HVAC SERVICES

Dr. Wameedh. T.M. Al-Tameemi

HVAC Piping

HVAC piping

Pipes are used in HVAC systems to deliver hot water, cool water, refrigerant, condensate, steam, and gas to and from the HVAC components.

تستخدم الأنابيب في أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء لتوصيل الماء الساخن والماء البارد وموائع التثليج والمكثفات والبخار والغاز من وإلى مكونات التكييف.

HVAC Piping

PIPING MATERIALS AND SPECIFICATIONS

Piping is made of many possible materials, and the proper choice depends on the *service* for which the piping is intended. The service includes:

1. Properties of the fluid being carried
2. Temperature
3. Pressure
4. Exposure to oxidation or corrosion

In addition, cost and availability also affect choice of materials. Finally, codes and regulations usually limit the choice of materials for a given use. The piping material most commonly used in hydronic systems is either low carbon ("black") steel pipe or copper tube. For severe problems of oxidation or corrosion, other materials may be necessary.

Physical specifications of steel pipe and copper tubing are standardized by the *American Society of Testing Materials* (ASTM). The term ***black steel*** pipe is used in the trade, but this actually refers to ASTMA-120 or ASTMA-53 low carbon steel.

HVAC Piping

المواد المستخدمة في تصنيع الأنابيب ومواصفاتها

تصنع الأنابيب من العديد من المواد ، ويعتمد الاختيار الصحيح على طبيعة العمل التي تم تصميم الأنابيب من أجلها. تشمل طبيعة العمل:

١. خصائص السائل الذي يتم حمله
٢. درجة الحرارة
٣. الضغط
٤. التعرض للأكسدة أو التآكل

بالإضافة إلى ذلك ، تؤثر التكلفة والتوافر أيضا على اختيار المواد. أخيرا ، عادة ما تحد المواصفات واللوائح من اختيار المواد لاستخدام معين. مادة الأنابيب الأكثر استخداما في الأنظمة المائية هي إما أنابيب فولاذية منخفضة الكربون ("سوداء") أو الانابيب النحاسية. بالنسبة للمشاكل الشديدة في الأكسدة أو التآكل ، قد تكون هناك حاجة إلى مواد أخرى. يتم توحيد المواصفات الفيزيائية لأنابيب الصلب والأنابيب النحاسية من قبل الجمعية الأمريكية لمواد الاختبار ASTM . يستخدم مصطلح أنابيب الصلب الأسود في التجارة ، ولكن هذا يشير في الواقع إلى ASTMA-120أو ASTMA-53الفولاذ منخفض الكربون.

HVAC Piping

The wall thickness is referred to by a ***Schedule number,*** such as 20, 30, 40, or 80. These numbers supersede a previous wall thickness description called **standard, extra strong, and double extra strong**.

The choice of the correct Schedule number of piping depends on the pressure and temperature service. In hydronic systems at pressures commonly encountered, Schedule 40 pipe is usually specified, except in very large diameters, where Schedule 30 or 20 is sometimes used.

The engineer should recognize that corrosion and erosion may reduce the pipe wall thickness over a period of years. Therefore, selecting piping with a substantial wall thickness may mean a longer life system.

يشار إلى سمك الجدار برقم جدول، مثل ٢٠ أو ٣٠ أو ٤٠ أو ٨٠. تحل هذه الأرقام محل وصف سمك الجدار السابق المسمى **قياسي ، قوي للغاية ، قوي للغاية إضافي**.

يعتمد اختيار رقم الجدول الصحيح للأنابيب على الضغط ودرجة الحرارة. في الأنظمة المائية عند الضغوط المعتادة ، عادة ما يتم تحديد أنبوب الجدول ٤٠ ، باستثناء الأقطار الكبيرة جدا ، حيث يستخدم الجدول ٣٠ أو ٢٠ في بعض الأحيان. يجب أن يدرك المهندس أن التآكل قد يقلل من سمك جدار الأنبوب على مدى سنوات. لذلك ، فإن اختيار الأنابيب بسماكة جدار كبيرة قد يعني نظاما أطول عمرا.

HVAC Piping

The wall thickness of copper tubing is specified by a lettering system, Type K, L, M, and DWV. Type K has the thickest wall and is used with high pressures and refrigerants. Type L has an intermediate thickness wall. It is usually adequate for hydronic system piping. Type M is used for low pressure plumbing. The outside diameter (OD) is the same for any size for all three types; the inside diameter (ID) changes. The pressure drop will therefore be greatest for Type K.

Hard temper as opposed to *soft temper* tubing has greater rigidity and will not sag as much as soft tubing when hung horizontally.

The decision to choose between steel piping or copper tubing for an installation is based primarily on cost. Copper is more expensive than steel, but in smaller sizes the labor cost for copper is often less.

يتم تحديد سمك جدار الأنابيب النحاسية بواسطة نظام الحروف ، النوع K و L و M و DWV. النوع K يستخدم مع الضغوط العالية وموائع التثليج ويكون جداره اكثر سمكا. النوع L له جدار سمك متوسط. وعادة ما تكون كافية لأنابيب النظام الهيدرونيكي. يستخدم النوع M للسباكة ذات الضغط المنخفض. القطر الخارجي OD هو نفسه لأي حجم لجميع الأنواع الثلاثة. يتغير القطر الداخلي ID وبالتالي فإن انخفاض الضغط سيكون أكبر بالنسبة للنوع K. المزاج الصلب على عكس أنابيب المزاج الناعمة لديه صلابة أكبر ولن يترهل بقدر الأنابيب الناعمة عند تعليقها أفقيا. يعتمد قرار الاختيار بين الأنابيب الفولاذية أو الأنابيب النحاسية للتركيب في المقام الأول على التكلفة. النحاس أغلى من الفولاذ ، ولكن في الأحجام الأصغر ، غالبا ما تكون تكلفة العمالة للنحاس أقل.

HVAC Piping

Copper tubing has two advantages that should be noted.
* First, the frictional resistance is less than for steel, resulting in the possibility of smaller pumps and less power consumption.
* Second, it is not subject to oxidation and scaling to the same extent as steel.
On the other hand, steel is a stronger material and therefore does not damage as easily. Sometimes the larger piping is made of steel and smaller branches to units are copper. When this is done, a plastic bushing should be used to separate the copper and steel, because otherwise corrosion may occur at the joint due to electrolytic action.

من مميزات انابيب النحاس:

- أولا ، مقاومة الاحتكاك أقل من الفولاذ ، مما يؤدي إلى إمكانية وجود مضخات أصغر واستهلاك أقل للطاقة.
- ثانيا ، لا يخضع للأكسدة والقياس بنفس القدر مثل الفولاذ.

من ناحية أخرى ، الصلب هو مادة أقوى وبالتالي لا يتلف بسهولة. في بعض الأحيان تكون الأنابيب الأكبر مصنوعة من الفولاذ والفروع الأصغر للوحدات هي النحاس. عند القيام بذلك ، يجب استخدام وصلة بلاستيكية لفصل النحاس عن الصلب ، لأنه بخلاف ذلك قد يحدث تآكل في المفصل بسبب التفاعل الإلكتروليتي.

HVAC Piping

In open piping systems, such as piping to a cooling tower, oxidation may occur if black steel is used. *Galvanized* steel pipe is sometimes used in these applications. In very severe corrosion applications, galvanized piping is not adequate, and much more costly *wrought iron* or *cast iron* pipe is used.

في أنظمة الأنابيب المفتوحة ، مثل الأنابيب الناقلة إلى برج التبريد ، قد تحدث الأكسدة إذا تم استخدام الفولاذ الأسود. يستخدم أحيانا أنابيب الصلب المجلفن في هذه التطبيقات. في تطبيقات التآكل الشديدة جدا لا تفي الأنابيب المجلفنة بالغرض، ويتم استخدام أنابيب الحديد المطاوع أو الحديد الزهر الأكثر تكلفة.

HVAC Piping

FITTINGS AND JOINING METHODS FOR STEEL PIPE

In hydronic systems, joining of steel pipe is usually done with either *screwed, welded,* or *flanged* fittings. Specifications for fittings are established by the *American National Standards Institute (ANSI)* for both steel pipe and copper tube.

Screwed fittings for steel piping are generally made of cast or malleable iron. For typical hydronic systems, fittings with a 8.6 bar pressure rating are usually adequate.

الت,وصيلات وطرق الربط لأنابيب الصلب

في الأنظمة المائية ، عادة ما يتم ربط الأنابيب الفولاذية إما باستخدام توصيلات مسننة أو ملحومة أو ذات حواف. يتم وضع مواصفات التوصيلات من قبل المعهد الوطني الأمريكي للمعايير ANSI لكل من الأنابيب الفولاذية والأنابيب النحاسية. عادة ما تكون التوصيلات المسننة للأنابيب الفولاذية مصنوعة من الحديد الزهر أو القابل للطي. بالنسبة للأنظمة المائية النموذجية ، عادة ما يتم استخدام التوصيلات ذات تصنيف ضغط ٨.٦ بار.

HVAC Piping

Elbows, used for changing direction, are available in 30°, 45°, and 90° turns. *Long radius* elbows have a more gradual turn than *standard* ones, and thus have a lower pressure drop. Sometimes, however, tight spaces require standard elbows.

Tees are used for branching, and *couplings* are used to join straight lengths of threaded pipe. When joining to equipment, however, *unions* should be used so that the connection may be disconnected for service.

90° Elbow 45° Elbow

HVAC Piping

Elbows, تستخدم لتغيير الاتجاه ، وتتوفر في ٣٠ درجة و ٤٥ درجة و ٩٠ درجة. يكون للمرفق ذي نصف القطرالطويل دوران تدريجي أكثر من المرفق القياسي ، وبالتالي تكون اقل هبوطا في الضغط. ومع ذلك ، في بعض الأحيان ، تتطلب المساحات الضيقة استخدام المرفق القياسي.

Tees تستخدم للتفرع ، وتستخدم الوصلات **Couplings** لربط الانابيب المستقيمة. ومع ذلك ، عند الربط إلى المعدات ، يجب استخدام **Unions** بحيث يمكن فصل الانابيب بسهولة عند الحاجة .

90° Elbow 45° Elbow

HVAC Piping

With welded fittings, mating welding flanges on the pipe and equipment serve the same purpose as unions. **Bushings** are used when connecting from a pipe of one size to a piece of equipment that has a different size opening.

In hydronic installations, screwed steel pipe joints are commonly used up to about 2-3 in., and welded joints are used for larger sizes. This generally results in the lowest cost of labor plus materials. Furthermore, it is more difficult to make pressure-tight threaded joints in very large sizes.

HVAC Piping

مع التوصيلات الملحومة ، تستخدم الحواف الملحومة لربط الأنابيب والمعدات وتؤدي وظيفة Unions في التوصيلات المسننة. تستخدم Bushings عند التوصيل من أنبوب بحجم واحد إلى قطعة من المعدات التي لها فتحة مختلفة الحجم.

في الانظمة المائية ، تستخدم وصلات الأنابيب الفولاذية المسننة بشكل شائع حتى حوالي ٢-٣ انج ، وتستخدم المفاصل الملحومة لأحجام أكبر. ينتج عن ذلك عموما أقل تكلفة للعمالة بالإضافة إلى المواد. علاوة على ذلك ، من الصعب صنع مفاصل مسننة بأحجام كبيرة جدا وتستطيع تحمل ضغوطا كبيرة.

HVAC Piping

FITTINGS AND JOINING METHODS FOR COPPER TUBING

Copper tubing joints in hydronic systems are made either by soldering or by *flaring.* Soldering is a process where a metal alloy called solder is melted (between 200 and 540 C) and when it solidifies, it forms a pressure-tight joint between the two parts to be joined.

Solder fittings are made to slip over the tubing with enough clearance for the solder to flow in the annular space between the fitting and the tube. Surfaces must be clean of all oxidation. A chemical coating called *flux* is then used to prevent further oxidation. When the joints must withstand high temperatures and pressures or severe vibrations, a soldering process called *brazing* is used. Basically it is no different from lower temperature soldering. except that a different soldering material is used which melts at a higher temperature (above 540 C) and makes a stronger joint.

HVAC Piping

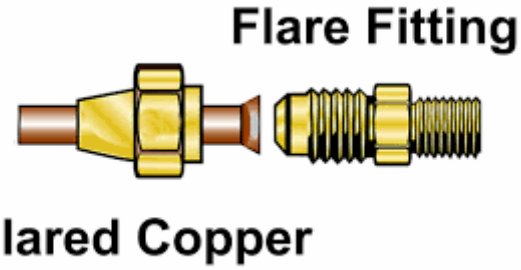
FITTINGS AND JOINING METHODS FOR COPPER TUBING

تصنع مفاصل الأنابيب النحاسية في الأنظمة المائية إما عن طريق اللحام أو عن طريق Flare. اللحام هو عملية يتم فيها إذابة سبيكة معدنية (بين ٢٠٠ و ٥٤٠ درجة مئوية) وعندما تتصلب ، فإنها تشكل مفصلا محكم الضغط بين الجزأين المراد ضمهم.

يتم تصنيع توصيلات اللحام للتركيب فوق الأنابيب مع وجود خلوص كاف لتدفق اللحام في المساحة الحلقية بين التوصيلة والأنبوب. يجب أن تكون الأسطح نظيفة من جميع الأكسدة. ثم يتم استخدام طلاء كيميائي **flux** لمنع المزيد من الأكسدة. عندما يتطلب أن تتحمل المفاصل درجات حرارة وضغوط عالية أو االهتزازات شديدة ، يتم استخدام عملية لحام تسمى **brazing**. لا يختلفهذا النوع من اللحام عن لحام درجة الحرارة المنخفضة باستثناء استخدام مادة لحام مختلفة تذوب عند درجة حرارة أعلى (أعلى من ٥٤٠ درجة مئوية) وتصنع مفصلا أقوى.

HVAC Piping

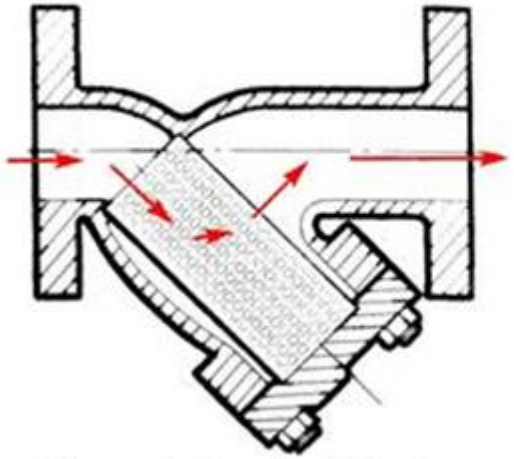
Flared joints are made by flaring out the end of the copper tubing and using a flare fitting union that will make a pressure-tight seal when tightened against the flare. Flared fittings are expensive but are removable, and therefore should be used when access to equipment is required for service or maintenance.



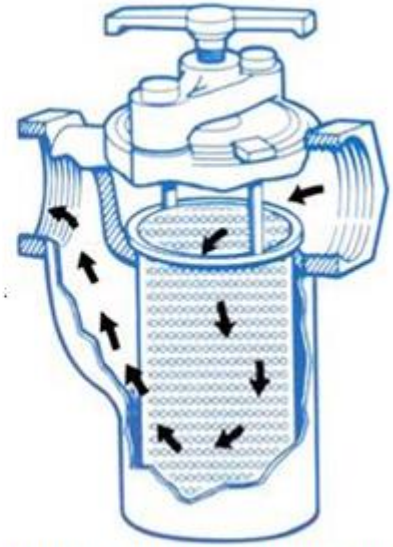
يتم تصنيع مفاصل التوسع flare عن طريق توسيع نهاية الأنابيب النحاسية واستخدام الunion الخاص بالتوسيع الذي من شأنه أن يربط الوصلة بشكل محكم الضغط عند ربطه. التوصيلات المتسعة flare fittings تكون عادة باهظة الثمن ولكنها قابلة للتغيير ، وبالتالي يجب استخدامها عندما يتطلب الوصول الى الاجهزة للربط والفتح لغرض الصيانة..

HVAC Piping

Strainers are used to remove solid particles from the circulating system. The water passes through a perforated plate or wire mesh in which the particles are trapped. The strainer is cleaned at regular intervals. **In** small pipe sizes, the Y-type is generally used, and in large sizes, a basket type is used. Strainers are usually installed at the suction side of pumps and before large automatic control valves.



Flow path through a Y Strainer



Flow Path Through a Basket Strainer

تستخدم المصافي لإزالة الجسيمات الصلبة من دورة النظام. يمر الماء عبر لوحة مثقبة أو شبكة سلكية يتم فيها حبس الجزيئات. يتم تنظيف المصفاة على فترات منتظمة. في أحجام الأنابيب الصغيرة ، يتم استخدام النوع Yبشكل عام ، وفي الأحجام الكبيرة ، يتم استخدام نوع السلة. عادة ما يتم تثبيت المصافي في جانب السحب من المضخات وقبل صمامات التحكم الآلي الكبيرة.

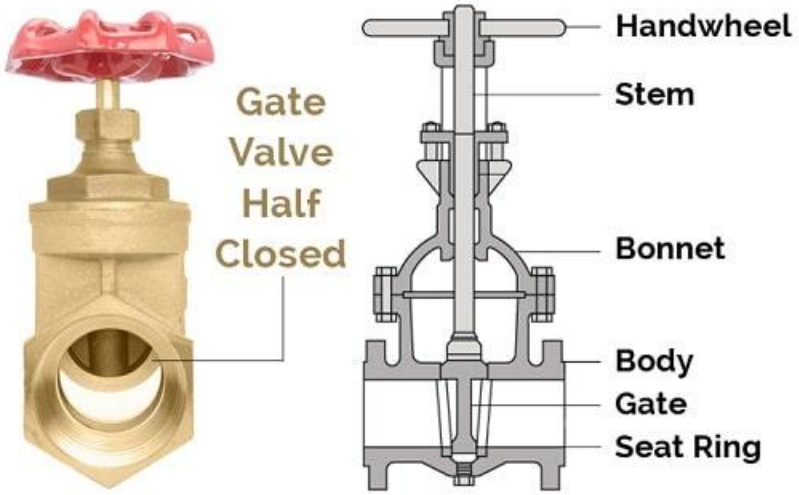
HVAC Piping

VALVES

There are many types and uses of valves. We will discuss mainly *general service* valves, types that are used widely in piping systems. Valves for controlling flow may be grouped into three classes according to their function.

Stopping Flow

Valves in this group are used only to shut off flow. This procedure is useful in isolating equipment for service or in isolating sections of a system so that it may be serviced, yet allowing the rest of the system to operate. *Gate* valves are used for this purpose. Note that a gate valve has a straight through flow passage, resulting in a low pressure loss.



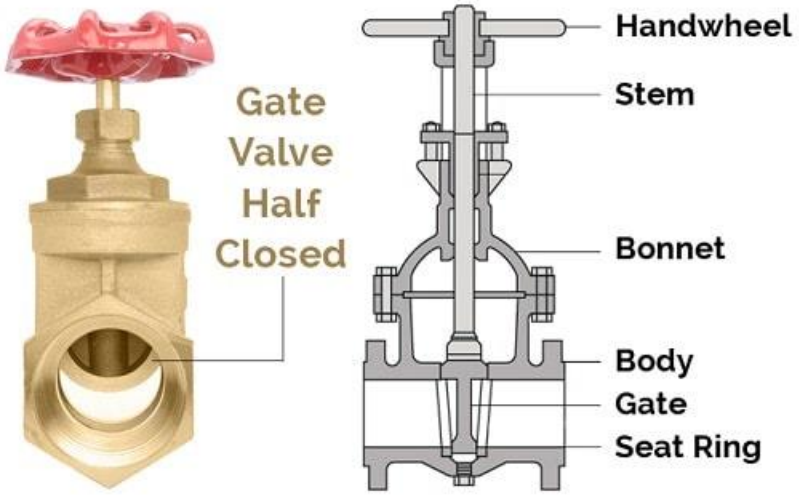
HVAC Piping

VALVES

هناك العديد من الأنواع والاستخدامات للصمامات. سنناقش بشكل رئيسي صمامات الخدمة العامة ، وهي الأنواع التي تستخدم على نطاق واسع في أنظمة الأنابيب. يمكن تقسيم صمامات التحكم الى ثلاث فئات وفقا لوظيفتها.

Stopping Flow

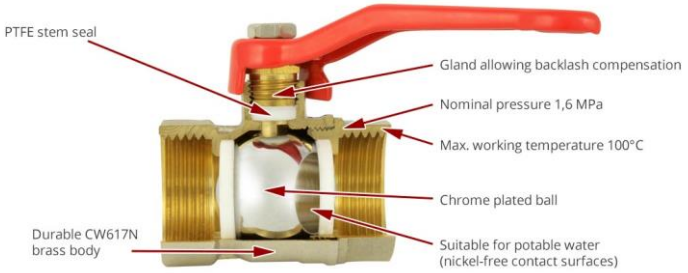
تستخدم الصمامات في هذه المجموعة فقط لإيقاف الجريان. هذا الإجراء مفيد في عزل المعدات للخدمة أو في عزل أقسام النظام بحيث يمكن صيانتها ، مع السماح لبقية النظام بالعمل. تستخدم صمامات البوابة لهذا الغرض. لاحظ أن صمام البوابة يحتوي على ممر تدفق مستقيم للتقليل من انخفاض الضغط خلال الصمام.

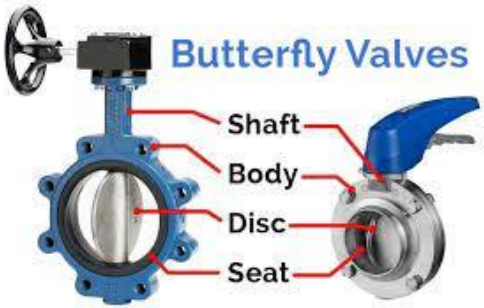


HVAC Piping

Regulating Flow Rate

Valves in this group are used to adjust flow rate manually. This is desirable in setting proper flow rates through equipment and different circuits in a system. *Globe* valves, *angle* valves, *plug* valves, *needle* valves, *ball* valves, and *butterfly* valves can be used to regulate flow. Most flow regulation valves can be used to stop flow. This should only be done in an emergency, as the system must then be balanced again.



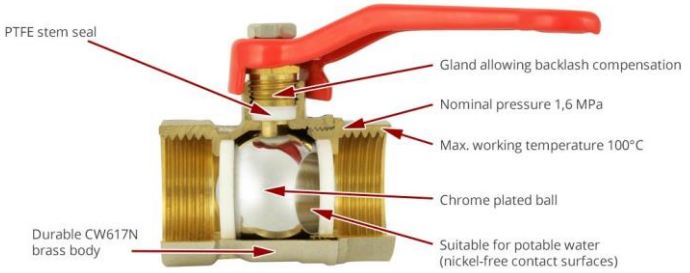


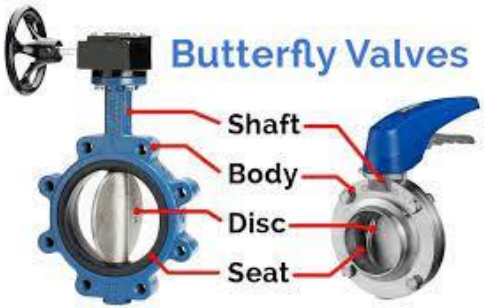
HVAC Piping

Regulating Flow Rate

تستخدم الصمامات في هذه المجموعة لضبط معدل الجريان يدويا. هذا أمر مرغوب فيه في تحديد معدلات الجريان المناسبة من خلال المعدات والدوائر المختلفة في النظام. يمكن استخدام الصمامات العالمية وصمامات الزاوية وصمامات القابس وصمامات الإبرة والصمامات الكروية وصمامات الفراشة لتنظيم التدفق.

يمكن استخدام معظم صمامات التنظيم لوقف الجريان في حالات الطوارئ فقط ، حيث يجب بعد ذلك موازنة النظام مرة أخرى.





HVAC Piping

VIBRATION

Consideration must be given to possible vibrations occurring in the piping system. Pumps and compressors usually are the source of vibrations. Reciprocating machinery generally creates more vibrations than rotating machinery. Vibrations may be transmitted to the building structure or to piping. Both of these problems must be examined.

In some cases, the intensity of vibration produced by machinery may not be great enough to result in significant transmission to the piping or structure. and no further consideration is necessary. When vibration transmitted to the structure requires treatment, it may be reduced by use of heavy concrete foundations and by suitable machinery locations.

There are cases, however, where prevention of any transmission of vibration to the building structure is critical. An example is where machinery is located on a lightweight floor above office spaces. In this case, the equipment is mounted on *vibration isolators.* Isolating supports may be made of cork, rubber, or steel springs.

HVAC Piping

VIBRATION

يجب النظر في الاهتزازات المحتملة التي تحدث في نظام الأنابيب. عادة ما تكون المضخات والضواغط مصدر للاهتزازات. تخلق الآلات الترددية عموما اهتزازات أكثر من الآلات الدوارة. قد تنتقل الاهتزازات إلى هيكل المبنى أو إلى الأنابيب. ولا بد من دراسة هاتين المشكلتين. في بعض الحالات ، قد لا تكون شدة الاهتزاز التي تنتجها الآلات كبيرة بما يكفي لانتقالها إلى الأنابيب أو الهيكل الانشائي. عندما يتطلب معالجة الاهتزاز الذي ينتقل إلى الهيكل الانشائي، يمكن تقليله باستخدام أساسات خرسانية ثقيلة ومواقع آلات مناسبة. ومع ذلك ، هناك حالات يكون فيها منع أي انتقال للاهتزاز إلى هيكل المبنى أمرا بالغ الأهمية. مثال على ذلك المكان الذي توجد فيه الآلات في طابق خفيف الوزن فوق المساحات المكتبية. في هذه الحالة ، يتم تركيب الجهاز على عوازل الاهتزاز. قد تكون دعامات العزل مصنوعة من الفلين أو المطاط أو النوابض الفولاذية.

HVAC Piping

PIPE INSULATION

Thermal insulation should be used on all cold or hot hydronic system piping. On both hot and chilled water systems, thermal insulation serves two purposes:

1. To reduce energy waste and possible increased size of heating or refrigerating equipment.
2. To reduce incorrect distribution of heat.

Uninsulated piping may result in the water being at an unsatisfactory temperature when it reaches the conditioned spaces.

There are a great many materials from which pipe insulation may be made. A good insulation should have the following characteristics:

1. Low thermal conductivity
2. Noncombustible
3. Not subject to deterioration or rot
4. Adequate strength

HVAC Piping

PIPE INSULATION

يجب استخدام العزل الحراري على جميع أنابيب النظام المائي البارد أو الساخن. في كل من أنظمة المياه الساخنة والمبردة ، يخدم العزل الحراري غرضين:

١. الحد من هدر الطاقة وزيادة حجم معدات التدفئة أو التبريد.
٢. الحد من التوزيع غير الصحيح للحرارة.

قد تؤدي الأنابيب غير المعزولة إلى أن تكون المياه في درجة حرارة غير مرضية عندما تصل إلى المساحات المكيفة. هناك العديد من المواد التي يمكن من خلالها عزل الأنابيب. يجب أن يكون للعزل الجيد الخصائص التالية:

١. الموصلية الحرارية المنخفضة
٢. غير قابل للاحتراق
٣. لا يخضع للتدهور أو التعفن
٤. يمتلك القوة الكافية

HVAC Piping

Pipe insulation may be made from natural materials such as wool, felt, rock, or glass fibers; cork; and rubber. In recent years, synthetic materials such as polyurethane have been developed, which have an extremely low thermal conductivity and other excellent properties. Pipe insulation may be furnished in blanket form or pre molded to the size of the pipe to be covered. The latter is preferable because it requires less labor and will have a neater appearance.

The question of what thickness of insulation to use is an important one. The greater the thickness, the less the energy losses, and thus operating costs are reduced. However, the insulation costs increase with thickness. Therefore, the correct insulation thickness is generally that which provides the minimum owning and operating cost.

قد يكون عزل الأنابيب مصنوعا من مواد طبيعية مثل الصوف أو اللباد أو الصخور أو الألياف الزجاجية و الفلين والمطاط. في السنوات الأخيرة ، تم تطوير مواد اصطناعية مثل البولي يوريثين ، والتي لها موصلية حرارية منخفضة للغاية وخصائص ممتازة أخرى. قد يتم تجهيز عازل الأنابيب على شكل بطانية أو مصبوب مسبقا بحجم الأنبوب المراد تغطيته. هذا الأخير هو الأفضل لأنه يتطلب عمالة أقل وسيكون له مظهر أكثر أناقة. مسألة ما سمك العازل اللازم استخدامها هي مسألة مهمة. كلما زاد السمك ، قل فقدان الطاقة ، وبالتالي تنخفضت تكاليف التشغيل. ومع ذلك ، فإن تكاليف العزل تزيد مع سمك العازل. لذلك ، فإن سمك العزل الصحيح هو ذلك الذي يوفر الحد الأدنى من الكلفة الابتدائية والتشغيلية.

HVAC Piping

THE PIPING INSTALLATION

Some good general practices for installing the piping system will be listed here.

1. Piping should generally be parallel to building walls.
2. Direction changes should be minimized to reduce the number of fittings.
3. The installation should provide simple access to and maintenance of equipment. For example, do not run piping in front of a control panel.
4. Piping should avoid penetration of beams or other structural members. Where this is unavoidable, the structural engineer must be consulted.
5. The piping must not interfere with installations of other trades. This must be checked with the plans of ducts, lighting, and so on.
6. The piping location must not affect the building function. An obvious example is running piping across a door opening.
7. Install horizontal piping with a slight pitch and take all branch connections from the top so that any entrapped air will flow to high points.
8. Provide air vent devices at all high points .
9. Provide a short pipe connection and gate valve at all low points in order to drain the system.

This list does not include special features peculiar to each project, nor safety and code requirements.

HVAC Piping

THE PIPING INSTALLATION

سيتم سرد بعض الممارسات العامة الجيدة لتثبيت نظام الأنابيب :

١. يجب أن تكون الأنابيب بشكل عام موازية لبناء الجدران.
٢. يجب تقليل تغييرات الاتجاه لتقليل عدد التوصيلات.
٣. يجب أن يوفر التثبيت سهولة الوصول إلى المعدات وصيانتها. على سبيل المثال، لا تقم بتشغيل الأنابيب أمام لوحات التحكم.
٤. يجب أن تتجنب الأنابيب اختراق الروافد أو الأعضاء الهيكلية الأخرى. عندما يكون هذا أمرا لا مفر منه ، يجب استشارة المهندس الإنشائي.
٥. يجب ألا تتداخل الأنابيب مع المنشآت الأخرى. يجب التحقق من مخططات مجاري الهواء والإضاءة وما إلى ذلك.
٦. يجب ألا يؤثر موقع الأنابيب على وظيفة المبنى. مثال واضح على ذلك هو مرور الأنابيب عبر فتحة الباب.
٧. قم بتثبيت الأنابيب الأفقية مع درجة انحدار طفيفة وخذ جميع وصلات الفروع من الأعلى بحيث يتدفق أي هواء محاصر إلى نقاط عالية.
٨. يجب توفير أجهزة تنفيس الهواء في جميع النقاط المرتفعة.
٩. يجب توفير وصلة أنبوب قصيرة وصمام بوابة في جميع النقاط المنخفضة من أجل تفريغ النظام.

لا تتضمن هذه القائمة الميزات الخاصة المتعلقة بكل مشروع ، ولا متطلبات السلامة والمواصفات العامة codes .

HVAC

Reference: **Air conditioning Principles and systems An Energy Approach**
Edward G. Pita

Thank you very much