

### عایق کاری

- پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود :
- ۱- عایق حرارتی را تعریف کرده، انواع آن را نام ببرد.
  - ۲- ویژگی‌ها و کاربرد پشم شیشه، پشم معدنی و پشم سنگ را شرح دهد.
  - ۳- ویژگی‌ها و کاربرد عایق لایه‌ی هوا و خلأ را توضیح دهد.
  - ۴- کاربرد فویل آلومینیم را بنویسد.
  - ۵- ویژگی‌ها و کاربرد عایق‌های رطوبتی را شرح دهد.
  - ۶- ویژگی‌ها و کاربرد عایق صدا را توضیح دهد.
  - ۷- شیوه‌ی عایق کاری لوله‌ها، کانال‌ها و مخازن را شرح دهد.

### ۱۲- عایق کاری

- در تأسیسات گرمایی، برای کم کردن تلفات حرارتی سطوح مختلف ساختمان، لوله‌ها، کانال‌ها و مخازن و جلوگیری از نفوذ رطوبت و انتقال صدا، از مواد و مصالحی به نام «عایق» استفاده می‌شود. عایق‌ها به سه دسته‌ی حرارتی (هدایتی، هم‌رفتی و تشعشعی)، رطوبتی و صوتی تقسیم‌بندی می‌شوند.
- ۱۲-۱- شرایط عایق کاری**
- عایق کاری لوله‌ها، کانال‌ها و مخازن، باید براساس شرایط و ضوابط زیر انجام گیرد.
- ۱- جنس عایق و روکش آن، باید برای کار در دمای سیستم لوله‌کشی و شرایط محل مناسب باشد.
  - ۲- جنس عایق و روکش آن، باید با آنچه در مقررات ملی ساختمان، برای حفاظت آن منطقه از ساختمان در برابر آتش مقرر شده، مطابقت داشته باشد.
  - ۳- استفاده از مواد و مصالح سوختی (Combustible)، به عنوان عایق، روکش عایق و دیگر مواد کمکی از قبیل چسب، نوارچسب و غیره، مجاز نیست.
  - ۴- قسمت‌هایی از لوله که از دیوار آتش عبور می‌کند، نباید عایق یا روکش عایق داشته باشد.
  - ۵- حداقل ضخامت عایق لوله در تأسیسات گرمایی و سرمایی، در جدول (۱۲-۱) داده شده است.

جدول ۱-۱۲- حداقل ضخامت عایق لوله به میلی متر\*

سیستم	قطر نامی لوله (mm)							حداکثر فشار	دامنه دمای کار
	۲۰۰ و بیشتر	۱۵۰ تا ۱۲۵	۱۰۰ تا ۶۵	۵۰ تا ۳۲	۲۵ و کمتر	۲۵	انشعاب ها تا +۵°	بار	°C
تأسیسات گرمایی با آب گرم کننده	۷۵	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۲۵	۱۱	تا ۱۲۰
	۷۵	۶۵	۵۰	۳۸	۳۸	۳۸	۲۵	۱۰/۳	۱۷۵-۱۲۱
	۷۵	۶۵	۵۰	۳۸	۳۸	۳۸	۲۵	۲۱	۲۳۰-۱۷۶
تأسیسات گرمایی بخار با	۷۵	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۲۵	۱	تا ۱۲۰
	۷۵	۶۵	۵۰	۳۸	۳۸	۳۸	۲۵	۴	۱۵۲-۱۲۱
	۷۵	۶۵	۵۰	۳۸	۳۸	۳۸	۲۵	۸/۵	۱۷۵-۱۵۳
تأسیسات سرمایی با آب سرد کننده	۲۵	۳۵	۲۵	۲۰	۱۳	۱۳	۱۳	۸/۵	۱۲/۸-۴/۴

\* مقادیر جدول برای قابلیت هدایت گرمایی عایق برابر  $\left[ \text{BTU} \cdot \text{in} / (\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}^\circ) \right] (0.23) (0.034 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K}))$  و دمای محیط ۲۴ درجه سانتی گراد تنظیم شده است.  
+ ضخامت عایق لوله انشعاب تا قطر ۵ میلی متر برای حالتی مقرر شده است که طول انشعاب از ۳/۶ متر بیشتر نباشد.

شده است تفاوت داشته باشد، ارقام ضخامت باید با روش های مهندسی مورد تأیید، تصحیح شود.

۶- اگر قابلیت هدایت گرمایی عایق با  $\left( \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right) (0.34)$  و دمای محیط با ۲۴ درجه سانتی گراد که جدول برای آن تنظیم

۷- اگر لوله در معرض یخ‌زدن باشد، ضخامت عایق باید با روش‌های مهندسی مورد تأیید (به‌منظور جلوگیری از یخ‌زدن سیال داخل لوله) تصحیح شود؛ یا برای جلوگیری از یخ‌زدن، از روش‌های دیگری جز عایق‌کاری، استفاده شود.

## ۱۲-۲- لازم نبودن عایق‌کاری

در موارد زیر، لازم نیست لوله‌ها عایق‌حرارتی شوند:

۱- در لوله‌کشی داخلی دستگاه‌هایی که در کارخانه‌ی سازنده، عایق شده باشند.

۲- برای هر سیستم لوله‌کشی که دمای سیال داخل آن بین ۱۲/۸ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد (۵۵ تا ۱۰۵ درجه فارنهایت) باشد.

۳- لوله‌هایی که سیال داخل آن‌ها با استفاده از سوخت‌های فسیلی یا انرژی الکتریکی، گرم و یا سرد نشده باشد.

۴- اگر انتقال گرما از جدار بدون عایق لوله، (از داخل لوله به خارج یا از خارج به داخل لوله) مقدار کل انرژی مورد نیاز ساختمان را افزایش ندهد.

## ۱۲-۳- عایق‌های حرارتی

عایق‌های حرارتی مواد و مصالحی هستند که مقاومت زیادی در برابر عبور گرما دارند و می‌توان به‌وسیله‌ی آن‌ها تا آنجا که ممکن است، از انتقال حرارت محل گرم‌شده، لوله‌های حامل آب گرم، کانال‌های هوای گرم و دستگاه‌هایی مثل دیگ، منابع تولید آب گرم مصرفی، دستگاه هواساز، پکیج و کوره‌ی هوای گرم به بیرون - که یک انتقال حرارت ناخواسته است - جلوگیری کرد تا در مصرف سوخت صرفه‌جویی شود. رسیدن به این هدف، با به‌کار بردن عایق‌های حرارتی ممکن می‌گردد.

۱-۲-۳- عایق هدایتی حرارت: عایق هدایتی حرارت، عایقی است که از انتقال حرارت به‌روشن هدایت، جلوگیری می‌کند. انواع مختلف عایق‌های هدایتی حرارت، عبارت‌اند از:

- پشم شیشه<sup>۱</sup>: این ماده با وزش بخار آب بر روی الیاف تهیه شده از شیشه‌ی مذاب تهیه می‌شود. جرم مخصوص آن بین ۱۴۴ تا  $\frac{kg}{m^3}$  ۱۶۰ و حداکثر درجه حرارت کار آن ۴۵۰°C است.

- پشم معدنی<sup>۲</sup>: عایق پشم معدنی با وزش بخار آب روی الیاف «تهیه شده» از سنگ آهک خاک‌رس دار گداخته و یا سرباره‌ی ذوب آهن تهیه می‌شود. برای عایق‌کاری دمای پائین، پشم معدنی به‌وسیله‌ی یک ورقه‌ی کاغذ قیراندود پوشیده می‌شود. برای دمای بالا، از پشم معدنی مجهز به ورقه‌ی آلومینیمی و یا توری گالوانیزه - مانند شکل (۱-۱۲) - استفاده می‌شود. بیش‌ترین کاربرد پشم معدنی، در عایق‌کاری ساختمان‌ها، دیگ‌ها، کوره‌ها و منابع تولید آب گرم مصرفی است. حد درجه حرارت پیشنهادی به‌کارگیری این عایق، ۵۵۰°C است که البته این میزان، به جنس مواد به‌کار برده شده در پشم معدنی، بستگی دارد.

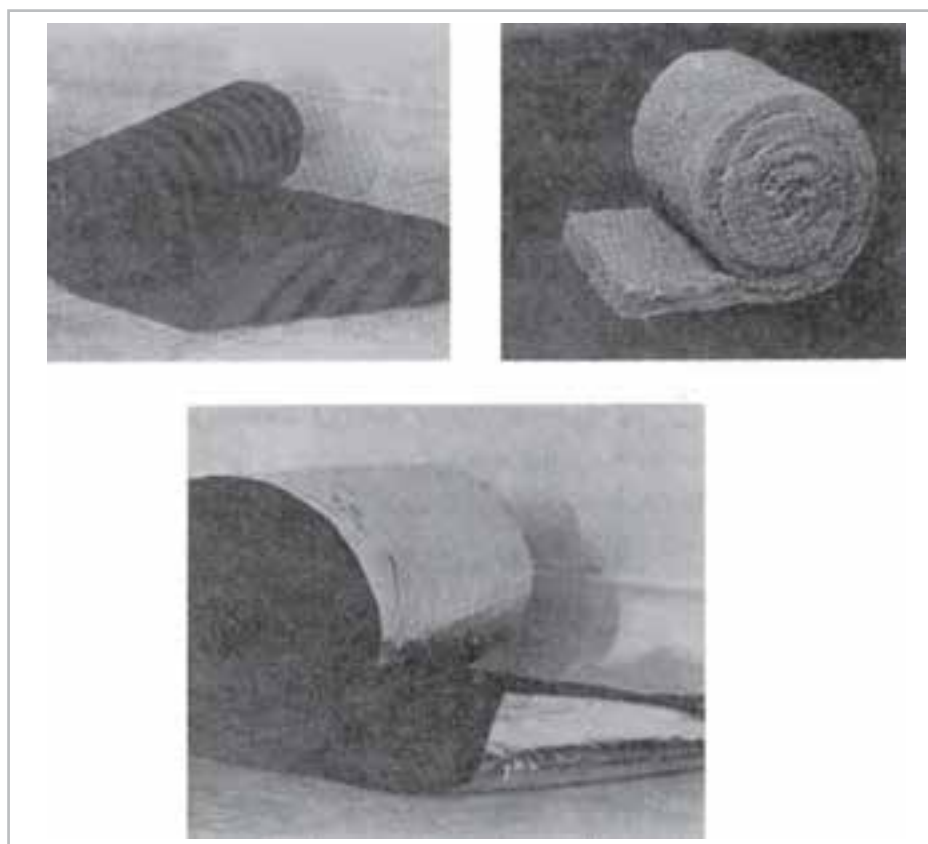
- پشم سنگ<sup>۳</sup>: این عایق از سنگ‌های طبیعی سیلیس‌دار ساخته می‌شود. پشم سنگ از عبور الیاف سنگ مذاب از میان بخار آب و یا هوای گرم ساخته می‌شود. دمای حد کاربرد آن ۸۵۰°C است. کاربرد پشم سنگ، مانند پشم معدنی است.

عایق پیش‌ساخته‌ی لوله‌ای (عایق قالبی): از پشم شیشه و پشم سنگ فشرده شده، عایق‌هایی به‌صورت لوله می‌سازند به‌طوری‌که، قطر داخلی آن‌ها برابر قطر خارجی لوله‌ها و ضخامت جداره‌ی عایق، برابر ۱،  $\frac{1}{4}$  و ۲ اینچ است. طول این عایق‌ها برابر ۹۰ سانتی‌متر است. در قطرهای کوچک (تا ۲ اینچ) به‌صورت یک تکه است که یک طرف آن بریده شده است و برای عایق کردن لوله، آن را از قسمت بریده شده، باز کرده، بر روی لوله می‌اندازند. قطرهای بزرگ‌تر به‌صورت دو تکه ساخته می‌شود. عایق‌های پیش‌ساخته‌ی لوله را بدون روکش، برای داخل موتورخانه و قسمت‌هایی از داخل ساختمان که بعداً آن را روکش متقابل، ماستیک و رنگ می‌کنند ساخته می‌شوند و با روکش کاغذی برای محل‌هایی از داخل ساختمان که نیازی به

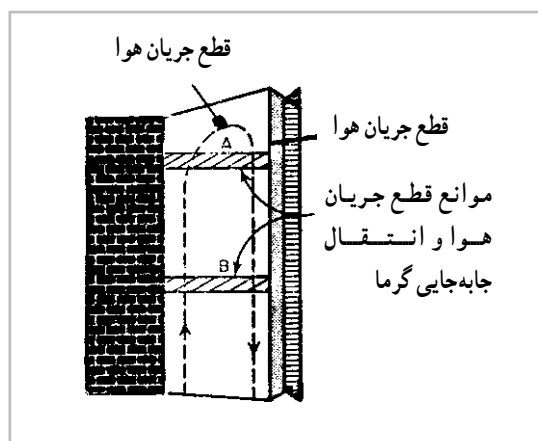
۱- Glass Wool (glass fibre)

۲- Mineral Wool

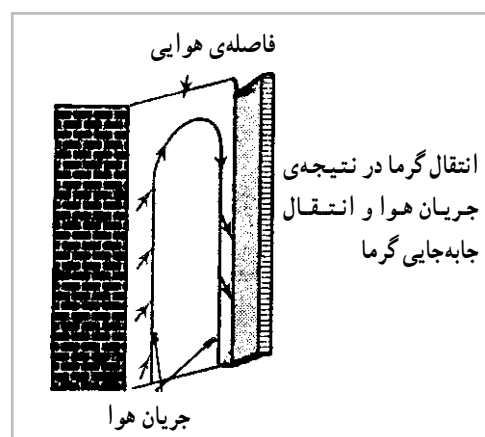
۳- Rock Wool



شکل ۱-۱۲



شکل ۳-۱۲



شکل ۲-۱۲

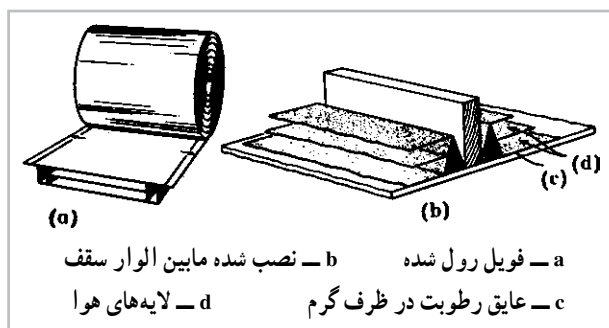
اگر سطوح تبادل کننده‌ی حرارت ساختمان، مانند دیوارها، سقف، کف، در و شیشه‌ی پنجره‌ها را به صورت دوجداره بسازیم - شکل (۱۲-۲) - از انتقال حرارت توسط این جداره‌ها، به روش هدایت به میزان بسیار زیادی کاسته می‌شود؛ چون ملکول‌های این دو جدار یا در تماس با یک دیگر نیستند و یا این که بسیار کم

روکش ندارند و با روکش آلومینیم به عنوان عایق هدایتی و حرارتی برای خارج ساختمان تولید می‌شوند.

**۱۲-۳-۲- عایق هم‌رُفتی حرارت:** عایق هم‌رُفتی حرارت، عایقی است که از انتقال حرارت به روش هم‌رُفتی از یک جدار به جدار دیگر جلوگیری می‌کند.

آلومینیم ۹۵ درصد، اشعه‌ی حرارتی را منعکس می‌کند. کمی نشر و شدت انعکاس زیاد اشعه‌ی حرارتی، فویل آلومینیم<sup>۱</sup> را یک ماده‌ی مناسب برای عایق کاری مطمئن می‌سازد. آلومینیم را به عنوان یک عایق حرارتی، مانند شکل (۵-۱۲) به صورت رول می‌سازند که پس از باز شدن، لایه‌هایی از هوا در بین ورقه‌های آلومینیمی تشکیل می‌شود که در این جا آلومینیم عایق تشعشعی و هوا عایق هدایتی محسوب می‌شود؛ از این عایق برای عایق نمودن سقف منازل استفاده می‌شود.

یادآوری: به عنوان عایق تشعشعی - هدایتی می‌توان از پشم شیشه، پشم معدنی و یا پشم سنگ که دارای روکش آلومینیم است نیز، استفاده کرد.



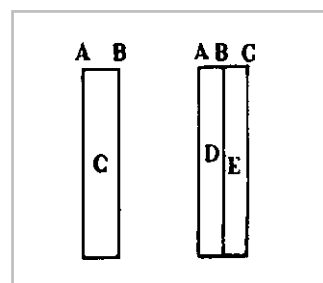
شکل ۱۲-۵

#### ۱۲-۴- عایق رطوبتی

نفوذ رطوبت به داخل عایق‌های هدایتی، باعث کاهش خاصیت عایقی آن‌ها می‌شود. برای جلوگیری از این نفوذ، در عایق‌های سطوح ساختمانی (نظیر دیوار، سقف و کف) و عایق لوله‌های حامل سیال گرم و هم‌چنین برای جلوگیری از تماس رطوبت زمین با لوله‌های فلزی (که باعث زنگ‌زدگی آن‌ها می‌شود)، باید از عایق‌های رطوبتی استفاده گردد. عایق‌های رطوبتی موادی هستند که از نفوذ رطوبت از یک طرف به طرف دیگر، جلوگیری می‌نمایند. تعدادی از این عایق‌ها که در تأسیسات به کار برده می‌شوند عبارت‌اند از کلیه‌ی اجسامی که آغشته به قیر شده باشند مانند گونی، کاغذ و هم‌چنین مواد لاستیکی، پلاستیکی و نظایر آن‌ها. به عنوان مثال روی عایق‌های پشم شیشه، پشم معدنی

با هم در تماس هستند. در این صورت انتقال حرارت بین این دو جدار، از طریق هم‌رفتی به وسیله‌ی ملکول‌های هوا انجام می‌گیرد. برای جلوگیری از این انتقال حرارت، باید از جابه‌جایی ملکول‌های هوا جلوگیری نمود، به عبارت دیگر، باید با قراردادن موانعی افقی در فضای بین دو دیوار، هوا را تا حد امکان ساکن کرد (شکل ۳-۱۲).

در مورد پنجره‌ها برای جلوگیری از نفوذ گرما باید - مانند شکل (۴-۱۲) - از شیشه‌های دو جداره و یا سه جداره استفاده کرد. در شیشه‌های دو جداره، در بین دو سطح شیشه‌ی A و B لایه‌ی هوایی C است.



شکل ۱۲-۴

هم‌چنین در شیشه‌های سه جداره، در وسط سه سطح A و B و C لایه‌های هوایی D و E وجود دارد. با وجود این‌که شیشه‌های دولایه و سه‌لایه مانع خوبی بر سر راه عبور گرما به طریق هدایت هستند، ولی از نظر تشعشع و عبور اشعه‌ی آفتاب، مانعی محسوب نمی‌شوند.

ایجاد خلأ در فاصله‌ی بین دو جدار، روش بسیار کارآمدی است در جلوگیری از انتقال حرارت به روش هدایت و هم‌رفتی. چون در فاصله‌ی بین دو جدار، ملکولی وجود ندارد که حرارت را به روش هدایت و یا هم‌رفت منتقل کند. استفاده از خلأ در حال حاضر در ساخت ظروف نگهداری غذا و فلاسک‌های نوشابه کاربرد زیادی دارد.

۱۲-۳-۳- عایق تشعشعی حرارت: عایق تشعشعی حرارت، عایقی است که از جذب اشعه‌ی حرارتی به وسیله‌ی جسم جلوگیری کرده، آن را منعکس می‌کند.

و پشم سنگ را گاهی اوقات با کاغذ یا پارچه‌ی قیراندود و هم‌چنین مواد لاستیکی و پلاستیکی می‌پوشانند تا از نفوذ رطوبت جلوگیری شود. در تأسیسات گازرسانی، برای جلوگیری از زنگ‌زدن و پوسیدن لوله‌های روی کار، از ضد زنگ و رنگ روغنی و برای لوله‌های زیرکار، از نوار پلاستیکی و رنگ مخصوص زیر کار (پرایمر) استفاده می‌شود.

## ۵-۱۲- عایق صدا

عایق صدا، عایقی است که از انتقال صدا از یک محل به محل دیگر جلوگیری می‌کند. مسئله‌ی کنترل صدای حاصل از کار و انتیلاتورهای کوره‌ی هوای گرم، دستگاه‌های هواساز و پکیج‌های تهویه‌ی مطبوع، نصب صداگیر بر روی دهانه‌ی خروجی هوای این دستگاه‌ها و رساندن «دسیبل<sup>۱</sup>» صدای هوای آن‌ها به دسیبل مجاز صدا در قسمت‌های مختلف ساختمان، (اطاق عمل بیمارستان‌ها، بخش‌های خاص بیمارستانی و ...) یک کار مهندسی و تخصصی است. اما درمورد آنچه که در حدّ این برنامه است، مانند ارتعاشات دستگاه‌ها که باعث ایجاد صدا می‌شود و نصب لرزه‌گیر در زیر شاسی پمپ‌ها و بر روی لوله‌های مکش و رانش آن‌ها قبلاً مطالب لازم گفته شده است.

در زیر هواسازها و پکیج‌های تهویه‌ی مطبوع نیز، لرزه‌گیرهایی - مطابق شکل (۵-۱۹) - قرار می‌دهند و کانال‌های رفت و برگشت و هوای تازه را نیز توسط اتصالات قابل ارتجاع، (اتصالات برزنتی) به دستگاه‌های مذکور متصل می‌سازند.

## ۶-۱۲- عایق‌کاری

منظور از عایق‌کاری، عایق نمودن لوله‌ها، کانال‌ها و مخازن با عایق حرارتی (هدایتی و تشعشعی)

۱-۶-۱۲- عایق‌کاری لوله‌ها: لوله‌ها ممکن است به صورت دفنی (زیرکف)، توکار (داخل کانال، شافت و سقف کاذب) و یاروکار در داخل و یا خارج از ساختمان باشند.

عایق‌کاری لوله‌ها به‌روش مقابل انجام می‌گیرد<sup>۲</sup>:

۱- لوله‌ها از مواد و مصالح ساختمانی، نظیر خاک، گچ و سیمان تمیز می‌شوند.

۲- لوله‌های سیستم گرم‌کننده دویار ضدزنگ زده می‌شوند.

۳- لوله‌های دفنی و توکار با عایق پشم‌شیشه و یا پشم‌سنگ پتویی، با روکش کاغذ (که به‌عرض مناسب با محیط لوله، با آره از روی رول عایق بریده می‌شوند) پوشیده شده، بر روی آن‌ها مفتول گالوانیزه (مفتول عایق) پیچیده می‌شود.

۴- لوله‌های روکار داخل یا خارج ساختمان به‌یکی از سه‌روش زیر عایق می‌شوند:

الف) به‌صورت لوله‌های توکار عایق شده، پس از آن مانند لوله‌های موتورخانه (که بعداً گفته خواهد شد) تکمیل و رنگ آمیزی می‌شوند.

ب) پس از انجام مراحل ۱ و ۲، عایق‌کاری لوله‌های توکار با عایق پیش‌ساخته (روکش کاغذی و یا روکش آلومینیمی که عایق هدایتی و تشعشعی برای لوله‌های خارج ساختمان است) عایق می‌شوند.

پ- در کارخانه‌ها پس از انجام مراحل ۱ و ۲، عایق‌کاری لوله‌های توکار، با عایق پیش‌ساخته‌ی بدون روکش، عایق شده، بر روی آن‌ها ورق آلومینیم یا ورق گالوانیزه (مانند کانال‌سازی گرد) کشیده می‌شود.

توجه: تمام لوله‌های آب گرم و برگشت آب گرم مصرفی، دقیقاً مانند لوله‌های سیستم گرم‌کننده (به‌جز ضدزنگ زدن) عایق می‌شوند.

۲-۶-۱۲- عایق‌کاری کانال‌ها: کانال‌ها ممکن است، به صورت توکار (داخل کانال ساختمانی زمینی، شافت و سقف کاذب) و یا روکار (داخل و یا خارج از ساختمان) باشند.

عایق‌کاری کانال‌ها به‌روش زیر انجام می‌شود:

۱- کانال‌ها از مواد و مصالح ساختمانی، نظیر خاک، گچ، سیمان و غیره تمیز می‌شوند.

۱- واحد اندازه‌گیری شدت صدا Decibel -۱

۲- عایق‌کاری لوله‌های موتورخانه در قسمت موتورخانه بیان می‌گردد.

۲- فقط آن قسمت از کانال‌های رفت و برگشت هوای گرم که از محیط گرم نشده می‌گذرند، عایق می‌شوند.

۳- کانال‌های توکار، با عایق پشم شیشه و یا پشم سنگ با روکش کاغذ، عایق شده، بر روی آن‌ها، مفتول گالوانیزه پیچیده می‌شود.

۴- کانال‌های روکار داخل و یا خارج از ساختمان با عایق پشم شیشه و یا پشم سنگ با روکش کاغذ، عایق شده، بر روی آن‌ها مفتول گالوانیزه پیچیده می‌شود و مانند کانال‌های موتورخانه (که بعداً گفته خواهد شد) تکمیل و رنگ آمیزی می‌شوند.

۳-۶-۱۲- عایق کاری موتورخانه: منظور از عایق کاری موتورخانه، عایق کاری لوله‌ها، کانال‌های مربوط به دستگاه‌های هواساز و مخازن آب گرم و انبساط باز است.

#### عایق کاری لوله‌ها

۱- لوله‌ها از مواد و مصالح ساختمانی نظیر خاک، گچ و سیمان و غیره تمیز می‌شوند.

۲- لوله‌های رفت و برگشت سیستم گرم کننده دوبار ضدزنگ زده می‌شوند.

۳- لوله‌های رفت و برگشت سیستم گرم کننده و نیز لوله‌های آب گرم و برگشت آب گرم مصرفی، یا با عایق پشم شیشه‌ی (یا پشم سنگ) روکش کاغذی، عایق شده، بر روی آن‌ها مفتول گالوانیزه پیچیده می‌شود، و یا با عایق پیش ساخته‌ی بدون روکش عایق شده، درز قطعات عایق، نوار چسب کاغذی زده می‌شود.

۴- برای صاف شدن سطح عایق و نیز جلوگیری از نفوذ آب به داخل عایق لوله، بر روی آن نوار پلاستیکی به عرض ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر پیچیده می‌شود.

۵- برای صاف شدن کامل سطح عایق، از مقوای مخصوصی (نظیر مقوای جعبه‌ی شیرینی) استفاده کرده، آن‌ها را به عرض مناسب با قطر عایق لوله‌ها بریده، به دور عایق لوله می‌بندند و لبه‌ی مقوا را نوار چسب کاغذی می‌زنند.

۶- زانو‌ها و سراهی‌ها را با پیچیدن یک نوع کاغذ مخصوص به نام کاغذ کشی و یا باریکه‌های مقوا بر روی عایق آن‌ها صاف و یک نواخت می‌کنند.

۷- لوله‌ها (به صورتی که در مباحث آینده بیان خواهد شد) تکمیل و رنگ آمیزی می‌شوند.

#### عایق کاری کانال‌ها

۱- کانال‌ها از مواد و مصالح ساختمانی، نظیر خاک، گچ و سیمان و غیره تمیز می‌شوند.

۲- کانال‌های رفت و برگشت با عایق پشم شیشه و یا پشم سنگ با روکش کاغذ، عایق شده، بر روی آن‌ها مفتول گالوانیزه پیچیده می‌شود.

۳- در آخر به صورتی که در فصل‌های آینده بیان خواهد شد، تکمیل و رنگ آمیزی می‌شوند.

#### مخازن آب گرم مصرفی و انبساط باز

۱- تمام سطوح مخازن آب گرم مصرفی و انبساط باز، از مواد و مصالح ساختمانی نظیر خاک، گچ و سیمان و غیره تمیز می‌شوند.

۲- عایق پشم شیشه و یا پشم سنگ با روکش کاغذ، به ابعاد لازم بریده شده، پس از بسته شدن به دور مخازن، بر روی آن مفتول گالوانیزه پیچیده می‌شود.

۳- سرانجام به صورتی که در زیر بیان می‌شود، تکمیل و رنگ آمیزی می‌گردد.

پارچه پیچی: برای بستن پارچه به دور لوله‌ها، کانال‌ها و مخازن آب گرم مصرفی و انبساط باز، به روش زیر عمل می‌شود.  
۱- داخل بشکه‌ای به حجم حدود ۴۰ لیتر، مقدار لازم مل، چسب چوب و آب مخلوط شده، مایع چسبناک و غلیظی آماده می‌گردد.

۲- پارچه‌ی متقالی به اندازه‌های لازم بریده، داخل بشکه کاملاً به مایع «ساخته شده» آغشته می‌گردد.

۳- پارچه‌ی آغشته به مل و چسب چوب را به دور عایق لوله‌ها، کانال‌ها و مخازن بسته، دو لبه‌ی آن را بر روی هم قرار می‌دهند و با کشیدن پارچه آن را بر روی عایق محکم و صاف می‌کنند؛ به این ترتیب، تمام منافذ پارچه گرفته شده است.

رنگ آمیزی: پس از آن که پارچه‌ی روکش عایق، خشک شد، به ترتیب زیر رنگ آمیزی می‌شود:

۱- رنگ کلاً به صورت یک دست آستری و یک دست

رنگ نهایی زده می‌شود.

۲- بر روی لوله‌ها، کانال‌ها و مخازن آب گرم و انبساط باز که عایق شده‌اند، رنگ «روغنی سفید شیری» زده می‌شود.

۳- روی لوله‌های گاز سوخت، رنگ «روغنی زرد» زده می‌شود.

۴- بر روی لوله‌های آتش‌نشانی، رنگ «روغنی قرمز» زده می‌شود.

۵- روی لوله‌های آب سرد و گازوئیل، رنگ «روغنی سفید شیری» زده می‌شود.

۶- بر روی لوله‌های هواگیری، تخلیه و تکیه‌گاه‌ها، پایه‌ها و بست‌ها، رنگ «روغنی مشکی» زده می‌شود.

**علامت‌گذاری لوله‌ها:** لوله‌ها به وسیله‌ی نوارچسب رنگی به شرح زیر علامت‌گذاری می‌شوند.

۱- پهنای نوار چسب باید ۴ سانتی‌متر باشد و به صورت حلقه به دور لوله بسته می‌شود.

۲- فاصله‌ی دو نوار که باید بر روی لوله، کنارهم زده شوند، ۴ سانتی‌متر خواهد بود.

۳- نوارچسب‌ها، در محل دستگاه‌ها (دیگ‌ها، مخازن و پمپ‌ها)، شیرها و در محل ورود و خروج لوله‌ها از دیوارها، به فاصله‌ی ۳ متر از یک‌دیگر بر روی لوله‌ها بسته می‌شوند.

۴- جهت جریان سیال داخل لوله، با فلش بر روی آن مشخص می‌شود.

۵- فلش در دو سمت لوله و در تراز محور آن زده می‌شود.

۶- طول فلش ۳۰ سانتی‌متر و عرض آن ۲/۵ سانتی‌متر است.

۷- تعداد و رنگ نوارچسب برای مصارف مختلف، متفاوت است:

تعدادنوار رنگ نوار

الف - لوله‌های آب رفت و برگشت سیستم ۱ نارنجی گرم‌کننده

ب - لوله‌های آب گرم و برگشت آب گرم مصرفی ۲ آبی روشن

پ - لوله‌های آب سرد مصرفی ۱ آبی روشن

ج - لوله‌های گازوئیل ۱ قهوه‌ای



## پرسش و تمرین

- ۱- عایق کاری به چه منظوری انجام می‌شود؟
- ۲- شرایط عایق کاری را بنویسید.
- ۳- مواردی را که لازم نیست لوله‌ها عایق حرارتی شوند، شرح دهید.
- ۴- عایق حرارتی را تعریف نمایید.
- ۵- عایق هدایتی حرارت را تعریف کنید.
- ۶- پشم شیشه چیست و چگونه ساخته می‌شود؟
- ۷- پشم معدنی چگونه و از چه چیزی ساخته می‌شود؟
- ۸- روش درست کردن پشم سنگ را شرح دهید.
- ۹- عایق پیش ساخته‌ی لوله‌ای را توضیح دهید.
- ۱۰- عایق هم‌رفتی حرارت را شرح دهید.
- ۱۱- استفاده از خلأ به منظور جلوگیری از انتقال حرارت چگونه است؟
- ۱۲- عایق تشعشعی حرارت را توضیح دهید.
- ۱۳- عایق رطوبتی را شرح دهید.
- ۱۴- عایق صدا را شرح دهید.
- ۱۵- چرا عایق کاری انجام می‌شود؟
- ۱۶- روش عایق کاری لوله‌های دفنی و توکار را شرح دهید.
- ۱۷- روش عایق کاری لوله‌های روکار داخل و یا خارج از ساختمان را شرح دهید.
- ۱۸- عایق کاری کانال‌های توکار چگونه انجام می‌شود؟
- ۱۹- روش عایق کاری کانال‌های روکار را شرح دهید.
- ۲۰- روش عایق کاری لوله‌های داخل موتورخانه را شرح دهید.
- ۲۱- روش عایق کاری کانال‌های داخل موتورخانه را توضیح دهید.
- ۲۲- چگونگی عایق کاری مخازن آب گرم و انبساط باز را توضیح دهید.
- ۲۳- روش بستن پارچه به لوله‌ها، کانال‌ها و مخازن را شرح دهید.
- ۲۴- رنگ آمیزی لوله‌ها، کانال‌ها، مخازن، تکیه گاه‌ها، پایه‌ها و بست‌ها را شرح دهید.
- ۲۵- علامت گذاری لوله‌ها چگونه انجام می‌شود؟