا تفحمت فقط كان الهواء مختزلاً .

وقد يكون من المهم جداً فى بعض الأحيان ضبط جو الفرن والتحكم فيه فالجو المختـــزل الخفيف مثلاً ينتج لمعاناً أكثر فى الألوان الخضراء لكرومات الكلس (الجير) فـــى حـــين أن الأكسدة ضرورية للأصباغ الخضراء المحتوية على النحاس .

ومعظم الطلاءات التى يستعملها خزاف الأستوديو تسوى فى فرن مؤكسد الجو (فرن خال من الدخان) .

ولكن البورسلين الصلب تنتهى تسويته فى جو به دخان وذلك ليعطى بياضاً ممتازاً للقطع المنتهية ، وعلى الخزاف المبتدئ أن يقيد نفسه بحريق مؤكسد لسهولة التحكم فى الفرن ولأن بعض الألوان تتلف فى الجو المختزل .

والخزف الفنى المنخفض حرارة التسوية الذى يسوى طلاؤه على ميزان (٠٦ إلـــى ٠٣) أى على درجة حرارة من ١٠٠٠ ْم إلى ١٠٨٠ ْم تسوى ألوانه على ميزان (٠١٩) أى على درجة حرارة ٦٣٠ ْم .

وفى كل الحالات تسوى الألوان فوق الطلاء فى جو مؤكسد إذ قد يفسد بعض الألوان أقل مقدار من الأختزال (نار ذات درجات حرارة عالية) ، وتتغير كثرة من الألوان أثناء تسويتها ، ويصير بعضها أكثر قوة ويضعف بعضها ويتحول بعضها الآخر إلى لون آخر .

ويضع الفنان الخزاف صاحب الخبرة هذه التغييرات فى الاعتبار ويحتاط لها وهو يعرف أيضاً أى الألوان قابل للخلط والامتزاج بغيره وأيها سيتلف التأثيرات المطلوبة .

طلاءات الاختزال :

إن فى هذه المجموعة من طلاءات الاختزال عددا من أجمل الطلاءات ولكن مستلزمات ضبط الحريق لا تشجع الخزاف المبتدئ على محاولة إستعمالها وعلى أية حال فإن نتائجها الباهرة نستأهل الصعوبات التى تكتنفها ولقد بلغت تلك الطلاءات ذروة كمالها فى الصين فى عصر أسرتى (سبنج وينج) وكانت الألوان الحمراء (دم الثور والخوخى) ... إلخ ، تصنع بطلاء يحتوى على النحاس فى حين أن الأخضر الرمادى أو أخضر الصفصاف كان يصنع بطلاء يحتوى على الحديدوز ثنائى التكافؤ (اللون السيلادونى) .

أما الألوان الحمراء النحاسية فقد بحثت من قبل وهى ترجع إلى كلوريد النحاس المعدنى المتعادل مع أكسيد القصدير (ق أ٢) ومع ذلك فهناك ما يدل على أن أكسيد النحاس الأحمر (نح٢ أ) هو السبب .

والألوان الحمراء الجيدة يمكن الحصول عليها بتشكيلة واسعة من تركيبات الطلاء ، ولكن يجب ضبط جو الحريق بدقة ، وذلك بتناوب فترات الاختزال والأكسدة .

هذا ويمكن الحصول على اللون الأسود والأخضر الشفاف وظلال الطلاء الأحمر المختلفة من نفس مزيج الطلاء وذلك يتوقف على جو الفرن ، كما أن الاختزال اللازم لإنتاج الألوان الحمراء الجيدة يمكن الوصول إليه بإضافة عامل مختزل مثل سيليكون كاربيد (س ك) إلى سائل خزفى تحت الطلاء ثم يحرق فى ظروف ملائمة للأكسدة ، وقد لوحظ أن بللورات الزجاج غير القابلة للذوبان فى الماء والمحتوية على النحاس إذا ما صهرت فى ظروف ملائمة للأكسدة وصبت من بوتقة من الطين الحرارى فإنها تترك راسباً ذا لون أحمر ممتاز .

ومن أشهر الطلاءات المختزلة هى الطلاءات الصينية المعروفة بطلاءات السيلادون ، وهى تتميز باللون الأخضر الباهت وسميكة ومعتمة كثيراً أو قليلاً ، وترجع هذه العتامة إلى الفقاقيع الكثيرة فى الطلاء ، ولو رأيت كسراً فى حالة فنجان من هذا النوع لرأيت أن سمك الطلاء أكبر بكثير من سمك الجسم نفسه ، أو بعبارة أخرى نجد طبقة رقيقة من الجسم الخزفى بين طبقتين سميكتين من الطلاء .

ويمكن إعتبار خزفيات " شون " الصينية فرع مبكر لعائلة السيلادون لتطابق ملامحها الرئيسية مع أوانى " جو " و " كيوان " السيلادونية ، وكانت هذه الأوانى ملساء سواء الرمادية منها او الأرجوانية ، أما الطلاء الزجاجى فكان صدفياً سميكاً يتم تطبيقه على هيئة طبقات متعددة ، وكانت مادة الطلاء الزجاجى نفسها تحتوى على كميات متعادلة من الرماد النباتى ، ورغم أن ألوانها تراوحت مابين الرمادى المخضر والأزرق المخضر إلا أن اللون الأكثر شيوعاً كان لون اللآفندر الأزرق ، أما الزخارف سواء المصنعة بالقوالب أو المحفورة فقد قل تواجدها .

وهذا النوع من الخزفيات زخرف " بطرطشات " ذات لون بنفسجى مائل للاحمرار ناجمة عن تطبيق بقع من أملاح النحاس فى المراحل النهائية من عمليات الطلاء الزجاجى ثم التعرض للحرق تحت ظروف مختزلة (Firing Under, Rcducing Conditions) وبالطبع فإن هذه التقنية صعبة التطبيق ، ولو أنها إجتذبت فيما بعد اهتمام الخزافين المهرة من الصينين ، كما أن الطلاء الزجاجى النحاسى المختزل لم يشع إلا بعد حقبة طويلة تلت .

كما تم خلال بعض الفترات فى الصين تصنيع العديد من أوانى الخزف الحجرى ذات الطلاء الزجاجى الأسود ، فكانت الأجسام بيضاء أو رمادية ، ونادراً ما طبق طلاء زجاجى أسود على أجسام مصنوعة من البورسلين الحقيقى . وتكونت مادة الطلاء الزجاجى نفسها من الرماد أو الفلسبار الذى يحتوى على نسبة عالية من الحديد والذى يحرق كما فى السلادونات تحت ظروف مختزلة .

ورغم أن الطلاء الزجاجى كان يعد أسوداً إلا أنه فى واقع الأمر كان ذا لون بنى داكن بينما أدخلت زخارف متنوعة على الطلاء الزجاجى نفسه حيث أعتمد أغلبها على مساحات سطحية مغطاة إما بطلاء زجاجى أو عارية منه ويتم ذلك بمعالجات بحيث لا يلتصق عليها الطلاء الزجاجى .

ومن تلك " المساحات البقعة " المعروفة بإسم " بقعة الزيت " حيث يتم طرطشة السطح ببقع متعددة متقزحة اللون إذ يعامل جزء من السطح هنا بمواد تمنع إلتصاق الطلاء الزجاجى عليه .

أما البعض الآخر فيتعامل مع الطلاء الزجاجى فى إظهار بعض العلامات والتى تظهر على شكل حزمة تشع داخل الطلاء الزجاجى منبعثة من نقطة مركزية – وعموماً فإن هذه الطلاءات تحتوى على حديد ذائب فى حالة ثنائية التكافؤ ويجب أن يحرق فى جو منخفض .

وفيما يلى طلاء « هاردر الأحمر النحاسى » الذى يحرق مع مخروط (٠٨ – ٠٤) على درجة (٩٥٠ ْ – ١٠٥٠ ْم) وهو يعطى ألواناً حمراء جيدة إذا كان الحريق صحيحاً .

هذا ومن الممكن نظرياً إنتاج أحمر نحاس جيد بوضع قطعة عليها طينة من طلاء عملية ترسيب على المعدن وليست طلاء زجاجى رائق فى صندوق (علبة) محكمة مع مركب نحـــاس طيـــار لكى يحدث النقل من ناحية البخار ويجب أن تراعى شروط الاختزال فى هذه الحالة أيضاً .

أسئلة الباب الرابع

س١: أشرح طريقة الطباعة الآلية بالشاشة الحريرية (بالشابلونات).

س٢: أذكر ماتعرفه عن الزخارف بالملونات الزجاجية (الماجوليكا).

س٣: ماهى اشهر الأوانى الإيطالية ذات الطلاء الزجاجى القصديرى (الماجوليكا).

س٤: أذكر ماتعرفه عن

أ- الزخرفة فوق الطلاء . ب- الألوان فوق الطلاء .

ج- الزخرفة بطريقة الرسم بالفرجون .

س٥: تكلم عن كل من :

أ- اللون الأول للأكسيد . ب- عمق لون الأكسيد .

ج- تأثير الأكسيد الواحد عن الآخر . د- قوةاحتمال للحرارة .

هـ- أختلاف نتائج الأكاسيدمن حيث اللون .

س٦: عرف الأكاسيد المستخدمة فى الخزف وما هى الألوانالناتجة عنها نتيجة الأحتراق .

س٧: ماهى الصبغات المستخدمة فى التلوين على الخزف .

س٨: ما المقصود بتكليس الصبغة .

س٩: كيف يمكن استعمال الأصباغ .

س١٠: مذا تعرف عن عمليات الأختزال والأكسدة .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

البـاب الـخـامـس

- **عيوب الطلاء الزجاجى (عيوب التزجيج) وطرق تلافيها :**

١ – التشقق .

٢ – الفقاقيع الدقيقة .

٣ – الانفصال .

٤ – البثور وثقوب الدبابيس .

٥ – التجمع (الكرمشة) .

٦ – التنقير والبقع .

عيوب فى جسم المنتج قبل الطلاء وليست عيوب طلاء .

٧ – الاتربة والمواد الدهنية .

٨ – السطوح غير المستوية (تموج السطح) .

٩ – السطح المحبب .

١٠ – الزبد أو الرغوة أو الريم .

البـاب الـخـامـس

عيوب الطلاء الزجاجى (عيوب التزجيج) وطرق تلافيها

أحياناً تنشأ عيوب فى الطلاء الزجاجى قبل وبعد تسويته داخل الأفران ويرجع ذلك لأسباب كثيرة ومتعددة ، فقد تحدث أحياناً من عدم الوزن الصحيح لمكونات الطلاء أو لعدم طحن هذه المكونات وتصنيفها جيداً ، أو عدم الحصول على قوام الطلاء الصحيح فلا يكــون رقيقــاً أو

سميكاً ، وأحياناً تكون قطعة الفخار غير تامة الحريق والتسوية الصحيحة فى الحريق الأول ، أو غير متجانسة التركيب ، أو كانت من طينة لا تتقبل الطلاء ، أو يكون عالقاً بهـا بعـض الأتربة والمواد الدهنية أو عدم ترطيبها قليلاً بالماء حتى تنفـتح مسـامها وتقبـل الطـلاء وتتماسك معه .

وأحياناً تتوقف العيوب على درجة الحرارة السريعة المفاجئة ولذلك ينبغى أن نتدرج فـى الحرارة وببطء ثم نزيدها تدريجياً ، وأحياناً تنشأبعض العيوب من التبريد المفاجئ للأشـكال ولابد أن يبرد الفرن تماماً قبل استخراج الأشكال منه .

وكل هذه الأسباب والعيوب لابد للخزاف ألا يقع فيها ، والتعرف على الأسباب التـى أدت إليها وأحدثت تلك العيوب .

فمثلاً التشققات فى الطلاء والتقشيرات فيه أو تساقطه من على الجسم أو جريانه وسيلانه أو تجمعاته فى أماكن دون أماكن أخرى أو عدم نضوجه جيداً أو قلة درجة الحرارة أو زيادتها أو غيرها من النقاط والعيوب لابد أن يحتاط لها الخزاف لمواجهة هذه العيوب وكيفية العـلاج والأسباب التى أدت إليها حتى يلم بفكر علمى تقنى فنى يكمن فى مادة الخزف وبالتالى تقوده إلى المزيد من التجارب التى تعالج مثل هذه العيوب .

ويمكن علاج هذه العيوب بازدياد أو انخفاض نسب المواد المكونة للطلاء مثل السيليكا أو الكاولين أو المواد الصاهرة مثل أكاسيد وكربونات الرصاص وغيرها وعلى سبيل المثال فـإن التشققات التى تحدث فى الطلاء الزجاجى تكون نتيجة انكماش طبقة الطلاء بنسبة أكبر عـن انكماش الجسم الفخارى نفسه وكذلك تقشير طبقة الطلاء بنسبة اكبر عـن انكمـاش الجسـم الفخارى نفسه وكذلك طبقة الطلاء (glaze) يكون على عكس ذلك حيث ينكمش جسم الإناء أكثر من انكماش طبقة الطلاء وهكذا يدرك الخزاف الخبرة التكنولوجية الهامة .

كما يمكن لهذه العيوب معالجتها علاجاً بسيطاً أيضاً بإدخالها فى الفرن مـرة ثانيـة بعـد طلائها بنفس الطلاء الأول وبطبقة رقيقة أو بطلائها بطلاء شفاف وبطبقة رقيقة جداً .

من أهم العيوب التى تصيب التزجيجات هى :

١ – التشقق : Grazing Of glaze

يحدث التشقق فى الطلاء قبل الحريق لأسباب مختلفة أهمها عدم اتفاق التركيب مع نـوع الفخار الذى طلى به ، ويعين هذا الاختلاف بظهور التشققات بمجرد امتصاص الفخار للميـاه الموجودة بالطلاء .

وعلاج ذلك يحتاج إلى عدة تجارب تتناول الجسم والطلاء معاً فيعاد النظر فى نوع طينة الفخار ودرجة الحرارة التى حرقت عليها ، ثم ينظر إلى الطلاء ويفحص ما به من خامات .

ففى بعض الحالات نجدنا مضطرين إلى تقليل كمية الطينة الموجودة بالطلاء ، وفى حالات أخرى نغير نوعها ونرفع نسبة ما به من سيليكات أو نضيف بعض أنواع أخرى من الخامات وهكذا ، فإن أسباب ظهور التشققات على الطلاء قبل حرقه هى نفس أسباب ظهورها بعد حرقه .

ويمكننا إيجاز هذه الأسباب فى أنها عدم تعادل نسبتى انكماش الجسم والطينة .

ولا يخفى أن عدم توفر هذا التعادل يؤدى إلى متاعب كثيرة ، كما أن ظهوره على شكل تشققات واضحة أو غيرها دقيقة على الطلاء بعد تسويته معناه عدم سلامة الإنتاج ، بل يجب أن تعرف أن هذه التشققات تعتبر بدء حركة الانفصال الكلى (التقشر) ويتم التقشر الكلى بسرعة أو بالتدريج باستعمال الأوانى أو بمجرد تعرضها لتأثيرات الجو المختلفة .

كما أن الطلاء الزجاجى الذى يحرق على جسم خزفى سبق حرقه فى درجة حرارة أعلى يكون فى قوام كثيف ، ويتحول إلى طبقى مستوية تماماً ، وعندما يبدأ فى البرودة يأخذ فى اللزوجة حتى يصل إلى درجة يكون فيها شديد الصلابة ومن هذه الدرجة فما دونها إلى درجة حرارة الغرفة يحدث التقلص فإذا انكمش الطلاء والجسم بمعدل واحد فإن الطلاء المنتهى لا يصيبه أى توتر ، وأما الاختلاف فى معدل التقلص فهذا الذى يؤدى إلى تشقق الطلاء أو تصدعه .

وفى حالة التشقق المتأخر أو البطئ فإن الخزافين المجربين يعلمون حق العلم أن بعض الطلاءات قد تكون مقبولة تماماً عند إخراجها من الفرن ثم يصيبها التشقق بعد فترة من الوقت (وهذه الفترة قد تمتد من بضعة أيام إلى شهر كامل) ويرجع هذا النقص إلى سببين :

أ ــ قد يتشقق الطلاء متأخراً لأن الطلاء قد يستغرق بعض الوقت حتى يصل إلى درجة التعادل فى درجة حرارة الغرفة .

ب ــ أن الجسم إذا كان مسامياً فإنه قد يتمدد قليلاً بسبب رطوبة (الجو) الهواء .

للتحقق من عدم حدوث التشقق المتأخر يجب أن يكون الطلاء فى حالة ضغط بعض الشئ ، عندما يتم إخراجه من الفرن كما يجب أن نذكر مع ذلك أن حالة الضغط العالى قد تؤدى إلى تحطم الطلاء أو تكسره عند الأركان والحواف .

هذا ونستطيع أن نختبر قطعة لنرى ما إذا كانت ستتشقق فيما بعد وذلك بتسخينها فى البخار بعد إخراجها من الفرن مباشرة ، ويكون هذا فى إناء الضغط البخار وهو وعاء شبيه

بوعاء الطهى بالضغط ، ولكنه أكثر منه قوة ، فإذا لم يظهر أى تشقق بعد ساعة تحت ضغط ١٥٠ رطلاً كان لنا أن نقرر أن القطعة لن تتشقق فيما بعد عند استعمالها فى المنزل .

ورغم ما بينا من أسباب ظهور التشققات على الطلاء ، ورغم ما ذكر من أن ظهورها يعتبر بدء حركة الانفصال الكلى والتقشر ، فإن غالبية المهتمين بفن الخزف لا يعيرون التشققات أهمية ومنهم من يتعمد توضيحها على أوانيه فيعتمد إلى تدفئتها ، ثم طلائها قبل أن تبرد بمادة دهنية زيتية مخلوطة ببعض المساحيق الغامقة اللون مثل أكسيد الحديد أو المنجنيز .

ثم تمسح هذه المادة الزيتية مسحاً تاماً حيث تكون قد تركت صبغة مغمقة اللون قد نزلت وتركزت بالتشققات الموجودة بالطلاء الزجاجى على سطح الإناء ، وهذا يعطيها تأثيراً فنياً جميلاً .

وقد اتبع الخزافين الصينيون هذه الطريقة فصنعوا الطراز الذى عرف بالطلاء ذى التشققات Crackle Finish .

منع التشقق :

اننا إذا تتبعنا ما جاء فى أسباب التشقق تتبعاً منطقياً دقيقاً ظهر لنا بوضوح أن هناك طريقتين لمنع التشقق :

١. فإما أن الجسم يمكن تصحيحه لينكمش أكثر .
٢. وإما أن الطلاء يمكن تصحيحه ليقل انكماشه .

فإذا اتبعت الطريقة الأولى فإن العنصر الأكثر ميلاً للأنكماش يجب زيادته مما يؤدى إلى انكماش الجسم الخزفى كله أنكماشاً ذاتياً .

وقد اتضح بالتجربة أن البللور الصخرى أو ظهران الخزف (الكوارتز) كبير الأنكماش ، فمن المنطقى إذن أن نزيد مقدار هذه المادة فى الخلطة الذى يصنع منه الجسم .

وإذا كان تغير تركيب الجسم غير ممكن فأننا نغير تركيب الطلاء ونقلل قدرة الطلاء على الأنكماش ، والسيليكا (البللور الصخرى) هى أحد هذه المعادن ، وزيادة أكسيد البوريك وتقليل مقادير القلويات (الصودا والبوتاس) فى الوقت ذاته يقللان من أنكماش الطلاء .

إن زيادة مقدار السيليكا لتقليل الأنكماش قد يبدو متناقضاً، حيث إننا قد إننا قد نصحنا بهذا الإجراء نفسه لزيادة الأنكماش فى الجسم الخزفى ، ويكن السيليكا فى الجسم تكون على شكل بللورات مما يساعد على الأنكماش فى حين أنها فى الطلاء تكون على شكل زجاجى مما يثبط الأنكماش .

إن حل مشكلة التشقق يبدو يسيراً كما ذكرنا سابقاً ولكن عرفنا أيضاً أن تغيير أى عنصر من عناصر الخلطة يستلزم تغيير بعض العناصر الأخرى إذا أريد بالمثل تجنب الأخطاء .

فإذا حاولنا مثلاً أن نتجنب التشقق بزيادة أو نقص مقدار عنصر واحد فإننـــا قــد نحــدث تعديلاً كبيراً فى درجات الحرارة اللازمة للتسوية أو فى أى عامل آخر له نفس الأهمية وعلى الخزاف المبتدئ أن يستعمل طلاءات وأجسامها خزفية سبق اختبارها وتجربتها لكى يتحقــق ائتلافها ، وتوجد طلاءات منصهرة تجارية كثيرة يسهل الحصول عليها ويمكن أن يشترى من الطلاء الملائم لكل جسم إذا أحسن الاختيار .

والأجسام الخزفية التى تعلو فيها نسبة الطلق تكون أقل انكماشاً عند التبريد من الأجســام المعتادة والطلاءات الصالحة لها يجب أن تكون ذات معامل تمدد منخفض بنوع خاص

والطلاءات غير اللامعة أقل ميلاً إلى التشقق من الطلاءات اللامعة ، لأن البللورات تعمــل على تقويتها وبالتالى تسمح بشئ من الضغط والتمدد دون إخفاق أو فشل .

تعديل مكونات خلطة التزجيج لمعالجة ظاهرة التشقق :

وذلك بخفض معامل تمدد مادتها حتى يطابق معامل تمدد الجسم الخزفــى عنــد معالجــة ظاهرة التشقق بإجراء الآتى :

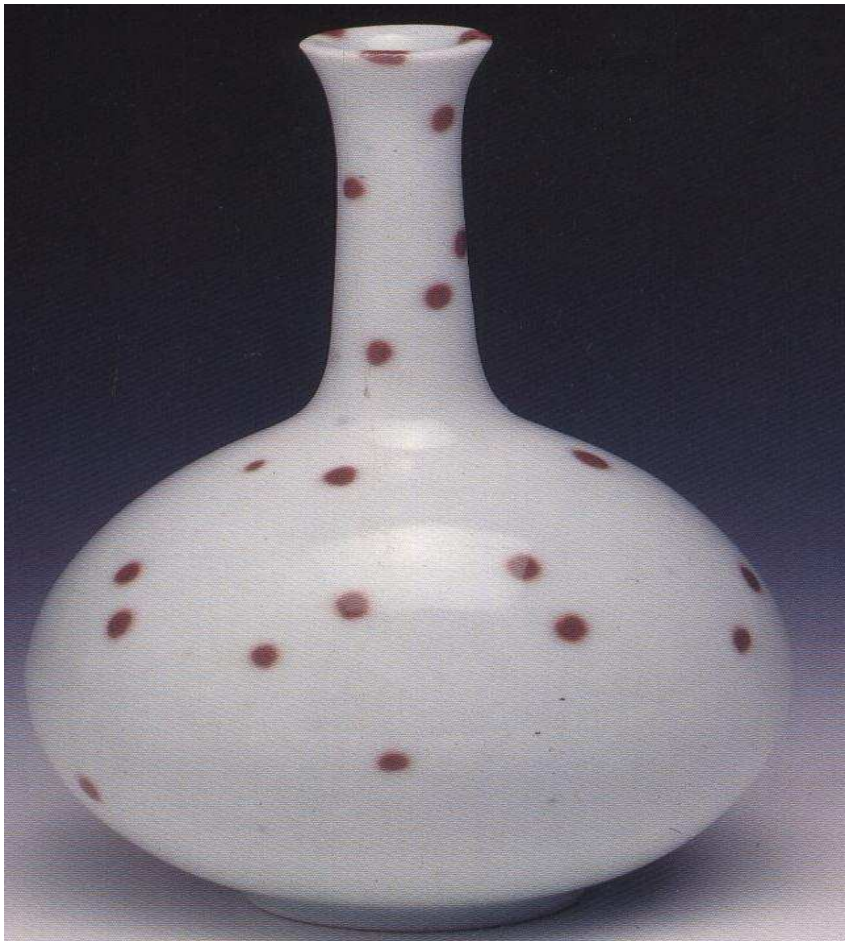
١. زيادة نسبة السيليكا زيادة طفيفة فى خلطات التزجيج ذات النضج المنخفض ، وزيادة كبيرة فى خلطات التزجيج ذات النضج العالى المرتفع .

٢. معادلة زيادة السيليكا بإضافة أو زيادة نسبة حامض البوريك على ألا تزيد نسبته فى الخلطة عن ١٥ % من وزن الخلطة وذلك للأحتفاظ بدرجة حرارة النضج دون تغيير ، كما يعمل أكسيد البوريك على خفض معامل التمدد أيضاً .

٣. استبدال جزء أو كل الأكاسيد القاعدية ذات معامل التمدد الكبير فى الخلطة مثل الجير الصودا والبوتاسا ، واستعمال أكاسيد قاعدية منخفضة فى معامل تمددها مثل الماغنيسيوم وأكسيد الخارصين محلها ، على أن يكون الاستبدال بمقادير المكافئات الجزئية بين كميات الأكاسيد المستبدلة .



ثلاث قنانى خزفية مطلية بالطلاء الزجاجى

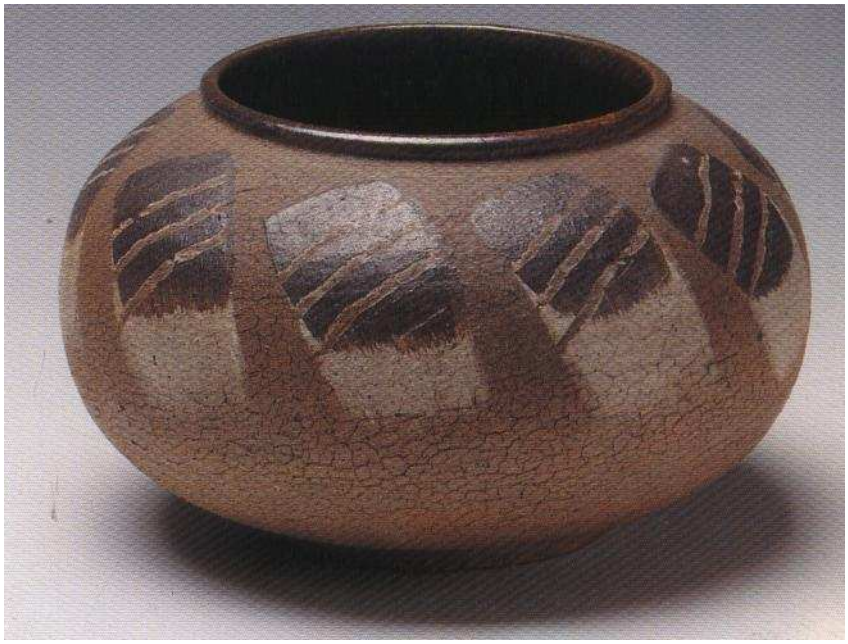


آنية خزفية مغطاه بطلاء زجاجى أبيض بها بعض النقاط البنية



طبق مغطى بطلاء زجاجى ذات تأثيرات مختلفة جميلة

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM



آنية من الخزف ذو طبقة مشققة بفعل الحرارة لها تأثيراً جمالياً

٢ – الفقاقيع الدقيقة :

لاشك أن الفقاقيع فى الطلاء مدعاة للإزعاج والقلق وبخاصة إذا كان الطلاء صافياً شفافاً فوق جسم خزفى قاتم أو داكن اللون ، أو به زخرفة مغمقة تحت الطلاء ، ومع أن الفقاقيع تكون تحت السطح فإنها غالباً ما تتعدد لدرجة أنها تجعل منظر القطعة الخزفية بنية اللون .

وتوجد هذه الفقاقيع حيث يكون رسوب الطلاء ثقيلاً ، وفى الخزف التجارى يظهر بكثرة حول قاعدة الأوانى ، ويعالج هذا العيب بتدقيق طبقة الطلاء أو إطالةلامدة الحريق فى درجة حرارة أعلى لأن ليست إلا فقاقيع لم تختف عندما صهر الطلاء على الجسم .

٣– التقشير : Peeling والتجمع Grawling :

وهو ما يحدث فى طبقات التزجيج وبخاصة ما ينضج منها فى درجات الحرارة المنخفضة من تشقق وتقشير وانفصال نتيجة اختلاف معامل تمدد سطح الجسم الخزفى .

ومن المعروف أن التشقق الذى سبق ذكره من أكثر العيوب إنتشاراً فى طبقات التزجيج ، أما التقشير وإن كان خطره أكبر إلا أنه نادر الحدوث ، فيحدث التشقق نتيجة اختلاف معامل التمدد بين طبقة التزجيج وسطح الجسم الخزفى ورقة طبقة التزجيج وعدم تحملها ومقاومتها لقوى الشد والضغط فى جدار الجسم الخزفى السميك بالنسبة لطبقة التزجيج فيحدث التشقق عندما يكون معامل تمدد مادة التزجيج أكبر من معامل تمدد سطح الجسم الخزفى وتفسير ذلك أنه عند انكماش الجسم أثناء التبريد تصبح مساحة طبقة التزجيج أقل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

من مساحة سطح الجسم الخزفى المغطى بها ، فتتعرض طبقة التزجيج الرقيقة لقوة شد الجسم الخزفى مما يسبب تشقق الطبقة الزجاجية .

وبالعكس يحدث النقشير والانفصال عندما يكون معامل تمدد طبقة التزجيج أقل من معامل تمدد سطح الجسم الخزفى فتقل مساحة سطح الجسم الخزفى عن مساحة طبقة التزجيج أثناء التبريد ويتسبب عن ذلك تقوس الطبقة وانفصالها عن سطح الجسم الظاهرة المعروفة بالانفصال والتقشير .

<u>تعديل مكونات الجسم الخزفى لعلاج الانفصال والتقشير :</u>

تعالج ظاهرة الانفصال والتقشير بتعديل مكونات الجسم الخزفى لزيادة وضبط معامل تمدده بحيث يتطابق مع معامل تمدد طبقة التزجيج التى ستطبق عليه .

فقد وجد علمياً أن تعديل تمدد الجسم الخزفى أيسر من تعديل تمدد طبقة التزجيج إذ ترتبط الأخيرة بعدة عوامل من حيث المكونات ونسبها وما يترتب من تغير فى درجات حرارة النضج تبعاً للإجراءات الآتية :

١- تقليل نسبة السيليكا بقدر طفيف مع إضافة قليل من الجير إذا كانت الخلطة خالية منه تماماً

٢- تكليس المواد السيليكونية وطحنها طحناً ناعماً عند استعمالها فى خلطة الجسم .

٣- التنسيق بين درجة الحرارة لتسوية الجسم وبين نسبة مساعدات الصهر العلوية فيه وذلك برفع درجة حرارة التسوية فى حالة انخفاض نسبة المساعدات وخفضها فى حالة ارتفاع نسبة مساعد الصهر .

٤ – البثور وثقوب الدبابيس : Pinholes in Glaze

من أسباب ذلك ماتحدثه العيوب الناتجة من الهواء المحتبس فـى جيـوب فـى الجسـم الزجاجى وهو يندفع إلى الخارج خلال الطلاء على شكل فقاقيع ، والجسم الخزفـى الرصـين البناء يقلل من حدوث هذه العيوب إلى أدنى حد ، وقد تحدث البثور فى الطلاء الخـام بفعـل الغازات المنبعثة من بعض العناصر على أن عملية السحق تعين على منع ذلك .

كما أن هذه الفقاقيع تظهر أثناء تسوية الجسم الخزفى اثناء تسويته ، كما يسـند وجـود الثقوب أحياناً إلى التسوية السريعة التى لا تتيح فرصة كافية للطلاء لكى ينضج نضجاً كاملاً .

وتختلف الطلاءات فى مظهرها وهى بداخل الفرن فمنها ما يتشقق أولاً ثم يلتئم ثم يبدأ فى الانصهار ، ومنها ما يبدأ بحركة غليان بحيث تظهر عليه فقاقيع تعلو وتهبط ويستمر كـذلك إلى أن تتم عملية الصهر .

ثم تبدأ عملية أصطلح عليه الخزافون بكلمة " الغسل " بمعنى إنتهاء الفقاقيع كلياً بما فيها الثقوب الصغيرة التى تكون عادة بحجم رأس الدبوس .

وقد يحدث أن توقف تغذية الفرن بالوقود أو رفع درجة الحرارة قبل إتمام صهر الطـلاء ووصولة إلى حالة الغسل فتكون النتيجة أننا نحصل على قطع أخرجت من الفرن وهى فـى منتصف الطريق عليها الفقاقيع أو رؤوس الدبابيس .

أما إذا تمت عملية الغسل ولم نبادر بإيقاف تغذية الفرن بالوقود فنكون قد بدأنا بتعـريض الطلاء إلى درجات من الحرارة تزيد فى مقدارها عما يحتمله . وينتج عـن ذلـك أن يبـدأ الطلاء فى حركة تشبه الغليان ، وهذه الحركة تؤدى إلى أجهاد بعض مواد التركيب أو بعض ما ينتج عن الصهر الكامل الصحيح . وهذا الإجهاد يجعلها تتغيـر مـن حيـث خواصـها الكيميائية بحيث تفقد ما بها من المزايا التى هى وسيلة التزجيج . وبإخراجها مـن الفـرن نجدها خشنة الملمس جافة فى مظهرها لا تمت بصلة إلى الطلاء الصحيح يطلق عليها فـى هذه الحالة (Over Fire) حريق زائد .

٥- التجمع (الكرمشة) : Crawling in Glaze

ومن بين عيوب الطلاءات ما يحدث أحياناً من انفصال الطلاء بعضه عن البعض وتجمعه على شكل أجزاء متباعدة ذات أشكال غير منتظمة .

وبمعرفة سبب هذا العيب نتمكن من اقتراح طريقة للعلاج المناسب ، وينتج هذا العيب من سرعة الحريق قبل حدوث التجفيف ، وتعريض الطلاء للحرارة الشديدة بدون تدرج . حيث يتجمع الطلاء فى أجزاء منفصلة من سطح الجسم مع ظهور بعض أجزاء عارية فيما بينها فتظهر بقع عارية من الطلاء الزجاجى كما يمكن أن ينجم عن ذلك تشققات أثناء التجفيف ، إما لأن الطلاء يكون قد انكمش أكثر من اللازم ، وإما لأن طبقة الطلاء كانت أضعف من اللازم ولسوء الحظ أننا إذا قللنا الانكماش بتقليل الطينة الخام (فى الخلطة) وتقليل الطحن فإن الضغط يزداد .

وحقيقة الأمر أن المشكلة لم تبدأبالحريق ولكنها يمكن إرجاعها إلى تجفيف الطلاء قبل مرحلة الحريق حيث تسببت عن انكماشه تشققات كالشبكة فى شكلها ، وغالباً ما تكون دقيقة وغير واضحة ولا ترى إلا بعين فاحصة ، وعندما تحرق القطع يتسبب عن قوة الشد فى السطح أن تنفصل تلك الأجزاء المتشققة وتتجمع على شكل فصوص كما يحدث للماء عند صبه على سطح طبقة زيتية .

ومع ذلك فالحل يمكن دائما والعلاج هو أن نقلل درجة الانكماش عند التجفيف بتقليل التعرض للتيارات الهوائية وسرعة التجفيف ، كما يجب العناية التامة للتدريج إلى درجات الحرارة المطلوبة عند التسوية .

ويمكن الإقلال من درجةن الانكماش عند التجفيف بتعديل نسبة إضافة الطين الخام والإقلال منها بحيث لا تزيد عن ٥ % أو الإقلال من درجة الطحن عند تجهيز الطلاء .

كما أن زيادة نسبة المواد المنصهرة فى الطلاء يندر أن ينجم عنها ذلك التشقق الغير مرغوب فيه ويمكن تكثيف قوام طبقة الطلاء حتى لا تتشقق باستعمال مواد عضوية كالصمغ العربى الذى يزيد من تماسك الطبقة الزجاجية .

كما يحدث تجمع الطلاء بسبب وجود تراب أو مادة دهنية على الفخار ، فعند تناول القطع باليد تترك عليه من عرقها مادة دهنية تكفى لخلق المتاعب ولا تكون نظيفة تماماً .

٦- التنقير والبقع :

التنقير والبقع ينتج من تسرب الأوساخ والأتربة إلى خلطات التزجيج أثناء تكوينها أو تخزينها ، وهذه البقع الملوثة تكون أحياناً خضراء أو بنية .

وترجع البقع الخضراء إلى ذرات النحاس التى تتسرب إلى الطلاء من استخدام المناخل أو الأدوات النحاسية ، أو نتيجة تساقط أو ملامسة طبقة التزجيج لشوائب نحاسية . أمـــا البقـــع فتحدث نتيجة تسرب شوائب حديدية إلى خلطة التزجيج دون قصد .

وقد يحدث هذا التسرب لأى بقع نتيجة تلوث الفرن بخلطات وأكاسيد ســـابقة لـــذا يجـــب الاهتمام بتنظيف الفرن تماماً من أى مخلفات ورص المشغولات على حوامل خاصـــة نظيفـــة حيث أن من الممكن تساقط نقاط سبق حرقها وتكون بلون آخر وتكون درجة صـــهرها أقـــل وتجنب استعمال الأوانى النحاسية والحديدية .

٧- الأتربة والمواد الدهنية وغيرها : Dust and dirt in Glaze

إن ما يظهر على سطح الطلاء من الرقط والبقع والدهون أو الشوائب عادة من العيـــوب الشائعة التى تعزى أولاً إلى الجزئيات المتمردة التى تستقر فى الطلاء قبل الحريـــق أو فـــى أثنائه ، وقد تأتى عادة من أتربة الفرن أو ذرات تراب من الهواء وأحياناً من أدوات الـــرص بالفرن ، لذا يجب علينا قبل رص الفرن لحريق الطلاء على جسم سبق حريقه علـــى حـــرارة أعلى يجب أن ينظف الفرن من التراب بتنظيفه ومسح أرفقه بالفرشاة ، ويحسن أيضاً غســـل أدوات الفرن بالماء .

٨- السطوح غير المستوية (تموج السطح) Uneven Surface in Glaze

من عيوب التزجيج أيضاً عدم تجانس سمك طبقة غير التزجيج وتموج السطح نتيجة عن الدهان غير المتعادل السمك ، فتعطينا سطوح مستوية (مموجة) عند تسوية الطلاء ، ودليل على أن درجة حرارة الحريق كانت منخفضة أكثر مما يلزم لجعل الطلاء سائلاً لدرجة تســـاعد على استوائه .

٩- السطح المحبب :

يحدث هذا عادة على سطح طبقات التزجيج ، فتظهر حبوب نتيجة عدم تجانس التطبيق ويلاحظ أن هذه الظاهرة تحدث عادة عند استعمال الرش بالمسدس فى التطبيق ، ودليل علـــى أن طبقة الطلاء لم تكن متعادلة السمك .

١٠- الزبد أو الرغوة أو الريم : Scum of Glaze

تنتج هذه الظاهرة التى تعكر صفاء مظهر الطلاء الناتج وتجانس لونـــه ، ويحـــدث مـــن استعمال مادة قابلة للذوبان فى الطلاء ، وقد تكون مادة زجاجية قابلة للذوبان بعض الشئ .

أسئلة الباب الخامس

س١:ماهى عيوب الطلاء الزجاجى .

س٢: ما اسباب التشقق وما هو علاج التشقق أو تلافيها .

س٣: كيف يمكن اكتشاف الفقاقيع الدقيقة . اذكر كيفية علاجها أو تلافيها .

س٤: أشرح الأنفصال والتقشير .

س٥:كيف يمكن تعديل مكونات الجسم الخزفى لعلاج الانفصال والتقشير.

س٦:ما شكل البثور وثقوب الدبابيس .

س٧:كيف يمكن تلافى البثور وثقوب الدبابيس .

س٨: عرف التجمع (الكرمشة) .

س٩: كيف يمكن تلافى التجمع (الكرمشة) .

س١٠: ماهى العيوب وطرق تلافيها لكل من :

التنقير والبقع – التربة والمواد الدهنية –السطوح غير المستوية

– الزبد أو الرغوة أو الريم .

وزارة التربية والتعليم
قطاع التعليم الفني

الادارة العامه للتعليم الصناعى

المنهج الدراسى للمدارس الثانويه الصناعيه نظام السنوات الثلاث

شعبة الصناعات الزخرفيه

الصف الثالث — التخصص السيراميك والخزف بميت غمر

الماده : تكنولوجيا طلاء وزخارف وتطبيقاتها — عدد الحصص : ست حصص تدريبات عمليه اسبوعيا

الاهداف العامة

- التعرف على انواع الافران المختلفه المستخدمه فى مجال السيراميك والخزف ومجالات استخدامها
- اكساب الطلاب الخبرات المهاريه فى استخدام اجهزة القياس داخل افران صناعة السيراميك والخزف ذات المقاومه العاليه
- المام الطلاب بخواص الطينات والمنتجات الحراريه ونظام تسويتها واساليب تشغيلها لتؤدى وظائفها
- تعرف الطلاب على العوامل المؤثره فى انصهار خلطات التزجيج وتطبيق وتسوية الطلاءات الزجاجيه على الاجسام والمسطحات الخزفيه
- دراسى معايير جودة التصاق الطلاء الزجاجى بالجسم الخزفى
- التدريب العملى للطلاب على تطبيق الزخارف على الاجسام الخزفيه والتاثيرات اللونيه الجديده والمتطوره
- تنمية قدرة الطالاب على التعرف بعيوب الطلاء الزجاجى المتنوعه وطرق علاجها وتلافيها
- ربط الدراسه النظريه بالدراسه العمليه
- ادراك الطالب لاهمية اتباع قواعد الامن الصناعى والسلامه المهنيه عند تطبيق هذه الطلاءات فوق الاجسام الخزفيه

ثـانـيـا : الـمـنـهـج الـدراسـى لـلـتـدريـبـات الـعـمـلـيـه

اولا : تعريف الطلاب بانواع الافران المذكور هادناه وتدريبهم على المتاح منهم بقسم السيراميك والخزف بالمدرسه مثل :

١- افران السحب العلوى ٢- افران السحب السفلى ٣- افران الغرف المستمر (هوفمان)

٤- الافران النفقيه ٥- الافران المكوكيه ٦- الافران الكهربيه ذو السلك الملفوف "اللولبى"

٧- الافران الراسيه

كما يتم التدريب على انواع عمليات الحرق المختلفه "التسويه" وذلك من خلال منتجات خزفيه مختلفه الاشكال والاحجام مع ملاحظة استخدام اجهزة القياس داخل الافران خلال عملية الحرق مثل : اجهزة الضغط – اجهزة قياس الضغط – اجهزة قياس درجة الحراره داخل الافران

ثانيا : التدريب العملى للطلاب على تنفيذ منتجات خزفيه حراريه . لها صفات خاصه ، واساليب تشغيلها مع الالتزام خلال التنفيذ بالشروط الواجب توافرها فى الطينات الحراريه واتباع طرق الاعداد والتحضير والتجهيز لمكونات الاضافات المساعده للمعاملات الحراريه واهمية تطبيق نظام تسوية المنتجات الحراريه اللازمه واساليب تشغيلها لتؤدى وظائفها

ثالثا : التدريب العملى للطلاب على تنفيذ طلاءات جيده توضح العوامل المؤثره فى انصهار خلطات الترجيح وذلك من خلال الاتى:-

١- عمليات الطحن والعجن لمكونات وملونات الطلاء الزجاجى

٢- عمليات الطلاء الزجاجى "بدرجات الحراره المنخفضه – بدرجات الحراره العاليه

٣- نظم تطبيق الطلاءات الزجاجيه "الطلاء بالفرشاه – الطلاء بالرش"

٤- عمليات التسويه ودرجات الحراره المطلوبه لها

٥- تفاعلات وانصهار مكونات الطلاءات الزجاجيه داخل الافران المختلفه

٦- جودة التصاق الطلاء الزجاجى عن التغطيه وانعدام ظاهرة التشقق

رابعا : التدريب العملى للطلاب على تنفيذ الزخارف باتباع الاساليب الاتيه :-

١- الزخارف والرسوم بالملونات الزجاجيه باسلوب الطباعه المساميه "الشبكات الحريريه"

٢- الزخارف والرسوم بالملونات الزجاجيه "الماجيوليكا"

٣- الزخارف والرسوم فوق الطلاء الزجاجى السابق نضجه

خامسا : التدريب العملى للطلاب على استخدام الخلطات والاصباغ على المنتجات الخزفيه مثل "الاكاسيد الملونه" – "الصبغات المختلفه"

سادسا : التدريب العملى للطلاب على تنفيذ عمليات الاختزال والاكسده على المنتجات الخزفيه

سابعا : التدريب العملى للطلاب على كيفية التعامل مع عيوب الطلاءات الزجاجيه "عيوب التزجيج" وعلاجها بالطرق المناسبه للتأثير الناتج عن عملية الطلاء وبيانها كالاتى :-

١- التشقق	٢- الفقاقيع الدقيقه	٣- الانفصال
٤- البثور وثقوب الدبابيس	٥- التجمع "الكرمشه"	٦- التنقير والبقع
٧- الاتربه والمواد الدهنيه	٨- الاسطاح غير المستويه "تموج السطح"	
٩- السطح المحبب	١٠- الزبد او الرغوه او الريم	١١- انزلاق الطلاء

ملحوظـــه :

يراعى فى التدريبات العمليه اتباع قواعد الامن الصناعى والسلامه المهنيه عند تنفيذ التدريبات السابقه

البـاب الاول

تـدارك الطـلاب للتعـرف علـى انـواع الافـران المختلفـه وتـدريبهم عمليـا علـى كيفيـة استخدام المتاح منها وذلك بورشة السيراميك بالمدرسه . وبيانها كالاتى :-

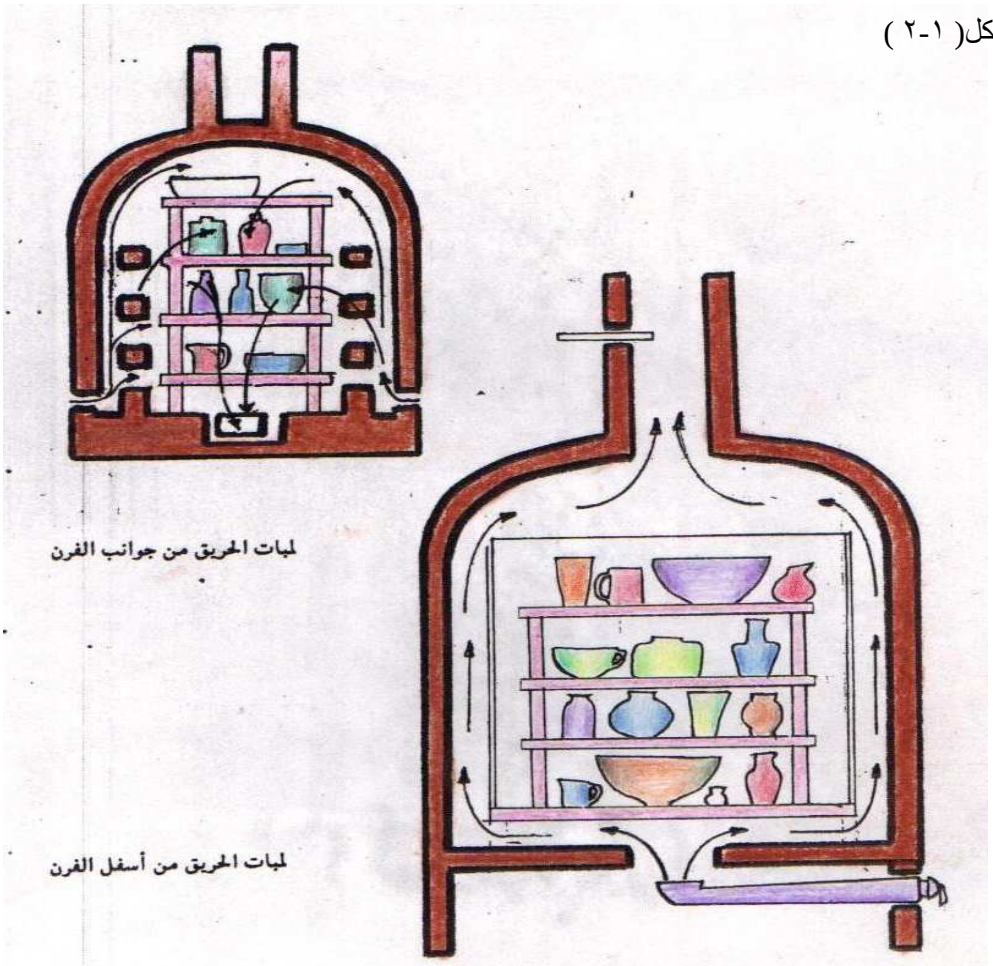
١- افران السحب العلويه

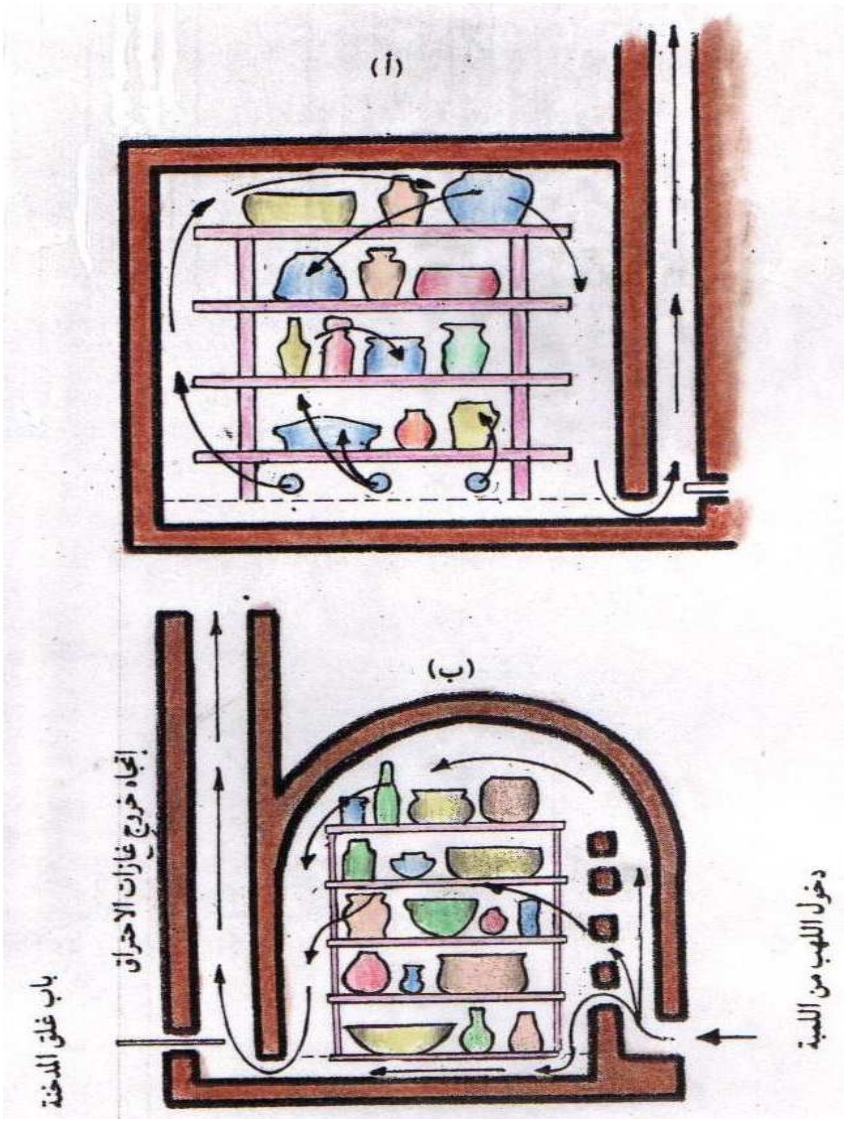
ويتم بناء هذه الافران من الطين النارى الحرارى وتستخدم فى كافة انواع الحراريات ذات الحرارة المنخفضه للالومينا كما تستخدم فى حرق الخزفيات والسيراميكيات بانواعها وذلك كما يلى :-

أ- يتم دخول غازات الاحتراق من اللمبات الموجوده فى جوانب الفرن او من اسفل الفرن

ب- يتصاعد الغاز الساخن من اسفل الى اعلى ليتم بذلك حرق المنتجات المتراسه داخل الفرن

ت- تتصاعد الغازات الساخنه من اعلى الفرن ومن هنا تم تسمية الفرن (افران السحب العلويه) وذلك كما يوضح الشكل(١-٢)





شكل رقم (١ – ٢) أفران السحب العلوية

ث- ولهذه الافران مايعيبها فى حالة استخدامها حيث تحتاج كل عملية حرق الى تبريد الفرن لاخراج المنتجات وبذلك تفقد حرارة الفرن ليبدأ بعد ذلك رص المنتجات الجديده ورفع درجة حرارة الفرن لاتمام عملية الحرق مره اخرى ومن هنا نفقد كميات حراره فى كل دورة حرق . كما ان الغازات التى تخرج من المدخنه بدرجاتها العاليه تعتبر مفقوده لعدم الاستفاده منها ومن هنا ندرك كمية الوقود الهالك خلال عملية الحرق المتكرر وكذلك الغازات الساخنه التى نفقدها فى الهواء من المدخنه

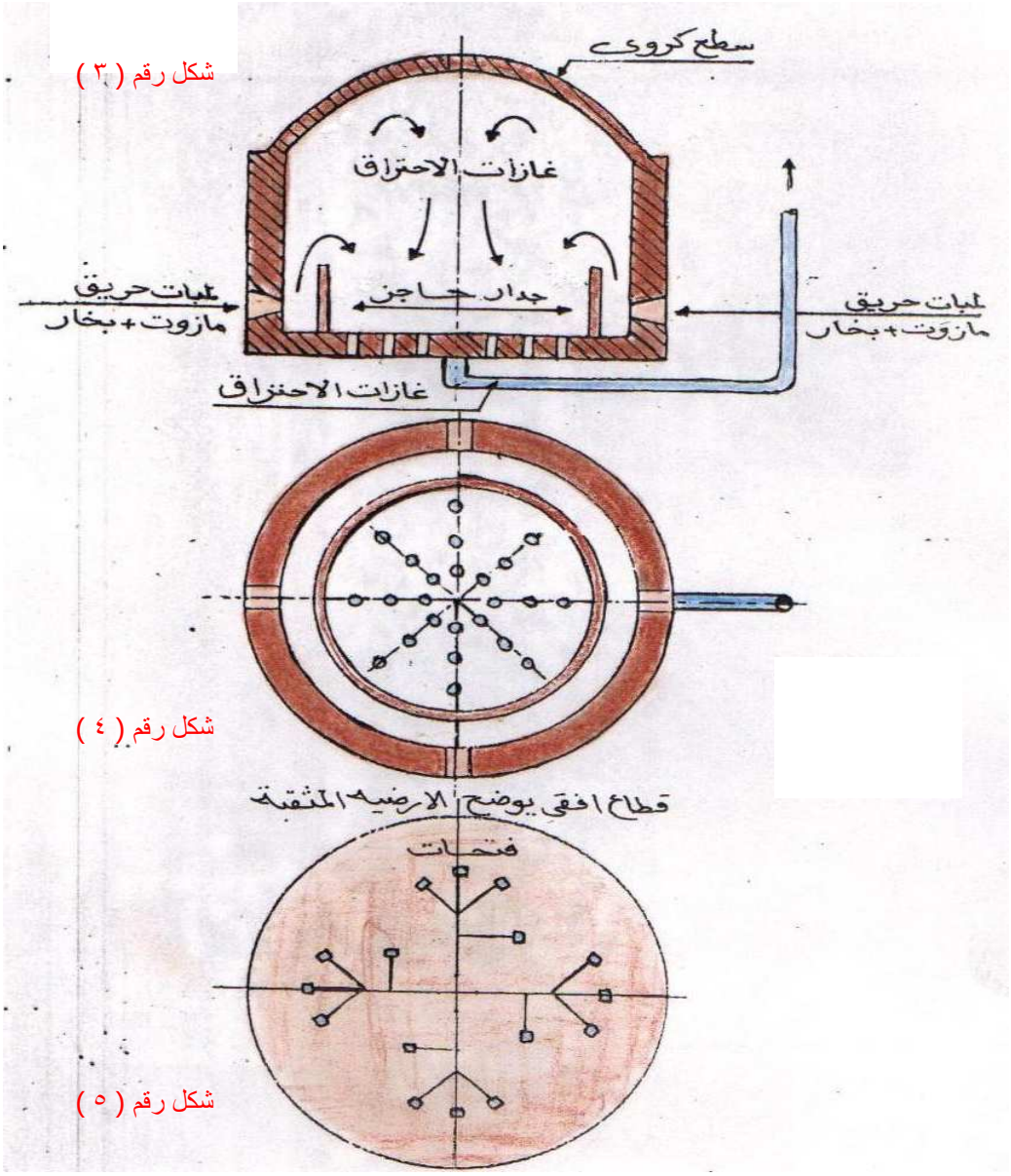
٢- افران السحب السفلى

ويتكون هذا الفرن من جزء اسطوانى مثبت به ولاعات وله سقف على هيئة نصف كره لتعمل على عكس غاز الاحتراق كما ان له قاع به ثقوب تؤدى الى مجارى تعمل على سحب الغازات الى اسفل لتتجمع فى مجرى واحد يؤدى الى المدخنه وذلك كما يوضح الشكل (رقم ٣) وتختلف هذه الافران عن افران السحب العليا حيث ان غازات الاحتراق واللهب يتجه لاسفل فى مسارها لتنعكس بواسطة السطح الكروى بعد صعودها لاعلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

وبالتالى يتحول مسار الغازات من اعلى الى اسفل مما يتيح الفرصه للقاع الحرارى المثقب ان يسحب الغازات الى مجارى تحت القاع لتدفعها الى المدخنه التى تسحب طبيعيا الى الهواء الجوى وذلك كما يوضح القطاع الافقى للفرن فى الشكل (رقم ٤)

ولهذه الافران اهميه عمليه تميزها عن باقى الافران حيث انها تستغل معظم الحراره بداخلها مما يدل على الاستخدام الامثل والافضل للغاز او الوقود المستخدم . اما عيوب هذه النوعيه من الافران فهى نفس عيوب افران السحب العلوى من حيث اهمية تبريد الفرن بعد كل عملية حرق للمشغولات واستبدالها بجديد ليتم التبريد والحرق . وهكذا . كما ان هذه النوعيه من الافران يتم بناؤها لاى نوع من الحراريات حيث يتم بذلك التنوع و التحكم فى رفع درجة حرارة الفرن والشكل (رقم ٥) به رسم توضيحى لفرن السحب السفلى والذى يوضح مجارى غازات الاحتراق الموجوده باسفل الفرن

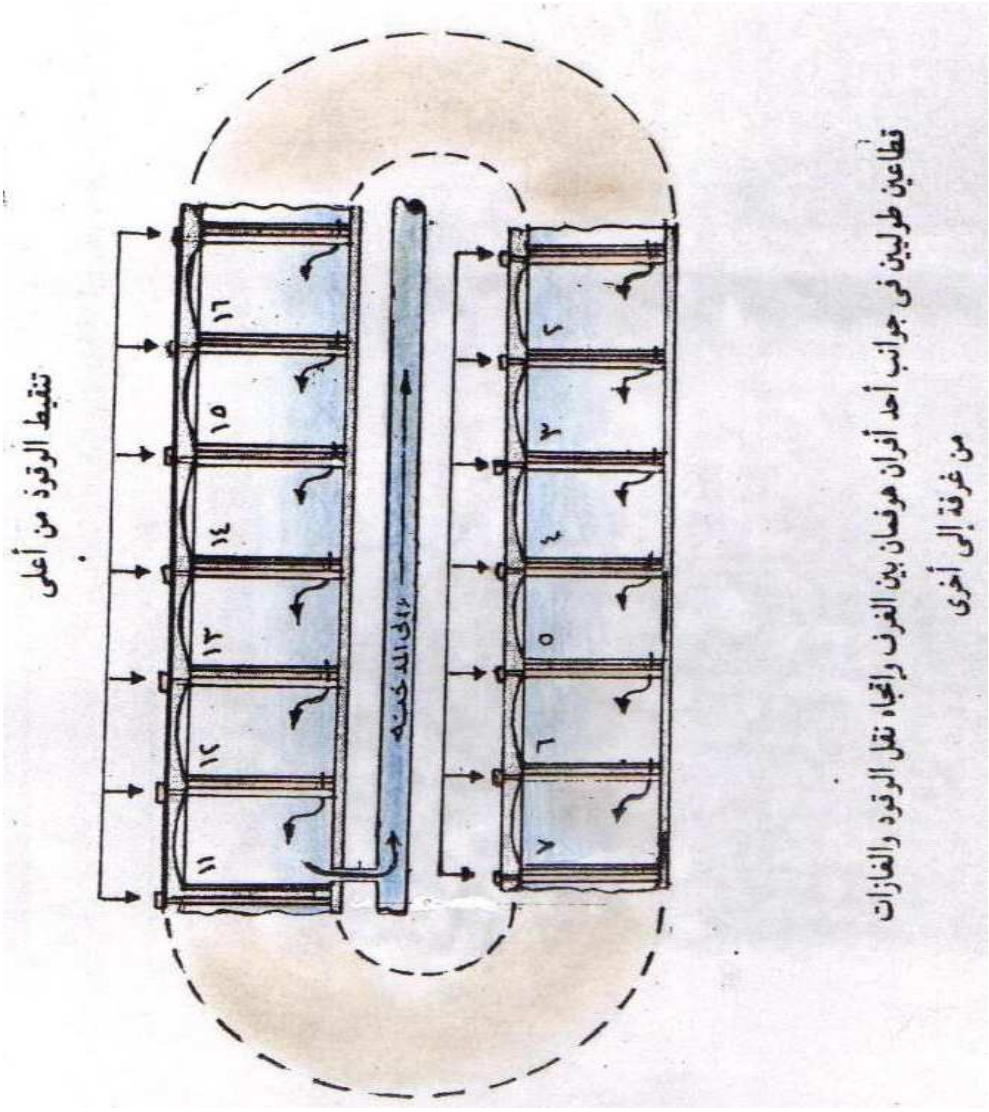


شكل رقم (٣ – ٥) يوضح فرن السحب السفلى

٣- افران الغرف المستمره (هوفمان)

وهى من الافران القديمه المستمره ولها ما يميزها عن افران السحب العليا والسفلى بانها اقتصاديه من حيث استخدام الوقود واحتفاظها به وقدرتها على توفير الحراره واستغلالها فى تسخين وتجفيف الفرن المجاور وذلك قبل خروج الغازات الساخنه الى المدخنه . كما انها تستخدم فى حرق الطوب الاحمر والطوب الحرارى والاشكال السيراميكيه . علما بان درجه حرارتها لا تتعدى (١١٥٠درجه مئويه) . ويتكون الفرن من عديد من الغرف تتراوح ما بين (١١ : ٢٤) غرفه وبشكل عام بيضاوى ويجاور بعضهما الاخر . كما توجد فتحه فى اسفل كل غرفه للتحكم فيها . بمحبس يخلفه امتداد حتى اعلى الفرن وهو الذى من خلاله يمكن نقل الغازات الساخنه من غرفه الى اخرى مرورا بذلك بمجارى تعمل على تمرير غازات الاحتراق قبل خروجها من المدخنه

وتستمد هذه الافران وقودها من اعلى بطريقة التنقيط حيث يوضع الوقود فى اوانى على هيئة براميل (او باستيلات) مثبت بها صنبور (حنفيه) يتم ضبطها بحيث ينزل منها الوقود فتشتعل النقطه فور تساقطها بالحجره ويتم بذلك نقل البراميل او الباستيلات من غرفه الى اخرى بعد تمام عملية الاشتعال بها وذلك كما يوضح الشكل (رقم ٦) .

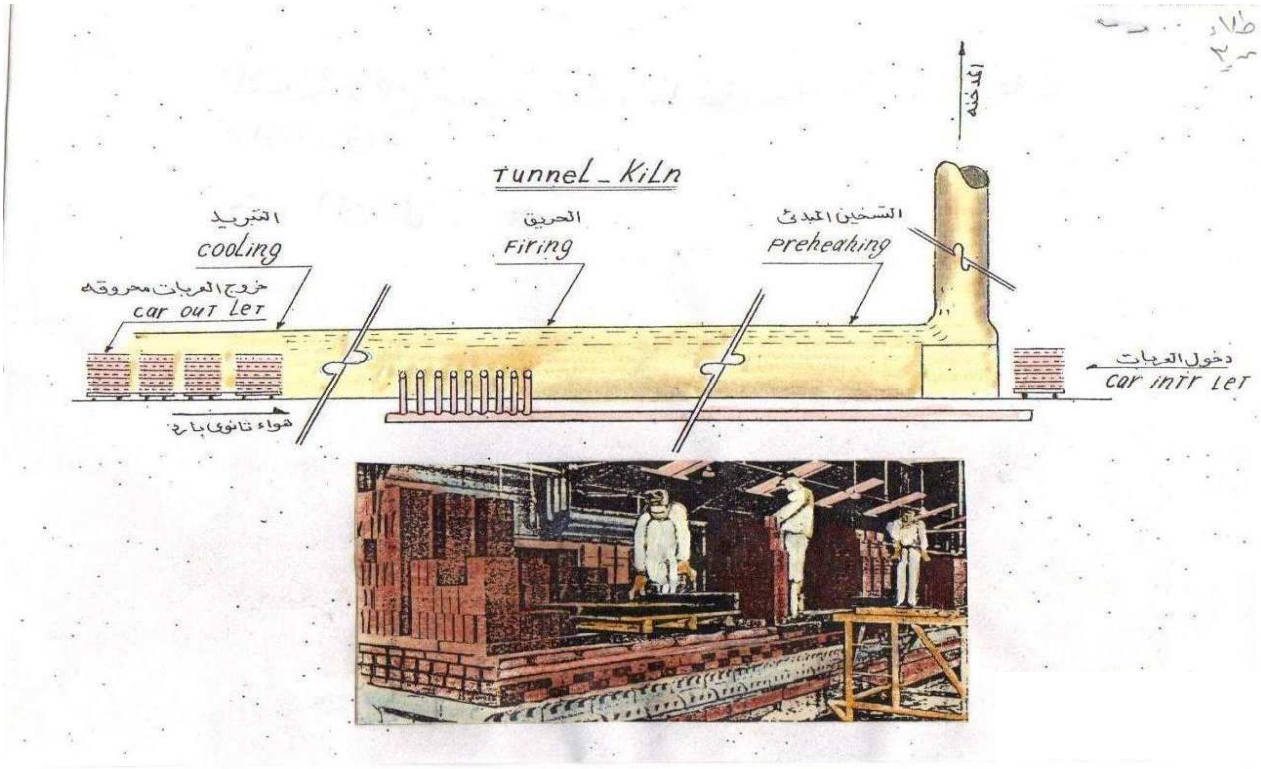


شكل رقم (٦) فرن هوفمان

حيث نجد خط سير الغازات فى احد جوانب الغرف بمعنى ان الغرفه (رقم١) فارغه حيث يتم ملؤها بالمشغولات بعد تفريغها من المشغولات التى تم حرقها ليقلل بذلك درجة الحراره الى (٤٥ درجه مئويه) . والغرفه (رقم٢) بعد حرق ما بداخله ليكون درجة حرارته بالتبريد من (٢٠٠:١٠٠) درجة مئويه والغرفه (رقم٣) درجة حرارتها من (٣٠٠:٤٠٠) درجه مئويه والغرفه (رقم ٤) يبدأ تبريدها فى فتره وجيزه لتكون حرارتها ٦٠٠ درجه مئويه والغرفه(رقم٥) درجة حرارتها ١٠٠٠ درجه مئويه والغرفه (رقم٧) تصل درجة حرارتها الى ١١٥٠ درجه مئويه والغرفه (رقم ٨) قد تم تسخينها الى ٨٠٠ درجه مئويه وبذلك تكون هى المؤهله لتقبل الوقود بها كما ان الغرفه (رقم٩) ينتقل اليها الوقود من اعلى ثم تفتح مفاتيح الغرف (رقم٨ – ٩) بعد تمام حرق ما بداخلها الى المجرى الرئيسى للغازات ثم تفتح مفاتيح الغرفه (٢-٣-٤) لاستخدام الغازات الساخنه المنبعثه من الغرفه (رقم٨-٩) فى تسخينها قبل وضع الباستيلات عليها . وهكذا وبذلك النظام يتم التفريغ لغرفه واحده كل يوم.

٤- الافران النفقيه

وهذه الافران هى عباره عن بناء نفقى تحت الارض يتم انشاؤه من الخرسانه المسلحه والمقاومه للحراره لتمنع تسرب الحراره للارض ويعلو هذا البناء النفقى بناء الفرن الحرارى البنيه ويكون على هيئة نفق ايضا يتم بناؤه من الطوب الحرارى وتوضع به الفلنكات على طرفى النفق السفلى ليتم عليها تركيب القضبان بطول هذا النفق لتسير وتجرى عليها عربات (سكه حديد صغيره) ذات اربع عجلات كما يلاحظ اهمية بناؤها بالحراريات لتمكنها من تحمل رجات حرارة الحريق التى تتم فوق العربات والمحمله بالمشغولات وذلك كما يوضح (الشكل ٧)



شكل رقم (٧)

وتوضع المشغولات على العربات التى يتم دفعها بدافع هيدروليكى للعربات وذلك عربه تلو الاخرى ليندفع بذلك كامل عربات القطار فى اتجاه عكسى لاتجاه سير الغازات ومنها للمدخنه كما نلاحظ اماكن تواجد الولاعات على جانبى الفرن يمينا ويسارا ونلاحظ ان افران (هوفمان) ينتقل النار فيها الى كل غرفه مع ثبات المشغولات المطلوب حرقها داخل الفرن حتى يتم تفريغها بعد الحرق اما فى الافران النفقيه فالمشغولات المطلوب حرقها هى التى تتحرك على عربات لتصل الى النار الثابته فى مواضعها . كما نلاحظ ان الفرن بعد اشنعاله يظل ثابتا بدرجة حرارته دائما ليكون به اماكن خاصه بالتسخين الاولى والتجفيف ثم الحرق ثم التبريد وذلك لدخول الهواء اللازم من مخرج العربات ووجود المدخنه فى منطقة التسخين الاولى فى بداية الفرن . وبذلك نجد انه يتم استغلال الحراره المستخدمه فى الحريق وما يزيد عنها يتبقى للتسخين الاولى قبل خروج الغازات الى المدخنه وهذا ما يميز الفرن النفقى . كما نلاحظ حالة الحرق ودخول العربات باستمرار لا يفقد الحراره فى افران السحب العلوى والسفلى وذلك لان هذه النوعيه من الافران اقتصاديه بجداره كما يمكن استخدام عربات كبيره داخل هذا الفرن ليتم بها حرق الطوب الطفلى وجميع انواع السيراميك والحراريات والخزف والصينى كما يمكننا تلافى شدة النار المباشره من ملامسة الغازات وخاصة فى حالات حرق الخزف والصينى حيث يتم وضع هذه المشغولات المطليه زجاجيا داخل صناديق حراريه تسمى كازتات (كاستات) وهى تشبه جراب شريط التسجيل حيث يمكن رفعها او فتحها لوضع المشغولات داخلها وذلك بان رصها فوق بعضها بشكل عام (عمودى) ليغطى بعضه البعض كما يوضح الشكل (رقم ٨)



الأرفف الحرارية لرص الخزف على عربة الفرن النفقى

شكل رقم (٨)

ويتم صنع هذه الصناديق من حراريات الكورديريت ذو حراريات الكاربوراندام (كاربيد السيليكوم) وذلك حتى تتحمل الحراره العاليه ليتم بعد ذلك عملية التبريد واخراج ما بداخلها من مشغولات لتعبئتها مره اخرى ووضعها على العربات كما ان هذه النوعيه من الافران يمكن ان تعمل بالوقود السائل مثل السولار او المازوت او الغاز الطبيعى وهو الافضل منعا للتلوث البيئى حيث جودة المشغولات المحترقه من خلاله وذلك كما يوضح الشكل (رقم ٩) لاحد الافران النفقيه التى تعمل بالغازويخرج منه عربه محمله بالكارنيد وعليها حراريات من الكورديريت ومابانيها من حراريات الالومينا

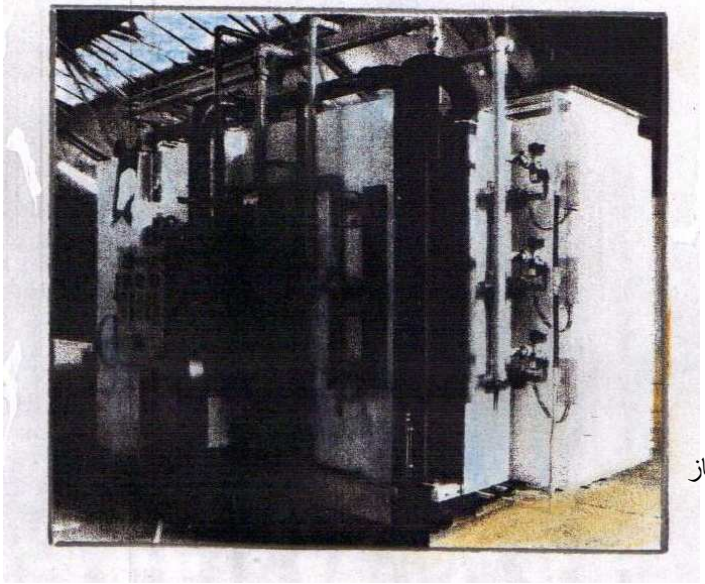


العلب الحرارية أو الكازتات بداخلها السيراميك لحمايته من النار المباشرة بالفرن النفقى

شكل رقم (٩)

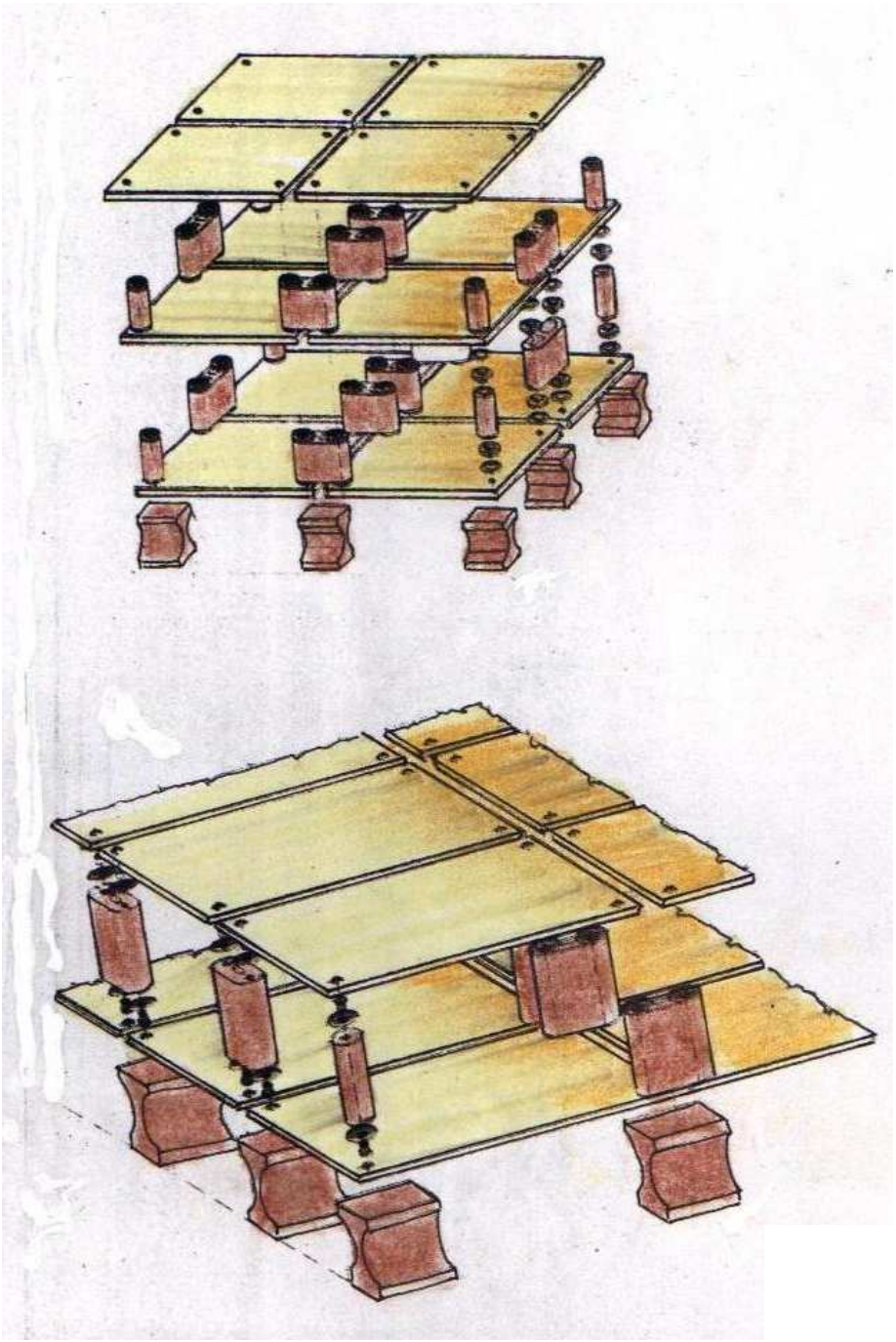
٥- الافران المكوكيه :

ويتكون الفرن المكوكى من عربه واحده او عدة عربات تدخل للحريق ثم تخرج للشحن من جديد ثم تدخل مره اخرى وتدخل للشحن وهكذا وبحركه مكوكيه . ولذلك ثميت بالافران المكوكيه . وتعمل هذه الافران بالغاز الطبيعى او الكهربائى ويتم التحكم فى تشغيلها اليا بما فى ذلك اشتعال اللمبات حيث يتم تلقائيا وكهربائيا لوجود شمعة احتراق فوق كل ولاعه (لمبه) التى تشبه شمعة الاحتراق الموجوده فى موتور السياره والشكل (رقم ١٠) يوضح فرن مكوكى يعمل بالغاز .



الشكل (رقم ١٠) يوضح فرن مكوكى يعمل بالغاز

كما يتم التحكم فى درجات الحراره بواسطة كمبيوتر وعربات هذه الافران مزوده بادوات رص من الكورديريت تستخدم فى رص السيراميك او الخزفيات عليها وذلك كما يوضح الشكل (رقم١١) .

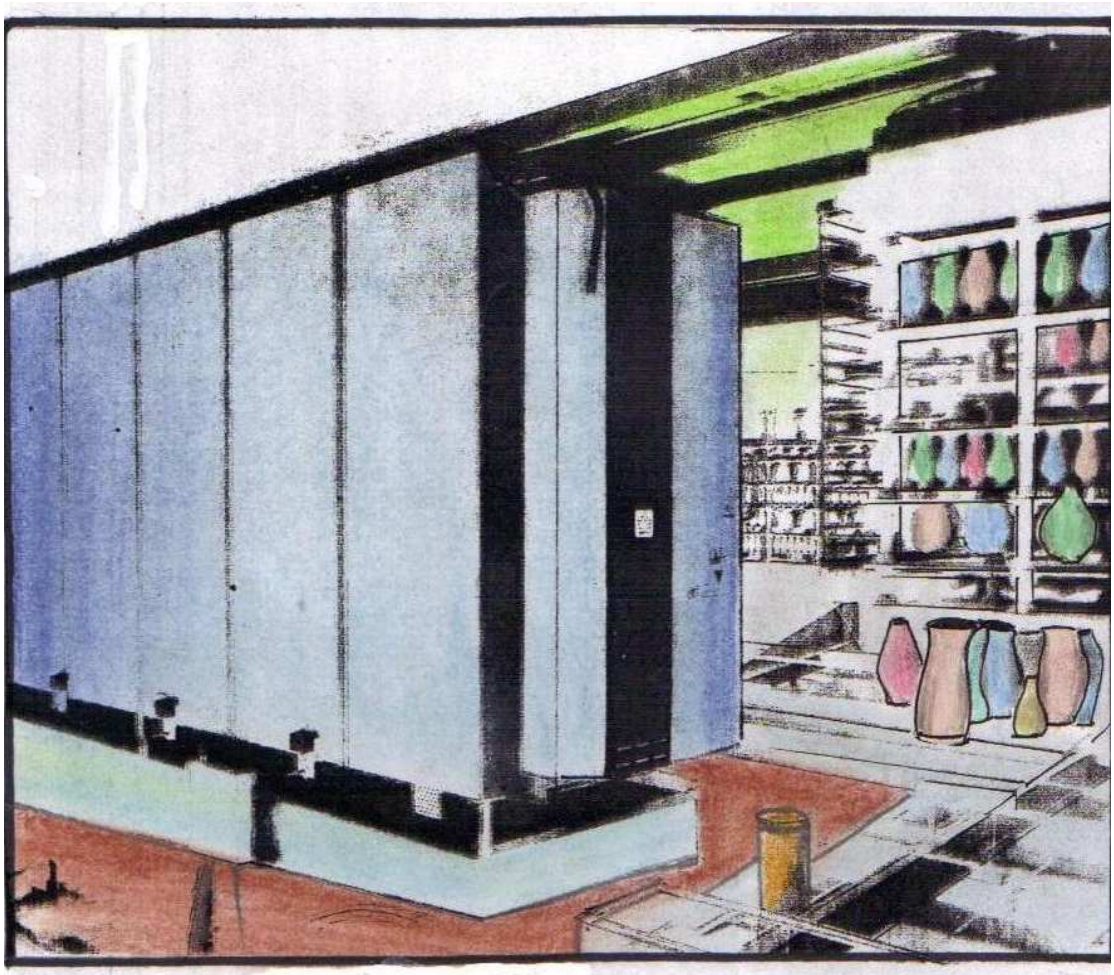


الشكل (رقم ١١)

يبين ألواح وأعمدة الكوردبريت مرصوصة على عربات فرن يحرق عليها بلاط السيراميك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

وتستخدم افران الكهرباء لحريق المشغولات المزخرفه والملونه والجليزات وذلك اكثر مما تستخدم فى حرق باقى الحراريات والشكل (رقم ١٢)



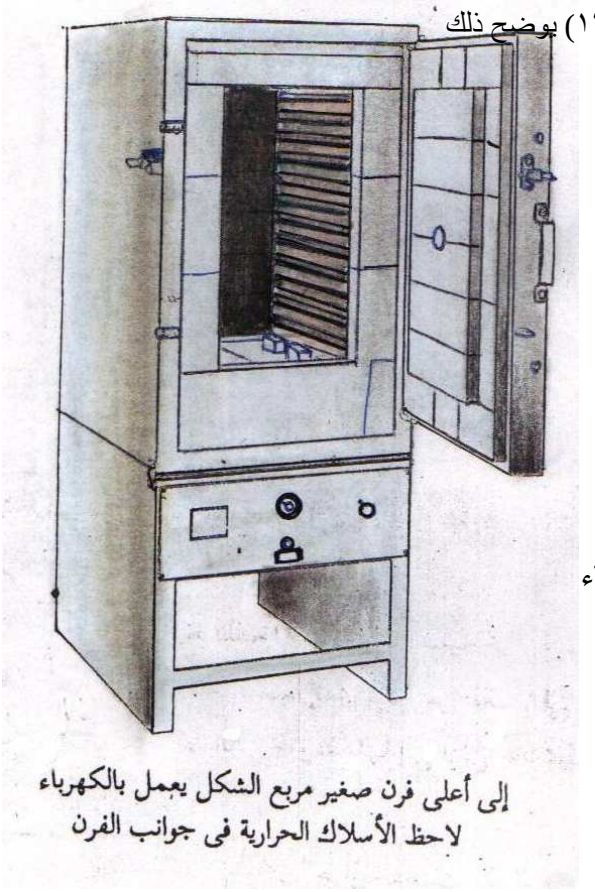
الشكل رقم (١٢)

فرن مكوكى يعمل بالكهرباء - وترى عربة الفرن مرصوص عليها القازات الخزفية على شاسيه من حراريات الكورديريت (بلاطات + أعمدة)

يوضح ذلك كما ان هذه الافران تستخدم فى الحريق الاولى للخزفيات (البسكويت) والذى يتم طلاء المشغولات بعده طلاءا زجاجيا وبدرجة حراره اقل من حرق البسكويت وذلك بالاستعانه بالكمبيونر الذاتى بالفرن لتكون درجه الحراره ١١٠٠ درجه مئويه تقريبا . كما تتميز هذه الافران عن الافران النفقيه لان دورة الحريق بها لا تزيد عن ساعات معدوده اى من (١٠:١٨ ساعه تقريبا) ليتم بذلك حرق المشغولات بها كما يستغرق حرق المشغولات المزخرفه والملونه دقائق معدوده اما فى الفرن النفقى يستغرق مشوار العربه داخل النفق (٣٦:٤٨) ساعه تقريبا وبدرجة حراره (٨٠:١٢٠) درجه مئويه تقريبا وبالتالى لاتخرج عربه بمفردها بل عربات بحكم تدافعها واحده تلو الاخرى . علما بان دخول العربه وخروجها من الفرن المكوكى لا تزيد عن (١٠:١٨) ساعه تقريبا وهى محمله بالمشغولات المحدوده وبالتالى يمكن تدارك ومعرفة عيوبها واصلاحها وبدون حسائر وباسرع وقت ممكن

٦- الافران الكهربيه ذو السلك الملفوف (اللولبى)

وهذه النوعيه من الفران لاتزيد درجة حرارتهاعن ١٠٠٠ درجه مئويه وهو عالى الثمن قياسا بباقى الافران وتزيد تكلفته فى حالة تشغيله . كما يمكن صنع فرنا ذو سلك ملفوف بحيث تكون درجة حرارته ١٢٦٠ درجه مئويه تقريبا ويستخدم لمده طويله . كما يمكن الحصول على درجة حراره متعادله فى جميع ارجاء الفرن بوضع اسلاك حراريه فى كل سطح الفرن من الداخل مع ملاحظة زيادة تكلفه فى هذه الحاله بخلاف اختصار الامر على وضع الاسلاك الحراريه فى جزء واحد من الفرن دون السقف (فى جوانب الفرن الاربعه) علما بان الحراريات المستخدمه تسهل توزيع وتعادل الحراره داخل الفرن . كما ان الاسلاك الحراريه التى يتم الاستعانه بها ورغم جودتها فانها تحترق عادة ولذلك يجب الاهتمام عند وضعها ان تكون قابله للتغيير وبسهوله وخاصة خلال عملية الحرق . كما ان من عيوب هذ الافران سهولة وجود كسور فى حواف التجاويف والتى من الصعب اصلاحها او ترميمها . كما يوجد افران كهربائيه عالية التكلفه حيث تحتوى على مولدات للحراره ليسهل تغييرها كما انها صلبه جدا ويمكن التحكم فى درجة حرارة الفرن من خلال سمك الاسلاك الحراريه بحيث ان زيادة مقاومة السلك وسمكه تؤدى الى ارتفاع درجة حرارة الفرن . وفى حالة استخدام الافران الصغيرة الحجم يمكن الاستعانه بالتيار العادى للمنازل (٢٢٠ v) بحيث نحصل على درجة الحراره المطلوبه فى عدة ساعات ثم يفصل التيار الكهربى وغالبا ما تصنع هذه الافران بفتحه من اعلى او باب فى جانب من جوانبها . اما اذا كان الفرن يتم فتحه من اعلاه فيكون من السهل رص القطع والمشغولات به ويمكن فى هذه الحاله وضع الاسلاك الحراريه فى جوانبه الاربع لتكون المشغولات فى هذه الحاله معرضه لسقوط الاتربه عليها مع اهمية الوضع فى الاعتبار فى حالة اعداد فرنا كهربائيا لحائط عازل سيكون مكلفا حيث ان الفرن سيحتفظ بدرجة حرارته ولا تتسرب بسهوله ولا يتأثر بدرجة حرارة الجو الخارجى وبذلك ينخفض استهلاك البتيار الكهربى حتى فى حالة وصول درجة حرارة الفرن لاعلى الدرجات وبذلك يكون اقتصاديا والشكل (رقم١٣) يوضح ذلك



إلى أعلى فرن صغير مربع الشكل يعمل بالكهرباء
لاحظ الأسلاك الحرارية فى جوانب الفرن

شكل رقم (١٣)

يوضح منظومة توضع الأفران الصغيرة المتعددة الأشكال والتى تعمل بالغاز أو الكهرباء



شكل رقم (١٣)

عملية الحرق داخل الفرن الكهربائى

٧- عمليات الحرق

بعد التعرف والتدريب عمليا على المتاح من الافران بورشة المدرسه او من خلال زيارات ميدانيه للطلاب بالمصانع والورش المتخصصه وبصحبة نخبه من هيئة التدريس والتوجيه الفنى ليتم بعد ذلك تدريب الطلاب عمليا على الاتى :-

أ- عمليات الحرق (التسويه)

يتم تدريب الطلاب عمليا على عمليه الحرق وذلك بتنفيذ تمارين نافعه مختلفة الاشكال والاحجام حيث تعتبر عملية الحرق (التسويه) هى اخر مرحله فى تصنيع قطعه خزفيه بعد مرورها بعدة مراحل . ولهذه المرحله (التسويه) من اهميه تكلل كل ما قبلها من خطوات بالنجاح او عكسه

ولدرجة الحراره خلال عملية الحرق اهميه كبرى حيث ان الحبيبات الدقيقه التى تتجمع مع بعضها البعض ثم تنصهر بفعل درجة الحراره لتتحول بعد ذلك الى طبقه زجاجيه . واذا لم تكن درجة حرارة الحرق كافيه

ومناسبه لمكونات الطلاء فستظهر لنا على سطح المنتج فى هيئة فقاقيع او تموجات كما لوزادت درجة الحراره بحيث لا تناسب مكونات الطلاء وسمكه فسيحدث سيوله واضحه للطبقه الزجاجيه باتجاه القاعده واسفل القطعه الفنيه وخاصة فى الطلاءات الغير معتمه اما بالنسبه للطلاء المعتم فزيادة درجة الحراره تجعله يزداد لمعانا وتالقا حيث انه خلال عملية النضج تختفى الفقاعات ويستقر السطح ويستوى تماما كالمرءاه والشكل (رقم ١٤) يوضح احد الافران وبه بعض المشغولات التى سيتم حرقها وما قد تم حرقها

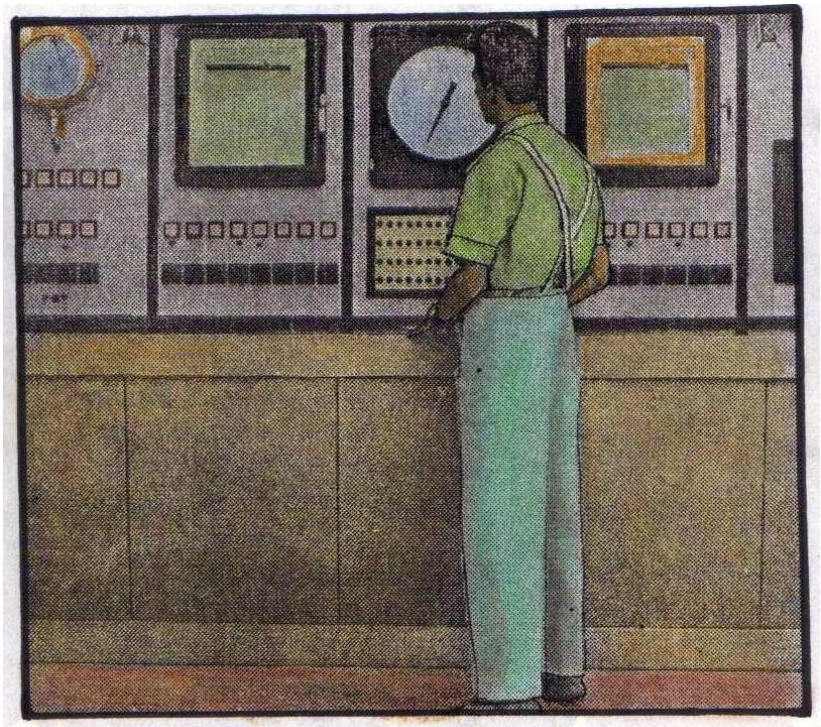


إلى اليسار المشغولات على عربات ومستعدة لدخول الأفران (دخل النفق) وإلى اليمين المشغولات التى تم تسويتها

شكل رقم (١٤)

ب- اجهزة القياس

تدريب الطلاب عمليا على استخدام اجهزة الضغط واجهزة القياس بالافران من خلال عملية الحرق والتسويه وكيفية متابعة ذلك والشكل (رقم١٥) يوضح ذلك .

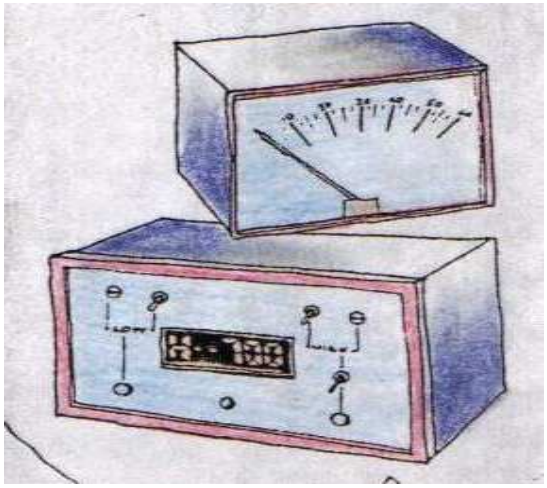


شكل رقم (١٥)

واحد من المهندسين الفنيين يتابع درجات الحرارة لأحد الأفران فى أحد مصانع الخزف ذات الانتاج الخزفى الكبير .

كما يوجد عدة طرق لقياس درجة الحراره داخل الافران وبيانها كالاتى :-

١- استخدام الترمومتر وهو مقياس للحراره حيث ان المعروف ان الحد الاعلى للزئبق فى الترمومتر الزجاجى هو من (٣٠٠:٤٠٠) درجه مئويه وبعد هذه الدرجه يغلى الزئبق وينصهر الزجاج كما يمكن استخدام جهاز يسمى (البيروميتر) لقياس درجات الحراره شديدة الارتفاع والشكل (رقم ١٦) يوضح ذلك

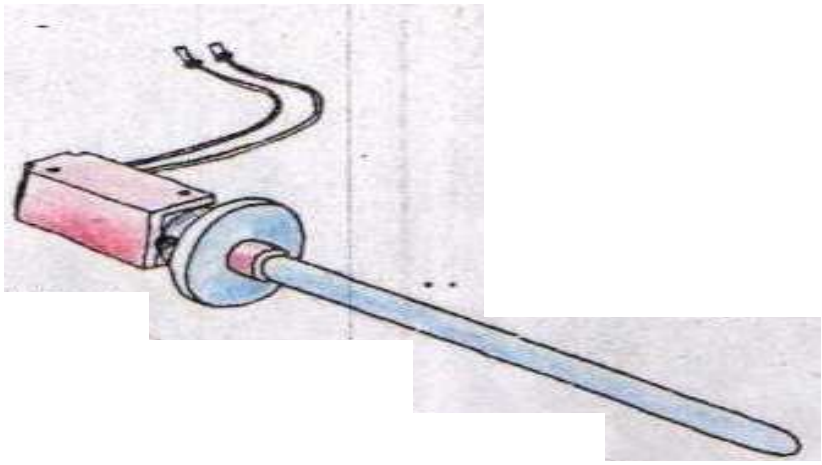


شكل رقم (١٦)

جهاز بيروميتر

لقياس درجات الحراره

٢- المزدوجات الحراريه ويتكون المزدوج الحرارى من سلكين غير متشابهين وملحومين (متصلين معا) عند احدى النهايتين وتوضع فى النهايه الملحومه والمعروفه باسم (الوصله الساخنه) فى الفرن ويتم توصيل النهايتين الحراريتين بجهاز يمكن من خلاله تحديد درجة الحراره . حيث يمكن ان تكون هذه الاسلاك مكشوفه او موضوعه داخل انبوب من الصلب الذى لا يتاثر بدرجات الحراره حتى ٢٥٠ درجه مئويه كما يمكن استخدام اسلاك من البلاتين موضوعه داخل انبوبه من البورسيلين فى حالة درجات الحراره الشديدة الارتفاع وتستخدم هذه المزدوجات فى حالة درجات الحرارة العاليه فقط وذلك لارتفاع تكاليفها والشكل رقم ١٧ يوضح ذلك



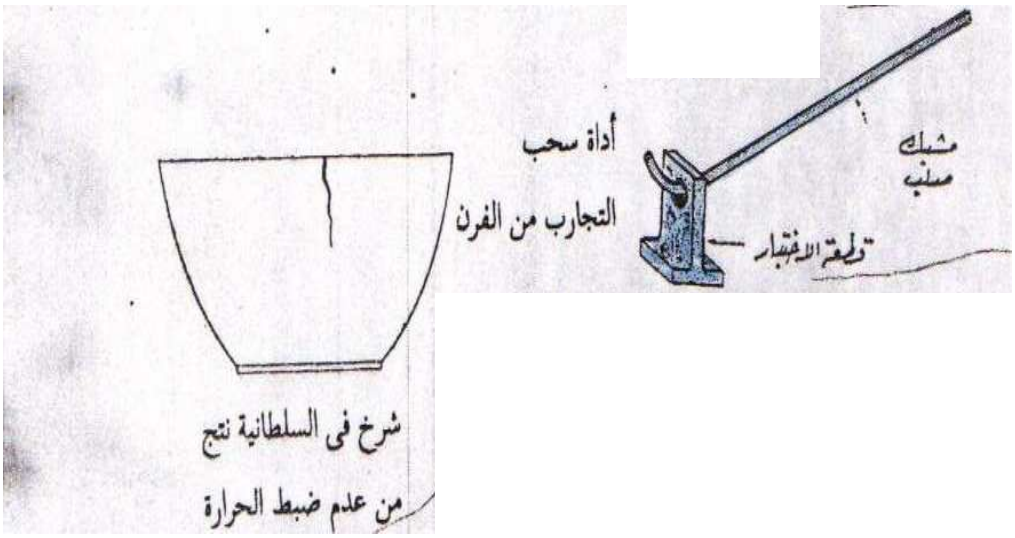
شكل رقم (١٧) ثرموكابل

٣- استخدام المخاريط القابله للانصهار وتسمى بمخروطات سيجر حيث انها تنصهر عند بلوغها درجة حراره معينه والشكل رقم ١٨ يوضح ذلك



شكل رقم (١٨)

٤- بواسطة النماذج التجريبيه وهى عباره عن عينات صغيره لها فتحات يمكن من خلالها سحبها من الفرن باستخدام خطاف حديدى وتؤخذ من داخل الافران من وقت لاخر خلال عملية التسويه والشكل رقم ١٩ يوضح ذلك



شكل رقم (١٩)

٥- بواسطة ميزان الحراره (البيروميتر) وهى عباره عن مخاليط او اشكال هرميه دقيقه مصنوعه من ماده خزفيه مكوناتها سيليكات مختلفه ويتوقف تكوينها على درجة الحرارة المطلوب قياسها وذلك من (٦٠٠:٢٠٠٠) درجه مئويه بحيث تنصهر وتنتهى عند درجة حرارة معينه وفى زمن معين والشكل رقم ٢٠ يوضح جدول درجات الانصهار ببعض المواد .

المادة	درجة انصهارها (°م)
الثلج	الصفر
القصدير	٢٣٢
الألومينيوم	٦٦٠
النحاس	١٠٨٣
النيكل	١٤٥٥
البلاتين	١٧٧٤

شكل رقم (٢٠) جدول درجات الانصهار

كما يوضح الشكل ٢١ جدول درجات الحراره المئويه والفهرنهيتيه

درجات الحرارة المقابلة للمخاريط

رقم المخروط	م°	ف°	رقم المخروط	م°	ف°
٠٢٢	٥٨٥	١٠٨٥	١	١١٢٥	٢٠٥٧
٠٢١	٥٩٥	١١٠٣	٢	١١٣٥	٢٠٧٥
٠٢٠	٦٢٥	١١٥٧	٣	١١٤٥	٢٠٩٣
٠١٩	٦٣٠	١١٦٦	٤	١١٦٥	٢١٢٩
٠١٨	٦٧٠	١٢٣٨	٥	١١٨٠	٢١٣٩
٠١٧	٧٢٠	١٣٢٨	٦	١١٩٠	٢١٧٤
٠١٦	٧٣٥	١٣٥٥	٧	١٢١٠	٢٢١٠
٠١٥	٧٧٠	١٤١٨	٨	١٢٢٥	٢٢٣٧
٠١٤	٧٩٥	١٤٦٣	٩	١٢٥٠	٢٢٨٢
٠١٣	٨٢٥	١٥١٧	١٠	١٢٦٠	٢٣٠٠
٠١٢	٨٤٠	١٥٤٤	١١	١٢٨٥	٢٣٤٥
٠١١	٨٧٥	١٦٠٧	١٢	١٣١٠	٢٣٩٠
٠١٠	٨٩٠	١٦٣٤	١٣	١٣٥٠	٢٤٦٢
٠٩	٩٣٠	١٧٠٦	١٤	١٣٩٠	٢٥٣٤
٠٨	٩٤٥	١٧٣٣	١٥	١٤١٠	٢٥٧٠
٠٧	٩٧٥	١٧٨٧	١٦	١٤٥٠	٢٦٤٢
٠٦	١٠٠٥	١٨٤١	١٧	١٤٦٥	٢٦٦٩
٠٥	١٠٣٠	١٨٨٦	١٨	١٤٨٥	٢٧٠٥
٠٤	١٠٥٠	١٩٢٢	١٩	١٥١٥	٢٧٥٩
٠٣	١٠٨٠	١٩٧٦	٢٠	١٥٢٠	٢٧٦٨
٠٢	١٠٩٥	٢٠٠٣	٢٣	١٥٨٠	٢٨٧٦
٠١	١١١٠	٢٠٣٠	٢٦	١٥٩٥	٢٩٠٣

مخاريط أورتون المسخنة بمعدل ٢٠°م فى الساعة وقد ظهرت بعض الفروق البسيطة عن المرونة فى الجدول عند مراجعتها فى مصلحة المقاييس

شكل رقم (٢١) درجات الحرارة المئوية والفهرنهتية

٦- القياس بواسطة العين المجرده حيث يمكن ذلك من داخل الثقب الجساس او النظاره التى يمكن منها معرفة مقدار التسويه للمشغولات سواء للحركه الاولى او الثانيه مع اهمية الحظر من اقتراب العين من الثقب الجساس حتى لا تتاثر بدرجة الحراره . مع ملاحظة ان هذه الطريقه تحتاج الى خبره كبيره من الخزاف

١- **التدريب العملى للطلاب على تنفيذ المنتجات الخزفيه الحراريه ذات الصفات الخاصه واساليب تشغيلها** وذلك بعمل تمارين نافعه تشير الى ذلك حيث ان الحراريات هى منتجات تم تصنيعها من الصخور والطينات الطبيعيه وبخلطات (طينات) مناسبه للغرض الذى ينتج من اجله وبالتالى فاسلوب تشغيلها يتم بواسطة طحن الخامات وتشكيلها حتى تناسب الغرض منها ثم يتم حرقها بدرجة حرارة اعلى من درجة حرارة استخدامها حتى نتلافى تاثرها بعد ذلك باى درجة حرارة حتى لا يتغير شكلها ولا تتعرض للانكماش او التمدد اما خواص وصفات المنتجات الخزفيه الحراريه (كميائيه – طبيعيه) هى التى تحدد قيمتها وجودتها فى الصناعه وذلك كالاتى:-

أ- الخواص الكيميائيه وهى :

١- سيليكا ٩٧%

٢- الومينا ١.٥%

٣- اوكسيد حديد ١%

٤- اكاسيد اخرى ٠.٥ %

ب- الخواص الطبيعيه

١- مقاومة التهشم على البارد

وهى قياس تحمل الحراريات للاثقال التى تقع عليها ولذلك نستعين بهذه الخاصيه فى بناء الافران التى تتحمل اثقال مبانيها واثقال المعدات التى توضع فوقها وتقاس هذه الخاصيه بتقطيع مكعب من الطوب الحرارى قياسه (٥سم٥X٥X٥)وتوضع تحت مكبس هيدروليكى ومع زيادة الضغط عليها تدريجيا حتى ينكسر المكعب وبذلك يتم تسجيل القوه التى ادت الى كسر المكعب

ثم يقسم الحمل او القوه على ٢٥ سم وهى مساحة سطح المكعب فيبنتج لنا القيمه النهائيه وهى قيمه عادة لا تقل عن ٢٥٠مم/ سم٢ وذلك فى حراريات الطين النارى والسيليكا المجانزايت والالومينا العاليه ويمكن ان تصل الى ٦٠٠ كج / سم٢ كما فى حراريات المجانزايت والالومينا العاليه . ولذلك اهميه كبرى لتحملها درجات الحراره العاليه فى الافران والتى تصل الى ١٦٥٠ درجه مئويه

٢- مقاومة التهشم تحت الاحمال

وهذه خاصيه للحكم على مدى صلاحية الحراريات التى يقع عليها الاحمال بالاضافه الى درجه الحراره العاليه ويتم تقدير ذلك بعمل اسطوانه من الحراريات وبجهاز خاص بالقطع ويكون قطر الاسطوانه حوالى ٥سم بارتفاع ٥سم ثم توضع فى جهاز يضغط على الاسطوانه بقوه ثابته مقدارها حوالى ١كج . ثم يبدأ تسخين العينه بواسطة فرن كهربى اثناء وقوع الحمل عليه ونستمر فى رفع درجة الحراره حتى يحدث بها ضعف او يتشوه شكلها حتى تبدا فى الانبعاج . بذلك نقوم بتسجيل درجة الحراره وتسمى انذاك بدرجة حرارة مقاومة التهشم تحت الاحمال (r.u.l)

٣- كثافة الحراريات

وهى عباره عن قياس وزن ١سم٣ من الحراريات حيث تقاس بعدة طرق . كما يمكن معرفة نوع الحراريات من مجرد معرفة كثافتها وكثافة الحراريات بيانها كالاتى فى الشكل ٢٢

حراريات عازله	كثافتها
- حراريات نشارة الخشب	- اجم/سم٣
- حراريات قش الارز	- ٠.٨/سم٣
- حراريات البوليسترين	- ٠.٥ : ٠.٧ / سم٣
- حراريات الطين النارى الالومينى	- ١.٨:١.٩ /سم٣
- حراريات الالومينا العاليه	- ٢.٣:٢.٧ / سم٣
- حراريات المجنزايت ومشتقاته	- ٢.٨: ٣.٢ / سم٣
- حراريات الكربون	- ١.١ / سم٣

شكل رقم (٢٢)

٤- المساميه :

حيث من اهم خزاص الحراريات ان تكون مساحتها منخفضه خاصة المستخدمه فى صناعة الصلب والمعادن بصفه عامه وذلك حتى لاتتخلل المعادن جسم الطوبه فى حالة اذا كانت مساميه وتؤدى الى كسرها وحتى لا ينهار المبنى او الفرن الحرارى . ففى حالة الحراريات تتراوح بين ١٥: ١٨ % من وزن الطوبه بينما فى الحراريات العازله ترتفع المساميه من ٤٠ : ٦٠ % وذلك لاحتوائه على مساحه عاليه وحتى تكون قوة عزلها اعلى ما يمكن . مع اهمية قياس المساميه لتحديد جوده الحراريات والحراريات العازله

٥- المقاومه الحراريه

وهى اهم صفه فى الحراريات حيث تحدد اقصى درجة حراره ممكن ان يتحملها اى نوع من الحراريات وكل نوع منها مثل (حامضيه – قاعديه – متعادله) مع اهميه عدم الاستخدام فى درجة حرارة اعلى منها حتى لا ينهار الفرن وتقاس المقاومه الحراريه بجهاز يعتمد على جهاز درجة الحرارة والذى يعتمد على المخلوط الحرارى حيث يحدد عند انصهاره وبداية اعوجاجه مدى درجة حرارة مقاومة الماده الحراريه والشكل رقم ٢٣ يوضح جدول يبين ارقام لمخاليط الحراريه ودرجة الحراره المقابله بالدرجه المئويه

جدول المخاريط الحرارية

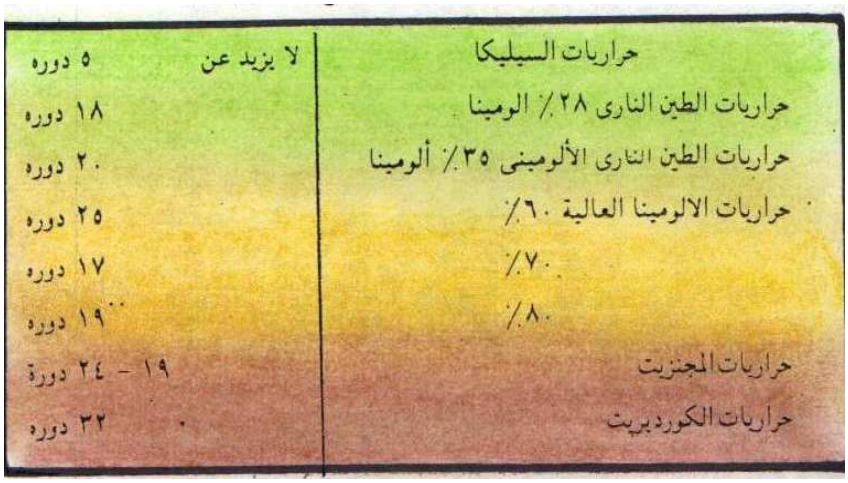
رقم المخروط	درجة الحرارة ° م	رقم المخروط	درجة الحرارة ° م	رقم المخروط	درجة الحرارة ° م
٠٢٢	٦٠٥م	٠٨	٩٦٥	٧	١٢٧٠
٠٢١	٦٥٠	٠٧	٩٧٥	٨	١٢٩٥
٠٢٠	٦٧٥	٠٦	٩٩٥	٩	١٣١٥
٠٢٩	٦٩٥	٠٥	١٠١٠	١٠	١٣٣٠
٠١٨	٧١٥	٠٤	١٠٥٥	١١	١٣٥٠
٠١٧	٧٣٥	٠٣	١٠٧٠	١٢	١٣٧٠
٠١٦	٧٦٠	٠٢	١١٠٠	١٣	١٣٩٥
٠١٥	٧٨٥	٠١	١١٢٥	١٤	١٤١٠
٠١٤	٨١٥	١	١١٤٥	١٥	١٤٤٠
٠١٣	٨٤٥	٢	١١٦٥	١٦	١٤٧٠
٠١٢	٨٩٠	٣	١١٨٥	١٧	١٥٠٠
٠١١	٩٠٠	٤	١٢٢٠	١٨	١٥٢٠
٠١٠	٩٢٥	٥	١٢٣٠	١٩	١٥٤٠
٠٩	٩٤٠	٦	١٢٦٠	٢٠	١٥٦٠
٢٦	١٥٨٠	٣٢	--	٣٧	١٨٣٠
٢٧	١٦٠٠	٣٢	١٧٢٠	٣٨	١٨٦٠
٢٧ ½	١٦٢٠	٣٣	--	٣٩	١٨٨٠
٢٨	١٦٤٠	٣٣ ½	١٧٤٠	٤٠	١٩٠٠
٢٩	١٦٦٠	٣٤	١٧٦٠	٤١	١٩٤٠
٣٠	١٦٨٠	٣٥	١٧٨٠	٤٢	١٩٨٠
٣١	١٧٠٠	٣٦	١٨٠٠		

شكل رقم (٢٣)

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

٦- مقاومة التصدع الحرارى (الصدمات الحراريه)

وتحدد هذه الخاصيه استخدامات كل نوع من الحراريات فمثلا حراريات السيليكا لها مقاومه منخفضه ولا تزيد عن خمس دورات تسخين ثم بعدها ينهار الطوب الحرارى المصنوع من السيليكا لذلك يستخدم فى افران الكوك التى تعمل ليلا ونهارا بدون توقف وكذلك فى افران الزجاج وفى الشكل رقم ٢٤ بيان يوضح انواع الحراريات ومدى مقاومتها للتصدع الحرارى



شكل رقم (٢٤)

٢- التدريب العملى للطلاب على تنفيذ المنتجات الخزفيه الحراريه مع الالتزام خلال التنفيذ بالشروط الواجب توافرها فى الطينات الحراريه وذلك بعمل تمارين تفيد ذلك وهى كالاتى

أ- عدم استخدام خام الفيليسبار او اى مصهرات اخرى مثل التلك او اكسيد الحديد الذى يغلب على صناعة السيراميك كماده صهاره وملونه . حيث انه يكسب السيراميكيات اللون البنى الفاتح او الطوبى

ب- يتم خلط الطينات الحراريه بنسب تعطى فى النهايه جسم يقاوم درجات الحراره العاليه . علما بان اقل نوع من الحراريات نصف سيليكا او الطين النارى يحترق عند ١٢٥٠ درجه مئويه بينما باقى الحراريات مثل السيليكا والالومينا تزيد درجة الحراره فيها عن ذلك

ت- اهمية احتراق خلطات حراريات السيليكا عند درجة ١٤٥٠ درجه مئويه وكذلك حراريات الالومينا

ث- اهمية احتراق حراريات المجنزايت القاعديه عند درجة حرارة لا تقل عن ١٦٠٠ درجه مئويه علما بانها تتحمل درجة حرارة تصل الى ١٨٥٠ درجه مئويه

ج- يضاف الى الطينات الحراريه جزء من الخلطه مما سبق حرقه بحيث يكون من الخامات مثل الكاولينا بعد حرقه عند درجة حراره ١٣٠٠ درجه مئويه او اكسيد حراريات قد سبق انتاجها وذلك لتحسين خواص الجسم الحرارى حالة جفافه وحرقه وحتى يقاوم التغيير فى درجات الحراره

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٣- التدريب العملى للطلاب على تنفيذ المنتجات الخزفيه والحراريه باتباع طرق الاعداد والتحضير لمكونات الاضافات للمعاملات الحراريه حيث ظهرت منتجات جديده وغير تقليديه بالنسبه لصناعة الحراريات شانها شان التطور فى كل الصناعات فالمنتجات التقليديه والمتعارف عليها والمشكله على هيئة طوب او اشكال هندسيه مختلفه وبلوكات ومواسير واقماع لصب المعادن وخلافه اما الجديد فى صناعة الحراريات فظهر فى صوره غير مشكله يتم تحضيرها فى المصانع مسبقا تحت المسمى (monolithich) ويتم تعبئتها وهى جافة فى عبوات بلاستيكيه (شكاير) ويتم الاتى :

أ- تدريب الطلبه على استخدامها محليا وفى الورشه كما يلى

١- نقوم بعمل شابلونه من الخشب مثلما يتم فى اعمال النجاره المسلحه والخاصه بالخرسانه المسلحه

٢- نقوم بخلط (المخاليط) الجاهزه بالماء فقط

٣- نقوم بصب الخليط فى الشابلونه المجهزه سابقا

٤- نترك الشابلونه وبها الخليط المصبوب فيها لمدة يومين ثم نرفع الشابلونه ونتركه ليجف فى درجة حرارة ٢٠٠ درجه مئويه تقريبا

٥- تستخدم مباشرة بدون حريق وذلك فى الاماكن المعده لصهر المعادن او بناء الافراد الخاصه بحرق الخزفيات او السيراميكيات كما تستخدم هذه الخلطات فى عمل فرش العربات المخصصه لمصانع انتاج الطوب الطفلى وذلك بدلا من البلوكات الحراريه المحروقه وتقسم هذه الانواع من حيث طبيعتها الكيميائيه الى نوعان (حراريات الالومينا – وحراريات المجنزايت الغير مشكله) ومثال ذلك الاتى بعد

الخرسانه الحراريه وتعتمد الخرسانه الحراريه فى تصنيعها على الاتى :-

أ- يتم جرش الخامات المحروقه او الطوب المحروق للالومينا الكسر حتى حجم حبات صغيره متدرجه من (٠:٤مم) تقريبا وذلك حسب الطلب

ب- يتم خلط المكونات وهى جافه مع الاسمنت الحرارى بالنسب الاتيه (الالومينا بانواعها ٤٠% او ٧٠% او ٨٠%) مع الخرسانه بنسبة ٧٠% او ٨٠% كما يستخدم البوكيت المجروش بدلا من كسر الطوب الحرارى

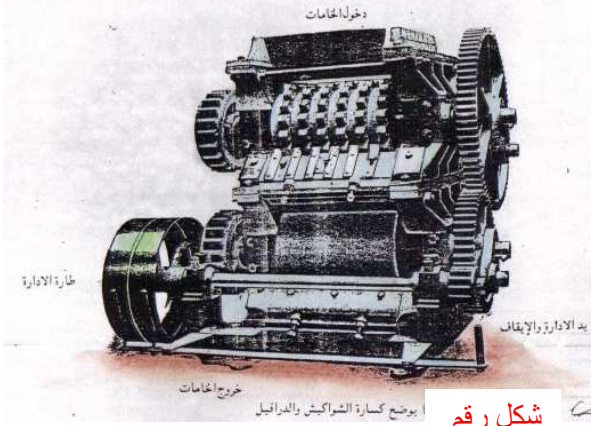
ت- بعد خلط هذه المكونات يتم تعبئتها فى شكائر بلاستيكيه من ثلاث طبقات لعزلها عن الرطوبه الخارجيه وبالتالى عدم تعرض الخليط للرطوبه منعا لتجمده داخل العبوه (الشكاره) علما بان هذه الخرسانه الحراريه مقاومه لدرجات الحراره حتى ١٣٥٠ درجه مئويه للنوع ٤ % ومقاومه لدرجة الحراره حتى ١٧٥٠ درجه مئويه للنوع ٧٠% وللنوع ٨٠% الومينا

ث- ثم تخلط بالماء وتصب داخل الشابلونه الخشبيه حسب السمك المطلوب وتترك لتجف وتستخدم مباشره . اما الحراريات التقليديه من الطين النارى والالومينى والمجنزايت يتم تحضيرها مع مراعاة طرق التشكيل وذلك كالاتى : -

طرق التحضير

١- التحضير بالتشكيل الطرى (الرطب)

blastic method

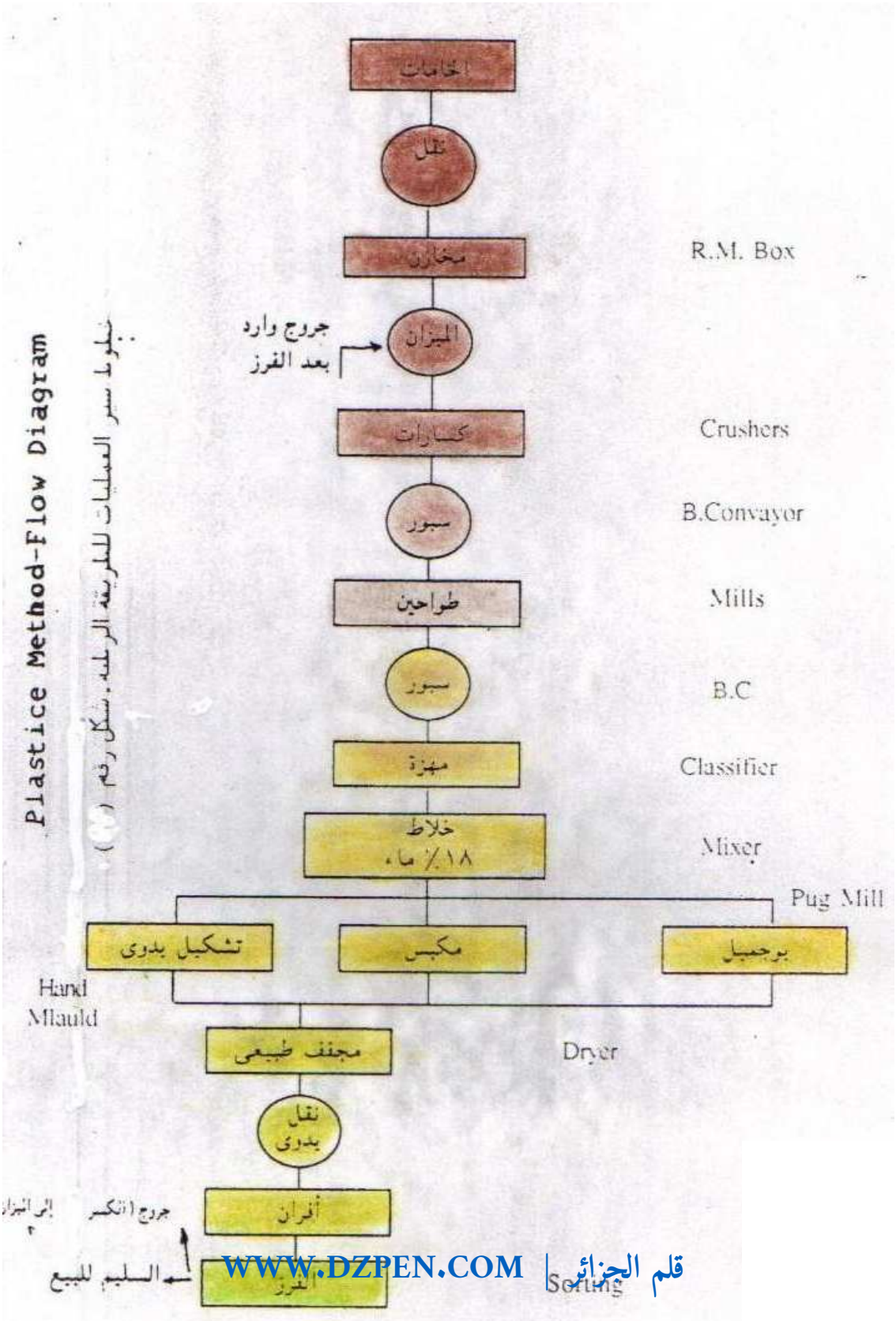


شكل رقم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٢- يتم تحضير الخامات وفرزها خلال تكسيرها بواسطة الكسارات الفكيه او الدرفيليه وذلك كما فى الشكل رقم ٢٥.

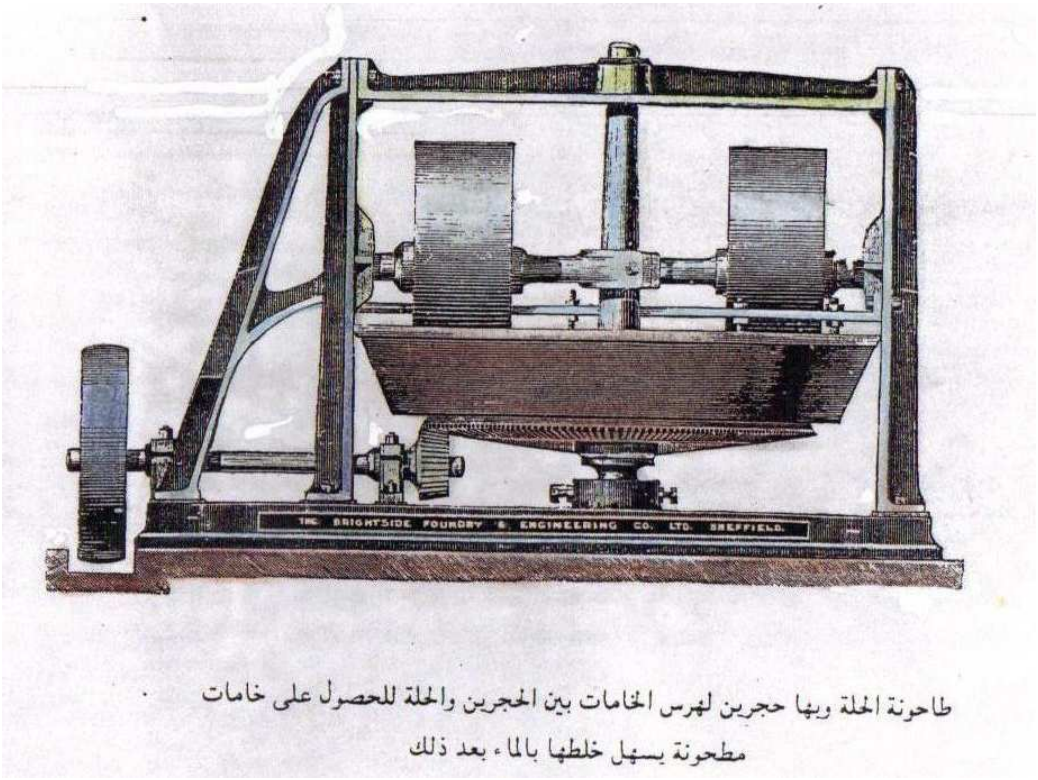
كما ان الشكل ٢٦ يوضح خطوات سير العمليات للطريقه الرطبه



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

شكل رقم (٢٦)

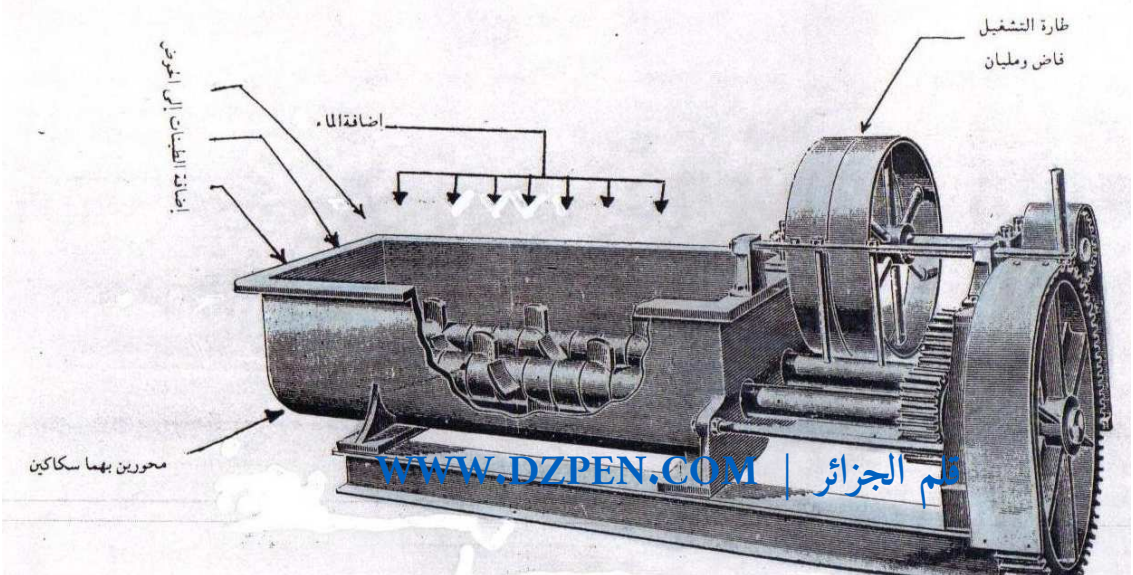
٣- يتم طحن الخامات بواسطة طاحونة الحله كما يوضحها الشكل ٢٧.



طاحونة الحلة وبها حجرين لهرس الخامات بين الحجرين والحلة للحصول على خامات مطحونة يسهل خلطها بالماء بعد ذلك

شكل رقم (٢٧)

٤- بعد طحن الخامات حسب الخلطه المطلوبه الى احجام صغيره تبدا من (٣:٠مم) يتم خلطها بالماء بواسطة الخلاط ذو المحورين بنسبه حتى ١٢% وتزداد نسبة الماء بعد ذلك فى خلاط البوجميل (ماكينة البسق) الى ١٨% والشكل رقم ٢٨ يوضح خلاط الطينات بالماء ذو المحورين



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

شكل رقم (٢٨)

٤- التدريب العملى للطلاب على تنفيذ منتجات خزفيه حراريه مع اهمية تطبيق نظام تسوية المنتجات الحراريه اللازمه وذلك كالاتى :-

حيث ان عملية الطلاء تعتبر اخر عمليه فى انهاء المشغولات الخزفيه وبالتالى يجب بذل كل جهد حتى يتم نجاح ما استنفذ من وقت والاعداد والتحضير لمرحلة التسويه النهائيه حتى لا يحدث اى تلف فى هذه المرحله (التسويه) حيث ان الطلاء الذى لم يتم تسويته عباره عن مجموعه حبيبات دقيقه متجمعه ببعضها حيث تنصهر بتسخينها لتصبح زجاجا بمثابة رباطا وبالتالى يجب اتباع العوامل المؤثره فى عملية التسويه لنجاح اخراج المشغولات وهى كالاتى :-

أ- مسلك طلاءات التزجيج

حيث يجب على كل خزاف ان يدرك التغيرات التى تطرأ على الطلاءات خلال عملية الحرق (التسويه) حيث ان الطبقه ذات الحبيبات لطلاء التزجيج تتحول بفعل الحراره الى طبقه زجاجيه ملساء فاذا تم عملية التسخين لهذه الماده ببطىء فلا يصيبه اى تغير الا بعد بلوغ درجة الحراره بالفرن ٦٠٠ درجه مئويه . لان الحبيبات تستدير بقوه التوتر الكلى فتلتحم بعضها البعض عند نقطه التماس وفى درجة حراره ٨٠٠ درجه مئويه تقريبا .

ب- تفقد حبيبات الطلاء ذاتها ويتصل بعضها الاخر مكونه بذلك طبقه واحده ملساء وبها فقاعات فى المسافات ما بين الحبيبات وذلك فى بلوغ الحراره ٩٠٠ درجه مئويه حيث تصبح الماده الزجاجيه سائله نسبيا .

ت- تتحد بعد ذلك الفقاعات ويرتفع الكثير منها الى السطح ثم تتلاشى بعد تكوينها سرعان ما تلتئم وتتلاشى .

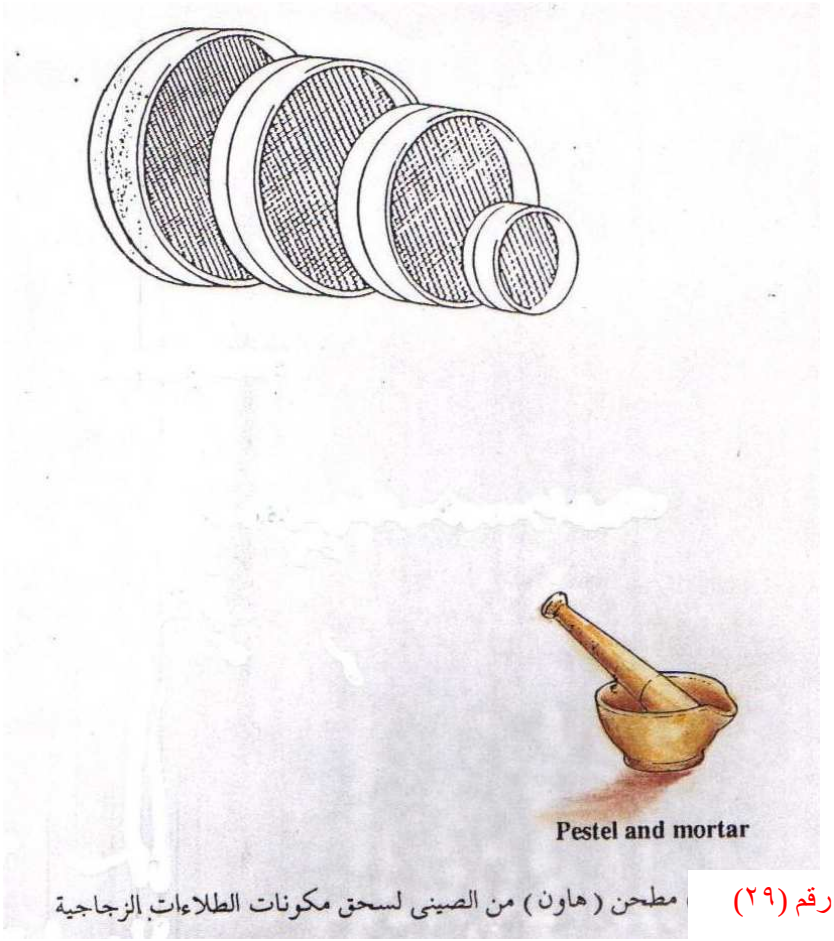
ث- وبذلك يتم نضج الطلاء الزجاجى تماما بعد تسويته يعطينا طبقه زجاجيه صلبه وناعمه وكأنها نضجت وتم تسويتها فى درجة حراره ١٠٥٠ درجة مئويه

التدريب العملى للطلاب على تنفيذ طلاءات جيده توضح العوامل المؤثره فى انصهار خلطات التزجيج وذلك بعل تماربين توضح ذلك من خلال الاتى :-

١- التدريب العملى للطلاب على عمليات الطحن لمكونات وملونات الطلاء الزجاجى

أ- طحن وعجن المكونات

غالبا ما تستخدم المطحن الصينى لسحق الكميات الصغيره ويوضحه الشكل رقم (٢٩)



شكل رقم (٢٩) مطحن (هاون) من الصينى لسحق مكونات الطلاءات الزجاجية

– اما فى حالة ما تكون الكميات كبيره وتزيد عن الكيلوجرام او اثنين فان من امثل طرق الخلط هى وضع العناصر فى طاحونه الخلط ذات الكرات وذلك كما يوضحها الشكل رقم (٣٠)



الطاحونة ذات الكرات (بل ميل) لصحن وعجن وخلط الطلاءات الزجاجية

شكل رقم (٣٠)

ب- وتتكون الطاحونه ذات الكرات من اناء اسطوانى من الصينى به كرات من الصينى او بعض الحصى (الزلط الصوانى الصلب او الظرانى) وذلك ليكون اذاة الطحن وذلك لان طبيعته اصلب جدا من نوع الخامات التى توضع بالصندوق لصحتها . وبادارة هذا الصندوق المطحن من داخله بحجر الكوارتز او قوالب الفخار الزلطى حول محوره فينقلب محتواه من الحصى ويختلط جيدا وتتم بذلك عملية السحق والخلط خلال ساعات معينه يقدرها مدى صلابة الخامات وحجم ذراتها او حجم قطعها قبل وضعها فى الطاحونه .

وعملية الطحن التى تتم مع عملية الخلط تعمل على تقليل حجم جزيئات المواد الهشه مثل الفلسبار والصوان مع الاخذ فى الاعتبار ان الطاحونه تكون مليئه حتى نصفها فقط بالحصى وتملى مواد الطلاء والماء الفراغ بين الحصى فقط . اى يجب ان لا يشغل الحصى والعناصر الجافه والماء اكثر من نصف فراغ الطاحونه . كما يجب التاكد من احكام غطاء الطاحونه من حين الى اخر حيث لا يجب ان يكون هناك رشح ما . كما يمكن الحصول على الطاحونه ذات الكرات باحجام مختلفه والانفع والصالح والمناسب للخزف احجام البينت (pint) والربع والجالون . كلما كانت الطاحونه اصغر حجما كانت اسرع دورانا واجود طحنا وذلك مع الالتزام بمقادير الشحن حسب المواصفات والسرعات المستخدمه مدى تاثير درجات الحراره حيث له تاثير مباشر بزمن الطحن ولذلك يجب ضبط هذا العامل بعناية تامه.

فالطاحونه سعة (٤/١ جالون) تطحن الكميه فى مدة ساعه تقريبا طحنا انعم مما تطحنه الطاحونه سعة البينت (٨/١ جالون) وذلك فى نفس المده الزمنيه وبذلك يجب ان تكون مدة الطحن مناسبه وتناسب حجم الطاحونه .

ت- كيفية السحق والخلط باستعمال الطاحونه ذات الكرات .

١- تتم عملية السحق والخلط اما بالطريقه الجافه او باضافة المياه الى الخامات ويفضل طريقة السحق السائل عن الجاف . حيث ان المياه تساعد على تمام المزج وتؤكد عملية تحويل الخامات الى سائل ذات ذرات صغيره جدا . ويفضل فى عملية السحق ان يتم سحق كل ماده من المواد على انفراد وتحويلها الى سائل ذات كثافه معينه نتعرف على قومها من خلال التجارب الا انه يمكن التعرف بملائمتها من خلال وضع اصبع اليد بها ثم نرفعه فنجد طبقه معلقه بالاصبع تشبه اللبن الدسم القوام .

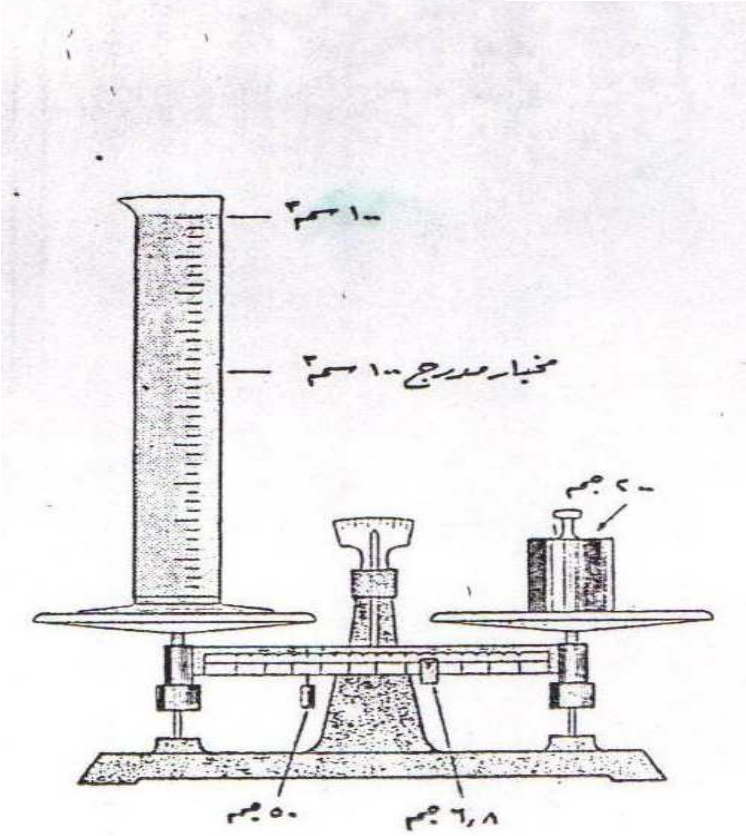
٢- وبعد اتمام عملية سحق لكل خامه منفرده يتم اضافة كل الخامات الى بعضها البعض واحده تلو الاخرى مع استمرار ادارة الطاحونه عدة ساعات حتى يتم مزج المكونات مع ملاحظة الاهتمام بتفريغ الطاحونه من المزيج حتى لا نفقد منه شيء حيث انه غالى الثمن

٣- نقوم بصب محتويات الطاحونه بما فيها من حصى وذلك فى مصفاه شبكيه لتصفيته فى اناء من الصاج المطلى او من البلاستيك وذلك كما يوضح الشكل رقم (٣١)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



تفريغ طاحونة بالطريقة الصحيحة



تقدير الثقل النوعى لعجينة رقيقة

شكل رقم (٣١)

٤- نقوم بغسل الطاحونه من الداخل بقليل من الماء كما نصب الماء على الحصى لنغسله . ونكرر هذه العمليه . مع ملاحظة ان الماء الزائد قد يجعل المزيج اجف من اللازم وفى هذه الحاله يمكن علاج ذلك بترك المزيج يوميا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ليترسب ثم نصفيه من الماء الزائد وذلك بمصفاه (١٠٠ عين فى البوصه المربعه) وذلك لازالة اى قطع اكبر حجما من اللازم

٥- يجب غسل الطاحونه جيدا وتنظيفها قبل حفظها وذلك للاهميه البالغه ثم نقوم لتاكيد عملية النظافه بشحنها بالزلط والماء وادارتها ليله كامله لتتاكد من ازالة جميع القطع او البقع من داخلها

٢- التدريب العملى للطلاب على عمليات الطلاء الزجاجى (بدرجات الحراره المنخفضه ودرجات الحراره العاليه) وذلك كالاتى :-

اولا :- الطلاءات الزجاجيه ذات درجات الحراره المنخفضه ومن اهمها الاتى :-

أ- الطلاءات الزجاجيه القلويه

ومكونات هذه الطلاءات من الصوديوم وكيثيوم وبوتاسيوم وذلك كماده صاهره او لتعمل على تخفيض درجة حرارة انصهار السيليكا لتكوين الطلاء الزجاجى .

والطلاءات الزجاجيه القلويه نوعان وهما :-

١- طلاءات زجاجيه ذات درجات حراره منخفضه

٢- طلاءات زجاجيه ذات درجات حراره عاليه

والطلاءات القلويه ذات انصهار يتراوح بين درجة حراره (٦٥٠:٧٥٠ درجه مئويه) وتميل هذه الطلاءات الزجاجيه الى الزجاج فى مظهرها والوانها سهلة الخدش .

والمصهر المضاد والمستخدم فى الطلاءات الزجاجيه القلويه هى مركبات الصوديوم على هيئة كربونات صوديوم . او بيكربونات الصوديوم ومركبات البوراكس او السليمانيت حيث ان معظم مركبات الصوديوم تكون فى حالة متميعه وتميل الى التبلورفى محلول الطلاء الزجاجى فى حالة تخزينها لفترة طويله . ولهذا السبب يجب ان تخلط الطلاءات القلويه الخام التى تستخدم مركبات الصوديوم والبوراكس والسليمانيت وتستخدم فى الحال على الاجسام المحروقه حرقا اوليا فى درجة حرارة ١٠٥٠ درجه مئويه على الاقل .

ب- التزجيجات الرصاصيه :-

وهى التزجيجات التى تحتوى على اكسيد الرصاص باكثر من ٢٥% وذلك كقاعده لمركباتها . ومن التزجيجات الرصاصيه ما يتم تركيبه من سيليكات الرصاص . ويتم تسوية خلطاته فى درجة حراره ما بين (٧٥٠ : ٨٠٠ درجه مئويه) ومن التزجيجات الرصاصيه ما يتم تركيبه من سليكات الومينات الرصاص والجير وتنضج هذه الخلطه فى درجة حراره (٩٦٠ درجه مئويه) وتستخدم فى طلاء المشغولات الفخاريه والطينات الجيريه والمشغولات الفنيه وتحتاج درجات حرارة نضج منخفضه

ثانيا : الطلاءات الزجاجيه ذات درجات الحراره العاليه :

ويمكن تقسيم الطلاءات الزجاجيه حسب قاعدة الطلاء الزجاجى كالاتى :-

١- الطلاءات الزجاجيه الفلسباريه :-

ان معظم الطلاءات الزجاجيه ذات درجات الحراره العاليه تحتوى غالبا على الفلسبار وذلك بنسب ٤٠% : ٥٠% كما يمكن عمل طلاءات زجاجيه تحتوى على اكثر من ٩٠ % من الفلسبار وهذه الطلاءات لها استخدام خاص لان الطلاءات الفلسباريه ذات درجات حراره عاليه تتصدع على سطح الاجسام الخزفيه . وهذا التصدع ناتج عن ارتفاع نسبة القلويات (الصودا او البوتاسا) التى تحتوى على الطلاء الزجاجى .

٢- الطلاءات الزجاجيه للبورسيلان النقى :-

وللحصول على طلاء زجاجى خاص بالبورسيلان فانه يجب الموازنه بين المكونات التى تسبب الانصهار الكامل فى درجة التسويه وفى الفلسبار الذى يعتبر من اهم المواد فى الطلاءات الزجاجيه المختلفه وكذلك الجير الذى غالبا ما يستخدم كمساعد صهر . كما ان النسبه العاليه من الفلنت فى الطينه يعمل على ضمان صلابة ولزوجة مناسبه كما يمتاز هذا النوع من الطلاء الزجاجى بالنقاء والشفافيه والانسياب على السطح دون احداث اى تصدعات او فقاعات او رؤوس ابريه .

٣- طلاء زجاجى مطفى

ان معظم الطلاءات الزجاجيه المطفيه للخزف الحجرى ذات مظهر جيد وكما يوجد فيها انواع عديده ومتميزه . فالطلاء الزجاجى المطفى يمكن الحصول عليه باضافة كميه كبيره نسبيا من الطين ونسبه اقل من السيليكا . كما ان هذا النوع من الطلاء على قدر كبير من العتامه والنعومه واللمعان الذى يشبه لمعان الزلط . وتكون طبقه هذا الطلاء رقيقه ومن الممكن ظهور به بعض العيوب مثل النقر والثقوب الابريه

٤- الطلاء الزجاجى الباريومى المطفى :-

ويشبه هذا النوع من الطلاء الطلاء الزجاجى المطفى ذات المسام العاليه من الطينه فى مظهره . ولكن يعطى الوانا غير مالوفه لوجود نسبه كبيره من الباريوم به . والتى تعتبر غير شائعه فى الطلاءات الاخرى . وطلاءات الباريوم شديدة العتامه وبها تنتج نوع متميز من الطلاءات الزجاجيه يتصف بالملمس المستحب . واختلاف كميات الباريوم المضاف يعطى اختلاف فى سطح الطلاء الزجاجى . حيث يكون ذات نعومه شديده .

كما ان الباريوم له تاثير واضح على بعض الاكاسيد الملونه . ففى حالة اضافة النحاس الى طلاء رصاص به نسبه عاليه من الباريوم يعطى اللون الازرق . وفى حالة استخدام اى من الفاناديوم والكوبالت والحديد والكروم مع الطلاء الزجاجى بنسبة عاليه من الباريوم يعطى الوانا براقه . وفى حالة جو الفرن المختزل يعطى الطلاء الطلاء الباريومى لونا اصفر مع الحديد وبعض الالوان المتوقعه من الرمادى او البنى . كما ان النحاس مع الطلاء الباريومى وفى جو مختزل من الممكن ان يعطى درجات من اللون الاحمر . اما فى حالة وجود كميه من اكسيد البوريك فى الطلاء الزجاجى الباريومى فانه من الجائز عدم الحصول على السطح المطفى

٥- طلاء زجاجى ماغنيسيومى :-

وطلاء الماغنيسيا يعتبر نوع من الطلاءات الزجاجيه الذى يستخدم فى مشغولات الخزف الحجرى . ويعتبر هذا الطلاء وسط ما بين الطلاءات الزجاجيه المطفيه واللامعه ومن صفات طلاءات الماغنيسيا انها ذات ملمس ناعم ومظهر براق وربما يكون معتم او نصف معتم وذلك حسب كمية الماغنيسيا المستخدم فى الطلاء وكذلك سمك طبقة الطلاء

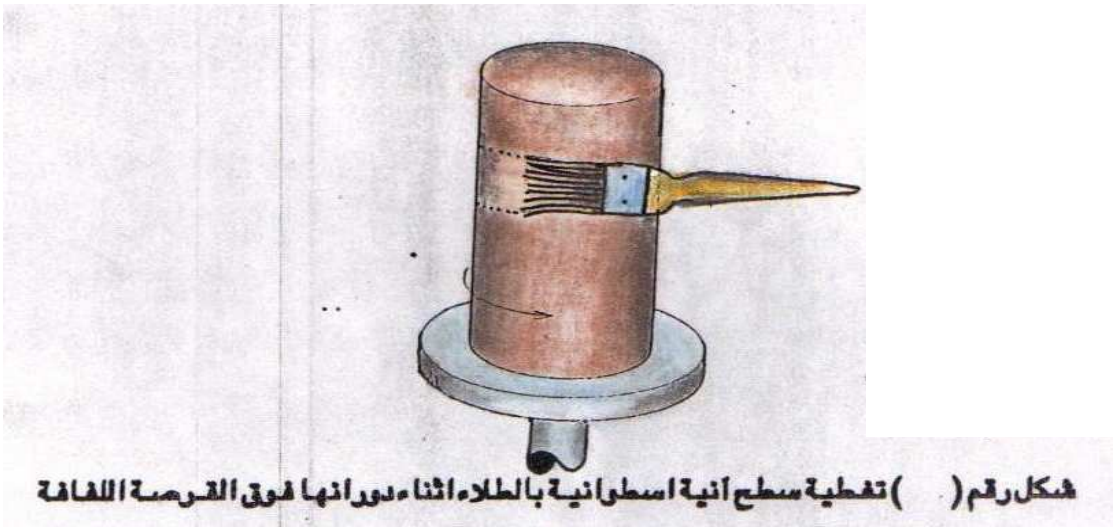
ثالثا : الطلاءات الزجاجيه ذات درجات الحراره العاليه " القلويه "

وهى تزجيجات ذات قواعد الاكاسيد القلويه ويتركب من متعدد سيليكات الصوديوم والكالسيوم ومنها ما يتكون من سليكات الومينات الجير القلويه وتمتاز طبقات التزجيج القلويه بالمتانه والشفافيه وشدة اللمعان والصلاده كما ان الانواع البوتاسيوميه اعلى فى الخواص من الصوديوميه

٣- التدريب العملى للطلاب على كيفية اتباع نظم تطبيق الطلاءات الزجاجيه (الطلاء بالفرشاه والطلاء بالمسدس) وذلك بتنفيذ تمارين نافعه بيانها كالاتى :-

أ- الطلاء بالفرشاه

والطلاء باستخدام الفرشاه (الفرجون) يكون فى اغلب الاحيان عندما نريد اخراج انواع معينه خاصه لكل وضع طلاء وعلى شكل وحدات زخرفيه او عندما نريد الحصول على سمك مختلف على سطح الانيه كما ان الطلاء بالفرشاه يتناسبمع التجارب ذات القطع الصغيرهلانه لا يتطلب الا مقدار قليل من سائل الطلاء ولكنتعتبر هذه الطريقه بطيئه لانهاء كميات بسيطه من المشغولات كما ان الطلاء بالفرشاه لا يحقق لنا سطح مستوى وخاصة فى الطلاءات غير اللامعه حيث انها غير سهله الانزلاق على اسطح الاشكال والمشغولات . وفى حالة استخدام الطلاء فى المساحات الكبيره فيجب استخدام فرشاه مبططه (المشط) حتى يكون الطلاء شبه متعادل فى السطح ونضع عدة طبقات من الطلاء حتى نصل الى السمك المطلوب والشكل رقم ٣٢ يوضح ذلك .



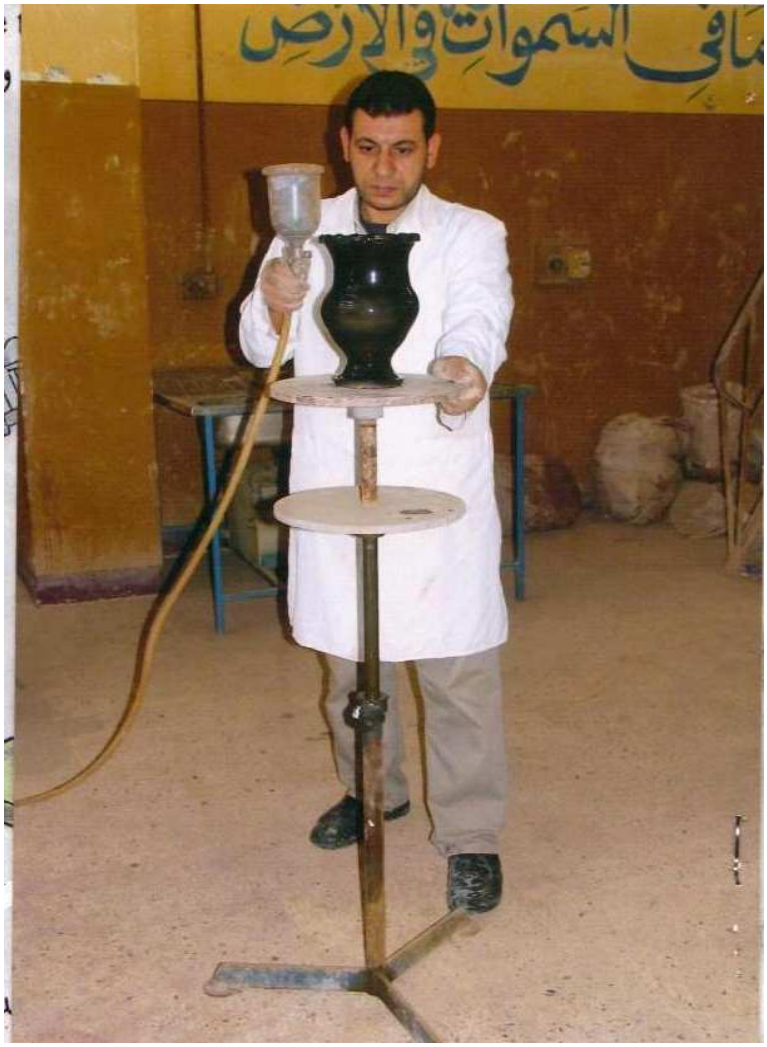
شكل رقم ( ) تغطية سطح انية اسطوانية بالطلاء اثناء دورانها فوق القرصة اللفافة

شكل رقم (٣٢)

وبما ان الجسم الخزفى يمتص السوائل بسهوله فيجب ان يكون الدهان سريعا ومتداخلا مع بعضه دون ترك مسافه بين خط سير المشط على السطح . وعادة ما يلزم الدهان ان يكون من عدة طبقات وذلك للحصول على السمك اللازم للطلاء . ومن هنا يجب اضافة الصمخ للطلاء لعدم تحرك الطبقه الاولى عند دهان الثانيه التى يجب ان يتم دهانها قبل جفاف الاولى لضمان التماسك .

ب- الطلاء بالرش :

ويستخدم فى عملية الرش المسدس مسدس رش سعة (ثمن - ربع - نصف – ا ك) وذلك حسب المساحه المراد رشها وهذه الطريقه هى الافضل فى الطلاء او التلوين حيث يمكننا وضع الطلاء بالقدر المطلوب كما يمكن للمبتدىء ان يحقق طلاء جيد ومتعادل ومن دواعى استخدام طريقة الرش فى الطلاء حيث تمكننا من تغطية الاوانى المزخرفه بالالوان التى لم تتعرف لاى نوع من انواع الحرق حيث نستمر فى عملية الرش فوقها تدريجيا حتى يختفى معالم التعتيم تحت الطلاء ولا تعتبر هذه الطريقه فى الطلاء اقتصاديه ذلك لوجود مستهلك منها فى الهواء بعيدا عن الجسم المراد رشه وذلك لا ارادیا بل اجباريا بحكم عملية الرش نفسها والشكل رقم ٣٣ يوضح ذلك



شكل رقم (٣٣)

يوضح كيفية عملية طلاء الزجاجى بالرش



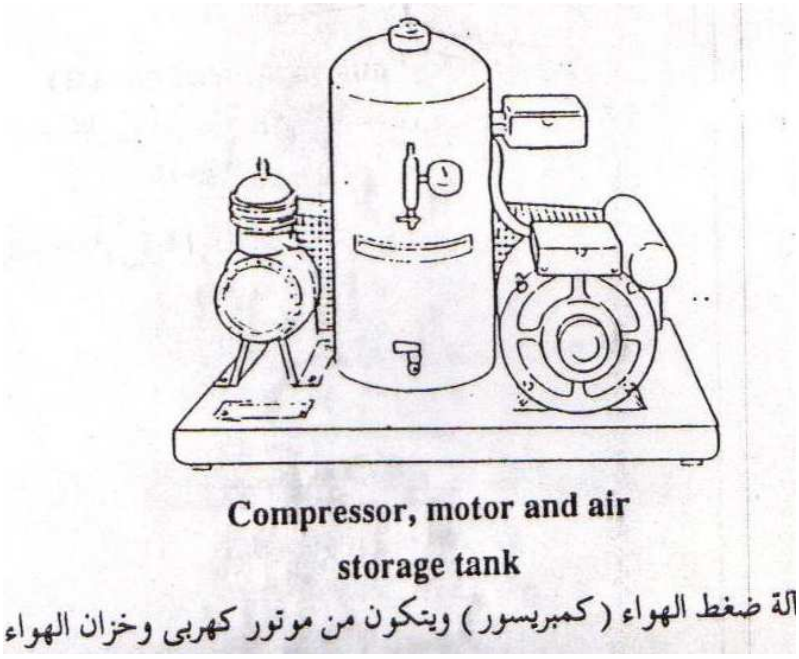
Gravity feed spray gun

مسدس رش ذو وعاء من أعلى للتغذية بالثقل (الجاذبية)

) أدوات ومعدات الرش المستخدمة فى تغطية السطح الخزفى بالطلاء الزجاجى

شكل رقم (٣٣)

كما يوضح الشكل رقم ٣٤ انه ضغط الهواء (كمبروس) طلاء الثالث ص٨٦

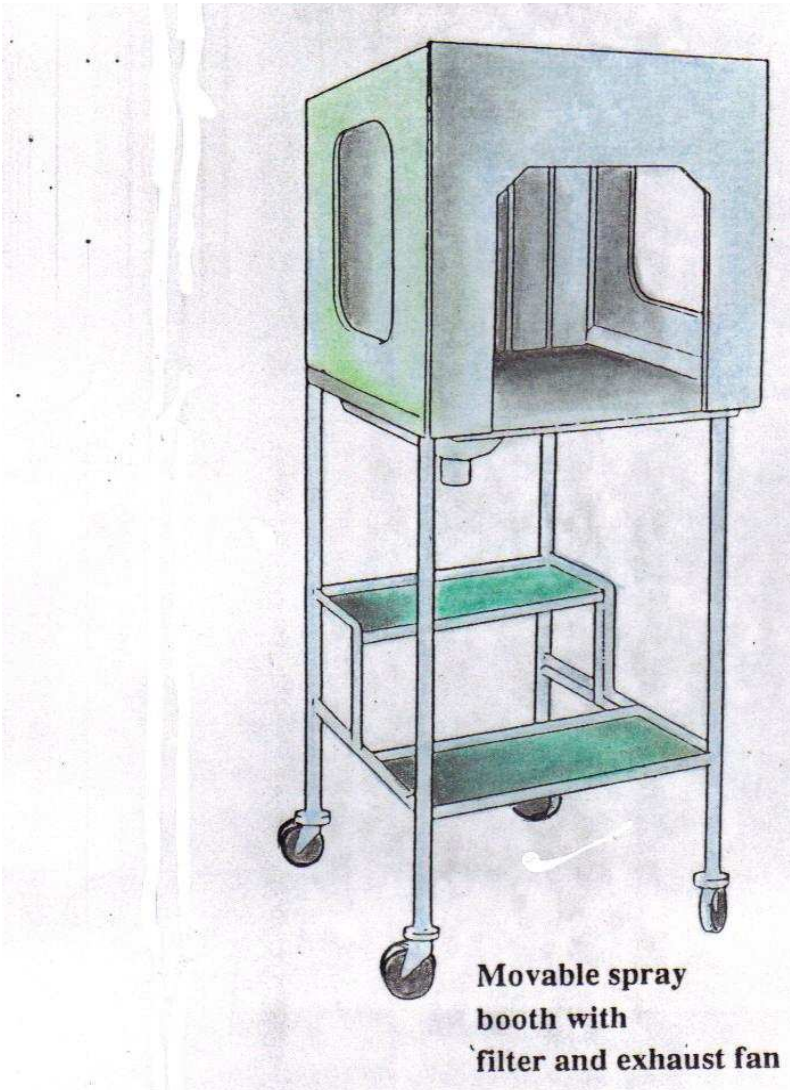


Compressor, motor and air storage tank

آلة ضغط الهواء (كمبريسور) ويتكون من موتور كهربى وخزان الهواء

شكل رقم (٣٤)

كما يوضح الشكل رقم ٣٥ الكابينه المتحركه والتى يتم فيها رش المشغولات.

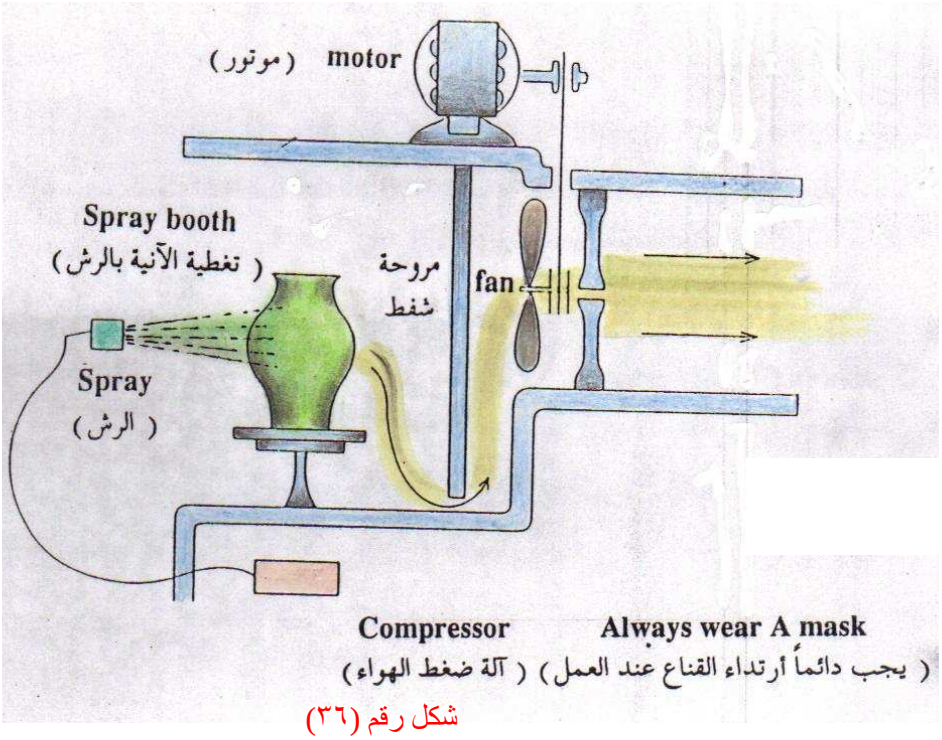


شكل رقم (٣٥)

كابينة متحركة لرش الطلاءات مزودة بمروحة شفط وطرد
وفلتر لتنقية جو الكابينة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

والشكل رقم ٣٦ يوضح تفاصيل كبينه الرش من الداخل – طلاء الثالث ص٨٨



شكل رقم (٣٦)

طريقة تغطية الأوانى بالطلاء الزجاجى بواسطة الرش بالمسدس

٤- التدريب العملى للطلاب على تنفيذ عمليات التسويه ودرجات الحراره المطلوبه لها والتسويه (الحرق) هذه المرحله النهائيه فى صناعة الحراريات حيث يتم فيها التخلص من باقى ماء التشكيل الذى يجب ان لايزيد عن ١% وغير ذلك يحدث تشققات فى بداية عملية الحرق وتؤدى الى تهشم الجسم فى النهايه وعدم تحمل الجسم لاى احمال اذا لم يتهشم . كما يتم فى عملية التسويه (الحرق) التخلص من ماء التركيب الكيماوى للطينه وهو عباره عن (al2o3.2sio2.2h2o) وتحتاج مياه التركيب الى التعرض لدرجة حرارة (٨٠٠ درجه مئويه) حتى يتم التخلص منها حيث انها تمثل ١٤% من وزن الطينه يلى ذلك تكون رابطه سيراميكيه عند درجات الحراره العاليه والتى يتم عندها نضوج الحراريات كما ان درجات حرارة الحرق (التسويه) تختلف حسب انواعها وذلك كما يلى :-

نوع الحراريات	درجة حرارة احتراقها
الطين النارى	حتى درجة حراره ١٢٥٠ درجه مئويه
الطين النارى الالومينى	حتى درجة حراره ١٣٥٠ درجه مئويه
الالومينا	حتى درجة حراره ١٤٥٠ درجه مئويه
المجنزين	حتى درجة حراره ١٦٥٠ درجه مئويه
السليكا	حتى درجة حراره ١٤٥٠ درجه مئويه
الكورديرين	حتى درجة حراره ١٣٠٠ درجه مئويه

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- التغيرات التى تمر بها عملية التسويه عند اختلاف درجات الحراره

أ- طرد الماء والبخار

وفيها يتم التجفيف الكامل للاجسام وذلك فى اوائل مرحلة الحرق حيث لا يكون كاملا قبل ذلك فمهما روعى التجفيف فسيظل الجسم يحتوى على نسبه ضئيله من ماء التشكيل .: من هنا لابد ان تبدأ عملية الحرق (التسويه) ببطىء وترتفع درجة الحراره تدريجيا وذلك لمنع تكوين البخار داخل الجسم فيؤدى الى وجود جيوب هوائيه تعمل على زيادة مسام الجسم هذا اذا لم تؤدى الى تشققات بفعل زيادة الضغط الذى يسببه البخار وذلك بصفه خاصه قى الاحجام الكبيره ولذلك يتم فتح فتحات للتهويه داخل الافران لتساعد على سرعة تسرب وخروج بخار الماء الناتج عن الحرق حيث تبدأ درجة الحراره من (١٠٠ درجه مئويه ثم الى ٣٠٠ درجه مئويه) وبذلك يتم التخلص من الماء خلال عملية التبخر علما بان الماء المتحد كيماويا (الداخل فى تركيب جزئ الطينه وهو ٢جزء لكل جزئين ثانى اكسيد سيليكون واكسيد المونيوم) وبذلك تقدر نسبة الماء المتحد كيماويا حوالى ١٤% وبذلك نتلافى ضغط البخار بين الجزيئات والذى يؤدى الى تكسير القطعه وعند رفع درجة الحراره الفرن الى ٨٠٠ درجه مئويه) نكون قد تخلصنا من جميع انواع المياه بالقطعه واصبح الجسم او الشكل قد فقد خاصية الطفى بالماء كما يحدث فى حالة طفى الجير الحى بالماء وبذلك يفقد الجسم لدونته وتجلده ويتحول الى جسم هش مع عدم وجود انكماش فى هذه المرحله

ب- الاكسده

ومع استمرار رفع درجة الحراره ما بين (٣٥٠ درجه مئويه : ٨٥٠ درجه مئويه) تبدأ عملية الاكسده للشوائب وهى اما ان تكون عضويه (كربوينه) او غير عضويه مثل الكربونات والكبريتات مع اهمية احتياج عملية الاكسده الى الهواء الجوى . ويلاحظ عند تمام اكسدة المواد الكربونيه يتم تلوين قلب الشكل بالكربون غير المحترق وذلك لعدم وجود هواء كافى فى هذه المرحله او ان عملية الرص غير مناسبه للاشكال لعدم وجود فواصل لمرور الغازات والهواء بينما ونلاحظ ان الكربون تبقى دون عملية اكسده اذا رفعت درجة الحراره سريعا خلال هذه المرحله وعند درجة الحراره الى ٩٠٠ درجة مئويه تتحول معظم الكربونات والكبريتات نهائيا الى الاكاسيد المقابلة . كما يتم فى هذه المرحله التغيير الطبيعى للتركيب البلورى للكوارتز (سيليكا) وذلك كما يلى :-

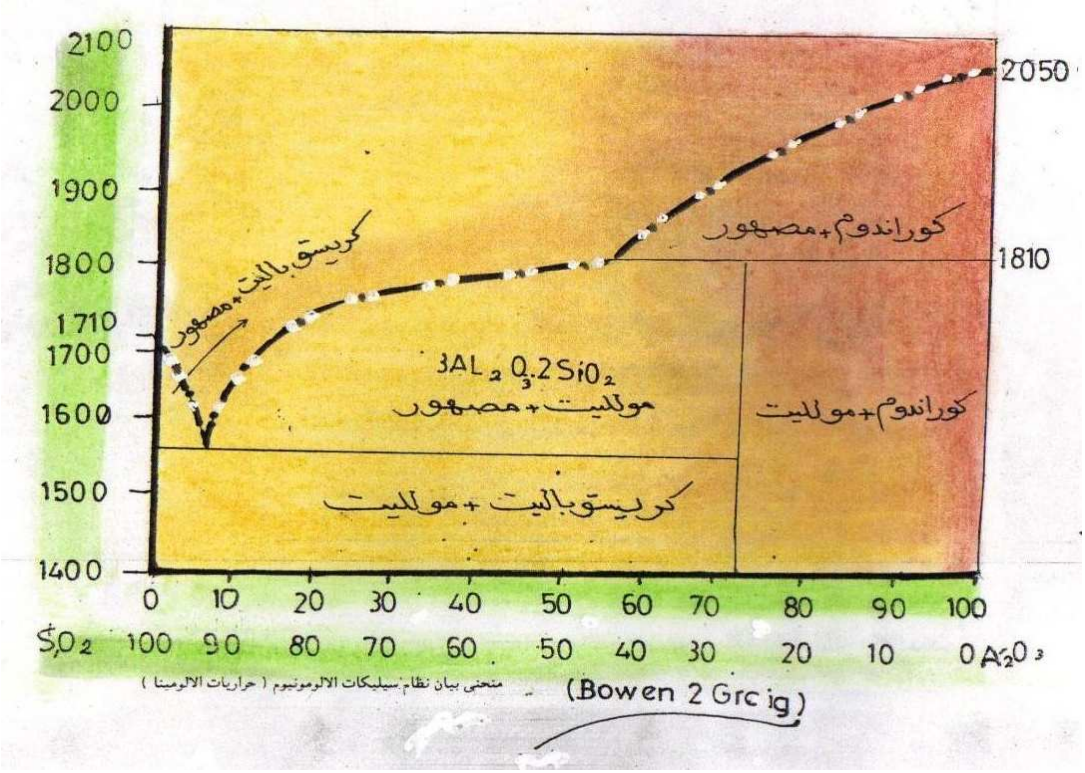
ت- تحول الكوارتز

حيث ان كل الطينات تحتوى على نسبه كبيره من الكوارتز وذلك بداخله فى تركيب الطينه او غيره سواء متحده او مضاف للخلطه . ويختلف الشكل البلورى للكوارتز عدة اشكال وذلك باختلاف درجة الحراره التى تتوقف عندها عملية الحرق فكلما زادت درجة الحراره عن ٥٧٣ درجه مئويه تبدا بلورات الكوارتز فى تغير نظامها وحجمها تدريجيا . وتتحول من المعروف بالاسم الفا (a) الى بيتا (B) اى تتحول من بيتا الى الفا عند التبريد وتعود لنظامها الاولى من ناحية الحجم والتركيب رغم ان التمدد فى الحجم لا يتعدى ٢% الا انه يؤثر فى سلامة الجسم او يؤدى الى حدوث شروخ به لذلك يراعى تحويل درجة الحراره ببطء وموزعه لانتظام فى انحاء الفرن وكذلك عند التبريد بحيث يكون ببطء عند درجة حراره ٥٧٣ درجه مئويه هذا لتلافى الانكماش

الذى ينتج عنه شروخ فى حالة التحول العكسى من بيا الى الفا ومن هنا تتلف المشغولات بعد عملية التسويه وذلك لعدم الدقه فى شروط التجديد قبل خروجها من الافران

ث- الرابطه السيراميكيه :-

وكلما زادت درجة الحراره فى فرن الحريق عن درجة حراره الاحمرار فوق ٩٠٠ درجه مئويه تظهر سلسله اخرى من التغيرات فى الجسم وهى التى تسمى التزجيج الجزئى . وهو المسئول عن تصلب وربط جزيئات الطينه التى تكون منها الجسم بالاضافه الى اكتساب الجسم صفه الصلابه والقوه التى تقترب من صفات الصخركما تصحب سلسله التزجيج عملية الانكماش فى الحجم ويبدا التزجيج فى انصهار بعض الاكاسيد والشوائب مثل اكسيد الحديد . وكلما ارتفعت درجة الحراره الى درجات انصهار الاكاسيد المكونه منها الطينه او المزيج الميكانيكى والناتج عن وجود اكسيد الالمونيوم مع السيليكا والتى تصل درجة انصهاره الى ٢٠٥٠ درجه مئويه الى خلط ميكانيكى متماسك وصلب عند ١٥٤٥ درجه مئويه تقريبا . كما ان الشوائب التى تبدا فى الانصهار تكون لنا رقع من الزجاج وتقوم هذه الرقع بغمر المساحات المحيطه بها فتعمل على ربط الحبيبات التى لم يتم انصهارها بعضها البعض كما تفعل المواد اللاصقه (كالفراء) وذلك كما يوضحه الشكل رقم ٣٧ (منحنى الرابطه بين السليكا والالومينا وبعض المركبات المختلفه عند درجات الحراره .



شكل رقم (٣٧)

وفى حالة استمرار الزياده فى درجة الحراره للتسويه تتحول الطينه الى زجاج اما فى حالة صناعة الحراريات تتوقف عملية الحرق (التسويه) قبل وصول درجة الحراره بمئات الدرجات . بينما يستمر ذلك فى صناعة الصينى الى قرب التزجيج الكامل والصلاده والقوه النهائيه للمنتجات الحراريه لا تعود لحالة شبه التزجيج فقط بل ترجع الى ظهور ونمو بلورات جديده فى الجسم . وخاصة بلورات (المويليت) وهى بلورات من سليكا الالمونيوم فى حالة نقيه . وتتميز بالشكل الابرى الطويل وتنمو فى درجات الحراره العاليه من خلال البقع المنصهره للاكاسيد – وتكون نسيجا قويا متشابكا حيث تربط الحبيبات غير المنصهره بعضها من خلال بحيرة صغيره من السائل الزجاجى الذى يعطى الحراريات بعد التبريد . قوة ترابط وقوة التصاق تفوق صلادة المعادن كما ان التزجيج يختلف عند درجات الحراره وباختلاف الطينه والطينه العاديه للطوب الاحمر تبدا فى التزجيج عند درجة حراره من ٩٠٠ :١٠٠٠ درجه مئويه) تقريبا وقد تنصهر تماما عند ١٢٥٠ درجه مئويه بينما الجسم المصنوع من الكاولين تظل مساحه مفتوحه دون تزجيج عند هذه الدرجه ولا ينصهر قبل درجة ١٨٠٠ درجه مئويه . والانكماش فى مرحلة التزجيج يحدث نتيجة تضاؤل حجم الحبيبات التى انصهرت وتلاحقت مع الحبيبات الاخرى فى اطار زجاجى واحد . والانكماش النهائى للطينات المحروقه يصل الى حوالى ١٠% وتوقف عند درجة التزجيج النهائيه وبعملية الحرق (التسويه) وبدرجة الحراره المطلوبه تؤدى الى خواص المنتج المطلوب سواء من صهر او صلادة نهائيه للمنتج وذلك دون تعدى لشروط التسويه حتى تتلافى فى التزجيج الكامل والالتواءات وبالتالى تقلل من جودة المنتج النهائيه . والمده اللازمه لعملية الحرق ودرجة الحراره هما شرطين للحصول على منتج تم حرقه جيدا ويطلق على ذلك فترة النضج وبذلك يتميز الجسم الذى تم تسويته بالصلاده وقوة انضغاط عاليه بالاضافه الى مقاومة عاليه للبرى والكيماويات والتلك ولنفاذ السوائل سواء كانت معدنيه او هيدروليكيه

٥- التدريب العملى للطلاب على تنفيذ تمارين نافعه يدركوا من خلالها تفاعلات وانصهار مكونات الطلاءات الزجاجيه داخل الافران المختلفه حيث ان الطلاءات يتم تشكيلها تشكيل متجانس للسطح الزجاجى فعند التسخين يتحول من حاله الصلابه الى السيوله المنصهره ومنها الى حالة الصلابه المتجمده

١-تطوير التزجيج اثناء النضج

ان الطلاءات الزجاجيه لها عدة تطورات معينه تظهر تدريجيا فيها خلال عمليه الحرق حتى تصل الى درجة الانصهار الكامل على السطح المشغولات ومراحل تطور الطلاء خلال عملية الحرق هى :-

أ- يبدا الماء الموجود فى الطلاء بالتبخر وبالتالى يكون الطلاء تم جفافه

ب- بعد مرحلة الجفاف يبدا الطلاء فى مرحلة التماسك حتى يكون قشره ملتصقه تماما بسطح الفخار

ت- ومع زيادة درجة الحراره داخل الفرن تبدا المواد المكون منها الطلاء فى الانصهار وتفاعل كل ماده مع الاخرى والتئام كل المواد مع بعضها تتكون الطلاءات الزجاجيه من المواد الاساسيه السيليكات – مساعدات الصهر – مواد رابطه) مع اضافة بعض المواد الاضافيه ومواد العتامه ومواد التلوين

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

٢-العوامل التى يتوقف عليها سهولة انصهار الطلاء الزجاجى وهى :-

أ- درجة الانصهار

ب- قابلية توصيل الجسم للحراره

ت- كمية الحراره اللازمه لتحويل جسم الماده المركبه من حالة الصلابه الى حالة السيوله وذلك من خلال درجة حرارة واحده (حرارة انصهاره مع سعة الجسم الحراريه) حيث ان المواد الصلبه هى اجسام ذات صلابه تقاوم تغير شكلها بفعل تاثير القوى الميكانيكيه حيث ان المواد الصلبه تتكون من جزيئات محدوده الحركه . بينما تتحرك السوائل بحريه وطلاقه بعد تسخينها . كما ان حركة جزيئات الاجسام الصلبه تزداد عند تسخينها وذلك لما تكتسبه من طاقه حركيه يترتب عليها ابتعاد جزيئات الجسم عن بعضها وزيادة المسافات . بينما تتحول الى حالة سائله بفعل تمددها وكبر حجمها . وتسمى هذا الحاله بعملية الانصهار . وبذلك تنتقل الى حالة السيوله . والمسافه الحراريه للانصهار هى المسافه الامنيه بين بدء ليونة الجسم وهذه المصهورات تتحول الى الحاله الصلبه بالتبريد . وهى عملية عكسيه لعملية الانصهار وفيها يتجمد الجسم فى درجة حراره معينه وهى درجة انصهاره وتظل درجة حرارته ثابته مهما كانت عوامل تبريده وذلك حتى يتحول للحاله الصلبه

٣-حالة فوق الانصهار :-

وهى الحالة التى تنخفض فيها درجة حراره بعض السوائل الى درجة حرارة اقل من درجة تجميدها وذلك دون ان تتجمد وحين ذاك يسمى السائل انه سائل فوق الانصهار وتتم هذه الحاله فى الغالب عند تبريد الجسم المنصهر وهو فى غاية السكون وكانه خاليا من اى جسم صلب بداخله ويكفى حدوث اضطراب سريع او تسرب بعض المواد الصلبه الى الداخل لتجميد كل السوائل الفوق منصهره

٤-حالات التجمد :

والتجمد هو تحويل المصهورات الى الحاله الصلبه من خلال التبريد والتجمد هو عمليه عكس الانصهار وكلما اخذ الجسم فى التجمد ظلت درجة حرارته ثابته مهما كانت عوامل تبريده وذلك حتى يتحول باكمله الى حالة الصلابه وبالتالى يصحب عملية التجميد انبعاث للحراره تظل بسببها درجة حرارة الجسم ثابته بالرغم من تجميده وتتجمد المصهورات الى صلابه على عدة مراحل وحالات مختلفه ومثال ذلك الاتى :-

- التجمد البلورى

وفى هذه الحاله تتجمد المصهورات على شكل بلورات . والتجمد الايوتيكى هو تجمد مصهور من مزيج من مواد معينه وبنسب محدوده وفى درجة حراره ثابته اما التجمد الغير متبلور او ما نعرفه بالتزجيج . هو عباره عن تجمد غير بلورى ويتم فيه تجمد المصهور عند تبريده تبريدا كاملا حتى يتكون جسم زجاجى والشكل رقم ٣٨ يوضح ذلك ويحدث التزجيج فى حالة عدم توفير المناخ المناسب لنمو البلورات وذلك من تبريد سريع وزيادة لزوجة المصهور عند تبريده او عدم وجود مواد متطايره للعمل على خفض من لزوجة مكونات مادة التزجيج وكذلك هو السبيل المنظم لمعرفة مكونات خلطات التزجيج



شكل رقم (٣٨)

) فازة ٣٠سم كمثال لطلاء بللورى، وتبدو فيه البلّورات النامية والمتفرقة التى تنمو فى الطلاء أثناء تبريده وتجميده، من أعمال الخزاف (جيديث ونسلى)

٥-اهمية استعمال حساب التزجيج فى تكوين الخلطات وهى :-

أ- حساب خواص الطبقات المختلفه فى التزجيج وتعديلها حتى تطابق المواصفات المطلوبه وندرك اهمية ذلك عند موازنة تمدد طبقات التزجيج مع معاملات تمدد اسطح الاجسام المنفذه عليها

ب- الحصول على المواد المتوفره والمتيسره التداول والارخص ثمنا لانتاج مادة التزجيج – كما يجب الاهتمام بالاتى للحصول على تزجيجا صحيحا

١- النقاء التام للمواد المستخدمه فى خلطات التزجيج بحيث لا يقل عن ٩٨% نقاء مع تطبيق المواصفات المطلوبه لكل ماده مع ملاحظه عدم وجود شوائب غريبه ضاره للمواد حتى لا تؤثر على جودة طبقة التزجيج

٢- اهمية التاكد من ان المواد الاوليه المستخدمه فى الخلطات تنتهى فى درجات النضج المحدده للعمليه سواء تم النضج فى درجات حراره منخفض او عاليه

٦-العوامل المؤثره فى انصهار خلطات التزجيج

أ- التركيب الكيميائى والتكوين المعدنى

ب- نعومة الخلطه ومدى تجمع اجزائها وتجانسها

ت- كثافة الخلطه ومدى مساميتها

ث- معدل درجة الحراره

ج- الضغط الواقع على الجسم خلال عملية الحرق

٧-التاثيرات اللونيه على الاجسام الخزفيه

تظهر للتاثيرات اللونيه بوضوح على الاجسام الخزفيه بالصور الاتيه :-

أ- شفاف او معتمه

ب- بيضاء او ملونه

ت- لامعه او غير لامعه

ويتم هذا بفعل درجات الحراره وتفاعل كل مواد التلوين ومواد الصهر وكذلك الثبات فى التراكيب الزجاجيه والتى تظهر على شكل دقائق لونيه دقيقه منتشره على سطح الطلاء الزجاجى وذلك عن طريق انعكاس الاشعه اللونيه التى تصدر على المسطحات الخزفيه وتعاملها مع الضوء .والالوان والخامات الخزفيه المستخدمه فى التزجيج هى شديدة الحساسيه لاى تغير يحدث فى مكوناتها وايضا فى ظروف تكوينها وكذلك المعاملات الاوليه لاعدادها واساليب التطبيق وكذا درجات الحراره ونوعية الافران المستخدمه . فقد يكون التاثير اللونى ناتجا عن الخامه المستخدمه ومدى ملائمتها فى الاستخدام وتفاعلها بعد عمليات النضج والتبريد

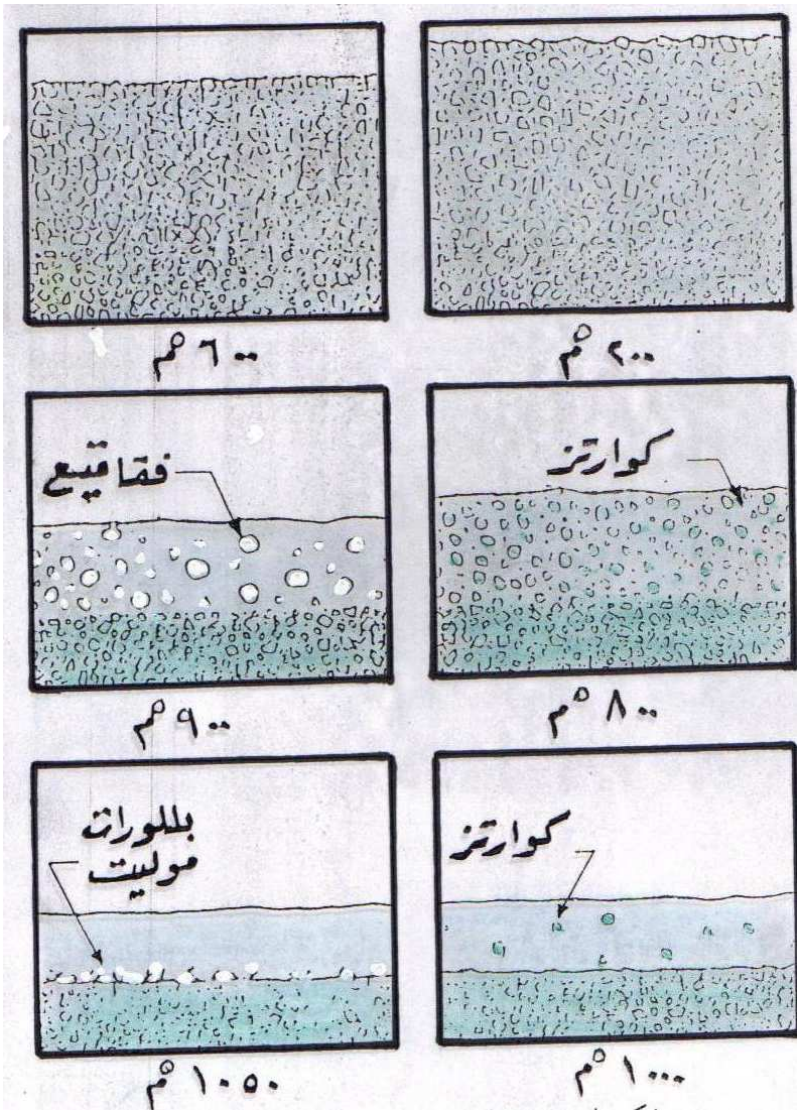
٦- التدريب العملى للطلاب وتنفيذ تمارين تحقق جودة التصاق الطلاء الزجاجى عند التغطيه وانعدام ظاهرة التشقق

تتكون الطلاءات الزجاجيه من مصهور زجاجى عالى اللزوجه حتى يكسب المشغولات الخزفيه طبقه زجاجيه ملساء بينما يوجد بعض المواد فى حالة اضافتها للتكوينات الزجاجيه قد تكون لها تاثير يعمل على خفض لزوجةالمصهور الزجاجى وبالتالى يعمل على اكساب السطح الخزفى تاثير متبلور خلال عملية التبريد ومثال ذلك اضافة اكسيد الخارصيين والنيتانيا والماغنيسيا كما تؤثر كربونات الكالسويم على حجم البلورات عند اضافة الطلاء لانه يعطى فرصه لظهور تاثير وتكوين بلورات تظهر على اختلاف درجة حرارة النضج – كما ان معدل التبريد له تاثير فى الدرجات اللونيه كما ان الاكاسيد الملونه لها تاثير فى تحديد الوان الاجسام الخزفيه وكذا لون البلورات كما ان اختلاف اساليب الاعداد والتطبيق من خلال درجات الحراره فى التاثير الكبير فى حجم البلورات والتاثير اللونى لها . كما ان ظهور تاثيرات على هيئة حبيبات كبيره فوق الجسم الخزفى ينتج عن النعومه الزائده لمكونات الطلاءاو نتيجة خفق تماسك والتصاق الطلاء بالجسم الخزفى او مدى تفاعله مع الجسم الخزفى وذلك ناتج عن اذابة مكونات الجسم مثل (" السيليكا – اكومينا) وفى حالة ظهور عدم انسيابيه للطلاء بحيث يظهر على هيئة مستويات مختلفه للطلاء الزجاجى ومتداخله مع بعضها فهذا ناتج من استخدام اكسيد الرصاص او الزركون فى المكونات الزجاجيه وخاصة فى حالة التبريد للفرن وفى وجود املاح الكالسيوم والباريوم فى تكوين الطلاء او الجسم الخزفى فتتبلور هذه الاملاح على هيئة بلورات ذات اشكال مرتجله وتلقائيه وبالتالى فى حالة تغطية سطح الجسم الخزفى الملون بطبقه زجاجيه يختلف معامل التمدد للطلاء والجسم مما يسبب عنه التاثير التشقق ويظهر فى صورة منسق ارتجاليه وتلقائيه

١- جودة وملائمة الطلاءات :-

حيث ان تسوية الطلاءات الخام قد تختلف بعض الشىء عن تسوية الطلاءات الزجاجيه المنصهره . حيث انها لاتحتوى على مادة الزجاج الذى سبق صهره . بينما تحتوى على مواد خام تعمل على تفاعلها مع بعضها بعد ان تتحول الى زجاج لان الحرق الاولى يعمل على انكماش الطلاء الخام مع بعضه وذلك كما يوضح الشكل رقم ٣٩–

وتزداد كمية الزجاج بسبب انصهار المواد الخام وتظهر الفقاقيع تدريجيا الى السطح ثم تنخفض ويستمر ذلك حتى تنصهر جميع المواد الخام ما عدا بعض المواد مثل (الفلنت) وذلك فى درجة حراره ٦٠٠ درجه مئويه تقريبا وبعد تمام النضج يكون الطلاء خالى تماما من الجزيئات الصلبه والفقاقيع عند درجة حراره ١٠٥٠ درجه مئويه وكما يوضح الشكل



شكل رقم (٣٩) تطوير عملية نضج تزجيج مزجج

٢- انعدام التشقق

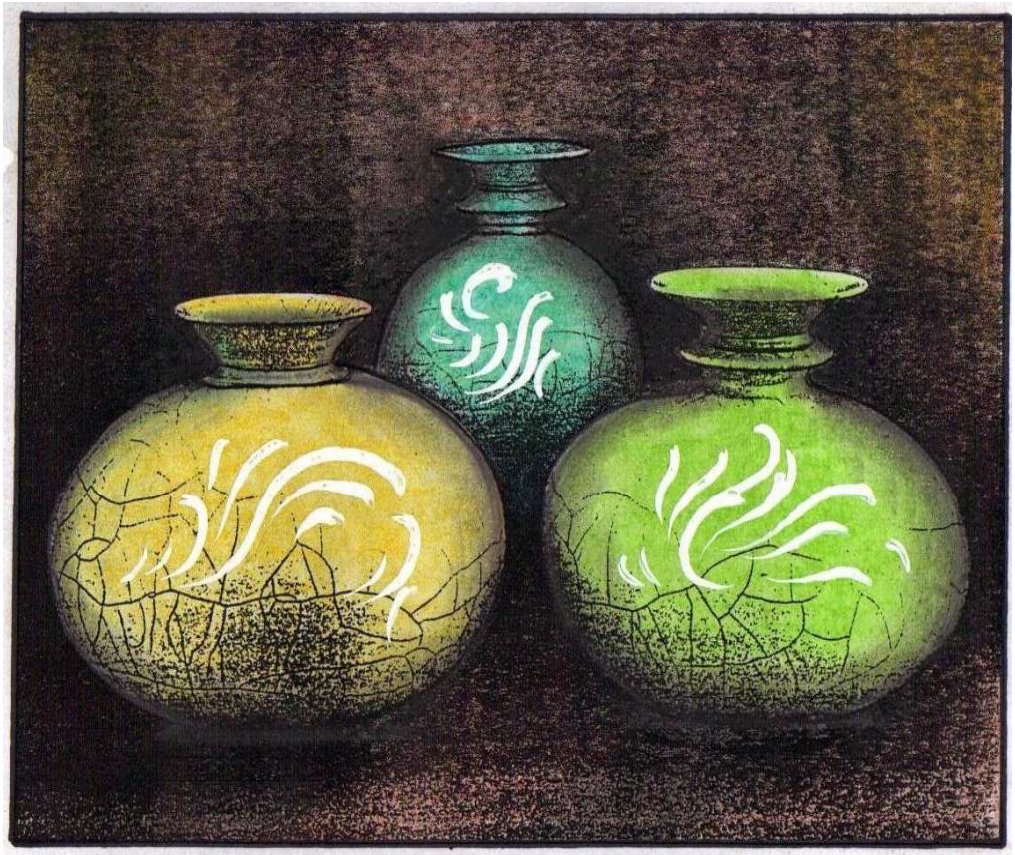
ان تداركنا لاسباب التشقق يجعلنا نسعى لمنعه باتباع الاتى

أ- نضج الجسم حتى يمكن تقلصه اكثر

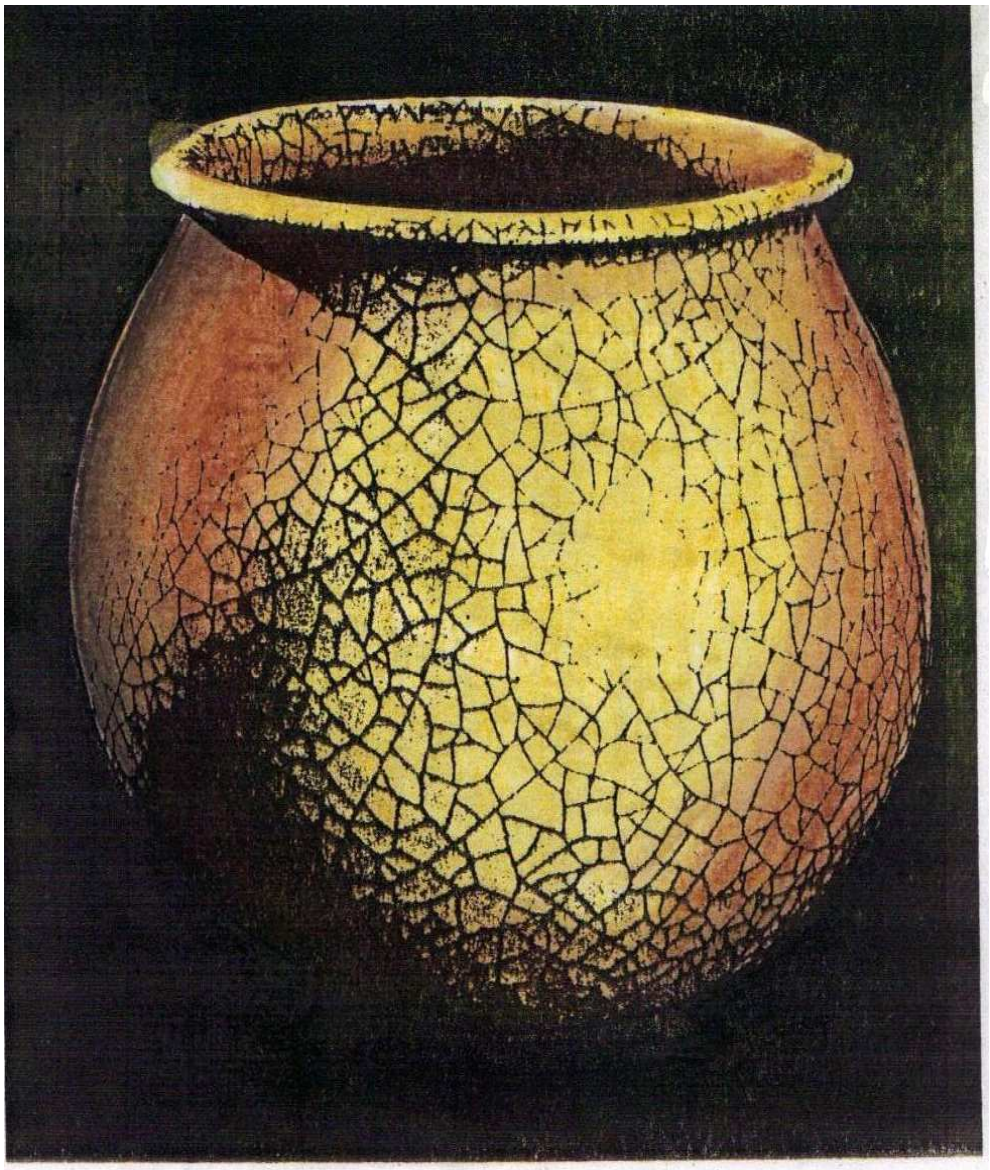
وباتباع هذه الطريقه فان العنصر الاكثر ميلا للتقلص يجب العمل على زيادته مما يؤدى الى قلص الجسم الخزفى كله تقلصا ذاتيا – حيث اتضح لنا بالتجارب ان التبلور الصخرى او ظهران الخزف (الكوارتز) قوى التقلص وبالتالى يجب زيادة مقدار هذه الماده فى المزيج الذى سيتم صنع الجسم منه

ب- تصحيح الطلاء حتى يمكن تقليصه اكثر

واذا لم يكن باستطاعتنا تغير تركيب الجسم . فاننا نقوم بتغير تركيب مواد الطلاء وبالتالى نقلل قدرة الطلاء على التقلص بتقليل مقدار مادة السيليكا (البلورى الصخرى) ونقوم بزيادة مقادير مادة اكسيد البوريك كما نقلل من مقادير القلويات مثل (الصودا والبوتاس) وبذلك يتم تقليل تقلص الطلاء – كما يجب ان ندرك ان زيادة مادة السليكا تعمل على تقليل التقلص لان السليكا تعمل على التقلص- فى حين اننا نريد مقدار هذه الماده (السيليكا) فتعمل على تثبيت التقلص لانها تكون فى الطلاء على هيئة بلورات مما يساعد على التقلص لانها فى الطلاء تكون على شكل زجاجى ويمكننا تجنب التشقق بزيادة او نقصم عنصر له اهميه وبذلك نحدث تعديلا كبيرا فى درجات الحراره اللازمه للتسويه كما يوجد بالاسواق طلاءات منصهره وكثيره وبالتالى يمكن للخزاف المبتدىء ان يحصل عليها وما يتناسب كل جسم خزفى – وبالتجارب الكثيره نستنتج ان الطلاءات الغير اللامعه هى اقل تعرضا للتشققات بخلاف الطلاءات اللامعه حيث ان البلورات تعمل على تقويتها وبالتالى تسمح بالضغط والتمدد والاشكال رقم ٤٠ و ٤١ توضح اشكال التشقق فى حالة استخدامها كشكل جمالى



شكل رقم (٤٠) ثلاث قناني خزفية مطلية بالطلاء الزجاجي ذي التشققات الزخرفية من صنع الخزاف دافيد روبرتس



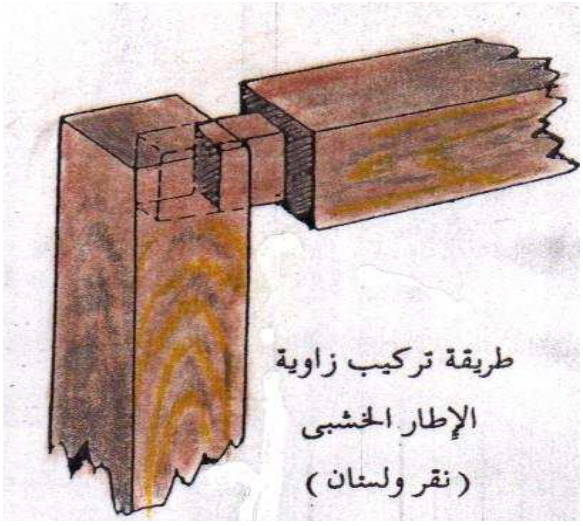
شكل رقم (٤١)) آنية من الخزف الزلطى ذو طبقة طلاء مشققة بفعل الحرارة (١٢٧٥°م – ٢٣٣٠°ف)
وقد ترك اللون الغامق بين التشققات تأثيراً فنياً جميلاً – صنع الخزافة جوليا كولمان

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التدريب العملى للطلاب على تنفيذ تمارين نافعه تحتوى على الزخارف والمشغولات الخزفيه بالاساليب الاتيه :-

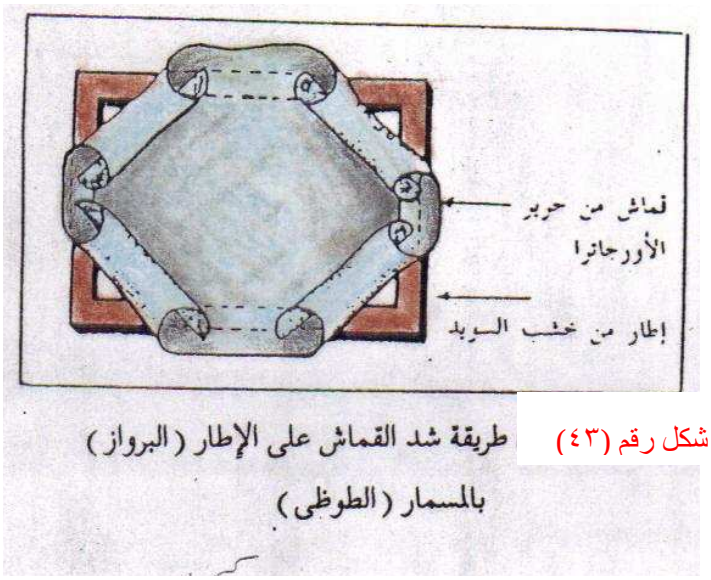
١- الزخارف والرسوم بالملونات الزجاجيه باسلوب الطباعه المساميه (الشبكات الحريريه) وذلك يدويا

أ- نقوم باعداد اطار خشبى اكبر من مساحة التصمييم المقترح كما فى شكل ٤٢



شكل رقم (٤٢)

ب- نقوم برسم التصميم مفرغ (استنسل) على الشاشه الحريريه المشدوده باحكام على الاطار الخشبى الذى تم اعداده مسبقا . كما يوضح الشكل ٤٣



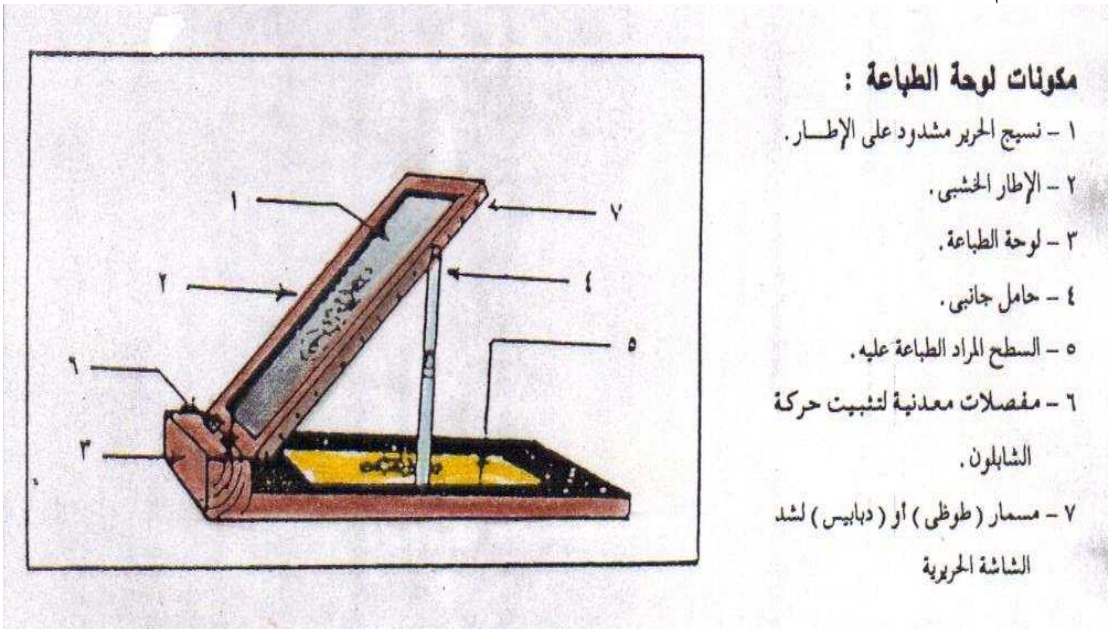
شكل رقم (٤٣)

ت- يتم تفريغ التصميم على ورق من نوع خاص ومزدوج ويسمى (بروفيلم) ويتم تغطية الرسم المفرغ بدقه فائقه بحيث لا يؤثر فى ورقة البطانه او الظهر .

ث- يوضح النموذج المفرغ وبطانته على الشاشه الحريريه بوضع مقلوب . ثم نضغط عليه بمكواه ساخنه .

ج- يتم نزع الورقه العليا (الحمايه او البطانه) ويظل الرسم المفرغ . وهى طبقه تشبه الجملكه لتكون ملتصقه بالشاشه الحريريه باحكام لتكون مساحة الارضيه مغلقة المسام بينما مساحة عنصر التصميم او الرسم المطلوب مفرغه .

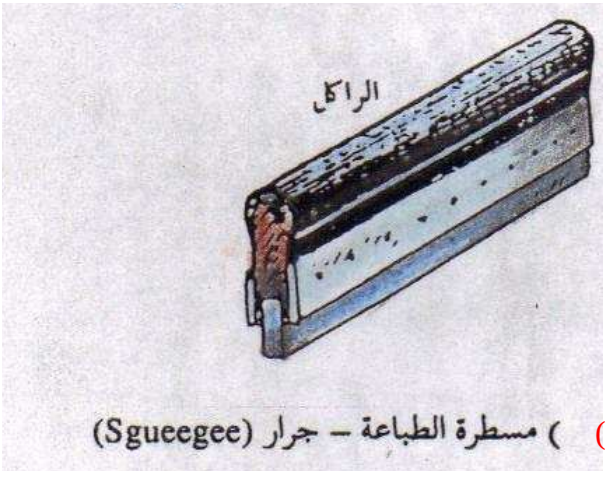
ح- نقوم بتثبيت الشبلونه على لوحه ثابتة أو منضده الطباعه بحيث لاتتحرك خلال عمليه الطباعه . وذلك كما يوضح الشكل رقم ٤٤



شكل رقم (٤٤)

خ- نقوم بوضع السطح الخزفى المطلوب الطباعه عليه تحت الشابلونه

د- نقوم بوضع اللون على اول الشابلونه ثم نقوم بسحب وجر اللون بمسطره الطباعه المطاطيه (الراكل sgueegee) كما يوضحها الشكل ٤٥ وبالضغط عليها خلال عملية سحب اللون على المساحه الكليه للشبلونه .



شكل رقم (٤٥) (مسطرة الطباعة – جرار (Sgueegee)

نلاحظ ان اللون خرج من خلال فتحات وعيون الشاشه الحريريه والشكل رقم ٤٦ يوضح بعض الرسوم التى تم صنعها بالشاشه الحريريه .



(مجموعة مختلفة من بلاطات الأجر (القرميد) والقيشاني وقد نفذ علي رسوم مطبوعة بالشاشة الحريرية (السيلك سكرين)

شكل رقم (٤٦)

- التدريب العملى للطلاب على تنفيذ الزخارف على المشغولات الخزفيه باسلوب الطباعه المسامية(الشبكات الحريريه) وذلك أليا وطريقة الطباعة آليا هي نفس مضمون الطباعة يدويا وذلك من حيث الشابلونة والشبكات الحريرية واللون المستخدم والراكل الذى يعمل على سحب اللون على الشاشه مع اختلاف طريقة التنفيذ وكذا الالات التى تعمل علي زيادة وسرعة الانتاج وتبقيه اعلى وذلك كالاتى :-

أ- يتم تجهيز الشابلونات الثابته فى مكانها على اله تعمل على هبوط الشابلونه على السطح المطلوب طبعه

ب- يتم لصق السطح المطلوب طبعه وتحريكه واحده تلو الاخرى على سير من الكاوتشوك تحركا لانهائيا .

ت- تتم عملية الطبع بواسطة زراع فى نهاية الراكل . وذلك بالضغط على سطح المنتج بالزراع

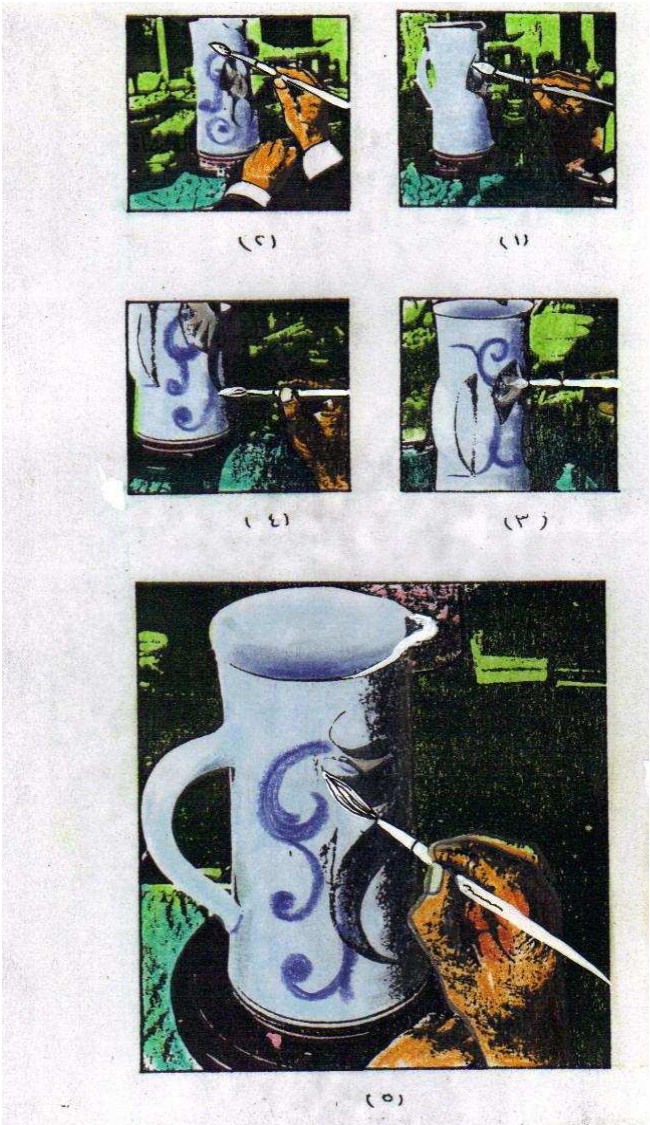
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ث- يتم سحب الراكل بعد وضع اللون اليا بواسطة الزراع الالى على الشابلونه والذى يرتفع اليا بعد تمام عملية السحب من بداية الشبلونه حتى نهايتها

ج- يسير المنتج والملتصق على السير الكاوتشوكى يحل محله مجموعه شابلونات مره اخرى ليتم طبقه ويتكرر رفع وتغيير الشابلونات حسب الرسوم المطلوبه حتى تتم مع عدة مراحل تختلف باختلاف الشابلونات وتتوحد فى الشكل العام حيث ان الشابلون الاسطوانى (الروتارى) يتغلب على جميع مشكلات الطرق الاخرى كما تستخدم هذه الالات فى طباعة المنسوجات وورق الحائط والاعلانات كما تستخدم فى طبع بلاطات السيراميك والقيشانى وجميع المشغولات ذات الانتاج الكمى

٢- التدريب العملى للطلاب على تنفيذ تمارين نافعه توضح كيفية تنفيذ الزخارف والرسوم بالملونات الزجاجيه (الماجيو ليكا) (magiolica)

- مقدمه تاريخيه :- اعتاد التجار الايطاليون شراء شحنات بضائعهم من الخزفيات من جزيره (ماجوليكا) الاسبانيه وعودتهم بها الى ايطاليا ولذلك عرفت الماجوليكا او المايولكا والماجوليكا .هو طلاء زجاجىقصديرى تم تطبيقه على الاوانى الايطاليه فى منتصف القرن التاسع عشر وانتشر فى روما ودوكيا وفلورنسا بواسطة الخزاف (اوليس كانتاجالى) الفلورنسى . ثم تم تقليد هذه الاوانى الايطاليه وسميت (ماجوليكا) فى مصنع البورسيلين فى برلين بواسطة الخزاف (منتون) عام ١٨٦٠م وبالتالى انتشر اسم (ماجوليكا) ليقتصر على الاوانى الكريمه بارزة النقوش وبالطلاء الملون والمستخدم فيها الطلاءات الذهبيه . والماجوليكا طريقه للزخرفه حيث يطبق اللون للزخرفه على سطح معتم مبلل خفيفا ومطلى دون حرق (الطلاء الاساسى يكون دائما بلون فاتح او ابيض) ويستخدم الطلاء كارضيه للزخرفه ويكون اللون فى شكل زخارف ملونه او طلاء تحتى والذى يمكن ان يستخدم الفرشاه فى تطبيقه وتنزيله او بطريقه الضاغط او الرش على الجسم وبالتالى عندما يتم حرقه وتسويته فان السطح اللونى يلتحم ويلتصق مع الطلاء بالارضيه وذلك كما يوضح الشكل ٤٧



(٤٧) تنفيذ زخارف الماجوليكا بالملونات على سطح آنية مطلية بطلاء أبيض كارضية للزخرفة دون حرق باستخدام الفرشاة

اهتم خزافو اسبانيا (فينيسيا) عام ١٤٠٠م بإخراج نماذج متميزة حيث أن الأواني المصنوعة من الخزف العادي ذات الطلاء العادي (الرصاص القصديري) قد تمت بصفة عامة بزخرفتها تحت الطلاء الزجاجي وملونة باللون الأزرق الكوبالتي مع بريق معدني ذهبي الصفة وانتشرت هذه النوعية من الخزف في إنتاج أواني المائدة في الأسر الراقية (النبلاء) وعلية القوم واضحا ذلك في الأطباق والسلاطين الكبيرة والأباريق ونوعيات من قنينه الدواء التي كانت تأخذ أشكال إسلامية . وفي منتصف القرن الخامس عشر إنحسر خشب (فينسيا) علي الأسر النبيلة خصيصا في إيطاليلا حيث يناسب أزواق تلك الطبقة من القوم وكان واضحا في وحداته الزخرفية علي الدروع أو صور المبارزة وحلقات المصلارعة . كما لاوحظ خلال هذه الحقبة من التاريخ وجود أطباق مزخرفة من الوجهين وغالبا ما يتم رسم حلبة المصارعة علي السطح السفلي للطبق والذي يوضحة الشكل ٤٨. كما أجمع النقاد أن أعمال الفرشاة لم يتفوق عليها أي عمل خلال التنفيذ كما حاول الخزافون في جميع انحاء اسبانيا محاكاة وتقليد اوانى فينيسيا الخزفيه من حيث البريق واللمعان وذلك على سبيل المثال فى مراكز التيدول وتلافيرا وبلارينا فى توليدو وايفا فى برشلونه حيث كانت طريق الصنع متطابقه لاعمال فينيسيا الا ان كان هناك اختلاف فى الطلاء الزجاجى وطابع البريق والتى كانت تعمل على سرعة التميز بين انتاج مراكز الانتاج المختلفه

- بمرور القرن الخامس عشر تناقص استخدام التصميمات ذات الطابع الاسلامى والذى كان منتشرا فى مدن اسبانيا بفضل المغاربه . وانتشرت الرسوم التمثيليه تلبيه لاحتياجات السوق والذى يعد مقتصرا على النبلاء وحدهم وبالتالى اصبح الخزف الاسبانى عنصرا تجاريا بالغ الاهميه بفضل بريقه المعدنى المتميز

٣- الماجوليكا

بحلول منتصف القرن الثالث عشر اخذ الخزافون الايطاليون التعامل مع الخزف المتعدد الالوان وكذلك المحفور "السجرافياتو" وفى نهاية هذا القرن انتشرت العديد من الورش الصغيره فى البلاد لانتاج الخزفيات المختلفه والتى ساد فيها استخدام اللون الاخضر (النحاس) تحت الطلاء – او البنفسجى المائل للاسود (منجنيز) بينما كان اللون الازرق على الارضيه البيضاء وهو اقل استخداما . وكان يغلب على انتاجهم لجسم الاوانى اللون الوردى او الابيض والذى يحتوى على زخارف محدده بخطوط سوداء وما بينها مساحات خضراء او زرقاء وكانت تشبه ما تنتجه مراكز مثل (سانتس) و (بافونا) بايطاليا . اما الاوانى المتعارف عليها فكانت عباره عن سلاطين واطباق واوعيه ذات الشكل البصلى ولها زوج من الايادى على جانبى الجسم . والشكل رقم٤٩ يوضح ذلك .



شكـــل (٤٩) قنينة للادوية وطبق من فلورنسا ، ١٤٥٠م

كما شاع فى هذه الاونه استخدام البريق الذهبى والياقوتى والفضى مع ازرق الكوبالت وذلك كلون منفرد . حيث بدأ انتاج الخزفيات الملونه بالوان متعرجه مع التعامل بدقه مع التفاصيل يؤهلها للتالق مهما اختلف زاوية الرؤيه واستقبال الضوء . وذلك كما يتضح فى الشكل رقم ٥٢



شكـــل (٥٢) أبريق ذو بريق معدنى (دورتا) ١٥٢٠م

ومع تداول الرسوم القصصيه المضمونه قامت الورش الفنيه فى (ديروبا) و (وجوبيو) بانتاج اعداد كبيره من الاطباق المزخرفه بتماثيل نصفيه . وجوه جانبية لوجوه اشخاص . كما يمكن تنفيذ الماجوليكا بطريقه الحفر خلال الطلاء (يستخدم فى ذلك نوعية الطلاء الذى لم يتم غلق جانبى الحفر على الطلاء اثناء عمليه الحرق والتسويه) وذلك باداة مدببه وبعد عملية الحرق تظهر الخدوش المجزوزه للتصميم فوق الطلاء على هيئة تصميم تخطيطى والشكل رقم ٥٣ يوضح ذلك . وذلك بلون الفخار .



) طبق إيطالى يحكى قصة من القرن السادس عشر ومزخرف بطريقة الماجوليكا ومطلى بدهان لوستر معدنى فوق الطلاء

شكل رقم (٥٣)

ومن المتعارف عليه لدى الخزافين ان طلاءات الماجوليكا سواء كانت ملونه او زجاجيه هى الطريقه الوحيده لتغطية سطح الجسم الطينى وبملمس خاص حيث ان هذه الطلاءات بالوانها تنتج عن تفاعل كيميائى للخامات اثناء عملية التسويه داخل الافران وبدرجات حراره معلومه . والشكل رقم ٥٤ يوضح ذلك .



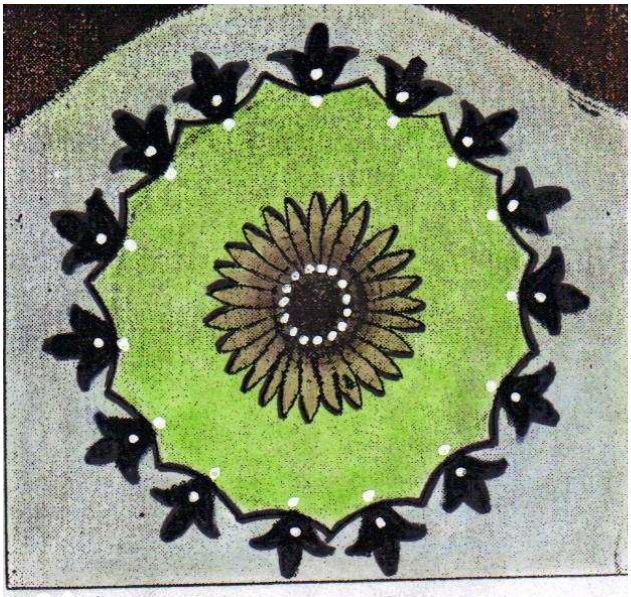
) إناء من خزف الماجوليكا من تصميم هنرى تاونسند، منتون ١٨٦٠م

شكل رقم (٥٤)

٤- خزف وطلاء الماجوليكا : magolica ware

وطلاء الماجوليكا هو طلاء زجاجى معتم ذو سطح لامع وعادة يضاف اليه اكسيد القصدير ليجعله ابيضا عتما واذا اردنا اطفاء الجسم الخزفى فيضاف الي الطلاء الشفاف ماده (اكسيد القصدير .tih – enamel (ق ٢١) حتى يصير ابيض لبنى . ومن اصنافه الممتازه خزف (دلفنت delfet) الهولندى والذى يستعمل فيه طلاء ميناء القصدير وذلك لتغطية الجسم الخزفى الاصفر اللون (تقليد الخزف الصينى الراقى والمعروف بالبروسلين) كما تعطى القطع الخزفيه التى تستعمل للتثبيت فى اللحام وما شابه ذلك بطلاء معتم ليكون سطح ناصع البياض

وزخارف خزف (دولفت) تعتبر نوع متميز من الزخارف حيث ان الصبغه (وهى من الكوبالت عادة٩ يتم طلائها فوق سطح الطلاء الزجاجى غير المحروق مباشرة . والطلاء الزجاجى يكون من ميناء القصدير حتى لايظهر من خلاله اللون البرتقالى المصفر للجسم الخزفى حيث يجب اجراء الطلاء بسرعه بواسطة الفرشاه المملوءه (مملوءه بالشعر المحمل بالطلاء) حيث لا مجال للتردد او التصحيح ولذا فان هذه الطريقه تسمح بحريه فى التنفيذ وكذلك جراءه والشكل رقم ٥٥ يوضح ذلك



شكـــل (٥٥) زخرفة زرقاء بسيطة على طبق
(دلفت)

٥- التدريب العملى للطلاب وتنفيذ تمارين نافعه للزخارف والرسوم فوق الطلاء الزجاجى السابق النضج وذلك كالاتى :-

١- مقدمه تاريخيه

عرف الاوروبيين الفخار الابيض والمطلى بالطلاء الزجاجى فى وقت قصير . حيث اتجه الصناع المهره الى تنفيذه وبدقه حيث ان لهم التصميم والرسم فوقها بالوان التزجيج ومع وجود تصميمات بسيطه لهم الا انهم قامو بتنفيذ تصميمات ورسوم اخذت منهم الجهد الكثير مثال ذلك مصانع (سبود – مايسن – سيفر) كما اشتهرت هذه التصميمات بالرسوم المعقده للازهار ورغم كل التقدير لمهاراتهم الفائقة إلا ان هذه النوعيه ليس عليها الاقبال المتوقع ومثال ذلك الشكل رقم ٥٦



(٥٦) إناء من البورسلين الأبيض – منفذ عليه رسوم دقيقه معقدة
من الأزهار بالوان (أوفر جليز)

حيث لوحظ ان اخراج القطع الفنيه لا يحتوى على اى نوع من الزخارف على الاطلاق بينما كان الاهتمام بالالوان والملمس . اما فى الولايات المتحده الامريكيه فقد شاع الرسم على الصينى حتى القرن التاسع عشر تقريبا .

كما انشات المدارس فى هذه الحقبه تضاهى الاعمال الخزفيه الاوروبيه تماما والشكل رقم ٥٧ يوضح ذلك

علما بان القائمون على الخزفيات يستوردون جميع خزفهم وكان جهدهم مقتصر على التصميم والرسم والشكل العام للالوان وسادت هذه الفتره ثم انتهى حماس المنتجين لزخرفة الصينى قبل عام ١٩١٠م والشكل رقم ٥٨ يوضح بعض اعمالهم



شكل (٥٧) طبق من البورسلين الأبيض المفرغ إطاره الخارجي – ورسم في وسطه زهور تقليداً للخزف الأوربي

شكل (٥٨) طبق من الخزف الأبيض البسيط ورسم يدوياً بألوان زجاجية فوق الطلاء

٢- الزخرفه فوق الطلاء

عندما كانت الزخارف فوق الطلاء الزجاجى يتم حرقها بدرجة حراره منخفضه نسبيا وبالتالى كان من اليسير استخدام الوان عديده واكثر لمعانا ولكنها تكون اقل ثباتا والتصاقا . ورغم ان الزخارف تعتبر مرحله اساسيه وجوهريه مثل التى تحت الطلاء underglaze فهى تعطى انطباع بأنها لمسات سطحيه.

٣- الالوان فوق الطلاء overlaze colors

ويتم صنع هذه الالوان من صفات وما هى (طلاء سهل النضج) حتى يسهل التزجيج للون والتصاقه بالطلاء مع مادة معتمه وماده حامله للون حتى يمكن استعماله بالمرقاش بسهوله .كما ان الصفات المستخدمه فى الزخرفه فوق الطلاء تشبه كثيرا الالوان المستخدمه تحت الطلاء الا انها ذات تشكيلات لونيه اوسع وانسب . علما بان هذه الالوان تنضج فى التسويه فى درجة حراره منخفضه نسبيا (حوالى مخروط ١٦ : ٧٥ درجه مئويه) تقريبا . وبالتالى يجب اضافة صاهر ليساعد على الانصهار مع سطح الطلاء الزجاجى وغالبا ما يكون من نوع بورسيلكات الرصاص والجدول فى الشكل يوضح ٥٩ يوضح مساعدات الصهر .

المـــادة	الألـــوان الزرقـــاء	الألـــوان الأرجوانية	الألـــوان الذهبيـــة
أحمر الرصاص	٥٠ – ٨٠	٣٧	٥٠
زلط خزفي	٥٠ – ٢٠	١٥	٢٥
بوراكس		٤٨	
بوراكس مصهور			٢٥

جدول شكل (٥٩) مساعدات صهر مواد زخرفة فوق التزجيج

وفى حالة حصولنا على الوان قاتمه فوق الطلاء . فيجب اضافة ماده قاتمه ومعتمه لخلطة الطلاء الزجاجى والغير قابله للذوبان وبالتالى يمكن اضافتها عند الطحن . والعناصر المعتمه المتعارف عليها هى اكسيد القصدير واكسيد الزنك والزركونيا والتيتانيوم مع ملاحظة عدم استعمال الزنك والقصدير مع اخضر الكروم .

ومن خلال تجارب خلط الالوان يمكننا ان نصل الى نتائج مبهره حيث ان الالوان فوق الطلاء لا تمتزج بسرعة مع بعضها من الالوان الزيتيه . وخاصة الالوان التى تحتوى على الحديد فكثيرا ما تعمل على تغير اطيان الالوان التى تضاف اليها فى الخليط.

٤- الالوان التجاريه الخاصه بالرسم فوق الطلاء

ويتم شراء هذه الالوان على شكل مساحيق يتم مزجها بوسيط من نفس بائع المساحيق وعادة ما يكون هذا الوسيط زيتيا كثيفا يتم تخفيفه بالتربنتين . علما بان بعض المزخرفين يستخدمون الصمغ السائل مع المساحيق.

٥- استخدام الالوان فوق الطلاء application of overglaze

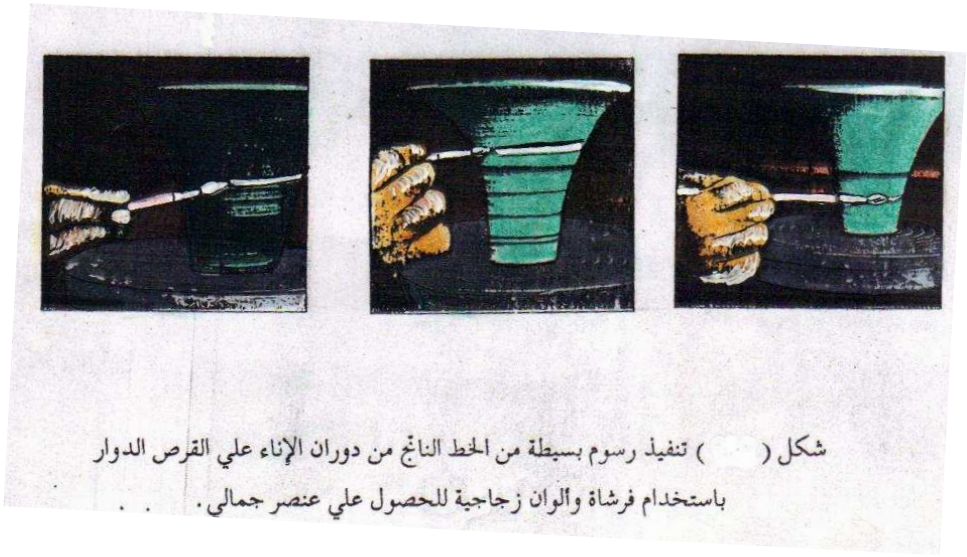
فى حالة تنفيذ الرسم اليدوى فوق الطلاء الزجاجى باستخدام المرقاش (الفرشاه) ولنحصل على افضل النتائج مع تحقيق الاقتصاد من خلال العمليات . فعلينا ان نرشح اجود المراقيش وتحسن صيانتها بعد العمل . كما يلاحظ اهمية قوام اللون المستخدم حيث يحتوى على ماده دهنية او زيتا طيارا . (يباع مجهز للعمل مباشرة) فى التصوير والرسم مع الطلاء الزجاجى . مع اهمية اختيار عناصر صغيره فى حالة ما اذا كان الخزاف مبتدا حيث ان التصميم البسيط يلاقى قبولا . اكثر من التصميم المعقد وتنفيذه رديئى . والشكل رقم ٦٠ يوضح استخدام الفرشاه فى التلوين فوق الطلاء–



) إستخدام الفرشاة (المرقاش) في تطبيق ألوان الطلاء الزجاجي

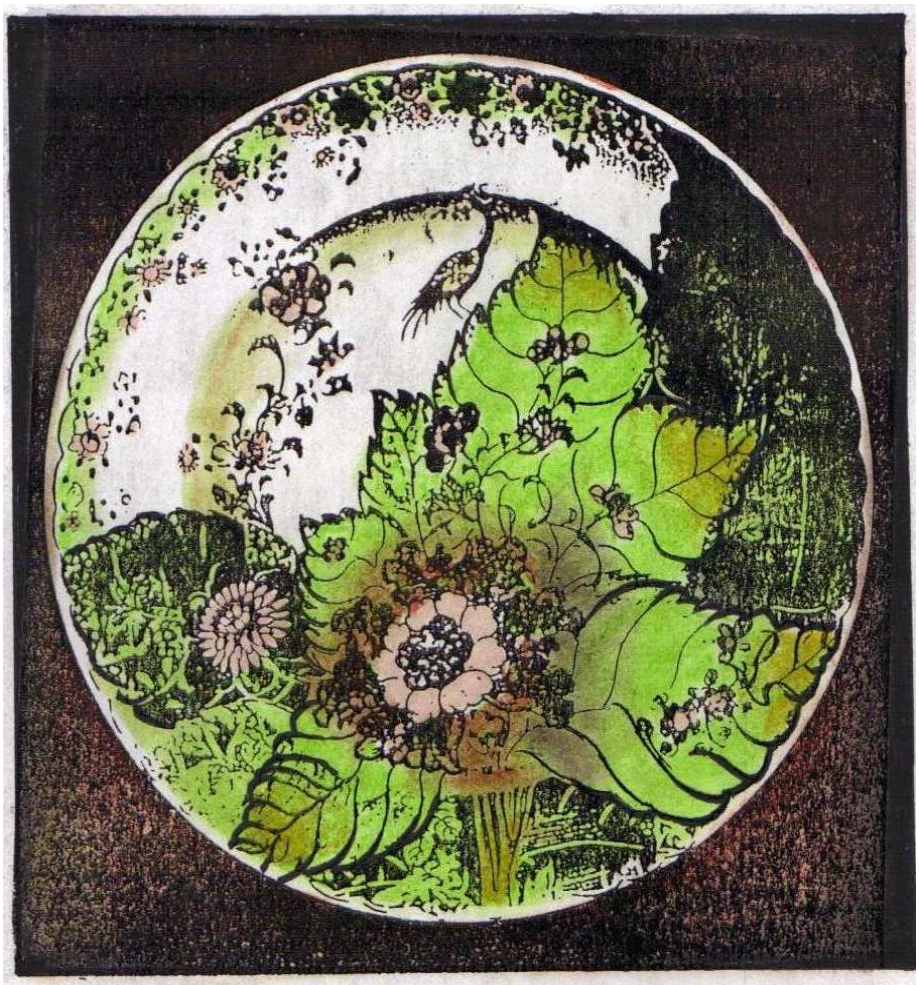
شكل رقم (٦٠)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل ( ) تنفيذ رسوم بسيطة من الخط الناتج من دوران الإناء علي القرص الدوار
باستخدام فرشاة وألوان زجاجية للحصول علي عنصر جمالي.

كما يجب ان نقر ونؤكد ان تنفيذ هذه المشغولات الفنيه بايدى مزخرفين مهره وتحت اشراف مزخرف قدير ومتمكن من تنفيذ الزخارف والرسوم بدقه ومهاره ويتضح ذلك فى الاشكال الاتيه ٦١ ، ٦٢ ، ٦٣ ، ٦٤

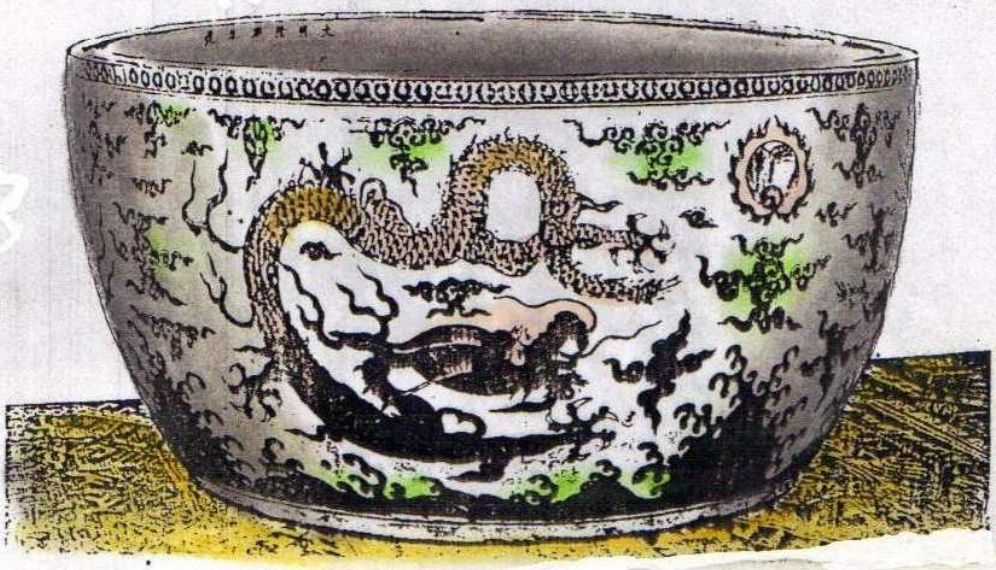


شكـــل (٦١) زخارف متراكبة ومتوازنة من الأزهار وأوراق النبات والطيور تغطى سطح أحد
الأطباق الصينية المصنوعة من خامة البورسلين والتى تدل على مهارة الرسام
فى استخدام الفرشاة والألوان الزجاجية فوق الطلاء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكـــل (٦٢) تصميم بسيط من الخزف الأبيض باستغلال الوان زجاجية على هيئة طبقات متراكبة فوق الطلاء ليعطى تأثيراً جميلاً



شكـــل (٦٣) إناء من البورسلين الأبيض الصينى مرسوم بعناصر رمزية "كالتنين المقدس" باستخدام الفرجون (الفرشاة) وألوان زجاجية فوق الطلاء يغلب عليها لون أزرق الكوبالت

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل ٦٤ تعليم التصوير ورسم التصميمات الفنية الدقيقة علي الأواني الخزفية فوق الطلاء الزجاجي تحت إشراف الخبراء والأساتذة المتميزين في هذا الفن في أحد مراكز صناعة الخزف الصيني.

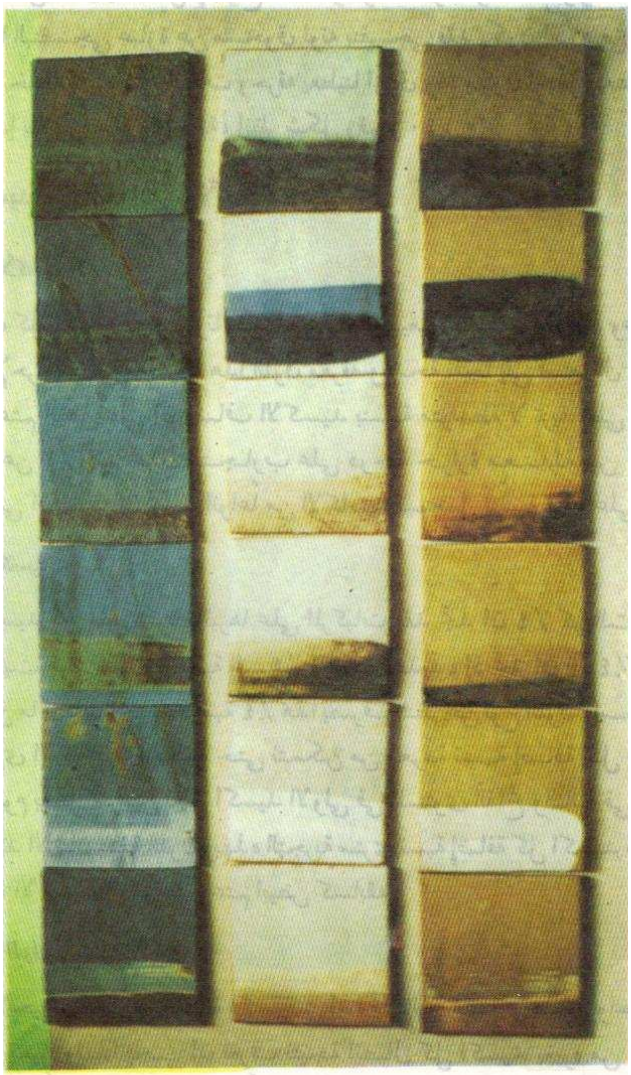
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الـبـاب الـخـامـس

التدريب العملى للطلاب على استخدام الخلطات والاصباغ على المنتجات الخزفيه مثل (الاكاسيد الملونه المختلفه) وذلك بتنفيذ تمارين نافعه خلال التدريبات كالاتى :-

١- الاكاسيد المعدنيه الملونه

وهى الاكاسيد (المساحيق) التى تستخدم فى تلوين وصبغ المركبات الزجاجيه (المكونات) كما تستخدم فى تجهيز المكونات الاخرى والمستخدمه فى الزخارف فوق المشغولات الفخاريه ذو الكساء الزجاجى – سواء قبل تغطيتها بهذا الكساء او بعده او بعد اتمام عملية الحرق (التسويه) . كما ان الاكاسيد هى الماده التى تستخدم فى تكوين المكونات الخاصه باعمال الرسم فوق المشغولات او صبغها وهى فى حالتها الطينيه (اى قبل حرقها) واجمالا يمكن ان نقول ان الاكاسيد هى المواد التى تضاف للمكونات الاخرى او استخدامها بمفردها لاخراج اى نوع من انواع الخزف الملون او المزخرف وباى طريقه من طرق التنفيذ . وبالتالى نستنتج ان الاكاسيد لها من الاهميه الكبرى والمؤثره فى الاخراج الخزفى بعد الدراسه الكافيه لمعرفه الغرض الكافى للنتائج التجريبيه الناجحه كما يجب دراسة كل اكسيد على حده وبالتجارب لادراك مدى تاثيره وصلته بكل خامات الاخراج الفنى والتى تدخل فى التكوينات ومدى تاثير درجات الحراره المختلفه من خلال عمليات الحرق . سواء فن افران مفتوحة أو ذات صندوق او حرقا عاديا . كما يجب الابتعاد وعدم الاكتفاء بالدراسه والمعرفه السطحيه والتى تقول ان اكسيد الكوبالت يعطينا اللون الازرق اذا اضيف لمكونات معينه او ان اكسيد النحاس يعطينا اللون الاخضر اذا اضيف لمكونات معينه وهكذا . فلابد اضافة هذه الاكاسيد بنسب خاصه على مكونات ومواد مختلفه النسب ايضا مع اختلاف حالة السطح عند استخدام الخليط . واختلاف درجة الحراره مع كل تجربه خلط وكذا اختلاف القائم بالتجارب نوعيه الفرن المستخدم . كل هذه الاختلافات ستؤدى الى نتائج غير مالوفه وغير متعارف عليها . تختلف باختلاف القائم بالتجارب ومدى خبرته حيث لابد ان يصل الخزاف لدرجة من الدرايه التى فيها اذا شاهد لون معين على قطعه فنيه معينه . فلابد ان تكون الاجابه حاضره فرزها فورا والتى تشير الى مكونات هذا اللون وكيفية الحصول عليه بلا تجارب وخاصة ان الاكاسيد (المساحيق) لها الوصف وصفان اى كل اكسيد له لون خاص به قبل الاستخدام ولون اخر بعد استخدامه وحرقه وهذا ما يضلل عديم التجارب كيفية اخراج الوان مرغوب فيها وتتناسب عناصر بعينها والشكل رقم ٦٥ يوضح ملاحظات اختيار الاكاسيد .



شكل (٦٥) بلاطات اختبار الأكاسيد

٢- الاكاسيد والعوامل الاساسيه لاستخدامها

أ- اللون الاولى للاكسيد

ان كل اكسيد من الاكاسيد له لونه الطبيعى والخاص به فى بداية استخدامه وبالتالى من اجل معرفة اللون الذى سيتحول اليه بعد ترشيحه للاخراج الفنى ويجب حرقه لمعرفة حقيقة هذا اللون فنيا وليس ماده خام وبالتالى نقوم باضافة الاكسيد الخليط الزجاجى المعتم الابيض بنسبه لاتزيد عن ٦% ولا تقل عن ٢% وذلك بالنسبه لاغلب الاكاسيد عند اضافتها . ثم نقوم بعملية حرقها وتسويتها فى درجة حرارة ما بين (٩٠٠ : ١٠٠٠ درجه مئويه)

ب- عمق لون الاكسيد

بدايه نقوم باضافة الاكسيد للخليط الزجاجى المعتم الابيض حيث ان الاكاسيد لها تاثيرات مختلفه على المكونات باختلاف كل اكسيد عن الاخر على حده من حيث عمق اللون بمعنى ان الكوبالت بنسبة ٤% يختلف كثيرا من حيث العمق اللونى لاكسيد الحديد وبنسبة ٤% ايضا اى ان الكوبالت ادى الى لون اعمق من الحديد مع توحد النسبه بينهما وبصرف الظر عن اسم اللون وحتى ندرك كيفية الحصول على عمق معين للون يجب عمل

تجربتين لكل لون على حده مثلا الاولى استخدام الاكسيد مع اللون الاحمر الغالى والتجربه الثانيه استخدام نفس الاكسيد على كل اكسيد ومدى تاثيره على الالوان والداكن من الفاتح لكل لون على حده

ت- تاكسيد الواحد على الاكسيد الاخر

بعد احضار الخليط الزجاجى الابيض المعتم ونقوم باضافة اكسيد الى الخليط الزجاجى وندرك تاثيره اللونى ثم نضيف اكسيد اخر على نفس الخليط وندرك مدى تاثيره اللوني وهكذا حتى ندرك تاثير كل اكسيد على الاخر خلال عملية الخلط

ث- قوة احتمال الاكاسيد

ان الاكاسيد تختلف وذلك من حيث تحملها لدرجات الحراره المختلفه وذلك بعد اضافتها للمكونات الزجاجيه وفى حالة حرقها وتسويتها نجد فيها مايزيد من قوة تحمل المكونات الزجاجيه من خلال درجات حراره عاليه ومما يساعد على سرعة حرق الكساء فى درجات حراره عاليه وبالتالى لابد من خفض درجة لتلافي ذلك التلف

ج- التاثيرات المختلفه للاكاسيد على المكونات

وللاكاسيد تاثيرات مختلفه على المكونات الزجاجيه من حيث حساسيتها بالتعامل على الطلاء فمنها ما يساعد على زيادة بريق الطلاء ومنها ما يقلل من البريق ومنها ما يسبب الشفافيه ومنها ما يمنع هذه الشفافيه

ح- اختلاف الالوان مع اختلاف الافران المستخدمه فى التسويه

حيث ان اضافة الاكاسيد للمكونات يختلف تماما فى النتائج النهائيه بعد الحرق وذلك تبعا لنوع الفرن الذى تم به التسويه (الحرق) ومثال ذلك اذا احضرنا خليط زجاجى مضافا اليه اكسيد نحاس وتم حرقه فى فرن مقفول ذا صندوق . فيتحول بعد الحرق الى اللون الاخضر واذا ما اخذنا نفس الخليط الزجاجى واضفنا نفس اكسيد النحاس وتم حرقه فى فرن مفتوح وبمعاملة خاصه (اختزال) خلال الحرق فتكون النتيجه ان يكون اللون زجاجيا احمر رغم انه فى التجربه الاولى وبنفس النسب كان اخضر

خ- اختلاف نتائج الاكاسيد ولونها مع اختلاف الطينه المستخدمه للتشكيل

ان الطينات ذات عناصر ومواد مختلفه النسب وذلك تبعا لتكوينها الطبيعى او تجهيزها الصناعى . وفى حالة تعرضها لدرجة حراره وهى مملوءه بالمكونات الزجاجيه تتفتح مسام هذه القطعه الفخاريه كالاسفنجه لتمتص وتجذب كل ذرات وعناصر المكون الزجاجى ومن خلال نفس المسام التى تمتص تفرز ايضا ذرات اخرى ومواد وعناصر اخرى وبالتالى يصبح الجسم فى حالة تعرضه للحراره فى حركه دائمه من الاخذ والعطاء وبهذا يتم التماسك الجسم بالمكونات الزجاجيه ويكون نتيجة لذلك أيضا دخول عناصر جديد من الجسم إلي الطبقة الزجاجية والعكس ومن هنا يجب التاكد من نوعية الطينه المستخدمه قبل الاستعمال كما يجب معرفة مكوناتها سواء طبيعيه او صناعيه

د- اختلاف نتائج الاكاسيد حسب نوع المكونات الزجاجيه المضاف اليها

فى حالة استخدام الاكسيد لاخراج لون ما من الالوان نقوم باضافة الخليط المكون من عدة مواد هى فى النهايه عباره عن خليط زجاجى اما استخدام الاكسيد فى حالته فيكون للحصول على لون معين ومن هنا فان القاعده

الموجوده فى مكون الخليط الزجاجى هى اساس معرفة كنيته (رصاصيه – بوراكسيديه) ام نوع اخر من القواعد علما بان التجارب وكثرتها ممكن ان تؤدى لنا لنتائج غير محدوده خلال التنفيذ والممارسه

ذ- بعض الاكاسيد المستخدمه فى الخزفيات

١- اكسيد الحديد

ولونه احمر طوبى داكن كما يعطى اللون البنى المائل للاحمرار كما يدخل فى اخراج اللون الاسود ويدخل فى تكوين البطانات الطينيه كما يدخل فى تكوين الطلاء بنسبة (٥ :١٠%) من وزن الطلاء

٢- اكسيد الكوبالت

ولونه اسود ولكنه يعطى اللون الازرق فى الطلاء القصديرى الابيض بنسبة (٠.١ : ٠.٣%) تقريبا من وزن الطلاء حيث انه اكسيد قوى كما يدخل فى اخراج اللون الاسود

٣- اكسيد النحاس

ولونه بنى محروق . كما يعطى اللون الاخضر مع خلطه بالجليز المعتم وذلك بنسبة (٣% : ٦%) من وزن الطلاء فى القاعده الرصاصيه . كما يعطى اللون التركوازى فى القاعده القلويه . كما يدخل فى اخراج اللون الاسود

٤- اكسيد المنجنيز

ولونه اسود ويعطى اللون البنفسجى ويدخل فى تكوين البطانات الطينيه وتكون نسبته (٤ : ٨%) من وزن الطلاء ويدخل فى اخراج اللون الاسود

٥- اكسيد النيكل . ويعطى اللون الرمادى

٦- اكسيد الكروم

ولونه اخضر ويعطى اللون الاصفر فى الجو الاوكسوجينى داخل الفرن اى السماح بالتهويه المستمره داخل الفرن كما يعطى البريق المعدنى فى جو مختزل كما يعطى الاكسيد اللون الاخضر . وفى حالة استخدام الاكسيد فى تركيبه الطلاء على الصواهر بنسبة ٨٠% او اكثر (تكون قاعده رصاصيه) فارغه يعطى التدريجات الحراريه ترديجيا حسب النسبه المضافه والتى تكون من (٣% :٥%) من وزن مواد الطلاء

٧- اكسيد اليورانيوم

ويعطى اللون البرتقالى والمائل للون الفرمليون محظور استخدامه لانه مشع)

٨- اكسيد القصدير

ولونه ابيض ويعطى اللون الابيض فى الطلاء بعد تسويته وحرقه وبوضع نسبه من (١٠% :١٢%) من وزن الطلاء

٩- اكسيد الزنك

ولونه ابيض ولا يعطى لونا بعينه فى الطلاء ولكنه يهدا من قوة الالوان فى الطلاء

١٠-اكسيد التيتانيوم الاصفر

ويعطى اللون الاصفر المائل الى البنى كما يساعد على التعتيم

١١-اكسيد التيتانيوم الابيض

ولونه ابيض ويساعد على التعتيم ويقلل من البريق واللمعه

١٢-اكسيد الانتيمون

ولونه ابيض او اصفر ويعطى لونا اصفر للابيض منه والمعتم بنسبه ٥% تقريبا من وزن الطلاء

١٣-اكسيد الرصاص الاحمر (السلافون)

ولونه الطبيعى برتقالى مائل للاصفرار وهو ماده صاهره فى الطلاء وليس له لون بعد الانصهار

١٤-اكسيد الرصاص الاصفر (الليثارج)

ولونه اصفر ويسمى ايضا (المارتك الذهبى) وهو ماده صاهره فى الطلاء وليس له لون بعد الانصهار

١٥-اكسيد الحديديك

حيث يتم خلطه بنسبة ١٠% مع اكسيد المنجنيز بنسبة ٥% من وزن الطلاء فيعطى اللون الاسود بعد التسويه

١٦-معدن الفضه ويعطى اللون الفضى عند الاختزال

١٧-اكسيد البزموت ويعطى اللون الاحمر الباذنجانى المذهب الطابع عند اختزال الطلاء

١٨-كريتات النحاس

وهو عباره عن بلورات زرقاء مائله للاخضرار وتضاف بنسبه اكبر من اكسيد النحاسيك وقطر اللون الاخضر بعد تسوية الطلاء

١٩-كربونات النحاس

وهو مسحوق اخضر تريكوازى التاثير ويضاف للطلاء بنفس نسبة اكسيد النحاسيك ويعطى اللون الاخضر بعد التسويه

٢٠-السيليكا والفلنت والكوارتز

الوانها بيضاء وجميعها مكونات للطلاء الزجاجى وليس لها تاثير على لون الطلاء بعد التسويه

٢١-الكاولين

وعادة لونه ابيض ويكون بمثابة مادة رابطة للطلاء الزجاجى وليس لها تاثير على لون الطلاء ويدخل فى تكوينات البروسلين وغيرها والشكل رقم ٦٦ يوضح امثله لبعض الطلاءات الزجاجيه

والشكل رقم ٦٧ يوضح ان للاكاسيد نتائج خاصه من حيث نوع اللون الذى تعطيه وارتباطه بنوع الطلاء

أمثلة لبعض طلاءات زجاجية بسيطة

	الصنف	الوزن بالجرام	الصنف
١ –	رصاص أحمر	٥٠	يحرق على درجة ١٠٤٠°م. ويمكن استخدامه لتغطية الأشكال قبل حرقها. وهى فى حالة رطبة ويحتاج إلى حريق بطئ وهو شفاف لامع
	كولين	٣٠	
	مسحوق الزلط	١٠	
٢ –	بوراكس	٧٠	ويحرق على درجة ١١٢٠°. ويستخدم سميكاً نوعاً ما ويحتاج إلى حريق بطئ وهو شفاف لامع. وهو يستخدم فوق الأشكال المحروقة حريقاً اولياً.
	كولين	١٠	
	فلسبار	٧٥	
	سيليكا	٢٠	
	جير	٢٥	
٣ –	بوراكس	٣٦٠	ويحرق على درجة ١٠٤٠°. ويجهز بصحنه جافاً اولاً لمدة لا تقل عن نصف ساعة ثم يعاد صحنه بالمياه لمدة ساعة ونصف. ويستخدم لتغطية زخارف فوق الفخار. وهو شفاف لامع.
	رمل ناعم أبيض	١٦٠	
	كولين	١٢٠	
	جير	٢٠	
	سيليكا (زلط)	١٠	
٤ –	رصاص	٣٧٥	يحرق على درجة ١٠٢٠°. ويستعمل سميكاً. ويحرق ببطء. وهو غير لامع. ويستعمل فوق الأوانى الفخار.
	كولين	٢١٠	
	فلسبار	١٧٥	
	زلط مسحوق	١٢٠	
	جير	١٠٥	
	اكسيد زنك	٢٥	
٥ –	اكسيد رصاص	١٢٠	ويستخدم سميكاً ذا كثافة عالية. ويحرق على درجة ١٠٦٠°. وهو غير لامع. ويستخدم فوق الأوانى المحروقة.
	كولين	٥٠	
	فلسبار	٨٠	
	زلط مسحوق	١٥	
	جير	٤٥	
٦ –	بوراكس	٧٠	ويحرق على درجة ١٠٠٠°. وهو عتم يمكن تلوينه بمختلف انواع الأكاسيد مثل الكوبلت والنحاس والمنجنيز. ويستخدم فوق الفخار.
	رصاص	٣٠٠	
	كولين	٥٠	
	فلسبار	١٢٠	
	سيليكا	٥٠	
	اكسيد قصدير	٤٠	

شكل رقم (٦٦)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الأكسيد	قاعدة قلوية	قاعدة بوراكسية	قاعدة رصاصية
الكوبلت	ازرق	ازرق	ازرق
النحاس	ازرق	اخضر	اخضر
الكروميوم	اخضر مائل للزرقة	اخضر	اخضر
الحديد	اخضر مائل للزرقة	اصفر مائل للبنى	اصفر
منجنيز	بنفسجى	بنى	اصفر مائل للبنى
النيكل	اصفر مائل للخضرة	اخضر غير نقى	اخضر مائل للبنى
اليورانيم	أصفر باهت	أصفر ليمونى	برتقالى

شكل رقم (٦٧)

٣- التدريب العلمى للطلاب على إستخدام الخلطات والأصباغ على المنتجات الخزفية مثل الصبغات المختلفة وذلك بتنفيذ تمارين نافعة من خلال التدريبات وتدارك الأتى:-

الأصباغ مركبات مكونة من عناصر ملونة وممزوجة بمواد أخرى تحرق فى درجة حرارة عالية ثم تسحق سحقا جيداً ثم تغسل لتنقيتها من الأملاح الذائبة . علماً بأن مصانع الخزف الكبيرة لم تعد لتصنع أصباغها الخاصة بإنتاجهم بل اتجهوا لإستخدام أصباغ متجانسة وممتازة ويمكن الحصول عليها من الأسواق بسهولة وأثمان معقولة. حيث أن صناعة الأصباغ الجيدة تتطلب دقة وعناية فائقة ولذلك من المستحب للمبتدئ أن يستعمل الجاهز منها من الأسواق وفى حالة تطوره يرجع لما تم ثرده من معلومات خاصة بتأثير الأكاسيد على الأكاسيد غيرها من المكونات.

١. تركيب الأصباغ

أ- العناصر الملونة stain :

ويتم صنع الأصباغ الخاصة بالخزف من بلورات ملونة على درجة عالية من الثبات الكميائى. وأبسط الأصباغ استخداماً هوالاكسيد الفردى (ح٢ أ٣) علماً بأنه يوجد مكونات أخرى أكثر ثباتاً . مثل الألوان المعدنية اللافلزية والمكونة من أكسيدين والشكل رقم "٦٨" يوضح بعض العناصر الملونة والمتعارف عليها.

العنصر	اللون
الأنتيمون	درجات الأصفر
الكروم	درجات الأخضر والأحمر
الكوبالت	أزرق ، أرجوانى ، قرنفلى
النحاس	أخضر (أحمر فى جو مختزل)
الذهب	درجات الأحمر الثابتة والقرنفلى
الحديد	أصفر ، بنى ، أحمر
المنجنيز	درجات البنى ، الأرجوانى
النيكل	درجات الأخضر
البلاتين	درجات الأسود ، والرمادى الرقيقة
اليورانيوم	درجات الأحمر ، البرتقالى ، الأسود
الفاناديوم	درجات الأصفر والأخضر

شكل (٦٨)
أهم العناصر المستعملة فى تلوين تزجيجات الخزف

ب- التنويع :

إن اللون الناتج من عنصر واحد (فردى) يمكن تنويعه وذلك بإضافة عنصراً أخر إليه ومثال ذلك أن أكسيد الكروم ينتج اللون الأخضر فيمكن تنويعة بعد إضافة اكسيد الرصاص وهو على حدة فيكون أبيض

ج- المصهرات الرابطة fluxes for stains

إن عناصر الصبغة عالية المقاومة بحيث تحتاج إلى درجة حرارة عالية جداً حتى تتفاعل وفى حالة إضافة المنصهر (الصهور) فيكون وسيطاً يجعل حرارة التفاعل قريبة المنال فى فرن الخزاف ولذلك يمكن استخدام كلوريد الصوديوم البوراكس والفوسفات وعندما نسخن الأصباغ يتبخر بعض (الصهور) ويتبقى منه مكونات قابلة للذوبان فى الماء ويتم غسلها فيما بعد مع أهمية عدم إلتباس هذا النوع من (الصهور) بالذى يضاف إلى الصابغ الذى ينتج لوناً فوق الطلاء.

د. المخففات diluent of stains

والمخففات سواء كانت متعادلة ومحايدة فهى غير قابلة للذوبان والغرض الوحيد منها هو مجرد تخفيف اللون حتى يكون أفتح من المخففات التى يمكن استخدامها فى المسحوق الابيض للجسم الخزفى أو البلور الصخرى (المرو) أو الألومينا.

٢. تحضير الأصباغ

أ-خلطة الصبغة mixing

وتحضيرالأصباغ عملية تحتاج إلى دقة عالية وعناية فائقة لأن المواد الخام الدقيقة السحق يتم وزنها ثم نخلها عدة مرات بمناخل قياس (٦٥) ثم تذاب المواد القابلة للذوبان على هيئة محلولات مركزة تخلط بالمساحيق الجافة فتصير عجينة ثم تجفف وتقطع ثم تخرج جيداً

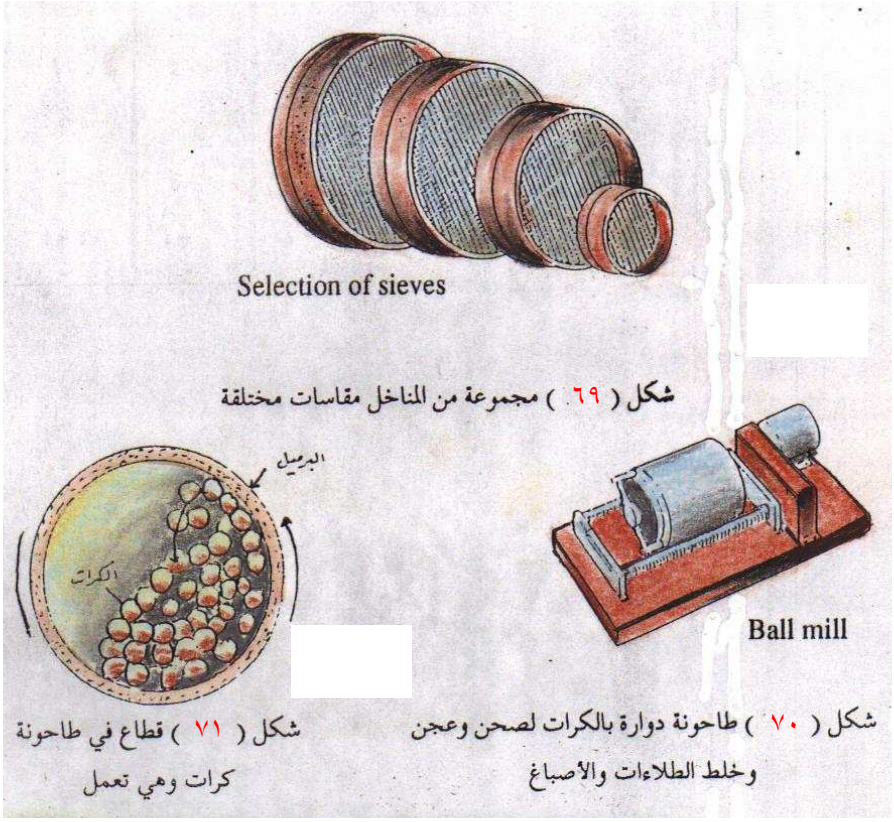
ب- تكليس الصبغة calcining

وعملية التكليس هى وضع المزيج فى بوتقة من الطين الحرارى ويتم تسخينة حسب الطلب كما أن بعض الأصباغ تحتاج إلى درجات حرارة عالية جداً حين حرقها حتى يكتمل التفاعل. فى حين أن بعض الأصباغ لا تحتاج درجة حرارة عالية بل له درجة حرارة تناسبه. مع أهمية وضع البوتقة المحتوية على الصبغة وهى مغطاة بعيداً عن الخزف الأبيض داخل الفرن وذلك لعدم إنتقال ألوان الضبغة إلى القطع البيضاء خلال تبخره فى التسوية مع أهمية تدارك أن الجو المختزل الخفيف ينتج عنه لمعاناً أكثر فى الألوان الخضراء لكرومات الكلس (الجير) فى حين أن الأكسدة مهمة وضرورية للأصباغ الخضراء المحتوية على النحاس

ج- السحق (الطحن) grinding of calcined

بعد إتمام عملية التكليس نقوم بفصل الكتلة عن البوتقة وبعناية حتى لا تنفصل مع المزيج أى قطعة من البوتقة . وبعض المركبات ينصهر إنصهاراً تاماً ويكون كتلة بلورية صلبة وفى حالة التزجيج فقط يحدث للمركبات الأخرى أن تكون كتلتها هشه وسهلة الكسر. وذلك لإلقائها فى ماء بارد. ثم نقوم بتكسير هذه الكتلة تماماً حتى يمكن تمريرها من فتحات المنخل قياس (٢٠)

بعد أن يتم طحنه (فى وعاء حديدى كبير مخصص للطحن "هون ") ثم تبلل وتسحق فى قدر من الصوان دائرى وبه حصيات من البلور الصخرى حتى يكون أكبر جزء منها (١٠) ميكرونات ويتطلب ذلك ساعات من الزمن وبما أن حجم الجزيئات له من الأهمية غايتها فلابد من إتباع ما سبق من خطوات والإستعانة بما تم توضحه الأشكال (٦٩-٧٠-٧١)



شكل (٦٩) مجموعة من المناخل مقاسات مختلفة

شكل (٧٠) طاحونة دوارة بالكرات لصحن وعجن وخلط الطلاءات والأصباغ

شكل (٧١) قطاع في طاحونة كرات وهي تعمل

د.الغسيل

وأهمية هذه الخطوة فى أنها مع الغسيل تعمل على التخلص من الإملاح القابلة للذوبان ويتم ذلك بتقليب الطينة السائلة المأخوذة من طاحونة القدر الدائرية . فى كمية كبيرة من الماء الساخن ثم نترك المزيج حتى يترسب ثم نصرف الماء الرائق منه ونكرر هذه العملية من (٦:٥) مرات وفى حالة ما إذا كانت الصبغة ناعمة جداً ودقيقة لدرجة عدم ترسبها فى مدة زمنية مقبولة فيمكن ترشيح المحلول بمرشح تفريغ هوائى ثم يتم غسله بالماء الساخن .

هـ- المواد المضافة

فى حالة إذا كان من الأهمية إضافة طينة أو مواد أخرى للصبغة الملونة فيجب أن يكون الخلط بالطحن لمدة قصيرة فى الطاحونة (القدر الدائرى) ولا أهمية أو ضرورة لإضافة شئ لصبغة الجسم أو ضبغة الطلاء. لأن الخصائص الفعالة للألوان تحت الطلاء فيمكن تقويتها بإضافة ٥% من الطين أو الطلاء وعادة تضاف كميات كبيرة من الزجاج المنخفض الإنصهار للألوان ما فوق الطلاء .

٣. استعمال الأصباغ

أ- فى الأجسام :-

وتستخدم الطينات الخزفية الملونة فى أغراض كثيرة وذلك كمربعات تبليط الأرضيات غير المزججة وفى بعض أوانى المائدة حين يراد أن يكون اللون متجانساً مثل اللون العاجى وفى حالات الخزف الفنى بعمل الزخارف على البارد بلون مختلف عن لون الأرضية كما يمكن التنويع فى حده وقوة اللون. وللحصول على لون متجانس يجب مزج الصبغة بالطينة مزجاً كاملاً ثم نلون الطينات بمزج اللون فى كمية العجينة وذلك بالماء فى القدر الدائرى ثم تضاف الصبغة للعجينة الفخارية فى الخلاط الذى يخلط الطينة السائلة. والشكل رقم "٧٢". يوضح الجدول كيفية مزج طينة الخزف (الباريان) والغنية بالفلسبار وذلك للحصول على لون وردى فاتح صريح كما يلاحظ أن ثلاث طينات سائلة فقط هى التى تحضر بدلاً من كميات صغيرة متعددة وبعد طحن الطينات السائلة فى القدر الدائرى (سعة جالون) ولمدة ١٥ ساعة تقريباً تخلط بالمقادير حتى تكون سلسلة ومنتظمة ومن الأفضل أن يتم وضع هذه السلسلة بزيادة عنصر واحد بمثلين أو ثلاثة على التوالى وذلك بدلا من إضافة كمية واحدة.

المـــــواد	خلطة بيضاء	خلطة وردية	خلطة صفراء
فلسبار	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠
كاولين لازب	١٥٠	١٥٠	١٥٠
كاولين كارولينا الشمالية	١٥٠	١٥٠	١٥٠
كاولين كنتوكي	١٠٠	١٠٠	١٠٠
مادة تلوين صفراء	–	–	٥٠
مادة تلوين قرنفلية	–	٢٠٠	–
مـــاء	١٥٠٠	١٨٠٠	١٥٧٥

جدول شكل (٧٢)
خلطات التلوين

ب- فى الطلاءات الزجاجية

عندما يذاب صبغة الطلاء فى الطلاء فإن لون المحلول الفاتح من عنصر الأنتقال يتكون فى هذه الحالة وليس لتركيب الصبغة أى تأثير على نوع اللون. فإن طلاء الرصاص مثلا يكون فى درجة خضرة الحشائش إذا أضيف النحاس إلى أى من الأتى:

(١.٠% من نحأ) (١٢.٤% من نحأ) (٤ب٢أ٣ زجاج مصهور) (١.٤% من نح ك ٢أ)

وفى حالة عدم ذوبان الضبغ فيحتفظ بلونه الخاص به ويثبت فى الطلاء علماً بأنه من الصعب وجود صفات غير قابلة للذوبان فى الطلاءات الرصاصية السائلة ولكن طلاءات الصينى الأقل نشاطاً قبل التلوين بسرعة.

ونذكر أن أزرق الكوبالت وأحمر الذهب ثابتة فى درجة الحرارة العالية جداً فى حين أن أصفر الأنتيمون يمكن استخدامة فى درجات حرارة منخفضة نسبياً ومما لاشك فيه أن تركيب الطلاء يؤثر على لونه فالألوان الحمراء الوردية الكروم القصدير يمكن استخدامها فقط فى الطلاءات الخالية من الزنك واخضر الكروم يجب إستخدامه مع الطلاءات الخالية من أكسيد القصدير. كما أن بعض ألوان فيروز النحاس أكثر لمعاناً فى الطلاءات المحتوية على الزنك.

الـبـاب الـسـادس

التدريب العملى للطلاب على تنفيذ عمليات الإختزال والأكسدة على المنتجات الخزفية وذلك بتنفيذ تمارين نافعة تفيد ذلك وبيانها كالأتى:

١. عمليات الإختزال الأكسدة Reduction and oxidation

حيث أن عملية حرق الطلاء وتسويته هى آخر مرحلة فى إنهاء وتشطيب القطعة الخزفية فلها من الأهمية ما يزيد عن أى مرحلة سابقة وخاصة القلق الذى ينتاب أى خزاف مهما كانت خبرته فى حالة فتح الفرن وذلك تحسباً لما قد يفاجئ به من نتائج. وحيث أن جو الفرن الكهربى يكون مشابه للجو الطبيعى أى يحتوى على (٢٣.٢% اكسجين) و(٧٦.٨ نيتروجين)و(٦% اكسيد كربون) و(٦% اكسجين بالوزن) فكل هذه العوامل تعرف بإسم (الشعلة المؤكسدة) وفى حالة تسوية البورسلين نحتاج إلى جو مختزل وخاصة البورسلين القوى أو طلاءات النحاس الأحمر . وفى هذا الجو ينقص الاكسجين ويحتوى على (٨٨% نيتروجين) و (١٠% ثانى أكسيد الكربون) و(٢% أول اكسيد الكربون) ويمكن تحقيق هذه العوامل للحصول على هذا الجو فى أفران الإحتراق وذلك بتقليل كمية الهواء التى تعطى شعلة مدخنة

أ- كيفية الحصول على جو مختزل فى الأفران

نقوم بإدخال قدر قليل من غاز الكول أو النفتالين أو أى مواد عضوية فى غرفة الحريق كما يمكننا وضع أجهزة قياس غازات الفرن ولكنها باهظة الثمن ويتطلب استعمالها خبره واسعة .

ب- كيفية تقدير حالة جو الأفران الغير كهربائية

١. يكون ذلك بواسطة تتبع اللهيب الذى يخرج من المدخنة حيث أن اللهب الصفر الباهت يدل على أن الجو فى حالة مؤكسدة

٢.حين تتبع اللهب الذى يخرج من المدخنة وكان ابيض مائل إلى الزرقة فيدل على ان الجو داخل الفرن فى حالة مختزلة . وكان الخزافون القدماء يصنعون (فلقة) من الخشب الجاف يمر بها عادم الفرن فإذا إحترقت كان دليلاً على وجود أكسجين نقى وإذا تفحمت فقط دون إحتراق دل هذا على أن الجو مختزلاً

ج_ فائدة توظيف جو الأفران

حيث من المهم جداً ضبط الجو الداخلى للفرن والتحكم فيه. لأن الجو المختزل الخفيف مثلاً ينتج عنه لمعاناً أكثر فى الألوان الخضراء لكرومات الكلس (الجير) فى حين أن الأكسدة هامة للأصباغ الخضراء المحتويه على النحاس.ومعظم الطلاءات التى يستعملها خزافوا الاستوديو يتم تسويتها فى فرن جوه مؤكسد (خالى من الدخان) ولكن البورسلين الصلب لابد أن تنتهى تسويته فى فرن وهو مختزل أى به دخان وذلك ليعطى الأبيض بياضاً ممتازاً وخاصة للقطع المنتهية وعلى الخزاف المبتدأ أن يلتزم بحريق مؤكد وذلك لسهولة التحكم فى الفرن حيث أن بعض الألوان تتلف فى الجو المختزل وخاصة مع المبتدئ. والأعمال الفنية الخزفية التى يتم تسويتها فى حرارة مخفضة حيث ان طلاءها يتم تسويته على ميزان (٠٣:٠٦) أى فى درجة حرارة من (١٠٠٥م :١٠٨٠م) ويتم تسويتة ألوانة على ميزان (٠١٩) أى فى درجة حرارة (٥٦٣٠) وبالتالى فإن الفنان

الخزافى صاحب الخبرة يضع كل هذه التغيرات فى إعتباره ويتحسب لها حيث أنه يدرك كيفية التعامل مع كل لون سواء بالمزج أو الإنفراد وأى من الالوان يعمل على نضارة غيره ومن سيؤثر على غيره بالسلب والتلف.

د. طلاءات الاختزال

لقد بلغت هذه الطلاءات ذروة كمالها وجمالها فى العين وتحديداً فى عهد أسرتى(سينج وينج) وكانت الألوان الحران (دم الثور – الخوض) ..إلخ . يتم صنعها من طلاء يحتوى على النحاس فى حين أن الأخضر الرمادى وأخضر الصفصاف كان يتم صنعه من طلاء يحتوى على الحديدوز (ثنائى التكافؤ) أما الألوان الحمراء النحاسية فالأساس فيها يرجع إلى كلوريد النحاس المعدنى المتعادل مع أكسيد القصدير (ق أ) ولو أن الدلائل نقول أن الفاعلية الأكثر فى هذا اللون ترجع إلى أكسيد النحاس الأحمر (نح أ) وللحصول على الألوان الحمراء الجيدة يتم تشكيل تركيبات الطلاء مع أهمية ضبط جو الحريق وذلك بالتناوب فى فترات الاختزال والأكسدة. كما يمكن الحصول على اللون الأسود والأخضر الشفاف وظلال الطلاء الأحمر بإختلافاته من نفس مكونات الطلاء ويتوقف ذلك على جو الفرن وإختلافة. كما أن الإختزال اللازم لإنتاج الألوان الحمراء الجيدة يمكن تحقيقه بإضافة عامل مختزل مثل سيليكون كاربيد (س ك) الى سائل خزفى تحت الطلاء ثم يتم حرقه فى جو مؤكسد.

كما لوحظ أن بلورات الزجاج الغير قابلة للزوبان فى الماء والتى تحتوى على النحاس وإذا ما تم صهرها فى ظروف الأكسدة وتم صبها فى بوتقة من الطين الحرارى . فإنها تترك راسباً لونه أحمر ممتاز. وإحتمال أن أكسيد الحديد الموجود فى الطين الحرارى يعمل على الإختزال وإن لم يتم إثبات ذلك.

ج- أشهر الطلاءات المختزلة

من أشهر الطلاءات المختزلة على الإطلاق هى الطلاءات الصينية والمعروفة بطلاءات (السيلادون) حيث تتميز بإنتشار اللون الأخضر بدرجاته الخفيفة فى المشغولات. كما كانت هذه الطلاءات سميكه ومعتمه بدرجات متفاوته والسبب فى هذه العتامه وجود فقاقيع فى الطلاء كما لوحظ سمك طبقة الطلاء تزيد عن سمك طبقة الجسم نفسه.

كما أن خزفيات (شون) الصينية هى باكورة عائلة السيلادون الخزفية كما لوحظ تطابق فى الشكل العام بينها وبين خزفيات وأوانى (جو) و(كيوان) السيلادونية. وكانت تتصف بانها ملساء سواء فى اللون الرمادى أو الأرجوانى. أما الطلاء الزجاجى فكان ذو طابع صدفى سميك على هيئة طبقات متعددة كما أن طبقة الطلاء تحتوى على كميات متعادلة من الرماد النباتى وكان اللون الأكثر شيوعاً هو اللون اللافندر الازرق. وتراوحت باقى الألوان ما بين الرمادى المائل للإخضرار والأزرق المائل للإخضرار. أما باقى التأثيرات الزخرفية سواء مصنعة بالقوالب أو الحفر فكانت قليلة جداً.

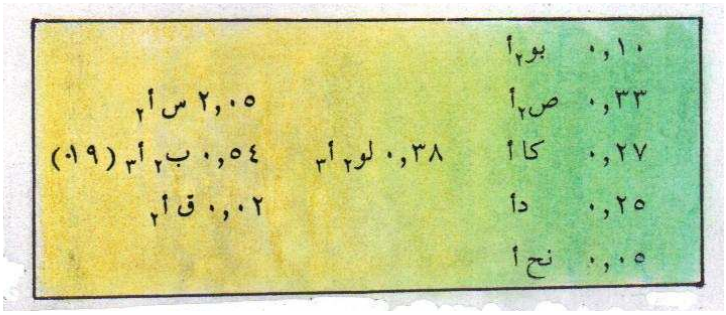
وهذا النوع من الخزفيات تم زخرفتة (بتأثير الطرطشات) ذات اللون البنفسجى المائل للاحمرار والناتج عن بقع من أملاح النحاس فى المراحل النهائية من عمليات الطلاء الزجاجى والمحترق تحت ظروف جو مختزل (Rcducing conditions.fining under) ونستنتج صعوبة هذه التقنية العالية فى الأعمال الفنية الصينية وذلك لصعوبة تطبيقها. ومن ثم كان الإهتمام الأكبر من الخزافين الصينيين حيث أن الطلاء الزجاجى النحاس المختزل لم يكن شائعا إلا بعد حقبة طويلة

من الزمن كما ساد فى بعض الفترات الزمنية فى الصين تصيع العديد من الأوانى الخزفية الحجرية ذات الطلاء الزجاجى الأسود. فكانت الإجسام بيضاء أو رمادية حيث نجد استخدام الطلاء الزجاجى الأسود على أجسام مصنوعة من البورسلين الحقيقى.

وفى هذه الفتره تكونت مادة الطلاء الزجاجى من الرماد أو الفلسبار الذى يحتوى على نسبة عالية من الحديد وكان يتم حرقه فى جو مختزل كما فى السلادونات.

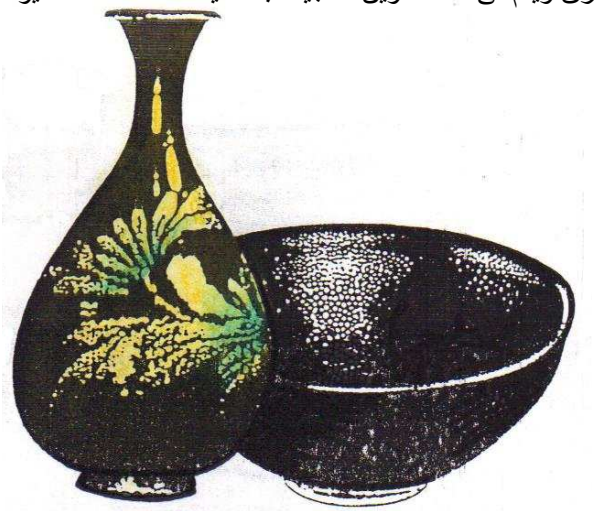
وكان الطلاء الزجاجى الأسود لم يكن فى الحقيقة اسوداً بل كان ذا لون بنى داكن حيث ادخلت عليه الزخارف المتنوعة على الطلاء الزجاجى نفسه حيث يترك مساحات سطحية مغطاه إما بالطلاء الزجاجى أو خالية ليتم معالجتها بما لايجعل الطلاء الزجاجى يلتصق عليها وعرفت هذه المساحات بإسم (بقعة الزيت) حيث يتم طرطشه السطح ببقع متعددة الألوان

حيث يتم معاملة جزء من السطح بمواد تمنع إلتصاق الطلاء الزجاجة عليه وذلك كما يوضح الشكل "٧٣"



شكل رقم (٧٣)

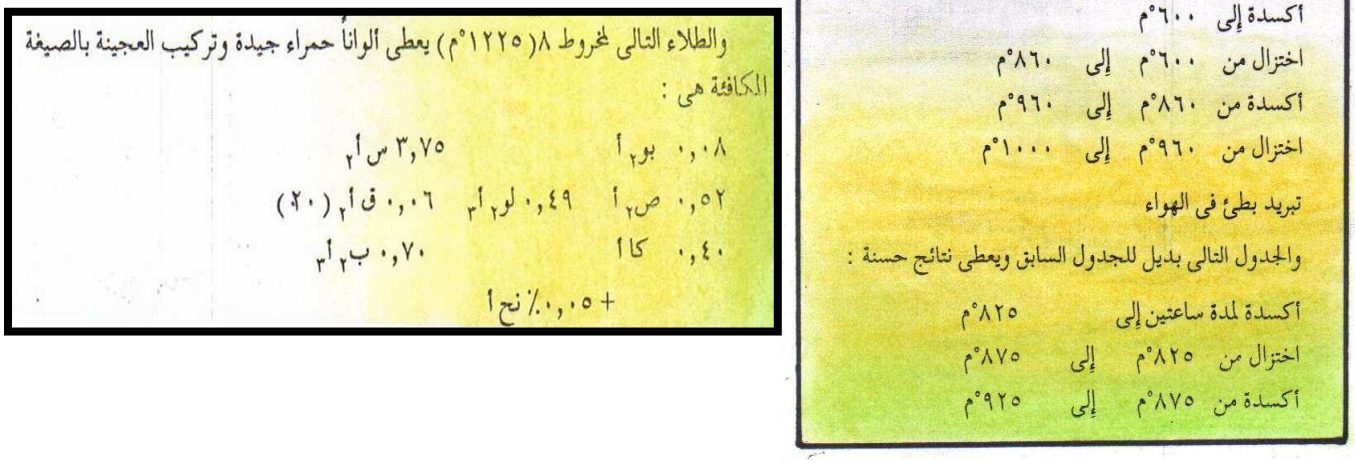
وفيمايلى طلاء (هاردر الأحمر النحاس) والذى يحرق مع مخروط (٠٤:٠٨) وفى درجة حرارة (٩٥٠°م : ١٠٥٠°م) حيث يعطى ألوان حمراء جيدة مع جودة عملية الحرق ويتم فى ذلك تكوين العجينة بالصيغة المتكافئة كما يوضح البيان أدناه فى الشكل "٧٤"



شكل (٧٤) إناء خزف حجرى أسود «هونان» مزخرف، وسلطانية عميقة بزخرفة (بقع الزيت) عام ١١٠٠م

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

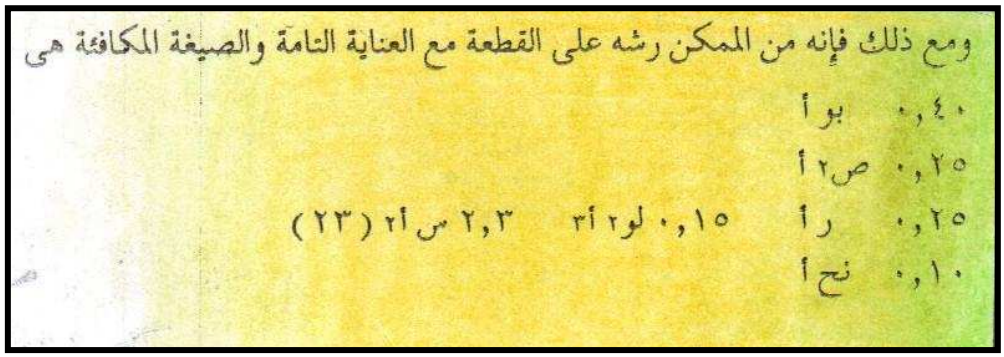
كما يوضح الشكل رقم "٧٥" جدول حرق هذا الطلاء وجدول اخر بدليل له وبنفس النتائج.. كما يوضح الشكل "٧٦" نوعية الطلاء الذى يعطى لوناً احمرجيد .



شكل رقم (٧٥) و (٧٦)

ومن الممكن نظرياً الحصول على احمر النحاس الجيد. بوضع قطعة عليها طينة من طلاء زجاجى رائق فى صندوق (علبة) ومحكمة مع مركب نحاس طيار حتى يحدث النقل من ناحية البخار . مع مراعاة شروط الإختزال فى هذه الحالة.

أما الطلاءات الفيروزية فيمكن الحصول على طلاء النحاس الأزرق الخالص وفى نطاق ضيق من التركيبات ومن خارجها تزحف أطباف من اللون الأخضروهو انجح ما يكون من الطلاءات. غير انه صعب التطبيق لأنه من البلورات المنصهره الغير قابلة للذوبان فى الماء (لايدخل فيه الطين) ومع ذلك فيمكن رشه على المشغولات بعناية تامة بهذه الصيغة المتكافئة التى يوضحها الشكل "٧٧".



شكل رقم (٧٧)

الـبـاب الـسـابـع

التدريب العملى للطلاب على كيفية التعامل مع عيوب الطلاءات الزجاجية وكيفية علاجها بالطرق المناسبة للتأثير الناتج عن عمليات الطلاء وبيانها كالأتي :-

١.التشقق Grazing of glaze (Shiveering)

وهو تأثير يحدث نتيجة إختلاف معامل التمدد بين طبقة التزجيج وسطح الجسم الخزفى السميك فى طبقة التزجيج. ويحدث التشقق عندما يكون معامل تمدد مادة التزجيج أكبر من معامل تمدد سطح الجسم. أى أنه عند إنكماش الجسم خلال عملية التبريد تصبح مساحة طبقة التزجيج أقل من مساحة سطح الجسم الخزفى المغطى بها. فتعرض طبقة التزجيج الرقيقة لقوة شد الجسم الخزفى مما يسبب تشقق الطبقة الزجاجية.

كما يمكن ظهور التشقق فى الطلاء قبل الحروق لاسباب كثيرة منها عدم إتفاق تكوين الطلاء مع نوع الفخار بالجسم. حيث يظهر التشقق بمجرد إمتصاص الفخار للمياه الموجودة بالطلاء. وعلاج ذلك تحتاج عدة تجارب ما بين الجسم والطلاء حيث يعاد النظر فى نوعية الطينة التى تم فيها صنع الجسم ودرجة الحرارة التى تم بها حرقها ثم يعاد النظر فى الطلاء ومكوناته بمعنى شامل اهمية تعادل نسبة انكماش الجسم والطينة.

كما يوجد حالات من التشقق تعرف بإسم التشقق البطئ حيث أن القطعة الفنية تكون مقبولة الشكل وبدون تشققات وبعد فترة من الوقت تتشقق (خلال شهر) ويرجع ذلك إلى الأتى:-

أ- ويتأخر الطلاء فى التشقق حيث أن الطلاء يستغرق بعض الوقت حتى يصل لدرجة التعادل فى درجة حرارة الغرفة.

ب- فى حالة أن الجسم يكون مسامياًً فإنه قد يتمدد قليلا بفعل رطوبة الجو ولتلافى التشقق المتأخر يجب أن يكون الطلاء فى حالة ضغط نسبياً عندما يتم اخراجه من الفرن مع أهمية تذكر حالة الضغط العالى قد تؤدى إلى تحطم الطلاء أوكسره عند الأركان والحواف ولإختبار مدى قابليتها للكسر نقوم بتسخين القطعة فى البخار بعد إخراجها من الفرن مباشرةً وذلك فى إناء الضغط بالبخار وهو إناء يشبه وعاء الطهى بالضغط مع فارق قوة الضغط مع الخزف حيث يكون ١٥٠ رطلاً ولمدة ساعة. فإذا لم يظهر به تشققات فيكون دليل على عدم تشققه مع مرورالزمن.

والتشقق ظاهرة في الشكل العام . وتظهر في صورة عيوب للطلاء وإما أن تكتن مرغوبة ومقصودة في مكونات الطلاء وبدراسة العلاقة بين الجسم والطلاء ذلك للحصول عليها في الشكل العام أو لتلافيها إذل إقتصرت علي أجزاء علي السطح تؤثر علي نجاح الشكل العام وجمالة

ويوجد طريقتين لمنع التشقق :

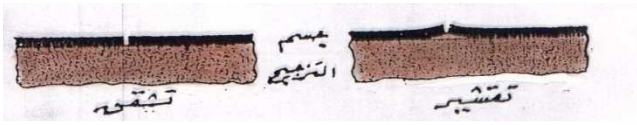
الأولي : تصحيح حالة الجسم حتي يتقلص أكثر ليتناسب أكثر مع الطلاء بمعني أن تزيد من العنصر الأكثر تقلصا في الجسم الخزفي حتي يتقلص ذاتيا مثال ذلك زيادة البلور الصخري أو زهران الخزف (الكوارتز) حيث أنه كثير التقلص وبالتالي زيادة مقدارة في مكونات الجسم نفسه .

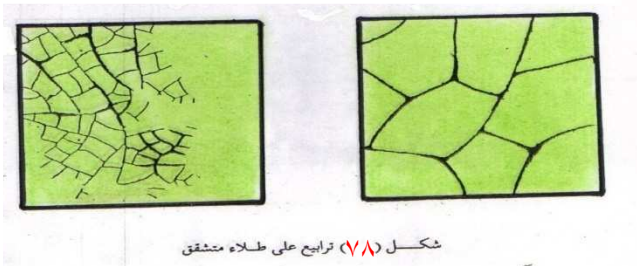
الثانية : تصحيح حالة الطلاء حتي يقل تقلصه ليتناسب مع الجسم وخاصة إذا كان من الصعب تصحيح وضع الجسم. أي نقلل من قدره الطلاء علي التقلص وذلك بزيادة أحد المعادن مثل السيلكا (البلور الصخري) مع زيادة أكسيد البوريك وتقليل مقادير القلويات مثل (الصودا والبوتاس) حيث يعملان علي تقليل نسبة تقلث الطلاء .

تعديل مكونات خلطة التزجيج بمعالجة ظاهرة التشقق :

ويتم ذلك بخفض معامل تمدد مادة التزجيج حتى يطابق معامل تمدد الجسم الخزفي وذلك بإتباع الآتي :

١- زيادة نسبة السيلكا بنسبة قليلة في خلطات التزجيج ذات النضج المنخفض الحرارة مع زيادة كبيرة في خلطات التزجيج ذات النضج في درجات حرارة عالية .
٢- زيادة السيلكا بإضافة وزيادة حامض البوريك بحيث لا تزيد نسبته عن ١٥% من وزن الخلطة لأنه يعمل علي خفض معامل التمدد ويحتفظ بدرجة حرارة النضج دون تغير.
٣- إستبدال جزء أو كل الأكاسيد القاعدية ذات معامل التمدد الكبير في مكونات الخلطة مثل الجير والصودا والبوتاسا بأخر أكاسيد قاعدية منخفضة في معامل تمددها مثل الماغنيسيا وأكسيد الخارصين علي أن يتم الإستبدال بمقادير التكافؤ الجزئي بين كميات الأكاسيد والشكل رقم ٧٨ يوضح ظاهرة التشقق علي الطلاء.





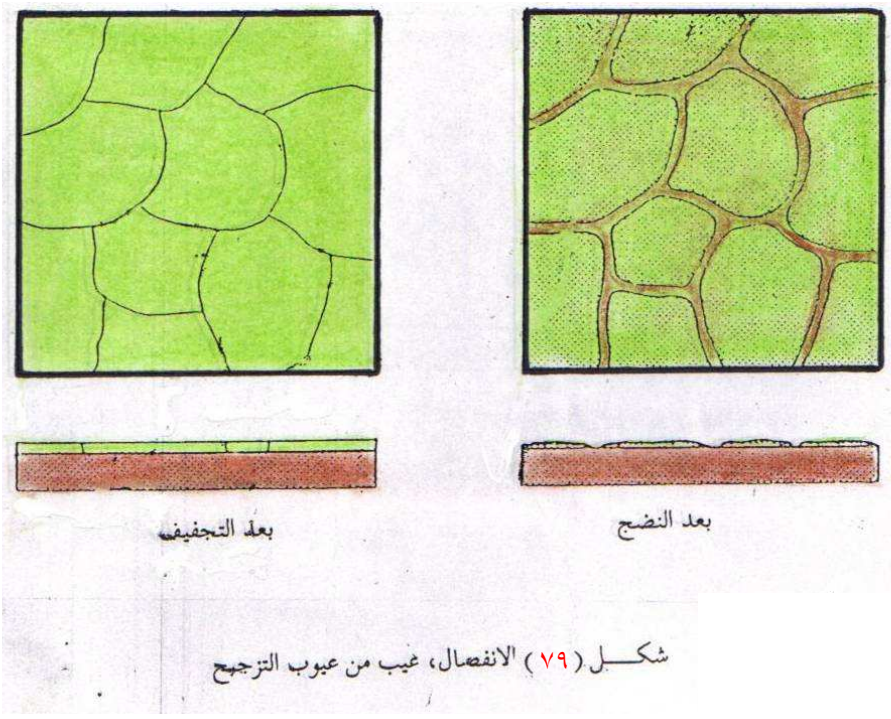
شكل (٧٨) ترابيع على طلاء متشقق

٢. الفقاقيع الدقيقة Bubbles in glaze

إن الفقاقيع فى الطلاء مدعاة للقلق والإنزعاج وخاصة فى حالات أن يكون الطلاء صافياً شفافا فوق الجسم الخزفى ذو ألوان قاتمة أو فى حالات الزخارف تحت الطلاء بألوانها القوية. كما يظهر بعض الفقاقيع على المشغولات الخزفية بنى اللون وسبب وجود هذه الفقاقيع وجود رسوب فى الطلاء بحيث يكون ثقيلاً كما يظهر بكثرة حول قاعدة الأوانى فى الخزف التجارى ويتم معالجة هذا العيب بترقيق طبقة الطلاء مع اطالة مدة الحرق وفى درجة حرارة عالية نسبياً حيث أنها تختفى عند صهر الطلاء صهراً تاماً على الجسم.

٣. الإنفصال Grawling

ويحدث الإنفصال فى طبقات التزجيج التى تنضج فى درجات حرارة منخفضة والإنفصال يصحبه تشقق وتقشير وذلك لإختلاف معامل التمدد بسطح الجسم الخزفى . ويحدث الإنفصال والتقشير عندما يكون معامل التمدد لطبقة التزجيج أقل من معامل تمدد السطح (للجسم الخزفى) فتقل مساحة مسطح الجسم الخزفي عن مساحة طبقة التزجيج خلال عملية التبريد مما يسبب ذلك فى تقوس وإنفصالها عن سطح الجسم والشكل رقم "٧٩" يوضح ذلك .



شكـــل (٧٩) الانفصال، عيب من عيوب التزجيج

* علاج الإنفصال :

فقد تبين علمياً أن تعديل تمدد الجسم الخزفى اسهل وايسر من تعديل طبقة التزجيج إذ ترتبط بعدة عوامل من نوع الملونات ونسبها وما يترتب عليها من تغير فى درجات حرارة النضج وذلك تبعاً للإجراءات الأتية:-

أ- تقليل نسبة السيليكا نسبياً مع إضافة قليل من الجير حيث كانت الخلطة خالية منه تماماً

ب- تكبيس المواد السيليسية وطحنها جيداً عند استخدامها فى خلطة الجسم

ج- التنسيق بين درجة الحرارة فى التسوية وبين نسبة مساعدات الصهر القلويه فيه.وذلك برفع درجة حرارة التسويه عند إنخفاض نسبة المساعدات وضغطها عند إرتفاع نسبة مساعد الصهر.

٤.البثور وثقوب الدبابيس pinholes in glaze

ومن أسباب ذلك ما تحدثه العيوب الناتجة من الهواء المحتبس فى جيوب فى الجسم الزجاجى فى حالة اندفاعه إلى الخارج خلال عملية الطلاء وذلك على شكل فقاقيع كما تقل هذه العيوب إلى أدنى حد بالجسم الخزفى الرصين البناء. كما أن البثور قد تحدث فى إستخدام الطلاء الخام وذلك بفعل الغازات المنبعثة من بعض العناصر علماً بأن تلافى ذلك يرجع لإتقان عملية السحق.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

وتظهر البثور خلال التسوية أما الثقوب فتظهرنتيجة التسوية السريعة حيث ينضج الطلاء نضجاً كاملاً كما أن الطلاءات تختلف داخل الأفران فى صهرها. فمنها ما يتشقق اولاً ثم يلتئم ثم يبدأ فى الإنصهار ومنها ما يبدأ بالغليان فتظهر الفقاقيع وتعلو وتهبط بفعل الغليان حتى تتم عملية الصهر. يعنى ذلك ظهور حالة إتفق عليها الخزافون بكلمة (الغسل) وهى مرحلة انتهاء الفقاقيع كلياً بما فيها الثقوب الصغيرة التى عادة تكون بحجم رأس الدبوس وتظهر الفقاقيع ورؤوس الدبابيس إذا توقف تغذية الفرن بالوقود أويتم رفع درجة الحرارة قبل إتمام صهر الطلاء ووصوله إلى حالة (الغسل) فى هذه الحالة نحصل على قطع تم إخراجها من الفرن فى منتصف المرحلة فتظل الفقاقيع ورؤس الدبابيس ثابتة.

٥.التجمع (الكرمشة) crawling in glaze

وهى حالة يتعرض فيها الطلاء فتعيبة وتعتبر نوع من أنواع الإنفصال للطلاء حيث ينفصل الطلاء بعضه عن بعض وتتجمع على شكل أجزاء متباعدة ذات أشكال إرتجالية غير منتظمة ويظهر هذا العيب نتيجة سرعة الحرق خلال التجفيف كما يظهر لتعرض الطلاء بحرارة شديدة دون تدرج كما يظهر التجمع للطلاء بدايةً بإنكماشة كالشبكة فى شكلها وغالباً ما تكون دقيقة وغير واضحة ويمكن أن لاترى بالعين المجردة وعندما يتم حرق القطع يتسبب عن قوة الشد فى السطح أن تنفصل تلك الأجزاء المشققة وتتجمع على شكل فصوص كالتى تحدث للماء عند صبه فوق سطح به طبقة زيتيه . ولتلافى ولعلاج ذلك أن نقلل درجة الإنكماش عند التجفيف والعناية التامة بتدريج الحرارة المطلوبة عند التسوية. والشكل رقم "٨٠" يوضح حالات تجمع الطلاء ..كما يمكن الإقلال من درجة الأنكماش عند التجفيف بتعديل نسبة إضافة الطين الخام والإقلال منها بحيث لاتزيد عن ٥% أو عدم الطحن جيداً لمكونات الطلاء كما يمكن زيادة نسبة المواد المنصهرة فى الطلاء فنادراً ما يحدث تشقق بعد إضافتها.

ويمكن تلافى التشقق الذى ينتج عنه التجمع بجعل طبقة الطلاء كثيفة حتى لا تتشقق مع استعمال مواد عضوية كالصمغ العربى الذى يزيد من تماسك الطبقة الزجاجية. ومن أسباب تجمع الطلاء وجود اتربة أو مادة دهنية على سطح الفخار فتؤدى إلى عدم تماسك الطلاء بالسطح فيجب التأكد من نظافة السطح قبل الطلاء من الأتربة وأثار وضع اليد فى حالة تناول القطعة أو نقلها حيث يترك مواد دهنية ممزوجة بالعرق كفيلة بخلق متاعب خلال الطلاء.



شكـــل (٨٠) حالة من حالات تجمع الطلاء
وعلى الرغم من انها عيب إلا انه يمكن استغلالها فى الحصرا
على تاثير زخرفى جميل إذا اجيد تنظيمها

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٦.التنقير والبقع :

وينتج ذلك من تسرب الأوساخ والأتربة إلى خلطة وعجائن التزجيج خلال تكوينها أو فى حالة تخزينها ويكون لهذه البقع لوناً يتراوح ما بين الأخضر او البنى ويرجع لون البقعة بلون الأخضر إلى ذرات النحاس التى تتسرب للطلاء فى حالة استخدام المناخل أو فى حالة استخدام أدوات نحاسية فى الخلط كما تحدث نتيجة تساقط أو ملامسة طبقة التزجيج لشوائب نحاسية اما ظهور البقع فيكون ناتج عن تسرب شوائب حديدية إلى خلطة التزجيج . كما أن هذا التسرب يحدث لاى بقعة نتيجة تلوث الفرن بخلطات أو اكاسيد سابقة الإستخدام بالفرن لذلك يجب الإهتمام بتنظيف الفرن تماماً من أى مخلفات بعد الحرق. كما يجب تنظيف الحوامل الخاصة برص المشغولات وتجنب استخدام الأوانى النحاسية أوالحديدية .

٧. الأتربة والمواد الدهنية Dust and glaze

من العيوب الشائعة ظهور النقط والبقع على سطح الطلاء ويسبب ذلك الجزيئات المتمردة الهائمه التى تستقر فى الطلاء قبل وخلال عملية الحرق وغالباً ما تكون ناتجة عن أتربة الفرن أو من خلال ذرات من الأتربة فى الهواء نفسه واحياناً اخرى تكون عالقة بالأدوات المستخدمة داخل الفرن. لذلك ولتلافى ذلك يجب قبل البدأ فى عملية الحرق للطلاءات أن ننظف الفرن من الأتربة وبإستخدام الفرشاة الناعمة وكذلك الأرفف كما يستحب غسل الأدوات المستخدمة بالماء الجارى.

٨. الأسطح غير المستوية (تموج السطح) unewen surface in glaze

ومن بعض عيوب التزجيج ايضاً وهو عدم تجانس سمك طبقة التزجيج وينتج تموج السطح عن الطلاء الغير متعادل فى السمك وبالتالى يعطى سطحاً غير مستوى (مموج) عند تسوية الطلاء مع أهمية معادلة درجة الحرارة تسوية الطلاء بحيث لا تكون منخفضة أكثرمن اللازم

٩. السطح المحبب

ويحدث هذا غالباً على السطح طبقات التزجيج حيث تظهر نتيجة عدم تجانس التطبيق كما تحدث هذه الظاهرة عادة عند استخدام الطلاء بالرش بالمسدس فى تطبيق الطلاء وبالتالى يوجد عدم تعادل فى سمك طبقة الطلاء مما يسبب الحبوب خلال التسوية.

١٠. الندبده او الرغوه أو الريم scan of glaze

وتنتج هذه الظاهرة والتى تعمل على قبح مظهر الطلاء الناتج وتجانس لونه. كما يحدث من استخدام مادة قابلة للذوبان فى الطلاء وأيضا ممكن أن يكون من مادة زجاجية قابلة للذوبان نسبياً.

١١. انزلاق الطلاء run- off

وينتج هذا العيب من السيوله الزائدة فى الطلاء وعلاج ذلك بخفض درجة حرارة النضج أو زيادة لزوجة الطلاء بإضافة الألومينا أو السيكليا .

ملحوظة: يراعى فى التدريبات العملية إتباع قواعد الأمن الصناعى والسلامة المهنية عند تنفيذ التدريبات المهنية السابقة .

اختزال: حريق ينتج عن ألوان معدنية حيث يتم فيه إمداد الفرن بمواد عضوية توليد ثاني أكسيد الكربون باتحادها مع الأكسجين الموجود بالفرن فيخلو الفرن منه وبذلك يكون جو الفرن مختزلا وتكون ألوانها معدنية براقة نتيجة اختزال جو الفرن.

أكسدة: يسمح فيه بدخول الكثير من الهواء إلى الفرن.

انكماش: تنكمش جميع الأواني عند جفافها وعند حرقها أيضا.

بريق معدني: طبقة معدنية رقيقة جداً تكسو سطح الطلاء الزجاجي.

بسكويت: الإناء الذي يعرض للحرق قبل تطبيق الطلاء الزجاجي.

بوتاس: مادة قلوية شائعة تتواجد في رماد الخشب وفي الملح الصخري وبعض الفلسيارات.

تحت الطلاء الزجاجي:الألوان التي تطبق على سطح الإناء قبل أن يغطي بالطلاء الزجاجي.

تسوية الطلاء: عملية الحريق الثاني الذي تتعرض له الخزفيات بعد طلاءها الطلاء الزجاجي.

تشقق: ميل الطلاء الزجاجي لتكوين تشققات شعرية الشكل متشابكة على السطح كله.

تشكيل بالقالب:تشكيل الطينات الرطبة من خلال ضغطها في قالب يحمل الشكل المطلوب.

تشكيل بالنموذج: تشكيل الطينات الرطبة بالأصابع أو بأدوات خاصة.

شكيل على الدولاب: عملية تشكيل الآنية الخزفية بواسطة دولاب الخزاف السريع الدوران وتنتج أشكالا دائرية.

تقشيط:ميل الطلاء الزجاجي نحو التقشير والانفصال عن بدن الإناء.

تمشيط:فن زخرفة يمرر فيه مشط على سطح رطب للإناء مما يعطي نقشا ريشي الشكل.

تهذيب: هندمة للآنية الخزفية بعد أن يتم تشكيلها ويسمح لها بالجفاف (تشطيب جيد للأشكال)

تيراكوتا: أجسام الأواني الخزفية التي تعرضت للحريق تحت درجة ٩٠٠، وتتميز باللون الأحمر وبنعومتها ومسامها.

جسم: المواد التي تصنع منها الخزفيات، وغالبا ما تكون مزيجا من الطينات والمواد المعدنية الأخرى كمادة مالئة.

حشو: مواد الطلاء الزجاجي التي تم صهرها وسحقها.

خزف بسيط: الآنية التي تحرق تحت درجة ١١٠٠°م وغالبا ما تكون حمراء أو كريمية اللون ومتفاوتة في مساميتها.

خزف حجري: الآنية التي تحرق بين درجة ١١٥٠ ودرجة ١٣٠٠° م وغالبا ما تكون شاحبة اللون وغير مسامية.

رسم بالضاغط:استخدام الضاغط للرسم بالطينات السائلة. طينات تطبق من فوهة مثل (الحقن).

زخرفة بالبارز: فن زخرفة يتم فيها تشكيل الموتيفات بقوالب صغيرة وتلصق على سطح الإناء.

ستار الفرن: حائط داخل الفرن يعمل على منع اللهب من التسلط على الأواني والتلامس معها حتى يكون الحريق غير مباشر.

سجرافياتو:زخرفة بالكشط ــ زخرفة تنفذ بطريقة الحز في بطانة ليظمهر لون الطينة الأصلي.

سد بملاط: ربط الجزئين للآنية غير المحروقين باستعمال عجينة كمادة لاصقة (مونة).

سيليكا: أكسيد السيليكون. وهو أكثر المواد المعدنية الشائعة في القشرة الأرضية (الرمل).

صودا: مادة قلوية شائعة تتواجد في النترات وصودا الغسيل.

طبع بالنقل:طبع الرسومات على سطح الآنية باستخدام ورق مطبوع.

طبقة لمعان: عجينة رقيقة جدا تتواجد على الآنية الإغريقية الكلاسيكية والآنية الساميان.

طلاء زجاجي رصاصي: طلاء زجاجي تكون مواده الصاهرة الرئيسية هي من مركبات الرصاص.

طلاء زجاجي صلب:طلاء زجاجي صلب يحرق على آية درجة حرارة عالية وغالبا ما يكـــون طلاء زجاجي قلوي.

طلاء زجاجي قصديري: طلاء زجاجي كثيف أبيض صنع من إضافة أكسيد القصدير إلى الطلاء الزجاجي الرصاصي لإضفاء البياض والعتامة.

طلاء زجاجي قلوي: طلاء زجاجي يتم فيه صهر السيليكا مع مركبات قلوية.

طلاء زجاجي لين:وهو طلاء زجاجي لين تم حرقه عند درجات حرارة منخفضة، وغالبـــا مـــا يكون طلاء زجاجي رصاصي.

طلاء زجاجي ملحي: طلاء زجاجي قلوي يتم فيه الحصول على الصودا برمـــي الملـــح مـــن مداخن أعلى الفرن ليتفاعل الملح مع الجسم مكونا طلاء زجاجي يسمى ملحي.

طلاء زجاجي من رمـاد: هو الطلاء الزجاجي الذي يضم السيليكا والمواد الصاهرة المشتقة من النبات أو رماد الأخشاب.

طينـة:مواد معدنية طبيعية أي سيليكات الألومنيوم المائية، تتألف من دقائق غاية في الصـــغر وغالبا ما تتخلها شوائب أخرى.

عجينة: الطينة المخلوطة مع الماء: تطبق طبقة من هذه المادة إلى سطوح الآنية.

ماجوليكـا: اللقب الذي أطلقه الإيطاليون على الآنية للتسوية أسرع والأواني الإيطالية المكسوة بطلاء زجاجي قصديري من عصر النهضة. كما ويستخدم المصطلح ليصنف الأواني الأوروبية المتأخرة من النوع نفسه(جسم خزفي أرضي أبيض وملون تصنع منه أدوات المائـــدة الغيـــر راقية) بطلاء زجاجي ..... ويزخرف فوقه.

فرن: جهاز يتم فيه حرق الخرفيات.

فلوسبار: مادة معدنية طبيعية تتألف من نسبة عالية من القلويات. أشهر أنواعه البوتاسيومي والصوديوم.

فوق الطلاء الزجاجي:الألوان التي تطبق إلى سطح الإناء بعد تغطيته بالطلاء الزجاجي للحصول على زخارف ملونة.

قلوي: مادة قلوية غالبا ما تكون الصودا أو البوتاس.

كوارتز: حجر صخري يتكون من السيليكا وهي نفس الرمل نقيا.

مادة صاهرة: مادة تساعد على الخفض من درجة انصهار السيليكا وتجعلها قابلها للتسوية أسرع. وغالبا ما تكون رملا أو صخرا مطحونا .....

مصهور: مواد الطلاء الزجاجي التي تعرضت للصهر والسحق (التزرر).

مينا: الألوان التي يلون بها الطلاء الزجاجي ذو درجة الانصهار المنخفضة، وتطبق على الآنية المطلية في الحريق ثاني.

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

Clay	طينة
Contraction	إنكماش
Expansion	استطالة أو تمدد
Slit or shale	طفلة
Flint	زلط سيليكا (رمل)
Quartizite	الحجر الرملي سيليكا (رمل)
Sieve	منخل أو مهزة
Pan mill	طاحونة الحلة (الطثت)
Ball mill	طاحونة الكور
Auger machine	ماكينة البثق
Pug mill	ماكينة البثق
Roller mill	طاحونة الدرافيل
Jaw Crusher	كسارة الفك
Roller crusher	كسارة الدرافيل
Hammer mill	طاحونة الشواكيش
Seger cone	مخروط حراري
Slip	معلق غليظ القوام
Morter	مونة حرارية
Tunnel kiln	فرن نفقي

Shuttle Kiln	فرن مكوكي
Down draught Kiln	فرن السحب السفلي
Up draught kiln	فرن السحب العلوي
Maffle kiln	فرن مقفلة (بقميص حراري)
Oven	فرن للهواة (منزلي)
Furnace	فرن صهر المعادن
Furnace	فرن المعامل
Firing	الحريق (حريق الحراريات) جميع أنواع الخزف
Ignition	صهر وحريق العينات بالمعمل
Thermo- couple	الإزدواج الحراري (لقياس درجة الحرارة)
Kaolin	خام الكولينن (طينات أولية نقية)
Kaolinite	معدن الكاولينيت (أساس الكاولين)
A12O3- 2siO2 – 2H 2O	الرمز الكيماوي للطينات وهو سيليكات الألمنيوم المائية
Sod- silicate	الزجاج المائي سيليكا الصوديوم
Silica Refractories	حراريات السيليكا
Magmesite refractories	حراريات المجنزيت
Mg/cv refractories	حراريات المجنزيت كروم
Cr/ Mg refractoies	حراريات الكروم مجنزيت

Car borandum	حراريات الكاربوراندوم (كربيد السيليكون)
Silicon carbide	حراريات الكاربوراندوم (كربيد السيليكون)
Fibre seramics	ألياف الخزف
Corderite	حراريات الكورديريت
Monolithics	حراريات غير مشكلة
Ox: dation	الأكسدة (بث الأكسجين)
Reduction	الاختزال (التخلص من الأكسجين)
Optical pyrometer	المنظار الحراري (القياس الضوئي للحرارة)
Temprature	درجة الحرارة
Heat	الحرارة (التسخين)
Centigrade C	درجة الحرارة المؤية
Fehrenhite F	درجة الحرارة الفهرنهيت
Kelven K	درجة الحرارة كلفن
Thennmeter	مقياس درجة الحرارة الزئبقي
Dryer	مجفف
Softening Tempr Twre	حرارة بدأ الانصهار
Flux	مادة صهارة
Plasticity	اللدونة
Quartz	الكوارتز

Silica: SiO_2	سيليكا
Alumina: $A1_2 O_3$	ألومينا
Magnesia	مغنسيا ــ مجنزيت
Magnesite : $Mg cO_3$	كربونات مغنسيوم
Vetrifed	مزجج
Vetification	تزجيج
Basic	قاعدي ــ كاوي
Basic Refractories	حراريات قاعدية
Acidic	حامض
Acidic refractories	حراريات حامضية
Neutral	متعادل
Neutral refractories	حراريات متعادلة
Plastic method	الطريقة اللدنة (المبللة)
Semi – dry – method	الطريقة النصف جافة
Burner	لمبة ــ بوري الحريق
Laddle	بوتقة
Filter	مرشح
Filter press	(مرشح الطينة بالمصانع) المشرح بالضغط
Slipping	تعليق الطينة (تحويلها إلى مستحلب)

Loss of ignition (L.O)	**فاقد الحريق**
Humiditiy	**الرطوبة (نسبة بخار الماء / الهواء)**
Relative humidity	**الرطوبة النسبية (الرطوبة / رطوبة الهواء المشبع)**

المراجـــع العـــربيـة

١ - تكنولوچيا إنتاج الخزف

أ . د قدرى محمد أحمد كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

الناشر : مطبعة المليجى بالجيزة .

٢ - الخزفيات للفنان الخزاف

ف . هـ نورثن ترجمة وتقديم : سعيد حامد الصدر

مراجعة : أ . عبد الهادى بحيرى

الناشر : دار النهضة العربية ٣٢ ش عبد الخالق ثروت - القاهرة طبعة أغسطس ١٩٩٥

٣ - فن إعداد وزخرفة الخزف

مهندسة : عنايات المهدى .

الناشر : مكتبة ابن سينا للنشر والتوزيع والتصدير .

رقم الإيداع ١٩٩٨/١٩٩٤ الترقيم الدولى ٩ - ٠٩١ - ٢٧١ - ٩٧٧

٤ - الخـــزف

تأليف : سعيد حامد الصدر

أستاذ ورئيس قسم الخزف بكلية الفنون التطبيقية

المطبعة الأميرية بالقاهرة - ١٩٤٨

٥ - علم الخزف

تأليف : علام محمد علام

سلسلة الألف كتاب (٦٥١) بإشراف الهيئة العامة للكتب والأجهزة العلمية

الناشر : مؤسسة سجل العرب - ١٦ شارع شريف بالقاهرة - ١٩٦٧

٦ - الخزفيات

تأليف : هنرى هودجز ترجمة : د . محمد يوسف بكر

سلسلة مكتبة الثقافة العلمية الميسرة « هاملن »

تصدر عن معهد الإنماء العربى - بيروت - ١٩٨١

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٧- حراريات السيراميك

تأليف : م/ حسين أيوب حسن -م/ عبد الوهاب محمود مرسى

مراجعة أ . د / قدرى محمد أحمد استاذ بكلية الفنون التطبيقية مطابع الإيمان الفنية

٨- تكنولوجيا الأفران

د / إبراهيم موسى إبراهيم م / عبد الوهاب محمود مرسى

مراجعة أ . د / محمد محمد الصاوى كلية الهندسة بشبرا جامعة الزقازيق فرع بنها مطبعة الدار الهندسية

٩- طلاء وزخارف

م / أحمد عزب حفناوى - م / محمدعبد الفتاح عبد المجيد

مراجعة د / جمال الدين محمد الحنفى استاذ تصميم الخزف ورئيس قسم التصميمات الصناعية الاسبق بكلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

المراجـــع الأجنبيـــة

1 - The Potter's Manual

Kenneth Clark Isbn-0-89009-674-0

2 - Pottery

A Manual of techniques

Doug Wensley

The Crowood Press - Printed in Great Britain

56n 1-85223-717-1

3 - Introduction to CERAMICS

Graham flight

Petter Lane

Consultant editor

4 - The Encyclopedia of

POTTERY techniques

Peter Cosention

ISBN 0-89471-892-4

5 - Working

Green Wood Patrick Spielman

6 - Global Ceramic Review.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المراجع العلمية

أسم الكتاب	المؤلف
- Rehactory Materials	Alfred B. Searle
- Clays for potter	Rhodes
- Refractonies	F.H. Norton
- صناعة الحراريات في مصر	م / حسين أيوب حسن

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

فهرست الكتاب

الموضوع	الصفحة
المقدمة	٥
المنهج الدراسى	٩
الباب الأول	١١
أولاً : أنواع الأفران المستخدمة فى صناعة السيراميك (الخزف)	١٣
مناطق الحريق	٢٧
ثانياً : أجهزة القياس المستخدمة داخل الأفران	٣١
١ـ أجهزة قياس معامل الكسر	٣١
٢ ـ أجهزة قياس درجة الحرارة	٣٣
أسئلة الباب الأول	٤٣
الباب الثانى	٤٥
الطينات والمنتجات الحرارية	٤٧
١ـ الخواص والمنتجات الحرارية وأساليب تشغيلها	٤٧
٢ـ الشروط الواجب توافرها فى الأجسام الحرارية	٥٢
٣ـ طرق الإعداد والتحضير والتجهيز للمكونات والإضافات المساعدة للمعاملات الحرارية	٧١
٤ـ نظام تسوية المنتجات الحرارية اللازمة وأساليب تشغيلها لتؤدى وظائفها	٨١
أساليب التجفيف للحراريات	٨١
أسئلة الباب الثانى	٩٦
الباب الثالث	٩٧
العوامل المؤثرة فى إنصهار خلطات التزجيج وجودة الطلاء	٩٩
١ـ عمليات الطحن والخلط لمكونات وملونات الطلاء الزجاجى	٩٩
٢ـ الطلاءات الزجاجية ذات (درجات الحرارة المنخفضة ـ درجات الحرارة العالية)	١١٠
٣ـ نظم تطبيق الطلاءات الزجاجية (الطلاء بالفرشاه ـ الرش بالمسدس)	١١٤
٤ـ عمليات التسوية للطلاءات الزجاجية ودرجات الحرارة المطلوبة	١١٧

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

تابع فهرست الكتاب

الموضوع	الصفحة
٥ـ تفاعلات وإنصهار مكونات الطلاءات الزجاجية داخل الأفران	١٣٠
٦ـ جودة التصاق الطلاء الزجاجى بالجسم الخزفى عند التغطية وانعدام ظاهرة التشقق	١٣٤
أسئلة الباب الثالث	١٣٧
الباب الرابع	١٣٩
أساليب تطبيق الزخارف والخلطات والأصباغ على الأجسام الخزفية	١٤١
اولاً : ١ـ الزخرفة بالملونات الزجاجية بأسلوب الطباعة المسامية (الشبكات الحريرية)	١٤١
٢ـ الزخارف بالملونات الزجاجية (الماجوليكا)	١٤٢
٣ ـ الزخارف فوق الطلاء الزجاجى السابق نضجه بالطرق المختلفة	١٤٨
ثانياً : ١ـ الخلطات والأصباغ : الأكاسيد المعدنية الملونة / الصبغات	١٥٩
٢ـ عمليات الاختزال والأكسدة	١٦٤
أسئلة الباب الرابع	١٦٨
الباب الخامس	١٦٩
عيوب الطلاء الزجاجى (عيوب التزجيج) وطرق تلافيها	١٧١
١ـ التشقق	١٧٢
٢ـ الفقاقيع الدقيقة	١٧٧
٣ـ الأنفصال (التقشير)	١٧٧
٤ـ البثور وثقوب الدبابيس	١٧٩
٥ـ التجميع (الكرمشة)	١٨٠
٦ـ التنقير والبقع	١٨١
٧ـ الأتربة والمواد الدهنية	١٨٢
٨ـ السطوح غير المستوية (تموج السطح)	١٨٢
٩ـ السطح المحبب	١٨٢
١٠ـ الزبد أو الرغوة أو الريم	١٨٢

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

تابع فهرست الكتاب

الموضوع	الصفحة
أسئلة الباب الخامس	١٨٣
تدريبات عملية	١٨٥
المصطلحات الفنية (١)	٢٦٣
المصطلحات الفنية (٢)	٢٦٧
المراجع العربية	٢٧٢
المراجع الأجنبية	٢٧٤
المراجع العلمية	٢٧٥
فهرست الكتاب	762

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM