بسم الله الرحمن الرحيم

DRAFT
نسخة أولية
قابلة للتعديل



دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

التمديدات الصحية والتدفئة المركزية

علم الصناعة

للصف الثاني الثانوي

الفرع الصناعي

المؤلفون

كاظم محمد عسيلة
سامر مفيد الترهي
خالد رشيد صوالحة
اسامة مصطفى حمادنة

خميس عبد الله بدحة (مركز المناهج)



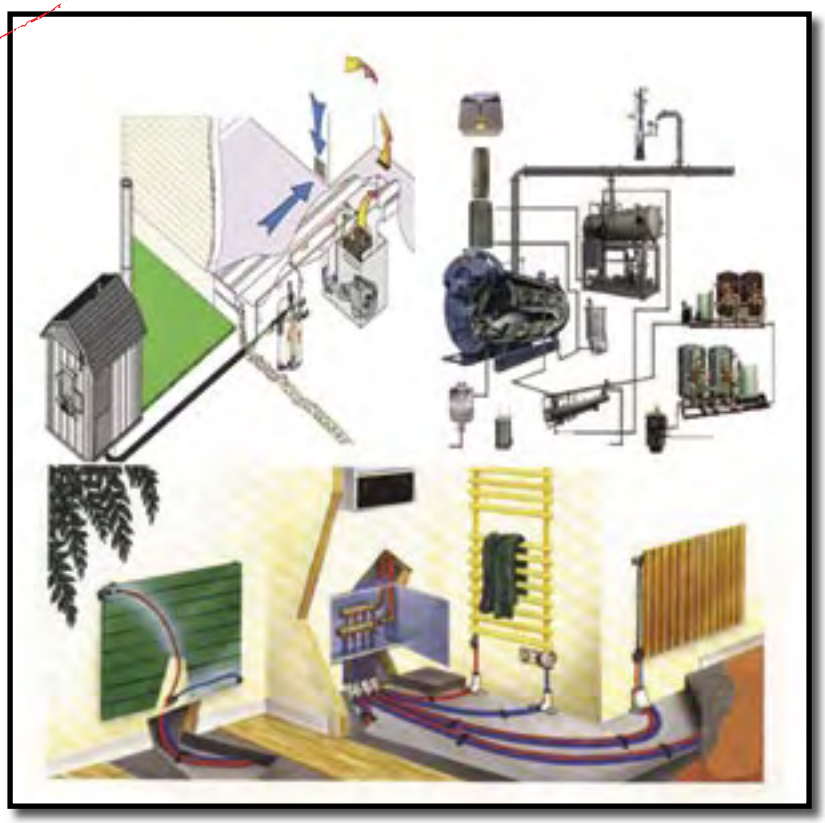
قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة

١

الوقود وأنظمة التدفئة

نسخة أولية
DRAFT





الفصل الاول الوقود وأنظمة التدفئة

مقدمة تاريخية:

تمكن الإنسان على مر العصور من الحصول على الطاقة الحرارية من عملية حرق أخشاب الاشجار ومن حرارة الشمس حتى وصلت البشرية لاكتشاف النفط وقد إستغل الإنسان هذه الطاقة في عمليات تسخين المياه لأغراض التدفئة والأغراض الصناعية .

يعد موقد الحطب من أقدم وسائل التدفئة التي إستخدمها الإنسان . وكان الرومان أول من إستخدم التدفئة المركزية عن طريق تدفئة الحيز بوضع موقد الخشب تحت البناء مباشرة وذلك عام ٢١٥م .

بدأت صناعة أفران تدفئة الهواء من الطوب في القرن الثامن عشر، وكانت تحتوي على فتحة لدخول الهواء الخارجي، ومدخنة لسحب غازات الإحتراق، و صنعت هذه الأفران من الطوب، ويرتكز مبدأ عملها على تسخين الهواء على السطح الملامس للفرن .

أما التدفئة بالبخار فقد أستخدمت للمرة الأولى في إنجلترا عام (١٧٥٠م) بضغط يتراوح بين(١-٢) بار . من خلال مشعات أنبوبية ذات زعانف .

بدأ إستخدام نظام التدفئة بالماء الساخن ذو الضغط المنخفض عام (١٩٥٥م) في المباني السكنية وفي المؤسسات والمكاتب وغيرها . أما التدفئة بالماء وبضغط عال فقد إبتدعها (بيركنز) عام (١٨٣١م) في إنجلترا، حيث إستعمل دارة مغلقة بأنابيب سميكة وضغط لغاية (٢ بار) لتدفئة المصانع .

إن هدف التطور في هذا المجال في الوقت الحاضر، هو تحسين مردود أجهزة التدفئة، وإنتاج أنواع جديدة من المشعات، وتحسين المراجل وخاصة الفولاذية منها، من نواحي الكفاءة والتشغيل والصيانة، وتصميم التدفئة الجماعية لعدة أبنية منفصلة بحيث تكون مناسبة من الناحية الإقتصادية ومن الناحية العملية .

بعد دراسة هذه الوحدة يتوقع منك عزيزي الطالب أن :

١ . تميز أنواع الوقود المختلفة .

٢ . تحدد مكونات المدافئ المنزلية بأنواعها .

٣ . تتعرف على مبدأ عمل وصيانة المدافئ المنزلية .

٤ . تميز أنواع أنظمة التدفئة المركزية .

الدرس الثاني — الوقـــود (Fuel)

يُحرق الوقود لإنتاج الطاقة التي تستخدم في مجالات الحياه المختلفة . وتختلف القيمة الحرارية الناتجة عن إحتراق الوقود من نوع لاخر .

ويمكن تصنيف الوقود حسب مصادره إلى نوعين هما :

أ- الوقود الطبيعي:

مثل الغاز الطبيعي والخشبوالفحم النباتيوالفحم الحجري والنفط الخام .

ب- الوقود الصناعي:

يمكن تصنيف الوقود حسب حالته الفيزيائية إلى ثلاثة أصناف :

١ **الوقـود الصلـب** : مثل الخشـب والفحـم النباتي والفحـم الحجري وفحم الكوك .

> فحم الكوك :
> هو الفحم الذي يتم الحصول عليه من تسخين الفحم الحجري إلى درجة حرار عالية بمعزل عن الهواء

٢ **الوقود السائل** : وهو أحد نواتج تكرير النفط الخام ومن أهم أنواعه البنزين والسولار والكيروسين .

٣ **الوقود الغازي** : يعتبر الوقود الغازي من المصادر الهامة لإنتاج الطاقة وأهم أنواعه :

أ) : الغاز الطبيعي : يتواجد في باطن الأرض على ثلاثة أشكال :

- **الغاز الذائب في البترول** : ينفصل الغاز الذائب عن البترول عند خروج البترول إلى سطح الأرض ونتيجةً لإنخفاض الضغط .
- **الغاز الطبيعي المشبع بالهيدروكربونات البترولية السائلة .**
- **الغاز الطبيعي النقي .**

ب) : الغاز الصناعي : يتم الحصول عليه عن طريق تكرير النفط الخام .

ويوضح الجدول (١-١) بعض أنواع الوقود المختلفة والقيمة الحرارية لكل منها :

نوع الوقود	القيمة الحرارية (كيلوجول/ كغم)
الخشب	١٢٠٠٠-١٧٠٠٠
الفحم الحجري	٢٠٠٠٠-٣٤٠٠٠
الكيروسين	٤٣٥٠٠
السولار	٤٠٠٠٠-٤٣٠٠٠
الغاز الطبيعي	٤٩٠٠٠

جدول (١-١) : القيمة الحرارية لبعض أنواع الوقود

ويعتبر الفحم الحجري والبترول والغاز الطبيعي من أنواع الوقود الأحفوري .

تخزين الوقود :

يحفظ الوقود بنوعيه السائل والغازي في خزانات مصنوعة من صفائح الفولاذ بأشكال مختلفة ، وتكون هذه الخزانات على نوعين :

١ خزانات وقود فوق سطح الأرض .

٢ خزانات وقود تحت سطح الارض .

ويبين الشكل(١-١) خزان فوق سطح الأرض .



شكل (١-١)

خزانات الوقود السائل:

تحتوي خزنات الوقود السائل على الفتحات التالية :

١ فتحة تزويد الخزان بالوقود .

٢ فتحة تزويد الحارقة بالوقود .

٣ فتحة مؤشر كمية الوقود السائل : ويكون أحيانا متصلاً بعوامة داخل الخزان ، أو زجاجة بيان تدل على مستوى الوقود في الخزان .

٤ فتحة التهوية .

٥ فتحة تنظيف الخزان من الرواسب .

يراعى عند تركيب خزانات الوقود السائل وضعها بعيداً عن مصادر المياه من أمطار وغيره ، حرصا على عدم تسرب المياه إليها الأمر الذي يؤدي إلى تلف الحارقة .



شكل(١-٢)

خزانات الوقود الغازي:

هذه الخزانات تفحص على ضغوط عالية عند صناعتها ، ويركب عليها مقياس يبين ضغط الخزان ، ومقياس يبين ضغط التشغيل . وتجدر الإشارة إلى ضرورة وضع خزانات الوقود الغازي في حفر خاصة تحت الأرض وتغطى بالرمل على إرتفاع ١م على الأقل لتجنب أخطار الحرائق .

والشكل (١-٢) يبين خزاناً للوقود الغازي .

الأمور التي يجب مراعاتها عند تركيب خزان الوقود الغازي :

١- تركيب صمام فصل رئيسي .

٢- تركيب مقياس ضغط للخزان ومقياس لضغط التشغيل .

٣- تركيب منظم لضغط التشغيل .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تجدر الإشارة إلى أن خزانات الوقود السائل والغازي والتي توضع تحت سطح الأرض، يبني لها حفرة لها مكونه من الجدران الإسمنتية المسلحة والصبة الأرضية، كما وينصح أن يتم عزل الجدران بإستخدام مادة عازلة لتسرب المياه. كما ويراعى دهان الخزانات بدهان مانع للصدأ فوق دهان الأساس من الشركة المصنعة للخزانات مع الإشارة إلى ضرورة وضع الرمل على جانبي الخزان وفوقه لمسافة لا تقل عن ١م.

أسئلة الدرس:

س١ : إختر الإجابة الصحيحة مما يأتي :

١) يعتبر السولار من أنواع الوقود :

أ. الأحفوري. ب. غير الأحفوري. ج. الغازي. د. السائل.

٢) الوقود الذي نحصل عليه من تسخين الفحم الحجري إلى درجات حرارة عالية وبمعزل عن الهواء :

أ. الفحم النباتي ب. الغاز الطبيعي جـ- الوقود السائل د. فحم الكوك

س٢ : ضع كلمة صح أمام العبارة الصحيحة وكلمة خطأ أمام العبارة الخاطئة :

أ) نحصل على الغاز الصناعي بالتجزئة الهدامة للبترول ( )

ب) يعتبر الغاز الطبيعي من أنواع الوقود الأحفوري ( )

جـ) يتجمع الماء أسفل خزان الوقود عند إختلاط الوقود بالماء ( )

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الدرس الثاني أنظمة التدفئة المباشرة (المدافئ المنزلية)

تعتبر المدافئ المنزلية بكافة أنواعها من وسائل التدفئة المباشرة حيث تتولد الحرارة داخل الحيز مباشرةً بعد حرق الوقود.
تصنف المدافئ حسب نوع الوقود المستخدم كما يلي :

١- مدافئ الوقود الصلب:

قضت حاجة الإنسان للحرارةوإستخدامها للتدفئة في كثير من أموره الحياتية، إلى حرق قطع الأخشاب في مواقد بدائية والإستفادة من الطاقة الحرارية المنبعثة. وتطورت هذه المواقد فيما بعد إلي ما يعرف« بمدفأة الحطب». حيث تتوفر بأنواع عدة: -

أ. مدافئ الحطب المعدنية:

تصنع مدافئ الحطب المعدنية من ألواح الصاج السميك أو الحديد السكب، كما يبين الشكل(١-٣)، وتتكون هذه المدافئ من الأجزاء التالية :

١- غرفة الإحتراق

٢- جسم المدفأة

٣- المدخنة



شكل(١-٣): مدفأة حطب معدنية

تعمل هذه المدافئ بوضع قطع الحطب داخل غرفة الإحتراق وبعد إشعاله تنتقل الحرارة إلى جسم المدفأة الذي ينقلها بدوره إلى الحيز المراد تدفئته. في حين تنطلق الغازات الناتجة عن الإحتراق عبر المدخنة.

ويتجمع الرماد في صينية خاصة أسفل الموقد.

ب. مدافئ الحائط (Fire Place):

لا تختلف هذه المدافئ عن النوع السابق في مبدأ العمل وتبني هذه المدافئ من الطوب الحراري كما يمكن تبطينها من الداخل بألواح من الصاج السميك لزيادة كفائتها. ويبين الشكل (١-٤) أحد أنواع هذه المدافئ.



شكل(١-٤): مدفأة حائط

كما تنظف غرف الإحتراق في المدافئ ومداخنها من الرماد المتجمع بشكل دوري لزيادة الكفاءة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٢- مدافئ الوقود السائل:

تعتمد هذه المدافئ في تشغيلها على الوقود السائل (الكاز، السولار)، وتتوفر بأنواع وأشكال مختلفة منها :

أ. مدفأة الكيروسين ذات الفتيل،(شكل ١-٥):



شكل (١-٥): مدفأة الكيروسين

وتتكون من الأجزاء التالية :

١- **خزان الوقود**: وبداخله عوامة متصلة مع مؤشر لمعرفة مستوى الوقود في الخزان.

٢- **الفتيلة**: تصنع من القطن الصافي أوالقطن المتصل مع شعيرات من الألياف الزجاجية، وقد استخدمت في الماضي فتائل الإسبست التي أصبحت محظورة لأسباب صحية.

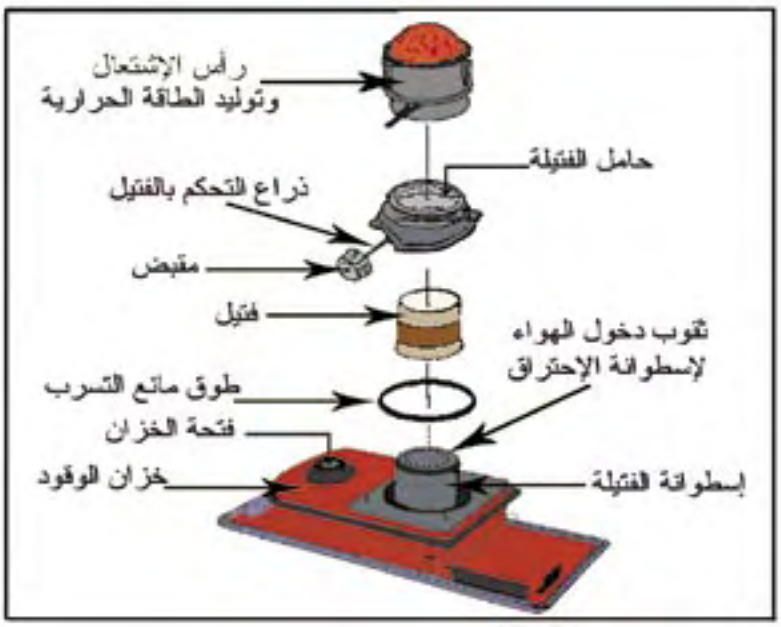
٣-**أسطوانة الفتيلة**: وهي دليل حركة الفتيلة، وفي أسفلها ثقوب لدخول الهواء المساعد في عملية الإشتعال.

٤- **طوق منع التسرب**: يصنع من المطاط .

٥- **حامل الفتيلة**: وهو إسطوانة من الصاج مثبت عليها سكة مسننة ليسهل تحريكها بواسطة المقبض

٦- **المقبض**: ويتصل بذراع للتحكم، ينتهي بمسنن للتحكم بحامل الفتيلة ليحدد مستوى الشعلة.

٧- **رأس الإشتعال**: ويتكون من عدة إسطوانات متداخلة متوجة بشبك معدني حراري يتوهج عندما تتم عملية الإحتراق والشكل (١-٦) يوضح هذه الأجزاء.



شكل (١-٦): أجزاء مدفأة الكيروسين

خطوات إشعال مدفأة الكيروسين ذات الفتيل:

١ يتم غمر الجزء السفلي للفتيلة في خزان الوقود ولمدة أربعٍ وعشرين ساعة قبل التشغيلة الأولى .

٢ يصعد الوقود إلى أعلى الفتيلة بالخاصية الشعرية .

٣ ترفع الفتيلة للأعلى بواسطة المقبض .

٤ يتم إشعال الفتيلة يدوياً أو كهربائياً كما في بعض الأنواع .

٥ يتم معايرة الشعلة حسب المطلوب .

ب. مدفأة الصفيحة التبخيرية :

وتعرف بالمدفأه ذات المداخن (البواري)، وتتكون من الأجزاء التالية (شكل ١-٧) :

١ **الصفيحة التبخيرية** : هي الصفيحة التي يتم تبخير الوقود عليها .

٢ **غرفة الإحتراق** : وهي الحجرة التي تتم فيها عملية التبخير والرحتراق .

٣ **خزان الوقود** : وهوخزان معدني كروي أو إسطواني كما في الشكل (١-٨) يركب علي مستوى مرتفع من المدفأة، يحتوي على صمام إبري (مسمار) لمعايرة كمية الوقود المنساب عبر أنبوب نقل الوقود الى الصفيحة التبخيرية .

٤ **المدخنة** : وهي قناة معدنية تتصل بغرفة الإحتراق لتأمين خروج الغازات الناتجة عن الإحتراق من خلالها إلى الجو الخارجي .



شكل (١-٧) : مدفئة الصفيحة التبخيرية



شكل(١-٨): أجزاء مدفأة الصفيحة التبخيرية

خطوات إشعال المدفأة ذات الصفيحة التبخيرية:

يتم تشغيل هذا النوع من المدافئ بإتباع الخطوات الآتية :

١ يتم فتح الصمام الإبري للسماح بإنسياب بعض الوقود إلى الصفيحة التبخيرية .

٢ يتم إشعال الوقود المتجمع على الصفيحة التبخيرية بواسطة عود ثقاب يتم إدخاله عبر فتحة الإشعال، أو بواسطة قطعة قماش صغيرة متصلة بسلك معدني طويل .

٣- مدافئ الوقود الغازي:

يعمل هذا النوع من المدافئ في بلادنا بالغاز الصناعي المعبئ في إسطوانات سعة ١٢ كغم، وتتكون هذه المدافئ غالباً من الأجزاء التالية (شكل ١-٩) : -



شكل (١-٩): مدفأة الغاز

أ. **الهيكل المعدني** : يحتوي على بقية أجزاء المدفأة وفيه مكان مخصص لوضع أسطوانة الغاز .

ب. **شرارة الإشعال** : وهي ولاعة إلكترونية .

جـ. **الشعلة الدائمة** : التي تحافظ على بقاء صمام الغاز مفتوحا عن طريق تسخين حساس ملامس لها .

د. **بلاطات التوهج** : وتصنع غالبا من الفخار الحراري، وتحتوي على مسامات لخروج الغاز .

هـ. **مفاتيح التشغيل والتحكم** : وبواسطتها نستطيع تحديد عدد البلاطات المراد إشعالها حسب الحاجة .

٤- المدافئ الكهربائية:

تعتمد هذه المدافئ في عملها على الطاقة الكهربائية ، فعند مرور التيار الكهربائي عبر المقاومات الكهربائية تتوهج ونحصل على الطاقة الحرارية .


شكل(١-١٠): مدفأة كهربائية

وتزود بعض أنواع المدافئ الكهربائية بقاطع أمان ميكانيكي يفصل التيار الكهربائي عن المدفأة إذا انقلبت، ويوضح الشكل (١-١٠) أحد أنواع هذه المدافئ.

أسئلة الدرس:

س١ : ضع كلمة صح أمام العبارة الصحيحة وكلمة خطأ أمام العبارة الخاطئة :

أ. عند ظهور بقع سوداء على الشبك المتوهج في مدفأة الكاز، فإن هذا يدل على إحتراق غير كامل . ( )

ب. لا تحتاج المدافئ المنزلية إلى وسيط لنقل الحرارة. ( )

جـ. تتحول الطاقة من كيميائية إلى حرارية في مدفأة الغاز. ( )

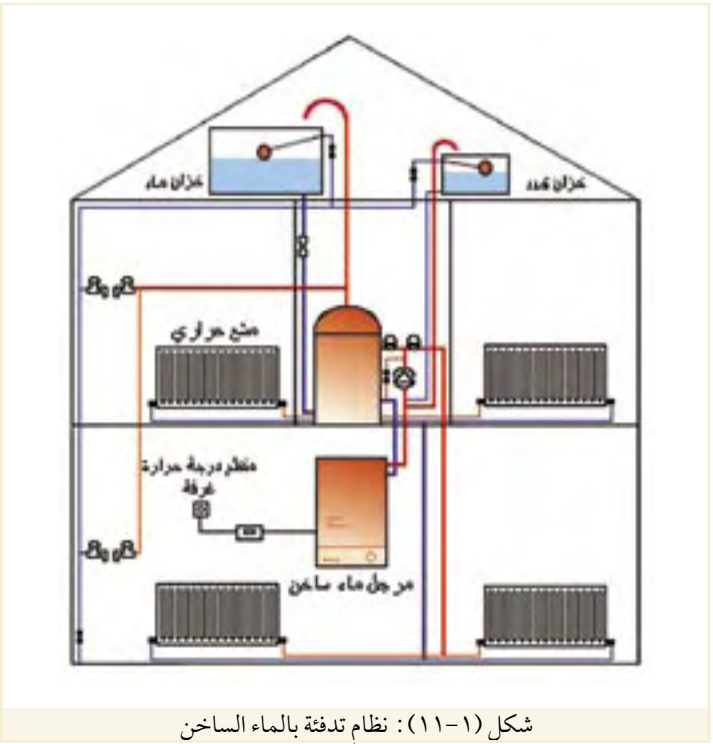
قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الدرس الثالث أنظمة التدفئة المركزية (Central Heating Systems)

تعتبر أنظمة التدفئة المركزية من وسائل التدفئة غير المباشرة، حيث تعتمد في عملها على نقل الطاقة الحرارية الموجودة في وسيط التسخين سواء كان ماء أو هواء أو بخار إلى المبادلات الحرارية الموجودة في المساحات المراد تدفئتها، **وتنقسم هذه الأنظمة إلى ثلاثة أنواع :**

١ **نظام التدفئة بالماء الساخن** (Hot Water Heating System)

يستخدم الماء في هذا النظام كوسيط لنقل الحرارة، حيث يتم تسخينة في مراجل(Boilers) خاصة ، يدور بعدها في شبكة أنابيب بواسطة مضخات التدوير (Circulating Pumps) ثم يتوزع إلى المبادلات والمشعات الحرارية لتنتقل الحرارة بعد ذلك إلى هواء الحيز ويبين الشكل (١-١١) نظام تدفئة بالماء الساخن .



شكل (١-١١): نظام تدفئة بالماء الساخن

يعد هذا النظام الاكثر إنتشارا في تدفئة المنازل والمدارس والمستشفيات والفنادق، ومن ميزاته :

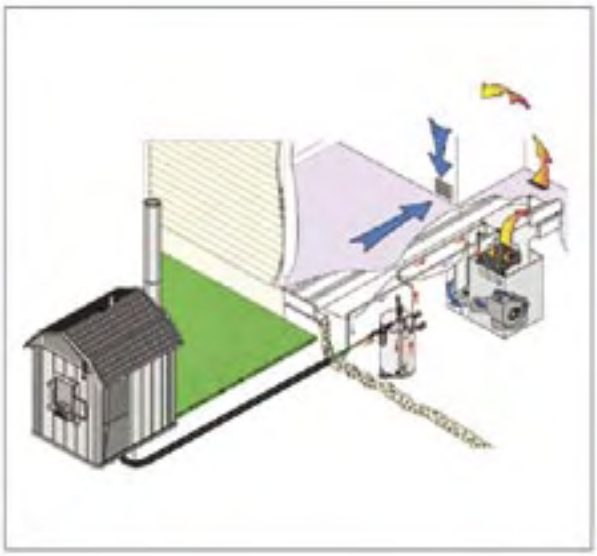
١ إنخفاض تكلفته الإنشائية والتشغيلية مقارنةً مع الأنظمة الأخرى .

٢ يؤمن ظروف صحية جيدة .

٣ سهولة أعمال الصيانة .

٢ نظام التدفئة بالهواء الساخن (Hot Air Heating System)

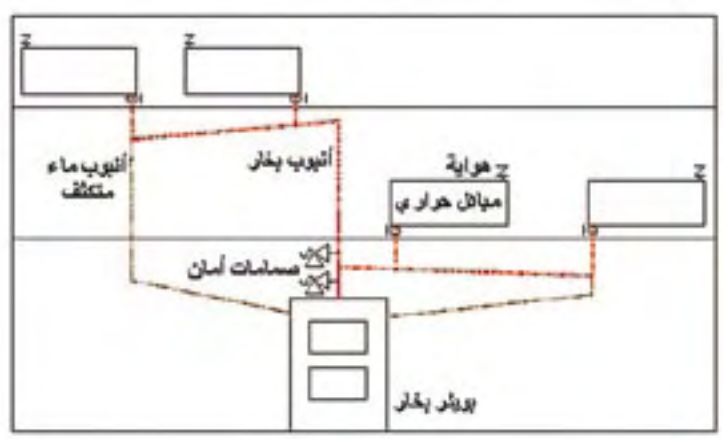
يستخدم الهواء في هذا النظام كوسيط لنقل الحرارة، ويسخن الهواء بطرق مختلفة في وحدات تدفئة مركزية خارجية أو داخلية مستقلة، ويدفع ذلك في ممرات خاصة تسمى مجاري الهواء (Air Ducts)، حيث يخرج من نهاية الممر إلى الحيز المراد تدفئه . كما يوضح الشكل (١-١٢) .



شكل (١-١٢): نظام تدفئة مركزية بالهواء الساخن

٣ نظام التدفئة بالبخار (Steam Heating System)

يستخدم البخار في هذا النظام كوسيط لنقل الحرارة، حيث يتم توليد البخار في مراجل(Steam Boilers) خاصة بضغوط مختلفة، يتحول الماد فيها إلى بخار ويبين الشكل(١-١٣) مخططا لنظام تدفئة بالبخار .



(شكل١-١٣): مخطط نظام تدفئة بالبخار

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدير بالذكر أن إستخدام هذا النظام يقتصر على المنشات الصناعية ولا يستخدم في التدفئة المنزلية للأسباب التالية :

١ كلفته التشغيلية والانشائية المرتفعة .

٢ حاجته إلى كثير من وسائل التحكم والمراقبة الدائمة .

٣ خطورته الناتجة عن إرتفاع الضغط وإرتفاع درجة الحرارة .

وسستتعرف على هذه الأنظمة بالتفصيل في الوحدات القادمة إن شاء الله .

أسئلة الدرس:

س١ : ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة وكلمة (×) أمام العبارة الخاطئة :

أ) يقتصر إستخدام نظام تدفئة بالبخار على المصانع دون المنازل ( )

ب) يعتبر نظام التدفئة بالماء الساخن أكثر الأنظمة حاجة إلى الضوابط الأوتوماتيكية ( )

س٢ : أكمل الفراغات في الجمل الآتية :

١- يعتبر نظام التدفئة ..... من أكثر أنظمة التدفئة شيرعاً .

٢- يكثر إستخدام نظام التدفئة بالبخار في تطبيقات عدة منها : ..... .

٣- يعتمد نظام التدفئة بالهواء الساخن في عمله على ..... .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

أسئلة الوحدة

١- صنف انواع الوقود من حيث :

أ- مصادره ب- حالته الفيزيائية

٢- عدد الفتحات التي تحويها خزانات الوقود السائل؟

٣- ماهي الشروط الفنية التي يجب مراعاتها في تركيب خزانات الوقود تحت سطح الارض؟

٤- اشرح طريقة بناء المواقد الجدارية؟

٥- ماهي الاجزاء التي يتكون منها مدفأة الكيروسين ؟

٦- اشرح مبدأ عمل المدافئ ذات الصفيحة التبخيرية ؟

٧- قارن بين نظام التدفئة بالماء الساخن ونظام التدفئة بالبخار من حيث : -

أ- الكلفة الانشائية والتشغيلية

ب- مجالات الاستخدام .

جـ- الحاجة الى وسائل التحكم .

٨- اشرح مبدأ عمل نظام التدفئة بالهواء الساخن؟

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة

٢

المراجل (الغلايات) Boilers



المراجل (الغلايات) Boilers

تناولنا عزيزي الطالب في السنة الماضية موضوع أجهزة تسخين المياه للاستخدام المنزلي بشكل مفصل، ونأمل أن تكون قد استوعبت ذلك جيدا، وسنتناول في هذه الوحدة موضوع المراجل ، وهو ذو صلة وثيقة بالموضوع السابق، حيث أن الغاية من استخدامها يشمل تسخين المياه لأغراض عدة منها :

١ تسخين المياه لأغراض التدفئة المركزية .

٢ تسخين المياه للاستهلاك اليومي في المؤسسات الكبيرة كالمدارس والمستشفيات والفنادق .

٣ تسخين المياه لتوليد البخار للأغراض الصناعية .



شكل (١)

وبعد دراستك لهذه الوحدة نأمل أن تحقق الأهداف التالية :

١ تعرف أنواع المراجل وخصائصها .

٢ تحدد الهدف من استخدام المراجل .

٣ تميز أنواع وقود المراجل .

٤ تفهم طرق تركيب وتجميع وصيانة المراجل .

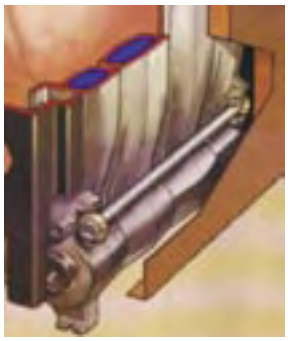
٥ تدرك الأسباب المؤدية إلى تلف المراجل .

٦ تعرف خصائص غرفة المرجل وشروط بنائها .

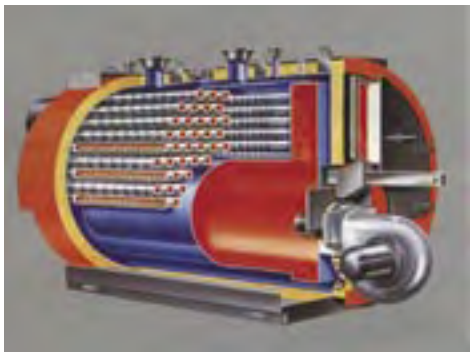
٧ تميز قدرات المراجل وكفاءتها .

يعد المرجل **(Boiler)** من أهم مكونات نظام التدفئة المركزية . ويعرف بأنه ذلك الجزء من النظام الذي يتم فيه حرق الوقود داخل غرفة الاحتراق (بيت النار)، ؛كما يوضح شكل (١) بهدف الاستفادة من الحرارة الناتجة عن الاحتراق ونقلها إلى وسيط التسخين الذي يمر عبر أنابيب أو مقاطع يحيط بها اللهب أو الغازات الساخنة، لينقل بعد ذلك إلى المشعات الحرارية، أو مبادلات تسخين المياه بواسطة مضخات التدوير، فيما تنطلق الغازات الناتجة عن الاحتراق إلى الجو عبر المدخنة المتصلة بالمرجل. ويبين الشكل(٢) قنوات الماء في مقطع لمرجل من حديد السكب **(cast iron boilers)**، فيما يبين الشكل(٣) أنابيب المياه في المراجل المصنوعة من صفائح الفولاذ **(welded steel boilers)** وسنتناول دراسة موضوع المراجل من نواح متعددة أبرزها :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٢)



شكل (٣)

١- مادة الصنع .

٢- ضغط التشغيل .

٣- الوقود المستخدم .

٤- التجميع والتركيب .

٥- الصيانة .

٦- أسباب تلف المراجل .

٧- غرفة المرجل وشروط بنائها .

٨- قدرة المرجل .

٩- كفاءة المرجل (الجودة) .

أولاً:مادة الصنع:

تصنع المراجل عادة من مواد تناسب طبيعة استخدامها، فالمراجل التي تستخدم لأغراض التدفئة والتي يستخدم فيها الماء كوسيط ناقل للحرارة تصنع من الحديد السكب (الزهر) في مصانع ضخمة، حيث يصهر الحديد ويزال منه الخبث، ثم يسكب في قوالب خاصة، للحصول على مقاطع متشابهة(sections) يتم تجميعها فيما بعد لتشكل المرجل، ولمراجل حديد السكب ميزات وعيوب، فمن ميزاتها، أنها تقاوم التآكل والصدأ والنقر لاحتوائها على نسبة عالية من الكربون، إلا أن مقاومتها للضغوط ضعيفة، حيث تتشقق وتنكسر إذا تعرضت لضغوط عالية، وهذا ينبهنا لضرورة تركيب ساعات قياس الضغط على المرجل كما في الشكل (٤). أو على المجمعات القريبة منه كما في الشكل (٥) كذلك تركيب صمام أمان مناسب يقوم بتصريف الضغط الزائد.



شكل (٤)



شكل (٥)

أما مراجل الفولاذ، فتصنع من ألواح الصاج السميك (١٠ ملم تقريبا) ومن الأنابيب ذات المواصفات العالية . وتختلف سماكة الصاج والأنابيب باختلاف الغرض من استخدام المرجل وقدرته .

وكذلك فإن لمراجل ألواح الصاج ميزات وعيوب، فمن ميزاتها تحملها للضغوط العالية ومقاومتها للكسر، ومن عيوبها قلة مقاومتها للصدأ والنقر .

ثانياً:ضغط لتشغيل :

تقسم المراجل من حيث ضغوط تشغيلها إلى قسمين :

أ- مراجل الضغط المنخفض(low pressure boilers) :

توصي معظم مصانع مراجل حديد السكب بعدم استخدام هذا النوع من المراجل لضغوط تزيد عن (٤ بار)، ومع التقدم العمراني والتكنولوجي، وشيوع ظاهرة المباني الشاهقة والأبراج السكنية، قامت بعض المصانع برفع قدرة تحمل المراجل حتى ضغط (٦ بار) .

ب- مراجل الضغط العالي(high pressure boilers) :

تعمل هذه المراجل على ضغوط لا تقل عن (٥ بار) . وتستخدم لتسخين مياه التدفئة المركزية إلى درجات حرارة تتراوح من ١٠٠-٢٠٠ درجة مئوية، أو لتوليد البخار في المصانع، وهذا يدفعنا إلى تزويدها بوسائل أمان ،وأجهزة تحكم متعددة ، ولا يفضل تركيب هذا النوع من المراجل داخل البناء ، حيث يبني لها عادة حجرة خاصة غير ملتصقة بالبناء .

ثالثاً: الوقود المستخدم :

يستخدم الوقود السائل (السولار) لتشغيل حارقات المراجل، ويخزن الوقود داخل خزانات تحت سطح الأرض أو فوق سطح الأرض بمواصفات خاصة .

كما يستخدم الوقود الغازي لتشغيل المراجل، ومن ميزاته :

١ عدم تلويث البيئة .

٢ سرعة اشتعاله .

٣ محافظته على مجاري المرجل ومدخنته نظيفة من الرواسب الكربونية .

وتتلخص عيوب استخدام الوقود الغازي بما يلي :

١- خطورة تخزين الغاز بكميات كبيرة .

٢- اشتعال النيران نتيجة أي تسرب من الأنابيب أو الوصلات .

٣- حاجة مراجل الغاز لكثير من الضوابط ووسائل الأمان .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

رابعاً: التجميع والتركيب:

تختلف طريقة تجميع المراجل حسب نوع المادة التي تصنع منها :

أ. مراجل الحديد السكب :

تجّمع مقاطع مراجل الحديد السكب مقطعاً تلو الآخر بعد تنظيفها وتجهيزها بواسطة نبول خاصة غير مسننة مائلة من الطرفين (conic) شكل (٦) قبل أن نقوم بشدها معا بواسطة مجابد خاصة، ويراعى عدم الشد الزائد، ويبين الشكل (٧)طريقة تركيب مرجل سكب، وسنأتي على خطوات التركيب بالتفصيل في التمارين العملية ان شاء الله .



شكل (٦)



شكل (٧)

ب. مراجل الصاج (الفولاذية) :

تجمع أجزاء مراجل الصاج بواسطة لحام القوس الكهربائي، و تفحص على ضغط أعلى من ضغط التشغيل، ومن ميزاتها :

١ سهولة صيانتها .

٢ إمكانية تغير بعض الأنابيب التالفة و لحام وترميم المناطق المتآكلة .

يتكون مرجل الصاج كما في الشكل (٨) من اسطوانة من الصاج السميك بداخلها حزمة من الأنابيب تختلف في عددها وأقطارها وتصميمها باختلاف قدرة المرجل والغرض من استخدامه، فإذا كانت هذه الأنابيب تشكل امتدادا لغرفة الاحتراق (بيت النار)لتمر عبرها الغازات الساخنة في طريقها إلى المدخنة وكان وسيط التسخين (الماء) من حولها سمي هذا النوع مراجل أنابيب اللهب **(fire tube)** .



شكل (٨)

تكون أقطار الأنابيب في هذا النوع كبيرة نسبيا حيث تصل إلى (٤) إنش، ويستخدم هذا النوع من المراجل للحصول على مياه ساخنة بكميات كبيرة للاستخدام المباشر في الفنادق والمستشفيات دون الحاجة لمبادل حراري، كما يستخدمها البعض لتسخين مياه شبكة التدفئة المركزية.


شكل (٩)

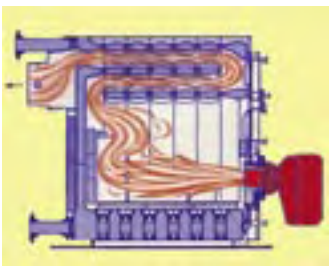
أما إذا كانت حزمة الأنابيب تشكل مجمعا للمياه المراد تسخينها وتحيط بها السنة اللهب والغازات الساخنة، سمي هذا النوع مراجل أنابيب الماء (water tube). وفي هذا النوع تتراوح أقطار الأنابيب من (٢٥ , ١-٢) إنش، وقد يزيد عددها في بعض المراجل عن مائة أنبوبة وهذا النوع غالبا ما يستخدم لتوليد البخار في المنشآت والمصانع.

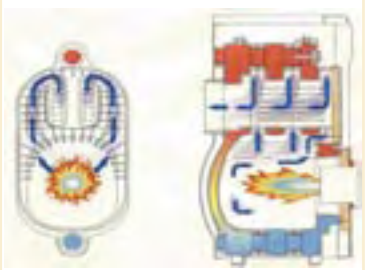
ويبين الشكل (٩) مرجلين من أنابيب اللهب موصولين على التوازي لتسخين المياه للاستخدام المباشر، والجدير بالذكر ان المراجل بنوعيها (حديد السكب والفولاذ) يمكن أن تكون ذات ممر واحد أو ممرين أو ثلاثة ممرات.

قارن بين المراجل ذات الممر الواحد وذات الممرات الثلاثة من حيث سهولة الصيانة والكفاءة.

و الغرض من الممرات هو السماح للغازات الساخنة بالمرور إلى المدخنة مباشرة، أو إعادتها إلى بداية المرجل ثم إعادتها ثانية إلى نهاية المرجل في طريقها إلى ألمدخنه.

ويوضح (الشكل ١٠)، (والشكل ١١) ممرات الغازات الساخنة في بعض المراجل.


شكل (١٠)


شكل (١١)

خامساً: الصيانة (Maintanance) :

وتقسم إلى :

أ. الصيانة الدورية : وتشمل تفقد المراجل بشكل دوري و مراقبتها من النواحي التالية :

١ **تسرب المياه من الوصلات** : حيث يؤدي هذا التسرب إلى تلف جسم المرجل أو غطائه الخارجي أو تأكسد براغي وصواميل التجميع. و في هذه الحالة يجب إصلاح أماكن تسرب المياه ووضع مانع التسرب المناسب و إعادة شد البراغي جيدا.

٢ **تسرب الدخان من جسم المرجل**: وهذا يدل على تفتت و تلف مانع التسرب الحراري الموجود بين المقاطع ، ولا ننصح بإعادة فك مقاطع المرجل لمعالجة تسرب الدخان ، إذ يمكن معالجة ذلك باستخدام معجونة حرارية خاصة تضغط بين مقاطع المرجل من الخارج ، أو باستخدام أنواع من السيلكون تتحمل درجات حرارة عالية كما في الشكل (١٢).


شكل (١٢)

٣ **تسرب الوقود السائل**: حيث يجب تفقد أنابيب الوقود ووصلاتها مع الحارقة، وكثيراً ما أدى تسرب الوقود إلى احتراق غرفة المرجل بالكامل .

٤ **تفقد خطوط الكهرباء المتصلة بالمرجل**: والتأكد من وضعها داخل خراطيم حرارية خاصة(**conduits**)كما في(الشكل ١٣) وتركيب وصلات مانعة لدخول الماء على أطراف علب التوصيل .


شكل (١٣)

٥ **مراقبة منظمات التحكم بدرجات حرارة ماء المرجل**: حيث يجب المحافظة عليها من العبث وعدم معايرتها على درجات حرارة فوق الحد المسموح من قبل أشخاص غير مختصين ، مما يتسبب في التسخين الشديد لجسم المرجل ، وقد يؤدي إلى كسره و تلفه .

٦ **التأكد من جودة احتراق الوقود داخل غرفة الاحتراق**: كما يجب عدم العبث بمعايرة مضخة الوقود السائل ، أو معايرة الهواء اللازم للاحتراق بشكل عشوائي ، مما يتسبب في تكوين طبقات سميكة من السناج داخل مجاري المرجل وهذا يؤدي إلى اختناق الشعلة، وعدم تمكين الغازات العادمة من المرور إلى المدخنة ، حيث تغلق المدخنة ومجاري مرور الغازات الساخنة نتيجة الاحتراق غير المكتمل . وهذا يوجب تنظيف المرجل ومجاري والمدخنة بشكل دوري بواسطة أدوات و فراشي التنظيف الخاصة بالمرجل . كما يبين الشكل (١٤).


شكل(١٤):


شكل(١٥):

ب. الصيانة الطارئة .

تتلخص الصيانة الطارئة في استبدال الأجزاء التالفة من المرجل أو ملحقاته، فمثلا قد ندخل إلى غرفة المرجل فنجد أن المياه قد غمرت أرضية غرفة المرجل ، وبعد التشخيص نجد أن أحد مقاطع المرجل أو أكثر مكسورا ، و في هذه الحالة

يجب استخراج المقطع التالف و استبداله بمقطع جديد، إذا كان المرجل يتكون من مقاطع حديد السكب، ويبين الشكل(١٥) كسراً في مقطعٍ لمرجل من الحديد السكب ، وسنأتي على تفصيل أسباب الكسر لاحقاً .

و الجدير بالذكر عدم جدوى لحام وترميم مقاطع مراجل الحديد السكب المكسورة ، إذ أن المنطقة القريبة من اللحام سرعان ما تتشقق نتيجة تعرضها للحرارة الشديدة التي تصاحب عملية اللحام .

ومعلوم أن المقطع الأمامي الذي تركب عليه الحارقة والمقطع الخلفي الذي يشكل مضرب النار ويتصل بالمدخنة لهما أهمية كبيرة وأن استبدالهما في حالة الكسر مكلف جداً . أما أقسام الوسط فيمكن استبدالها أو إلغاء الجزء المكسور إذا لم يتسبب ذلك في انخفاض كبير في قدرة المرجل ، أي أن المرجل الذي يتكون من عشرة مقاطع يمكن اختصاره إلى تسعة مقاطع وهذا يدفعنا إلى إضافة ما نسبته ٢٠٪ إلى ٣٠٪ زيادةً عن القيمة المطلوبة .

أما مراجل الفولاذ فمعالجتها من حيث تسرب المياه أسهل نسبيا ، لأنها مصنوعة من ألواح الصاج السميك مما يتيح قصها ولحامها وترميمها ، و استبدال الأنابيب المهترئة أو إلغائها بإغلاقها من الطرفين الأمامي والخلفي .

سادساً: أسباب تلف المراجل:

تتلخص أسباب تلف المراجل في الأمور الثلاثة التالية :

الكسر ، والتكلس ، والصدأ (النقر) ، وسنتناول بالتفصيل كل منها على حده :

١ **الكسر** : سبق الحديث عن استبدال المقاطع المكسورة في مراجل حديدالسكب ، وتوصلنا إلى عدم الجدوى من لحامها ، مما يوجب علينا مراقبتها باستمرار وتجنب ما يؤدي الى كسرها .

العوامل التي تؤدي إلى كسر المراجل:

أ- **التسخين الشديد للمساحة الحرارية** : معلوم ان لكل مرجل قدرة حرارية معينة تعتمد على دراسات حسابية وتصميمية خاصة ، وبناء على هذه الدراسات يتم اختيار الحارقة المناسبة للمرجل . وخلاف ذلك يؤدي الى تشقق مقاطع المرجل نتيجة تغير التركيب الجزئيي لمادة الحديد السكب بسبب درجة الحرارة الشديدة الناتجة عن اللهب غير المناسب .

ب- **تشغيل المرجل دون وجود وسيط التسخين** : درست عزيزي الطالب في الصف الحادي عشر أن تشغيل السخان الكهربائي من غير وسيط التسخين (الماء) يؤدي الى تلف المسخن (المقاومة الكهربائية) وكذلك الأمر بالنسبة للمراجل فاذا تم تشغيلها من غير وجود وسيط التسخين فان مقاطع المرجل التي تشكل بيت النار تتوهج لدرجة الاحمرار وتتشقق خاصة اذا قمنا بتزويد المرجل بالماء البارد مباشرة .

ولمنع حدوث هذه الحالة، يعمد الى تركيب مفتاح تدفق (flow switch) شكل (١٦) يمنع تشغيل الحارقة في حالة عدم جريان وسيط التسخين .

اما مراجل توليد البخار فيتم تزويدها بمجسات (sensors) شكل (١٧)تمنع تشغيلها في حالة عدم وجود وسيط التسخين .



شكل(١٦):

جـ- تشغيل المرجل على ضغط أو درجات حرارة أعلى مما صمم عليه .

لكل مرجل نشرة فنية ترفقها به الشركة الصانعة يبين تعليمات تشغيله ومواصفاته ، ولا يجوز مخالفة هذه التعليمات ، فإذا أشارت النشرة الفنية الخاصة بمرجل ما أن الحد الأعلى لدرجة الحرارة المسموح بتسخين ماء المرجل إليها ٩٠° مئوية، وقمنا برفع هذه الدرجة الى ١٢٠° مئوية، فإن المرجل قد يتعرض للكسر، وكذلك الأمر عند زيادة الضغط داخل المرجل عن الحد المسموح به .



شكل(١٧):

٢ **التكلس**: ونقصد بالتكلس ترسّب المواد الكلسية الموجودة في الماء والذي يحتوي على نسبة من أملاح الكالسيوم و أملاح المغنيسيوم على جدران أقسام المرجل الداخلية، مما يؤدي الى تكوّن طبقة كلسية سميكة تصبح مانعة لإنتقال حرارة الماء، مما يستدعي زيادة كمية الوقود المستهلك، وعدم الحصول على التدفئة في الزمن الاعتيادي .

كيف نحمي المراجل من التكلس؟؟

إن تعويض مياه المرجل نتيجة الكسر أو السيلان الدائم يؤدي إلى إدخال مياه جديدة تحتوي في كل مرة على قدر معين من المواد الكلسية وكلما تجدد ماء المرجل كلما تكونت طبقة كلسية جديدة ، وللوقاية من المواد الكلسية ، يركب بجانب المرجل وخاصة مراجل البخار أجهزة خاصة لتخليص المياه من عسر الماء (Water softener)، ويبين الشكل (١٨) جهازاً لمعالجة المياه مركب على خط المياه الذي يزود مرجلاً لتسخين المياه يعمل بالوقود الغازي .



شكل (١٨)

٣ **الصدأ والنقر** : يظهر الصدأ على سطح المرجل من الداخل بشكل بقعاً مخرمة نتيجة عمليات الأكسدة بفعل الأكسجين والأحماض ومعلوم ان مراجل الصاج تتعرض للصدأ والنقر بصورة أكبر مقارنة بمراجل السكب .

سادساً: غرفة المرجل وشروط بنائها:

عند التفكير بإنشاء مبنى معين، ووضع التصميم الهندسي له، يؤخذ بعين الإعتبار غرفة المرجل من حيث موقعها بالنسبة للبناء ، وحجمها ، وإنارتها الطبيعية ، وتهويتها ، وتصريف المياه المتجمعة في أرضيتها .



شكل(١٩)

وجرت العادة أن تكون غرفة المرجل في طابق التسوية من البناية وهذا هو الأسلم ، أما في أيامنا هذه حيث تقلص حجم المرجل نتيجة التحسين الدائم والمنافسة الشديدة بين الشركات الصانعة ، وإلغاء المراجل المبطنة بالطوب الناري الشكل(١٩) أصبح من الممكن وضع غرفة المرجل على سطح المبنى .

و بشكل عام يخضع تصميم وبناء غرفة المرجل للشروط التالية : -

١ **ابعاد غرفة المرجل** : حيث تتناسب ابعاد غرفة المرجل تناسباً طردياً مع حجم المرجل وقدرته ومع عدد المراجل إذا كانت البناية مكونة من عدة شقق ولكل شقة مرجلا خاصا بها .

٢ **توفر الإنارة الطبيعية** : من المعلوم ان التيار الكهربائي كثيرا ما ينقطع ايام الشتاء ، وقد يصادف هذا الانقطاع القيام باعمال الصيانة الطارئة، خاصة وان ساعات عمل المراجل تتضاعف ايام الشتاء وتكثر الاعطال، لهذا يجب أن تكون الإنارة الطبيعية من النوافذ كافية .

٣ **توفر التهوية** : عرفت سابقا اهمية الاوكسجين في اكمال عملية الاشتعال، وحيث ان الحارقة تقوم بسحب هواء غرفة المرجل ودفعه الى غرفة إحتراق المرجل كما سيمر معك في وحدة الحارقات، فان للتهوية اهمية كبرى لادخال هواء جديد للغرفة . وفي حال كون غرفة المرجل محكمة الإغلاق، تكون عملية الاحتراق غير مكتملة، مما يؤدي الى تراكم الكربون غير المحترق داخل المدخنة ومجاري المرجل .

ولتفادي ذلك يعمد الى عمل فتحات اباجورية ثابتة وغير قابلة للاغلاق في باب غرفة المرجل تكون مساحتها ضعف مساحة فتحة مدخنة المرجل على الاقل، وكذلك يمكن ابقاء احدى النوافذ مفتوحة ومغطاة بشبك معدني .

٤ **ميلان أرضية غرفة المرجل** : يعمد إلى عمل ميلان في أرضية غرفة المرجل باتجاه مصرف ارضي يؤدي الى خطوط التصريف في البناية . سوفي حال كون مستوى ارضية غرفة المرجل أدنى من مستوى خطوط التصريف الرئيسية، نقوم بانشاء حفرة صماء تتسع لثلاثين لترا من ماء الصرف تقريبا، تغطى بشبك معدني ويركب عليها مضخة لنضح المياه من الحفرة تلقائيا كلما امتلأت الحفرة . ويبين الشكل (٢٠) مضخة نضح مغمورة في الماء والشكل (٢١) مضخة نضح من النوع التي يجب ان يبقى محركها الكهربائي بعيدا عن الماء .



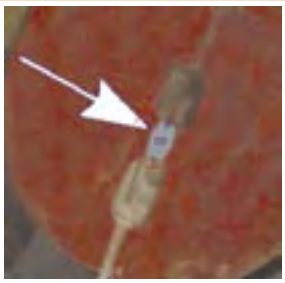
شكل(٢٠)


شكل(٢١)

٥ احتياطات منع الحرائق، ومنها: -

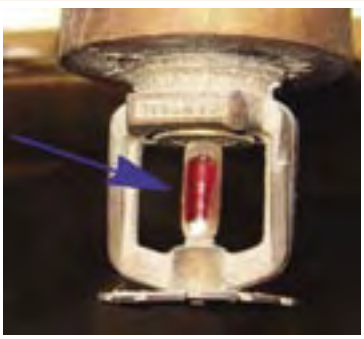
أ- تركيب طفاية خاصة فوق الحارقة الشكل (٢٢) تعمل تلقائيا عند نشوب حريق، حيث ان قفل الصمام فيها مصنوع من مادة سهلة الانصهار كالقصدير او الرصاص ، كما يبين الشكل(٢٣) صورة توضيحية لقفل الصمام .


شكل(٢٢)


شك(٢٣)

ب- تركيب طفاية خاصة فوق الحارقة صمامها مقفل بانبوبة زجاجية مملوءة بسائل سريع التمدد، شكل (٢٤)، فعندما تنكسر الزجاجة نتيجةً لتمدد السائل بفعل الحرارة الشديدة الناجمة عن الحريق، تفتح الطفاية تلقائياً كما يبين الشكل (٢٥) صورة مكبرة لقفل الطفاية الزجاجي .


شكل(٢٤):


شكل(٢٥)

جـ- تركيب صمام حريق خاص على خط الوقود السائل المزود للحارقة يغلق تلقائيا ويقطع الوقود عن الحارقة عند نشوب حريق في غرفة المرجل. وهذا النوع من الصمامات يبقى مفتوحا بفعل لحام القصدير الذي ينصهر على درجات حرارة منخفضة نسبيا كما اسلفنا، او بفعل خيط من مادة سهلة الانصهار يلف على بكرات مركبة على جسم المرجل قرب الحارقة، ويبين الشكل(٢٦) صمام الحريق ولحام القصدير الذي يبقيه في وضع مفتوح.



شكل(٢٦):

د- تركيب أجهزة إنذار الكترونية أو ضوئية تصدر صوتاً خاصاً عند إستشعار حريق أو دخان غير معتاد (ويبين الشكل (٢٧) نوعاً من هذه الأجهزة.


شكل(٢٧):

٦ يجب أن تكون جدران غرفة المرجل معزولة بعازل حراري يمنع انتقال الحرارة إلى الغرف التي فوقها أو بجانبها، كما يجب ان تكون مانعة لتسرب المياه.

٧ يجب أن لا تحتوي غرفة المرجل على أي مواد مشتعلة، كما يجب عدم استعمالها مخزناً للمنزل.

٨ عند تصميم باب غرفة المرجل يجب الأخذ بعين الاعتبار أن يفتح للخارج، كما يجب مراعاة أن يكون واسعاً من أجل إدخال المرجل أو المبادل الحراري.

٩ يجب عمل قاعدة متينة من الإسمنت المسلح ترتفع عن سطح البلاط ١٠سم على الأقل وتزيد ١٠سم تقريباً عن اطراف المرجل من كل جهة.

١٠ يجب تركيب لوحة قواطع الكهرباء الخاصة بغرفة المرجل بالقرب من الباب.

سابعاً: قدرة المرجل:

تعرّف قدرة المرجل بأنها الطاقة الحرارية الناتجة عن إحتراق كمية من الوقود والتي يكتسبها وسيط التسخين في الساعة الواحدة.

وتشمل هذه الطاقة الحرارة المستغلة لتدفئة المكان، وتسخين المياه للإستخدام اليومي، بالإضافة إلى الحرارة الضائعة والمارة عبر المدخنة والتي تشمل الغازات الناتجة عن الإحتراق.

العوامل التي تعتمد عليها قدرة المرجل:

تعتمد قدرة المرجل على العوامل التالية :

١ **المساحة الحرارية لسطح التسخين** : وهي المساحة التي تلامس الوقود المشتعل والغازات الساخنة الناتجة عنه من جهة ، وتلامس وسيط التسخين من الجهة الثانية .

وتختلف المساحة الحرارية للمرجل باختلاف حجمه وعدد ممراته ، أو عدد أنابيب المياه أو أنابيب اللهب في المراجل الفولاذية ، وتقاس المساحة الحرارية لسطوح التسخين في المراجل بالمتر المربع .

٢ **درجة حرارة المياه الداخلة إلى المرجل ودرجة حرارة المياه الخارجة منه** : حيث أن درجة حرارة المياه الداخلة إلى المرجل تختلف باختلاف المناطق الجغرافية ، أما بالنسبة لدرجة حرارة المياه الساخنة الصاعدة من المرجل في أنظمة التدفئة العادية فعادة ما تضبط على ٩٠ درجة مئوية .

٣ **نوع الوقود المستخدم** : من المعلوم ان لكل نوع من انواع الوقود قيمةحراريةمعينة ، وعليه فان قدرة المرجل تختلف باستخدام الوقود السائل او الغازي او استخدام الوقود الصلب في بعض المناطق .

٤ **اختيار الحارقة المناسبة** : وتركيب فالة الوقود المناسبة عليها . (nozzle)

٥ المواد المستعمله في صناعة المراجل وسماكتها : لقد كان النظام الشائع تبطين غرفة الإحتراق في المرجل بالطوب الناري لوقايته من اللهب ، مما يقلل من قدرة المرجل وسرعة انتقال الحرارة لوسيط التسخين . كذلك فان معامل انتقال الحرارة يختلف بين مرجل مصنوع من الحديد السكب او مرجل صفائح الحديد .

٦ **عزل جسم المرجل** : تزداد كمية الحرارة المفقودة من جسم المرجل في انحاء غرفة المرجل نتيجة عدم لفه بالمواد العازلة جيدا ، وتهدر نتيجة ذلك طاقة حرارية كبيرة عبثا ، ويبين الشكل (٢٨) جزء من مرجل معزول .



شكل(٢٨)

٧ **تزويد المرجل بالمياه العسرة** : ان تزويد المرجل بالمياه العسرة لتعويض النقص في مياه المرجل يسبب تكلس المقاطع من الداخل ، وبذلك تنخفض قيمة معامل إنتقال الحرارة على امتصاص الحرارة .

٨ **تركيب مداخن غير معزولة** : ان استخدام مداخن غير معزولة بشكل جيد يؤثر على جودة الاحتراق سلبياً ، الامر الذي يؤدي إلى خسارة حرارية كبيرة ، وسنوضح ذلك في موضوع المداخن .

ثامناً: كفاءة المرجل (الجودة):

تعرّف كفاءة المرجل بأنها نسبة الطاقة المستفادة إلى الطاقة الناتجة من إحتراق الوقود حسب العلاقة التالية :

$$\text{كفاءة المرجل} = \frac{\text{كمية الحرارة المنتقلة إلى وسيط التسخين}}{\text{كمية الحرارة الناتجة من الإحتراق}} \times ١٠٠٪$$

ونستطيع تصنيف كفاءة المراجل بشكل تقريبي كما يلي :

١- المراجل التي تعمل على الوقود الصلب كفائتها (٦٠٪) .

٢- المراجل التي تعمل على الوقود السائل كفائتها(٧٠٪ـ ٩٠٪) .

٣- المراجل التي تعمل على الوقود الغازي كفائتها(٩٠٪) .

كما ننصح بالمحافظة على النشرة الفنية الخاصة بالمرجل، وعمل بطاقة معلومات للمرجل تعلق بجانبه، تبين قدرته والشركة الصانعة وسنة الانتاج . وبطاقة اخرى تبين اعمال الصيانة الدورية والطارئة والقطع التي تم استبدالها وتاريخ الاستبدال .

يبين الشكل (٢٩) بطاقة معلومات حقيقية لنوع من المراجل، دقق النظر فيها وإستخرج ما يلي :

أ- قدرة المرجل بالكيلو واط .

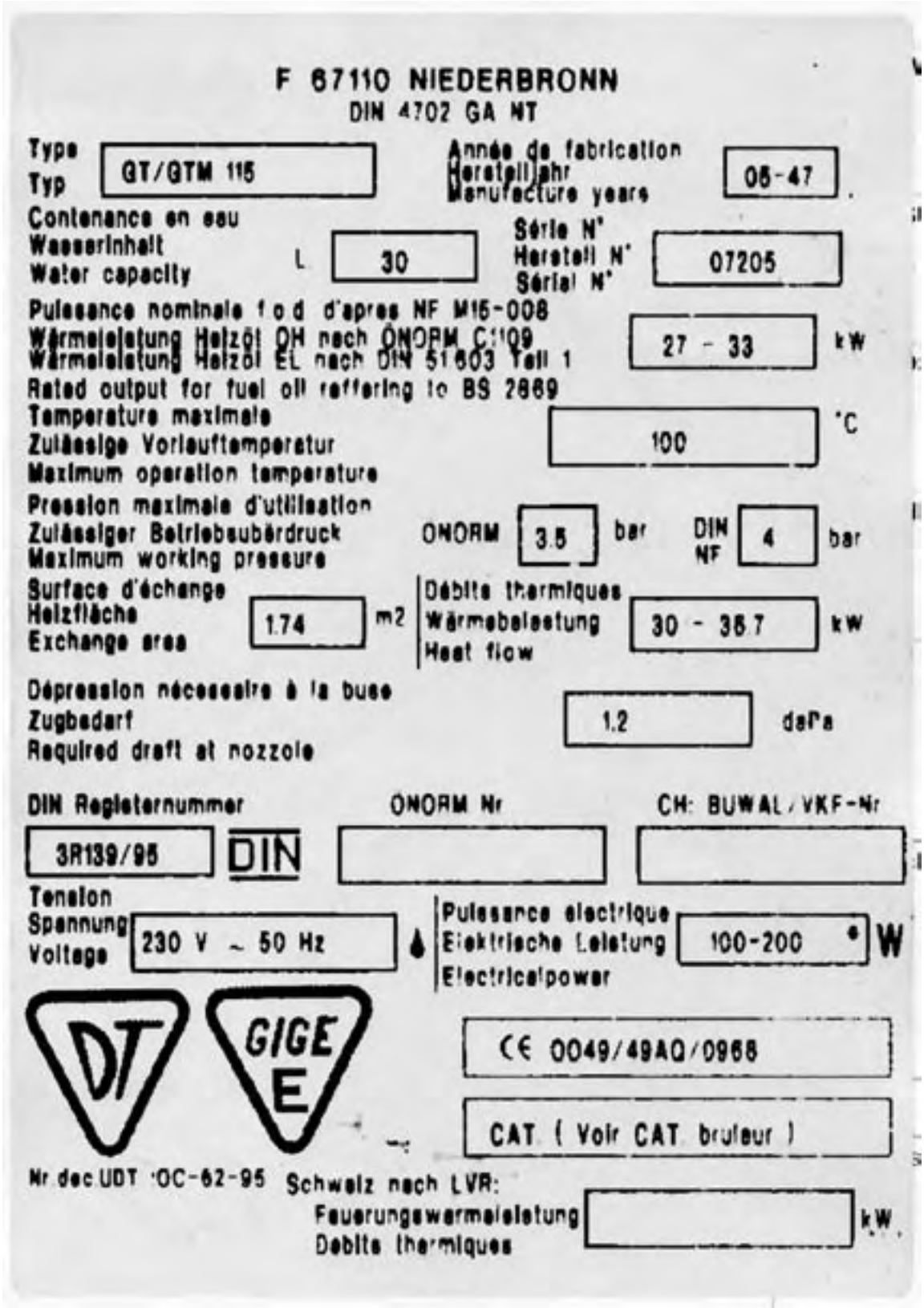
ب- أعلى درجة حرارة للماء بالدرجة المئوية .

جـ- الضغط الأقصى للتشغيل بالبار .

د- مساحة سطح التسخين بالمتر المربع .

هـ- سعة المرجل من الماء باللتر .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM



شكل (٢٩)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الأسئلة:

س١ : أكمل الفراغات في الجمل الاتيه :

أ- إذا تم تشغيل مرجل سكب على ضغط يتجاوز ٦ بار ، فانه قد يتعرض إلى .....،
وعليه يجب مراقبة الضغط التشغيلي للمرجل بتركيب .....وكذلك تركيب.....
..... لتصريف الضغط الزائد بهدف حماية المرجل .

ب- تستخدم مراجل الضغط العالي في تطبيقات.....

جـ- من ميزات استخدام الوقود الغازي لتشغيل حارقات المراجل :

١-.....٢-.....

س٢ : اجب (بنعم) أو(لا) على كل جملة من الجمل الاتيه :

أ- تشمل الصيانة الدورية لمراجل حديد السكب استبدال احد المقاطع المكسورة .

ب- يمكن لحام مقاطع مراجل حديد السكب المكسورة باستخدام لحام القوس الكهربائي .

جـ- لحل مشكلة تسرب الدخان من المرجل ، يتم استخدام معجونه حرارية خاصة في أماكن التسرب .

د- لحماية المرجل من الكسر الناتج عن عدم وجود مياه داخله ، يعمد إلى تركيب مفتاح تدفق Flow Switch.

هـ- تقل قيمة قدرة المرجل في حال استخدام مياه عسرة لتزويد شبكة المرجل .

س٣ : أكمل الفراغات في الجمل التالية :

أ- إذا كانت غرفة المرجل لا تحتوي على نوافذ أو فتحات للتهوية فان ذلك يؤدي إلي .....
.....

ب- الغرض من تركيب صمام الحريق على خط تزويد الوقود للحارقة هو.....

جـ- ينصح بان تكون جدران غرفة المرجل معزوله حراريا بهدف .....

د- للحصول على كفاءة تشغيل عالية للمراجل ، ينصح بتركيب مداخن .....
.....

س٤- قارن بين مراجل الحديد السكب و مراجل الفولاذ من حيث :

أ- مقاومتها للتآكل و الصدأ

ب- تحملها للضغوط

جـ- التجميع و التركيب

س٥- ما هي الأمور الفنية التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند استخدام حارقات الوقود الغازي؟

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

س٦- بين الفرق بين مراجل أنابيب اللهب و مراجل أنابيب الماء واذكر تطبيقا واحدا لاستخدام كل منها؟

س٧- ما هي الحلول الفنية لكل حاله من الحالات الاتيه :

أ- تكون طبقات من السناج داخل مجاري المرجل .

ب- تكون طبقه من الكلس داخل مقاطع المرجل .

جـ- كسر احد مقاطع مرجل من حديد السكب وتسرب المياه أثناء التشغيل .

س٨- عرف كفاءة المرجل؟ واذكر العوامل التي تساعد في الحفاظ على تحسينها؟

س٩- عدد الشروط التي يجب مراعاتها عند تصميم وبناء غرفة المرجل؟

س١٠- ما هي الإجراءات الاحتياطية التي يجب أخذها بعين الاعتبار لمنع حدوث حرائق في غرفة المرجل؟

الوحدة

٣

الـــــحـــــارقـــــات



الحارقات (Burners):

الحارقة هي الة كهروميكانيكية تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الموجودة في الوقود إلى طاقة حرارية ، وتوجد الحارقة داخل غرفة إحتراق العديد من الأجهزة التي تعمل على الطاقة الحرارية، ومن هذه الأجهزة : -

١ - مراجل التدفئة المركزية .

٢ - مراجل تسخين المياه .

٣- مراجل توليد البخار .

٤ - أفران التدفئة بالهواء الساخن .

٥ - أفران المخابز وصناعة الحلويات .

٦ - أفران صهر المعادن وصناعة الحديد السكب .

٧- أفران المطابخ في المؤسسات الكبيرة .

٨- أفران دهان السيارات والأجهزة المنزلية .

ويتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن تحقق الأهداف التالية :

١ - تفهم مبدأ عمل الحارقات .

٢ - تميز أنواع الحارقات .

٣- تعرف أجزاء الحارقات وعمل كل منها .

٤ - تختار الحارقات المناسبة للأجهزة المختلفة وفق أحمالها الحرارية .

٥ - تُلم بالتوصيلات الكهربائية للحارقات .



الدرس الاول مبدأ عمل الحارقات

درست سابقا ان عملية الاحتراق تتم باكتمال مثلث الاحتراق الذي يتكون من الوقود كمادة مشتعلة ، والاوكسجين كمساعد للاشتعال ، والشرارة او الشعلة ، كبادئ للاشتعال .

كما عرفت مراحل استخدام الإنسان لأجهزة تسخين المياه ، بدءاً بمواقد الحطب ، مروراً بسخانات المياه التي تعمل بالوقود السائل ، وصولا الى الحارقات الحديثة بعد اكتشاف الطاقة الكهربائية ومنظمات التحكم الالكترونية . وسنركز في هذه الوحدة على دراسة الحارقات التي تركب على الاجهزة سالفة الذكر والتي تعتمد في عملها على مبدأ سحب الهواء ومزجه مع الوقود ، ليمر بعدها على شرارة كهربائية لاشعاله ، ويبين الشكل (١) حارقة وقود سائل .

انواع الحارقات .



شكل (١)

تقسم الحارقات حسب نوع الوقود المستخدم إلى ثلاثة أنواع وهي : -

اولا- حارقات الوقود السائل:

مرت صناعة حارقات الوقود السائل بمراحل تمثلت في الأصناف الثلاثة التالية :

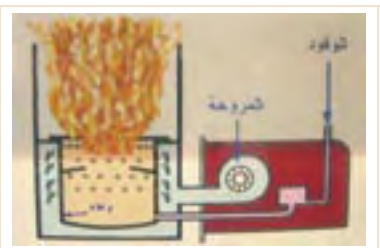
١ - حارقة الوقود السائل المبخر

٢ - حارقة الوقود السائل ذات الضغط المنخفض .

٣- حارقات الوقود السائل ذات الضغط المرتفع .

تعتبر حارقات الوقود السائل ذات الضغط المرتفع الأوسع انتشاراً يليها حارقات الوقود الغازي .

١ حارقة الوقود المبخر :



شكل (٢) : تخطيط لحارقة الوقود المبخر

يعتمد عمل هذه الحارقة على تزويدها بالوقود بفعل الجاذبية من خزان علوي حيث يبخر بفعل نار خارجية او سخان كهربائي ذو قدرة مناسبة ، ليكون جاهزا للاشتعال بعد مزجه بكمية مناسبة من الهواء ، وما زال هذا النوع من الحارقات يستخدم في بعض المحامص ويبين الشكل(٢) رسماً تخطيطاً لأحد أنواع الحارقات ذات الوقود المبخر .

٢ حارقة الوقود ذات الضغط المنخفض :

تتم عملية تذرير الوقود في هذا النوع بفعل ضغط منخفض لايتجاوز(١ بار)، وتحتوي الفالة (Nozzel) فيه على فتحة ذات تصميم خاص يسمح بمرور الوقود بسهولة، إنحسر هذا النوع من الحارقات مع التقدم التقني وإنتشار حارقة الضغط العالي إلا أنه ما زال يستخدم في بعض المخابز الشعبية .



شكل (٣)

٣ حارقة الوقود ذات الضغط المرتفع :

يعتبر هذا النوع أكثر أنواع الحارقات استخداما وتعتمد في عملها على تذرير الوقود السائل عبر فالة احتراق خاصة، شكل (٣) حيث يمزج بالهواء المزود للحارقة بواسطة مروحة كهربائية، وبعد اشتعاله ينطلق اللهب من أنبوبة تشبه فوهة المدفع ، ولهذا سميت هذه الحارقة(Gun-Type oil- Burner) .


شكل (٤)

يتم تزويد الحارقة بالوقود بواسطة مضخة خاصة شكل(٤) تركب على جسم الحارقة وتدار بواسطة نفس المحرك الذي يدير مروحة الهواء، وترتبط المضخة مع المحرك بواسطة وصلة خاصة (Coupling) شكل (٥) لحماية المحرك عند توقف المضخة عن الدوران نتيجة عطل ميكانيكي .

لقد كان ضغط التشغيل في الجيل الاول من هذه الحارقات لايتجاوز(٧ بار)، اما في الحارقات الحديثة فانه يصل الى (١٢ بار)، ويضبط الضغط بواسطة برغي معايرة خاص مع استخدام مقياس ضغط مناسب ذو تدريج لا يقل عن (٢٠ بار) .


شكل (٥)

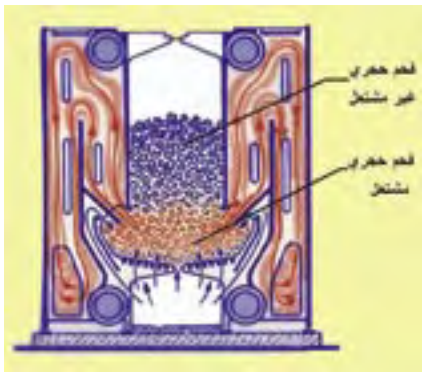
ثانيا- حارقات الوقود الغازي:

تشبه في شكلها وعملها حارقة الوقود السائل، إلا أنها تزود بمنظم للغاز بدلاً من مضخة الوقود السائل، ويبين الشكل (٦) حارقة وقود غازي وحارقة وقود سائل من نفس الشركة الصانعة، يعتبر هذا النوع من الحارقات قليل الانتشار بسبب المخاطر التي قد تنجم عن إستخدام الغاز .


شكل (٦)

ثالثا: حارقات الفحم الحجري:

يقتصر استخدامها على المناطق التي يعتبر الفحم الحجري فيها المصدر الرئيسي للطاقة، ويبين الشكل (٧) رسماً توضيحياً لمرجل بالفحم الحجري.



شكل (٧)

٧ اجزاء الحارقة:

تقسم الحارقة الى أربعة دوائر رئيسية هي : -

١ - دائرة الوقود
٢ - دائرة الهواء
٣- دائرة الشرارة
٤ - دائرة التحكم

١ دائرة الوقود

وتشمل خط سير الوقود ابتداءً من خزان الوقود حتى نهاية فاله الاحتراق، وتتكون دائرة الوقود من الأجزاء التالية : -

أ- خزان الوقود
ب- صمام قطع الوقود
جـ- مصفاة الوقود
د- صمام الحريق
هـ- الأنابيب المرنة
و- مضخة الوقود
ز- الصمام الكهرومغناطيسي
ح- المسخن الكهربائي (في بعض الأنواع)
ط- فالة الوقود.

٢ دائرة الهواء :

وتتكون من الاجزاء التالية :

أ- فتحة دخول الهواء.

ب- مروحة الهواء

جـ- منظم كمية الهواء(يدوي، كهربائي، هيدروليكي).

د- زعانف تشتيت الهواء لتحسين عملية اختلاطه بالوقود.

٣ دائرة الشرارة :

وتتكون من الأجزاء التالية :

أ- محوّل الشرارة
ب- قضبان الشرارة

جـ- الوصلات الكهربائية بين قضبان الشرارة و المحول

والجدير بالذكر أن هذه الأجزاء تعمل بواسطة منظم الكتروني يعطي لكل دائرة أمر التشغيل في الوقت المناسب ويسمى هذا المنظم صندوق التحكم الالكتروني (electronic control Box) ، شكل (٨) .

ونظرا لاهمية هذا النوع من الحارقات ، سنقوم بدراسة كل جزء منها بشكل مفصل .


شكل (٨) : بعض أنواع صناديق التحكم

ينقل الوقود من الخزان الى غرفة المرجل بواسطة خط انابيب نحاسي معزول يتراوح قطره من (١٠-١٦) ملم في المنشآت الصغيرة كالمنازل وذلك حسب قدرة الحارقة وبعد المسافة بينها وبين الخزان ، وقد تستخدم أنابيب الفولاذ الأسود وباقطار مناسبة لهذا الغرض ، ويمنع استخدام انابيب الفولاذ المجلفنة خشية تفاعلها مع الوقود .


شكل (٩)

ينتهي خط الوقود الداخل الى غرفة المرجل بصمام لقطع الوقود يستخدم عند تنفيذ أعمال الصيانة ، والأفضل تركيب صمام حريق شكل (٩) ، ومنه الى الانبوب الذي يغذي الحارقة .

يركب على معظم انواع الحارقات خط لتزويدها بالوقود وخط للراجع ، ومن الممكن الاكتفاء بخط التزويد دون خط الراجع عن طريق اغلاق ممر خاص داخل المضخة بواسطة برغي على شكل سدة يكون مع الحارقة ، وسنفصل هذا في التدريب العملي ان شاءالله .


شكل (١٠)

يركب على خط الوقود بعد المضخة صمام كهرومغناطيسي (solenoidvalue) كما في شكل (١٠) يقوم بقطع الوقود عن الحارقة فور قطع الدائرة الكهربائية ، ويحول هذا الصمام دون تسرب الوقود الى داخل المرجل خاصة اذا كان خزان الوقود أعلى مستوى من المرجل .

وتنتهي دائرة الوقود بفالة الاحتراق التي يتم بواسطتها تذرير الوقود .

الاجزاء الفرعية لدوائر حارقة الضغط المرتفع:

أولاً: دائرة الوقود :

وتشمل خط سير الوقود من الخزان الرئيسي أو الخزان اليومي الى نهاية فالة الوقود داخل غرفة الاحتراق ، وسنتعرض في هذا الدرس لدائرة الوقود بشكل مفصل : -

١ **خزان الوقود** : تعرفت في الوحدة الأولى على أنواع خزانات الوقود ، وطرق قياس منسوب الوقود فيها وكذلك على فتحات الخزان الرئيسية ووظيفة كل منها .

٢ **صمام قطع الوقود** : يستخدم هذا الصمام لقطع الوقود عند إجراء عمليات الصيانة للحارقة او لخطوط الوقود المتصلة بها ، كما يركب صمام آخر على التوالي مع الصمام السابق قرب الحارقة، ويمكن استبدال الصمام الثاني بصمام الحريق الذي سبق شرحه في وحدة المراجل .



شكل (١١)

٣ **مصفاة الوقود (الفلتر)** : تركب المصفاة على خط تزويد الحارقة بالوقود بهدف فصل الشوائب العالقة ، ويبين الشكل(١١) مصفاة الوقود التي تركب على خط الوقود المزود للحارقة .



شكل (١٢)

٤ **الانابيب المرنة** : تقوم هذه الأنابيب بنقل الوقود الى مضخة الحارقة، ويتم اختيارها من النوع المرن حتى لاتتعرض للكسر نتيجة اهتزازات الحارقة أثناء العمل . والجدير بالذكر أن هذه الأنابيب مغلفة بشبكة رقيقة من الاسلاك الفولاذية لحمايتها من التمزق نتيجة ضغط الوقود كما في شكل (١٢) .

٥ **مضخة الوقود** : وهي من المضخات ذوات التروس الداخلية (المسننات) (Gear) كما يبين الشكل(١٣) .



شكل (١٣)

تدار هذه المضخة بواسطة المحرك الكهربائي الذي يدير مروحة الهواء، شكل(١٤)، وتتصل مع محور المحرك بوصلة مرنة لحماية المحرك من التلف إذا تعرضت المضخة لعطل ميكانيكي، أو إذا توقفت أجزاءها الداخلية عن الدوران نتيجة الصدأ الناتج من تسرب مياه الأمطار الى خزان الوقود .



شكل (١٤)

سؤال: كيف يمكن ان تتسرب المياه الى خزان الوقود ؟

يلاحظ من الشكل (١٥) على جسم مضخة الوقود الفتحات التالية :

١ فتحة دخول الوقود من الخزان .

٢ فتحة رجوع الوقود الزائد إلى الخزان .

٣ فتحة معايرة ضغط الوقود .

٤ فتحة إخراج الهواء من خط الوقود .

٥ فتحة قياس ضغط الوقود .

٦ فتحة تزويد الفالة بالوقود



شكل (١٥)

كما أن المضخة تحتوي على مصفاة داخلية (فلتر) لتنقية الوقود مرة ثانية ، ويبين الشكل (١٦) المصفِي الموجود داخل المضخة، كما يبين الشكل (١٧) صورة لأجزاء مضخة الوقود. وتتم معايرة ضغط الوقود في الحارقة على ضغط يتراوح من(١٠-١٢ بار) ولكل نوع من الحارقات نشرة فنية توضح ضغط التشغيل الخاص بها .


شكل (١٦)


شكل (١٧)

و- سخان الوقود :

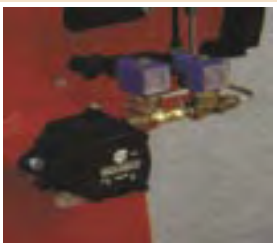
وهو سخان كهربائي صغير ذو قدرة منخفضة يركب على انبوبة نقل الوقود قرب فالة الاحتراق في بعض أنواع الحارقات وخاصة في المناطق الشديدة البرودة، حيث يقوم بتسخين الوقود بضع درجات مئوية للتقليل من لزوجتة و لتسهيل عملية تذريره قبل دوران الحارقة بدقيقتين تقريباً وتبين الأشكال (١٨-١٩) سخان الوقود في الحارقة .


شكل(١٨)


شكل(١٩)

ز- صمام الوقود الكهرومغناطيسي (Solenoidrvalve-):

يركب هذا الصمام على خط الوقود الخارج من المضخة والمؤدي إلى فالة الاحتراق ، وفي معظم الحارقات الحديثة يركب هذا الصمام على جسم المضخة كما في الشكل (٢٠).


شكل (٢٠)


شكل (٢١)

وفي الحارقات الكبيرة التي تعمل بفالتين، يركب لكل فالة صمام خاص بها شكل (٢١)، ويتلخص عمل الصمام الكهرومغناطيسي بقطع الوقود عن الحارقة فور صدور امر لها بالتوقف عن العمل من أحد منظمات التحكم . ويتكون هذا الصمام من ملف كهربائي يتحول عند مرور التيار الكهربائي خلاله إلى مغناطيس كهربائي يقوم برفع قلب الصمام وفتح مجرى الوقود طيلة عمل الحارقة، وعند صدور أمر

للحارقة بالتوقف عن العمل تزول مغناطيسية الملف ويعود قلب الصمام إلى مكانه ليغلق مجرى الوقود من جديد .

واهم المشكلات التي قد يتعرض لها هذا الصمام تلف الملف الكهربائي نتيجة الحرارة الشديدة المتسربة من المرجل، او نتيجة ارتفاع قيمة التيار الكهربائي المار في الملف، ولكل صمام من هذا النوع مواصفات خاصة تبين فرق الجهد الذي يعمل عليه، وغالبا يكون (٢٢٠ فولت AC) ويبين الشكل (٢٢) المواصفات الكهربائية لملف الصمام الكهرومغناطيسي .



شكل (٢٢)

ح - الفالة :-

تعتبر الفالة من أهم أجزاء دائرة الوقود ، ويتلخص عملها بتذرير كمية الوقود المناسبة للمرجل ورشها بالزاوية والشكل المناسبين، ومع ان فالات الحارقات لاتختلف في حجمها أو شكلها، الا ان هناك اعتبارات هامة يجب الأخذ بها عند اختيار الفالة وهي :



شكل (٢٣) :

١ كمية الوقود التي تسمح بتمريرها في الساعة، حيث نجد على كل فالة مهما اختلف مصدر صناعتهاإحدى وحدات القياس التالية (جالون / ساعة ، كغم / ساعة ، لتر / ساعة) . كما يبين الشكل (٢٣) .



شكل (٢٤) :

٢ **زاوية الرش** : لكل فالة زاوية رش تناسب شكل غرفة الاحتراق ، فاذا كانت غرفة الاحتراق مستطيلة ، نختار فالة بزاوية رش من(٣٠°-٦٠°) وإذا كانت غرفة الاحتراق دائرية أو مربعة الشكل نختار فالة بزاوية رش من(٧٠°-٩٠°)، ومن هنا يعتبر اختيار الفالة المناسبة للمرجل من متممات كفاءته . ويبين الشكل(٢٤) مقدار زاوية الرش لفالة وقود، كما يوضح الشكل (٢٥) زاوية رش فالة وقود أثناء تجربة عملية .


شكل (٢٥) :

٣ **مخروط الرش** : كما أن لمخروط الرش أهمية كبيرة في اختيار الفالة المناسبة، كما في شكل (٢٥) . ويخرج الوقود المذرر من فتحة الفالةعلى شكل مخروط بإحدى الهيئات التالية :

* المخروط الملآن ، ويشار إليه بالحرف(S) وهو اختصار للكلمة (Solid) .

* المخروط المفرغ، ويشار إليه بالحرف(H) وهو اختصار للكلمة (Hollow) .

* المخروط شبه الأجوف، ويشار إليه بالحرف(SS) وهو اختصار للكلمة (Semi Solid) ويبين الشكل (٢٦) رسما توضيحيا لأنواع مخروط الرش. كما تستخدم بعض الشركات المنتجة للفالات رموزاً خاصةً بها، فعلى سبيل المثال فإن الأحرف EH تعني EXtra Hollo، والحرف B يعني Black Caps ، والأحرف Lc تعني أما أجزاء الفالة فيوضحها الشكل(٢٧ – أ) يركب على جميع أنواع الفالات مصفاة (فلتر) لتصفية الوقود، وتكون مسامات هذه المصفاة دقيقة لتضمن عدم مرور أية شوائب تتسبب في إغلاق فتحة الفالة أو القنوات الدقيقة داخلها .



شكل (٢٦):


شكل (٢٧ – أ):



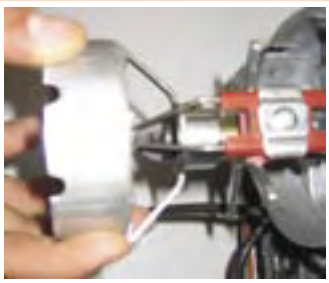
شكل (٢٧ – أ):

سؤال: لماذا تكررت مراحل تصفية الوقود؟

يمر الوقود داخل الفالة بعد تصفيته في قنوات دقيقة مائلة بشكل غير مركزي كما يبين الشكل (٢٧– ب)، ليخرج منها على شكل رذاذ سهل الامتزاج مع هواء المروحة، الذي يمر بدوره من خلال زعانف تحوله إلى تيار مشتت حيث تكون الشرارة الكهربائية في انتظارالمزيج لإتمام عملية الاشتعال .

ان للفني المتخصص في مهنة التدفئة دورا رئيسيا في إنجاح عملية التدفئة وكفاءة الاحتراق وترشيد الاستهلاك من خلال اختيار الحارقة التي تناسب المرجل ، وفالة الاحتراق المناسبة للحارقة . وبالنظر إلى الجداول الفنية لمعظم الحارقات، نجد أن معظم الشركات الصانعة تصنف إنتاجها من الحارقات حسب قدرتها إلى ثلاثة أصناف على الأقل ، صغير ومتوسط وكبير، ولكل صنف منها مجال محدود من المراجل يناسبها .

فعلى سبيل المثال نجد أن الحارقة التي تناسب مرجلا قدرته(٢٢٠٠٠ ك . ك . / ساعة) تناسب في نفس الوقت مرجلا قدرته(٣٥٠٠٠ ك . ك . / ساعة)، وكذلك مرجلا قدرته(٤٨٠٠٠ ك . ك . / ساعة) ، وما علينا الا تركيب الفالة التي تناسب قدرة المرجل ثم معايرة الحارقة من حيث :


شكل (٢٩):

١ ضغط مضخة الوقود .

٢ كمية الهواء اللازم لإتمام عملية الاحتراق .

٣ تقديم أو تأخير قلب الحارقة (الحامل المثبت عليه الفالة) وقضبان الشرارة وزعانف أو قرص توجيه الهواء) بما يناسب غرفة الاحتراق كما في الشكل (٢٨) .

وسنأتي على معايرة الحارقة بالتفصيل في التمارين العملية ان شاء الله .

أسئلة الدرس:

س١ : أكمل الفراغات في الجمل الاتيه :

١- تعرف الحارقه بأنها.....

٢- يعتمد عمل حارقة الوقود المبخر على .....

٣- يصل ضغط الوقود المستخدم في حارقات الوقود ذات الضغط المنخفض حتى .....

..... بار

٤- يركب صمام كهرومغناطيسي على أنبوب الوقود الخارج من المضخة بهدف.....

.....

٥- يتم معايرة ضغط وقود المضخة عن طريق.....

٦- يتم اختيار فاله الوقود تبعا لثلاثة اعتبارات هي : -

١-.....ب-.....ج-.....

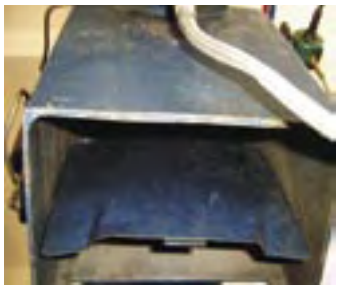
٧- يتم تصفية الوقود عبر دائرة الوقود بدءا من خزان الوقود و انتهاءا بفالة الوقود بمروره بثلاث مراحل هي :

أ-.....ب-.....

ج- .....

٨- يركب مسخن للوقود في بعض أنواع الحارقات بهدف.....

الدرس الثاني دائرة الهواء


شكل (١٩):

تقوم دائرة الهواء بتزويد الحارقة بما يلزمها من الهواء الذي يتمم عملية الاحتراق من خلال بوابة خاصة شكل(٢٩) عن طريق مروحة طاردة عن المركز . وتتشابه دائرة الهواء في جميع الحارقات مع اختلاف في طريقة المعايرة، وتتكون دائرة الهواء من الأجزاء التالية .

١ **المحرك الكهربائي (Electric Motor)** : وهو الذي يقوم بتزويد الحارقة بالطاقة الكهربائية التي تلزم لتشغيل مضخة الوقود ومروحة الهواء، ولكل محرك كهربائي مواصفات خاصة تكتب على لوحة إرشادات ملصقة عليه، واهم ما فيها :

أ- **القوة الدافعة الكهربائية** : التي يعمل عليها المحرك (الفولت)، ومعلوم ان معظم محركات الحارقات في بلادنا وخاصة البيتية منها تعمل على فرق جهد مقداره(٢٢٠فولت)، اما حارقات المصانع والمعامل فبعضها يعمل على فرق جهد مقداره (٣٨٠فولت)، كما ان القليل من محركات الحارقات تعمل على ١١٠ فولت، وفي هذه الحالة يلزمها محول خفض من ٢٢٠ - ١١٠ فولت .

ب -**شدة التيار** : الذي يمر في ملفات المحرك عند تشغيله، وتقاس بوحدة الأمبير .

جـ - **قدرة المحرك** : وتقاس بوحدة الواط او الحصان الميكانيكي(١ حصان ميكانيكي = ٧٤٦ واط) .

د - **عدد لفات المحرك في الدقيقة (RPM)** وفيما سبق كانت سرعة محرك الحارقة ١٤٥٠ دورة في الدقيقة، اما حديثاً فعدد لفاتها ٢٨٠٠ د في الدقيقة .


شكل (٣٠):

هـ-**الذبذبة (التردد)** : وهي ثابتة ومقدارها في بلادنا (50 HZ).

٢ **المروحة (Fan)** : تكون مروحة الحارقة من النوع ذو الزعانف المائلة الى الأمام والطاردة عن المركز، كما في الشكل(٣٠)، وسنقوم بدراسة تفصيلية لأنواع المراوح في وحدة التدفئة بالهواء الساخن ان شاء الله .


شكل (٣١):

٣ **فتحة ادخال الهواء** : يختلف شكل فتحة ادخال الهواء في الحارقات من شركة الى اخرى غير أن المبدأ متشابه، حيث يركب على هذه الفتحة منظم لتحديد كمية الهواء اللازمة لإتمام عملية الاحتراق . وللمنظمات ثلاثة اشكال :

أ- **منظم يدوي** : حيث تضبط كمية الهواء المناسبة وتثبت البوابة بشد برغي خاص يدويا . شكل (٣١) .

ب- **منظم كهربائي** : يركب هذا النوع شكل (٣٢) على الحارقات ذات الفالتين (two stage)، ويخدم المراجل الكبيرة حيث يبدا اشتعال الحارقة بفالة واحدة ،ويتم تعيير كمية الهواء التي تناسبها يدويا، وعندما يصدر الامر للفالة الثانية بالعمل يقوم محرك كهربائي صغير بتحريك بوابة الهواء بالقدر الذي يكفي للفالتين معا .



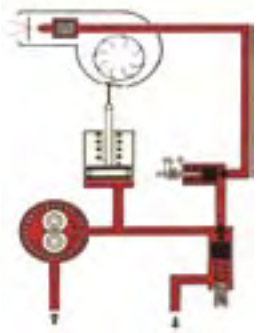
شكل (٣٢) :

سؤال : ما الغاية من تشغيل الحارقة في المراجل الكبيرة على مرحلتين؟

جـ- **منظم هيدروليكي** : يتكون هذا المنظم شكل (٣٣) من اسطوانة قطرها ٤سم وطولها١٥ سم تقريبا، بداخلها مكبس يمسك ببوابة الهواء بشكل مفصلي، وتتصل الاسطوانة بأنبوبة ثانوية للوقود السائل مربوطة على التوازي مع أنبوبة الوقود التي تنتهي بالفالة، ويعمل هذا المنظم على مرحلتين كالمنظم السابق ولنفس الهدف ، إلا أن هذا النوع آخذ في الانحسار ويبين الشكل (٣٤) رسماً توضيحياً لطريقة عمل هذا المنظم .



شكل (٣٣) :



شكل (٣٣) :

٤ **الزعانف وأقراص تشتيت الهواء** : حيث تركب على حامل الفالة وقضبان الشرارة في نهاية انبوبة الحارقة، والغرض من تركيبها تشتيت كمية الهواء المندفع من المروحة كي يسهل اختلاطها بالوقود المذرر واشعالها بشكل جيد، ويبين الشكل(٣٥-أ)، (٣٥- ب) الزعانف وأقراص تشتيت الهواء .



شكل (٣٥-أ) :



شكل (٣٥-ب) :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٥ موجه الهواء : ويكون على شكل بوق كما في الشكل (٣٦) يركب على فوهة الحارقات الكبيرة والهدف منه توجيه اللهب بشكل دقيق داخل غرفة احتراق المرجل، وفي الحارقات البيتية الصغيرة تقوم أنبوبة الحارقة شكل (٣٧) بهذا الدور.



شكل (٣٦) :



شكل (٣٧) :

أسئلة الدرس الثاني

١ – تتكون دائرة الهواء في الحارقة من الأجزاء الرئيسية التالية :

أ–..... ب–.....

جـ–..... د–.....

هـ.....

٢ – يقوم المحرك الكهربائي في دائرة الهواء بـ.....

٣– يتم التحكم بكمية الهواء المناسبة لإتمام عملية الاحتراق عن طريق .....

.....

٤ – تتوفر أنواع وأشكال متعددة من منظمات التحكم بكمية الهواء منها :

أ– ..... ب– .....

جـ–.....

٥ – يتم توزيع الهواء ونشره بواسطة المروحة عن طريق..... وذلك ليسهل اختلاطه بالوقود المذرر واشعاله جيدا».

الدرس الثالث دائرة شرارة الاشعال



شكل (٢٧):

تحتوي دائرة شرارة الإشعال على الأجزاء التالية :-

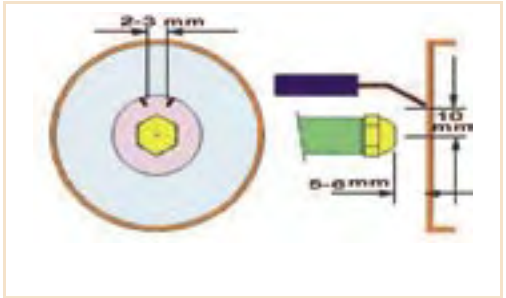
١ **المحول الكهربائي** (Transformer) : وهو محول رفع يقوم بتحويل فرق الجهد الكهربائي من ٢٢٠ فولت الى ١٢٠٠٠ فولت شكل (٣٨) .

والمحول لايحتوي على أجزاء متحركة ، ويتكون من ملف ابتدائي يدخل اليه التيار الكهربائي ، وملف ثانوي يزود قضبان الشرارة بالتيار الكهربائي العالي .

اتجهت بعض الشركات الصانعة لانتاج محولات الكترونية ، تتميز بخفة الوزن وقلة تكاليف انتاجها الا ان المحولات ذات الملفات السلكية اطول عمرا ولا تتاثر بتذبذب التيار الكهربائي والحرارة المنبعثة من جسم المرجل إلى حدٍ ما .


شكل (٣٩):

٢ **قضبان الشرارة** : وتتكون من أسلاك معدنية يدخل في تركيبها الحديد والنيكل والكروم كي تتحمل درجات الحرارة العالية والتيار الكهربائي العالي ولا تصدأ، وتحاط بمادة عازلة من الخزف (البورسلاين) لمنع تسرب الشحنات الكهربائية العالية إلى جسم الحارقة . ويبين الشكل (٣٩) نوعاً من قضبان الشرارة . تثبت قضبان الشرارة بمربط خاص على حامل الفالة ، وتعير المسافة بينها من ٢-٣ ملم ، وترتفع اطرافها عن مركز الفالة ١٠ ملم تقريبا ، كما انها تتقدم عن الفالة بمقدار ٥-٦ ملم ، ويوضح الشكل(٤٠) هذه الابعاد . كما يبين الشكل (٤١) قضبان الشرارة أثناء تكون الشرارة .



شكل (٤٠):


شكل (٤٠):

ملاحظة:

إذا كانت المسافة بين قضبان الشرارة قريبة جداً أوبعيدة فان الشرارة لا تتكون، كذلك إذا تعرض عازل القضبان إلى كسر أثناء التركيب أو أثناء عملية الصيانة فأن الشرارة تضعف ولا يتم الاشتعال.

٣ **الأسلاك الموصلة**: - ومن خلالها ينتقل التيار الكهربائي من المحول إلى قضبان الشرارة، وتتميز بعزلها المضاعف، كذلك فانها تنتهي بمرابط خاصة تتصل بقضبان الشرارة، ويوضح ذلك الشكل (٤٢).



شكل (٤٢):

دائرة التحكم

تتحكم هذه الدائرة بعمل جهاز الشرارة والمحرك ومسخن الوقود وبوابة التحكم بكمية الهواء، وتحتوي هذه الدائرة على :

١ الخلية الضوئية (PhotoCell): وهي القاطع الكهروضوئي الذي يقوم بتشغيل جهاز الشرارة بالتعاون مع صندوق الضوابط في حال تشغيل نظام التدفئة، ثم قطع التيار الكهربائي عن جهاز الشرارة بعد التأكد من تشغيل الحارقة وذلك لتأثر الخلية بالضوء الناتج عن اللهب.

تصنع الخلية الضوئية من مادة سريعة التأثر بالضوء (كادميوم)، وتكون اطرافها متداخلة دون إتصال ميكانيكي . ويبين الشكل (٤٣) الخلية الضوئية.



شكل (٤٣):

ولضمان عمل الخلية الضوئية جيداً يجب تنظيفها بشكل دوري من السناج الذي قد يتراكم عليها ويعطل عملها. كما يجب التأكد من عدم حجبها عن الضوء الصادر عن لهب الحارقة، كذلك يجب أن تثبت على الحارقة في الموضع المخصص لها ولا ينصح تقريبها أكثر من اللازم من اللهب إذ انها تتعطل إذا تعرضت لدرجة حرارة أعلى من ٦٠ْم.

نشاط:

قم بتجربة مجموعة من الخلايا الضوئية على مجموعة مختلفة من صناديق التحكم، ودون النتائج في دفتر ملاحظاتك.

٢ صندوق الضوابط (Control Box): هو منظم عمل الحارقة، الذي يتلقى الأمر من قاطع التشغيل في نظام التدفئة سواء كان هذا القاطع يدويا أو حراريا أو الخلية الضوئية ليقوم بعدها بإغلاق أو فتح مجموعة من الدوائر الإلكترونية والكهرو ميكانيكية والتي تتحكم بدورها بتشغيل او إيقاف أجزاء الحارقة ويبين الشكل (٤٤) صندوق الضوابط .

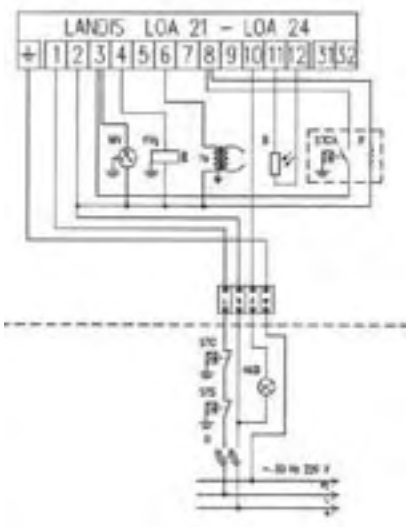


شكل (٤٤):

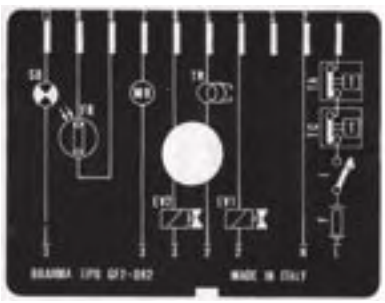
كما أن من مهام صندوق الضوابط فصل التيار الكهربائي عن الحارقة إذا تعطلت إحدى دوائرها عن العمل، وعلى سبيل المثال لو نفذ الوقود السائل فإن محرك الحارقة يتوقف عن العمل بعد فترة بسيطة لا تتجاوز الدقيقة، كذلك عند حدوث عطل في جهاز الشرارة فإن المحرك يتوقف عن العمل وبالتالي يتوقف تدفق الوقود إلى غرفة الإحتراق، وبعكس ذلك فإن غرفة الإحتراق ستملأ بالوقود غير المشتعل مما قد يتسبب بأضرار كبيرة .

وخلاصة عمل صندوق الضوابط هي السماح بتشغيل الحارقة إذا توفرت جميع شروط تشغيلها، كما أنه يوقفها عن العمل إذا فقد أحد هذه الشروط . و يلاحظ على جسم صندوق الضوابط مفتاح ضاغط (Reset)، نعيد بواسطته صندوق الضوابط إلى وضعه الطبيعي إذا أخفق في تشغيل الحارقة من المرة الأولى، أما إذا تكرر فشل تشغيل الحارقة فلا بد من البحث عن الخلل وإصلاحه .

كما يبين الشكل(٤٥ – أ)والشكل(٤٥ – ب) مخططين لتوصيل نوعين من صناديق الضوابط مع أجزاء الحارقة . وسنتعرف على أنواع كثيرة من صناديق الضوابط ومخططاتها في التدريب العملي إن شاء الله .



شكل (٤٥ – أ)



شكل (٤٥ – ب)

١- تتكون دائرة شرارة الإشعال في الحارقة من الأجزاء الرئيسية التالية :

أ-..... ب-..... .

جـ-.....

٢- تصنع قضبان الشرارة في الحارقة من .....و تحاط بماده .....

.....

٣- حتى نضمن عمل الخلية الضوئية بشكل جيد، يجب القيام بمايلي :

أ-.....ب-.....جـ-.....

٤- الجزء المسؤول عن تنظيم عمل الحارقة في دائرة التحكم هو.....

٥- يتلخص عمل صندوق الضوابط في دائرة التحكم بـ.....

أسئلة الوحدة

١) عدد أنواع الحارقات من حيث نوع الوقود المستخدم؟ وعدد أنواع حارقات الوقود السائل؟

٢) أذكر الأجزاء أو العناصر التي تتكون منها دائرة الوقود في حارقات الضغط المرتفع؟

٣) اشرح عن مضخة الوقود السائل في الحارقات من حيث :

أ) نوعها

ب) طريقة التركيب والتشغيل

ج) الفتحات الموجودة على جسم المضخة .

٤) ما هي الاعتبارات التي يجب مراعاتها عند اختيار فالة تذرير الوقود؟

٥) عدد الأجزاء التي تتكون منها دائرة شرارة الاشعال وبين وظيفة كل جزء؟

٦) أذكر وظيفة واحدة لكل مما يلي في الحارقة :

أ) صمام الوقود الكهرومغناطيسي

ب) زاوية الرش في فالة تذرير الوقود

ج) أقراص تشتيت الهواء

د) الخلية الضوئية

هـ) صندوق الضوابط

٧) اشرح باختصار كيف تتم معايرة حارقة الوقود السائل للحصول على كفاءة تشغيل عالية؟

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة

٤

المشعات الحرارية (Heating Radiators)



بعد دراستك، عزيزي الطالب، لموضوع المراجل والحارقات، واستيعاب كيفية توليد المياه الساخنة أو البخار داخل المراجل وطريقة نقلها عبر شبكات الانابيب الى داخل المنشأة المراد تدفئتها، يتم الاستفادة من حرارة وسيط التسخين عبر ادخاله الى مبادلات حرارية، حيث تقوم هذه المبادلات بنقل الحرارة من وسيط التسخين الى الهواء المحيط داخل الحيز أو المساحة المدفأة، هذه المبادلات تسمى المشعات الحرارية.

وتختلف المشعات الحرارية في أنواعها وأشكالها وكذلك كمية الحرارة المنبعثة منها، ولكل نوع استخدام يتلاءم مع المكان المراد تركيبها فيه.

أهداف الوحدة:

يتوقع منك، عزيزي الطالب، بعد دراسة هذه الوحدة أن:

١- تستوعب العوامل التي تؤثر في اختيار المشعات وأماكن تركيبها.

٢- تفرّق بين الأنواع المختلفة من المشعات.

٣- تعرف الملحقات المختلفة اللازمة لتركيب المشعات.

٤- تفهم العوامل والأمور الواجب مراعاتها في تركيب وصيانة المشعات.

الدرس الاول خصائص المشعات وعوامل اختيارها

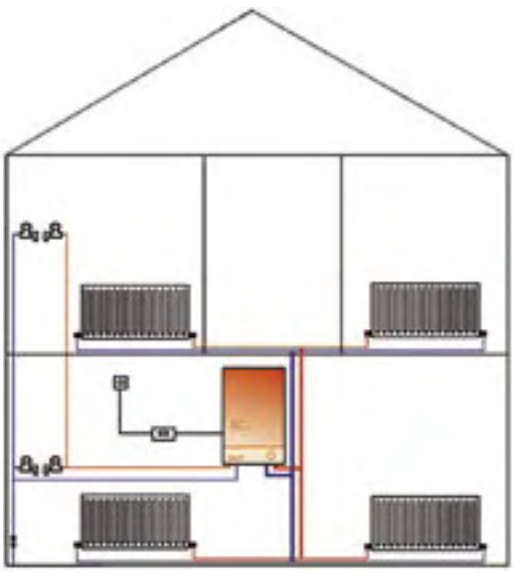
يطلق اسم المشعات (Radiators) أو المبادلات الحرارية على كل جهاز يستخدم لتدفئة الحيز الموجود فيه، حيث تقوم هذه المشعات بتسخين الهواء المحيط نتيجة تمرير ماء ساخن أو بخار أو وجود زيت داخلها مع ملف تسخين. وتتم عملية انتقال الحرارة من الماء الساخن داخل المشعات الى هواء الغرفة بطرق انتقال الحرارة التي درستها سابقا» وهي التوصيل والحمل والإشعاع.

يعتبر نظام التدفئة بالماء الساخن الذي تستخدم فيه المشعات الحرارية، شكل (٤-١) أكثر الأنظمة انتشاراً في تدفئة المجمعات السكنية والتجارية للأسباب التالية:

١ الانخفاض في التكاليف الأولية والتشغيلية إذا ما قورن مع الأنظمة الأخرى.

٢ سهولة التحكم بدرجة حرارة الحيز المدفأ.

٣ إمكانية توفير بيئة مناخية صحية وأكثر راحة باستخدام نظام المشعات.



شكل(٤-١): شبكة تدفئة مركزية تعمل على المشعات الحرارية

وتعتمد كمية الحرارة المنبعثة من المشعات على عدة عوامل هي:

١ نوع المشع المستخدم من حيث مادة الصنع، (سكب، صاج، ألمنيوم، . . .)، وسيتم الحديث عنها لاحقا».

٢ مساحة سطح المشع (Heating Surface) المعرضة للهواء المحيط، والتي تعتمد على:

أ- عدد الأصابع (المقاطع) التي يتكون منها المشع.

ب- ارتفاع المقاطع وعمقها، حيث تأتي مقاطع المشعات بارتفاعات وأعماق مختلفة، بحيث تناسب المكان الذي يتم تركيبها فيه.

٣ فرق درجة الحرارة بين متوسط درجة حرارة المياه داخل المشع ودرجة حرارة هواء الغرفة (الحيز).

فإذا كان:

$د_{١}$: درجة حرارة الماء الداخل إلى المشع

$د_{٢}$: درجة حرارة الماء الخارج من المشع

$د_{٣}$: درجة حرارة هواء الغرفة (المرغوبة)

$د_{م}$: فرق درجات الحرارة .

فإن: $د_{م} = \frac{(د_{١} + د_{٢})}{٢} - د_{٣}$

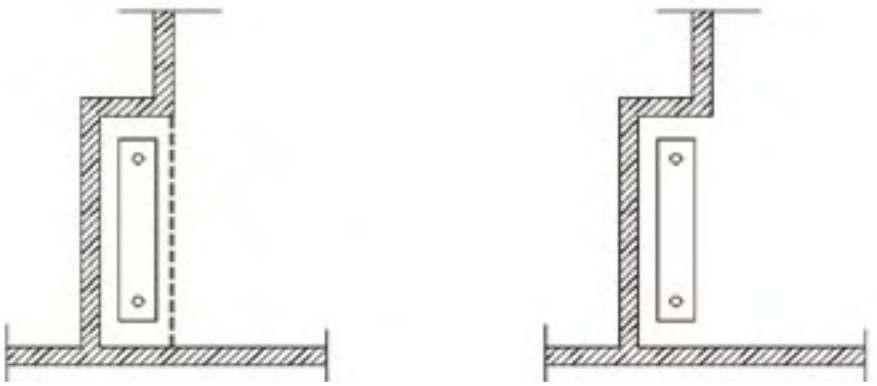
تجدر الإشارة إلى أن الفرق المعتمد لمتوسط درجة الحرارة لمعظم صانعي المشعات هو ٦٠سْ، وهو ما يتم عليه تحديد الحمل الحراري في النشرات الفنية المختلفة للمشعات، وعند اختلاف متوسط درجة الحرارة عن ٦٠سْ، فإنه يكون هناك معامل ضرب، فإذا زاد الفرق (متوسط الحرارة) ارتفع معامل الضرب، وإن قل انخفض معامل الضرب، كما هو مبين في الجدول (٤-١)

جدول(٤-١): معامل الضرب المستخدم حسب الفرق بين متوسط درجة حرارة الماء داخل المشع ودرجة حرارة الهواء المحيط

معامل الضرب للقدرة	الفرق بين درجة حرارة هواء الغرفة ومتوسط درجة حرارة الماء داخل المشع
٠,٧٩	٥٠
٠,٨١	٥١
٠,٨٣	٥٢
٠,٨٥	٥٣
٠,٨٧	٥٤
٠,٨٩	٥٥
٠,٩٢	٥٦
٠,٩٤	٥٧
٠,٩٦	٥٨
٠,٩٨	٥٩
١,٠٠	٦٠
١,٠٢	٦١
١,٠٤	٦٢
١,٠٧	٦٣
١,٠٩	٦٤
١,١١	٦٥
١,١٣	٦٦
١,١٥	٦٧
١,١٨	٦٨
١,٢٠	٦٩
١,٢٢	٧٠

* تعتبر درجة حرارة هواء الغرفة درجة حرارة الهواء في نقطة تبعد ١,٥ م أفقيا" عن منتصف المشع، و ١,٥ م رأسيا" عن مستوى سطح البلاط .

٤ موقع تركيب المشعات على قدرتها الحرارية، هذا التأثير مبين في الشكل (٤-٢)



شكل(٤-٢): تأثير كمية الحرارة المنبعثة من المشع موضوع داخل تجويف جداري، (شكل أ) بدون غطاء خارجي، (شكل ب) مع غطاء خارجي

حيث أن الحمل الصادر من المشعات يقل بمقدار :

١ ٥-١٠٪ للمشع الذي يقع في تجويف جدار كما في الشكل أ .

٢ ١٥-٢٥٪ للمشع الذي يقع في تجويف جدار مع غطاء خارجي مفرز كما في الشكل ب .

وبالتالي فعند اختيار المشع يجب إضافة عامل الحمل المفقود حسب الموقع والمسمى عامل الموقع .

العوامل الواجب مراعاتها عند اختيار المشعات وتحديد أماكنها:

١ الحمل الحراري المطلوب للحيز المدفأ، حيث يعتمد الحمل الحراري المنبعث من المشعات على العوامل التي تم ذكرها آنفاً .

٢ قياسات المشع ومطابقتها لمساحة الحيز المتاح للتركيب داخل الغرفة .

٣ التوزيع الحراري داخل الغرف المراد تدفئتها، حيث ينصح بتركيب المشعات تحت النوافذ الخارجية، اذ يعتبر هذا المكان مناسباً، حيث تنخفض درجة حرارة الهواء الداخلي الملامس لزجاج النافذة بسبب التيارات الهوائية الباردة من الخارج، بالإضافة إلى تسرب الهواء من خلال الشقوق والفتحات من النوافذ، لذا تعتبر هذه المنطقة الأكثر برودة داخل الغرفة، وبذلك يتم منع ظاهرة تكثف البخار على الزجاج، كما أن المكان المحاذي للشبابيك يمكن الاستغناء عنه .

٤ الناحية الجمالية، بحيث يتناسب مواقع المشعات مع وضع الأثاث والديكور الداخلي، اذ من الممكن وضع المشعات في أماكن لا يستفاد منها بشكل كبير مثل خلف الأبواب أو تحت النوافذ .

٥ السلامة العامة، بحيث يتم موقع اختيار المشعات المناسبة حسب نوعية الاستخدام .

٦ سهولة الخدمة والصيانة، بحيث يتم الوصول اليها دون التعرض لأية عوائق، كما أن وضع قطع الأثاث وغيرها لمسافة قريبة منها من شأنه أن يؤثر على كمية الحرارة المنبعثة من المشعات الى هواء الغرفة .

وتقوم جميع الشركات المصنعة للمشعات بتعبئة كل مقطع أو عمود من المشعات بالماء وفحصه تحت ضغط مناسب أعلى من الضغط التشغيلي للتأكد من سلامته، وبعدها تقوم بتجميع المقاطع التي تم فحصها لتكون ألواح مكونة من ٨ أو ١٠ أو ١٢ مقطعاً حسب سياسة التصنيع الخاصة بكل شركة.

أسئلة الدرس:

أكمل الفراغات في الجمل الآتية :

١) من العوامل التي يعتمد عليها مقدار الحمل الحراري المنبعث من المشعات :

أ) ..... ب) .....

٢) يتم عادة إضافة نسبة ما يقارب .....٪ كمعامل أمان على الحمل الحراري للمشع الذي يركب داخل تجويف جداري بسبب .....

٣) ينصح بتركيب المشعات الحرارية أسفل النوافذ الخارجية (ان أمكن) وذلك لسببين :

أ) ..... ب) .....

٤) عندما يتم اختيار المشعات الحرارية من النشرات الفنية (كاتالوجات) على أساس فرق درجة حرارة مقدارها ٥٥سْ، ينبغي استخدام معامل ضرب للحمل الحراري بنسبة .....٪.

الدرس الثاني أنواع المشعات الحرارية

تصنف المشعات من حيث مادة الصنع إلى حديد السكب، حديد الصاج، والألمنيوم، وغيرها ولكل نوع من هذه الأنواع خواص فيزيائية تختلف عن الأخرى. واليك عزيزي الطالب شرحاً مفصلاً عن هذه الأنواع.

أولاً: مشعات حديد السكب (Cast Iron Radiators)

تصنع هذه المشعات من حديد السكب، شكل (٤-٣)، حيث تتكون من مقاطع توصل بعضها ببعض بواسطة وصلات أنبوبية (نبولة جمع) مسننة من الطرفين بشكل متعاكس، ويتصف هذا النوع من المشعات بالخواص الآتية:

١ مقاومته للتآكل والصدأ، حيث يتم طلاؤها بدهان أساس من الشركة الصانعة.

٢ السعة الحرارية له منخفضة نسبياً، وبالتالي فان مشعات السكب تسخن ببطء عند تشغيل نظام التدفئة وتبرد ببطء عند إيقاف التشغيل.

٣ تعتبر مشعات السكب ذات وزن ثقيل نسبيا مقارنة مع الأنواع الأخرى، لذا فانها تحتاج إلى عناية زائدة في التركيب.

٤ العمر الافتراضي لهذا النوع من المشعات يتجاوز ١٥ سنة، إذا ما تم تشغيل النظام بطريقة سليمة وتوفرت الصيانة الدورية لها.

٥ تتوفر مشعات حديد السكب بأشكال ومقاسات مختلفة من حيث الارتفاع والعمق، كما هو مبين في الشكل (٤-٣)، أما طول المقطع فيكون عادة بمقاس ٥ , ٦سم وذلك عند معظم الشركات الصانعة.

ويتم عادة طلاء مشعات حديد السكب بدهان حراري قاتم قبل الشروع في تركيبها، كما يمكن طلاؤها بألوان مختلفة تتناسب مع الديكور الداخلي، كما في الشكل (٤-٤).



شكل(٤-٣): مشعات حديد السكب بمقاسات مختلفة



شكل (٤-٤): مشعات حديد سكب بألوان مختلفة لتناسب الديكور الداخلي

هذا ويبين الجدول (٤-٢) نشرة فنية لأحد أنواع مشعات حديد السكب، حيث يظهر في الجدول الأحمال الحرارية المنبعثة من مقاطع بمقاسات مختلفة، بالاضافة إلى مواصفات أخرى.

رقم الموديل	عدد الأعمدة	قياسات القطع			قياس نبل الجمع بالأنش	كمية الماء للقطع الواحد ليتر	وزن القطع كغم Kg	الحمل الحراري للمقطع	
		الارتفاع الكلي ملم	بين المراكز ملم	العرض ملم				Kcal/h	Watt
PRG 2/566	2	566	500	80	1"	0,57	3,6	66	77
PRG 2/690	2	690	623	80	1"	0,63	4,1	79	91
PRG 2/880	2	880	813	80	1"	0,77	5,2	97	113
PRG 3/566	3	566	500	95	1"	0,66	5,1	80	104
PRG 3/690	3	690	623	95	1"	0,73	5,9	106	126
PRG 3/880	3	880	813	95	1"	0,90	7,7	132	154
PRG 4/566	4	566	500	130	1"	0,85	6,6	109	127
PRG 4/690	4	690	623	130	1"	1,02	7,5	137	159
PRG 4/880	4	880	813	130	1"	1,18	9,4	170	198
PRG 5/556	5	566	500	165	1"	0,96	7,3	146	169
PRG 5/690	5	690	623	165	1"	1,09	9,2	171	198
PRG 5/880	5	880	813	165	1"	1,32	11,5	212	247

جدول(٤-٢): نشرة فنية لأحد الشركات الصانعة لمشعات حديد السكب

مثال

يراد تركيب مشعات من نوع حديد السكب في صالة أبعادها ٨م طول x ٦م عرض، إذا علمت أن الحمل الحراري المطلوب لتدفئتها هو ٦٥٠٠ كيلوسعر/ ساعة، احسب عدد المقاطع المطلوبة ، علماً بأن القياس المستخدم هو ٦٩٠/ ٣ (الارتفاع الكلي للمشع هو ٦٩ سم) وأن فرق درجة الحرارة المطلوبة هو ٦٠ درجة مئوية؟

الحل: بالرجوع إلى الجدول (٤-٢)، نجد أن الحمل الحراري المنبعث من مقطع واحد من مشع ٦٩٠/ ٣ هو ١٠٨ كيلوسعر / ساعة. وبما أن فرق درجات الحرارة هو ٦٠ سْ ، فيكون معامل الضرب =١

$$\text{عدد المقاطع المطلوب} = \frac{٦٥٠٠}{١٠٨} = ٦٠ \text{ مقطعاً}$$

من الممكن توزيع ٣ مشعات من هذا النوع، كل مشع

يتكون من ٢٠ مقطعاً أو ٤ مشعات كل مشع يتكون من ١٥ مقطعاً ، حيث يعتمد ذلك على الأماكن المتاحة للتركيب وكذلك طبيعة الديكور الداخلي للصالة.

سؤال

يفضل في مشعات حديد السكب أن لا يتجاوز عدد المقاطع المكونة منها عن حدود ٢٤ مقطعاً، لماذا؟

ثانياً: مشعات حديد الصاج (Steel Radiators)

تمتاز مشعات الصاج بخفة وزنها وسهولة تركيبها وصيانتها ، وبالتالي فإن هذه المشعات تسخن بسرعة عند تشغيل نظام التدفئة، على العكس من مشعات حديد السكب. ومن الجدير بالذكر أن مقاومة هذه المشعات للصدأ قليلة مقارنة مع مشعات حديد السكب والالمنيوم، وبالتالي فان عمرها الافتراضي قليل نسبياً. ويتم دهان مشعات الصاج بدهان حراري قاتم بعد دهان التأسيس من قبل الشركة الصانعة، وذلك كما في مشعات حديد السكب، كما مر معك سابقاً.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

يبين الشكل (٤-٥) أشكالاً ومقاسات مختلفة لمشعات صاج تركب على الجدران، أما الشكل (٤-٦) فيبين مشع صاج بأرجل حيث يتم تركيبه حراً على الأرض (Free Standing Type).

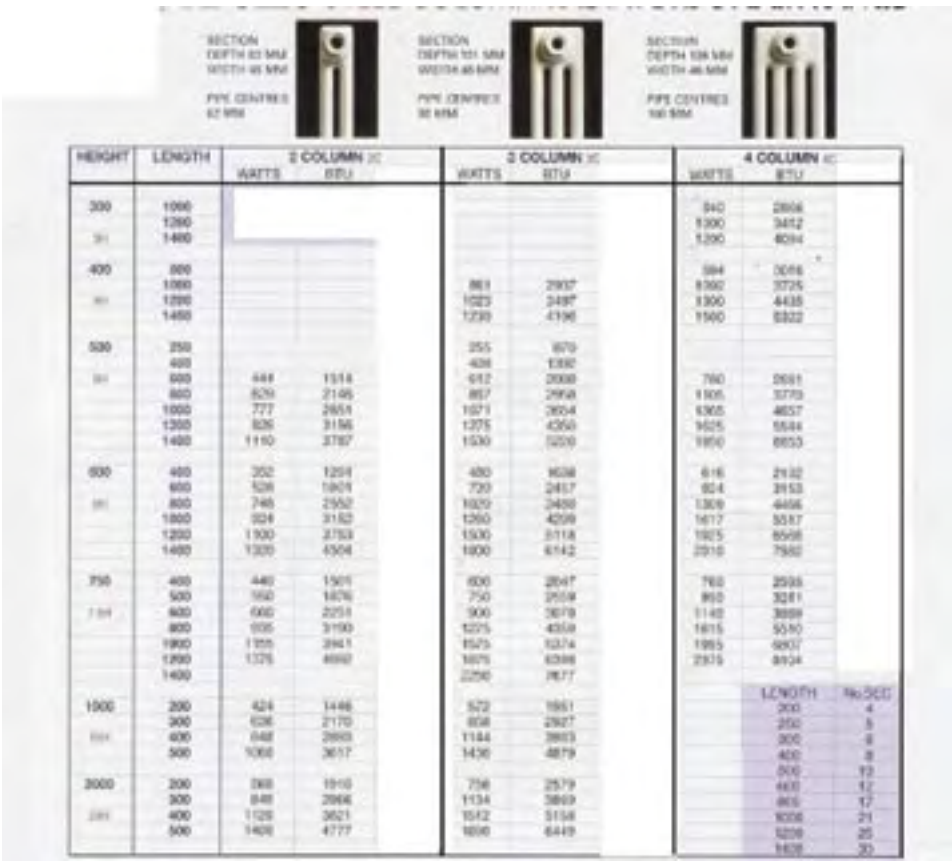


شكل(٤-٥): مشعات صاج بمقاسات مختلفة



شكل(٤-٦): مشعات صاج بارجل يركب على الأرض

ويبين الجدول (٤-٣) نشرة فنية لأحد أنواع مشعات الصاج، حيث يظهر في الجدول الأحمال الحرارية المنبعثة من المقاطع مشعات صاج بمقاسات مختلفة.



HEIGHT	LENGTH	2 COLUMN		2 COLUMN		4 COLUMN	
		WATTS	BTU	WATTS	BTU	WATTS	BTU
300	1000					940	2808
	1200					1300	3412
	1400					1200	4094
400	800					984	3016
	1000			861	2937	1360	3725
	1200			1023	3497	1300	4435
	1400			1239	4196	1560	5322
500	250			355	970		
	400			484	1330		
	600	441	1514	612	2088	760	2691
	800	629	2146	857	2958	1305	3770
	1000	777	2651	1071	3654	1365	4657
	1200	926	3156	1275	4350	1625	5544
	1400	1110	3787	1530	5220	1950	6653
600	400	352	1259	480	1638	616	2102
	600	528	1801	720	2457	924	3153
	800	748	2552	1020	3480	1309	4466
	1000	924	3152	1260	4299	1617	5517
	1200	1100	3753	1500	5118	1925	6568
	1400	1320	4504	1800	6142	2310	7882
750	400	440	1501	600	2047	760	2595
	500	550	1876	750	2559	950	3241
	600	660	2251	900	3070	1140	3889
	800	935	3190	1275	4350	1615	5510
	1000	1155	3941	1575	5374	1995	6807
	1200	1375	4692	1875	6398	2375	8104
	1400			2250	7677		
1000	200	424	1446	572	1951	LENGTH	No.SEC
	300	636	2170	858	2927	200	4
	400	848	2893	1144	3903	250	5
	500	1060	3617	1430	4879	300	6
2000	200	868	1910	756	2579	400	8
	300	848	2868	1134	3869	500	10
	400	1125	3821	1512	5158	600	12
	500	1406	4777	1890	6449	800	17
						1000	21
						1200	25
						1400	30

جدول(٤-٣): نشرة فنية لأحد الشركات الصانعة لمشعات الصاج

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ثالثاً:مشعات الألمنيوم (Aluminum Radiators)



شكل(٤-٧): مشعات المنيوم بمقاسات مختلفة

تصنع هذه المشعات من الألمنيوم على شكل مقاطع، شكل (٤-٧)، يتم تجميعها بنفس الطريقة التي تجمع فيها مشعات حديد السكب، ويمتاز هذا النوع من المشعات بالخواص الآتية :

١ خفة وزنها وبالتالي سهولة تركيبها كما في مشعات الصاج .

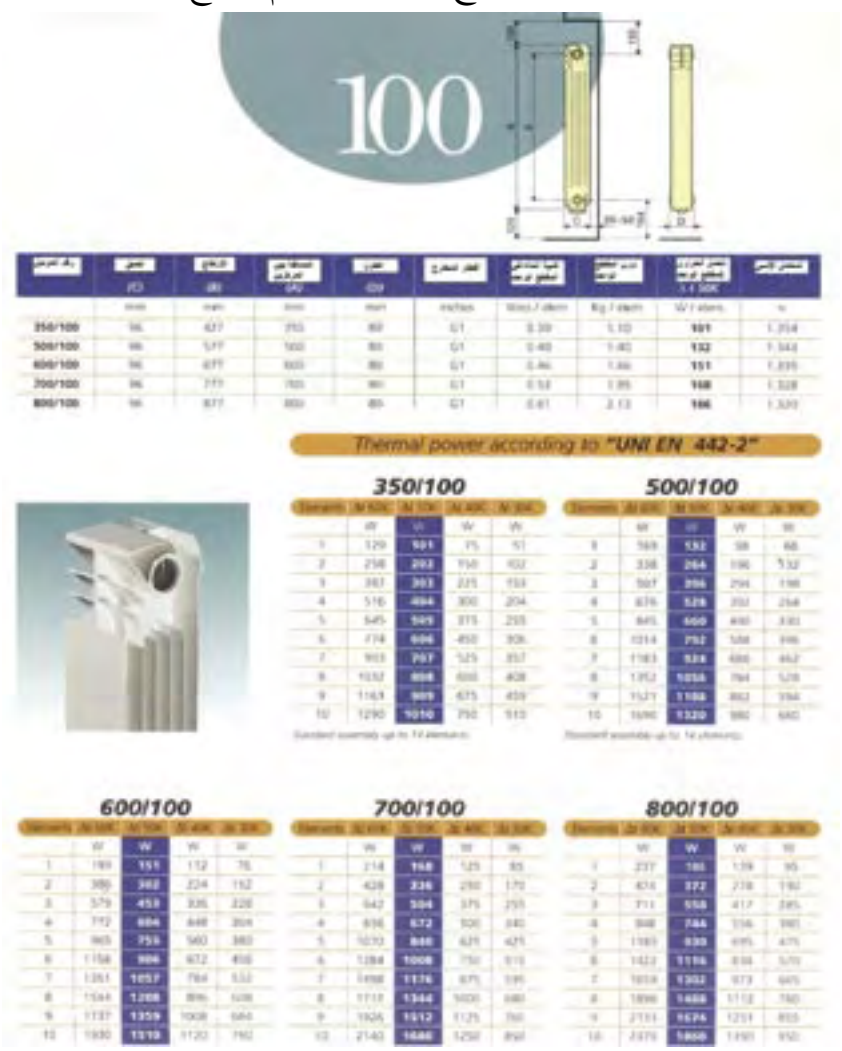
٢ توفرها بأشكال ومقاسات مختلفة، إلا أن طول المقطع الواحد من مشع الألمنيوم يكون عادة بقياس ٨سم .

٣ عدم حاجتها إلى دهان قبل تركيبها، حيث يتم دهانها حرارياً من قبل الشركة الصانعة .

٤ كمية الحرارة المنبعثة منها أعلى نسبياً من تلك المنبعثة من الانواع الاخرى، وذلك لنفس المقاس وتحت نفس الظروف .

٥ منظرها الجذاب، مما يجعلها أكثر ملاءمة للديكورات الداخلية .

ويبين الجدول (٤-٤) نشرة فنية لأحد أنواع مشعات الألمنيوم بمقاطع ذات عمق ١٠سم .



جدول (٤-٤) : نشرة فنية لأحد أنواع مشعات الألمنيوم

من الجدير بالذكر، ان معظم الشركات الرائدة في تصنيع مشعات الألمنيوم تقوم بانتاج مشعات بتصاميم مختلفة تكون على شكل سلالم، شكل (٤-٨)، حيث تركب عادة هذه المشعات داخل الحمامات، ويمكن استخدامها لتعليق وتجفيف المناشف إضافة إلى وظيفتها الأساسية وهي تدفئة الحمام، شكل (٤-٩)



شكل(٤-٨): مشع المنيوم على شكل سلم



شكل(٤-٩): مشعات سلالم من الألمنيوم بأشكال وألوان نختلفة

ومن عيوب مشعات الألمنيوم، سهولة خدشها أو كسرها إذا ما تعرضت للصدمات، وبالتالي فانها بحاجة الى عناية واهتمام أكبر بها أثناء مرحلة التركيب وما بعدها.

مثال

يراد تركيب مشع ألمنيوم لصالون يحتوي على نافذة طويلة ارتفاع حافة الرخامة السفلية لها عن سطح البلاط هو ٧٠ سم. إذا علمت أن الحمل الحراري المطلوب للصالون هو ٣٠٠٠ كيلوسعر/ ساعة عند فرق درجات حرارة مقدارها ٥٥ °م. حدد قياس المشع المناسب وعدد مقاطعه، إذا علم أن المكان الوحيد المتاح لتركيبه داخل الصالون هو تحت الشباك فقط.

الحل: معامل الضرب عند فرق درجة حرارة ٥٥ سْ = ٠,٨٩

الحمل الحراري المطلوب= ٣٠٠٠ ÷ ٠,٨٩ = ٣٣٧١ كيلو سعر/ ساعة.

بما أن الارتفاع الرأسي المتاح تحت النافذة هو ٧٠سم، يمكن تركيب مشع ألمنيوم ذو الارتفاع الكلي ٥٨سم (٥٠سم من المركز إلى المركز) وبالرجوع إلى الجدول(٤-٤)، نجد أن الحمل الحراري لمقطع الألمنيوم ذو القياس ٥٨سم هو ١٤٤كيلو سعر/ ساعة وبهذا يكون عدد المقاطع المطلوبة للصالة

= ٣٣٧١/ ١٤٤ = ٢٣,٤ أي ٢٤ مقطعا.

رابعاً: مشعات المسطحات (Panels Radiators)

تصنع هذه المشعات من صفائح الصاج، حيث تجمّع لتشكل لوحا مسطحا غير قابل للفك، كما الشكل (٤-١٠). ومن هنا يلاحظ في هذه المشعات تموجات رأسية وذلك لتقويتها. وتتوفر هذه المشعات بأبعاد وأشكال مختلفة لتناسب الأحمال الحرارية اللازمة.



شكل(٤-١٠): مشع صاج من النوع المسطح

خامساً: المشعات المروحية ذات الملفات (Fan Coil Units)

تتميز هذه المشعات باحتوائها على عنصر جديد وهو المروحة، حيث تقوم المروحة بسحب هواء الغرفة عبر ملفات نحاسية موجودة داخل المشع ودفعه وتوزيعه داخل الغرفة، وهذا يزيد من انتقال الحرارة بواسطة الحمل (الجبري)، لذلك يسمى هذا النوع من المشعات بمشعات الحمل الحراري (Convectors) أو (Fan Coil Units).

تقوم هذه المشعات بتسخين الهواء المحيط بها وذلك بتمرير الماء الساخن أو البخار فيها عن طريق المراجل، كما ويمكن أن تستخدم لغاية تبريد الهواء في الصيف وذلك بتمرير مياه باردة عن طريق أجهزة تبريد مركزية (Chillers)، لهذا أصبح هذا النوع من المشعات يسمى (وحدات تكييف مروحية) لأنها تعمل كجهاز تدفئة في فصل الشتاء وجهاز تبريد في فصل الصيف.

وتختلف كمية الحرارة المنبعثة من هذه المشعات باختلاف أقطار ملفات المواسير النحاسية وأطوالها وأشكال تجميعها وكذلك مصادر تسخينها.

من الجدير بالذكر، أن العديد من الشركات المصنعة لهذا النوع من المشعات تقوم بانتاج مشعات ذات قدرات حرارية متفاوتة واشكال مختلفة، فمنها الذي يركب على الحائط، ومنها الذي يركب على الأرض، ومنها المركزي الذي يعلق في الأسقف، كما هو مبين في الشكل (٤-١١).

بقي أن نقول أن عملية تشغيل هذه المشعات تتم عن طريق جهاز تحكم عن بعد (Remote control) أو منظم درجة حرارة الغرفة (Room thermostat)، يمكن من خلالها التحكم بدرجة حرارة الغرفة، سرعة المروحة، الإيقاف والتشغيل، تحويل (تبريد-تدفئة أو العكس) وغيرها من المزايا الأخرى.



شكل(٤-١١أ): مشع مروحي من النوع المعلق على الحائط



شكل(٤-١١ب): مشع مروحي من النوع المركزي

سادساً: مشعات التدفئة بالكهرباء

وتعمل هذه المشعات على رفع درجة حرارة وسيط التسخين الموجود بداخلها والذي عادة ما يكون أحد الغازات مثل الميثان، أو الزيت المعدني، كما في الشكل (٤-١٢)، وذلك بواسطة مسخن كهربائي تختلف قدرته تبعاً لاختلاف حمله الكهربائي.

وتتميز مشعات الكهرباء بسهولة صيانتها، كونها لا تحتاج لتكاليف تأسيسية، حيث أنها ليست بحاجة إلى مراجل ومضخات لتوليد المياه الساخنة ونقلها إليها بواسطة أنابيب المغذي والراجع. ومن عيوبها الارتفاع في التكاليف التشغيلية.

ويبين الجدول (٤-٥) نشرة فنية لأحد أنواع مشعات الكهرباء التي تعمل باستخدام وسيط التسخين (الغاز).



شكل(٤-١٢): مشع كهربائي يعمل بالزيت

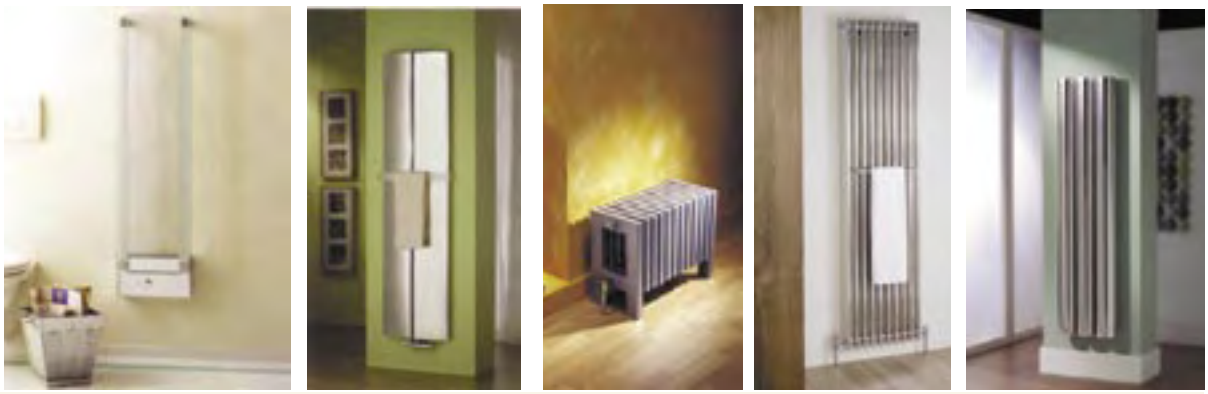
الموديل	2000	2000VT	2500	4000
الإرتفاع	650	650	650	670
العمق	185	185	185	205
العرض	575	575	575	635
القدرة الكهربائية	—	30	50	50
الفولتية المغذية	—	220 - 240/50		
الحمل الحراري	2560	2600	2615	4650
قطر فتحة المدخنة	2200	2400	2250	4000
قطر فتحة الإخراج	115		55	

جدول(٤-٥): نشرة فنية لأحد الشركات الصانعة لمشعات كهربائية تعمل على الغاز

سابعاً: مشعات خاصة (ستانلس، كروم،زجاج شفاف)

وتقوم بعض الشركات الرائدة في تصنيع موديلات أخرى نادرة من المشعات، منها ما يكون مصنوعاً من الستانليس ستيل أو الكروم أو الزجاج الشفاف وذلك بمقاسات وأشكال مختلفة، حيث تكون هذه الأنواع باهظة الثمن كون أن هذه المشعات تشكل تحفة ديكورية فخمة في المكان الذي تركب فيه. ويبين الشكل (٤-١٣) أشكالا وموديلات مختلفة من هذه الأنواع.

ونظراً لارتفاع أثمان المشعات، ولتوفير الحيز الذي يتم فيه تركيب المشع لغرض ترتيب الديكور الداخلي، يعمد البعض الى استخدام نظام التدفئة تحت البلاط، وسنتطرق للحديث عن هذا النظام في باب شبكات التدفئة بالمياه الساخنة.



شكل(٤-١٣): أشكال وأنواع نادرة من المشعات مصنوعة من مواد مختلفة

أسئلة الدرس:

١) أجب (بنعم) أو (لا)، إزاء كل عبارة من العبارات آلاتية مع ذكر السبب :

أ- تعتبر مشعات السكب من أثقل أنواع المشعات وزناً، ولهذا فإنها بحاجة إلى عناية أكبر في الصيانة .

ب- يكون عادة قياس طول مقطع مشع الألمنيوم ٨سم، أما العمق فيأتي بقياسات مختلفة حسب الطلب .

جـ- إذا علم أن شركة لتصنيع مشعات الصاج توفر مشعات مجمعة تتكون من ٨ مقاطع، ١٠ مقاطع أو مقطعا، فهذا يعني أنه يتعذر علينا تركيب ١٤ مقطعاً (على سبيل المثال) من هذا النوع المصنع في هذه الشركة .

د- تعتبر مشعات الألمنيوم هي النوع الأنسب لتركيبها في المدارس .

٢) أكمل الفراغات في الجمل الآتية :

أ- إن قدرة مشع حديد السكب حسب الموديل 566/PRG 3 المبين في جدول (٤-٢) والمكون من اثني عشر مقطعاً هو ..... كيلو كالوري في الساعة .

ب- الحمل الحراري المنبعث من مقطع مشع ألمنيوم بقياس ٥٠٠/ ١٠ حسب الجدول (٤-٤)على متوسط فرق درجات حرارة ٥٠سْ هو .....واط .

جـ- تمتاز مشعات الألمنيوم عن مشعات الصاج :

١) ..... ٢) .....

د) يتم التحكم بدرجة حرارة الغرفة التي يتواجد فيها مشع مروحي عن طريق.....

هـ) تمتاز المشعات الكهربائية عن سائر باقي المشعات الأخرى بنقطة أساسية وهي .....

.....

و) من المواد التي تستخدم كوسيط للتدفئة في المشعات التي تعمل بالكهرباء .....

..... و .....

ولاتمام تركيب المشعات، لا بد من توفر الملحقات التالية :

١ **الصمامات (Valves)** : يركب عادة نوعين من الصمامات على الخط المغذي والراجع من المشعات .

الأول صمام يدوي، شكل (٤-١٤)، يركب على الخط الدافع للتحكم به عند الحاجة، أما الثاني فيسمى صمام التنظيم أو المعايرة (Regulating Valve)، شكل (٤-١٥)، يتم من خلاله التحكم بكمية المياه المارة من المشع وذلك تبعاً للحمل الحراري المطلوب للحيز الموجود فيه، وتتم معايرة هذا الصمام (صمام الراجع) عند التشغيل الأولي لشبكة التدفئة .

من جهة أخرى، يمكن استخدام صمام حراري (Thermostatic Valve) ، يتم تركيبه على الخط المغذي بهدف التحكم بكمية المياه المارة إلى المشع عن طريق منظم درجة حرارة الغرفة (الحيز)، شكل (٤-١٦)، وبهذا يمكن التحكم بدرجة حرارة كل غرفة بشكل مستقل وحسب الرغبة .



شكل(٤-١٤): صمام يدوي يركب على الخط الدافع



شكل(٤-١٥): صمام معايرة يركب على الخط الراجع



شكل(٤-١٦): صمام حراري

٢ **النقاصات** (Reducers) : تركب النقاصات على فتحات المغذي والراجع للمشعات، حيث يلزم لكل مشع ثلاث قطع من النقاصات: نقاصتين (الأولى سن يمين والثانية سن شمال) يتم توصيلهما مع نبوله المحابس. أما النقاصة الثالثة، فتركب عليها الهواية على أحد الأطراف العلوية من المشع. (شكل ٤-١٧).


شكل(٤-١٧): نقاصات المشعات

٣ **الهوايات** (Air Vents): يركب عادة هواية على أحد الأطراف العلويه من المشع، ووظيفة الهواية هو طرد الهواء المتواجد داخل المشع لأن وجود الهواء داخل المشع يعرقل جريان الماء فيه، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل الحمل الحراري المنبعث إلى الغرفة. ويتم تفريغ الهواء يدوياً عن طريق هواية مركبة على فتحة قياس ١/ ٨ إنش، شكل (٤-١٨). ويراعى اثناء تركيب المشع إمالته قليلاً باتجاه الهواية.


شكل(٤-١٨): هواية مركبة على الطرف العلوي لمشع

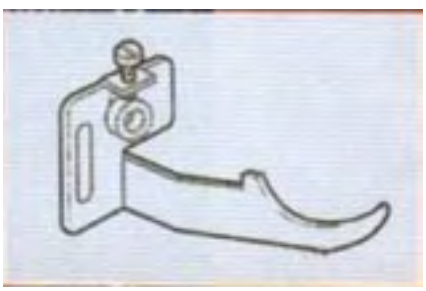
٤ **السدّات** (Plugs): تركب السدّات عادة على نهايات فتحات المشع غير المستخدمة شكل (٤-١٩).


شكل(٤-١٩): سدة مشع

٥ **الحمالات** (Brackets): تستعمل الحمالات لتثبيت المشع على الحائط أو على الأرض، وهناك أنواع مختلفة من الحمالات من حيث الأشكال والمقاسات، فمنها العادية، كما في الشكل (٤-٢٠أ)، ومنها النوع الذي يكون مع براغي معايرة لاستواء المشع باستخدام ميزان الماء، شكل (٤-٢٠ب).

هذا ويراعى استخدام حمالتين على الأقل لكل مشع(يعتمد على عدد المقاطع أو طول المشع)، وعند تثبيت الحمالات يجب ابقاء مسافة ٣سم بين المشع والحائط بهدف السماح للهواء المحيط للدوران من حوله.


شكل(٤-٢٠أ): حمالة مشع عادية


شكل(٤-٢٠ب): حمالة مشع مع براغي معايرة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٦ **نبولة الجمع** (Joining Nipples): تستخدم نبولة الجمع ، شكل (٤-٢١)، لتوصيل مقاطع المشعات مع بعضها وذلك بحسب عدد المقاطع المطلوبة لكل حيز (غرفة)، حيث تكون هذه النبولة مسننة من الجهتين بإتجاهين متعاكسين (يمن وشمال)، وتتم عملية الجمع بواسطة مفتاح خاص حيث يبين الشكل (٤-٢٢) طقم جمع لمقاطع مشعات .



شكل(٤-٢١): نبل جمع



شكل(٤-٢٢): طقم جمع مقاطع المشعات

٧ **موانع التسرب** (Gaskets):

تستخدم موانع التسرب لمنع تسرب المياه من المشعات، شكل (٤-٢٣)، وذلك في أماكن تركيب القطع انفة الذكر ، وهناك نوعين من موانع التسرب :

أ- **خارجية** : يتم تركيبها قبل السدّات والنقاصات .

ب-**داخلية** : تستخدم في أماكن تجميع المقاطع مع بعضها بواسطة نبولة الجمع .



شكل(٤-٢٣): موانع تسرب

٨ **الشمسات** : وهي عبارة عن حلقات دائرية بلاستيكية أو معدنية مفرغة من الوسط ، شكل (٤-٢٤)، تستخدم لتغطية الفتحات حول مخارج نبولة الكروم الخارجة من الحائط لخطي الدافع والراجع للمشع، وبالتالي فان الشمسات تستخدم لغاية جمالية أكثر منها وظيفية .



شكل(٤-٢٤): شمسة مشع

أسئلة الدرس:

أجب بنعم أو لا ، إزاء كل عبارة من العبارات الآتية :

١) يمكن التحكم بدرجة حرارة الهواء المدفأ داخل منزل عن طريق تركيب صمام حراري على الخط الدافع لمشعات التدفئة .

٢) تستخدم الهوايات لطرد الهواء المتواجد داخل المشع .

٣) لضمان عدم تسريب مياه من خلال مشعات المقاطع المجمعة ، يتم استخدام نوعين من مواد التسرب : داخلية وخارجية .

٤) تستخدم نبولة الجمع لتجميع مقاطع المشعات وذلك حسب العدد المرغوب .

٥) يحتاج كل مشع لتركيب نقاصتين فقط : يمين يمين ، أو شمال شمال .

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الدرس الرابع شروط خاصة في التركيب والتشغيل

اعتبارات هامة في التركيب ينبغي أخذ الأمور الفنية الآتية بعين الاعتبار في التركيب :

١ يجب الحفاظ على مسافة ٣سم بين المشع والجدار من خلفه .

٢ يجب الحفاظ على مسافة ٨سم كحد أدنى بين حافة المشع السفلى وسطح البلاط .

٣ في حال تركيب المشع داخل تجويف في الجدار ، يجب أن يكون الحد الأدنى للمسافة الرأسية فوق المشع ١٠سم .

٤ التأكيد على ضرورة تركيب هواية على المشع .

٥ مراعاة توفير ميلان بسيط جداً باتجاه هواية المشع لتيسير طرد الهواء من داخل المشع .

اعتبارات هامة لضمان فعالية أفضل للتدفئة:

ولضمان فعالية التدفئة بواسطة المشعات بدرجة أكبر ، ينبغي اتباع النصائح الآتية :

١ ينصح بإضافة محاليل أو مواد كيميائية مساعدة لماء التسخين من أجل معالجة المياه ، إذ أن إضافة هذه المواد تحمي المشع من التآكل والصدأ . بمعنى آخر ، يمكن استخدام جهاز التخلص من الأملاح الموجودة في المياه (Water Softener) وهي أملاح الكالسيوم والصوديوم ، لأن وجودها في الماء الساخن يؤدي إلى تكوين طبقة كلسية في شبكة الأنابيب والمشعات التي بدورها تحد من انتقال الحرارة المنبعثة إلى المحيط المراد تدفئته ، كما أنها تقلل من العمر الافتراضي لجميع مركبات شبكة التدفئة بما فيها المشعات .

٢ ينصح بعدم استخدام مواد أو محاليل كيميائية كاوية لتنظيف أسطح المشعات ، بل يمكن تنظيفها باستعمال علب رش (Spray) من مواد خاصة حسب تعليمات الشركة الصانعة .

٣ ينصح أن تكون درجة حموضة الماء (PH) المستخدم في التدفئة بين ٧ – ٨ .

أسئلة الوحدة:

١) عدد العوامل الرئيسية التي يجب مراعاتها عند اختيار أنواع مشعات التدفئة وأماكن تركيبها؟

٢) ما هي الأمور الفنية الرئيسية التي يجب مراعاتها في بناء شبكات التدفئة للحفاظ على عمر افتراضي أعلى للشبكة والمشعات معاً وللتقليل من حدوث الأعطال والمشاكل في نظام التدفئة؟

٣) عدد المميزات الرئيسية لاستخدام مشعات الألمنيوم في نظام التدفئة؟

٤) يراد تركيب مشعات ألمنيوم داخل قاعة اجتماع كبيرة تحتوي على أربع نوافذ موزعة بشكل متماثل داخل القاعة، إذا علم أن الحمل الحراري الكلي المطلوب للقاعة هو ١٠٥٠٠ كيلو كالوري/ الساعة، وأن متوسط درجة حرارة المياه الساخنة داخل المشع هو ٧٠ سْ، وأن المشعات سيتم تركيبها تحت النوافذ المذكورة. احسب، مستعيناً بالجدول (٤-٤)، عدد المقاطع المطلوب تركيبها أسفل كل نافذة من النوافذ الأربعة، مع الأخذ بعين الاعتبار أن ارتفاع حافة النافذة السفلية عن سطح البلاط هو ٧٠سم .

٥) أذكر القطع والملحقات اللازمة لتركيب مشع ذو مقاطع؟

٦) ما هي الأجزاء الرئيسية التي تتكون منها المشعات المروحية، مع وظيفة كل جزء؟

٧) أذكر وظيفة واحدة لكل مما يلي :

أ- استخدام جهاز (Water Softener) في شبكة التدفئة المركزية

ب- استخدام قطع نقاصات للمشعات

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة ٥
نظام التدفئة بالماء الساخن ومـــــلـــحـقـاتـه





WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

عرفت سابقا، أن نظام التدفئة بالماء الساخن يستخدم الماء كوسيط لنقل الحرارة من المرجل إلى المشعات والمبادلات الحرارية عبر خط المزود، ثم يعود الماء بعد فقد جزء من حرارته إلى المرجل عبر خط الراجع لمعاودة تسخينه .

الأهداف

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن :

١ **تتعرف على مكونات نظام التدفئة بالماء الساخن .**

٢ **تميز أنظمة التدفئة بالماء الساخن (المغلقة والمفتوحة) .**

٣ **تتعرف على طرق تمديد شبكات التدفئة بالماء الساخن**

٤ **تفهم وظيفة كل من ملحقات نظام التدفئة بالماء الساخن .**

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

يتكون نظام التدفئة بالماء الساخن من العناصر التالية :

١ **المرجل** (Boiler).

٢ **الحارقة** (Burner).

٣ **شبكة الأنابيب وملحقاتها** (Pipes Networks and Accessories).

٤ **مضخات التدوير** (Circulating Pumps).

٥ **المبادلات الحرارية (المشعات)** (Heat Exchangers).

٦ **خزان التمدد** (Expansion Tank).

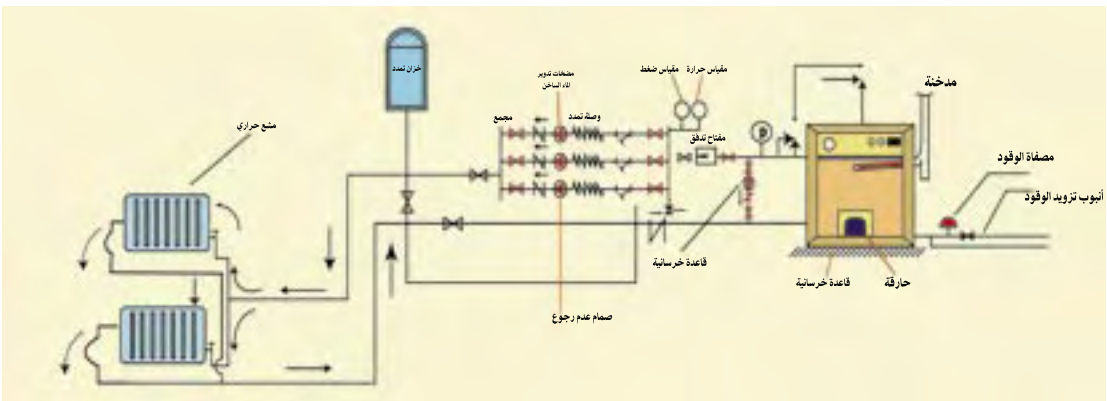
٧ **المجمعات** (Collectors).

٨ **أجهزة التحكم** (Control Devices).

٩ **المدخنة** (Chimney).

١٠ **خزان الوقود** (Fuel Tank).

ويوضح الشكل(٥-١) مخطط نظام للتدفئة بالماء الساخن وبعض عناصره .



الشكل (٥-١): مخطط نظام تدفئة بالماء الساخن

مبدأ عمل نظام التدفئة بالماء الساخن:

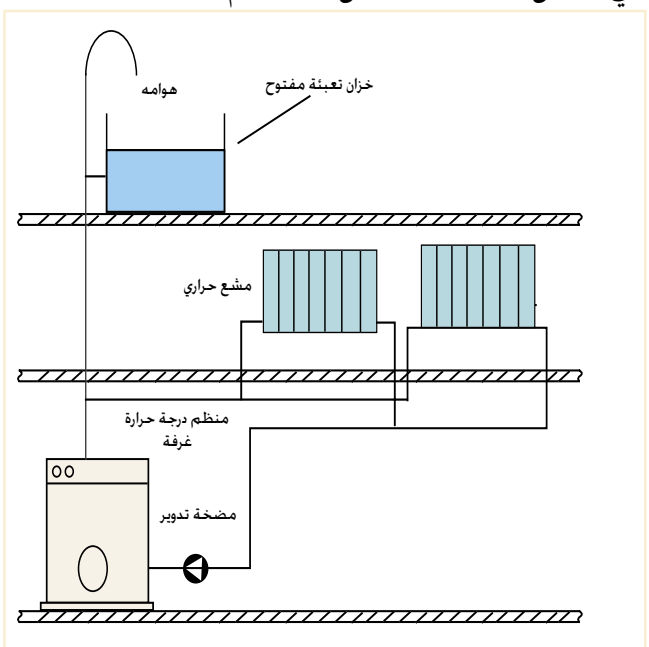
بعد تركيب عناصر التدفئة بالماء الساخن، تملأ الشبكة بالماء من خلال أنبوب ينتهي بصمام عدم رجوع (Check Valve)، وبعد تشغيل مضخة التدوير والتأكد من عملها يتم تشغيل الحارقة التي تقوم برفع درجة حرارة المياه إلى الدرجة المعير عليها منظم درجة حرارة المرجل حيث يقوم المنظم بفصل التيار الكهربائي عن الحارقة مع إستمرار عمل المضخة في تدوير المياه بين المرجل والمشعات أو المبادلات الحرارية . وتعود الحارقة للعمل من جديد بعد إنخفاض درجة حرارة الماء بما يقارب (٥°م) عن الدرجة المعير عليها .

أنواع أنظمة التدفئة بالماء الساخن :

تصنف أنظمة التدفئة بالماء الساخن إلى نوعين :

أ- نظام التدفئة المفتوح (Open Heating System)

يتم تسخين الماء في هذا النظام في مراجل تعمل بالضغط الجوي الإعتيادي إلى درجة حرارة لا تتجاوز(٩٠م°) ولهذا سمي هذا النظام بنظام التدفئة المفتوح أي أن شبكة التدفئة متصلة مع الجو الخارجي من خلال خزان التمدد المفتوح وأنابيب تهوية النظام . كما في الشكل (٥-٢) شبكة تمثل هذا النظام .



شكل(٥-٢) : نظام التدفئة المفتوح

ب- نظام التدفئة المغلق (Closed Heating System)

تكون شبكة التدفئة في هذا النظام مغلقة دون أي إتصال بالجو الخارجي، حيث يمكن تسخين المياه في هذا النظام إلى درجة حرارة تزيد عن (١٠٠°م) . ويستبدل خزان التمدد المفتوح في النظام السابق بخزان تمدد مغلق يتناسب حجمه مع حجم الماء في شبكة التدفئة وجميع عناصرها، ويتم التخلص من الهواء داخل الشبكة بواسطة نفاسات أوتوماتيكية (Automatic Vent) .

أنظمة تدوير الماء الساخن في شبكة التدفئة:

هناك نظامان لتدوير الماء الساخن داخل شبكة التدفئة، هما :

١ نظام الجاذبية(Gravity System):

يعتمد تدوير الماء الساخن في هذا النظام على الجاذبية دون تركيب مضخات . فعندما يسخن الماء في المرجل يزداد حجمه فيرتفع إلى أعلى في انبوب المغذي تاركاً المجال للماء الأبرد بالهبوط نحو المرجل من خلال الانبوب الراجع ونتيجةً لفرق الكثافة يتولد مايسمى بضغط الدوران .

وقد إنحسر إستخدام هذا النظام في أيامنا هذه نظراً لتوفر المضخات بكافة أنواعها .

٢ **النظام الجبري** (Forced system) :

يعمل هذا النظام بواسطة مضخات تدوير الماء الساخن خلال الشبكة، ويعد هذا النظام الأكثر إنتشاراً وذلك للميزات التالية :

أ . استخدام أنابيب ذات أقطار أصغر نسبياً مما هو في نظام الجاذبية .

ب . إمكانية الحصول على التدفئة المطلوبة بسرعة اكبر .

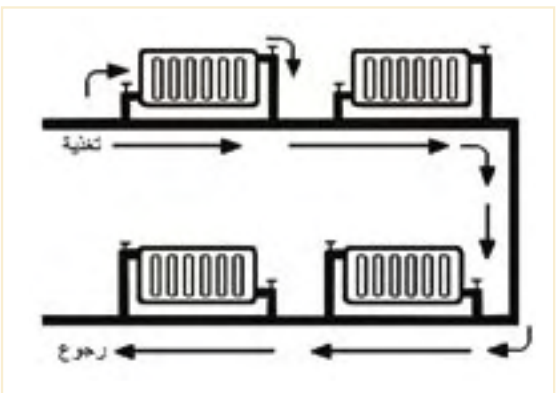
جـ . سهولة التحكم في تمديد شبكة التدفئة بما يتناسب مع طبيعة البناء .

طرق تمديد شبكات التدفئة بالماء الساخن:

تركب شبكات التدفئة بطريقتين هما :

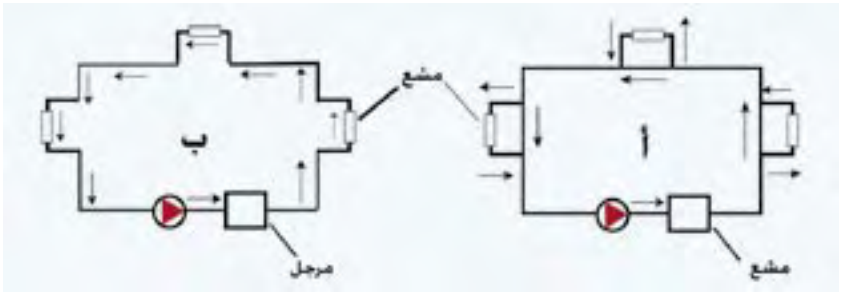
أولا:- نظام الخط الواحد (One Pipe System)

في هذا النظام تغذى المشعات الحرارية بخط أنابيب واحد على التوالي، كما في الشكل (٥-٣) . حيث يدخل الماء الساخن إلى المشع من خط التغذية ويخرج ليتصل مع نفس الخط الذي يغذي المشعات الاخرى، والماء إلى المرجل بنفس الخط .



الشكل (٥-٣) : نظام الخط الواحد

يمكن تنفيذ هذا النظام على شكلين، الممر الجانبي كما في الرسم التوضيحي في شكل (٥-٤-أ)، والحلقي كما في شكل (٥-٤-ب).



الشكل (٥-٤): أشكال التمديد بنظام الخط الواحد

سؤال:

أي أنماط التمديد في شكل (٥-٤) تعطي تدفئة بكفائة أفضل؟ ولماذا؟

وفي هذا الظام تكون درجة حرارة الداخل إلى الشمع الأول مرتفعة، ثم تتناقص تدريجياً حتى تصل إلى المشع الأخير بدرجة حرارة متدنية.

ويمتاز هذا النظام بقلة تكاليفه أما عيوبه فتتمثل في الأمور التالية:

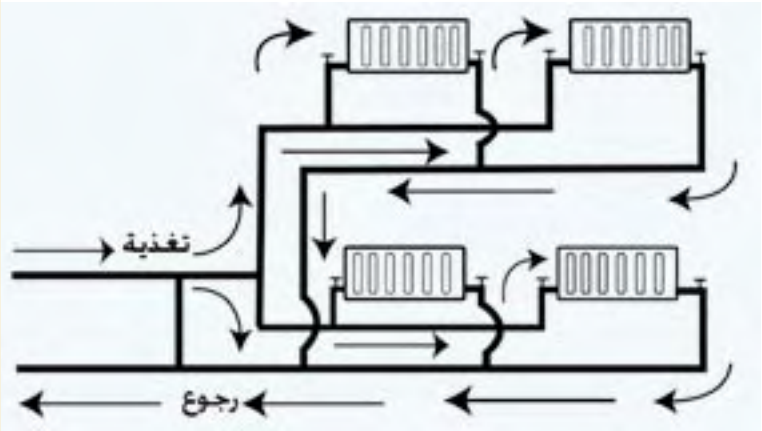
١ قلة كفاءة المشعات الحرارية البعيدة عن المرجل.

٢ تعطل جميع أجزاء الشبكة في حالة فصل أي جزء منها.

٣ الحاجة إلى إستخدام مضخة تدوير بقدرة كبيرة للتغلب على هبوط الضغط الناتج عن مروره في جميع المشعات.

ثانيا:- نظام الخطين (Two Pipes System)

تتغذى جميع المشعات من خط مزود وتعود الخطوط الراجعه من المشعات عبر خط الراجع الرئيسي إلى المرجل كما في الشكل (٥-٥).



الشكل (٥-٥): التمديد بنظام الخطين

والجدير بالذكر أن هذا النظام هو النظام المتبع في تركيب شبكات التدفئة للميزات التالية :

١ كفاءته عالية .

٢ إمكانية فصل أي جزء من الشبكة دون أن يتأثر عمل باقي الأجزاء .

٣ تجانس درجة حرارة الماء الساخن في جميع المشعات .

كما يطلق على هذا النظام نظام التدفئة بالراجع المباشر ، حيث أن مياه المشع الأول تعود إلى المرجل قبل غيرها من المشعات على خلاف الراجع غير المباشر الذي تعود فيه مياه الراجع من المشع الأول في نهاية الدورة بينما تعود مياه الراجع من المشع الأخير في البداية .

تنتقل المياه الساخنة من المرجل إلى المشعات الحرارية عبر شبكة من الأنابيب الفولاذية المصنوعة من الحديد الأسود (SCH40) أو أنابيب اللدائن التي تتحمل درجات حرارة وضغوط عالية . كما أن لنظام التدفئة ملحقات هامه تكمل عمله، ومنها :

١ **الصمامات** : تتمثل هذه الصمامات في :

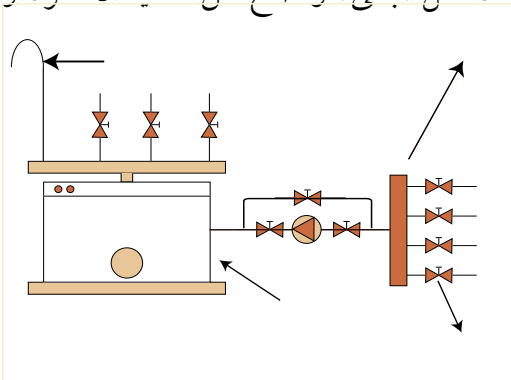
أ- **صمامات القطع** : وتركب على الخطوط الرئيسية والفرعية لشبكة أنابيب التدفئة، وقبل وبعد مضخات تدوير الماء الساخن .

ب- **صمام الأمان** : ويركب على خط خروج الماء الساخن من المرجل .

جـ- **صمامات عدم الرجوع** : وتركب على إنبوب مياه التعويض للشبكة وكذلك بعد مضخة التدوير .

د- **الهوايات** : ويتم تركيبها على أعلى نقاط في الشبكة وعلى المجمعات .

٢ **المجمعات** : تستخدم المجمعات لتوزيع خطوط تدفئة داخل المبنى، وتصنع من الحديد الأسود أو النحاس، وتصنف حسب الوظيفة إلى :



الشكل (٥-٦) : شبكة تبين مجمعات المرجل

أ- المجمعات الرئيسية : يركب على مرجل التدفئة مجمعاً علي فتحة المزود ومجمعاً آخراً على فتحة الراجع والغرض من المجمعات إيصال الماء الساخن لكل مناطق المبنى .

كما يركب على هذه المجمعات مقياس لضغط ما الشبكة وآخر لقياس درجة حرارة ماء الشبكة . ويبين الشكل (٥-٦) هذه المجمعات .

ب- **المجمعات الفرعية** : تغذى هذه المجمعات من أنبوب يتفرع عن المجمع الرئيسي والغاية منها توزيع المياه الساخنة إلى مشعات المنطقة الفرعية . وتشابه هذه المجمعات تلك المستخدمة في توزيع المياه الباردة والساخنة إلى القطع الصحية، كما مر معك في الصف الحادي عشر . إذ تكون هذه المجمعات مصنوعة من النحاس غالبا ويتم وضعها داخل المبنى، حيث يلزم مجمع مزود ومجمع راجع يتم تركيبها داخل خزانة خشبية أو معدنية . وتحتوي هذه المجمعات على فتحات يتم توصيل أنابيب البكس عليها من وإلى المشعات الموزعة داخل المنطقة المراد تدفئتها .

٣ **وصلة التمدد(Expansion Joint)** تستخدم وصلات التمدد لحماية الأنابيب من الكسر بسبب التمدد والتقلص الناتج عن تغير درجات الحرارة داخل الشبكة . كما يبين الشكل (٥-٨).

٤ **مصفاة الشوائب (Strainer) :** يصنع جسم مصفاة الشوائب من النحاس، أنظر الشكل (٥-٩)، حيث يدخل الماء للمصفاة ليصطدم بمصفاة معدنية باتجاه السهم تعلق بها الشوائب والأوساخ وتتجمع في تفريعة جانبية مغلقة بصامولة تفتح لتنظيف المصفاة . والغاية من تركيبها تصفية المياه من الشوائب بواسطة شبك منخلي في داخلها حيث تزال الشوائب دورياً وتركب هذه المصافي بإتجاه واحد حسب الإشارة المبينة على جسم المصفاة .



الشكل(٥-٨) : وصلة التمدد



الشكل (٥-٩) : مصفاة شوائب

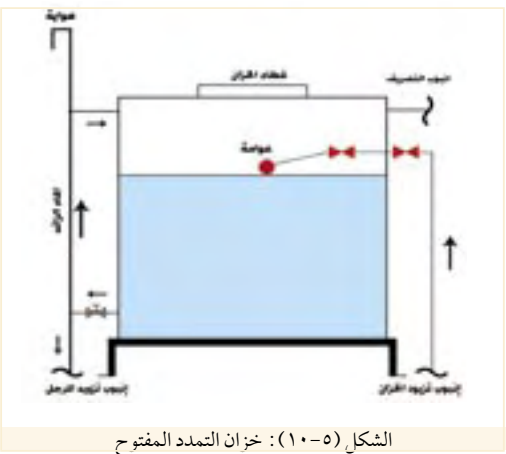
٥ **خزان التمدد (Expansion Tank):** من المعروف أن حجم الماء يزداد بنسبة ما يقارب ٤٪ إذا إرتفعت درجة حرارته من (٤-١٠٠) °م، وعليه يلزم تركيب خزان خاص في شبكة التدفئة لإستيعاب هذه الزيادة ثم إعادتها إلى الشبكة مرة أخرى عند إنخفاض درجة حرارة الماء في الشبكة، وبهذا نحقق هدفين : -

١ . حماية عناصر الشبكة من التشقق أو الإنفجار .

٢ . إحتواء حجم الماء المتمدد في كل مرة يسخن فيها الماء، ويتوفر خزان التمدد على نوعين :

أ. خزان التمدد المفتوح (Open Expansion Tank):

وهو خزان ماء عادي يحتوي على عوامة نحاسية، لإبقاء منسوب المياه ثابتا فيه، و تثبت في منتصف الخزان. في هذا الخزان فتحة سفلية تكون موصولة بالخط الراجع للمرجل. ففي حالة إنخفاض حجم مياه الشبكة، يقوم خزان التمدد المفتوح بتعويض النقص الحاصل في المياه ، وإذا زاد حجم ماء الشبكة يقوم الخزان باستيعاب الكمية الفائضة من مياه الشبكة. أنظر الشكل (٥-١٠).



الشكل (٥-١٠) : خزان التمدد المفتوح

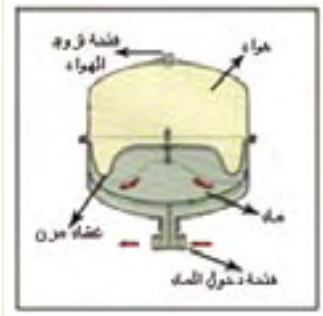
ب. خزان التمدد المغلق (Closed Expansion Tank) :

خزان ذو جسم معدني كروي أو إسطواني لاحظ الشكل (٥-١١)، ويحتوي على غشاء مطاطي سميك يفصل بين جزء الخزان المتصل بماء الشبكة والجزء الذي يحتوي على الهواء المضغوط (بقيمة ٥ , ١ بار)، ويبين الشكل (٥-١٢) مقطعا عرضيا لخزان تمدد مغلق .

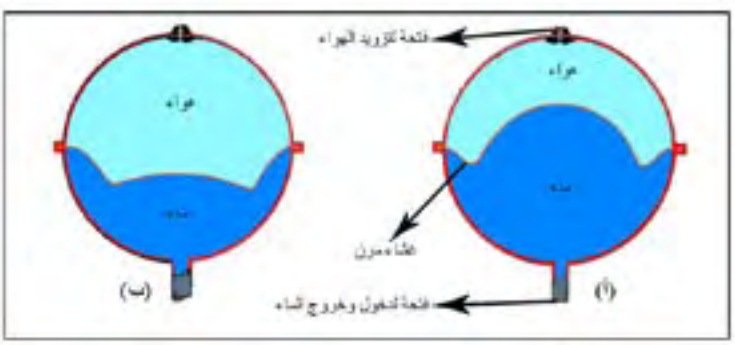


الشكل (٥-١١): خزان التمدد المغلق

ووظيفة هذا الخزان هو إستيعاب الزيادة في حجم المياه الزائدة حيث يتحول الهواء إلى مخدة هوائية في الخزان ويعود إلى وضعه الطبيعي تدريجيا عند إنخفاض درجة حرارة ماء الشبكة . ويبين الشكل (٥-١٢-أ-ب) آلية عمل خزان التمدد المغلق . ويركب خزان التمدد على شبكة أنابيب التدفئة ويفضل على الخط الراجع .

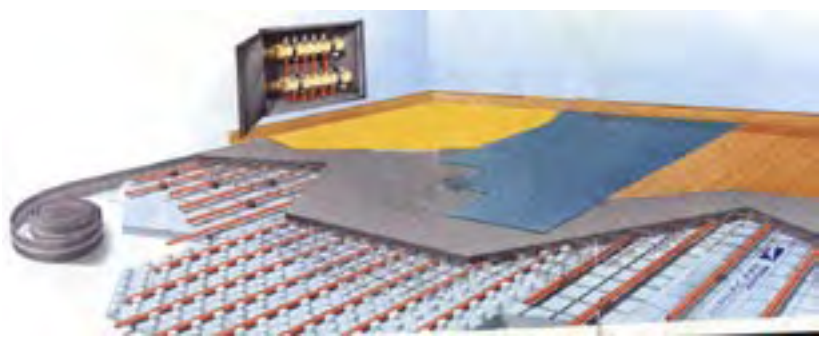


الشكل (٥-١٢): مقطع عرضي لخزان تمدد مغلق



الشكل (٥-١٢): آلية عمل خزان التمدد المغلق

نظام التدفئة تحت البلاط (Under floor Heating system):



الشكل (٥-١٣): نظام تدفئة تحت البلاط

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

يشكل نظام التدفئة تحت البلاط نظاما اخرا من أنظمة التدفئة بالماء الساخن، فبدلا من إستخدام المشعات التقليدية نستخدم شبكة أنابيب ذات مواصفات عالية تمدد تحت البلاط، ويراعى وضع مواد عزل حراري (البوليسترين) ورقائق عاكسة من الألمنيوم لمنع تسرب الحرارة للأسفل.

تنتقل الحرارة من هذه الشبكة للبلاط الذي ينقلها بدوره إلى هواء الحيز.

قبل توزيع أنابيب شبكة التدفئة بالبلاط يجب القيام بالأمور التالية:

١ وضع طبقة من الرمل.

٢ وضع الواح العزل الحراري.

٣ وضع العاكس الحراري (Aluminum Foil)، وتغطيته بالبلاستيك الشفاف (نايلون).

٤ تثبيت المرابط وتوزيع الأنابيب.

٥ وضع طبقة من الباطون.

ويوضح الشكل (١٧) مقطعا عرضيا يبين المكونات الرئيسية لشبكة تدفئة تحت البلاط.

ويتم التحكم بدرجة حرارة كل حيز في هذا النظام بشكل مستقل، وذلك بتركيب صمام خاص على خطوط التوزيع من مجمع التدفئة.

أسئلة الدرس:

س١ : ضع إشارة صح (√) أمام العبارة الصحيحة وإشارة خطأ (X) أمام العبارة الخاطئة:

أ. تستخدم المجمعات لحماية أنابيب شبكة التدفئة من الكسر ( )

ب. يركب صمام الأمان على خط خروج الماء الساخن من المرجل ( )

ج. تستخدم مصفاة الشوائب للتخلص من الأوساخ في مياه شبكة التدفئة ( )

الفصل الثالث المضخات

تعتبر المضخات من أقدم الآلات التي استخدمها الانسان حيث تساهم في تحقيق تقدمه وراحته . فمن النادر في ايامنا هذه وجود منشأة صناعية لا تحتوي على مضخة أو أكثر ، حيث أن أغلب المصانع ومحطات القوى ومحطات تقطير المياه وأنظمة التدفئة المركزية وتكييف الهواء تحتاج الى مضخات لتقوم بضخ السوائل المختلفة .

وقد سبق لك عزيزي الطالب أن درست وحدة كاملة (في الصف الحادي عشر) تعالج موضوع المضخات ، بشكل عام ، في العديد من الجوانب ، ومنها :

١ – أغراض استخدام المضخات .
٢ – أنواع المضخات ومجالات استخدامها .
٣ – طرق التحكم في تشغيل المضخات .
٤ – العوامل المعتمدة في اختيار المضخات .
٥ – تركيب المضخات وصيانتها .
٦ – طرق توصيل المضخات .
٧ – المواصفات الكهربائية للمضخات .

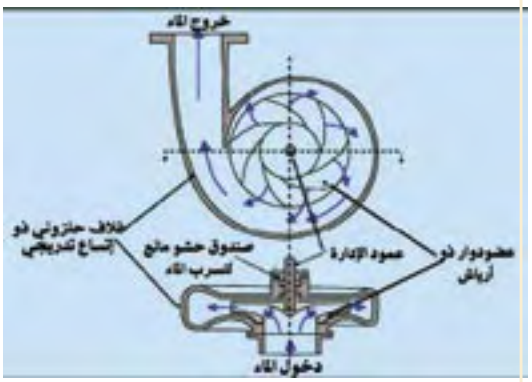
وسوف نقتصر في بحثنا هذا على مضخات التدفئة المركزية والمياه الساخنة ، حيث سيتم التركيز والتوسع في بعض الجوانب المذكورة أعلاه لأنواع المضخات التي تخدم نظامي التدفئة والماء الساخن .

ومن المتوقع منك بعد اتمام دراستك لهذه الوحدة أن :

١ – تميز بين مضخات التدفئة ومضخات الماء الساخن ومضخات النضح .
٢ – تعرف الطرق السليمة لتركيب المضخات .
٣ – تتعلم كيفية اختيار مضخات التدفئة المركزية .
٤ – تدرك العوامل الهامة في صيانة المضخات وتشغيلها .

المضخة الطاردة المركزية:

تتكون المضخة الطاردة المركزية، من فراش (Impeller) يدور داخل غلاف حلزوني (Volute)، كما في الشكل (١)، ويدخل الماءالى مركز الفراش ويقذف بواسطة قوة الطرد المركزي الى جدران الغلاف ليخرج من فتحة خاصّة بضغط مرتفع . وتدار المضخات بواسطة القدرة الكهربائية أو أي مصدر قدرة آخر .

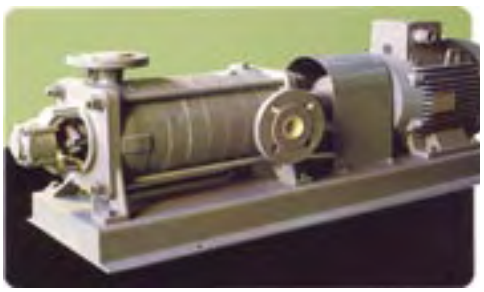


شكل (١٥-أ) أجزاء المضخة الطاردة المركزية



شكل (١٥-ب) أجزاء المضخة الطاردة المركزية

وقد تكون المضخة الطاردة المركزية أحادية المرحلة أو متعددة المراحل (شكل١٦-أ-ب)، وقد يكون فراشها مفتوحا أو مغلقا، كما مرمعك سابقا .


شكل (١٦-أ) مضخة ذات فراش متعدّد


شكل (١٦-ب) فراش متعدد المراحل

مضخات التدفئة :

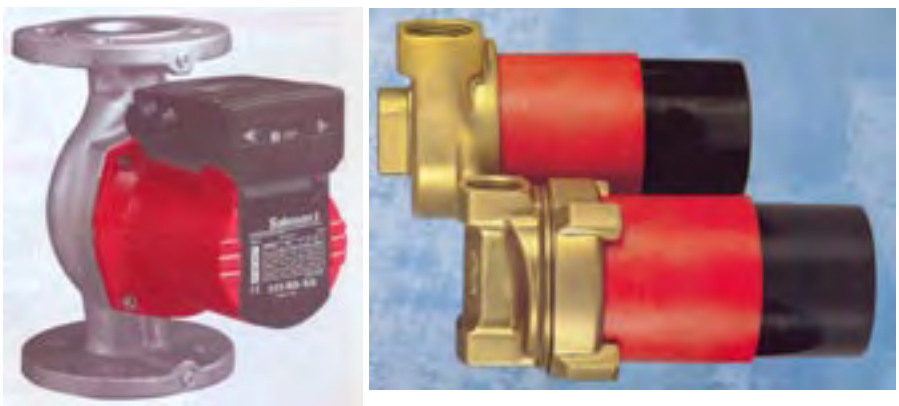
تعمل مضخات التدفئة المركزية على تدوير المياه الساخنة في شبكة أنابيب مغلقة، شكل (١٧)، وتصرف طاقة المضخات لتحريك الماء من مرجل التدفئة عبر أنبوب المزود الى مشعات التدفئة، وإرجاعها الى المرجل لتسخينها من جديد (تصرف طاقة المضخة في التغلب على مقاومة الاحتكاك بين الماء الذي تحركه وبين جدران شبكة الأنابيب)، وكذلك


شكل (١٧) مضخة تدفئة

المقاومة الناتجة عن مرور الماء في المرجل والمشع . س وتصنع هذه المضخات بحيث يكون الغلاف الخارجي من الحديد السكب، والفراش من الحديد المطاوع أو الحديد السكب أو من اللدائن المقوّاة، أما عمود الدوران فمن سبيكة نحاسية أو الفولاذ الذي لا يصدأ .

مضخات تدوير المياه الساخنةللإستخدام المباشر :

تستعمل مضخات تدوير المياه الساخنة لايصال المياه الساخنة من المبادل الحراري أو خزان تجميع الماء الساخن الى الوحدات الصحية وإعادتها لتسخينها من جديد، وتختلف عن مضخات التدفئة في كون جسم المضخة وفراش الدفع الذي يصنع من البرونز أو الفولاذ الذي لا يصدأ . كما يبين الشكل (١٨) .



شكل(١٨) : مضخات تدوير مياه ساخنة

مضخات النضح:

تستخدم مضخات النضح لرفع المياه المتجمعة في غرف المراجل أو المخازن الواقعة تحت مستوى شبكة تصريف المجاري للمبنى . ويبين الشكل (١٩) بعض أنواع مضخات النضح وطريقة تركيبها . وقد فصّلنا هذا الموضوع سابقاً في وحدة المراجل .



شكل (١٩) بعض أنواع مضخات النضح

ويتم اختيار مضخات النضح بحيث تناسب تفريغ المياه الساخنة لغاية ٩٥ م° والتي قد تكون مختلطة بجزيئات الطين والشوائب، مما يستدعي استخدام الفراش المفتوح لهذا الغرض (شكل ٢٠). وتصنع فراشاتها من النحاس أو البرونز أو الفولاذ الذي لا يصدأ أو البلاستيك المقوّى. أما عمود الدوران فيصنع من الفولاذ الذي لا يصدأ.

ويمكن إستخدام نوعين من مضخات النضح :

أ- المضخات الغاطسة : حيث تركب داخل حفرة تجميع مياه الصرف ويراعى عمل فتحة صيانة لها.

ب- مضخات تركب فوق سطح حفرة التجميع حيث يتم سحب مياه التصريف المتجمعة في الحفرة عن طريق إنبوب السحب الموصول مع المضخة.



شكل (٢٠) فراش مفتوح

تركيب المضخات:

تركب المضخة على الخط المغذي أو الراجع وعلى كل مضخة سهم يحدد اتجاه سريان الماء فيها. ويمكن تركيب المضخات على الخط المغذي أو على الخط الراجع أو أي موضع في الشبكة، إلا أنّنا ننصح بتركيبها على خط الراجع، حيث تكون درجة حرارة الماء أقل، الأمر الذي يسهم في المحافظة على أجزائها الداخلية، وتجمع على الشبكات بواسطة الوصلات المسنّنة أو بواسطة الشفاه (الفلنجات)، كما يظهر في الشكل (٢١).



شكل (٢١) مضخة توصل بالشفاه وأخرى بالوصلات المسنّنة

وتنقسم طريقة تركيب المضخة على قاعدتها وبالتالي نسبة لوضع محورها الى نوعين، هما :

١ **الوضع الأفقي** (Horizontal): في هذا الوضع يكون محور المضخة أفقيا ومحركها بجانبها، ويمتاز هذا الوضع باتاحة سهولة صيانة المضخة وتداول قطعها. والشكل (٢٢) يبين مضخة افقية.



شكل (٢٢) مضخّة أفقيّة

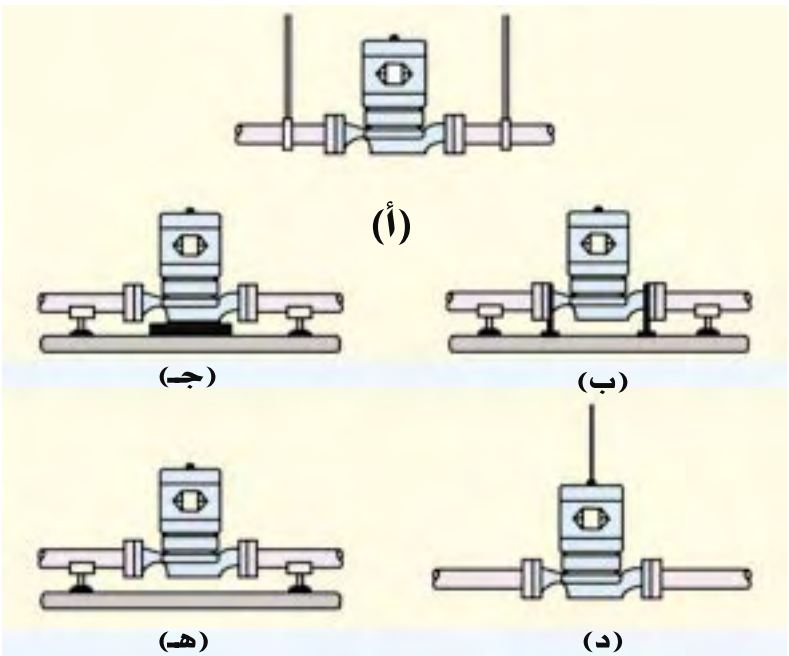
٢ **الوضع الرأسي** (Vertical): ويكون المحور في هذه الحالة رأسيا والمحرك مركب أعلى المضخة، ويلجأ اليها عادة في الأماكن الضيقة أو محدودة المساحة، كما في شكل (٢٣).



شكل (٢٣) مضخّة رأسية

ويبين الشكل (٢٤) طريقتين لتركيب المضخات الرأسية (العمودية) على الخط، أولاهما بواسطة تعليق الأنابيب في السقف كما في (أ)، والثانية باستعمال ركائز أرضية كما في (ب)، وبالامكان استخدام ركائز اضافية لجسم المضخة كما في (ج)، ومن المهم عدم تثبيت المضخة بربطها بحلقة رفع المحرك كما في (د)، أو أي جزء آخر من المحرك، وكذلك عدم تثبيتها بشكل يمنعها من الحركة كما في (هـ).

ويراعى أن يكون عمود دوران المحرك في مستوى أفقي، في الحالات التي يكون اتجاه الضخ فيها من أعلى الى أسفل أو العكس.

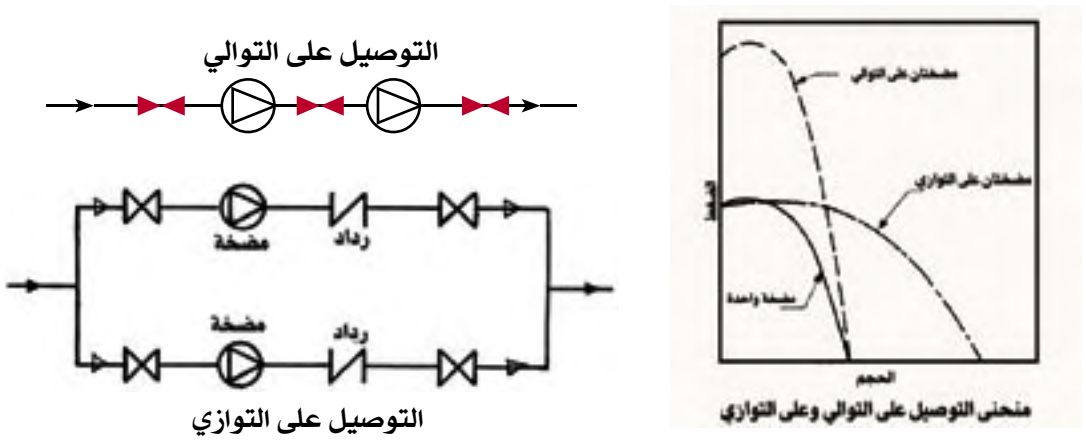


شكل (٢٤) طريقة تركيب المضخات العمودية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

توصيل المضخات:

يمكن اللجوء إلى تركيب أكثر من مضخة على الشبكة حيث يمكن توصيل المضخات اما على التوازي أو على التوالي، بحسب التصميم. ففي حالة التوصيل على التوازي، نحصل على تدفق مضاعف (يساوي حاصل جمع تدفق كل منها) مع ثبوت الضغط. أما في حالة توصيل المضخات على التوالي، نحصل على تدفق واحد مع ضغط يساوي مجموع ضغط كل منها. ويبين الشكل (٢٥) رسما يوضح ذلك.



شكل (٢٥) توصيل المضخات على التوالي أو على التوازي

جرت العادة في الأنظمة الكبيرة تركيب مضخة اضافية احتياطية، توصل على التوازي مع المضخة العاملة تحسبا لحصول عطل في احداها. وتركب صمامات فصل على خطي السحب والتصريف لكل منها.

وتوفر بعض الشركات المنتجة مضخات رأسية مزدوجة، كما في الشكل (٢٦)، تحتوي على صمام قلاب مدمج. وتصنع بعض هذه المجموعات الثنائية مع مضخات ذات قدرات مختلفة، يمكن أن تعملا معا أو تعمل احداها حسب الحاجة.



شكل (٢٦) مضختان رأسيتان مدمجتان على التوازي

عند تركيب مضخة التدفئة أو الماء الساخن يجب مراعاة الأمور التالية :

١ أن تكون المواصفات الكهربائية للمضخة مطابقة لمواصفات الكهرباء المتوفرة في مكان تركيبها(فرق الجهد – فولت ، تردد التيار – هيرتز ، قيمة التيار – أمبير وكون الطور احادي أو ثلاثي) .

في شبكات التدفئة الكبيرة يتم تركيب مانعات اهتزاز بين المضخة وقاعدتها .

٢ عدم تركيب المضخة على خط الراجع بموازاة قاع المرجل لحمايتها من تجمع الأوساخ والرواسب .

٣ ضرورة تركيب وصلات تمدد على إنبوب السحب وأنبوب الدفع للمضخات الكبيرة .

٤ ضرورة تركيب صمامات قطع لتسهيل القيام بأعمال الصيانة للمضخات .

٥ ضرورة تركيب صمام عدم الرجوع على أنبوب الدفع ومصفاة شوائب على أنبوب السحب .

اختيار المضخّات:

يتم إختيار المضخّات المستخدمة في أنظمة التدفئة تبعاً لمواصفاتها الفنيّة ، والتي تشمل معدّل التصريف وضغط التشغيل وقدرة المحرك وسرعة الدوران والكفاءة :

١ **معدل التصريف :**

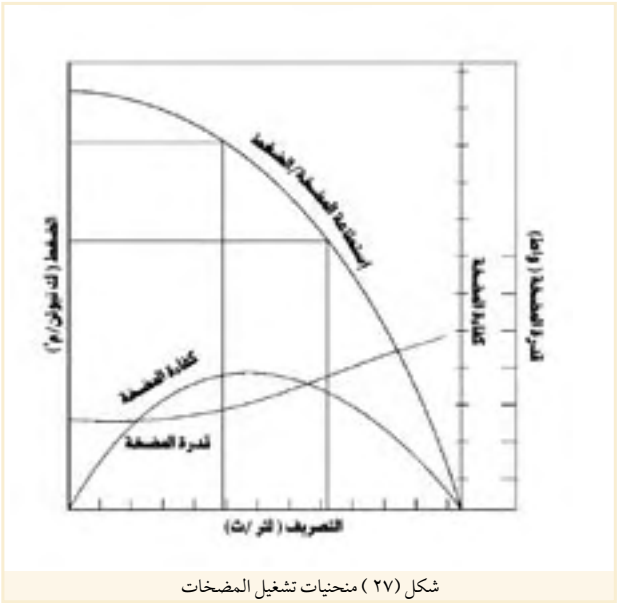
ويقاس بوحدات جالون/ دقيقة ، متر مكعب/ ساعة أو لتر / ثانية ، ويتناسب عكسياً مع ضغط التشغيل للمضخة ، فعند زيادة مقدار ضغط التشغيل يقل التدفق للمضخة .

٢ **ضغط التشغيل :**

حيث يجب أن يكون ضغط التشغيل للمضخة أعلى من مجموع الضغط المفقود الناتج عن الإحتكاك الذي يواجه جريان الماء داخل شبكة الأنابيب والأجهزة والملحقات المركبة مع الشبكة ، ويقاس بوحدات قدم أو متر رأسي من الماء أو كيلونيوتن/ متر مربّع .

٣ **سرعة الدوران :**

حيث تصنع المضخات بعدة سرعات ٢٩٠٠ ، ١٤٥٠ ، ٩٦٠ دورة / دقيقة RPM ، ويتم اختيار المضخة على أساس كمية معدّل التصريف المطلوب للمياه ، وكذلك الإرتفاع المكافىء لاحتكاك المياه مع أنابيب الشبكة أثناء جريان الماء فيها (سمت المضخة) ، أو ضغط عمود الماء الرأسي في الأنابيب وذلك من خلال منحنيات الأداء التي تصدرها شركات تصنيع المضخات ، شكل (٢٧) .



شكل (٢٧) منحنيات تشغيل المضخات

١ حساب معدل تصريف المضخة :

يتم حساب معدل تدفق المياه المطلوب بقسمة قدرة أو استطاعة المرجل الفعلية على فرق درجة الحرارة بين أنبوبي المغذي والراجع (يتراوح عادة بين ١٠-٢٠ م°). وذلك بحسب الوحدات المستخدمة في قياس قدرة المرجل كما يلي :

أ- قدرة المرجل بوحدة الوات:

معدّل تصريف المضخة (لتر/ الساعة) = استطاعة المرجل/ (١,١٦ × فرق درجة الحرارة)

١,١٦ = ٤١٧٦ (جول/ لتر . م°)/ ٣٦٠٠ (ثانية/ ساعة) .

ب- قدرة المرجل بوحدة الكيلوكالوري/ ساعة:

معدّل تصريف المضخة (لتر/ الساعة) = استطاعة المرجل/ فرق درجة الحرارة.

جـ- قدرة المرجل بوحدة الحرارة البريطانية/ ساعة:

معدّل تصريف المضخة (جالون/ دقيقة) = استطاعة المرجل/ ٤٩٨ × فرق درجة الحرارة

٤٩٨ = ٨,٣ باوند/ جالون × ٦٠ دقيقة/ ساعة .

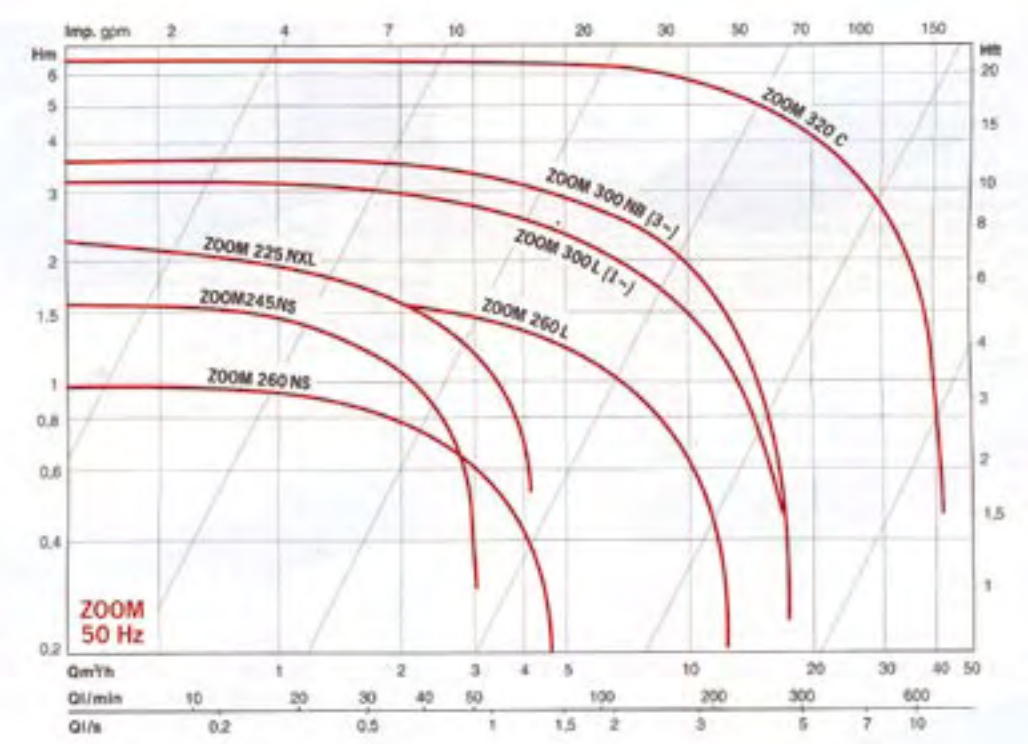
٢ حساب ضغط عمود الماء الرأسي للمضخة :

يتم حساب ضغط عمود الماء الرأسي اللازم لاختيار المضخة كما يلي :

نحسب طول الخط بين المرجل وأبعد مشع ونضاعفه، ثم يضاف اليه ٥٠٪ بدل مقاومة قطع الوصل

المختلفة بما فيه المرجل والمشع. ويسمّى المجموع « الطول المكافىء». يضرب الآن الطول المكافىء بمعامل الإحتكاك للمتر الطولي من الأنبوب (والذي يعتمد على مادة صنع الأنبوب ويتراوح بين ١٦-٦٠ ميليمتر من عمود الماء) حسب المعادلة التالية :

فقد ضغط الإحتكاك (متر ماء) =(الطول المكافىء (متر طول) × معامل الإحتكاك (ملمتر ماء/ متر)/ ١٠٠٠ فقد ضغط الإحتكاك (قدم ماء) = (الطول المكافىء (قدم طول) × معامل الإحتكاك (مبلي إنش/ قدم)/ ١٢٠٠٠بعد حساب معدل فقد الضغط ومعدّل التصريف ، يتم اختيار المضخة المناسبة ، وذلك بالرجوع الى رسومات منحنيات الأداء للمضخات الصادرة عن الشركات الصانعة، ويبين الشكل (٥-١٤) احدى هذه الرسومات



شكل (٥-١٤) منحنى الأداء لمضخات سالمسون

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مـــثـــال

يراد تركيب مرجل تدفئة بقدرة ٦٠٠٠٠ كيلوكالوري/ ساعة ليخدم قاعة محاضرات . فإذا علمت أن طول الأنابيب بين المرجل وأبعد مشع ٣٤ مترا . احسب معدل تصريف وضغط المضخة المناسبة للشبكة ، اذا كان فرق درجة الحرارة بين أنبوبي الدافع والراجع ٢٠ م° ، ومعامل الإحتكاك للأنابيب ٣٠ ملمتر/ متر . اختر المضخة المناسبة مستعينا بشكل (٢٨) .

الحل : معدّل تصريف المضخة = استطاعة المرجل/ فرق درجة الحرارة

= ٦٠٠٠٠ / ٢٠

= ٣٠٠٠ لتر/ ساعة

= ٣٠٠٠ / ١٠٠٠ = ٣ م^{٣}/ ساعة (١ م^{٣} = ١٠٠٠ لتر)

الطول المكافىء = (٣٤ × ٢) + ٥٠٪ (٦٨) = ٦٨ + ٣٤ = ١٠٢ متر

فقد ضغط الإحتكاك = (الطول المكافىء (متر طول) × معامل الإحتكاك (ملمتر ماء/ متر)/ ١٠٠٠

= (١٠٢ × ٣٠)/ ١٠٠٠ = ٣,٠٦ متر ماء (رأسي) ≈ ٣,٠ متر

وعليه فإن المضخة (Zoom 300 NB) هي المضخة المناسبة، بإستخدام شكل(٢٨).

نشاط:

اجمع عددا من النشرات الفنية لأنواع مضخات مختلفة وادرس منحنيات تشغيلها .

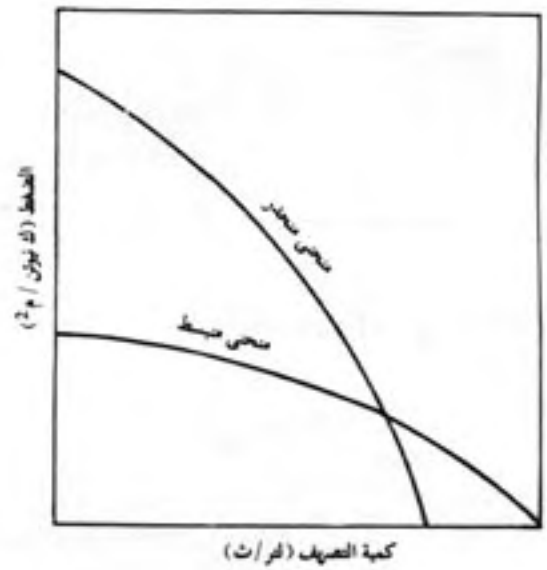
عند اختيار المضخة المناسبة لشبكة الأنابيب لا بد من أخذ العوامل التالية في الإعتبار :

١ ان يكون تصريف المضخة مساويا لمعدل التدفق المطلوب في الشبكة وكذلك الضغط مساويا فقد الضغط في الشبكة كما أسلفنا .

٢ يجب اختيار المضخة التي ستعمل عند نقطة أعلى كفاءة .

٣ يفضّل اختيار مضخة ذات سرعة دوران ١٤٠٠ لفة/ الدقيقة عن أخرى بسرعة ٣٥٠٠ لفة/ دقيقة مثلا ، لتقليل الضوضاء ، مع أن الثانية تكون أصغر حجما وأقل ثمنا وتخدم فترة أطول .

٤ بناء على تصميم المضخة، فان منحنى أدائها يكون منبسطا أو منحدرا كما في الشكل (٢٩). وتناسب المضخات ذات المنحنيات المنبسطة الحالات التي يكون فيها معدل التصريف المطلوب متغيرا مع ثبات الضغط المطلوب كالحالة التي يكون فيها عدة أجنحة لطابق واحد. أما ذات المنحنيات المنحدرة فتناسب التطبيقات التي يتوقع فيها تغير قيم الضغط المطلوب مع ثبات معدل التصريف كما في الأبنية متعددة الطوابق.



شكل (٢٩) منحنيا التشغيل المنبسط والمنحدر

٧ صيانة مضخات التدفئة المركزية:

عند القيام بخدمة وصيانة مضخات التدفئة المركزية تتّبع الخطوات التالية :

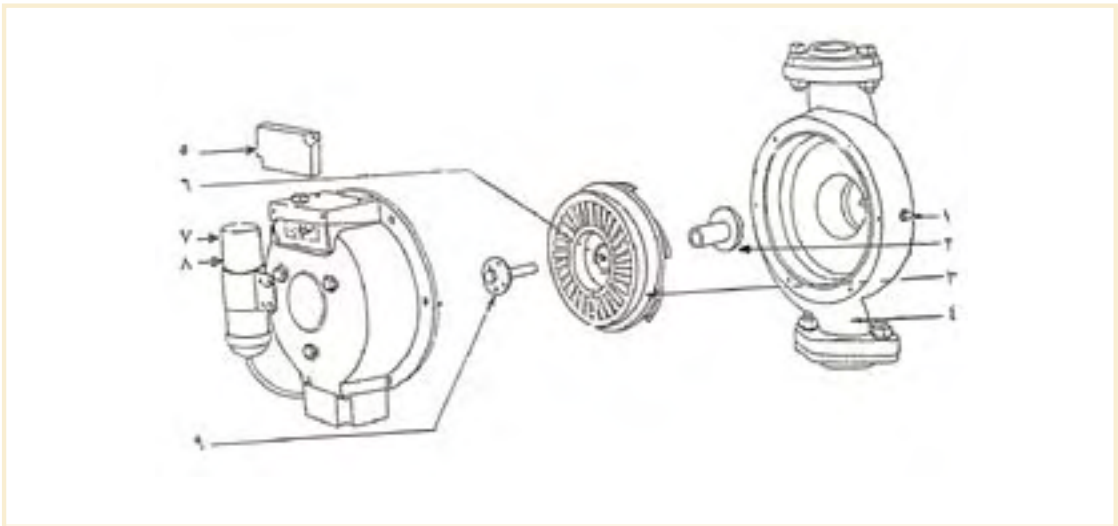
١ فصل التيار الكهربائي عن المضخة.

٢ اغلاق الصمامات الموجودة قبل وبعد المضخة.

٣ تفريغ المضخة من الماء.

٤ تزييت المضخات ذات الأماكن المخصّصة للتزييت، كما في الشكل (٣٠) المجاور، والشكل (٣١) يبين أجزاء المضخة :


شكل (٣٠) زيت خاص بالمضخات


شكل (٣١) أجزاء المضخة الطاردة المركزية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

١- تنفيسة هواء .
٢- محور الحركة .
٣- الفراش .
٤- غلاف المضخة الخارجي .
٥- غطاء المنظّم الكهربائي .
٦- لبّادة منع تسرب الماء .
٧- منظّم كهربائي .
٨- مكثّف كهربائي .
٩- مثبت الفراش .

تفقّد مضخة التدفئة وتشغيلها:

يتم تفقد مضخة تدوير مياه التدفئة قبل تشغيلها باتباع الخطوات التالية :

١ التأكد من أن الصمامات التي تفصل المضخة مفتوحة .

٢ تفقّد صلاحية ونظافة مصفاة الخط المزود للمضخة .

٣ تفقد مفتاح تشغيل المضخة .

٤ تحريك محور المضخة في بداية موسم التدفئة للتأكد من دورانها .

٥ يجب التأكد من أن عمود المحرك مرتبط بالفراش وغير مفصول نتيجة كسر أو عطل ميكانيكي، وذلك بواسطة تشغيل المضخة وايقافها، حيث يتأثر مؤشّر مقياس الضغط المثبت على المرجل .

٦ تفقد اتجاه دوران فراش المضخة وأنه مطابق لاتجاه السهم الموجود على جسم المضخة .

أسئلة الفصل:

١- فرّق بين مضخات التدفئة ومضخات تدوير المياه الساخنة من حيث :

أ- الوظيفة . ب- مواد الصنع .

٢- لماذا ينصح بتركيب مضخة التدفئة على خط الراجع؟

٣- عدد طرق تركيب المضخات نسبة الى محورها . ومتى تستخدم كل منها؟

٤- ما الفرق بين توصيل مضختين على التوالي أو على التوازي؟

٥- قدرة مرجل لمبنى سكني هي ١٦٠٠٠٠ وحدة حرارة بريطانية / ساعة . احسب معدّل تصريف المضخة المناسبة (جالون/ دقيقة) .

٦- في السؤال السابق، اذا كانت طول خط الأنابيب بين المرجل وأبعد مشع ٨٠ قدما . احسب فقد ضغط الإحتكاك (قدم ماء)، اذا علمت أن معامل الإحتكاك للأنابيب يعادل ٣٠٠ مبلي إنش/ قدم من طول الأنبوب .

٧- ما هي خطوات تفقد المضخة قبل تشغيلها؟

الفصل الرابع المـــــداخن

المدخنة واحدة من أهم أجزاء أنواع المواقد المختلفة والأفران وأنظمة التدفئة المركزية وهي ضرورية لتبديد نواتج احتراق الوقود من الغازات الساخنة مثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وبعض أكاسيد الكبريت . . وتظهر الأشكال التالية بعض التطبيقات التي تحتاج الى المداخن .









ينتظر منك عزيزي الطالب، بعد اتمام دراستك لهذه الوحدة أن

١ - تستوعب كيفية عمل المداخن .

٢- تفرق بين السحب الآلي والسحب الطبيعي في المداخن .

٣- تختارالأبعاد المناسبة للمداخن .

٤- تلم بالعوامل الهامّة المؤثرة في بناء المداخن .

٥- تعرف أنواع المداخن وقواعد صيانتها .

الغرض من المدخنة(Chimney) هو نقل نواتج الاحتراق (الدخان والغازات) الى الجو الخارجي، وسحب الهواء الضروري للاحتراق.

تنتج هذه العملية بفعل الفرق بين ضغط الغازات داخل المدخنة وضغط الهواء الجوي خارجها. تميل الغازات الأسخن والأخف داخل المدخنة للحركة الى الأعلى.

لضمان ذلك الفرق في الضغط، نحتاج الى عمود طويل من الغازات الساخنة داخل المدخنة، ونفس الطول من الهواء الأبرد خارجها. ستتجه الغازات الناتجة عن الاحتراق (العادمة) للارتفاع، ساحبة الهواء النقي اللازم لعملية الاحتراق الى الداخل. تتم عملية السحب هذه بصورة آلية أو طبيعية.

السحب الآلي أو الميكانيكي (Mechanical Draft):

يحصل السحب الآلي عند استخدام المراوح لسحب الهواء الجوي الى داخل حجرة الاحتراق، وبالتالي دفع غازات العادم في المدخنة بسرعةعالية كافية للتغلب على المقاومة التي تبديها المدخنة بعناصرها المختلفة لحركة غازات الاحتراق. يمكن تمييز نوعين من السحب الآلي هما:

أ- **السحب القسري (Forced Draft)**: يحدث عندما تكون المروحة قبل غرفة الاحتراق، مثل مراوح معظم الحارقات الحديثة التي تدفع الهواء الى غرفة الاحتراق، لمساعدة الغازات العادمة على الارتفاع في المدخنة في طريقها الى الجوالخارجي. ولقد اتضح لك أن بالامكان التحكم بكمية الهواء التي تدخل عن طريق الحارقة الى حجرة الاحتراق لضمان الاحتراق الكامل للوقود.

ب- **السحب المستحث (Induced Draft)**: وذلك عند وضع المروحة بعد غرفة الاحتراق بالقرب من قاعدة المدخنة، فتقوم المروحة بحث الهواء عبر غرفة الاحتراق بدفعها لنواتج الاحتراق خلال المدخنة الى الأعلى.

يتيح السحب الآلي القدرة على التحكم في كميات الهواء اللازمة لتحقيق احتراق كامل للوقود، والتغلب على مشاكل الرجوع العكسي في المدخنة لغازات الاحتراق نتيجة للعوامل الجوية، ويمّكن من تصميم المرجل من أجل سرعات عالية على سطح التسخين، ممّا يعطي استطاعة أعلى للمرجل. ويجعل من السحب الطبيعي بواسطة ارتفاع المدخنة عير مهم وبالتالي يمكن تقصيرها.

السحب الطبيعي (Natural Daft):

كما هو الحال في بعض مواقد التدفئة المنزلية البسيطة والأفران والشوّايات، حيث ترتفع الغازات الساخنة الخفيفة في المدخنة بقوة فرق الضغط بين عمود الهواء الجوي الأبرد والأثقل وعمود الغازات الساخنة بنفس طول المدخنة، كما سبقت الاشارة. فرق الضغط هذا يسمى «سحب المدخنة».

يتناسب سحب المدخنة طرديا مع كل من: ارتفاع المدخنة، الضغط الجوي ودرجة حرارة غازات الاحتراق، ويتناسب عكسيا مع درجة حرارة الهواء الجوي. وهنا تبرز أهميّة عزل المدخنة حراريا للحفاظ على درجة حرارة غازات الاحتراق مرتفعة، والابقاء على قيمة سحب تكفي لسحب الهواء الى حجرة الاحتراق ومواجهة مقاومة المدخنة لمرور الغازات وتأثير العوامل الجوية.

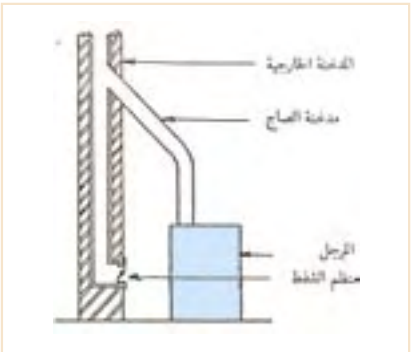
يمكن التحكم في التغيرات التي تطرأ على السحب بفعل التقلبات الحوية بواسطة ما يسمّى بمنظم السحب أو الشفط ، بهدف الحفاظ على ضغوط مستقرة داخل غرفة الاحتراق ضمانا لاحتراق أمثل للوقود .

منّظم السحب (Draft Stabilizer):

تتوفّر منظمات السحب بعدّة اشكال ، فمنها ما هو أسطواني ومنها ماهو مضلع ، وجميعها تتفق في مبدأ العمل . ويبين الشكل (٣٢) منظما للسحب يتكون من اطار معدني ذو مفصلاّت بداخله قلاّب ذو مفصلاّت ، يستخدم القلاّب لمعايرة سحب المدخنة ويفتح أوتوماتيكيا للسماح للهواء البارد بالدخول الى المدخنة عندما يكون السحب عاليا . في حالة ازدياد الضغط في داخل المدخنة يعمل الاطار المعدني كباب لتصريف الانفجار وذلك بتصريف الضغط الزائد الى الخارج بحيث يتم فتح القلاّب المعدني لمنظّم السحب لتصريف الضغط الزائد ومن ثم يغلق القلاّب والاطارالمعدني أوتوماتيكيا . يبين الشكل (٣٣) موضع تركيب منظّم السحب على المدخنة .

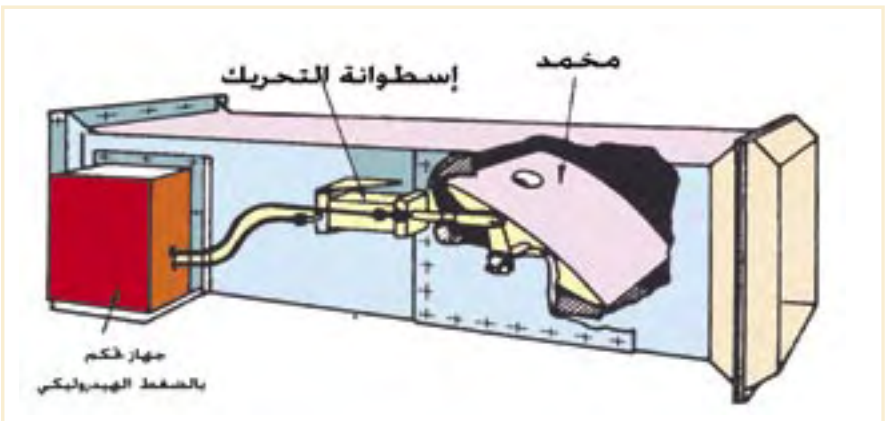


شكل (٣٢) : منظمات السحب



شكل (٣٣) : تركيب منظم السحب على المدخن

في المحطات التي تستخدم أنواع الوقود السائل الثقيل ، يكون من الضروري وجود شكل من التحكم الآلي بفتحة منظّم السحب (كهربائيا أو هيدروليكيا) ، كما في الشكل (٣٤) .

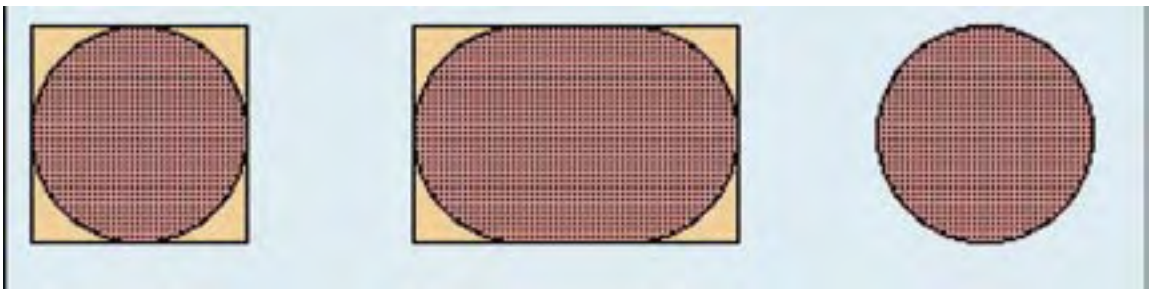


شكل (٣٤) متحكم سحب آلي

تحديد أبعاد المدخنة:

يتم اختيار مساحة مقطع المدخنة بحيث تكون قادرة على معالجة الحجم المطلوب من الغازات ضمن سرعات مناسبة تقدر بين (٥-٨) مترا في الثانية للسحب الطبيعي، و (١٠-١٢) مترا في الثانية في حالة السحب الالي.

وبشكل عام، فكلما كانت المدخنة أطول كان سحبها أكبر. يعتبر تخفيض سحب المدخنة الزائد، أسهل نسبيا من زيادة سحب مدخنة قصيرة. كما أن لقطر المدخنة أثر على سحبها. فقيمة مبالغا فيها لمساحة مقطع المدخنة تؤدي الى انخفاض درجة حرارة الدخان. يجب ان يكون قطر المدخنة، ما أمكن، مشابها لقطر مخرج غازات المرجل. ان سحب المدخنة ذات المقطع الدائري أفضل من سحب تلك ذات المقطع المربع أو المستطيل. الشكل (٣٥) يوضح المساحة الفعّالة (المظللة) لهذه المقاطع.



شكل (٣٥) المساحة الفعّالة لمقاطع مختلفة للمداخن

يمكن اختيار مساحة مقطع المدخنة المناسب بالاستعانة بجدول (١).

مثال

مستعينا بجدول (١)، أوجد قطر المدخنة اللازمة لمرجل قدرته ٣٥ كيلو واط، علما أن هذا المرجل موجود في الطابق الأرضي لبناية ارتفاعها ١٢ مترا.

الحل:

من الجدول نجد أن مساحة مقطع المدخنة المناسب هو ١٨٥ سنتمتر مربع.

$م = نق^{٢} ط$

حيث م: مساحة مقطع المدخنة الدائرية

نق: نصف قطر المقطع.

ط: النسبة التقريبية.

وعليه فان نق $= (م/ ط)^{١/٢} = (١٨٥/ ٣,١٤)^{١/٢} = ٧,٦٧٥$ سم

قطر المدخنة المناسب $= ٧,٦٧٥ \times ٢ = ١٥,٣٥$ سم

جدول (٦-١) أبعاد المداخن ذات السحب الطبيعي المستعملة في المراجل التي تعمل على السولار

قدرةالمرجل الموصول بالمدخنة (كيلو واط)	ارتفاع المدخنة (متر)							
	٦	٨	١٠	١٢	١٥	٢٠	٣٠	٤٠
	مساحة مقطع المدخنة المناسب(سنتيمتر مربع)							
٢٥	١٢٥	١٢٥	١٢٥					
٣٥	٢١٠	٢٠٠	١٩٠	١٨٥				
٤٥	٣٣٠	٣٠٠	٢٨٥	٢٨٠	٢٧٥			
٦٠	٣٨٠	٣٥٠	٣٣٠	٣٢٠	٣١٥			
٧٠	٤٣٠	٤٠٠	٣٨٠	٣٧٠	٣٦٥			
٨٠	٤٧٥	٤٤٥	٤٢٥	٤١٥	٤١٠			
٩٠		٤٩٠	٤٧٠	٤٦٠	٤٥٥	٤٤٠		
١٠٥		٥٣٥	٥١٥	٥٠٥	٤٩٥			
١١٥		٥٨٠	٥٦٠	٥٤٥	٥٣٥	٥٢٠		
١٧٥		٨١٠	٧٧٥	٧٦٠	٧٥٠	٧٣٠		
٢٣٠			١٠٠٠	٩٨٥	٩٦٠	٩٢٥		
٢٩٠			١٢٣٠	١٢٠٠	١١٦٠	١١٠٠		
٣٥٠				١٤٠٠	١٣٤٠	١٢٩٠		
٤٠٠				١٦١٠	١٥٥٠	١٤٨٠	١٣٦٠	
٤٦٥					١٧٥٠	١٦٧٠	١٥٣٠	
٥٢٥					١٩٤٠	١٨٢٠	١٦٧٠	
٥٨٠					٢١٣٠	٢٠٠٠	١٨١٠	
٧٠٠					٢٤٩٠	٢٣٤٠	٢٠٧٠	
٩٣٠						٢٩٩٠	٢٦٦٠	٢٥٤٠
١٠٥٠						٣٣١٠	٢٩٥٠	٢٨١٠
١١٦٠						٣٦٣٠	٣٢٤٠	٣٠٨٠
١٢٨٠	شروط :					٣٩٣٠	٣٥٢٠	٣٣٦٠
١٤٠٠	• ثاني أكسيد الكربون ١٠٪ .					٤٢٣٠	٣٧٩٠	٣٦٢٠
١٥٠٠	• سرعة تدفق الغازات العادمة من ٢ الى ٤ أمتار في الثانية .					٤٥٢٠	٤٠٦٠	٣٨٩٠
١٦٣٠						٤٨٢٠	٤٣٣٦	٤١٦٠
١٧٥٠							٤٦٠٠	٤٤١٠
١٨٥٠							٤٨٦٠	٤٦٧٠
١٩٧٠	• يجب أن تكون المدخنة غاية في القصر وذات مساحة كبيرة، كما يجب أن لا تكون طويلة جدا وضيقة المساحة .						٥١٢٠	٤٩٢٠
٢٠٩٠							٥٣٩٠	٥١٨٠
٢٢٠٠							٥٦٦٠	٥٤٤٠
٢٣٢٥							٥٩٢٠	٥٧٠٠
٢٩٠٠	• المداخن التي تستعمل المراوح يحسب ما نسبته ٥٠٪ من هذه المساحات .						٧٢٧٠	٦٩٢٠
	• يعتبر ارتفاع المدخنة عاملا ثانويا من حيث الأهمية بالنسبة للسحب .							

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

بناء المداخن:

علمت أن احتراق الوقود هو عملية أكسدة تصاحب بتحرير الطاقة الحرارية. تحدث التفاعلات كاتحاد الكربون والهيدروجين والكبريت (ان وجد) مع الأكسجين، عند درجة حرارة مرتفعة نسبيا، تعرف بدرجة حرارة الاشتعال(Ignition temperature)، والتي تتراوح ما بين ٤٠٠-٧٠٠ م° حسب نوع الوقود. اذا توفرّت كمية ملائمة من الهواء، فان الكربون سيحترق عندئذ بشكل كامل منتجا ثاني أكسيد الكربون، لكن عندما يكون الاحتراق غير كامل نتيجة لنقص الهواء، سيتشكل أول أكسيد الكربون. سيحترق الهيدروجين ليشكل بخار الماء وسيحترق كذلك أي محتوى موجود من الكبريت لينتج ثاني أكسيد الكبريت الذي يمكن أن يتحد لاحقا مع الأكسجين مشكلا ثالث أكسيد الكبريت. اذا سمح لدرجة حرارة نواتج الاحتراق بالانخفاض الى قيمة متدنية، فان بخار الماء الناتج عن احتراق الهيدروجين، سيتكثف عند ما يعرف بنقطة الندى للماء (عند ٦٠ م° تقريبا). اذا هبطت درجة الحرارة الى أقل من ١٣٠ م°، نكون قد بلغنا نقطة الندى الحمضية التي يتحد عندها بخار الماء مع ثالث أكسيد الكبريت ليتشكل حامض الكبريتيك الذي يؤدي الى تآكل سطوح التسخين. للحد من هذا التآكل يجب الحفاظ على درجات حرارة تصريف للغازات ما بين ٢٥٠-٢٧٠ م°.

اذا تهيىء لنواتج الاحتراق عند مدخل المدخنة الوصول الى مجال نقطة الندى الحمضية، ينشأ خطر جديد (عند استخدام الوقود السائل) يسمى السناج الحمضي. حيث أن جزيئات الكربون الصغيرة غير المحترقة الموجودة في غازات المدخنة تكون ذات ميل لتشكيل نوى يحدث عليها التكاثف، وتتجمع هذه النوى بعدئذ على شكل بقع زيتية سوداء مرئية. تكون هذه البقع ميالة بشكل خاص الى التجمع على أي خشونة في السطح الداخلي للمدخنة أو عند نقاط تغير السرعة. عند الاقلاع (بداية تشغيل المرجل) تطرد هذه الكتل من الأعلى وتنتشر حول المدخنة مسببةتلوثا مزعجا للمجاورين. ان تشكل السناج الحمضي يكون أقل ضررا عند استخدام الوقود السائل ذي المحتوى المنخفض من الكبريت.

واليك عزيزي الطالب بعض المبادىء الأساسية التي تطبق على جميع المداخن، بغض النظر عن نوع الوقود المستخدم، والتي تعرف بكونها أساس التصميم الجيد:

١. يجب أن تكون المداخن ذات ارتفاع يقلل بقدر الامكان المخاطر الناجمة عن تيارات الغازات العادمة الهابطة على المباني المجاورة أو الأشجار وغيرها.

٢. يجب أن لا يزيد طول الوصلة الأفقية للمدخنة على ٢٥٪ من طول المدخنة الرأسية، ولا يسمح بأن يزيد على ذلك الا في حالة استعمال طريقة ميكانيكية لسحب الغازات العادمة.

٣. تكون جميع وصلات المدخنة كاتمة (غير مسّربة) للغازات العادمة.

٤. يجب أن يتم تثبيت وصلة المدخنة بالمدخنة الرأسية بواسطة كم (Sleeve) مثبت على جدار المدخنة الرأسية بميل لا يقل عن ٣٠°، لتسهيل خروج الغازات العادمة، كذلك يجب أن لا تبرز نهاية الوصلة عن السطح الداخلي للمدخنة الرأسية، وأن تزود جميع الأكواع والمنحنيات بفتحات تنظيف.

٥ يجب اختيار العازل الحراري المناسب عند عزل المدخنة، بهدف تقليل تسرب الحرارة غير المرغوب فيها الى داخل المبنى والتي قد تسبب الضيق لشاغلي المبنى.

٦ عند عزل المداخن المصنوعة من ألواح الفولاذ أو من مواسير الحديد السكب عزلا حراريا، يتّعين أن تترك مساحة في المدخنة من دون عزل، وذلك لتجنب حدوث تسخين زائد للمعدن.

٧ يتم عزل المداخن الرأسية حسب نوعيتها، فعند بناء مدخنة من الطوب الناري يترك حولها عازل سماكته ٥٠ ملمتر من الهواء الساكن من جميع الجهات، وتغلف بعد ذلك بغلاف من الطوب الاسمنتي أو الخرسانة، وفي حال عدم توفّر الحيز الكافي، تعزل المدخنة بلفائف من الصوف الصخري لا تقل سماكتها عن ٢٥ ملمترا.

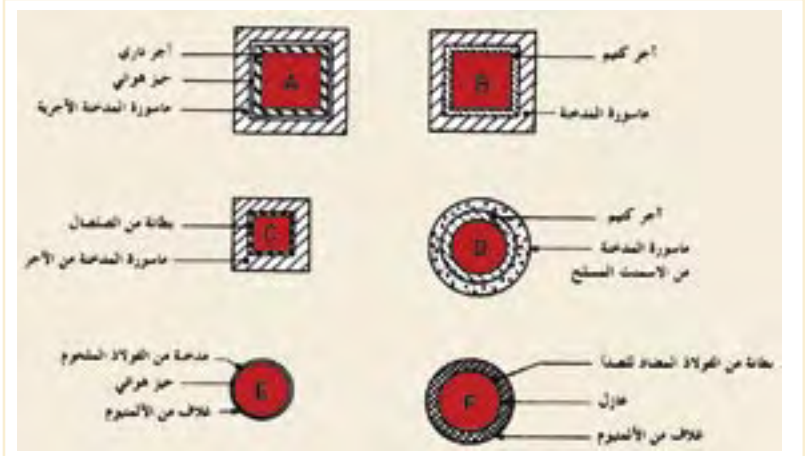
٨ استخدام أجهزة منظمات السحب وتجنب التسريبات التي تدخل الهواء البارد.

٩ يجب أن تكون السطوح الداخلية للمدخنة ناعمة.

١٠ يجب أن تصمم التغيرات في مقطع المدخنة العرضي بتدرج، والحد من عدد الأكواع وأن تكون مفتوحة عند استخدامها. كما يفضل أن تكون المدخنة ذات مقطع دائري.

أنواع المداخن: يمكن تقسيم المداخن حسب مادّة الصنع الى قسمين:

١ **المداخن المصنوعة من المواد الحجرية (Masonry chimneys):** مثل مداخن الطوب أو (الآجر) العادي والحراري، القرميد الحراري، الاسمنت والحجر. تمتاز هذه المداخن بجمالها التقليدي المحبب لدى كثير من الناس. عند بناء هذه المداخن يجب عمل حوض مع مصرف عند قمة المدخنة وتركيب مظلة فوقها منعا لدخول المطر والثلج.

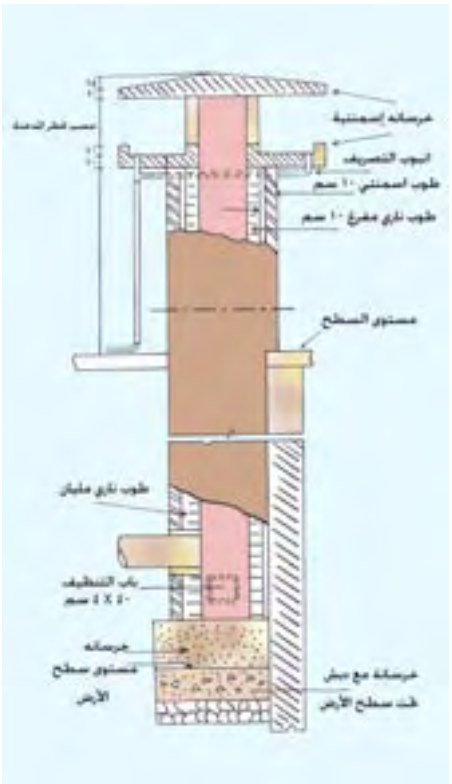


شكل (٣٦) طرق انشاء المدخنة المفردة

٢ **المداخن مسبقة الصنع (Factory-Built Chimneys):** تصنع هذه المداخن من المعادن وغيرها في المصانع ويتم تجميعها في الموقع. ومن أمثلتها، المداخن المصنوعة من صاج الفولاذ الأسود (Black Steel) والفولاذ الذي لا يصدأ (Stainless steel) والألومنيوم وهي توفر خيارا ذي تكلفة أقل وسهولة في التركيب.

يوضح الشكل (٣٦) بعض المقاطع الانشائية المختلفة للمداخن، وهي كما يلي :

أ- مدخنة خارجية من الطوب أو الاسمنت تحيط ببطانة مستقلة من الطوب الناري مع وجود فراغ هوائي بينهما. وتمتاز بالكفاءة العالية للعزل، الا أن السطح الداخلي يحتوي على بعض المناطق الخشنة حيث تتجمع عليها الكتل الكربونية، لذا يجب تنعيم السطح الداخلي ما أمكن. يبين الشكل (٣٧) رسما يوضح الأجزاء الرئيسية لهذا النوع من المداخن.



شكل(٣٧) مدخنة طوب ناري

ب- مدخنة خارجية من الطوب أو الاسمنت تحيط ببطانة من القرميد الطيني والتي يمكن ان تلتصق بها.

جـ- مدخنة خارجية من الطوب مبطنة بقرميد فخاري ناري.

د مدخنة خارجية من مقاطع اسمنتية مقوّاة ومبطنة بقرميد عازل أو اسمنت.

هـ- مدخنة من الفولاذ الملحوم ضمن غلاف من الألومنيوم ويمكن تعبئة الحيز الحلقي بين المدخنة والغلاف بمادة عازلة.

و- أحد أنواع المداخن مسبقة الصنع بأطوال حوالي متر واحد مع وصلة ذكر وأنثى أو وصلات قفل عن طريق الفتل، شكل (٣٨). يتوفر مجال واسع من هذه الأنواع المسبقة الصنع، المعزولة وغير المعزولة.


شكل (٣٨) مداخن مسبقة الصنع

أما المداخن المصنوعة من الاسبست بدلا من الطوب الناري في (أ) من الشكل(٣٦) السابق فقد منع استخدامها، لاحتواء أليافها على مواد مسرطنة تضر بالجهاز التنفسي.

أحد أجزاء المداخن الهامّة هو «مظلة المدخنة» (Chimney Crown)، وتظهر تلك الأهمية فيما يلي :

أ- يمنع دخول المطر والثلج الى داخل المدخنة والاضرار بها.

ب- تمنع مظلة المدخنة المزودة بشبك دخول الحيوانات،

والطيور التي قد تبني أعشاشها في المدخنة . وكذلك تبعد الشرر من الوصول الى السطح ، خاصّة في مداخن مواقد الحطب .

تتوفّر مظلات فوهات المداخن على أنواع ، شكل (٣٩)، فيمكن أن تكون مبنية من الطوب أو الحجر أو الباطون والقرميد للمداخن الحجرية . وقد تصنع من الفولاذ الذي لا يصدأ أو المجلفن للمداخن المعدنية .

ويوضح الشكل (٤٠) أجزاء مختلفة لمدخنة صاج .

وفيما يلي بعض النقاط العملية ذات العلاقة ببناء وتركيب انابيب وأكواع المداخن الفولاذية :



شكل (٣٩) أنواع مختلفة لمظلات المد



شكل (٤٠) **أجزاء المدخنة المختلفة**

١ يجب أن تثبت أنابيب المداخن بحيث تخفف الاجهادات الناشئة على الوصلات وبشكل خاص في الجزء المرتكز على المرجل .

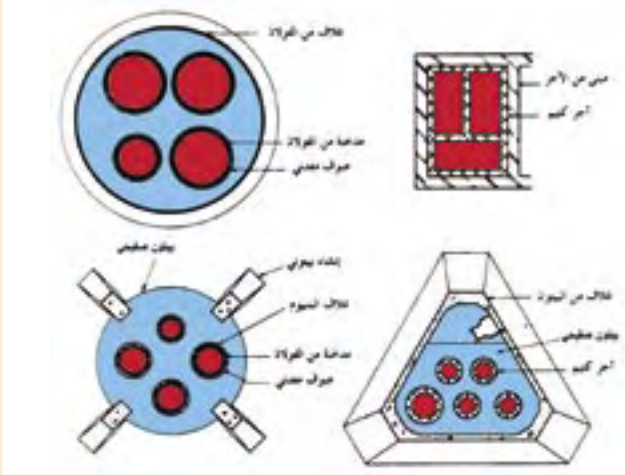
٢ يجب أن يزود ذلك الجزء من أنبوب المدخنة الذي يخترق الجدران بأكمام خاصّة ، وأن يملأ الفراغ بين الكم والأنبوب بمادّة عازلة .

٣ تكون جميع الأكواع والتفريعات مزوّدة بفتحات تنظيف لا تقل مساحتها الحرة عن (٥٠٪) من مساحة مقطع الأنبوب وبحد أدنى مقداره (٧٥٠٠) ملمتر مربّع .

٤ يجب التقليل بقدر الامكان من الانحناءات والأكواع في وصلة المدخنة ، وأن تكون الأكواع واسعة الانحناء (مفتوحة) .

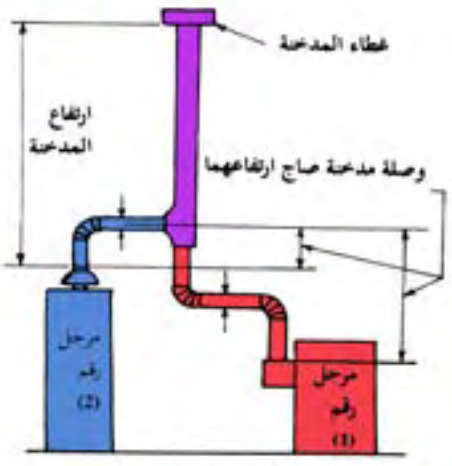
المداخن المتعدّدة:

عند وجود أكثر من مرجل ومدخنة مشتركة ، يصعب الحفاظ على سرعة تدفق الغازات ويفضّل أن يكون لكل مرجل مدخنة مستقلة ، يمكن تجميع المداخن العمودية المنفصلة في مدخنة واحدة كما في الشكل (٤١) .



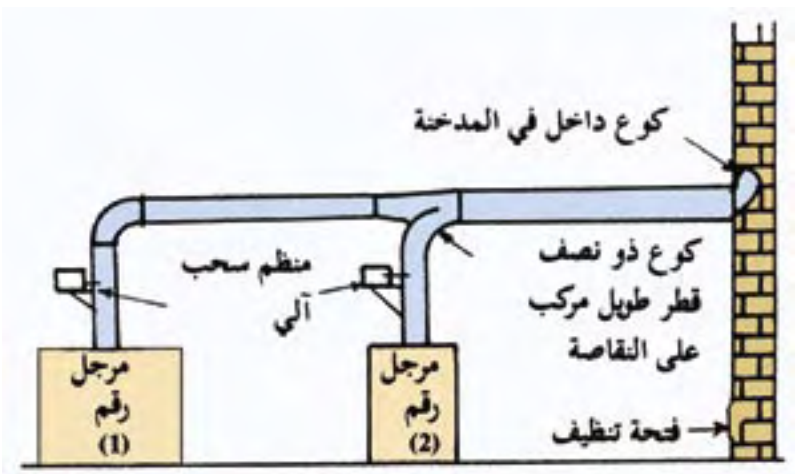
شكل (٤١) طرق تجميع المداخن المتعددة

عند تعذر توفير مدخنة منفصلة لكل مرجل، واللجوء الى ربط أكثر من مرجل على نفس المدخنة، فالترتيب الأفضل هو وصل مدخنة المرجل ذات القطر الأصغر(١ في الشكل ٤٢) في الجزء العلوي من المدخنة العمودية، أما مدخنة المرجل الأكبر فتوصل في الجزء الأسفل (٢ في الشكل). ولا يجوز ربط المداخن بوضع متقابل على المدخنة الرئيسية.



شكل (٤٢) توصيل مرجلين على مدخنة عمودية مشتركة

أما اذا تم ربط المراجل على وصلة المدخنة الأفقية، فيراعى وصل المرجل الأكثر تأثرا بالسحب (ذوالقطر الأصغر) في أقرب مكان من المدخنة الشاقولية، كما في الشكل (٤٣).



شكل (٤٣) توصيل مرجلين على مدخنة أفقية مشتركة

صيانة وتنظيف المداخن:

يجب تفقد المدخنة وتنظيفها مرة واحدة على الأقل سنويا، بعد انقضاء موسم التدفئة. وذلك يمكنها من التخلص من غازات الاحتراق بكفاءة. وان بذل القليل من الجهد في الصيانة الدورية، يجعلها تعمل بسلامة وأمان، ويوفّر الكثير من تكاليف الصيانة الطارئة.

طرق تنظيف المداخن:

قبل البدء بالتنظيف يجب ارتداء الملابس الواقية والقفازات الملائمة وكمامة لمنع استنشاق الغبار الكربوني .

تتبع العديد من الطرق لتنظيف المداخن من الداخل والتخلص من الرواسب الكربونية الناتجة عن مرور غازات الاحتراق خلالها ، ومن هذه الطرق :

١ **التنظيف بواسطة الفراشي الدائرية** : تستخدم هذه الطريقة لتنظيف المداخن ذات المقطع الدائري ، كمداخن الصاج والاسبست ، حيث يتم اختيار الفرشاة المعدنية أو البلاستيكية المناسبة لقطر المدخنة . ويبين الشكل (٤٤) مجموعة من الفراشي الدائرية المستعملة للتنظيف ، والوصلات الخاصة بالفراشي والكرة المعدنية (الثقالة) والأقراص المستخدمة في عملية التنظيف .



شكل (٤٤) أطقم تنظيف المداخن الدائرية

٢ **التنظيف بواسطة الفراشي الرباعية الشكل** : تستخدم هذه الفراشي لتنظيف المداخن رباعية المقطع ، مثل مداخن الطوب الناري المبينة في الشكل (٤٥) . تتوفر الفراشي رباعية الشكل (من المعدن أو البلاستيك) بعدة مقاسات تناسب المساحات القياسية للمداخن .



شكل (٤٥) تنظيف مدخنة طوب ناري