مقدمة في تدفئة المباني

د.م. وعد عمران

المحتويات

- مقدمة ..
- الراحة الحرارية ..
- التدفئة والتجهيزات الأساسية لوحدات التدفئة المركزية ..
- مواصفات غرف المراجل ..
- طرق انتقال الحرارة والمواصفات الحرارية للأبنية والعزل الحراري ..
- أسس ومبادئ التصميم الحراري ..
- تكييف الهواء ..
- الحفاظ على الطاقة من وجهة نظر معمارية ..
- تحضير الماء للاستخدامات الصحية ..
- الضجيج والعزل الصوتي ..

حتى ينجح المصمم في تصميمه للأبنية وتخرج دراسته متكاملة لابد أن يعرف المبادئ الأساسية لعلم التدفئة والتكييف والتهوية وأماكن توضع التجهيزات وغرف المراجل ووحدات المعالجة والمداخن وأماكن تمرير الأنابيب ومجاري الهواء والتكييف بشكل آمن ومن دون ضجيج أو اهتزاز والمبادئ الأساسية للعزل الحراري والرطوبة ..

الراحة الحرارية ..

- الغاية الأساسية من التدفئة والتكييف: خلق جو مناسب داخل المكان ليشعر فيه القاطن بالراحة ويتمكن من أداء عمله بأعلى إنتاجية ممكنة..
- لذلك يجب أن يعلم المصممون العاملون في هذا المجال ماهي:: الظروف التي تحقق الراحة الحرارية للإنسان والعوامل والمتغيرات التي تؤثر فيها ولاسيما: درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، سرعة الهواء ونقاوته و مستوى نشاط الفرد، قيمة العزل الحراري ..

- إن الاهتمام بإصلاح الهواء هو أحد الأسس الرئيسية لرفع المستوى الحياتي والثقافي للناس ، وهو أيضا عامل فعال في زيادة إنتاج الطبقة العاملة ..
- الشرط الأساسي لتحقيق الراحة الحرارية هو وجود توازن حراري بين الإنسان والجو المحيط به ..

تكييف الهواء ..

- عدة معالجات تجرى عليه بغية إكسابه الصفات المناسبة لراحة الإنسان وصحته:

(درجة الحرارة ، الرطوبة ، النقاوة و سرعة التحرك)

- أو: لتحقيق الشروط اللازمة للإنتاج كما في صناعة الأدوية وبعض المواد الغذائية والمواد الكيميائية وفي الصناعات النسيجية وغيرها (التبغ،الورق)

✓ تقوم تجهيزات التكييف:: بتنقية الهواء وتنظيم رطوبته بالإضافة إلى تبريده صيفًا وتسخينه شتاءً ، وتصنف من حيث تخصصها إلى:

- تجهيزات تكييف لتأمين راحة الإنسان

(مباني سكنية ، مسارح ، مكتبات ، مكاتب ، فنادق ، مشافي الخ)

(درجة حرارة الهواء المريحة للإنسان بين ١٨-٢٦ والرطوبة النسبية بين ٤٠-٧٠% يتم التحكم بها بواسطة الترطيب ويمكن التحكم بسرعة جريان الهواء ..

- تجهيزات تكييف صناعية (معامل)

التهوية

عندما يصبح الهواء في مكان ما فاسدًا، أي تزداد فيه كميات المواد الضارة المختلفة عن الحدود المسموح بها يجب طرده من هذا المكان (سحبه) واستبداله بهواء جديد نقي (إرسال هواء نقي) يحقق الشروط الصحية للإنسان والشروط المناسبة للإنتاج، تسمى هذه العملية بالتهوية .. أي أن التهوية تجري للمحافظة على نقاوة الهواء في الأماكن السكنية والعامة وفي أماكن العمل والإنتاج ..

$$L=n.v$$

- **L** : حجم الهواء المرسل خلال ساعة(م٣/سا)
- **n** : عدد مرات تبديل الهواء
- **V** : حجم المكان

HVAC Fundamentals

Comfort depends on

- ✓ Temperature
- ✓ Humidity
- ✓ Airflow
- ✓ Air quality
- ✓ Radiant effects

طرق الانتقال الحراري

- **التوصيل conduction**
  - انتقال الحرارة من جزيئات الجسم الأسخن إلى جزيئاته الأكثر برودة ..
- **الحمل convection**
  - انتقال الحرارة في السائل أو في الغاز نتيجة لحركة جزيئاته الأسخن والتي تشكل تيارات الحمل ..
- **الاشعاع Radiation**
  - تحويل الطاقة الحرارية إلى إشعاعية ونقلها إلى الفراغ المحيط بالجسم ..

العزل الحراري

- يقصد به في الأبنية تخفيض الضياعات الحرارية عبر الجدران والأسقف والأرضيات والنوافذ والأبواب بنسبة معينة تحقق الشروط الفنية والاقتصادية والصحية عن طريق مواد تسمى العوازل الحرارية ..
- بقصد تخفيض حجم وحدة التدفئة واستطاعتها واستهلاك الوقود

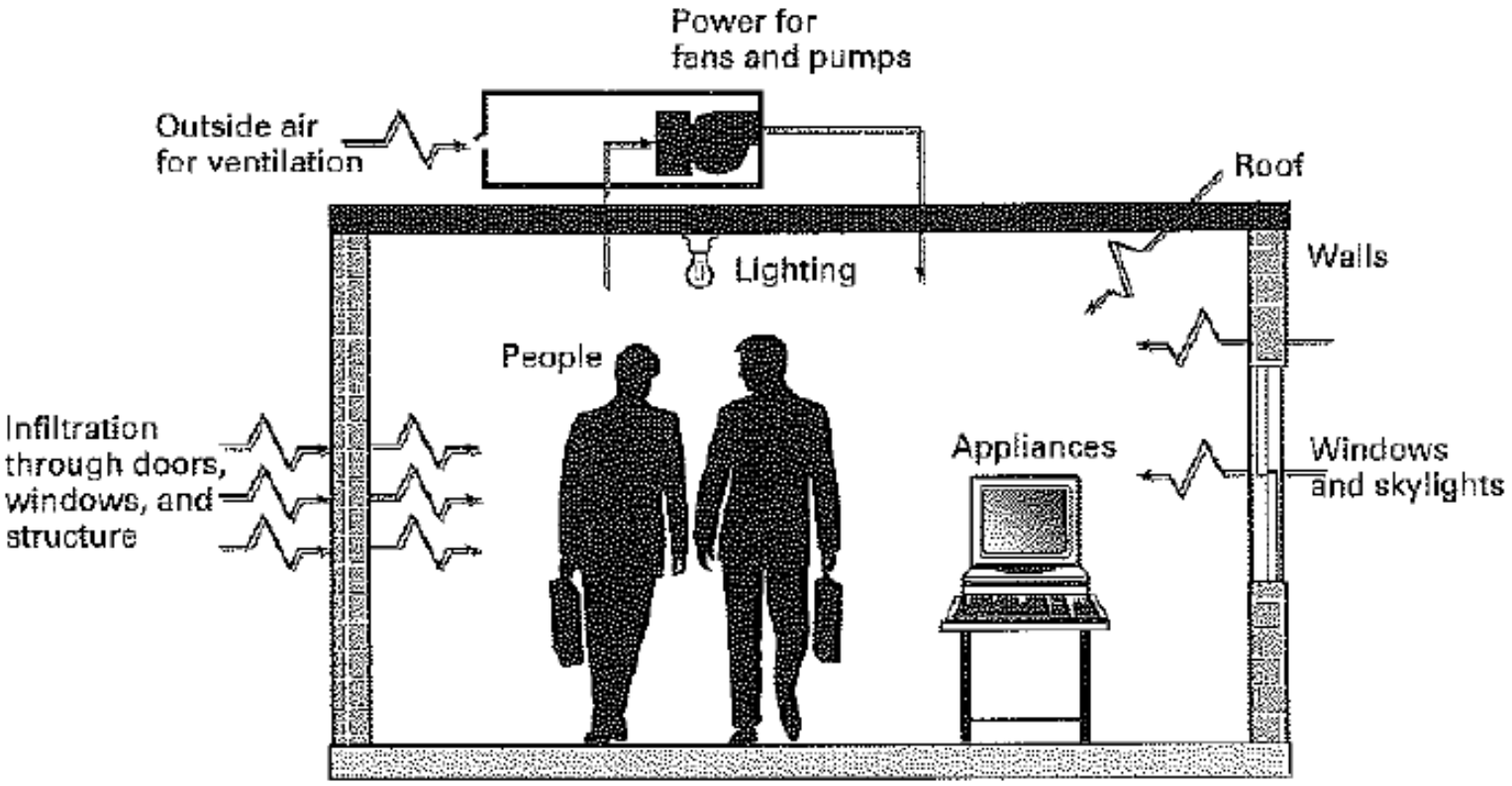
وبالتالي ترشيد استهلاك الطاقة والحد من تلوث البيئة من جراء انطلاق مركبات الكبريت والآزوت والكربون ..

حيث أن العوازل الحرارية هي مواد تتميز بعامل توصيل حراري منخفض وبكثافة منخفضة ..

المواصفات الحرارية للأبنية

- ✓ مواصفات مواد البناء الحرارية ..
- ✓ توجيه البناء وشكله الهندسي ..
- ✓ تظليل البناء الطبيعي والصناعي ..
- ✓ نوع ومقاييس النوافذ ..
- ✓ نوع سطح البناء الخارجي ..

Heat gain modes



التدفئة ..

تستخدم وحدات التدفئة لتقديم كمية من الحرارة إلى هواء المكان المراد تدفئته مساوية لكمية الحرارة المفقودة من هذا المكان إلى المحيط الخارجي مضافًا اليها كمية من الحرارة اللازمة لتسخين الهواء البارد المتسرب إلى الداخل من الأبواب والنوافذ وكذلك لتسخين الهواء النقي الخارجي اللازم لتهوية المكان ..

الطريقة التقريبية لحساب الضياعات الحرارية من المبنى المدفأ:

$$Qt0t = q.v \quad (w)$$

Q: كمية الحرارة اللازمة لتسخين واحدة الحجم من الهواء في المكان المدروس .

V: حجم الهواء في المكان المدروس .

التجهيزات الأساسية للتدفئة المركزية

- ✓ المراجل: **Boilers**
- ✓ حراقات المازوت: **Burners**
- ✓ غرفة المراجل: **Boilers room**
- ✓ أجهزة التدفئة (المشعات): **Radiators**
- ✓ المدخنة
- ✓ ومجاري الهواء: (**Air ducts**)
- ✓ والأنابيب **Pipes**
- ✓ مضخات التدفئة (مسرعات): **Pumps**
- ✓ خزان التمدد: **Expansion tank**
- ✓ وخزانات المازوت:**Fuel tanks** وكافة الملحقات.

٨ مراحل دراسة أي مشروع تدفئة ..

١. حساب الضياعات الحرارية الحاصلة من المبنى بالنفوذ الحراري والتسرب والتهوية ..
٢. حساب مساحة سطوح التسخين وتوزيعها في المكان ..
٣. حساب أقطار شبكة الأنابيب والعزل الحراري اللازم ..
٤. حساب استطاعة المرجل وأبعاد غرفة المراجل ..
٥. حساب استطاعة الحراق اللازم وحجم خزانات الوقود والتمدد ..
٦. تصميم المدخنة اللازمة ..
٧. رسم المخططات اللازمة ..
٨. إعداد دفتر الشروط الفنية وتحليل الأسعار وجدول الكميات والأسعار وإعداد المذكرة الحسابية ..

الضياعات الحرارية ..

- إن الضياعات الحرارية من المبنى تتم بطرق ثلاثة .. وهي:

١. عن طريق النفوذ الحراري عبر الجدران والأسقف والأرضيات والنوافذ والأبواب ..

٢. عن طريق التسرب والتهوية ..

٣. عن طريق إضافات التدفئة التي تأخذ بالاعتبار توقف التدفئة والسطوح الخارجية والجهة والارتفاع ..

المراجل الحرارية BOILERS

- المرجل عبارة عن مبادل حراري يتم فيه تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوقود إلى طاقة حرارية تستخدم لتسخين الماء اللازم للتدفئة وتصنف حسب مادة الصنع إلى نوعين:: مراجل فونطية (حديد الصب) وهي الأكثر استخدامًا ، ومراجل فولاذية ..

ويتم حساب استطاعة المراجل بشكل عام من العلاقة:

$$Qb=Qtot(1+m+n)$$

تثبت المراجل على قاعدة بيتونية معزولة حراريًا سماكتها لا تقل عن ١٠سم وأبعادها أكبر من أبعاد المرجل بحوالي ٢٥سم من جميع الأطراف

غرفة المراجل ومواصفاتها

يحددها المصمم في القبو أو خارج المبنى لتوضع المراجل وملحقاتها

ويجب أن تمتاز بالمواصفات التالية:

١. أن تسمح المداخل و الممرات والأدراج بالوصول إليها

٢. أن تكون معزولة صوتيا و بمواد مقاومة للحريق

٣. أن تسمح بترك مسافات حول المراجل من أجل أعمال الصيانة

٤. أن تتصل مع جدار خارجي أو منور مناسب لبناء المدخنة وتأمين التهوية المناسبة

٥. أن تحتوي على مصرف يتصل مع شبكة الصرف الصحي

٦. أن تكون مجهزة بمصدر مائي وكهربائي مناسب

٧. أن تكون مجهزة بجهاز إطفاء حريق مناسب

٨. أن تكون مجهزة بخزان وقود يومي

٩. أن تكون مجهزة بباب مقاوم للحريق ويفتح للخارج

١٠. ألا يقل ارتفاعها عن ٣متر

١١. أن تكون مساحتها مناسبة وألا تقل عن: $A = \sqrt{V}\ /3$

٣١. أن تتضمن فتحة للتهوية (نصف مساحة مقطع المدخنة) وأخرى لطرد الهواء الفاسد (٣/٤ مقطع المدخنة) ..

٣١. أن تكون مجهزة بغرفة تفتيش (٦٠×٦٠×٦٠) سم و بمضخة قاذورات لترحيل المواد الملوثة للبيئة إلى أماكن مناسبة ..

٤١. أن تكون قريبة من خزان المازوت الرئيسي ومفصولة عنه بجدار غير قابل للاحتراق ..

المشعات ..

هي عبارة عن مبادلات حرارية يتم عبرها انتقال الحرارة من الوسط الحراري الساخن(ماء أو بخار) إلى هواء المكان المدفأ ..

وهي سهلة التنظيف ولا تشغل حيزًا كبيرًا من المكان المدفأ وذات كفاءة عالية، وأهم أنواعها::

- ✓المشعات الفونطية
- ✓المشعات الفولاذية
- ✓مشعات الألمنيوم

مشعات الفونت ..

- وهي الأكثر استخداما في الحياة العملية لسهولة تنظيفها من الغبار ولا تشغل حيزا كبيرا من المكان المدفأ .. وتمتاز بسعة حرارية تخزينية مرتفعة وبعامل إشعاع مرتفع ..
- وتصنع من الفونت على شكل مقاطع يمكن جمعها في الورشة و بإرتفاعات مختلفة تناسب ارتفاعات النوافذ وأنظمة البناء القديمة والجديدة ..
- الطول الأعظمي لمشعات الفونت ٥٠ مقطع، علمًا أن طول كل مقطع ٦ سم ..

- تركب مشعات الفونت على الجدران تحت النوافذ لكي تلبي المتطلبات المعمارية والاجتماعية والفنية، حيث معماريًا يجب تجنب وجود عناصر غريبة على جدار جيد، واجتماعيًا يجب فسح مجال لإعادة ترتيب الديكور ولإخفاء أثار الأوساخ من تيارات الحمل، وفنيًا يجب توضع الدفايات في مكان الضياع الحراري الأعظمي، ولمقاومة الإشعاع البارد السلبي من النوافذ، ولتحقيق تدرج حراري مناسب خلف النوافذ باتجاه هواء الغرفة ..

- وفي حال عدم إمكانية تركيب المشع تحت النافذة يفضل تركيب رف(خشب أو رخام) فوق سطح الدفاية بحوالي ٨ سم لتخفيض تلوث الجدران ..
- أحيانًا .. لا تسمح النافذة بتركيب الدفاية على الجدار، فتثبت الحمالات على الأرضية ..
- وإذا كان من الناحية الجمالية لا يسمح برؤية الدفايات من الخارج من الخارج عبر النوافذ، تركب في هذه الحالة على أقرب جدار ..

- لا ينصح بتركيب الدفايات داخل فجوات جدارية حتى لا تنتقص سماكة الجدار خلف الدفاية وتضيع الحرارة إلى الخارج ..
- تطلى المشعات بعد تركيبها بمادة مقاومة للصدأ، ثم تبخ بدهان مقاوم للحرارة(دهان معدني) ذي لون مناسب وعامل إشعاع كبير ..
- يحدد عدد مقاطع التسخين من الحمل الحراري للغرفة ومن استطاعة المقطع الواحد لنوع الدفايات المختار، الذي يحدد من نشرات الشركة الصانعة حسب النموذج المختار ..

المشعات الفولاذية ..

- تصنع من الفولاذ وتمتاز بسرعة الاستجابة الحرارية عند بدء التشغيل وبسرعة برودتها عند التوقف وبعامل إشعاع منخفض نسبيا ووزن منخفض،وضعف مقاومتها للتآكل والصدأ.ولها نوعان:
  - اصبعية لها شكل مشعات الفونت
  - إطارية على شكل ألواح مضاعفة تسمى بالإطارات

ويحدد طول الدفاية حسب حمل الغرفة الإجمالي ..

مشعات الألمنيوم ..

- تصنع من الألمنيوم، ويعتبر هذا النوع أفضل وأكثر كلفة من المشعات الفولاذية بفضل مقاومتها للتآكل والتأكسد وعلى العكس بالنسبة للمشعات الفونطية ..

قواعد تركيب المشعات وأصولها ..

- ١- تركب في أبرد مكان من الغرفة تحت النوافذ وقرب الأبواب الخارجية لتجنب التيارات الباردة والتدرج الحراري ..
- ٢- توزع في المكان المدفأ بحيث لا تبعد أي نقطة منها أكثر من ستة أمتار عن أقرب مشع ..
- ٣- ترك مسافة بين المشع والجدار لا تقل عن ٥ سم وبين المشع والأرضية عن ١٠ سم، وذلك لتأمين ظروف التبادل الحراري الجيد بين هواء الغرفة والمشع، ولإمكانية تنظيف الجهاز والأماكن المحيطة به ..

- ٤- اختيار أبعاد المشعات بشكل يتناسب مع أبعاد المكان الذي ستركب فيه ..
- ٥- ألا تكون الأجهزة بارزة في المكان المركبة فيه حتى لا تعيق العمل والحركة في المكان وتسمح بوضع الأثاث وغيره على الجدران ..
- ٦-ألا تحجز المفروشات وغيرها من الأثاث المنزلي أجهزة التدفئة، لأن ذلك يخفض من استطاعتها الحرارية ..
- ٧- عدم بخ المشعات بالبرونز الألمنيومي لأنه يمتاز بعامل إشعاع منخفض ..

- ٨–عند تركيب رخامات فوق المشعات يجب أن تركب أعلى منها بمسافة لا تقل عن ٨ سم ..
- ٩–يفضل أن يتناسب طول المشع مع طول النافذة حتى لا تتشكل نافورة حرارية خلف النافذة ..
- ١٠–عند تركيب أقفاص أو واقيات على المشعات يجب التقيد بالأبعاد المعتمدة، علمًا أن تغطية المشعات تخفض من بثها الحراري ١٠–٣٠% وذلك حسب شكل الغلاف ..

الأنابيب والمضخات والملحقات

- تشكل الأنابيب وسيلة ربط بين المرجل وسطوح التسخين وتتضمن خطا للذهاب وآخر للإياب في أنظمة التدفئة المركزية المزدوجة ..
- أما المضخات فتعمل على تسريع الجريان بين المرجل وسطوح التسخين وتتغلب على ضياعات الاحتكاك والمقاومات الخاصة بالشبكة ..
- وتتضمن الملحقات أجهزة حماية وتحكم وأمان(حراق–مجمعات–نفاثات–خزان تمدد–سكورة–فلاتر–صمامات–وصلات مرنة–لوحة كهربائية...) ..

- وحسب درجة حرارة الماء الساخن عند مخرج المرجل، يمكن أن نميز بين عدة أنواع:

١. أنظمة التدفئة بالماء الساخن ذات درجة الحرارة المنخفضة(أقل من ٦٠ درجة).
مثل أنظمة التدفئة الأرضية بالإشعاع وفي تدفئة المكاتب والمشافي ورياض الأطفال

٢. أنظمة التدفئة بالماء الساخن ذات درجة الحرارة المتوسطة (أقل من ١٠٥ درجة)
وهو النوع الأكثر استخدامًا، لأنه أكثر اقتصادية ومناسب لجميع الأبنية ..

٣. أنظمة التدفئة بالماء الساخن ذات درجة الحرارة المرتفعة (أقل من ١٥٠ درجة)
وهو الأكثر استخداما في الأبنية الضخمة مثل المساجد والكنائس ودور الثقافة والسينما والمسارح والأوبرا والمعامل والورشات ..

ويعتبر هذا النظام أكثر كلفة لأنه يحتاج إلى مبادلات حرارية ووسائل حماية وتحكم وأمان، أكثر منها في الأنظمة السابقة ..

المداخن

تعمل المداخن على طرد نواتج الاحتراق المتشكلة نتيجة احتراق الوقود إلى الوسط الخارجي لتجنب التلوث .. وحسب توضع المدخنة نميز نوعين من المداخن:

- ✓ المدخنة الأفقية: وتصنع من الصاج الأسود بسماكة لا تقل عن ٣مم ويكون مقطعها دائريا وأكبر بقليل من مقطع المدخنة الشاقولية ..

  ومهمتها إيصال غازات الاحتراق من المرجل إلى المدخنة الشاقولية ..

  وتدهن بطبقتي مانع صدأ ثم تغلف بطبقة من الصوف الصخري (٥-١٠)سم ثم بطبقة من الصاج المغلفن وتعطى ميلا صاعدا قليلا باتجاه المدخنة الشاقولية ..

- ✓ المدخنة الشاقولية: مهمتها تأمين قوة سحب تتغلب على ضياعات الاحتكاك في حجرة الاحتراق وفي المداخن ..

المبادئ الأساسية المستخدمة في تصميم المداخن وبنائها ..

- يجب أن تكون المداخن كتيمة لا تسمح بتسرب الهواء البارد إليها ..
- يفضل استخدام مدخنة واحدة لكل مرجل .. وفي حال استخدام مدخنة واحدة لأكثر من مرجل، فيجب تامين وسائل لعزل فتحات الخروج من المراجل المتوقفة عن العمل ..
- يفضل أن تكون المدخنة الشاقولية قريبة من المدخنة الأفقية حتى لا تتراكم نواتج الاحتراق في المدخنة الأفقية ..
- يجب أن لا يقل ارتفاع المدخنة عن مترين من سطح البناء .. أو أن يكون ارتفاعها أعلى من أعلى نقطة من تصوينة البناء بنصف متر على الأقل ..
- عند وجود أكثر من مدخنة، يفضل تركيبها في مكان واحد حتى تنخفض الضياعات الحرارية .

- يجب ألا تقل سماكة جدار المدخنة من الداخل عن نصف قرميدة، ومن الخارج عن قرميدة كاملة ..
- يجب تنفيذ المدخنة الشاقولية على قاعدة بيتونية مناسبة، منسوب سطحها يناسب منسوب المدخنة الأفقية ..
- يجب ربط المدخنة بالبناء بمشدات معدنية مغموسة ببيتون السقف ..
- يجب أن تكون السطوح الداخلية للمدخنة ملساء ..
- يجب ألا يزيد انحراف المدخنة عن الشاقول عن ٣٠ درجة ..
- يفضل أن تكون المدخنة داخلية وغير معرضة لجدار خارجي حتى لا تنخفض درجة حرارة غازات الاحتراق ..
- يجب أن تعطى المدخنة الأفقية ميلا صاعدا نحو الأعلى باتجاه المدخنة الشاقولية ..

خزانات التمدد Expansion tanks

- يقوم خزان التمدد باستيعاب حجم الماء الزائد في الشبكة نتيجة تسخينه من درجة حرارة ماء الشبكة (١٠درجات) إلى درجة حرارة ماء الذهاب في المرجل (٩٠درجة) .. وحسب الضغط المسيطر على خزان التمدد نميز نوعين:
  - خزان تمدد مفتوح:: يركب أعلى من أعلى نقطة في شبكة التدفئة على السطح على قاعدة معدنية مناسبة .. وسمي بالمفتوح لأنه على اتصال مع الجو الخارجي.

    وهو عبارة عن خزان معدني يعزل بطبقة من الصوف الزجاجي ..
  - خزان تمدد مغلق:: وهو عبارة عن خزان معدني اسطواني مغلق، يركب في غرفة المراجل، ويستخدم في بعض البنية التي لا تسمح بمد الأنابيب وفي بعض المناطق الباردة التي يتعرض فيها الماء للتجمد ..

خزانات الوقود ..

يتم تخزين الوقود السائل في خزانات خاصة تؤمن عدم تلوث البيئة والحماية من الحريق حتى ٥م٣، حيث يتم تخزينهم في غرفة خاصة قريبة من غرفة المراجل يفصل بينها جدار اسمنتي أو قرميدي ومجهزة بمواد مقاومة للحريق ..

وتحتوي على حوض كتيم يتسع لكامل كمية الوقود في حال تسربه من الخزان لذلك تعالج الأرضية والجدران السفلية بطبقة من مانع التسرب (الإيبوكسي) ويجب ألا تكون على اتصال مع شبكة الصرف الصحي، ويفضل أن تكون الغرفة مستقلة وأبوابها مصنوعة من مواد مقاومة للحريق ..

- ومن أجل كميات أكبر من الوقود يتم التخزين في خزانات أسطوانية تحت الأرض أو ضمن غرفة خاصة خارج المبنى المدفأ.. وعندها يتم تركيب خزان وقود يومي سعته١-٢ م٣ يملأ يوميًا بواسطة مضخة يدوية أو آلية..
- ومن أجل الاستخدامات المنزلية تم مؤخرا تصنيع خزانات وقود سائل من البولي ايتلين متوسط الكثافة ..
- يحدد الاستهلاك السنوي للوقود لأي دارة تدفئة من العلاقة:

لاستهلاك السنوي للوقود=

استطاعة الحراق × عدد ساعات العمل في اليوم × عدد أيام التشغيل السنوية