

جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

مشخصات فنی عمومی  
تاسیسات مکانیکی ساختمان ها  
(جلد چهارم)  
عایق کاری

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

مشخصات فنی عمومی تأسیسات  
مکانیکی ساختمان‌ها  
(جلد چهارم)  
عایق کاری

نشریه شماره ۱۲۸-۴

معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

۱۳۸۳

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۳/۰۰/۹۵

## فهرستبرگه

### سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها / معاونت امور فنی، دفتر امور فنی،  
تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله. - تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور،  
معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۳.

ج: مصور. - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش  
خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۱۲۸-۴) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛  
(۸۳/۰۰/۹۵

ISBN 964-425-583-6 (vol 4)

مندرجات: ج.۱. تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع. - ج.۲. تأسیسات بهداشتی. -  
ج.۳. کانال‌کشی. - ج.۴. عایق کاری

۱. تأسیسات - استانداردها. ۲. مکانیک - مهندسی - استانداردها. ۳. تهویه مطبوع -  
مشخصات. ۴. لوله‌کشی - مشخصات. ۵. ساختمان‌سازی - استانداردها. الف. سازمان مدیریت و  
 برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۸۳ ش. ۱۲۸ س. ۲۶۸ / TA

شابک ۶-۵۸۳-۴۲۵-۹۶۴ (جلد ۴)

مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها، جلد چهارم: عایق کاری  
ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک  
علمی، موزه و انتشارات

چاپ اول، ۳۰۰۰ نسخه

قیمت: ۲۵۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۳

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: چاپخانه تک گل

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



بسمه تعالیٰ

ریاست جمهوری

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

رئیس سازمان

۱۰۱/۱۸۳۳۳۹	شماره:	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مشاوران و پیمانکاران
۱۳۸۳/۱۰/۵	تاریخ:	
موضوع: مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها، جلد چهارم: عایق کاری		

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (تصویب شماره ۲۴۵۲۵/ت ۱۴۸۹۸)، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیئت محترم وزیران، به پیوست نشریه شماره ۱۲۸-۴ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها، جلد چهارم: عایق کاری» از نوع گروه اول، ابلاغ می‌گردد؛ تا از تاریخ ۱۳۸۴/۱/۱ به اجرا درآید.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های عمرانی الزامی است.

حیدر شرکاء  
معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان



## اصلاح مدارک فنی

### خواننده گرامی :

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آنرا برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است . با وجود تلاش فراوان ، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی ، فنی ، ابهام ، ایهام و اشکالات موضوعی نیست .

از این‌رو ، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را بصورت زیرگزارش فرمایید :

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید .

۲- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید .

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید .

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید .

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشایش از همکاری و دفت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود .

نشانی برای مکاتبه : تهران، خیابان شیخ بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی  
کشور ، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mpor.org.ir>

صندوق پستی ۱۹۹۱۷ - ۴۵۴۸۱



## بسمه تعالی

### پیشگفتار

نقش موثر و تعیین کننده «مشخصات فنی عمومی»، در ارتقای کیفی (طراحی و) اجرای طرحهای عمرانی کشور که متنضم منافع و حفظ سرمایه‌های ملی است، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله را برآن داشت که در قالب وظایف اصلی خود، تحقق اهداف معاونت امور فنی در این زمینه را، درستور کار قرار دهد.

تهیه، تدوین و انتشار «مشخصات فنی و عمومی، تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها» در قالب نشریه‌های شماره ۱۲۸ برای اولین بار در کشور واژ اوآخر دهه شصت در دست اقدام دفتر مذکور قرار گرفته است، که نظر به گستردگی موضوع و کمبود افراد واجد صلاحیت و داوطلب در این زمینه، روند تکمیلی آن، ناگزیر با توجه به الوبت‌های متناسب با نیاز کارگاه‌ها تداوم می‌یابد.

این نشریه با عنوان «عایق کاری» که به موضوع‌های مرتبط با این قسمت از تاسیسات گرمایی، تعویض‌هوا و تهویه مطبوع می‌پردازد، توسط آقای مهندس سیدعلی طاهری تهیه، با همکاری و نظارت مستمر آقای مهندس حشمت‌الله منصف نهایی و تکمیل شده است. به این وسیله از خدمات مسئولانه ایشان تشکر و قد ردانی می‌شود.

با امید آن که توفیق تکمیل این مجموعه با تهیه تدریجی دیگر بخش‌ها، در آینده ای نزدیک فراهم آید. از مخاطبین محترم انتظار دارد با ارسال نظرات اصلاحی، این معاونت را در تصحیح و تکمیل محتوای نشریه حاضر در چاپ‌های بعدی یاری فرمایند.

معاونت امور فنی

۱۳۸۳ پاییز



## مقدمه

۱- این نشریه قسمت دیگری است از "بخش دوم - تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع" که به "عایق کاری" اختصاص دارد از مجموعه "مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان ها" تا کنون نشریات زیر رسمآ منتشر شده است :

- "(۲-۲) لوله کشی" از "۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع" - نشریه ۱۲۸-۱

- "(۲-۳) و (۳-۲) و (۴-۳)" از "۳- تاسیسات بهداشتی" - نشریه ۱۲۸-۲

- "(۴-۲) کanal کشی" ، از "۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع" - نشریه ۱۲۸-۳

نشریه ای که در دست دارد "(۵-۲) عایق کاری" ، اکنون به این مجموعه پیوسته است ، نشریه ۱۲۸-۴

۲- در طبقه بندی ، تنظیم مطالب و تدوین این نشریه نیز ، همان اصول اشاره شده در مقدمه نشریات قبلی این مجموعه ، رعایت شده است .

۳- در این نشریه مبانی انتخاب عایق و سایر مصالح عایق کاری از قبیل روکش عایق ، لایه مانع رطوبت ، نگهدارها و همچنین نصب عایق با استفاده از استانداردهای کشورهای صنعتی پیشرفته ارائه شده و بیش از همه متکی به منابع زیر است :

-ANSI/ASHRAE,SYSTEM AND EQUIPMENT HANDBOOK

-ASHRAE STANDARD 90.1

-BS 5970- Code of practice for Thermal insulation of pipework and equipment

۴- روش های متداول در انتخاب حمل ، نگهداری و نصب عایق در کشور ، چه در سیستم های تهویه مطبوع ساختمان های بزرگ و چه در سیستم های خنک کننده ای تبخیری ساختمان های کوچک ، هنوز غیرفنی و بعضاً فراموش شده است . در این نشریه اطلاعات مفیدی برای شناخت و تکامل وضعیت کنونی به سمت عایق کاری صنعتی پیشرفته ، در اختیار مهندسان مشاور ، پیمانکاران و سازندگان قرار گرفته است . برای راهنمایی مهندسانی که به اطلاعات بیشتری نیاز داشته باشند ، در هر مورد ، شماره استاندارد و مدارک مربوط معرفی شده است.

۵- در این نشریه موارد کلی و عمومی مرتبط با عایق کاری لوله های مورد استفاده در تاسیسات بهداشتی مورد بررسی قرار گرفته است . موارد ویژه عایق کاری لوله ها در تاسیسات بهداشتی در "(۷-۳) عایق کاری" از "۳- تاسیسات بهداشتی" مشخص می شود.

۶- در تهیه و تدوین این نشریه با توجه به اهمیت و نقش عایق کاری در بهینه سازی مصرف انرژی ، سعی برآن بوده است که تا حد امکان دقایق و حساسیت های کار مطرح شود ، گرچه این امر در مواردی شکل و ماهیت نشریه را به عنوان "مشخصات فنی" تحت تاثیر قرارداده است .



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

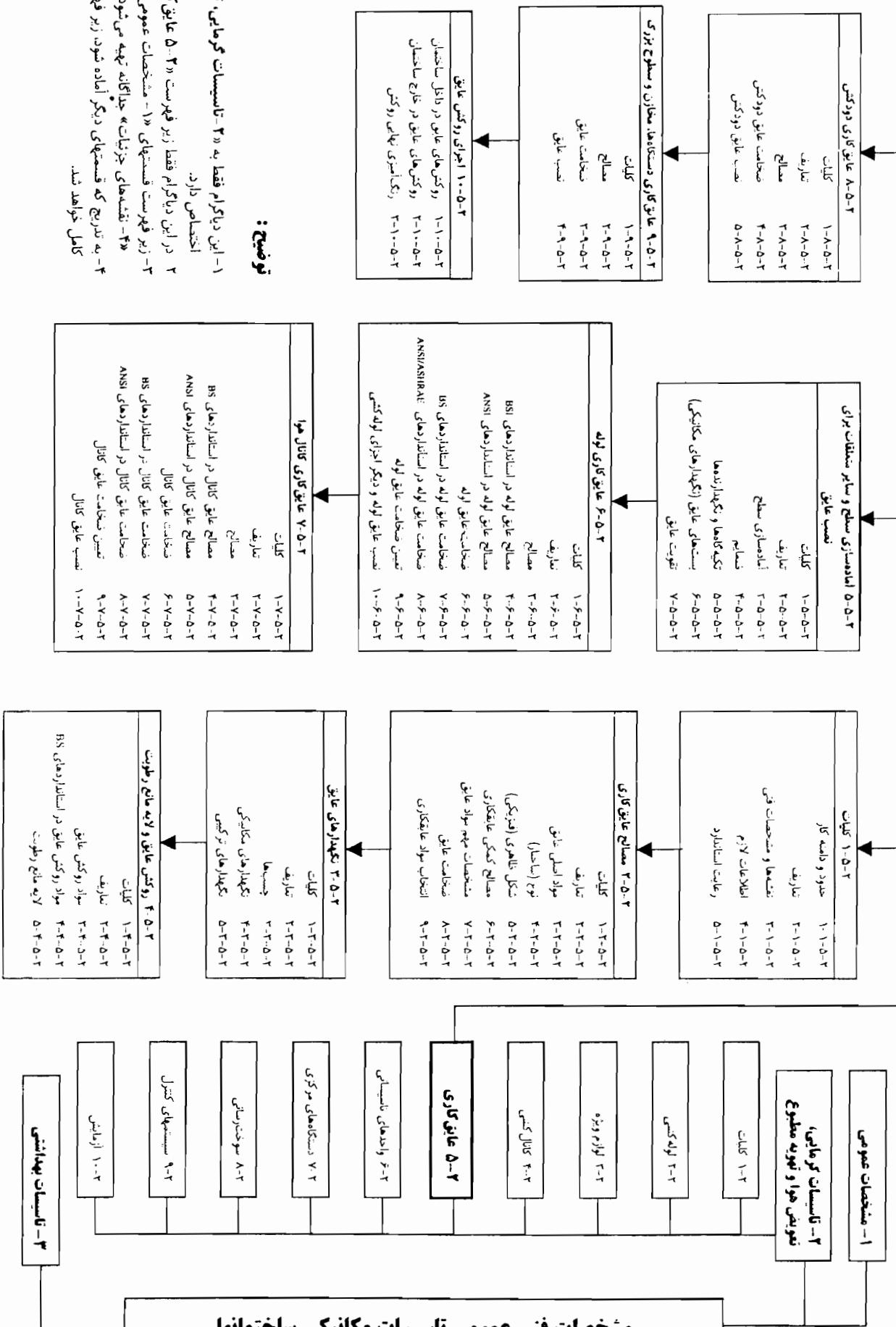
TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵-۲ عایق‌کاری ۲

	فهرست
<b>کلیات</b>	<b>۱-۵-۲</b>
حدود و دامنه کار	۱-۱-۵-۲
تعریف	۲-۱-۵-۲
نقشه‌ها و مشخصات فنی	۳-۱-۵-۲
اطلاعات لازم	۴-۱-۵-۲
رعایت استاندارد	۵-۱-۵-۲
<b>مصالح عایق‌کاری</b>	<b>۲-۵-۲</b>
کلیات	۱-۲-۵-۲
تعریف	۲-۲-۵-۲
مواد اصلی عایق	۳-۲-۵-۲
نوع (ساختار)	۴-۲-۵-۲
شکل ظاهری (فیزیکی)	۵-۲-۵-۲
مصالح کمکی عایق‌کاری	۶-۲-۵-۲
مشخصات مهم مواد عایق	۷-۲-۵-۲
ضرخامت عایق	۸-۲-۵-۲
انتخاب مواد عایق‌کاری	۹-۲-۵-۲
<b>نگهدارهای عایق</b>	<b>۳-۵-۲</b>
کلیات	۱-۳-۵-۲
تعریف	۲-۳-۵-۲
چسب‌ها	۳-۳-۵-۲
نگهدارهای مکانیکی	۴-۳-۵-۲
نگهدارهای ترکیبی	۵-۳-۵-۲
<b>روکش عایق و لایه مانع رطوبت</b>	<b>۴-۵-۲</b>
کلیات	۱-۴-۵-۲
تعریف	۲-۴-۵-۲
داد کش ملات	۳-۴-۸-۲

۱۰ از ۱۴	مواد روکش عایق در استانداردهای BS لایه مانع رطوبت	۴-۴-۵-۲ ۵-۴-۵-۲
۱۳ از ۱۴		
	آماده‌سازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق	۵-۵-۲
۱ از ۱۱	کلیات	۱-۵-۵-۲
۱۱ از ۱۱	تعاریف	۲-۵-۵-۲
۱۱ از ۳	آماده‌سازی سطح	۳-۵-۵-۲
۱۱ از ۳	ضمایم	۴-۵-۵-۲
۱۱ از ۵	تکیه‌گاهها و نگهدارنده‌ها	۵-۵-۵-۲
۱۱ از ۸	بسته‌های عایق (نگهدارهای مکانیکی)	۶-۵-۵-۲
۱۱ از ۱۱	تقویت عایق	۷-۵-۵-۲
	عایق کاری لوله	۶-۵-۲
۱ از ۴۹	کلیات	۱-۶-۵-۲
۲ از ۴۹	تعاریف	۲-۶-۵-۲
۲ از ۴۹	مصالح	۳-۶-۵-۲
۲ از ۴۹	مصالح عایق لوله در استانداردهای BSI	۴-۶-۵-۲
۱۰ از ۴۹	مصالح عایق لوله در استانداردهای ANSI	۵-۶-۵-۲
۱۴ از ۴۹	ضخامت عایق لوله	۶-۶-۵-۲
۱۵ از ۴۹	ضخامت عایق لوله در استانداردهای BS	۷-۶-۵-۲
۲۵ از ۴۹	ضخامت عایق لوله در استانداردهای ANSI/ASHRAE	۸-۶-۵-۲
۲۸ از ۴۹	تعیین ضخامت عایق لوله	۹-۶-۵-۲
۳۱ از ۴۹	نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی	۱۰-۶-۵-۲
	عایق کاری کanal هوا	۷-۵-۲
۱ از ۴۰	کلیات	۱-۷-۵-۲
۲ از ۴۰	تعاریف	۲-۷-۵-۲
۴ از ۴۰	مصالح	۳-۷-۵-۲
۵ از ۴۰	مصالح عایق کanal در استانداردهای BS	۴-۷-۵-۲
۱۴ از ۴۰	مصالح عایق کanal در استانداردهای ANSI	۵-۷-۵-۲
۱۸ از ۴۰	ضخامت عایق کanal	۶-۷-۵-۲
۱۸ از ۴۰	ضخامت عایق کanal در استانداردهای BS	۷-۷-۵-۲
۲۱ از ۴۰	ضخامت عایق کanal در استانداردهای ANSI	۸-۷-۵-۲
۲۳ از ۴۰	تعیین ضخامت عایق کanal	۹-۷-۵-۲
۳۷ از ۴۰	نصب عایق کanal	۱۰-۷-۵-۲

	<b>عایق کاری دودکش</b>	<b>۸-۵-۲</b>
۹ از ۱	کلیات	۱-۸-۵-۲
۹ از ۲	تعریف	۲-۸-۵-۲
۹ از ۲	مصالح	۳-۸-۵-۲
۹ از ۳	ضخامت عایق دودکش	۴-۸-۵-۲
۹ از ۴	نصب عایق دودکش	۵-۸-۵-۲
	<b>عایق کاری دستگاه‌ها، مخازن و سطوح بزرگ</b>	<b>۹-۵-۲</b>
۷ از ۱	کلیات	۱-۹-۵-۲
۷ از ۱	مصالح	۲-۹-۵-۲
۷ از ۲	ضخامت عایق	۳-۹-۵-۲
۷ از ۲	نصب عایق	۴-۹-۵-۲
	<b>اجرای روکش عایق</b>	<b>۱۰-۵-۲</b>
۱۱ از ۱	روکش‌های عایق در داخل ساختمان	۱-۱۰-۵-۲
۱۱ از ۷	روکش‌های عایق در خارج ساختمان	۲-۱۰-۵-۲
۱۱ از ۱۱	رنگ‌آمیزی نهایی روکش	۳-۱۰-۵-۲

# دیاگرام فهرست مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمانها



## **مشخصات فنى عمومى تاسيسات مکانيكى ساختمان‌ها**

**٢ تاسيسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**

**٥-٢ عايق‌كارى**

**١-٥-٢ کليات**



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲  
 عایق کاری ۵-۲  
 کلیات ۱-۵-۲

### فهرست

صفحه	عنوان	
۱ از ۸	حدود و دامنه کار	۱-۱-۵-۲
۴ از ۸	تعاریف	۲-۱-۵-۲
۶ از ۸	نقشه‌ها و مشخصات فنی	۳-۱-۵-۲
۶ از ۸	اطلاعات لازم	۴-۱-۵-۲
۸ از ۸	رعایت استاندارد	۵-۱-۵-۲



## ۱-۵-۲ کلیات

## ۱-۱-۵-۲ حدود و دامنه کار

**(الف)** ضوابطی که زیر (۱-۱-۲) حدود و دامنه کار آمده است بر قسمت (۵-۲) عایق کاری حاکم می باشد و رعایت آن الزامی است.

**(ب)** هرگونه عایق کاری در تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع و به منظورهای زیر، باید با رعایت ضوابط مندرج در این

قسمت از مشخصات فنی عمومی (۵-۲) عایق کاری صورت گیرد:

(۱) عایق کاری گرمایی (Thermal insulation) به منظور:

- ایجاد تأخیر در انتقال گرما

- حفاظت در برابر بخ زدن (Freezing)

- کاهش شدت صدا و ارتعاش (Acoustical insulation) که در این حالت ممکن است عایق عملکرد گرمایی نداشته باشد.

(۲) عایق کاری رطوبتی به منظور جلوگیری از نفوذ بخار آب به درون عایق.

**(پ)** هر گونه عایق کاری در تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع و در موارد زیر، باید با رعایت ضوابط مندرج در این قسمت

از مشخصات فنی عمومی (۵-۲) عایق کاری انجام شود:

(۱) لوله ها و اجزای لوله کشی

(۲) کانال ها و پلنوم های هوا

(۳) دودکش ها

(۴) کانال های هود آشپزخانه

(۵) دستگاه ها و مخازن

**(ت)** مصالح عایق کاری، شامل مواد زیر، باید بر اساس ضوابط مندرج در این قسمت از مشخصات فنی عمومی (۵-۲) عایق کاری

انتخاب شود:

(۱) جنس و شکل مواد عایق (Insulation materials) با روکش کارخانه ای یا بدون روکش.

(۲) روکش محافظ (Protective Covering) از قبیل ملات سیمان، انود گچی، ماستیک، ورق‌ها و فولیهای فلزی، منسوجات کارخانه‌ای، چتایی و غیره.

(۳) پرداخت نهایی (Facing) از قبیل رنگ و سایر محلول‌هایی که برای پوشش بکار می‌روند.

(۴) لایه مانع رطوبت (Vapor barrier) برای جلوگیری از نفوذ نم به درون عایق.

(۵) مصالح نصب عایق (Securing materials) شامل چسب‌ها، بسته‌ای مکانیکی از قبیل مفتول گالوانیزه، تسمه، نوار و غیره.

(ث) پیمانکار باید همه مواد و مصالح، لوازم، ابزار و نیروی کار مورد نیاز را که بر اساس فهرست بهای واحد پایه، نقشه‌ها، دستور کارها شکل‌ها و جدول‌ها، مشخص شده در این مشخصات فنی عمومی برای اجرای صحیح و کامل عایق کاری لازم است، تهیه، نصب و آماده بهره‌برداری نماید.

(ج) فقط پس از تصویب دستگاه نظارت ، پیمانکار می‌تواند نسبت به تهیه هر یک از اقلام مصالح اقدام نماید.

(چ) عایق کاری باید توسط افراد م梗ب و آموزش دیده در این رشته و طبق ضوابط مندرج در این قسمت از مشخصات فنی عمومی انجام شود. در مواردی که روش نصب مشخص نشده باشد، دستورالعمل نصب که از طرف سازنده منتشر شده است، ملاک عمل می‌باشد.

(ح) ملاحظات بهداشتی و ایمنی

پیمانکار باید احتیاط‌های بهداشتی و ایمنی لازم در ارتباط با بکارگیری مواد را به طور کامل رعایت کند. هشدارهای لازم نسبت به وجود خطرات احتمالی در کارگاه را گوشزد و وسائل حفاظتی لازم برای اجرای کار را فراهم نماید.

(خ) موارد زیر خارج از حدود این قسمت از مشخصات فنی عمومی (۵-۲) عایق کاری است:

(۱) عایق کاری لوله‌ها، کانال‌ها و دستگاه‌ها در سیستم‌های تولید صنعتی، بجز آنچه در ۲-۱-۲ مشخص شده است.

(۲) موارد ویژه عایق کاری لوله‌ها در تاسیسات بهداشتی در ۳-۷) عایق کاری از ۳-تاسیسات بهداشتی مشخص می‌شود.

(۳) عایق کاری سیستم‌های تبرید (Refrigeration)

(۴) عایق کاری دستگاه‌هایی که بر اساس استانداردهای مربوط، در کارخانه و در جریان ساخت، عایق می‌شوند.

(۵) عایق کاری خطوط لوله انتقال و شبکه‌های توزیع آب مصرفی.

(۶) عایق کاری خطوط لوله انتقال و شبکه‌های توزیع سوخت.

(۷) عایق کاری اجزای ساختمان

(۸) فشار و سرعت

عایقهای صوتی سطوح داخلی کانال‌های هوا باید دست کم در برابر فشار ۲ اینچ ستون آب و سرعت هوای ۲۵۰۰ فوت در دقیقه (۱۲۵ متر در ثانیه) مقاوم باشند. حداقل مقاومت عایق صوتی با توجه به شرایط ویژه کار مشخص می‌شود.

(ذ) دما

(۱) در فضاهای کنترل شده (Conditioned) داخل ساختمان، دمای کار عایق برابر دمای سیال درون لوله یا کانال، بسته به مورد، فرض می‌شود. چنانچه دمای سیال درون لوله یا کانال کمتر از دمای محیط باشد، دمای محیط ملاک عمل خواهد بود.

(۲) در فضاهای خارج ساختمان و در هوای آزاد، یا در فضاهای کنترل نشده (Unconditioned) داخل ساختمان، دمای کار عایق علاوه بر دمای سیال درون لوله یا کانال، باید با توجه به دمای محیط مشخص شود.

## ۲-۱-۵-۲ تعاریف

(الف) تعاریف به برخی واژه‌ها و عبارتهای فنی مندرج در (۵-۲) عایق کاری اختصاص دارد.

(ب) واژه‌ها و عبارتهای رایج که در کتب فنی در دسترس همگان قرار دارد. در اینجا تکرار نمی‌شود.

(پ) تعاریف ویژه هر قسمت، جداگانه در قسمت مربوط خواهد آمد.

(ت) تعاریف به ترتیب حروف الفبا را می‌شود.

(ث) تعاریف این قسمت:

(۱) پرداخت نهایی (Facing)

یک لایه محافظ یا تزئینی (یا هر دو) که در بیرونی ترین سطح یک سیستم عایق کاری اجرا می‌شود.

(۲) پلنوم (Plenum)

قسمت بسته‌ای از ساختمان که به منظور جابجایی هوا طراحی شده و بخشی از یک سیستم توزیع هوا را تشکیل می‌دهد.

(۳) پوشش (Coating)

یک مایع یا نیمه مایع، که پس از خشک شدن تبدیل به یک روکش محافظ می‌گردد، مناسب برای عایق‌های گرمایی یا سایر سطوح، که معمولاً توسط قلم مو یا پاشیدن در ضخامت کمتر از ۷۶/۰ میلیمتر اجرا می‌شود.

(۴) روکش ظاهری (نمایان) (Appearance covering)

ماده یا موادی که روی عایق کاری اجرا می‌شوند. این روکش‌ها در خارج ساختمان بعنوان مانع هوا به کار می‌روند و در داخل ساختمان کاربرد تزئینی دارد. (Weather barrier)

(۵) عایق کاری گرمایی (Thermal insulation)

یک ماده با سیستم، که دارای، وینگر، مقاومت در پراپر انتقال گرما است، یا عمل، به کارگیری یا نصب کامل عایق گرمایی.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
۵-۲ عایق کاری  
۱-۵-۲ کلیات  
۲-۱-۵-۲ تعاریف

۵ از ۸

(۶) کانال (Duct)

یک لوله یا مجرأ برای هدایت هوا رفت، هوا برگشت یا تخلیه هوا.

(۷) ماستیک (Mastic)

ماده‌ای نسبتاً غلیظ و چسبناک که پس از خشک شدن به یک روکش محافظ تبدیل می‌شود. مناسب برای کاربرد با عایق‌های گرمایی، در ضخامت‌های بیش از ۷۶/۰ میلیمتر.

(۸) مانع رطوبت (Vapor barrier , retarder)

یک ماده یا سیستمی که در شرایط ویژه، از نفوذ رطوبت، بیش از حد معین، جلوگیری می‌کند.

(۹) ملات روکش (Cement, Finishing)

مخلوطی از مواد خشک رشته‌ای یا پودری شکل، یا هر دو، که بر اثر اختلاط با آب تبدیل به ماده‌ای غلیظ و شکل‌پذیر شده و پس از خشک شدن در محل به یک لایه محافظ و نسبتاً سخت تبدیل می‌گردد.

(۱۰) مواد روکش (Finishing materials)

کلیه موادی که برای پوشش عایق‌های گرمایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اعم از اینکه در کارخانه یا کارگاه انجام شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵- عایق کاری

۱-۵-۲ کلیات

### ۲-۱-۵-۲ نقشه‌ها و مشخصات فنی

#### ۲-۱-۵-۲ نقشه‌ها و مشخصات فنی

(الف) پیمانکار باید نکاتی را که در نقشه‌ها و مشخصات فنی داده شده است، در تهیه مصالح و اجرای کار رعایت کند.

(ب) در نقشه‌های تاسیساتی گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، باید لوله‌ها، کانال‌ها، دستگاه‌ها، مخازن و سایر قطعاتی که عایق کردن آنها الزامی است و یا لازم نیست عایق شوند، مشخص گردد.

(پ) پیمانکار باید برای محل و نوع ضمایم عایق کاری (Insulation attachments)، عایق‌های قابل برداشت مانند محفظه‌های فلنچ (Flange boxes)، محفظه‌های شیر (Valve boxes) و سایر موارد لازم، نقشه‌های کارگاهی تهیه کند و قبل از اجرا، برای تصویب به دستگاه نظارت پیشنهاد نماید.

(ت) چنانچه نحوه اجرای کار مشخص نشده باشد، پیمانکار باید روش‌های نصب مورد نظر خود را قبل از اجرا، برای تصویب به دستگاه نظارت پیشنهاد نماید.

#### ۲-۱-۵-۳ اطلاعات لازم

برای برنامه‌ریزی، کنترل کیفیت و پیشگیری از اخلال در روند عایق کاری، پیمانکار باید نیست به موارد زیر آگاهی داشته باشد :

(الف) نوع (جنس) و شکل عایق، چنانچه لازم است قسمتهایی از عایق برای سهولت جابجایی، به شکل خاصی ساخته شود، مشخص گردد.

ب) نوع روکش لازم

پ) ابعاد قطعاتی که باید عایق شود، جز در مواردی که در نقشه‌ها با جزئیات کافی مشخص شده است، باید ابعاد سطوح تخت، قطر خارجی لوله‌ها، طول لوله‌ها با قطرهای مختلف به تفکیک، تعداد و شکل خمها، تعداد و شکل فیتینگ‌ها (شیرها، فلنجهای سهراه‌ها و غیره) و فضای موجود برای عایق کاری، به ویژه در مورد فلنجهای شیرها و شیرهای فلنج.

ت) جنس و نوع سطوحی که باید عایق شود. در صورت لزوم نسبت به جنس و مشخصات شیمیایی عایق و روکش برای برخی سطوح ویژه هشدارهای لازم داده شود.

ث) محل دستگاه‌ها، محل استقرار دستگاه‌هایی که باید عایق شوند، چنانچه در فضاهای زیر قرار دارند.

(۱) داخل ساختمان.

(۲) در خارج ساختمان ولی محافظت شده در برابر هوای.

(۳) در خارج ساختمان و در هوای آزاد.

(۴) در کانال‌های زیر زمینی با تعویض هوا (Ventilated ducts) یا ترنج‌های باز.

ج) شرایط هوای محیط، از قبیل دماهای غیر عادی زیاد یا کم، رطوبت بالا، شرایط قابل اشتعال، خورنده‌گی هوا و غیره.

ج) الزامات و شرایط کاری ویژه، از قبیل :

(۱) مقاومت عایق در برابر فشردگی.

(۲) مقاومت عایق در برابر آتش.

(۳) ارتعاش غیرعادی.

(۴) استقامت در برابر صدمات فیزیکی.

(۵) وجود سیال خورنده.

## **۵-۱-۵-۲ رعایت استاندارد**

**(الف)** مصالحی که در عایق کاری تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع به کار می‌رود، از نظر جنس، مشخصات، ضوابط ساخت و آزمایش، باید در هر مورد با ضوابط منتشر شده یکی از موسسات زیر مطابقت داشته باشد.

ISIRI	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	(۱)
ISO	سازمان بین‌المللی استاندارد	(۲)
DIN	موسسه استاندارد آلمان	(۳)
BSI	موسسه استاندارد بریتانیا	(۴)
ANSI	موسسه ملی استاندارد Amerika	(۵)

**(ب)** مصالح عایق کاری ساخت کارخانه‌های ایران باید با ضوابط مندرج در آخرين چاپ استاندارد منتشره از طرف موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، بسته به مورد، مطابقت داشته باشد.

**(پ)** در صورتی که تا زمان تهیه مصالح توسط پیمانکار، از طرف موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، برای یک یا چند نوع از این مصالح بطور رسمی استانداردی منتشر نشده باشد، استفاده از این مصالح به شرطی مجاز است که از نظر جنس، مشخصات، ضوابط ساخت و آزمایش با یکی از استانداردهای مندرج زیر (۵-۱-۵-۲) "الف" مطابقت داشته باشد.

## **مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها**

**۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**

**۲-۵ عایق‌کاری**

**۲-۵-۲ مصالح عایق‌کاری**



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲  
 عایق‌کاری ۵-۲  
 مصالح عایق‌کاری ۲-۵-۲

### فهرست

صفحه	عنوان	
۱ از ۲۳	کلیات	۱-۲-۵-۲
۱ از ۲۳	تعاریف	۲-۲-۵-۲
۸ از ۲۳	مواد اصلی عایق	۳-۲-۵-۲
۸ از ۲۳	نوع (ساختمان)	۴-۲-۵-۲
۹ از ۲۳	شکل ظاهری (فیزیکی)	۵-۲-۵-۲
۱۰ از ۲۳	مصالح کمکی عایق‌کاری	۶-۲-۵-۲
۱۰ از ۲۳	مشخصات مهم مواد عایق	۷-۲-۵-۲
۱۹ از ۲۳	ضخامت عایق	۸-۲-۵-۲
۲۰ از ۲۳	انتخاب مواد عایق‌کاری	۹-۲-۵-۲



- ۲- تاسیسات نرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۲-۵-۲ مصالح عایق کاری  
 ۱-۲-۵-۲ کلیات

۱ از ۲۳

## ۲-۵-۲ مصالح عایقکاری

### ۱-۲-۵-۲ کلیات

پیش از انتخاب مواد عایقکاری برای یک کاربری ویژه باید عواملی از قبیل دمای سطح گرم (حداصل و حداکثر)، دمای سطح سرد (حداصل و حداکثر)، دما و رطوبت محیط، قابلیت هدایت گرمایی عایق، ضخامت لازم عایقکاری، مقاومت مکانیکی عایق، خطرهای ایمنی و بهداشتی، خطر آتش‌سوزی، جایگاهی گرمایی (انبساط یا انقباض)، نفوذپذیری مواد عایق و نیاز به محافظت، رطوبت ناپذیری سیستم (بسته به مورد)، روکش‌ها و پوشش‌های حفاظتی و هزینه تمام شده تهیه و نصب عایق مورد توجه قرار گیرد.

## ۲-۲-۵-۲ تعاریف

### الف) مواد اصلی عایقکاری

#### (۱) اکسید منزیزیوم (Magnesia)

ماده‌ای عایق حاوی حداصل ۸۵ درصد جرمی کربنات منزیزیوم قلیایی سبک که توسط الیاف مناسب تقویت شده است.

#### (۲) الیاف سیلیس یا پشم سیلیس (Silica fibre)

الیاف معدنی که بطور عمده از سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) تشکیل شده است.

#### (۳) الیاف مصنوعی (Man-made fibres)

الیافی که توسط انسان ساخته می‌شود و با الیاف طبیعی متفاوت است.

#### (۴) الیاف معدنی (Mineral fibre)

یک واژه عمومی برای تمامی الیاف‌های غیرآلی و غیرفلزی.

#### (۵) الیاف معدنی مصنوعی (Man-made mineral fibre)

الیاف تولید شده از شیشه، سنگ سایر کانی‌ها و یا از سرباره مذاب آماده. این واژه الیاف اکسیدهای فلزی حاصل از فرآیندهای شیمیایی را نیز شامل می‌گردد.

#### (۶) پشم (Wool)

یک اصطلاح عمومی که به توده‌ای از هر نوع الیاف اطلاق می‌شود.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
۵-۲ عایق کاری  
۲-۵-۲ مصالح عایق کاری  
۲-۲-۵-۲ تعاریف

۲۳ از ۲

(V) پشم سرباره (Slag wool)

پشم معدنی تولید شده از سرباره مذاب کوره.

(VI) پشم سنگ (Rock wool)

پشم معدنی تولید شده از سنگ های طبیعی آتشفشانی.

(VII) پشم شیشه (Glass fibre , Glass wool)

الیاف معدنی تولید شده از شیشه مذاب.

(VIII) پشم معدنی (Mineral wool)

یک واژه عمومی برای الیاف معدنی با ساختار پشمی شکل که معمولاً از شیشه، سنگ یا سرباره مذاب ساخته می شود.

(IX) ترکیب شکل پذیر (Plastic composition) یا ملات عایق کاری گرمایی

ماده ای عایق، بصورت سست و خشک که برای استفاده، معمولاً در کارگاه پس از اختلاط با آب به شکل خمیر آماده می گردد و پس از مصرف بر اثر گرمای سطح گرم عایق سفت می شود.

(X) ترکیب شکل پذیر خودگیر (Plastic composition , Self setting)

ترکیبی شکل پذیر که بدون گرماده سفت می شود.

(XI) شیشه اسفنجی (Foamed glass, Cellular glass)

نوعی شیشه منبسط شده سبک وزن با حفره های کوچک، ترجیحاً بسته، که در یک فرآیند کفسازی تولید می شود.

(XII) عایق سیلیکات کلسیم (Calcium silicate insulation)

سیلیکات کلسیم آبدار همراه با الیاف تقویتی افزوده شده.

(XIII) فوبل آلومینیومی (Aluminum foil)

ورقهای نازک از جنس آلومینیوم نورد شده به ضخامت ۱۵/۰ میلیمتر یا کمتر.

(XIV) کربنات منیزیوم (Magnesium carbonate)

یک عایق پودری شکل حاوی کربنات منیزیوم قلیایی سبک با توزیع مطلوب و بدون افزودنی دیگر.

(۱۷) موی جانوران (Animal hair)

الیاف طبیعی که از پوشش بدن جانوران حاصل می‌شود.

(۱) ب)

بازتابندگی، قابلیت انعکاس (Reflectivity)

نسبت بین مقدار گرمای بازتابی از یک سطح به مقدار گرمای تابیده به همان سطح.

(۲)

تخلخل ظاهری (Porosity, apparent)

حجم حفره‌های باز (Open pores) در یک ماده، که به صورت درصدی از حجم کل ماده نشان داده می‌شود.

(۳)

تخلخل واقعی (Porosity, true)

حجم حفره‌های باز و حفره‌های بسته در یک ماده، که به صورت درصدی از حجم کل ماده نشان داده می‌شود.

(۴)

تراکم پذیری (Compressibility)

ارتباط بین تغییر شکل (Deformation) و فشار مکانیکی وارد بر یک ماده.

(۵)

چگالی حجمی (Bulk density)

جرم واحد حجم ماده عایق خشک ( $\text{kg/m}^3$ )

(۶)

دامنه دما (Temperature limits)

دامنه‌ای بین حد بالا و حد پایین دماهایی که می‌توان عایق را در آن بکار گرفت، بدون آنکه تغییری اساسی در خواص عایق ایجاد شود.

(۷)

دوره ارزیابی (Evaluation period)

یک دوره زمانی (ساعت‌عملکرد) که در آن هزینه اتلاف گرما از سطح عایق شده محاسبه می‌شود.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۲-۵-۲ مصالح عایق کاری  
 ۲-۲-۵-۲ تعاریف

۴ از ۲۳

(۸) شکل پایدار (Permanent set)

شکل یک ماده که پس از حذف تنש‌های مربوط، بدون تغییر باقی می‌ماند.

(۹) ضخامت اقتصادی (Economic thickness)

ضخامتی از عایق که کمترین هزینه را در "دوره ارزیابی" انتخابی دارد.

(۱۰) ضخامت عایقکاری (Thickness of insulation)

ضخامت عایق به تنها، بدون روکش یا لفاف.

(۱۱) ضخامت نامی (Nominal thickness)

ضخامت تولید شده، بارواداری مجاز.

(۱۲) ضریب هدایت گرمایی، C (Thermal Conductance)

گرمای منتقل شده از قطعه‌ای تخت از ماده‌ای همگون یا یک سازه، با مساحت واحد، بخش بر اختلاف دمای بین سطح گرم و

سطح سرد، در شرایط پایدار ( $\text{W}/(\text{m}^2\text{k})$ ).

توجه: ضریب هدایت گرمایی وابسته به ضخامت واقعی ماده یا سازه مورد نظر است، در حالی که قابلیت هدایت گرمایی مربوط به ضخامت واحد از یک ماده می‌باشد.

(۱۳) ظرفیت جذب (Absorptivity)

نسبت مقدار تشعشع جذب شده توسط یک سطح به مقدار تابش روی آن سطح، این تعریف می‌تواند مربوط به تشعشع با هر طول موجی باشد، ولی معمولاً تشعشع خورشیدی مورد نظر است.

(۱۴) ظرفیت گرمایی (Heat capacity) یا Thermal capacity

مقدار گرمایی لازم برای افزایش دمای یک سازه یا مقداری از یک ماده به میزان یک درجه کلوین.

(۱۵) ظرفیت گرمایی بر واحد جرم، ظرفیت گرمایی ویژه

مقدار گرمایی لازم برای افزایش دمای واحد جرم از یک ماده، به میزان یک درجه کلوین.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تغییر هوا و تهویه مطبوع  
 ۲-۵- عایق کاری  
 ۲-۵-۲ مصالح عایق کاری  
 ۲-۵-۲-۲ تعاریف

## (۱۶) ظرفیت گرمایی بر واحد حجم (Thermal capacity per unit volume)

مقدار گرمایی لازم برای افزایش دمای واحد حجم از یک ماده، به میزان یک درجه کلوین ( $J/(m^3 \cdot K)$ )

## (۱۷) قابلیت برگشت (Resilience)

توانایی یک ماده در بازیابی تمام یا قسمتی از اندازه‌های اصلی خود، پس از تغییر شکل.

## (۱۸) قابلیت هدایت گرمایی (Thermal conductivity)

گرمایی منتقل شده از قطعه‌ای تخت، از ماده‌ای همگون با مساحت و ضخامت واحد، در واحد زمان، بر اثر اختلاف دمای واحد بین سطح دو طرف قطعه، ( واحد قابلیت هدایت گرمایی در سیستم SI،  $w/(mk)$  است که ساده شده  $wm/(m^2 \cdot K)$  می‌باشد).

## (۱۹) قابلیت هدایت گرمایی معادل (Equivalent thermal conductivity)

قابلیت هدایت گرمایی یک ماده همگن فرضی که ابعاد آن مساوی عایق مرکب مورد نظر باشد و در شرایط یکسان به همان میزان از خود گرما عبور دهد.

## (۲۰) لهیدگی (Creep)

گسترش تغییر شکن پایدار یک ماده، بر اثر بار واردہ.

## (۲۱) مقاومت خمشی (Flexural strength)

ظرفیت ایستایی یک ماده در مقابل خمش تا نقطه گسیختگی.

## (۲۲) مقاومت در برابر فشار (Compressive/Crushing strength)

ظرفیت ایستایی یک ماده در برابر فشار مکانیکی تا نقطه گسیختگی.

## (۲۳) مقاومت کششی (Tensile strength)

ظرفیت ایستایی یک ماده در مقابل کشش تا حد گسیختگی.

(۲۴) مقاومت گرمایی  $R$ , (Thermal resistance)

معکوس ضریب هدایت گرمایی.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
۵-۲ عایق کاری  
۲-۵-۲ مصالح عایق کاری  
۲-۲-۵-۲ تعاریف

۶ از ۲۳

(۲۵) مقاومت گرمایی ویژه (Thermal resistivity)

معکوس قابلیت هدایت گرمایی.

(۲۶) نفوذپذیری نسبت به هوا (Air permeability)

نفوذپذیری نسبت به یک سیال، هنگامی که سیال مورد نظر هوا باشد.

(۲۷) نفوذپذیری نسبت به یک سیال (Fluid permeability)

خاصیتی از یک ماده که مقدار سیال گذرنده از آن ماده را بر اثر اختلاف فشار واحد، معین می کند.

(۲۸) پ) شکلهاي عايق

(۱) اتصال قابل انعطاف (Expansion joint)

ترتیبی در یک سیستم عایقکاری برای به حداقل رساندن خطر پارگی یا شکست عایق بر اثر جابجایی گرمایی.

(۲) عایق انعطاف پذیر (Flexible insulation)

یک مادهای که می تواند شکل خود را با سطح عایق شونده انطباق دهد، یا طوری طراحی شده است که شکل کارخانهای خود را با خمها و زاویه ها همساز می کند.

(۳) عایق بازتابی (Reflective insulation)

عایقی مرکب از یک یا چند سطح با قدرت تابندگی (Emissivity) پایین.

(۴) عایق پتویی (Blanket insulation)

یک نوع عایق تخت قابل انعطاف، بصورت ورق یا رول، این عایق ها ممکن است از یک یا دو طرف روکش یا پوشش داشته باشد.

(۵) عایق پیش ساخته (Preformed insulation)

عایق گرمایی، ساخته شده به صورتی که حداقل یک سطح آن با شکل سطح عایق شونده، انطباق داشته و هنگام نصب بدون ترک خوردن، شکستن، خرد شدن یا تغییر شکل دائم، حالت خود را حفظ می کند.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- ۳- عایق کاری
- ۴- مصالح عایق کاری
- ۵- تعاریف

#### (۶) عایق تخته‌ای (Board insulation)

عایق تخت مستطیلی، از مواد سخت یا نیمه سخت، معمولاً در طول‌های بیش از ۱۲۰ و پهنای ۶۰ تا ۷۵ سانتیمتر.

#### (۷) عایق چند لایه (Multilayer insulation)

عایقی شامل بیش از یک لایه از مواد عایق، که لایه‌ها دارای مشخصات یکسان هستند.

#### (۸) عایق رطوبت (Vapour check)

ماده‌ای که برای محدود کردن نفوذ رطوبت (معمولًاً بخار آب) به کار می‌رود.

#### (۹) عایق سخت (Rigid insulation)

عایقی که بخش عمده شکل اصلی (تولیدی) خود را حفظ می‌کند.

#### (۱۰) عایق سبست یا شل (Loose-fil insulation)

عایقی متشکل از مواد دانه‌ای، کلوخه‌ای، رشتہ‌ای، پودری و مانند اینها، که با ریختن، دمیدن یا بصورت دستی اجرا می‌گردد.

#### (۱۱) عایق قطعه‌ای (Block or Slab insulation)

عایقهای پیش‌ساخته با مقطع مستطیلی.

#### (۱۲) عایق گرمایی (Thermal insulation)

- یک ماده با سیستمی که ویژگی مقاومت در برابر انتقال گرما را دارد.

- عمل به کارگیری عایقهای گرمایی.

#### (۱۳) عایق مرکب (Composite insulation)

عایقی چند لایه وقتی که مشخصات لایه‌ها متفاوت باشد.

#### (۱۴) عایق ورق (Sheet insulation)

بطور کلی، عایقهای مسطح، سخت یا قابل انعطاف، که طول و عرض آنها نسبت به ضخامت‌شان خیلی بیشتر است.

### (15) قطعات بلند مستطیلی (Lags)

عایقهای پیش ساخته و سخت برای کاربردهای طولی در عایقکاری استوانه‌ای، با قطعه‌های بزرگتر از عایقهای پیش ساخته

لوله‌ای؛ این عایقهای در سه نوع به شرح زیر ارائه می‌شوند:

- ساده (Plain lags) : با مقطع مستطیلی برای عایقکاری استوانه‌ای با قطرهای بزرگ به طوری که این قطعات بتواند آنرا به نحو مطلوب و به اندازه کافی در تماس با سطح بپوشاند.

- مورب (Bevelled lags) : مشابه نوع ساده با این تفاوت که یک یا چند لبه آن پیش شده است.

- مستوی و مورب (Radiuced and Bevelled lags) : مانند نوع مورب همراه با انحنای سطح برای انتساب بیشتر با سطوح استوانه‌ای.

### (16) مانع رطوبت (Vapour barrier/retarder)

یک ماده یا سیستمی که در شرایط ویژه از نفوذ (بیش از حد معین) رطوبت جلوگیری کند.

### ۳-۲-۵-۲ مواد اصلی عایق

عایقهای گرمایی معمولاً از مواد اصلی یا ترکیبی‌های زیر تشکیل شده‌اند:

(الف) مواد غیر آلی، رشته‌ای یا اسفنجی مانند شیشه (Glass) سنگ (Rock) یا پشم سرباره (Slag wool) . سیلیکات کلسیم، پرلیت، آزبست و غیره.

(ب) مواد آلی رشته‌ای مانند پنبه، موی جانوران، چوب، نی یا الیاف مصنوعی، مواد آلی اسفنجی مانند چوب پنبه، اسفنج (ایبر)، پلی‌استیرن، پلی بوریتان و سایر پلیمرها.

(پ) ورقه‌های نازک بازتابی فلزی یا غیر فلزی روکش شده.

### ۴-۲-۵-۲ نوع (ساخтар)

بخش عمده‌ای از عایق‌های سخت دارای ساختاری اسفنجی (Cellular)، دانه‌ای (Granular)، با رشته‌ای (Fibrous) می‌باشند. عایقهای بازتابی (Reflective insulation) ترکیبی از ورقه‌های فلزی یا روکش (فلزی) شده هستند که توسعاً لایدهای هوا از یکدیگر جدا شده‌اند.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- ۵-۲ عایق کاری
- ۲-۵-۲ مصالح عایق کاری
- ۵-۲-۵ شکل ظاهری (فیزیکی)

## ۵-۲-۵ شکل ظاهری (فیزیکی)

عایق‌های گرمایی معمولاً بصورت یکی از شکلهای زیر تولید و ارائه می‌گردند:

### (الف) عایق‌های پرکنده (Loosefill insulation)

به صورت رشته (الیاف)، پودر، دانه و کلوخه که معمولاً در فضای مورد نظر ریخته یا دمیده می‌شود.

### (ب) اندود عایقکاری (Insulation cement)

یک ماده سست که پس از اختلاط با آب یا افزودنی مناسب دیگر (Binder) چسبندگی و شکل‌پذیری لازم را بدست می‌آورد. این مواد بصورت تر با ماله روی سطح مورد نظر مالیده یا پس از دمیدن در جا خشک می‌شوند. عایق‌های پرکنده و سیمانهای عایقکاری هر دو برای پوشش سطوح ناهموار بکار می‌روند.

### (پ) عایق‌های نیمه سخت و انعطاف‌پذیر (Flexible and semi rigid insulation)

این دسته عایق‌ها شامل مواد الی یا غیر الی، چسبدار یا بدون چسب، با درجات مختلف فشارپذیری (Compressibility) و انعطاف‌پذیری (Flexibility) می‌باشد. این عایق‌ها معمولاً به شکل پتوی (Roll) در دسترس هستند. این عایق‌ها ممکن است از یک یا دو طرف روکش شوند، که این روکش‌ها می‌توانند نقش تقویت (Reinforcing) مانع رطوبت (Vapor retarder) یا مانع هوا (یا هر دو)، سطوح بازتابی یا پوشش محافظ را داشته باشند.

### (ت) عایق‌های سخت (Rigid materials)

بصورت قطعات پیش ساخته مستطیل شکل (Sheets, Boards) و ورقهای (Blocks) در طول، عرض و ضخامت استاندارد تولید می‌شوند. عایق‌های لوله و سطوح خمیده بصورت لوله‌ای (Sections) یا قطعاتی (Segments) با شعاع انحنای مناسب برای کلیه لوله‌های استاندارد تولید و عرضه می‌گردند. این عایق‌ها برای قطرهای بزرگتر نیز تولید می‌شود.

### (ث) عایق‌های ویژه پیش ساخته (Prefabricated shapes)

در بعضی از کاربریهای خاص، استفاده از عایق‌های ویژه پیش ساخته به دلیل سهولت نصب و جابجایی مطلوب است. انواع مختلفی از مواد عایق و روکش‌ها می‌تواند برای این منظور مورد استفاده قرار گیرد. بعنوان نمونه می‌توان از روکش‌های پیش ساخته شیر (Valve boxes) محفظه‌های فلزی و عایق شده شیر (Valve coyers) نام برد.

### ج) عایق‌های بازتابی (Reflective insulation)

موادی بصورت ورقه‌ای (Sheet) یا رول، یک یا چند لایه که انواع پیش ساخته آن بصورت یکپارچه حاوی لایه هوا ارائه می‌شود. فلزهایی از قبیل فویلهای آلومینومی و ورقه‌های نازک و صیقلی فولاد زنگ‌ناپذیر نمونه‌های متداول این عایق‌ها است. می‌توان ورقه‌های پلاستیک روکش شده با فلزهای بازتابی را نیز به این گروه افزود.

### ج) عایق‌های پاششی درجا (Foamed in situ)

تصورت ترکیب‌های مایع یا گلوله‌های قابل انساط تولید می‌گردند که می‌توان با ریختن یا پاشیدن آنها در محل مورد نظر به یک عایق اسفنجی سخت یا نیمه سخت دست یافت. از مواد رشته‌ای پس از اختلاف با یک چسب مایع (Liquid binder) نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد.

### ۶-۲-۵-۲ مصالح کمکی عایق کاری (Accessory materials)

مصالح کمکی عایق‌کاری شامل چسبها و بسته‌های مکانیکی، آسترها داخلى و خارجى، لایه‌های مانع رطوبت (Weather coatings) و مانع هوا (Vapor barrier). روکش‌ها (Jackets) پوشش‌های محافظ در برابر هوا (Air retarder) درزبندها (Flashing compounds)، روکندهای مشتمعی (Memberanes)، روکندهای مختمعی (Sealants) و مانند آنها می‌باشد.

### ۷-۲-۵-۲ مشخصات مهم مواد عایق

#### الف) قابلیت هدایت گرمایی (Thermal conductivity)

برای رسیدن به یک مقاومت بالا در برابر انتقال گرما، قابلیت هدایت گرمایی پایین مطلوب است. بنابراین برای یک اتلاف گرمایی مفروض، ضخامت یک ماده با قابلیت هدایت گرمایی پایین، کمتر از ضخامت ماده‌ای با قابلیت هدایت بالا خواهد بود. این یک امتیاز ویژه برای لوله‌هاست، چون لایه‌های نازک‌تر عایق، سطح انتشار گرما و همچنین سطح خارجی را که نیاز به محافظت دارد، کاهش می‌دهند.

قابلیت هدایت گرمایی اغلب مواد عایق با دما و چگالی حجمی (Bulk density) تغییر می‌کند، لذا این دو عامل باید مورد توجه قرار گیرد. تولیدکننده عایق باید جدول یا نمودارهایی را ارائه نماید که قابلیت هدایت گرمایی محصولات استاندارد آنها برای دامنه مناسبی از دمای سطح گرم، همراه با دمای سطح سرد متناظر، که برای آزمایش لازم است، نشان دهد. این اطلاعات باید چگالی حجمی هر یک از مواد را نیز شامل گردد.

### (۱) عایق کاری یک لایه (Single-layer insulation)

پیمانکار موظف است مقادیر قابلیت هدایت گرمایی را که از طرف سازنده اعلام شده است، ارائه نماید. این مقادیر باید برای دماهای سطح گرم و سطح سرد مورد نظر مناسب باشد.

### (۲) عایق کاری مرکب (Compostie insulation)

هنگامی که دو یا چند لایه غیر هم جنس برای عایقکاری استفاده می شود، پیمانکار باید قابلیت هدایت گرمایی معادل (Equivalent thermal conductivity) یا قابلیت هدایت گرمایی هر لایه را مبتنی بر مقادیر اعلام شده از طرف سازنده و متناسب با دمای کاربرد ارائه نماید و ضخامت هر لایه نیز مشخص شود.

### (۳) تعیین قابلیت هدایت گرمایی

مقادیر قابلیت هدایت گرمایی باید متناسب با شرایط کار تاسیسات مربوط محاسبه شود. هنگام استفاده از جدول ها یا نمودارها برای عایقکاری یک لایه، انتخاب مقدار قابلیت هدایت گرمایی متناسب با میانگین عددی دمای سطح گرم و دمای هوای محیط، از دقت کافی برخوردار است. در صورت نیاز به دقت بیشتر، به ویژه در مورد عایقکاری مرکب، باید ابتدا دمای سطح عایق شونده، سپس دماهای سطوح مشترک عایق ها (Interfaces) مشخص و در نهایت با تعیین قابلیت هدایت گرمایی هر لایه، هدایت گرمایی معادل عایق محاسبه شود.

### (۴) واحدهای قابلیت هدایت گرمایی

- قابلیت هدایت گرمایی بصورت،  $(\Delta T \times A) / (Q)$  نشان داده می شود.

- واحد این کمیت در سیستم SI، وات بر متر، کلوین  $[W/(mK)]$  است.

- سایر واحدهای متريک اين کمیت عبارت است از:

کالری بر سانتیمتر، ثانية ، کلوین  $[cal/(cm.s.K)]$

کيلو كالوري بر متر ، ساعت ، کلوین  $[kcal/(m.h.K)]$

- واحدهای انگلیسی متداول برای این کمیت عبارت است از:

بیتی یو بر فوت ، ساعت ، درجه فارنهایت  $Btu/(ft.h.^{\circ}F)$

بیتی یو ، اینچ بر فوت مربع ، ساعت ، درجه فارنهایت  $Btu.in / (ft^2.h.^{\circ}F)$

- در جدول شماره (۴) "الف" واحدهای مختلف قابلیت هدایت گرمایی و ضرایب تبدیل آنها ارائه شده است.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۲-۵-۲ مصالح عایق کاری

۷-۲-۵-۲ مشخصات مهم مواد عایق

### جدول شماره (۷-۲-۵-۲) "الف"

ضرایب تبدیل واحدهای قابلیت هدایت گرمایی، از استاندارد BS 350

	W/(m K)*	cal/(cm s K)†	kcal/(m h K)	Btu/(ft h °F)	Btu.in/(ft² h °F)
1 watt per metre kelvin*	= 1	$0.238\ 846 \times 10^{-2}$	0.859 845	0.577 789	6.933 47
1 calorie† per centimetre second kelvin cal/(cm s K)	= 418.68	1	360	241.909	2902.91
1 kilocalorie* per metre hour kelvin kcal/(m h K)	= 1.163	$2.777\ 78 \times 10^{-3}$	1	0.671 969	8.063 63
1 British thermal unit per foot hour degree Fahrenheit = Btu/(ft h °F)	1.730 73	$4.133\ 79 \times 10^{-3}$	1.488 16	1	12
1 British thermal unit inch per square foot hour degree Fahrenheit Btu.in/(ft² h °F)	= 0.144 228	$3.444\ 82 \times 10^{-4}$	0.124 014	0.083 333 3	1

\* در این جدول در تمام مواردی که کلوین به کار رفته، می‌توان درجه سلسیوس (°C) را جایگزین نمود.

\*\* کالری در این جدول، کالری بین‌المللی است.

بر اساس جدول فوق، قابلیت هدایت گرمایی عایقی برابر ( $\frac{Btu.in}{ft^2.h.F}$ ) معادل

( $W/(m.k)$ ) می‌شود.

### (ب) چگالی حجمی (Bulk density)

چگالی حجمی اغلب مواد عایق معمولاً بین ۱۶ تا ۳۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب قرار می‌گیرد و کارآئی آنها بطور عمده وابسته به

تعداد حفره‌های ریز حاوی هوا یا گاز موجود در آنهاست که انتقال گرما از طریق جابجایی (Convection) و تشعشع

(Radiation) را همزمان کاهش می‌دهد.

## (1) واحدهای چگالی حجمی

- واحد این کمیت در دستگاه SI، کیلوگرم بر متر مکعب ( $\text{kg/m}^3$ ) است.

- سایر واحدهای متریک متداول برای این کمیت گرم بر میلی لیتر ( $\text{ml/g}$ ) یا گرم بر سانتیمتر مکعب ( $\text{g/cm}^3$ ) می‌باشد.

- واحدهای انگلیسی متداول برای این کمیت، پوند بر اینچ مکعب ( $\text{lb/in}^3$ ) و پوند بر فوت مکعب ( $\text{lb/ft}^3$ ) است.

- در جدول شماره (۷-۲-۵-۲) ب (۳) واحدهای متداول چگالی حجمی و ضرایب تبدیل آنها ارائه شده است.

## (3) جدول شماره (۷-۲-۵-۲) ب

## ضرایب تبدیل واحدهای متداول چگالی حجمی، از استاندارد BS 350

	kilogram per cubic metre $\text{kg/m}^3$	gram per cubic centimetre (or gram per millilitre) $\text{g/cm}^3$ ( $\text{g/ml}$ )	gram per millilitre (1901) $\text{g/ml}$ (1901)	pound per cubic inch $\text{lb/in}^3$	pound per cubic foot $\text{lb/ft}^3$
1 kilogram per cubic metre $\text{kg/m}^3$ =	1	0.001	$1.000\ 028 \times 10^{-3}$	$3.612\ 73 \times 10^{-5}$	$6.242\ 80 \times 10^{-2}$
1 gram per cubic centimetre $\text{g/cm}^3$ = $(\text{g/ml})$	1000	1	1.000 028	0.036 127 3	62.4280
1 gram per millilitre (1901) $\text{g/ml}$ (1901) =	999.972	0.999 972	1	0.036 126 3	62.4262
1 pound per cubic inch $\text{lb/in}^3$ =	27 679.9	27.6799	27.680 7	1	1728
1 pound per cubic foot $\text{lb/ft}^3$ =	16.0185	0.016 018 5	0.016 018 9	$5.787\ 04 \times 10^{-4}$	1

## (پ) مناسب بودن عایق برای دمای کاربرد

دمایی که ملاک انتخاب و به کار گیری عایق است باید در دامنه‌ای واقع باشد که عملکرد مطمئن عایق را در یک دوره طولانی و در شرایط عادی کاربرد فراهم سازد. دماهای تقریبی کاربرد برای پارهای از عایق‌ها در جدول شماره (۹-۲-۵-۲) ب درج شده است.

برای عایقهایی که در دماهای زیر ۱۰ درجه سانتیگراد (۵۰ درجه فارنهایت) مورد استفاده واقع می‌شوند، توجه به حد پایین دامنه دما نیز مانند حد بالا حائز اهمیت است، به علاوه آثار ناشی از احتمال افزایش انقباض (Shrinkage) شکنندگی (Embrittlement)، پوکسی (Porosity) و همچنین پایداری عایق در برابر گرم شدن‌های لحظه‌ای (Occasional heating) برای رفع يخ زدگی، نباید از نظر دور بماند.

در مورد عایقهایی که در دماهای بالا به کار می‌روند، لازم است عوامل مختلفی که احتمالاً عایق را پس از نصب دچار تخریب تدریجی می‌کنند بررسی شود. این عوامل عبارتند از انقباض طولی (Linear shrinkage)، کاهش وزن و کاهش مقاومت در برابر فشردگی در حین گرم شدن، اثرات ارتعاش و امکان پدیده خود گرمایی (Self heating). هنگام تعیین حداقل دمای کاربرد برای عایقهای پیش ساخته در دماهای بالا و به ویژه در مورد عایقهای پیش ساخته لوله‌ای، باید توانایی عایق نسبت به تحمل بارهای دائمی و ارتعاشهای پس از نصب مورد توجه قرار گیرد.

(ت)

**انبساط گرمایی (Thermal expansion)**

ضریب انبساط گرمایی (Thermal expansion coefficient) اغلب مواد عایق گرمایی نسبت به فلزات کوچکتر است. اختلاف میزان جابجایی‌های گرمایی بین سطح عایق شده، عایق و پرداخت بیرونی (Outer finish) باید مد نظر قرار گیرد.

(ث)

**مقاومت در برابر فشردگی (Resistance to compaction)**

عایقهای سست (Loosefill) و عایقهای پتوئی، برای مقاومت در مقابل فشردگی ناشی از آثار ارتعاش و چرخه گرمایی (Thermal cycling) فاقد پیوستگی کافی هستند.

(ج)

**مقاومت در برابر نفوذ و جذب بخار آب**

عایقهای حاوی حفره‌های بسته (Closed-pore)، مانند شیشه اسفنجی، در برابر نفوذ بخار آب تا حدی مقاوم هستند. عایقهای رشته‌ای و عایقهای دارای حفره‌های باز (Open-pore) می‌توانند مقادیر قابل توجهی آب جذب کنند که این امر آثار نامطلوبی بر قابلیت هدایت گرمایی و کارآیی عایق دارد. عایقهای مورد استفاده برای سطوح سرد باید نسبت به نفوذ بخار آب، که موجب افزایش ضریب هدایت گرمایی می‌شود، محافظت گردد. چنانچه آب نفوذ کند و در عایق بخ زند، احتمالاً موجب گسیختگی حفره‌های عایق و در نهایت تخریب دائمی آن خواهد شد. نفوذپذیری پایین (در مورد بخار آب) برای عایق یک امتیاز محسوب می‌شود.

(ج)

**استحکام مکانیکی و دوام**(1) **استحکام مکانیکی (Mechanical strength)**

مواد عایق معمولاً از نظر مکانیکی ضعیف هستند و استحکام آنها بطور طبیعی بر اثر گرما کاهش می‌یابد. روکش به ندرت عایق را در برابر صدمات مکانیکی حفاظت می‌کند، اما خود عایق باید برای عملکرد مورد نظر به اندازه کافی مقاوم باشد. استحکام و مقاومت عایق در مقابل سایش (Abrasion resistance) باید متناسب با نوع کاربری باشد.

## (۲) دوام (Durability)

دوام یک سیستم عایقکاری در خارج ساختمان اهمیت پیدا می‌کند. برای مثال تغییر شکل عایق در آفتاب یا تخریب آن بر اثر بخش زدن می‌تواند پیامدهای نامطلوب و جدی داشته باشد.

### ح) خطرات آتش‌سوزی و انفجار

(۱) اگر چه نسختنی بودن (Non-combustible) مواد عایق مطلوب است، در بعضی فضاهای استفاده از این مواد الزامی ندارد.

(۲) خطرهای ناشی از گسترش شعله و یا تولید دود و گازهای سمی، بر اثر سوختن مواد عایق را می‌توان به طور موثری با استفاده از پوشش‌های حفاظتی (Protective coating) و سایر مواد کمکی از قبیل چسبها، عایقهای رطوبتی و درزگیرها (sealants) کاهش داد.

(۳) بسیاری از مواد عایقکاری بی‌خطر هستند ولی در صورت عدم محافظت کافی ممکن است مقداری نفت یا مواد مشابه را جذب کرده و دچار اشتعال خود به خودی شوند.

(۴) تولید و انتشار مقدار زیادی دود یا گازهای سمی ناشی از سوختن مواد اصلی و مواد کمکی عایقکاری، به ویژه در راپله‌ها، شفت‌ها، راهروها و راههای فرار واقع در فضاهای محصور داخل ساختمان، یا داخل کانالهای هوا و سقف‌های کاذبی که برای برگشت یا تخلیه هوا مورد استفاده قرار می‌گیرند خطرناک است و باید پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از آن صورت گیرد.

(۵) در فضاهای ویژه، که احتمال آتش‌سوزی یا انفجار زیاد است، عایق باید عاری از مواد آلی باشد.

### خ) مقاومت در برابر جانوران موذی و قارچها

مقاومت عایق در برابر جانوران موذی، حشرات و رشد قارچ، به ویژه در مواردی از قبیل کارخانه‌های تولید مواد غذایی دارای اهمیت است. سطح عایقهایی که احتمال ترشدن دارد، باید با موادی روکش شود که در معرض حمله این عوامل قرار گیرد. در این موارد استفاده از مواد غیرجاذب (Non-absorptive) برای روکش مطلوب است.

(د) خطرات بهداشتی و ایمنی

(۱) خطرات بهداشتی و ایمنی بالقوه، موجود در مواد اصلی و مواد کمکی عایقهای گرمایی، ممکن است بطور مستقیم بر اثر تماس با این مواد، مثلاً حين نصب، ترمیم و نگهداری، یا به طور غیرمستقیم در اثر فرسودگی، آتشسوزی یا انتشار فیزیکی آنها بروز کند.

(۲) تولیدکنندگان این گونه مواد باید درباره آثار و خطرات شناخته شده محصولات خود و بکارگیری روشهای صحیح بهداشتی و ایمنی هنگام نصب، اطلاعات و توصیه‌های لازم را ارائه نمایند.

(۳) خطرات بهداشتی و ایمنی آثاری هستند که فعالیتهای طبیعی و بیوشیمیایی بدن را بطور موقت یا دائم مختل می‌سازند، یا در پوست خراش، پارگی و زخم ایجاد می‌کنند. آثار ناشی از انتشار گرما، گازهای سمی و غیر سمی، الیاف و ذرات عایق، کاهش اکسیژن که بطور عمده بر اثر سوختن مواد عایق حاصل می‌گردد نیز از جمله خطرات بهداشتی و ایمنی بالقوه موجود در این مواد است. فرسودگی اجزای فلزی و سازهای ساختمان بر اثر تماس دائم با عایق که موجب زنگزدگی، تضعیف، شکست و فرو ریختن ساختمان می‌شود، نیز از جمله خطرات ایمنی قابل ذکر است.

(۴) بکارگیری مواد عایق حاوی آزبست، در بسیاری از کشورهای صنعتی محدود شده است. در استاندارد BS 5970 توصیه کمیته مشورتی آزبست (ACA) Advisory Committee on Asbestos به ترتیب زیر درج شده است :

- بکارگیری آزبست یا هر محصول حاوی آزبست به صورت پاشیدن مجاز نیست.

- بکارگیری عایقهای گرمایی حاوی آزبست مجاز نیست. مگر در موارد نادری که تاکنون جایگزین مناسبی ارائه نشده است.

(۵) بعضی از انواع سیمان که برای پوشش نهایی عایق مورد استفاده قرار می‌گیرند، بر اثر ترشیدن به شدت قلیایی شده و ممکن است حساسیت پوستی ایجاد کنند. هنگام استفاده از این مواد باید از دستکش مناسب استفاده شود.

(۶) بخارهای شیمیایی (Chemical fumes) حادث از برخی مواد عایق، مانند پلی یوریتان‌ها و ایزوسیانات‌ها، ممکن است سمی باشد، یا حساسیت‌های تنفسی ایجاد کند، هنگام بکارگیری این مواد باید تجهیزات حفاظتی تنفسی در دسترس باشد. استفاده از این مواد در فضاهای بسته باید با استفاده از ماسک تنفسی مناسب صورت گیرد.

(۷) ذرات ریز قابل تنفس، حاوی آربیست، سیلیس یا مواد مشابه دیگر که توسط مواد عایق در فضا انتشار می‌یابد، ممکن است ابتلا به بیماریهای مزمن ریوی را موجب شوند، هنگام کار با این مواد اعم از مخلوط کردن، جابجایی و نصب باید تسهیلات لازم برای حفاظت تنفسی در دسترس باشد.

(۸) قبل از برجیدن، کندن و جمع‌آوری عایق، باید جنس آن مشخص شود، تا در صورت وجود موادی از قبیل آربیست و سیلیس اقدامات ایمنی و بهداشتی لازم معمول گردد.

#### (ذ) خوردگی (Corrosion)

(۹) مواد عایقی که با اجزای فلزی ساختمان در تماس هستند، باید در شرایط عادی موجب خوردگی آنها شوند.  
(۱۰) چنانچه عایق در شرایط مرطوب نصب شود یا پس از نصب امکان ترشدن طولانی مدت بیابد، خوردگی ایجاد می‌کند که ممکن است گسترده یا موضعی باشد.

#### (ر) عاری بودن از بوی نامطبوع

نداشتن بوی نامطبوع از ویژگی‌های مهم عایق پس از نصب است. در مواردی که عایق در کارخانه‌های تولید مواد غذایی، رستورانها و ساختمانهایی از این قبیل نصب شود، ویژگی مزبور اهمیت بارزتری می‌یابد.

#### (ز) عمر مطلوب (Optimum life)

نظر به اینکه عمر لازم سیستم عایقکاری بر هزینه سالانه و در نتیجه ضخامت اقتصادی عایق موثر است، لذا باید مورد توجه قرار گیرد. چنانچه یک دوره زمانی (عمر) کوتاه مورد نظر باشد، یک سیستم عایقکاری ارزان کفایت می‌کند و چنانچه عمر بیشتری مورد نیاز کار باشد، ممکن است یک سیستم عایقکاری گرانتر و با عمر بیشتر، اقتصادی باشد.

### (Optimum heat capacity) ئ

نظر به اینکه ظرفیت گرمایی یک ماده عایق بسته به چگالی حجمی آن تغییر می‌کند، بهتر است که این ویژگی گرمایی بصورت ظرفیت گرمایی بر واحد جرم یا ظرفیت گرمایی ویژه نشان داده شود. باید توجه داشت که مقادیر ظرفیت گرمایی ویژه با دمای میانگین (Mean temperature) تغییر می‌کند.

عایق با ظرفیت گرمایی کمتر، بر اثر دریافت گرما مقدار کمتری گرما جذب می‌کند و در نتیجه سریع‌تر گرم یا سرد می‌شود، ولی عایق با ظرفیت گرمایی بیشتر، در زمان طولانی‌تری گرمایی خود را منتقل می‌کند.

- در جدول شماره (۷-۲-۵-۲) " واحدهای ظرفیت گرمایی بر واحد جرم" و ضرایب تبدیل آنها ارائه شده است.

### جدول شماره (۷-۲-۵-۲) " واحدهای ظرفیت گرمایی بر واحد جرم"

ضرایب تبدیل واحدهای ظرفیت گرمایی بر واحد جرم از استاندارد BS 350

	joule per kilogram kelvin*	kilocalorie† per kilogram kelvin kcal <sub>IT</sub> /(kg K)	thermochemical kilocalorie per kilogram kelvin kcal <sub>SI</sub> /(kg K)	15 °C kilocalorie per kilogram kelvin kcal <sub>SI</sub> /(kg K)	British thermal unit per pound degree Fahrenheit Btu/(lb °F)	foot pound-force per pound degree Fahrenheit ft lbf/(lb °F)	kilogram-force metre per kilogram kelvin kgf m/(kg K)
1 joule per kilogram kelvin* J/(kg K)	1	0.238 846 × 10 <sup>-3</sup>	0.239 006 × 10 <sup>-3</sup>	0.238 920 × 10 <sup>-3</sup>	0.238 846 × 10 <sup>-3</sup>	0.135 863	0.101 972
1 kilocalorie† per kilogram kelvin kcal <sub>IT</sub> /(kg K)	4186.8	1	1.000 67	1.000 31	1	778.169	426.935
1 thermochemical kilocalorie per kilogram kelvin kcal <sub>SI</sub> /(kg K)	4184	0.999 331	1	0.999 642	0.999 331	777.649	426.649
1 15 °C kilocalorie per kilogram kelvin kcal <sub>SI</sub> /(kg K)	4185.5	0.999 690	1.000 36	1	0.999 690	777.928	426.802
1 British thermal unit per pound degree Fahrenheit Btu/(lb °F)	4186.8	1	1.000 67	1.000 31	1	778.169	426.935
1 foot pound-force per pound degree Fahrenheit ft lbf/(lb °F)	5.380 32	1.285 07 × 10 <sup>-3</sup>	1.285 93 × 10 <sup>-3</sup>	1.285 47 × 10 <sup>-3</sup>	1.285 07 × 10 <sup>-3</sup>	1	0.548 64
1 kilogram-force metre per kilogram kelvin kgf m/(kg K)	9.806 65	2.342 28 × 10 <sup>-3</sup>	2.343 85 × 10 <sup>-3</sup>	2.343 01 × 10 <sup>-3</sup>	2.342 28 × 10 <sup>-3</sup>	1.822 69	1

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
۵-۲ عایق کاری  
۲-۵-۲ مصالح عایق کاری  
۸-۲-۵-۲ ضخامت عایق

۲۳ از ۱۹

## س) الزامات نگهداری

هزینه‌های نگهداری می‌تواند بخش عمداتی از کل هزینه سیستم عایقکاری باشد. این هزینه‌ها را می‌توان با انتخاب درست مواد عایق، روکش‌ها و همچنین دقت در جزئیات نصب سیستم به حداقل رساند. نسبت به دسترس بودن عایقهای پیش ساخته قابل برداشت لوله‌ها، شیرها و غیره، و بکارگیری سیستمهای حفاظتی برای نقاط غیرقابل دسترس، مثلاً عایقکاری در داخل کانالها، لازم است دقت ویژه بعمل آید.

## ۸-۲-۵-۲ ضخامت عایق

(الف) ضوابط مربوط به ضخامت عایقهای مورد استفاده در (۱-۱-۵-۲) "پ" و برای شرایط مختلف کاربری در قسمتهای مربوط ارائه خواهد شد.

(ب) چنانچه ضخامت‌های درج شده در جدولهای پیشنهادی این مشخصات فنی عمومی با ضخامت‌های تجاری (Commercial thickness) موجود منطبق نباشد، نزدیکترین ضخامت تجاری بالاتر، پس از تصویب دستگاه نظارت، باید انتخاب گردد.

(پ) منظور از دمای سطح عایق شونده، دمای سیالی است که در تماس با سطح می‌باشد، مگر در مواردی که جز این مشخص شده باشد.

(ت) تولید کننده موظف است حداکثر و حداقل دمایی (Temperature limits) که عملکرد مطمئن عایق مورد نظر را در یک دوره طولانی و در شرایط عادی کاربرد فراهم می‌سازد، ارائه نماید.

(ث) چنانچه دمای سطح عایق شونده بالاتر از حد دمای مطلوب عایق اصلی باشد، باید از عایقکاری مرکب (Composite insulation) استفاده شود تا امکان به کارگیری یک عایق با مقاومت گرمایی (Temperature resistance) بالاتر، به عنوان لایه داخلی، فراهم گردد. در این حالت مجموع ضخامتها باید مناسب با قابلیت هدایت گرمایی معادل باشد. ضخامت هر لایه باید به نحوی محاسبه شود که دمای سطح مشترک (Interface temperature) بین هر دو ماده عایق از حد بالای دمای عایق بیرونی تر تجاوز نکند.

(ج) برای استفاده از جدولهای ضخامت که بر اساس دمای میانگین (Mean temperature) تنظیم، میانگین، میانگین عددی دمای سطح گرم و دمای محیط مجاور سطح بیرونی عایق از دقت کافی برخوردار است. منظور از دمای میانگین، میانگین عددی سطح گرم و دمای سطح سرد عایق است.

(ج) آزمایش‌های ضخامت مواد عایق شکل پذیر (Plastics)

(۱) آزمایش‌های مربوط به ضخامت عایق پس از نصب انجام می‌شود.

(۲) از بی‌نظمی موضعی (برای مثال در محل بسته‌ها) موجود روی سطح عایق شونده صرفنظر می‌شود.

(۳) آزمایش‌های ضخامت در هر قسمت از عایق کاری نشان خواهد داد که آیا عایق با توجه به ضخامت و روابطی مورد توافق، طبق مشخصات نصب شده است یا خیر؟

(ح) یکنواختی (Uniformity) ضخامت عایقهای شکل پذیر

(۱) یکنواختی ضخامت باید در آزمایش ضخامت عایق بروزی و مشخص شود.

(۲) اندازه‌های (ضخامت) بدست آمده می‌تواند نسبت به میانگین حسابی، انحرافی معادل  $3\% +_{-10\%}$  میلیمتر یا  $10\% +_{-10\%}$  درصد. هر کدام بیشتر است، و حداقل تا  $10\% +_{-10\%}$  میلیمتر داشته باشد.

## ۹-۲-۵-۲ انتخاب مواد عایق‌کاری

(الف) کلیات

قبل از تصمیم‌گیری نسبت به تهیه و نصب عایق برای هر کاربری خاص، موارد زیر باید با دقت لازم ملاحظه شود.

(۱) دمای سطح سرد (حداقل و حداکثر)

(۲) دمای سطح گرم (حداقل و حداکثر)

(۳) دمای محیط

(۴) قابلیت هدایت گرمایی

(۵) ضخامت لازم برای عایق مورد نظر

(۶) استحکام مکانیکی

(۷) خطر بهداشتی

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
۵-۲ عایق کاری  
۲-۵-۲ مصالح عایق کاری  
۹-۲-۵-۲ انتخاب مواد عایق کاری

۲۱ از ۲۳

(۸) خطر آتش سوزی

(۹) جابجایی گرمایی (انبساط)

(۱۰) روش حفاظت نفوذپذیری مواد عایق

(۱۱) روکش محافظ و پرداخت عایق

(۱۲) هزینه لازم (شامل نصب و پرداخت)

**(ب) خواص بر جسته مواد عایق گرمایی**

جدول شماره (۹-۲-۵-۲) ب<sup>۱</sup> بعضی از مشخصات باز تعدادی از مواد عایق راچ را که بطور عمده برای دماهای بالاتر از دمای محیط کاربری دارند نشان می دهد.

**جدول شماره (۹-۲-۵-۲) ب**  
**نمونه هایی از مواد عایق رایج و مشخصات عمدی آنها، از استاندارد BS 5970**

ردیف	جنس	شکل ظاهری (فیزیکی)	نوع (ساختار)	حداکثر دمای * تقریبی کاربرد (°C)	چگالی حجمی نرمال (kg/m <sup>3</sup> )	مقاومت در برابر فشار +
۱	الیاف معدنی (شیشه) یا پشم شیشه	لوله‌ای پیش ساخته	رشته‌ای	۵۱۰ تا ۲۳۰	۱۶۰ تا ۸۰	متوسط/خوب
۲		قطعه‌ای (چسب دار)	رشته‌ای	۵۱۰ تا ۲۳۰	۹۶ تا ۱۶	متوسط/خوب
۳		پتویی	رشته‌ای	۵۱۰	۱۴۴ تا ۴۸	متوسط/خوب
۴		مواد سست پرکننده ++	رشته‌ای	۵۱۰	-	ناچیز
۵		نوار انعطاف‌پذیر، طناب، نخ تاییده و پارچه	رشته‌ای	۵۱۰ تا ۲۳۰	۹۶ تا ۴۸	ناچیز
۶	الیاف معدنی (سنگ) یا پشم سنگ	لوله‌ای پیش ساخته	رشته‌ای	۷۰۰ تا ۲۶۰	۱۴۴ تا ۸۰	خوب
۷		قطعه‌ای (چسب دار)	رشته‌ای	۷۶۰ تا ۲۶۰	۱۹۲ تا ۱۶	متوسط/خوب
۸		پتویی	رشته‌ای	۷۶۰ تا ۵۷۰	۱۲۸ تا ۸۸	متوسط
۹		پاششی	رشته‌ای	۷۶۰	۲۴۰ تا ۲۲۴	خوب
۱۰		مواد سست پرکننده ++	رشته‌ای	۹۵۰ تا ۷۶۰	-	ناچیز
۱۱	الیاف معدنی (سریاره) یا پشم سریاره	لوله‌ای پیش ساخته	رشته‌ای	۵۷۰ تا ۲۶۰	۲۵۶ تا ۱۴۴	متوسط/خوب
۱۲		قطعه‌ای	رشته‌ای	۷۶۰	۳۲۰ تا ۴۸	ناچیز/خوب
۱۳		لحافی	رشته‌ای	۸۰۰ تا ۶۵۰	۲۵۶ تا ۸۰	متوسط
۱۴		مواد سست پرکننده	رشته‌ای	۷۶۰	-	ناچیز
۱۵		نوار انعطاف‌پذیر	رشته‌ای	۲۳۰	۱۶۰ تا ۸۰	ناچیز
۱۶	درصد اکسید منیزیوم	شیشه اسفنجی	اسفنجی	۴۰۰	۱۴۴ تا ۱۱۲	خوب
۱۷		ترکیب‌های شکل‌پذیر	دانه‌ای	۳۱۰	۲۲۴ تا ۱۷۶	متوسط
۱۸		قطعه‌ای پیش ساخته	دانه‌ای	۳۱۰	۲۲۴ تا ۱۷۶	خوب
۱۹		لوله‌ای پیش ساخته	دانه‌ای	۳۱۰	۲۲۴ تا ۱۷۶	خوب
۲۰		ترکیب‌های شکل‌پذیر	دانه‌ای	۱۰۰۰ تا ۶۵	۳۲۰ تا ۱۶۰	متوسط
۲۱	سیلیکات کلسیم	قطعه‌ای و قطعات بلند	دانه‌ای	۱۰۱۰ تا ۶۵۰	۳۲۰ تا ۱۶۰	خوب
۲۲		لوله‌ای پیش ساخته	دانه‌ای	۷۶۰ تا ۶۵۰	۳۲۰ تا ۱۶۰	خوب
۲۳	پلی یوریتان اسفنجی سخت	قطعه‌ای لوله‌ای، پاششی درجا	اسفنجی	۱۰۰	۹۶ تا ۳۲	خوب
۲۴	پلی یوریتان اسفنجی قابل انعطاف	پتویی، قطعه‌ای و لوله‌ای	اسفنجی	۷۰	۶۴ تا ۳۲	ناچیز
۲۵	فویل آلومینیومی	ساده و موجدار	بازتابی	۵۰۰	-	ناچیز
۲۶	فولاد زنگ ناپذیر	Dimpled foil	بازتابی	۷۶۰	-	ناچیز

یادداشت‌های مربوط به جدول شماره (۹-۲-۵) ب

\* این مقادیر برای حالتی ارائه شده است که فقط یک طرف عایق گرم می‌شود، در صورتی که دو طرف گرم شود، دمای پایین‌تر بکار می‌رود.

+ برای مواد رشته‌ای، مقاومت در برابر فشار (Compressive strength)، با چگالی حجمی و چسب مصروفی (binder) تغییر می‌کند.

++ مواد سست پرکننده (Loosefill) برای تامین قابلیت هدایت گرمایی لازم باید تا حد مناسب فشرده شوند.

○ در دماهای بالای ۲۶۰، بر اثر تبخیر مواد پیوند دهنده عایق (Bonding materials)، ممکن است مقاومت در برابر فشار به میزان قابل توجهی کاهش یابد.



## **مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها**

**۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**

**۵-۲ عایق‌کاری**

**۳-۵-۲ نگهدارهای عایق**



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲  
 عایق کاری ۵-۲  
 نگهدارهای عایق ۳-۵-۲

### فهرست

عنوان	صفحه
کلیات	۱-۳-۵-۲
تعریف	۲-۳-۵-۲
چسبها	۳-۳-۵-۲
نگهدارهای مکانیکی	۴-۳-۵-۲
نگهدارهای ترکیبی	۵-۳-۵-۲



- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵- عایق کاری  
 ۲- نگهدارهای عایق  
 ۲-۵- کلیات

### ۲-۵-۳ نگهدارهای عایق

#### ۲-۵-۱ کلیات

عایق ممکن است به یکی از سه صورت زیر نصب شود :

- (الف) با استفاده از چسب
- (ب) با وسائل مکانیکی
- (ج) ترکیبی از چسب و وسائل مکانیکی

### ۲-۳-۵-۲ تعاریف

#### الف) پوشش فلزی محافظ (Metal cleading/cladding)

صفحه‌ای فلزی که به عنوان روکش محافظ روی عایقکاری نصب می‌شود.

#### ب) پیوند (Bond)

اتصال مواد با استفاده از چسب

#### پ) زمان پیوند (Bonding time)

دوره زمانی پس از کاربرد چسب، که طی آن سطوح مورد نظر، به طور یک پارچه، بهم می‌چسبند.

#### ت) زمان عمل‌آوری (Curing time)

زمان لازم برای عمل آوردن (آماده‌سازی) یک پلاستیک یا رزین با واکنش شیمیایی.

#### ث) ظرفیت پوشش دهی - تر (Covering capacity- wet)

برای موادی که قبل از مصرف باید با آب مخلوط شوند، ظرفیت پوشش دهی عبارت است از ضخامت حاصل از مصرف واحد حجم ماده خشک، که پس از اختلاط با آب روی سطحی چهارگوش از عایق مورد نظر اجرا می‌شود. برای موادی که بصورت آماده (مخلوط شده) در قوطی عرضه می‌شوند، ظرفیت پوشش دهی عبارت است از ضخامت حاصل از مصرف واحد حجم ماده آماده روی سطحی چهارگوش از عایق موردنظر.

(ج) ظرفیت پوشش دهنده - خشک (Covering capacity - dry)

حجم ماده مصرفی پس از اجرا روی یک سطح چهارگوش، پس از خشک شدن، که به صورت حاصلضرب ضخامت ماده در سطح مذکور، نشان داده می‌شود.

(ج) عمل آوری (Curing)

تعییر خواص یک پلاستیک یا رزین با واکنش شیمیایی. برای مثال، پلیمریزاسیون، که عموماً فعل و انفعالات به کمک گرمادهی، استفاده از کاتالیزورها یا هر دو؛ تحت فشار یا بدون اعمال فشار صورت می‌گیرد.

(ح) گران روی (Viscosity)

مقاومت داخلی (جرم) یک ماده در برابر روان شدن.

(خ) محتویات جامد (Solids content)

درصد مواد غیرفرار

توجه: اندازه‌گیری مقدار مواد غیر فرار در هر چسب، درزگیر یا ماده پوشش دهنده (Coating) دیگر، بسته به روش انتخاب شده، ممکن است تفاوت کند. برای کسب نتایج یکسان، باید روش استاندارد واحدی ملاک عمل قرار گیرد.

(د) مفتول بست (Lacing wire/tie wire)

مفتولی نازک (Light gauge) یک لا یا چند لا، که برای بستن همپوشانی لبه‌های عایق‌های پتوئی یا روکش‌های فلزی و یا اساساً برای نصب عایق روی سطوح تخت بکار می‌رود.

(ذ) نگهدار عایق (Securement- insulation)

هر وسیله مانند مفتول، نوار یا چسب که برای نصب (بستن) عایق در موقعیت عملکرد آن و نگهداشتن آن در موضع یاد شده بکار گرفته می‌شود.

(ر) ورق نازک (Film)

یک واژه اختصاری برای ورقهای با ضخامت نامی حداقل ۰/۰۱۰ میلیمتر (۰/۰۱۰ اینچ).

### ۳-۳-۵-۲ چسبها

چسبندگی وابسته به نیروهای مولکولی است. نظر به اینکه سطوح عایق شونده در سیستم‌های عایق‌کاری گرمایی اغلب زبر و نامنظم است، لذا چسبهای مورد استفاده در این سیستم‌ها باید خواص پرکنندگی ویژه‌ای داشته باشند.

لزوم سازگاری چسب با سطوح درگیر نیز از موارد مهمی است که موجب می‌شود مواد عایق چسب ویژه خود را نیاز داشته باشد. گاهی اوقات برای کمک به نفوذ (چسب) و همچنین مرطوب کردن سطح عایق شونده نیاز به اجرای آستری آبگونه می‌باشد، این امر هنگام چسب زدن یا تحکیم سطوح شکننده اهمیت ویژه‌ای می‌یابد.

علاوه بر قابلیت پرکنندگی (Gap-filling capability) گران روی (Viscosity) مناسب نیز از ویژگی‌های مهم یک چسب است، چسبهایی که بطور اسمی مشابه هستند، ممکن است مقاومتشان در برابر آب یا تغییر دما و یا رفتارشان در برابر آتش متفاوت باشد.

#### الف) طبقه‌بندی چسبها از نظر کاربرد

چسبهای مورد استفاده در نصب عایق را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

(۱) چسبهایی که برای چسباندن (نصب) عایقهای قطعه‌ای (Slab) و لوله‌ای پیش ساخته، یا عایقهای انعطاف‌پذیر به یکدیگر و به سطوح مورد نظر مانند دستگاه‌ها یا کانال‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این گروه چسبها عموماً دارای غلظت‌های نسبتاً زیاد و خاصیت پرکنندگی مطلوب هستند.

(۲) چسبهایی که برای چسباندن روکش‌های پارچه‌ای روی لوله‌ها و دستگاه‌های عایق شده بکار می‌روند. معمولاً این چسبها حاوی امولسیونهای پلی وینیل استات (PVA) محلول در آب هستند.

(۳) چسبهایی که برای چسباندن لایه‌های نازک فلزی (Foils) یا غیر فلزی قابل انعطاف (Films) روی عایقهای گرمایی قبل از عایق‌کاری، و همچنین چسباندن همبوشانی‌های این عایقهای به کار می‌روند. این گروه طیف وسیعی از فرآورده‌ها را شامل می‌شود که عموماً با غلظت‌های مناسب برای کاربرد با قلم مو یا پاشیدن تولید می‌گردند.

#### ب) مشخصات کاربردی

ویژگی‌های مهمی که در کاربری چسبها موثر است، عبارتند از :

(۱) ساختار (Build)، برای مثال قابلیت مقاومت در برابر جاری شدن.

- (۲) غلظت (Consistency)، مثلاً قابلیت کاربرد با قلم مو، پیستوله و غیره.
- (۳) پوشش دهی (Coverage)
- (۴) محتویات جامد (Solids content) که نوع حلال را برای کاربرد آسانتر مشخص می‌کند.
- (۵) درجه جذب شوندگی (Degree of absorption)، هنگام کاربری با عایقهای متخلخل.
- (۶) سایر ویژگی‌های قابل ذکر عبارتند از: نقطه اشتعال (Flashpoint)، سمی بودن (Toxicity)، دامنه کاربرد از نظر دما و رطوبت، زمان لازم برای پیوند (Bonding time)، زمان عمل‌آوری (Curing time)، دوام هنگام نگهداری در انبار، احتمال خوردگی و خطر حلالها (از دست رفتن تدریجی آب در چسبهای قلیایی، خطر خوردگی را افزایش می‌دهد).

#### (پ) ویژگی‌های دوران بهره‌برداری

ویژگی‌هایی که بر رفتار چسب پس از مصرف اثر می‌گذارد، عبارتند از:

#### (۱) محدوده دما (Temperature limits)

برای اینکه یک چسب پس از مصرف موثر باقی بماند و قدرت چسبندگی خود را به مرور زمان از دست نداده و آنرا در حد مطلوبی حفظ کند، نباید دمای حاکم بر آن از دامنه معینی خارج شود. محدوده دما برای اغلب چسبهای مودد مصرف در عایقکاری گرمایی، در دوران بهره‌برداری بین  $50^{\circ}\text{C}$ - $120^{\circ}\text{C}$  می‌باشد، اگر چه برای مصارف ویژه چسبهایی تولید می‌شود که قابلیت کاربری آنها خارج از این دامنه است.

اغلب چسبها در دماهای زیر  $50^{\circ}\text{C}$ - نرمی و انعطاف‌پذیری خود را به تدریج از دست می‌دهند. برای دماهای بهره‌برداری بالاتر از  $150^{\circ}\text{C}$  معمولاً چسبهای محلول در سیلیکات سدیم مورد استفاده قرار می‌گیرند که در مقابل آب یا رطوبت زیاد، مقاوم نیستند.

#### (۲) استحکام چسب (Adhesive strength)

به علت پایین بودن چگالی حجمی و ساختار غیر متراکم اکثر مواد عایق، معمولاً، استحکام چسب مهمترین ویژگی آن محسوب نمی‌شود. در هر حال استحکام چسب باید به نحو اطمینان بخشی بیش از استحکام پیوستگی مواد عایق در تمام شرایط دوره بهره‌برداری باشد.

برای نصب مواد عایق با چگالی حجمی و استحکام بالاتر، چسبهای قویتری مودر نیاز است، به نحوی که با اطمینان کافی بارهای وارده را تحمل کند. مولفه‌های اصلی در استحکام یک چسب، آنهاست که در معرض نیروهای کششی، برشی یا پیوسته شدن باشد.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۲-۵ عایق کاری

۲-۵-۳ نگهدارهای عایق

۲-۳-۵ چسبها

۱۱ از ۵

### (ت) روش آماده سازی (عمل آوری)

#### (۱) چسبهای محلول (Solvent-based adhesives)

شناخت اهمیت آماده سازی یا عمل آوری، یکی از اصلی‌ترین عوامل در کاربری و عملکرد اطمینان بخش و موفق چسبها است.

اغلب چسبهای مورد مصرف در عایقکاری بر اثر تبخیر حلالهای آبی و یا آب خود و یا تبخیر بعدی آب جذب شده در منافذ.

پیوند لازم را ایجاد می‌کنند. به طور کلی، چسبهای محلول در آب یا سایر حلالهای هنگامی مورد استفاده قرار می‌گیرند که لاقل

یکی از دو سطح مورد نظر خلل و فرج داشته باشد، در این حالت با چسب انود کردن آن، پیوند لازم به سرعت و یا در زمان

کوتاهی که چسب بین دو سطح منتشر می‌شود، ایجاد می‌گردد.

چنانچه هیچیک از دو سطح متخلخل نباشد، از چسبهای ویژه‌ای استفاده می‌شود که باید هر دو سطح را با آن انود کرد.

#### (۲) چسبهای با عمل آوری شیمیایی (Chemically curing adhesives)

این چسبها معمولاً با روش‌های شیمیایی فعال و برای استفاده در نصب عایق آماده می‌گردند. مواد اصلی این چسبها را بطور

عمده اپوکسی‌ها و پلی یوریتانها تشکیل می‌دهند که با افزودن سایر پلیمرها اصلاح می‌شوند. این چسبها برای ایجاد پیوندهای

خیلی قوی بین مواد سخت و نفوذناپذیر کاربرد دارند. برای سهولت مصرف، بعضی از این چسبها حاوی حللهای فرار هستند،

که این امر تاثیر کمی در زمان عمل آوری (Curing time) بجا می‌گذرد.

#### (۳) چسبهای گرم‌نرم (Hot melt adhesives)

این چسبها به صورت مایعی گرم و گرانزو (Viscous) مصرف می‌شوند، که بر اثر دمای محیط سرد و سفت شده و پیوند لازم را

ایجاد می‌کند.

#### (ث) بهداشت و ایمنی

استفاده‌کنندگان از چسبهای عایقکاری باید قبل از کاربرد هر محصول، کلیه اطلاعات و هشدارهای ایمنی مربوط را در اختیار

داشته و رعایت نمایند. معمولاً علاوه بر اطلاعات فنی و تخصصی که روی ظروف حاوی این گونه محصولات چاپ می‌شود،

اطلاعات مربوط به ملاحظات بهداشتی و ایمنی نیز باید در اختیار مصرف‌کننده قرار گیرد.

#### (ج) چسبهای مهم و مشخصات آنها

در این قسمت نمونه‌های محدود با ویژگی‌های آنها، بطور خلاصه و فقط برای آشنایی ارائه می‌گردد. اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر

باید از طریق سازنده کسب شود.

کلیه چسبهای مورد بحث در این قسمت از رزینها (Resins) و لاستیک‌های طبیعی یا مصنوعی، همراه با سایر پلیمرها تشکیل شده‌اند، که در انواع مختلف و مناسب برای مصارف مربوط عرضه می‌گردند. سایر مواد از قبیل پرکننده‌ها (Fillers)، نرم‌کننده‌ها (Plasticizers)، مواد مقاوم در برابر زنگزدگی (Anti-oxidants) و غیره، برای دستیابی به خواص مطلوب و ویژگی‌های کاربردی به آنها افزوده می‌گردد. نظر به اینکه کیفیت و خواص چسبهای با ظاهر مشابه، می‌تواند به طور گسترده‌ای متفاوت باشد، بنابراین، مشخص نمودن شرایط لازم کاربری چسب، از موارد اصلی و با اهمیت است.

### (۱) قیرها

موادی گرما نرم (Thermoplastic)، ارزان، با منشاء معدنی، عموماً سیادرنگ، با استحکام و خاصیت کشانی (Elasticity) ضعیف هستند. در دمای کاربرد، بسته به ترکیبات مصرفی، ممکن است شکننده یا نرم باشند. به سطوح مختلف از قبیل بتن، شیشه، فلز و گونی می‌چسبید و در کاربردهایی که تنفس ناچیز است می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تقویت (Reinforcement) با الیاف معدنی یا توریهای فلزی، استحکام آنها را افزایش می‌دهد. قیرها در برابر آب و قلیاهای مقاوم هستند ولی مواد نفتی و بسیاری از حلالهای دیگر موجب نرمی آنها می‌شود. افزودن لاستیکها، انعطاف‌پذیری و استحکام آنها را بالا می‌برد. قیرها قابل اشتغال، اغلب دارای بو و کمی سمی هستند. قیرها به علت دارا بودن هیدروکربنها معطر می‌توانند برای پوست مضر باشند. محصولات تجاری ممکن است بصورت امولسیونهای محلول، یا قالبی همراه با حلالهای آلی تولید و عرضه شود.

### (۲) رزین‌های اپوکسی (Epoxy resins)

این چسبهای دو قسمتی هستند، که می‌توان آنها را در دمای محیط عمل آورد و آماده مصرف نمود. قدرت چسبندگی بالایی دارند، و پس از اختلاط دو قسمت مجال محدودی برای مصرف باقی می‌ماند. انعطاف‌پذیری کم و ضربه‌پذیری ضعیفی دارند. برای مصرف در شریط عادی، تا  $100^{\circ}\text{C}$ ، بطور اطمینان بخشی از قدرت چسبندگی لازم برخوردارند. چسبیدای اپوکسی در برابر مواد نفتی و رشد کپکها بسیار مقاوم هستند، در برابر آب، قلیاهای و حلالها نیز بخوبی مقاومت دارند. امتیاز اصلی این چسبهای افت حجمی ناچیز و پایداری (غیرفرار) هنگام آماده سازی است و برای چسباندن، کافی است که در محل تماس فشار وارد شود. نسبت به الکتریسیته عایق مناسبی است و برای پر کردن حفره‌ها مفید می‌باشد. چسبهای اپوکسی به خودی خود قابل اشتعال و سمی نیستند، ولی تماس با آنها می‌تواند موجب آماس پوست شود. حلالهای چسب رزینی ممکن است سمی و استنشاق آنها مضر باشد. در این موارد باید با سازنده مشورت شود.

### (۳) لاستیک طبیعی (Natural rubber)

چسبهای با منشاء لاستیک طبیعی بسته به میزان لاستیک و پرکننده (Filler) آنها، می‌تواند در رنگهای مختلفی تولید و عرضه شود. حالهای این چسبها ممکن است قابل اشتعال یا غیر قابل اشتعال باشد. این چسبها، همچنین ممکن است با لاستیک خام (Rubber latex) تهیه شوند، که در این حالت تقریباً غیرسمی هستند. لاستیک طبیعی در برابر آب و رشد کپک مقاومت خوبی دارد ولی مقاومت آن در برابر حالهای نفتی و آلی ناچیز است.

### (۴) سایر چسبهای مورد استفاده در عایقکاری به طور عمدۀ عبارتند از:

چسبهای نئوپرین - فنولیک، نیتریل - فنولیک، پلی وینیل استات، استیرن - بوتا دین، پلی بوریتان، لاستیکهای احیاء شده، چسبهای آلکیدی و غیره.

## ۲-۵-۴ نگهدارهای مکانیکی

نگهدارهای مکانیکی عایق را، بطور کلی می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

- نگهدارهای جوشی (Welded attachments)

- نگهدارهای پیچی (Bolted fittings)

- نگهدارهای مفتولی و نواری (Banding and wire securements)

### الف) نگهدارهای جوشی

نگهدارهای جوشی بطور عمدۀ روی سطح خارجی لوله‌های قائم، مخازن و دستگاه‌های ایستاده (قائم) نصب می‌شود.

(۱) نگهدارهای جوشی را معمولاً قطعات نبشی، پیچهای مختلف، میخها، مهره‌ها، گوهه‌ها و غیره تشکیل می‌دهند، که به عنوان پایه برای نگهدارهای پیچی مورد استفاده قرار می‌گیرند و نسبت به یکدیگر دارای موقعیت ثابت و دائمی هستند. برای کنترل جابجایی گرمایی (Thermal movement) ممکن است فاصله این نگهدارها بطور موضعی تغییر کند. در شکل (۲-۳-۵-۲) "الف" (۱) نمونه‌ای از اجرای روکش محافظ فلزی روی عایق گرمایی لوله قائم با استفاده از درز انبساط (Expansion joint) به منظور کنترل جابجایی گرمایی، نشان داده شده است.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
۵-۲ عایق کاری  
۳-۵-۲ نگهدارهای عایق  
۴-۳-۵-۲ نگهدارهای مکانیکی

(ب) نگهدارهای پیچی

نگهدارهای پیچی بطور عمدۀ در ارتباط با نگهدارهای جوشی مورد استفاده قرار می‌گیرند و ممکن است به صورت رینگهای تخت، زاویه‌دار و غیره باشند. این نگهدارها، تکیه گاههای افقی برای عایق و روکش‌های محافظ عایق ایجاد می‌کنند. در شکل (۴-۳-۵-۲) "ب" نمونه‌ای از روش عایقکاری یک مخزن ایستاده را با استفاده از نگهدارهای جوش شده در کارگاه، همراه با نگهدارهای پیچی، نشان می‌دهد.

نگهدارهای پیچی، اعم از ساده (Plain) یا فرنی (Spring-Loaded) چنانچه همراه با یک نگهدار جوش روی سطوح قائم بکار نبروند، نمی‌توانند از سرخوردن عایق جلوگیری کنند و در نتیجه بی‌اثر خواهند بود.

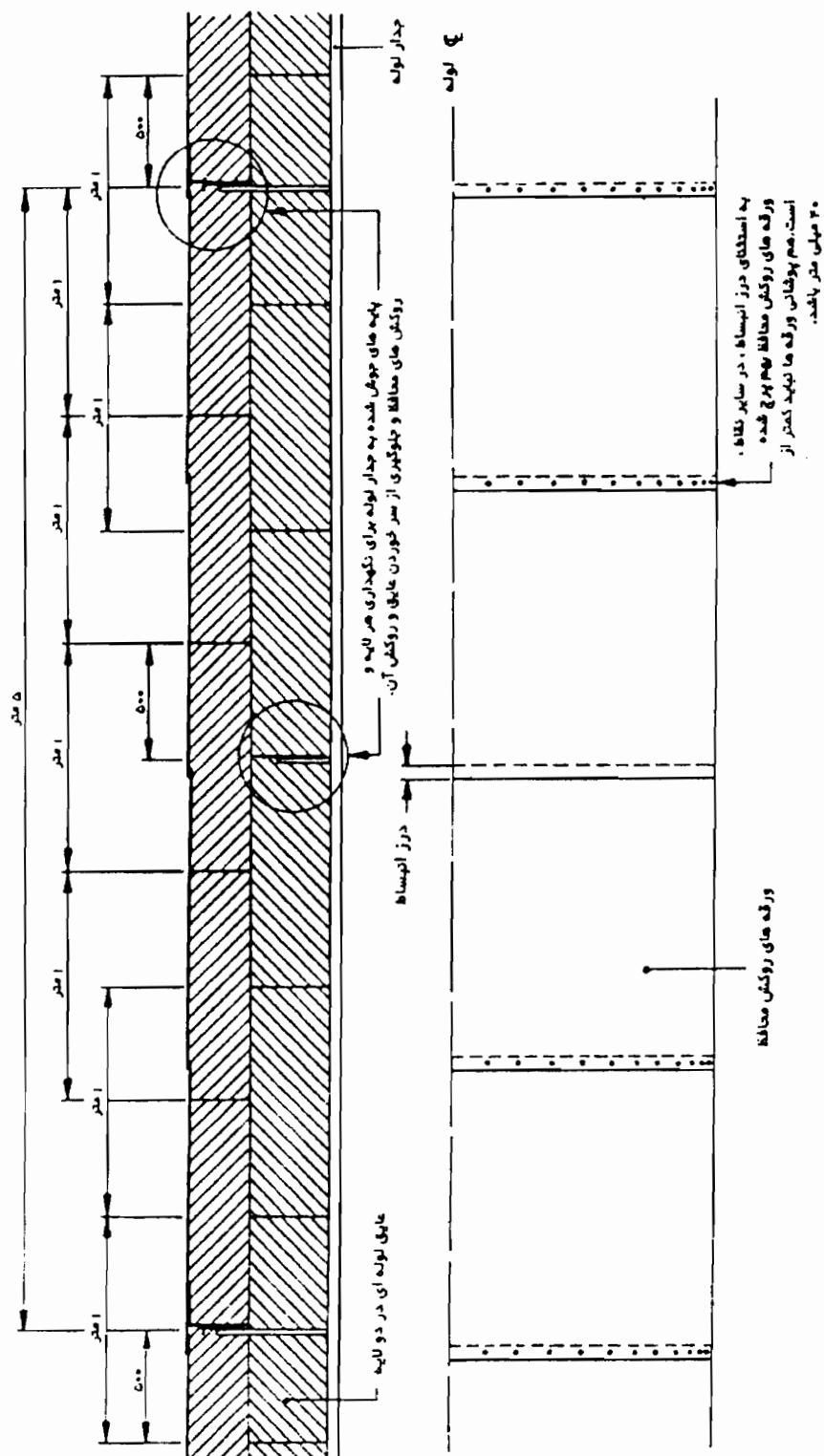
(پ) مفتول‌ها و نوارهای نگهدار

از این نگهدارها بطور عمدۀ در مواقعی که کیپ نگهداشتن عایق روی سطح عایق شونده مورد نظر باشد، استفاده می‌شود.

شكل (٢-٣-٤) الف (١)

نمونه‌ای از اجرای روکش محافظ فلزی روی عایق گرمایی لوله قائم

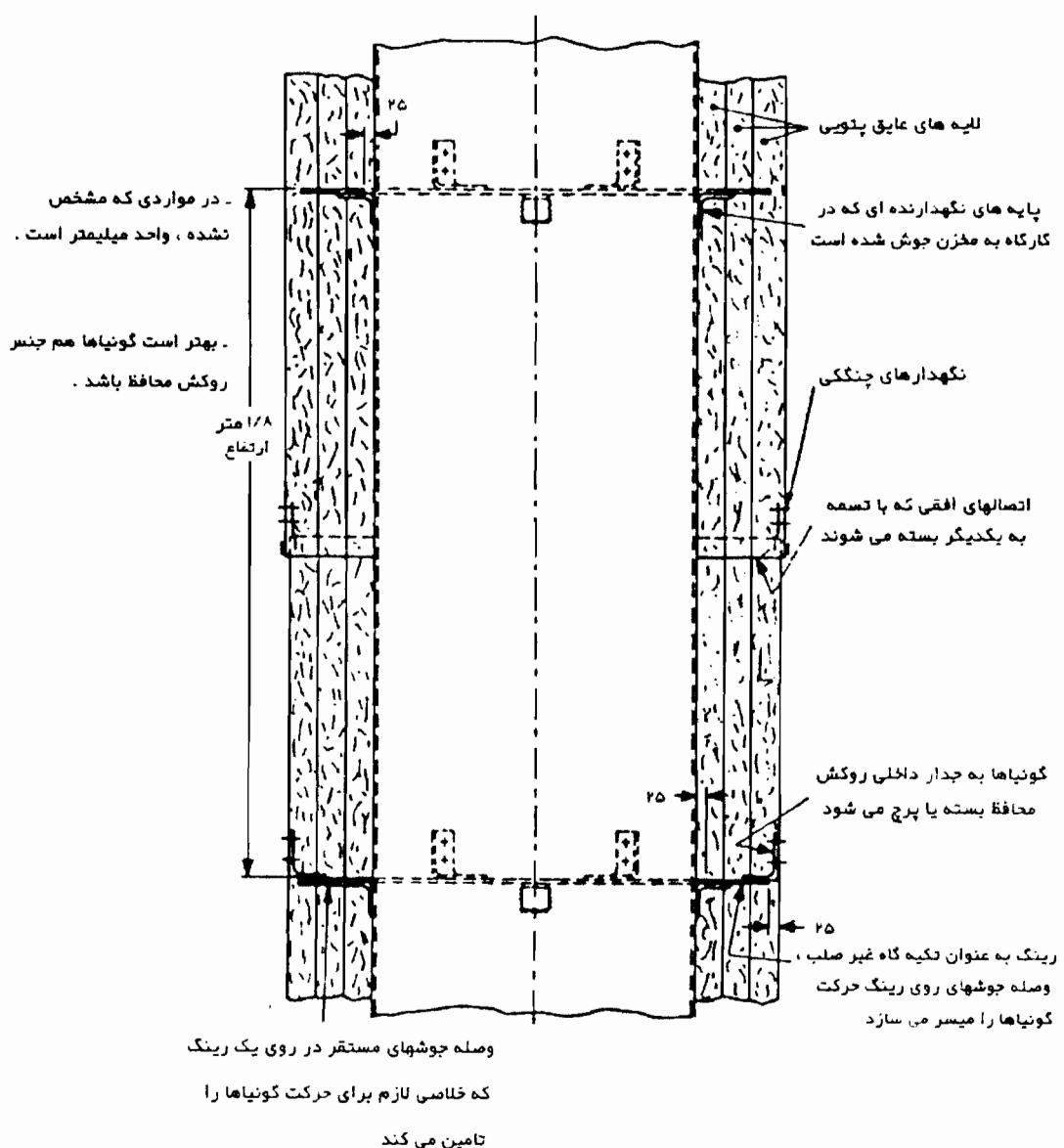
با استفاده از درز انبساط برای کنترل جابجاپی گرماپی



شکل (۴-۳-۵-۲) ب

نمونه‌ای از روش عایقکاری یک مخزن ایستاده در کارگاه

با استفاده از نگهدارهای جوشی یا پیچی



- ۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- ۲ عایق کاری
- ۲ نگهدارهای عایق
- ۲ نگهدارهای ترکیبی

این نگهدارها ممکن است بصورت نوارهای فلزی، پارچه‌ای، پلاستیکی و غیره باشد. اندازه و فاصله این نگهدارها بستگی به جنس انتخابی و چگونگی طراحی سیستم عایقکاری دارد.

توجه : هنگام ثبت خصائص توسط جوشکاری ، لحیمکاری (Brazing) و غیره، باید بطور جدی از صدمات ناشی از فلزکاری احتراز نمود. باید این کار منطبق با شرایط استانداردهای مربوط انجام شود.

### ۵-۳-۵ نگهدارهای ترکیبی

در شرایط معینی ممکن است نگهدارهای مکانیکی با استفاده از چسب مورد استفاده قرار گیرد. در چنین مواردی استحکام مکانیکی بسیار اهمیت دارد. به ویژه برای منابع بزرگ و در حالتی که عایقکاری ممکن است بطور جدی در معرض نیروهای باد قرار گیرد.



## **مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها**

**۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**

**۵-۲ عایق کاری**

**۴-۵ روکش عایق و لایه مانع رطوبت**



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

- TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲  
 عایق کاری ۵-۲  
 روکش عایق و لایه مانع رطوبت ۴-۵-۲

### فهرست

عنوان	صفحه
کلیات ۱-۴-۵-۲	۱ از ۱۴
تعاریف ۲-۴-۵-۲	۱ از ۱۴
مواد روکش عایق ۳-۴-۵-۲	۴ از ۱۴
مواد روکش عایق در استانداردهای BS ۴-۴-۵-۲	۱۰ از ۱۴
لایه مانع رطوبت ۵-۴-۵-۲	۱۳ از ۱۴



- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهییه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۴-۵-۲ روکش عایق و لایه مانع رطوبت  
 ۱-۴-۵-۲ کلیات

۱۴ از ۱

## ۴-۵-۲ روکش عایق

### ۱-۴-۵-۲ کلیات

انتخاب روکش محافظ برای عایقهای گرمایی، ممکن است در انتخاب (مواد) عایق اصلی موثر باشد. برای مثال ملات سیمان یا ترکیبها که بصورت خمیر مرتبط مورد استفاده قرار می‌گیرند برای کارآئی بهتر به سطوح محکم و مقاوم نیاز دارند. ولی، در صورتی که استفاده از یک روکش فلزی مقاوم مورد نظر باشد، می‌توان عایق اصلی را از مواد رشته‌ای (Fibrous) انتخاب نمود. برای عایقکاری تاسیسات در دماهای پایین‌تر از دمای محیط و در مواردی که جلوگیری از تقطیر (Condensation) در سیستم عایقکاری اهمیت دارد، ممکن است به یک رطوبت بند (Vapour seal) نیاز باشد، که در این حالت باید مواد عایق و روکش آن از نوعی انتخاب گردد که برای خشک شدن نیازی به گرما نباشد، بعلاوه، نظر به اینکه لازم است تمام رطوبت از سیستم خارج شود، لذا باید مراقبت بعمل آید که عایق کاملاً خشک مورد استفاده قرار گیرد و اطمینان حاصل شود که قبل از نصب لایه مانع رطوبت (Vapour barrier) عایق مزبور خشک باقی مانده است. بهمین دلیل، درز روکش‌هایی از ورق به ویژه آنها که خارج از ساختمان و در تماس با هوای آزاد نصب می‌شود، باید آب‌بندی گردد، همپوشانی‌ها (Overlaps) باید به نحوی اجرا شود که از ورود آب و رطوبت به داخل جلوگیری شود، در غیر این صورت ممکن است حفاظت سطح داخلی روکش فلزی در مقابل خوردگی یا اثر گالوانیک (Galvanic action) ناشی از رطوبت تقطیر شده، لازم شود.

## ۲-۴-۵-۲ تعاریف

### (الف) آستر قیری (Bitumen Primer)

قیری با گرانزوی پایین که برای آستر نمودن سطوح ناصاف مناسب است.

### (ب) آسفالت، قیر معدنی

آمیخته‌ای از قیر و مقدار قابل توجهی از مواد معدنی خنثی (Inert)

### (پ) ترکیب سخت شونده (Hard-setting composition)

ماده‌ای برای روکش از خاک رس، که به شکل سست و خشک تهیه، در اثر اختلاط با آب برای مصرف آمده می‌گردد و برای سفت شدن نیاز به گرمادهی دارد.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- ۳- عایق کاری
- ۴- روش عایق و لایه مانع رطوبت
- ۵- تعاریف

۱۴ از ۲

### (ت) تقطیر (Condensation)

عمل تبدیل بخار آب به آب (مایع) بر اثر تماس با سطحی که دمای آن پایین‌تر از نقطه شبنم بخار است.

### (ث) خوردگی گالوانیک (Galvanic corrosion)

خوردگی یکی از فلزها، وقتی که دو فلز با پتانسیل الکتریکی مختلف در تماس مستقیم با یکدیگر بوده، یا بطور الکتریکی توسط یک الکتروولیت با هم مرتبط می‌شوند.

### (ج) رطوبت‌ناپذیر (Water proof)

نفوذناپذیر نسبت به آب در یک تماس درازمدت

### (چ) ملات خودگیر (Self-setting cement)

ماده‌ای برای روکش، بطور عمده از سیمان پرتلند که به شکل پودر خشک تهیه، با افزودن آب به میزان مناسب و بدون نیاز به گرمادهی سفت می‌شود.

### (ح) قیر (Bitumen)

سیالی لزج و چسبنده، به رنگ سیاه یا قهوه‌ای، بطور عمده حاوی هیدروکربنها و مشتقان آنها. اساساً غیرفرار است، بر اثر گرمای نرم و خمیری می‌شود، دارای ویژگی رطوبت‌ناپذیری (Water proof) بوده و بطور کامل قابل حل در سولفید کربن می‌باشد.

### (خ) قیر سبک (Cut-back bitumen)

محلولی از قیر در یک حلال آلی، معمولاً حاوی الیاف معدنی و سایر پرکننده‌های خشی.

### (د) مانع آب و رطوبت (Water- Vapor barrier)

بک ماده یا موادی که ویژگی‌های یک مانع هوا (Weather – barrier) و یک مانع رطوبت (Vapor – barrier) را بطور توانم داراست.

### (ذ) مانع هوا (Weather – barrier)

بک ماده یا موادی که پس از نصب روی سطح بیرونی عایق گرمایی، آنرا ایسیب‌های هوای خارج مانند باران، برف، تگرگ، بابش خورشید، آلوئدگی‌های جوی و خدمات مکانیکی حفاظت می‌کند.

- ۲ - تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۴-۵-۲ روکش عایق و لایه مانع رطوبت  
 ۳-۴-۵-۲ مواد روکش عایق

## (Permeance) نفوذ (r)

مقدار رطوبتی که از ضخامت واقعی یک ماده نصب شده، بر اثر اختلاف فشار بخار واحد بین دو سطح اصلی آن ماده، به مساحت واحد انتقال می‌یابد.

واحد نفوذ رطوبت در سیستم SI، به صورت  $(S \cdot MN) / g$  بیان می‌شود که در آن g بر حسب گرم، S ثانیه و MN مگانیوتون می‌باشد. این واحد در سیستم IP، به صورت  $grains / (ft^2 \cdot h \cdot inHg)$  بیان می‌شود و Perm خوانده می‌شود، بطوری که :

$$1g / (S \cdot MN) = 17.478 grains / (ft^2 \cdot h \cdot inHg)$$

در جدول شماره (۲-۴-۵-۲) ر، واحدهای مختلف نفوذ رطوبت و ضریبهای تبدیل آن درج شده است.

## (Permeability) نفوذپذیری (z)

مقدار رطوبتی که از ماده‌ای به ضخامت واحد، بر اثر اختلاف فشار بخار واحد بین دو سطح اصلی آن انتقال می‌یابد. واحد نفوذ پذیری در سیستم SI، به صورت  $(S \cdot MN) / g \cdot m$  بیان می‌شود که در آن g بر حسب گرم، m ثانیه و MN مگانیوتون می‌باشد. این واحد در سیستم JP، به صورت  $grains \cdot in / (ft^2 \cdot h \cdot inHg)$  بیان می‌شود و Permin خوانده می‌شود، بطوری که :

$$1g \cdot m / (S \cdot MN) = 688.11 grains \cdot in / (ft^2 \cdot h \cdot inHg)$$

## (Freezing point) نقطه انجماد (z)

دمایی که در آن، یک مایع، همزمان با از دست دادن انرژی، از مایع به جامد تغییر حالت می‌دهد.

## (2-۴-۵-۲) جدول ر

## ضرایب تبدیل واحدهای نفوذ رطوبت، از استاندارد BS 5970

	$g / (s \cdot MN)$	$g / (cm^2 \cdot s \cdot mbar)$	$g / (m^2 \cdot 24 \cdot h \cdot mmHg)$	$1b / (ft^2 \cdot h \cdot atm)$	$gr / (ft^2 \cdot h \cdot mbar)$	$gr / (ft^2 \cdot h \cdot inHg) = 1 \text{ perm}$
$g / (s \cdot MN)$	1	$1 \times 10^{-8}$	$1.152 \times 10$	$7.471 \times 10^{-2}$	$5.161 \times 10^{-2}$	$1.749 \times 10$
$g / (cm^2 \cdot s \cdot mbar)$	$1 \times 10^8$	1	$1.52 \times 10^9$	$7.471 \times 10^6$	$5.161 \times 10^7$	$1.749 \times 10^9$
$g / (m^2 \cdot 24 \cdot h \cdot mmHg)$	$8.681 \times 10^{-2}$	$8.681 \times 10^{-10}$	1	$6.486 \times 10^{-3}$	$4.481 \times 10^{-2}$	1.517
$1b / (ft^2 \cdot h \cdot atm)$	$1.339 \times 10$	$1.339 \times 10^{-7}$	$1.542 \times 10^2$	1	6.909	$2.339 \times 10^2$
$gr / (ft^2 \cdot h \cdot mbar)$	1.937	$1.937 \times 10^{-8}$	$2.233 \times 10$	$1.447 \times 10^{-1}$	1	$3.388 \times 10$
$gr / (ft^2 \cdot h \cdot inHg) = 1 \text{ perm}$	$5.719 \times 10^{-2}$	$5.719 \times 10^{-10}$	$6.590 \times 10^{-1}$	$4.275 \times 10^{-3}$	$2.951 \times 10^{-2}$	1

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
  - ۳- عایق کاری
  - ۴- روش عایق و لایه مانع رطوبت
  - ۵- مواد روکش عایق
- 

### ۴-۵-۲ مواد روکش عایق

(الف) مواد روکش عایق را می‌توان در چهار نوع، به شرح زیر، طبقه‌بندی نمود:

(۱) مخلوطهای خشک که با آب به خمیری پایدار تبدیل می‌شوند، برای مثال ترکیب سخت شونده (Hard-setting), ملات خودگیر (Gypsum plaster) و اندود گچ (Self-setting cement)

(۲) مواد ورق شکل، مثل ورق فلزی شکل پذیر، گونی، فویل فلزی و توری سیمی، که ممکن است بصورت تخت یا پروفیلهایی از جنس آلومینیوم یا فولاد (سیاه، گالوانیزه یا زنگناپذیر) باشد.

(۳) محلول‌های آبگونه، مثل پوشش‌های تزئینی یا مقاوم در برابر هوا (با حلal آلی یا محلول در آب) که ممکن است با دست یا افشارنک (پیستوله) بکار روند.

(۴) پارچه‌های کارخانه‌ای یا دست بافت، یا منسوجاتی بافته شده از الیاف پنبه، چتایی، پلیمری آلی یا پشم شیشه، تمام این مواد ممکن است قبل از یک محلول تزئینی آغشته شده باشند، که برای مشخص کردن عایق یا حفاظت آن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

(ب) نقش روکش در تبادل گرمایی سیستم عایقکاری ناچیز و قابل چشم پوشی است، در انتخاب روکش عایق، بسته به اینکه برای تحقق کدامیک از اهداف زیر مطلوب است، باید دقت لازم بعمل آید:

(۱) برای حفاظت در مقابل صدمات مکانیکی.

(۲) برای کمک به تشخیص هویت لوله یا مخزن. این منظور ممکن است با رنگ‌آمیزی با رنگهای مشخص یا به وسیله نوارهای رنگی در فواصل معین، حاصل گردد. از این روش در تشخیص جهت جریان سیال داخل سیستم نیز می‌توان بهره‌گرفت.

(۳) برای حفاظت در مقابل رطوبت بخار خورنده و غیره.

(۴) برای زیبایی نمای ظاهری با ایجاد سطحی که به سهولت قابل تمیز کردن باشد.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵- عایق کاری

۴- روش عایق و لایه مانع رطوبت

۳- مواد روش عایق

۱۴ از ۵

(۵) برای ایجاد تاخیر، یا در صورت امکان جلوگیری از انتشار شعله.

(۶)

برای حفاظت در برابر صدمات شیمیایی، جانوران موذی و رشد کپک.

(۷)

کاربرد مواد روش

چهار نوع ماده اصلی برای روش عایق، که در (۳-۴-۵-۲) "الف" آمده است، دارای خواص ویژه‌ای هستند که می‌توانند در انتخاب سیستم عایقکاری برای کاربری‌های خاص موثر باشد.

(۸)

به استثنای اندوغچی که خود بخود خشک می‌شود و به همین جهت برای کاربرد در دماهای پایین‌تر از دمای محیط مفید است، سایر مواد درج شده در گروه (۳-۴-۵-۲) "الف" (۱) بطور عمده روی عایق پیش‌ساخته لوله‌ها و عایق دستگاه‌هایی نصب می‌شوند، که گرمای لازم برای خشک کردن را در زمان بهره‌برداری تامین می‌کنند. برای عایق‌های که به روش پاشیدن اجرا می‌شوند، ملات‌های خودگیر روش‌هایی با ثبات هستند. ترکیب‌های سخت شونده بطور گستردگی در تاسیسات گرمایی و تعویض هوا کاربرد دارند. در تمام حالات تقویت با توربیهای فلزی (Metal mesh) باید به نحوی انجام شود و ضخامت نهایی روش خشک شده باید به اندازه کافی باشد تا در برابر صدمات مکانیکی احتمالی مقاومت کند. گاهی می‌توان شکنندگی نسبی یک ترکیب سخت‌شونده را با جاسازی یک پارچه درشت بافت در سطح بیرونی آن ترمیم نمود.

همه روش‌های این گروه جاذب آب هستند، اما به استثنای ترکیب‌های سخت شونده، بقیه بر اثر رطوبت گستته و متلاشی نمی‌شوند. چون اجرای روش‌های خمیری شکل (مرطوب) نسبتاً کند است و به علاوه تخصص ویژه‌ای برای اجرا لازم دارد، گرایش عمومی به سمت روش‌های خشک می‌باشد.

(۹)

مواد ورقی شکل که نمونه‌های آن در گروه (۳-۴-۵-۲) "الف" (۲) بیان شد، بطور عمده برای سطوح یکنواخت دستگاه‌ها، یا طول قابل ملاحظه‌ای از لوله‌کشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ورقهای فلزی به دلیل مقاومت در مقابل صدمات مکانیکی و همچنین نمای مطلوب، چنانچه صحیح اجرا شود، برای عایقهای پیش‌ساخته و عایقهای انعطاف‌پذیر مناسب هستند. خودگیر همیشه یک مساله است، بهمین دلیل استفاده از ورقهای آلومینیومی برای بعضی کاربردها ترجیح دارد، مشروط بر آنکه از عدم تماس مستقیم آن با فلزات غیر همچنین اطمینان حاصل شود.

چنانچه خطر تقطیر (Condensation) در سطح داخلی روش فلزی، که در تماس مستقیم با عایق قرار می‌گیرد، وجود دارد، باید قبل از نصب، سطح تماس با قیر، رنگ مناسب یا یک ترکیب پلاستیک پلیمری محافظت شود. فویلهای فلزی را می‌توان روش، عایقهای سیستم لوله‌کشی، به ویژه در محلهای، که احتمالاً صدمات مکانیکی، نیست ولی، نمای مطلوب مورد نظر است،

بکار برد.

(۳) پوشش‌های آب گونه از انواعی که در (۳-۴-۵-۲) "الف" (۳) آمده، ممکن است از ترکیب‌های قیری یا پلاستیک‌های پلیمری باشد، که غلظت آنها می‌تواند از غلظت یک ماستیک با گران روی بالا که اصولاً برای کاربرد با ماله تهیه شده است، تا یک مایع روان که برای استفاده با قلم مو یا افشارنک (پیستوله) مناسب است تغییر کند.

این مواد ممکن است برای حفاظت‌های مکانیکی، یا محافظت در برابر شرائط هوای محیط (Weather Proofing) یا برای زیباسازی، روی روکش‌های درج شده در گروه (۳-۴-۵-۲) "الف" (۱) بکار روند. گاهی نیز این پوشش‌ها روی روکش‌های موضوع (۳-۴-۵-۲) "الف" (۴) اجرا می‌شود.

کاربرد این مواد معمولاً با قلم مو یا افشارنک (پیستوله) صورت می‌گیرد. ضخامت لایه بسته به درجه نیاز حفاظت عایق، متغیر است، ولی معمولترین ضخامت نهایی لایه خشک برای حفاظت عادی حدود یک میلیمتر یا کمتر است. ماستیک‌ها (که فرآورده‌های سنگین و خمیری شکل قیر طبیعی (Asphalt) هستند)، قیرها یا ترکیب‌های پلاستیک پلیمری بطور عمده برای پوشش‌های با درجه حفاظت بالا و معمولاً با ضخامت‌های بیش از یک میلیمتر استفاده می‌شوند. برای دوام بیشتر، تمام این روکش‌ها را می‌توان با الیاف کوتاه معدنی تقویت کرد. برای تامین مقاومت بالاتر در برابر هوا، بهتر است در دو لایه، همراه با توری‌های تقویتی مناسب اجرا گردد تا ضخامت نهایی لایه خشک حدود ۳ تا ۵ میلیمتر شود.

(۴) طیف گسترده‌ای از روکش‌های محافظ قابل انعطاف به شکل پارچه تولید می‌شوند، مانند منسوجات تهیه شده از الیاف شیشه یا پارچه‌های نخی. گاهی اوقات روکش‌های ورقی قابل انعطاف از ترکیبات آلی پلیمری، از قبیل پلی‌پروپیلن یا پلی‌وینیل کلراید (PVC) انعطاف‌پذیر تهیه می‌گردد. موثرترین کاربری این روکش‌ها در مواردی است که عنوان یک روکش خشک روی عایقه‌های لوله‌ای پیش‌ساخته نصب می‌شوند، که در این حالت باید با چسب مناسبی به سطح خارجی عایق‌کاری چسبانده شود. معمولاً روکش‌های پارچه‌ای دست بافت یا کارخانه‌ای، پس از نصب، با لایه‌ای از یک پلاستیک پلیمری مناسب، توسط قلم مو یا پاشش، آغشته می‌شوند، که این پوشش هم به عنوان چسب و هم به عنوان یک پرداخت (Finish) خودرنگ عمل می‌کند.

ت) روکش برای شرایط گرم و مرطوب

(۱) کلیات

در شرایط گرم و مرطوب، معمولاً دمای سطح خارجی عایق بیش از دمای سطح همان عایق با ضخامت مشابه، در آب و هوا معتمد است. لذا باید در این زمینه اقدام‌های لازم، به ویژه در مواردی که عایق‌کاری در ارتباط مستقیم با اینمنی و سلامتی افراد

می باشد، بعمل آید. در صورت مرطوب بودن هوای محیط باید نسبت به احتمال رشد کپک، هجوم موریانه به چسبها و روکش‌های ساخته شده از مواد آلی و در حالات خاص، احتمال جذب رطوبت توسط خود مواد عایق، توجه لازم مبذول گردد.

### (۲) تاسیسات داخل ساختمان، در آب و هوای گرم و مرطوب

در آب و هوای مرطوب، استفاده از پارچه‌های نخی به عنوان روکش نمایان توصیه نمی‌شود، حتی از انتخاب روکش فلزی، چنانچه احتمال خوردگی وجود دارد، باید اجتناب گردد. استفاده از ورق فولادی گالوانیزه بدون پوشش اضافی، برای کاربرد سیستم در شرایط خشک مانع ندارد، ولی چنانچه هوای محیط دارای رطوبت بالا باشد، استفاده از ورق فولادی گالوانیزه در صورتی مفید است که گالوانیزاسیون آن از نوع غوطه‌وری (Hot-dipped) باشد. در مورد ورق‌های آلومینیومی نیز چنانچه از الیاز صحیح استفاده شود، نیازی به حفاظت آن نیست، مگر آنکه سیستم در معرض آلودگی با آب شور (Brine)، آب دریا یا قلیایی‌ها باشد. در هوای مربوط توجه ویژه باید به اجتناب از تماس مستقیم دو فلز ناهم‌جنس (Bimetalic contact) معطوف گردد.

### (۳) تاسیسات خارج ساختمان، در آب و هوای گرم و مرطوب

معمولًا به عنوان یک اصل، روکش‌های مقاوم در برابر هوا، باید نسبت به رگبارهای سنگین، به ویژه در ارتفاعات و نسبت به دانه‌های تگرگ آسیب‌ناپذیر باشد. در مناطقی که احتمال بارش سنگین تگرگ وجود دارد، استفاده از فلزات نرمی مانند آلومینیوم مناسب نیست، و حتی فولاد نرم نیز اگر با خشامت کافی انتخاب نشود، دچار صدمات مکانیکی می‌گردد. ماستیکهای غلیظ و مقاوم در برابر هوا ممکن است در دمای تابش شدید خورشید نرم و روان گردد، لذا نباید روی عایق مرطوب یا تراجرای شود، چون هنگام گرم شدن سیستم در شرایط کارکرد، از خروج رطوبت جلوگیری می‌کند. امولسیونهای محلول در آب، مانع خروج رطوبت حبس شده نمی‌گردد و اگر به اندازه کافی اشباع شود در شرایط عادی گرم و مرطوب روان نمی‌گردد. هیچکدام از روکش‌های قیری دارای رنگ مناسب برای بازتاب گرمای خورشیدی نیست.

### (۴) روکش‌هایی برای تاسیسات سرمایی

در مواردی که روکش انتخاب شد، به خودی خود به عنوان یک رطوبت بند (Vapour seal) کفایت نمی‌کند، لایه درزبند دیگری باید نصب شود، اما توجه به این نکته دارای اهمیت است که گرمای داخلی برای خشک کردن عایق و روکش وجود ندارد. برای خشک ماندن روکش‌های ورقی، تمام درزها و همپوشانی‌ها باید به اندازه کافی درزبندی شود. تمام روکش‌های سیمانی و گچی باید در حد متناسبی تقویت گردد.

(ج) روکش‌هایی برای بهبود ویژگی‌های حفاظت در برابر آتش

(۱) بسیاری از روکش‌ها مانند منسوجات از الیاف شیشه، ورقهای فلزی و منسوجات از الیاف معدنی، روکش شده با فویل، در کاربردهای معمولی نسخنی هستند. این امر به میزان مناسبی حفاظت در برابر آتش را تامین می‌کند. اما نمی‌تواند در یک آتش‌سوزی گسترده از سوختن مواد سوختنی جلوگیری کند. روکش‌های مقاوم در برابر مواد نفتی. معمولاً برای حفاظت عایق در برابر پس مانده‌های مایعات قابل اشتعالی بکار می‌روند که ممکن است توسط خلل و فرج عایق جذب شده و موجب آتش سوزی گرددند.

(۲) سایر روکش‌ها از قبیل ترکیبات قیری، گونی عایقکاری بام و روکش‌های پارچه‌ای (متقال) قابل اشتعال هستند، این روکش‌ها نباید در محل‌هایی که احتمال آتش‌سوزی وجود دارد و یا جاهایی که هنگام وقوع آتش‌سوزی باید امن باشد، مانند مسیرهای فرار، مورد استفاده واقع شوند. گسترش سطحی شعله ممکن است تا حدی با استفاده از پوشش‌های مناسب فرار، مهار گردد ولی اشکال آن تولید دود زیاد در یک آتش‌سوزی است.

(۳) در مواردی که خطر جدی یک آتش‌سوزی بزرگ و توسعه آن وجود دارد، نباید از روکش‌های آلومینیومی استفاده شود. در این حالات کلیه سممه‌های نگهدار عایق باید از فولاد زنگناپذیر باشد.

(ج) روکش‌هایی برای لوله‌های داخل کanal و تونلهای زیرزمینی یا ساختمانهای پایین‌تر از سطح زمین

روکش‌های مناسب باید از روکش‌های پیشنهادی در ۲-۴-۵-۳ (پ) انتخاب گردد. باید خطرهای آتش و دود ناشی از سوختن بعضی روکش‌ها، به ویژه در کانالهای هوا یا تونلهای زیرزمینی که برای فرار طراحی شده‌اند، مورد توجه قرار گیرد.

(ح) سایر کاربری‌های روکش

روکش‌ها ممکن است عملکردهای دیگری مثلاً برای شناسایی، ایجاد مقاومت بیشتر در برابر خوردگی یا مواد شیمیایی و غیره داشته باشند.

(۱) رنگ‌آمیزی به عنوان یک روکش نهایی

تفاوت اصلی بین رنگها با سایر پوشش‌ها مانند پلیمرها و ماستیک‌ها، در وهله اول، غلظت کاربرد و ضخامت لایه خشک شده، پس از اجرا می‌باشد. رنگها معمولاً سیال‌تر و نسبت به پوشش‌های پلیمری و ماستیک‌ها از انسجام (Build) کمتری برخوردارند، ولی بطور گسترده‌ای برای حفاظت، ایجاد رویه صیقلی و نمای مطلوب بکار گرفته می‌شوند. باید اطمینان حاصل گردد که استفاده از رنگ یا هر پوشش دیگر مقاومت عایق در برابر آتش را کاهش نمی‌دهد.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- ۵-۲ عایق کاری
- ۴-۵-۲ روكش عایق و لایه مانع رطوبت
- ۳-۴-۵-۲ مواد روكش عایق

۱۴ از ۹

رنگهای آلومینیومی با بنیان نیتروسلولز نباید در فضاهای قابل اشتعال به کار روند، همچنین از رنگهای آلومینیومی با هر بنیان، نباید در فضاهای قابل اشتعال، چنانچه احتمال دارد سطح رنگ شده ۱۵۰ درجه سانتیگراد یا بیشتر، گرم شود استفاده کرد. در دماهای پایین‌تر، حتی اگر فضای اطراف احتمال اشتعال داشته باشد، می‌توان رنگهای آلومینیومی، به استثنای رنگهای با بنیان نیتروسلولز را روی فلزات آهنی اجرا کرد.

(۲)

رنگ‌آمیزی روكش‌های عایق در داخل ساختمان معمولاً برای ایجاد یک سطح صیقلی صورت می‌گیرد، که می‌تواند نقش دوگانه داشته و سیال داخل لوله‌ها را نیز مشخص کند.  
ترکیب‌های سخت شونده، ملات خودگیر، انود گچ و تمام منسوجاتی که بطور مستقیم برای روكش عایق استفاده می‌شوند، ممکن است با پوششی استر شوند و پس از خشک شدن، برای رنگ‌آمیزی آماده گردد.

(۳)

رنگ یا پوشش‌های پلیمری می‌تواند به منظور زیباسازی نمای عایق یا حفاظت عایق بکار رود. رنگهای با بنیان قیری باید روی روكش‌های قیری مقاوم در مقابل هوا اجرا شود. مطلوب آن است که قبل از رنگ‌آمیزی، روكش با لایه‌ای مناسب از ترکیبات آلومینیوم انود گردد. استرهای پلیمری برای روكش‌های (سیمانی) خودگیر مناسب‌تر است. رنگهای با بنیان کائوچوی کلدار شده (Chlorinated rubber)، کائوچوی ریختگی (Epoxy resin) یا پلی‌یوریتان حفاظت خوبی را برای بسیاری از روكش‌های عایق، به ویژه در فضاهای خورنده ایجاد می‌کند.

در صورت رنگ‌آمیزی ورقهای فولادی گالوانیزه، باید ابتدا سطح ورق با محلول مناسبی، مثل ترکیبات کلسیم، استر شود. چنانچه لازم است سطوح آلومینیومی رنگ شود، باید ابتدا یا محلول کرمات روی آستر گردد، مگر اینکه سطح مورد نظر قبلاً با عملیات شیمیایی مناسب، آماده شده باشد. برای پوشش عایق گونی روی بام باید از محلول‌های قیری استفاده شود.

## ۴-۴-۵-۲ مواد روكش عایق در استانداردهای BS

(الف) در استاندارد 6 part : BS 3958 الزامات مربوط به مواد روكش که پس از آمیختن با آب، برای مصرف آماده می‌شوند، عرضه

می‌گردد. این مواد پس از اتمام عایقکاری سیستم‌های لوله‌کشی و سایر اجزای تاسیساتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بعضی از این مواد برای دماهای پایین‌تر از دمای محیط بکار می‌روند، که در این حالت اجرای لایه مانع رطوبت

(Vapour barrier) الزامی است.

(ب) طبقه‌بندی

مواد روكش معمولاً بصورت پودر خشک تهیه می‌شوند که پس از اختلاط با آب، به میزان مناسب، بصورت خمیری شکل‌پذیر

آماده می‌گردد، که پس از مصرف درجا خشک یا سخت شده و یک سطح صاف و نرم ایجاد می‌کنند. این مواد روكش در سه

نوع اصلی، به صورت زیر، طبقه‌بندی می‌شود:

(۱) ترکیب سخت شونده (Hard setting composition) که با از دست دادن آب بر اثر گرمایی، سخت می‌شود، مخلوطی است از

پرکننده‌های معدنی و الیاف تقویتی (با گستردگی خوب) که با یک چسب رسی به هم پیوسته‌اند.

(۲) ملات خودگیر (Self-setting cement) که بدون گرمایی سخت می‌شود، ترکیبی از الیاف تقویتی (با گستردگی خوب) و یک

سیمان آبگونه، بعنوان پیوند دهنده می‌باشد. این ملات ممکن است حاوی یک ماده نرم کننده (Plasticizing agent) یا

پرکننده (Filler) نیز باشد و یا نباشد.

(۳) اندو德 گچ (Gypsum plaster composition) که بدون گرمایی سخت می‌شود، ترکیبی است از سولفات کلسیم (با ملکول‌های

آب) و الیاف تقویتی (با گستردگی خوب) که معمولاً نسبت وزنی آن در مقایسه با میزان الیاف موجود در ملات خودگیر کمتر

است.

باید توجه داشت که ترکیبات سخت شونده و اندود گچ برابر استفاده در عایقکاریهای در معرض هوا، بدون حفاظ لازم، مناسب

نیستند.

(پ) چگالی حجمی

چگالی حجمی مواد روكش باید طبق استاندارد 2972 BS تعیین شود.

## (۱) ترکیب سخت شونده

چگالی لایه پوشش پس از اجرا و خشک شدن نباید بیش از ۱۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد.

## (۲) ملات خودگیر

چگالی لایه پوشش پس از اجرا و خشک شدن، نباشد بیش از ۱۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد.

## (۳) اندود گچ

چگالی لایه پوشش پس از اجرا و خشک شدن، نباید بیش از ۱۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد.

## (۴) حدود تغییرات مجاز

برای هر محصول ویژه تغییرات نسبت به مقادیر اعلام شده از سوی سازنده، نباید از  $\pm 15\%$  تجاوز کند.

## ت) ظرفیت پوشش دهنده در حالت تر (Wet covering capacity)

عنوان یک راهنمای کلی، ظرفیت پوشش دهنده قابل قبول باید در دامنه های زیر قرار گیرد:

۱) ترکیب سخت شونده: ۵۰ تا ۱۰۵ متر مربع بر ۱۰۰۰ کیلوگرم، در ضخامت ۱۳ میلیمتر.

۲) ملات خودگیر: ۴۰ تا ۹۵ متر مربع بر ۱۰۰۰ کیلوگرم، در ضخامت ۱۳ میلیمتر.

۳) اندود گچی: ۴۵ تا ۶۰ متر مربع بر ۱۰۰۰ کیلوگرم، در ضخامت ۱۳ میلیمتر.

## ث) قابلیت هدایت گرمایی

اگر چه رعایت مشخصات در تولید مواد روش دارای حساسیت کمتری نسبت به تولید مواد اصلی عایق است، ولی این مواد در مقاومت گرمایی سیستم عایقکاری موثر هستند. چنانچه لازم باشد این تاثیر در محاسبات وارد شود، می‌توان مقدار  $0.2w/mk$  را به عنوان قابلیت هدایت گرمایی روش منظور نمود.

### ج) الزامات نگهداری (انبار کردن)

حداکثر رطوبت در ظرفهای حاوی ترکیبات سخت شونده، باید از ۵ درصد تجاوز کند. ترکیبات خودگیر و گچ که به صورت خشک تهیه می‌شوند، باید در تمام مدت نگهداری خشک باقی بمانند.

ساير الزامات (ج)

همگن بودن (۱)

مواد روکش باید قبل از مصرف کاملاً مخلوط و یکدست شود و فاقد اجزای زمخت و الیاف متمرکز. یا توزیع نامناسب آنها باشد.

### خنثی بودن (Inertness) (۲)

مصالح روکش باید حاوی موادی باشد که موجب خوردگی (سطوح در تماس با آنها)، برای مثال توریپنای سیمی که به منظور تقویت روکش به کار می‌روند، گردد.

مقاومت گرمایی (۳)

مواد مورد استفاده در تولید روکش‌ها باید بالاترین دمای کاربرد را بدون احتمال خرابی یا فرسایش تحمل کنند.

### زمان سخت شدن (۴)

شرایط سخت شدن (گیرش) باید توسط سازنده معین گردد.

### مقاومت در برابر فشردگی (۵)

ویژگی‌های مواد عایق بسته به اینکه چه نوع روکشی روی آنها اجرا شود از دو جنبه استحکام مکانیکی و چسبندگی بین آن دو بسیار متفاوت است.

مقاومت روکش عایق در برابر فشردگی، برای ده درصد تغییر شکل (Deformation)، هنگامی که طبق استاندارد BS 2972

مورد آزمایش قرار می‌گیرد، باید کمتر از مقادیر زیر باشد:

- ترکیب سخت شونده  $1000 \text{ KN/m}^2$

- ملات خودگیر  $1700 \text{ KN/m}^2$

- اندود گچ  $800 \text{ KN/m}^2$

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
۵-۲ عایق کاری

۴-۵-۲ روش عایق و لایه مانع رطوبت  
۵-۴-۵-۲ لایه مانع رطوبت (Vapour barrier/retarder)

۱۳ از ۱۴

(۶) مقاومت خمسمی (Flexural Strength) ملات خودگیر، هنگامی که طبق استاندارد BS 2972 مورد آزمایش قرار می‌گیرد، نباید کمتر از  $KN/m^2$  2000 باشد. این عدد در مورد ترکیب‌های سخت شونده و اندود گج بسته به نوع تولید متغیر است.

(۷) مقاومت در برابر ضربه

آزمایش مقاومت در برابر ضربه فقط در مورد ملات خودگیر معنی می‌دهد. در این آزمایش که در شرایط معینی آثار ناشی از سقوط یک گلوله فولادی (با وزن و قطر مشخص) روی نمونه بررسی می‌شود، نباید متوسط قطر فروافتگی نر پنج آزمایش از 30mm تجاوز کند. هرگونه ترک خوردنی در روی نمونه نیز باید گزارش شود.

(۸) کاربرد روکش در حالت مرطوب

مواد روکش که طبق دستورالعمل‌های مربوط، برای اجرا با آب خمیری می‌شود، باید به موقع مصرف شود.

(۹) ۵-۴-۵-۲ لایه مانع رطوبت (Vapour barrier/retarder)

الف) کلیات

تغییر آب روی سطوحی که دمای آنها پایین تر از نقطه شبنم هوا باشد رخ می‌دهد. به علت وجود اختلاف فشار جزئی بخار بین هوا با دمای محیط و دمای سطح سرد، بخار آب به طرف سطح سرد کشیده می‌شود. چنانچه این رطوبت مجال تبخیر دوباره (Re-evaporation) نباید. به داخل هر عایق نفوذپذیری که روی سطح سرد نصب شده باشد جذب شده، موجب افزایش قابلیت هدایت گرمایی عایق و در نتیجه کاهش اثر دهی آن می‌گردد.

نقش لایه مانع رطوبت کاهش و در صورت امکان، جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل مواد عایق است. بنابراین لایه مانع رطوبت باید همیشه روی سطح گرمتر عایق نصب شود. لایه مانع رطوبت ممکن است به صورت اندود یا مواد ورقی شکل مقاوم در برابر عبور رطوبت، همراه با درزبندی دقیق و موثر اتصالات، درزها و همپوشانی‌ها اجرا گردد.

ب) مانع رطوبت برای اجرا روی عایق‌کاری سطوحی که زیر نقطه شبنم قرار دارد

به عنوان یک اصل و به منظور اجتناب از یخ‌زدگی در داخل مواد عایقی که در مناطق با دمای زیر نقطه انجماد (Freezing point) نصب شده‌اند، باید از انباست رطوبت جلوگیری شود، بنابراین اجرای لایه مانع رطوبت، یکی از الزامات فنی مهم محسوب می‌شود. تجمع رطوبت در درون مواد عایق می‌تواند منجر به اشباع احتمالی عایق و در نتیجه کاهش کیفیت مکانیکی و فیزیکی سیستم عایق‌کاری گردد. که خوردنی سطح فلز عایق شده را نیز باعث می‌گردد. چنانچه در طول بهره‌برداری احتمال آسیب‌دیدگی لایه مانع رطوبت باشد، نباید این لایه بصورت نمایان اجرا شود. باید توجه داشت که حتی نفوذ بخار آب از سوراخهای ریز احتمالی ایجاد شده روی لایه مانع رطوبت، به کارایی آن آسیب می‌رساند.



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲

عایق‌کاری ۵-۲

آماده‌سازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق ۵-۵-۲

### فهرست

صفحة	عنوان	
۱ از ۱۱	کلیات	۱-۵-۵-۲
۲ از ۱۱	تعاریف	۲-۵-۵-۲
۳ از ۱۱	آماده‌سازی سطح	۳-۵-۵-۲
۳ از ۱۱	ضمایم	۴-۵-۵-۲
۵ از ۱۱	تکیه‌گاه‌ها و نگهدارنده‌ها	۵-۵-۵-۲
۸ از ۱۱	بسته‌های عایق (نگهدارهای مکانیکی)	۶-۵-۵-۲
۱۱ از ۱۱	تقویت عایق	۷-۵-۵-۲



۲- تاسیسات گرمایی، تهویه هوای تهویه مطبوع

۲-۵ عایق کاری

۲-۵-۵ آماده سازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق

۲-۵-۵-۱ کلیات

۱۱ از ۱

## ۲-۵-۵ آماده سازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق

۲-۵-۵-۱ کلیات

(الف) اگر عایق مرطوب باشد، معمولاً در کارگاه خشک نمی شود، بنابراین عایق باید هنگام نگهداری در انبار و همچنین در حین نصب، خشک نگاهداشته شود.

(ب) به استثنای بعضی عایقها که برابر هستند، اغلب مواد عایق هنگام نصب به نگهدار (Support) یا تقویت نیاز دارند و علاوه بر آن باید روی سطح عایق شونده نیز به طور مناسب نصب شوند، بنابراین ممکن است به قطعاتی کمکی نیاز باشد که قبل از شروع به عایقکاری، روی لونه یا دستگاهها، بطور دائم (با جوشکاری، چسب و ...) نصب شوند.

(پ) به استثنای موارد ویژه ای که پیش بینی لایه هوا (Air space) الزامی است، سطوح داخلی مواد عایق باید هنگام نصب، در تماس کامل با سطح عایق شونده قرار گیرند.

(ت) در مواردی که عایق اصلی را عایقهای پیش ساخته (Preformed) یا انعطاف پذیر (Flexible) تشکیل می دهد، لبه های انتهایی و طولی باید کاملاً درزبندی شود، در عایقکاری چند لایه، درزها باید بطور متناوب قرار گیرد.

(ث) عایقکاری معمولاً باید در دمای محیط انجام شود، در حالات ویژه ای ممکن است نصب روکش عایق در دمای کاربرد، توصیه شود.

(ج) قبل از اقدام به عایقکاری هر قسمت از سیستم لوله کشی، دستگاهها یا منابع، باید آویزها، دیوار کوب ها، بست ها و تکیه گادها در محل خود نصب شده و سیستم مورد آزمایش های لازم قرار گرفته باشد.

(چ) هنگام نصب عایق های شکل پذیر (Plastic)، باید نسبت به خدمات احتمالی پوستی کارگران توجه داشت، در کاربری مواد حاوی آهک زنده نیز احتیاط ویژه لازم است.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
۵- عایق کاری  
۵-۵-۲ آمدادسازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق  
۲-۵-۵-۲ تعاریف

ح) فصل مشترک عایقهای قابل برداشت (Removable) و عایقهای ثابت (دائمی) باید به سهولت قابل تشخیص باشد، مثلاً با رنگ آمیزی اندیشه‌ای عایق ثابت و یا با قرار دادن یک نوار پارچه‌ای مناسب.

## ۲-۵-۵-۲ تعاریف

### (الف) اویز (Hanger-insulation)

قطعه یا وسیله‌ای که در ترازی بالاتر از عایقکاری قرار دارد و وزن آنرا تحمل می‌کند.

### (ب) تکیه‌گاه (Support-insulation)

قطعه یا وسیله‌ای که در تراز پایین‌تر از عایقکاری قرار دارد و وزن آنرا تحمل می‌کند.

### (پ) توری (Netting)

سیمه‌ای فلزی بهم بافته، معمولاً از فولاد گالوانیزه، با چشمه‌هایی به شکل مستطیل، مربع یا شش گوش، که عنوان تقویت عایقهای با سطوح بزرگ مورد استفاده واقع می‌شوند.

### (ث) درز انبساط (Expansion joint)

برقرار نمودن ترتیبی در یک سیستم عایقکاری، برای به حداقل رساندن خطر گسیختگی عایق بر اثر انقباض و انبساط.

### (ج) خمایم بست (Securing attachments)

قطعات لازم برای بستن و مهار کردن عایق، که با استفاده از چسب یا جوشکاری، بطور دائم روی سطح عایق شونده ثابت می‌گردند. خمامیم جوشی ممکن است از انواع گوهها (تحت یا شیدار)، پیچها، مهردها (به عنوان پایه)، واشرها، قطعات لوله و مانند اینها انتخاب شود.

۲-۵-۳- آماده سازی سطح

(الف) سطح خارجی لوله‌ها، دستگاه‌ها و متابع باید تمیز، خشک و عاری از هر نوع چربی، کثافت، زنگ زدگی و جرم باشد. در موارد ویژه ممکن است به منظور جلوگیری از زنگ زدگی، رنگ‌آمیزی سطح عایق شونده لازم شود، در این حالت قبل از جوش ضمایم (Attachments) باید پوسته رنگ از محل مورد نظر تا رسیدن به سطح عربان فلز برداشته شود. مطلوب آن است که رنگ‌آمیزی پس از جوش کاری خمامیم انجام شود.

ب) در بعضی موارد و به منظور حفاظت‌های پیشگیری ممکن است آماده‌سازی سطح با روش‌های دیگری مانند نوار پیچی انجام شود.

(Attachments) ضمایر ۴-۰-۰-۲

(الف) واژه "خمامایم" در مورد پایه‌هایی که بطور دائم روی سطح عایق شونده ثابت می‌شود (معمولًاً یا جوش‌کاری) بکار می‌رود. بعضی از ضماین پلاستیکی ممکن است با توجه به دامنه دمای کاربرد سطح مورد نظر (معمولًاً در سیستم‌های تبرید) با استفاده از جیب مناسب نصب گردند.

پایه‌های جوشی ممکن است بصورت میخ، گودهای مختلف، قطعات لوله، انواع پیچها، مهردهایی که بطور ایستاده جوش می‌شود و مانند آن باشد، نقش همه اینها تشكیل تکیه‌گاههای مستقیم برای مواد عایق یا پایه‌هایی است که نگهدارهای عایق به آن محکم می‌شود.

(ب) در حیورت بکارگیری مشعل جوشکاری در نصب ضمایم، باید از پودر جوشکاری (روانساز) استفاده نمود، در مورد پین‌های با قطر حدود ۳ میلیمتر، یا کوچکتر، استفاده از روانساز لازم نیست. سطح تماس پایه‌های جوشی باید متناسب با ضخامت سطح فلزی، عایق‌شونده باشد، تا از بروز ضایعاتی، مثل ذوب شدن سطح فلزی، ایجاد حفره یا نفوذ پیش از حد جوش جلوگیری شود.

(پ) با توجه به جنس و نوع خمایم، جنس و ضخامت سطح مورد نظر، باید روش مناسب نصب (از قبیل جوش برق یا جوش گاز) انتخاب گردد.

(ت) محل نصب ضمایم، بستگی به وزن عایق مورد استفاده، نحوه استقرار (موقعیت) سطح عایق شونده و میزان ارتعاش آن در زیر بار دارد. برای سطوح بزرگ و متوسط فاصله های پیشنهادی در جدول شماره (۲-۵-۴) ت درج شده است.

جدول شماره (۲-۵-۴) ت

متوسط فاصله ضمایم مجاور در هر متر مربع (میلیمتر)	نحوه استقرار (موقعیت) سطح عایق شونده
۴۵۰	فائم
۷۵۰ یا ۶۰۰	رو به بالا
۳۰۰ (حداکثر)	رو به پایین

محل نصب ضمایم در ردیفهای متناسب، بسته به اندازه های ورق مورد استفاده می تواند ۵۰ درصد نسبت به ردیف مجاور انحراف داشته باشد. معمولاً ضمایم باید در ردیفهای موازی بالهای و به فاصله ۷۵ تا ۱۵۰ میلیمتر از لبه قرار گیرند.

(ث) برای سطوح استوانه ای با شعاع زیاد، چنانچه جوشکاری مجاز باشد، فواصل یکنواخت ۴۵۰ تا ۶۰۰ میلیمتر پیشنهاد می شود، می توان این اندازه ها را در مورد سطوح استوانه ای بزرگ و فائم، که نصب ضمایم مناسب برای جلوگیری از لنزیدن عایق به طرف پایین الزامی است، اصلاح نمود.

در مورد سطوح استوانه ای افقی چنانچه امکان بستن عایق روی سطح، با تسممه های محیطی امکان پذیر باشد. نیازی به این ضمایم نیست.

(ج) برای ایجاد یک تکیه گاه موثر، مطلوب آن است که ضمایم جوشی تا حداقل لازم به داخل مواد عایق نفوذ کنند. میزان این فرورفتگی، به جز در شرایط ویژه، نباید بیش از حدود نصف ضخامت عایق باشد. برای جلوگیری از انتقال بیش از حد گرما (یا سرما)، از طریق هدایت فلزی (Metallic conduction)، ضمایم باید حداقل سطح مقطع را برای ایجاد استحکام لازم دارا باشند.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۵-۵-۲ امداده سازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق

۵-۵-۵ تکیه گاهها و نگهدارندها

۵ از ۱۱

(ج) این نکته حائز اهمیت است که خمائمه جوشی به تبعیت از سطح عایق شده، ممکن است جابجایی گرمایی داشته باشد و عایق یا روکش عایق را پاره کند، به منظور پیشگیری از این امر باید راهکارهایی از قبیل درز انبساط یا اتصال لغزان (slip joint) پیش‌بینی شود.

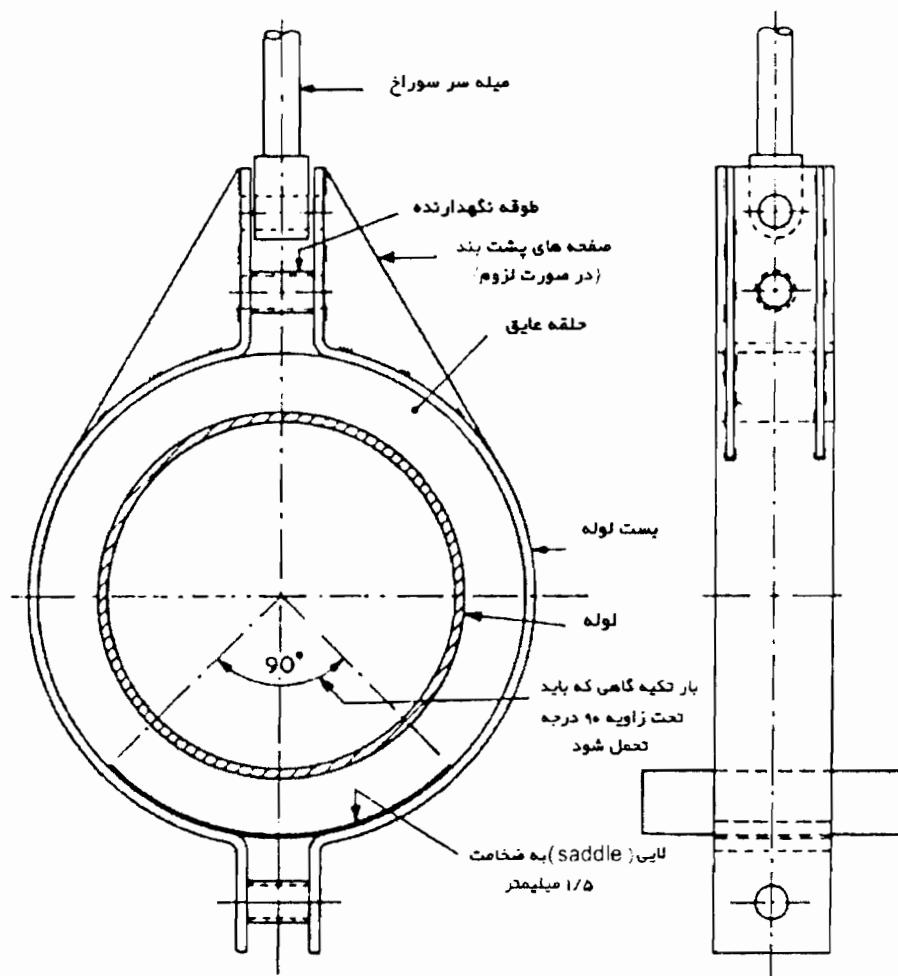
#### ۲-۵-۵-۵ تکیه گاهها و نگهدارندها (Insulation support)

(الف) تکیه گاهها و نگهدارندهای اصلی دستگاهها و لوازم تاسیساتی از قبیل لوله‌ها، کانال‌ها، مخازن و ... با نگهدارهایی که فقط وزن عایق و روکش این دستگاهها و لوازم را تحمل می‌کنند، تفاوت دارند. تکیه گاهها و نگهدارندهای اصلی دستگاهها و لوازم تاسیساتی، مثلًاً بست یا آویز لوله باید برای تحمل بار گسترده لوله و سیال درون آن همراه با جابجایی گرمایی احتمالی مناسب باشد. می‌توان مثلًاً با استفاده از مواد عایق مقاوم در برابر فشردگی، از تماس مستقیم فلزی بین نگهدارندها عایق و سطح عایق شونده جلوگیری نمود، شکل ۵-۵-۲۱ "الف". چنانچه تکیه گاه یا نگهدارنده و سطح عایق شونده تماس مستقیم داشته باشند، باید در درون عایق واحدی کاملاً محصور شوند، شکل ۵-۵-۲ "ب".

- ۲- تاسیسات گرمایی، تهویض هوا و تهییه مطبوع  
 ۲-۵ عایق کاری  
 ۲-۵-۵ آماده سازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق  
 ۲-۵-۵-۵ تکیه گاهها و نگهدارندها

شکل (۲-۵-۵-۳) الف از استاندارد BS ۵۹۷۰

اویز تسممه ای دو تکه با استفاده از حلقه عایق، اویز عایق را در میان گرفته است.



- پهنانی حلقه عایق فشار بذیر، باید حداقل برابر پهنانی بست (تسممه) باشد.

\* برای دست یابی به اندازه اویزهای مختلف، متناسب با قطر لوله، به (۲-۲-۱۳-۴)، اویزهای تک لوله‌ای مراجعه شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

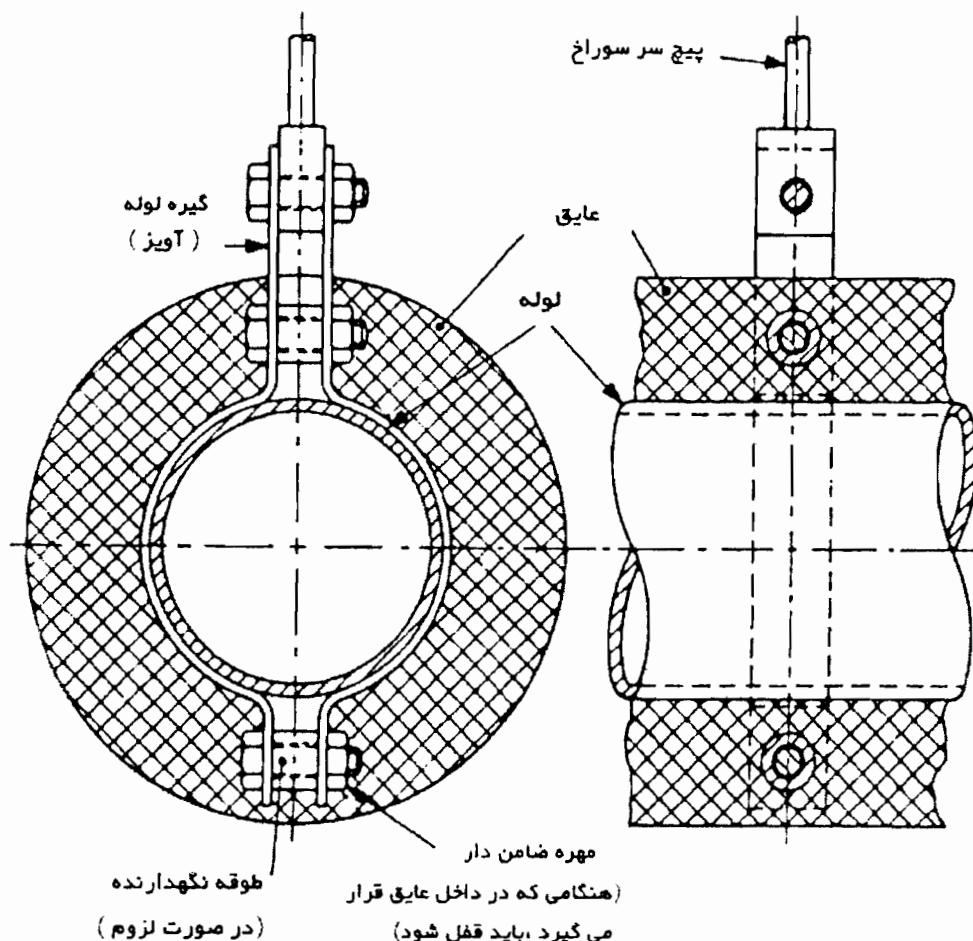
۵-۲ عایق کاری

۵-۵-۲ آماده سازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق

۵-۵-۵-۲ تکیدگاهها و نگهدارندها

شکل (۲-۵-۵) ب از استاندارد BS ۵۹۷۰

اویز تسمه‌ای دو تکه برای لوله فولادی عایق دار، عایق اویز را پوشانده است.



\* برای دست یابی به اندازه اویزهای مختلف، متناسب با قطر لوله، به (۴-۲-۱۳-۲). اویزهای تک لوله‌ای مراجعه شود.

۳- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهییه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۵-۵-۵-۲ اماده سازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق

۶-۵-۵-۲ بستهای عایق (نگهدارهای مکانیکی)

۱۱۸ از ۱۱

(ب) ترجیحاً نگهدار عایق نباید بیش از نصف ضخامت عایق در آن نفوذ کند. مگر آن که ارتباط فلزی (Through-metallic connection) بین سطح گرم و سطح سرد عایق ایجاد نشود و یا احتمال آن تا حداقل ممکن کاهش یابد، این موضوع در ارتباط با عایق سرمایی دستگاهها، و یا در مواردی که روکش بیرونی عایق‌های گرمایی ورق فلزی باشد، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند، در صورت لزوم می‌توان بین سطح عایق شونده و تکیه‌گاه، تکه‌ای از عایق را به عنوان لایی (pad) قرار داد.

(پ) سطح مقطع هر یک از تکیه‌گاه‌های عایق نباید بیش از حدی که برای تامین پایداری مکانیکی لازم است انتخاب شود، تا هدایت گرمایی به میزان قابل قبولی کاهش یابد. در مواردی مناسب می‌توان تکیه‌گاه عایق را از موادی غیرفلزی مانند پلاستیک و چوب انتخاب کرد.

(ت) به استثنای حالتی که از ورق فلزی به عنوان روکش عایقهای رشتہ‌ای و انعطاف‌پذیر استفاده می‌شود، روکش عایق به تکیه‌گاه یا نگهدارنده نیاز ندارد. در صورت استفاده از ورق فلزی تکیه‌گادها باید دارای لایی یا قطعات کوچک عایق مقاوم در برابر فشردنگی باشد، که مستقیماً روی سطح عایق شونده یا در انتهای خمایمی که خودروی سطح نصب شده‌اند قرار می‌گیرد. چنانچه مواد عایق به اندازه کافی در برابر فشردنگی مقاوم نباشند، به ویژه روی سطوح افقی، تکیه‌گاه‌ها ممکن است به شکل حلقه‌های فلزی یا چهارپایه‌های کوچک (Stools) انتخاب شوند، که نوک پایه‌ها به طرف سطح عایق شونده و با فاصله مناسبی قرار می‌گیرند تا میزان تماس تکیه‌گاه‌ها با سطح عایق شونده و در نتیجه انتقال گرما به حداقل مطلوب برسد.

## ۶-۵-۵-۲ بستهای عایق (نگهدارهای مکانیکی)

بستهای مکانیکی شامل انواع مختلفی مانند مفتول بست (Tie wire)، توری سیمی یا مفتول بافته شده (Lacing wire)، نوارها و تسممه‌ها (Bands)، گیره‌ها و بستهای (Clips)، واشرها (Washers) و مهره‌ها (Nuts) می‌باشد.

(الف) به استثنای مواردی که عایق می‌تواند بطور مستقیم، مثلاً با چسب، روی سطح عایق شونده نصب گردد؛ معمولاً نصب عایق باید با استفاده از وسایل و ابزارهای مکانیکی صورت گیرد. مفتول‌ها، توریهای سیمی، تسمه‌ها، نوارها، گیره‌ها، مهره‌ها یا واشرها رایج‌ترین بستهای هستند که همراه خمایم و تکیه‌گاه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. نصب عایق روی سطوح استوانه‌ای معمولاً با استفاده از تسمه‌هایی است که بطور محیطی روی سطح بیرونی عایق کشیده می‌شود. در بعضی موارد استفاده از توریهای سیمی که پس از کشیده شدن روی عایق، لبه‌های آن با مفتول بهم محکم شود، می‌تواند همان اثر را داشته باشد. در مواردی که روکش عایق بصورت یک پارچه روی عایق قرار می‌گیرد می‌توان با چسباندن همپوشانی روکش، عایق را نصب کرد. در این حالت استفاده از بستهای موضعی الزامی نیست.

(ب) برای نصب عایق روی سطوح بزرگ و تخت، ابتدا عایق روی ضمایم تعییه شده روی سطح از قبیل میخ‌ها و پیچ‌های بدون سرفشار داده می‌شود، سپس با استفاده از مفتول بافته شده در محل خود مستقر می‌گردد. به منظور ایجاد کشش لازم بهتر است مفتول دور ضمایم اصلی پیچیده و بطور ضربدر اجرا شود. در مورد عایقهای پتوئی رشته‌ای و قابل انعطاف محصور در شبکه‌های سیمی (Wiremesh) بستن شبکه سیمی به ضمایم، برای نصب کافی است.

(پ) مفتول‌های بست و توری‌های سیمی معمولاً از جنس آهن نرم گالوانیزه انتخاب می‌شوند. در حالت نیاز به مقاومت شیمیایی ویژه و یا کاربرد در دماهای بالا، می‌توان یکی از فولادهای آلیاژی نرم را مورد استفاده داد. برای کاربردهای معمولی از مفتول با قطر یک میلیمتر و برای کارهای سنگین‌تر از قطر  $1/5$  میلیمتر باید استفاده شود. برای ایجاد کشش لازم بین ضمایم، روی سطوح تخت یا محفظه‌های استوانه‌ای بزرگ، بهتر است از مفتول‌های چندلا استفاده شود.

(ت) مفتول‌های بست را می‌توان بطور ساده دور ضمایم پیچیده یا با استفاده از مهره‌ها، واشرها و سایر بستهای مناسب در محل ضمایم آنها را محکم نمود.

(ث) عایق روی سطوح استوانهای را که دارای روکش بیرونی از پارچه یا ورق باشد، می‌توان با استفاده از تسمه‌های فلزی یا نوارهای پلاستیکی محیطی، نصب و محکم نمود. تسمه‌های فلزی باید حدود ۲۰ میلیمتر پهنا و ۵/۰ میلیمتر خدمامت داشته و در برابر خوردگی مقاوم باشد. نوارهای پلاستیکی بهتر است بین ۳۵ تا ۵۰ میلیمتر پهنا و خدمامت کافی برای مقاومت در شرایط طولانی دوره بهره‌برداری را دارا باشد. در مواردی که تسمه‌ها و نوارها روی آخرین لایه عایق بسته می‌شود، می‌توان از آنها به سهولت برای علامت‌گذاری استفاده نمود. چنانچه روکش نهایی ورق آلومینیومی باشد، باید منحصرًا از تسمه‌های آلومینیومی یا فولادی زنگ‌ناپذیر برای نصب آنها استفاده شود. تسمه‌های فلزی مورد استفاده در عایقکاری محفظه‌های بزرگ باید پهنا و خدمامت لازم را برای کاربرد در شرایط عملکرد سیستم دارا باشند. با توجه به جمیع جهات از نظر اقتصادی و در مورد محفظه‌های بزرگ، استفاده از تسمه‌های فولادی زنگ‌ناپذیر توصیه می‌گردد.

(ج) عایق‌های کیسه‌ای انعطاف‌پذیر که در ساختمان خود دارای پوششی یک پارچه از توری‌های فلزی هستند، باید با فشار روی خماییم اصلی ثابت شده روی سطح عایق شونده، در محل خود مستقر و سپس خمن ایجاد تماس کامل با سطح، لبه شبکه‌های مجاور بهم بسته شود. مفتول‌های مصرفی برای این منظور باید دارای قطر تقریبی ۱/۵ میلیمتر و هم جنس با فلز توری عایق باشد. چنانچه پوشش نهایی ورق آلومینیومی باشد، باید نسبت به جلوگیری از تماس مستقیم دو فلز غیر هم جنس مراقبت لازم به عمل آید.

(چ) مفتول یا سایر مصالح و لوازم بست که احتمال دارد در تماس مستقیم فلزی با روکش (نهایی) آلومینیومی قرار گیرد، باید با یک ماده پلاستیکی مناسب روکش شود تا از خوردگی دو فلزی (Bimetallic Corrosion) در محل تماس جلوگیری شود.

## ۲-۵-۵-۲ تقویت عایق

(الف) رایج‌ترین مواد مورد استفاده در تقویت عایقهای، توریهای سیمی گالوانیزه یا انواع مختلف ورق‌های سوراخ‌دار فلزی است، در کاربردهای ویژه‌ای، از قبیل تقویت مواد و ترکیب‌های خمیری مقاوم در برابر هوا، استفاده از منسوجات درشت بافت الیاف شیشه، به عنوان تقویت مناسب‌تر است. کاربرد اصلی تقویت‌های فلزی در عایقهای شکل‌پذیر، عایقهای رشته‌ای پاششی، روکش‌های ترکیبی مرطوب و روکش‌های سیمانی است که به صورت‌تر اجرا می‌شود، ضمن اینکه برای نگهداری عایقهای رشته‌ای خشک و انواع مختلف عایقهای پیش‌ساخته نیز مفید هستند.

اندازه چشمۀ توریهای سیمی معمولاً ۲۵ یا ۴۰ میلیمتر و قطر سیم آنها یک میلیمتر است، این اندازه‌ها برای استفاده روی عایقهای رشته‌ای انعطاف‌پذیر می‌تواند به ۱۲ یا ۲۰ میلیمتر کاهش یابد. اندازه چشمۀ ورق‌های سوراخ‌دار فلزی معمولاً از ۱۲ تا ۵ و ضخامت ورق آنها بین ۰/۵ و ۱/۶ میلیمتر متغیر است، که مواد سنگین‌تر مثلاً برای تقویت عایقهای بتنی بکار می‌رود.

(ب) در شرایطی که احتمال رطوبت بالا وجود دارد، شبکه‌های فولادی گالوانیزه و بسته‌ها نباید در معرض دماهای بالاتر از ۶۵ درجه سانتی‌گراد واقع شوند. برای دماهای بینایین باید از فولاد سخت (کربن‌دار) استفاده شود. برای حفاظت مواد تقویت در برابر خوردگی، قبل از مصرف، در انبار یا کارگاه باید آنها را قیراندود یا رنگ‌آمیزی نمود.

(پ) در مواردی که ایجاد مقاومت مکانیکی بالایی در عایق نیاز باشد، مثلاً مقاومت در برابر فشردن، استفاده از شبکه‌های تقویتی با چشمۀ‌های مربع شکل توصیه می‌شود، که بر حسب نیاز می‌تواند از مفتوه‌های بهم تایید شده با قطر نهایی ۲ میلیمتر، برای چشمۀ‌های ۴۰ میلیمتری تا مفتول تاییده به قطر ۶ میلیمتر برای چشمۀ‌های ۱۰۰ یا ۱۵۰ میلیمتر انتخاب گردد. باید توجه داشت، چنانچه این شبکه مربع شکل بصورت صلب به ضایایم روی سطح عایق ثابت شود، بر اثر انبساط گرمایی ناشی از افزایش دما، تغییر شکل خواهد داد.

(ت) چنانچه لازم است تقویت فلزی روی سطح خارجی عایق یا روکش آن اجرا شود که احتمال تماس مستقیم آن با فلز ناهم جنس وجود دارد، برای جلوگیری از خوردگی الکتروولیتی مثلاً با استفاده از یک انود مناسب، باید چاره‌اندیشی شود.

(ث) در صورت نیاز عایق به مقاومت مکانیکی در مقابل پاره شدن، باید پارچه‌ای درشت بافت از الیاف شیشه یا آستری پنبه‌ای بین لایه‌ها، ماستیک غرقابی، نفذبایی، رطوبت (Vapourproof) جاسازی شود.



## **مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها**

**۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**

**۵-۲ عایق‌کاری**

**۶-۵-۲ عایق‌کاری لوله**



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲  
 عایق کاری ۵-۲  
 عایق کاری لوله ۶-۵-۲

### فهرست

عنوان	صفحه
کلیات	۱ از ۱
تعریف	۲ از ۲
مصالح	۳ از ۲
مصالح عایق لوله در استانداردهای BSI	۴ از ۲
مصالح عایق لوله در استانداردهای ANSI	۵ از ۱۰
ضخامت عایق لوله	۶ از ۱۴
ضخامت عایق لوله در استانداردهای BS	۷ از ۱۵
ضخامت عایق لوله در استانداردهای ANSI/ASHRAE	۸ از ۲۵
تعیین ضخامت عایق لوله	۹ از ۲۸
نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی	۱۰ از ۳۱



## ۲-۶-۵-۲ عایق کاری لوله

## ۱-۶-۵-۲ کلیات

(الف) ضوابطی که زیر (۱-۵-۲) حدود و دامنه کار آمده است بر قسمت (۶-۵-۲) عایق کاری لوله حاکم می‌باشد و رعایت آن الزامی است.

(ب) هرگونه عایق کاری لوله برای تاسیسات گرمایی، تهویض هوا و تهییه مطبوع، در چارچوب مشخص (۱-۲) کلیات باید با ضوابط مندرج در این قسمت (۶-۵-۲) عایق کاری لوله انجام گیرد.

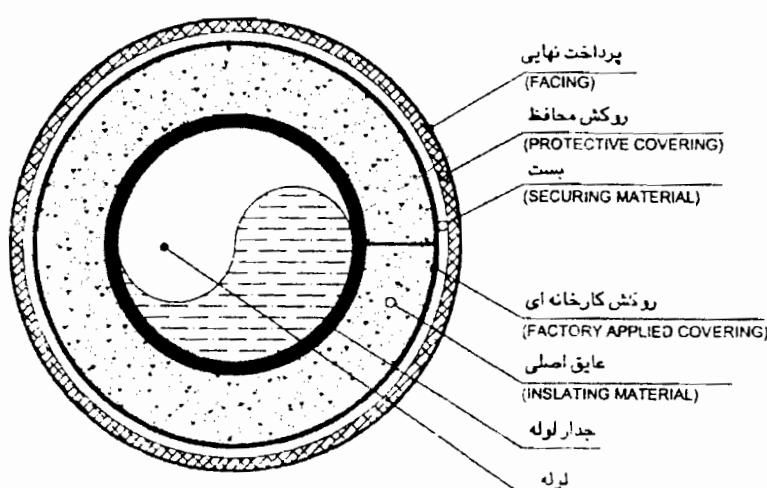
(پ) عایق کاری لوله شامل انتخاب مصالح (برای لوله، فلنچ، فیتینگ، شیر، بست، قطعات انساط و غیره)، چگونگی کار نصب و آزمایش، به صورت بهم پیوسته (مگر در مواردی که جز این مشخص شده باشد) طبق نقشه‌ها می‌باشد. اجزای مختلف عایق کاری لوله در شکل (۱-۶-۵-۲) پ نشان داده شده است.

(ت) منظور از عایق کاری در این قسمت، عایق گرمایی برای لوله‌های فلزی و دیگر اجزای فلزی لوله‌کشی می‌باشد.

(۱) عایق کاری لوله‌های غیرفلزی، خارج از حدود این قسمت از مشخصات فنی می‌باشد.

شکل (۱-۶-۵-۲) پ

### اجزای مختلف عایق کاری لوله



## ۲-۶-۵-۲ تعاریف

### (الف) درجه قلیایی بودن (Alkalinity)

گرایش یک ماده در داشتن واکنش قلیایی، این گرایش با مقیاس PH اندازه‌گیری می‌شود، مواد با PH بالای ۷ قلیایی؛ و زیر ۷ اسیدی هستند.

### (ب) دمای میانگین (Mean temperature)

میانگین عددی دمای سطح گرم (Hot-face) و دمای سطح سرد (Cold-face) عایق، در شرایط آزمایش.

### (پ) قابلیت تشعشع (Emissivity, E)

نسبت تشعشع گرمایی حاصل از واحد سطح رویه مورد نظر، به تشعشع حاصل از واحد سطح یک رویه گسیلنده کامل (بدنه سیاه).

## ۳-۶-۵-۲ مصالح

(الف) ضوابطی که زیر ۲-۵-۲) مصالح عایق کاری آمده است بر قسمت ۳-۶-۵-۲) مصالح حاکم می‌باشد و رعایت آن الزامی است.

(ب) نمونه‌هایی از مصالح عایق لوله در استانداردهای موسسه استاندارد بریتانیا (BSI) و موسسه ملی استاندارد آمریکا (ANSI)، در این قسمت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

(پ) از طرف موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) تاکنون استانداردی در این مورد منتشر نشده است.

## ۲-۶-۵-۴ مصالح عایق لوله در استانداردهای BSI

### (الف) انواع

برای کاربردهای مورد نظر در این قسمت از مشخصات فنی عمومی، در استانداردهای BS، عایق‌های لوله طبق ضوابط مندرج در استانداردهای BS 3958 : part 1-4 عرضه می‌شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۴-۵-۲ مصالح عایق لوله در استانداردهای BS

۴۹ ۳ از

(۱) در استاندارد 1 part BS 3958 : عایق‌های پیش‌ساخته لوله‌ای (Pipe section) و قطعات بلند مستطیلی با انحنای و لبه‌های پخته (Radiused and Bevelled lags) از کربنات منزیوم و مناسب برای کاربرد تا دمای حدود ۳۱۵ درجه سانتیگراد عرضه می‌شود.

(۲) در استاندارد 2 part BS 3958 : عایق‌های پیش‌ساخته از سیلیکات کلیسیم در دو نوع ارائه می‌شود:  
نوع I : شامل عایق‌های لوله‌ای، قطعات بلند مستطیلی با انحنای و لبه‌های پخته و عایق‌های قطعه‌ای (Slabs) مناسب برای کاربرد تا دمای ۶۵ درجه سانتیگراد  
نوع II : شامل عایق‌های قطعه‌ای و قطعات بلند و تخت مستطیلی، برای کاربرد تا ۹۵۰ درجه سانتیگراد این نوع عایق‌های به دلیل تخت بودن، برای عایق‌کاری لوله مناسب نیستند.

(۳) در استاندارد 3 part BS 3958 عایق‌های پتویی روکش‌دار، از الیاف معدنی و تقویت شده با شبکه‌های (توری) فلزی قابل انعطاف، برای عایق‌کاری گرمایی عرضه می‌شود. این عایق‌ها ممکن است از یک طرف یا دو طرف با شبکه بافتی شده فلزی (Woven wire mesh) یا توری فلزی (Expanded metal) تقویت شوند.

(۴) در استاندارد 4 part BS 3958 عایق‌های لوله‌ای پیش‌ساخته، از الیاف معدنی ارائه می‌شود.

### ب) ترکیب (Composition)

(۱) در استاندارد 1 part BS 3958 ماده عایق حاوی حداقل ۸۵ درصد جرمی کربنات منزیوم سبک و الیاف تقویتی است که بطور یکنواخت در آن گسترده شده‌اند.

(۲) در استاندارد 2 part BS 3958 : ماده عایق به طور عمده حاوی سینیکات کلیسیم متبلور می‌باشد، که با الیاف مناسب تقویت شده است.

(۳) در استاندارد 3 part BS 3958 ماده عایق حاوی الیاف معدنی از سنگ (Rock)، سرباره (Slag) یا شیشه (Glass) می‌باشد. در صورتی وجود تکه‌هایی از این مواد، به شکل غیررسته‌ای، در عایق مجاز است که هیچ یک از ابعاد آنها از ۱۰ میلیمتر تجاوز نکند.

(۴) در استاندارد 4 part BS 3958 : مواد عایق حاوی الیاف معدنی از سنگ، سرباره یا شیشه می‌باشد که در یک فرآیند از حالت مذاب به صورت رشته‌ای (Fibrous) در آمد و توسط یک چسب مناسب (Binder) بهم پیوسته‌اند.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۶-۵-۲ عایق کاری لوله  
 ۴-۶-۵-۲ مصالح عایق لوله در استانداردهای BS

۴۹ از ۴

در جدول شماره (۴-۶-۵-۲) ب مواد اصلی و شکل عایق‌های لوله مورد نظر در این قسمت از مشخصات فنی عمومی، از استانداردهای BS، ارائه شده است.

(پ) نم پذیری (Moisture content)

در صد جرمی رطوبت جذب شده توسط عایق، تحت شرایط آزمایش در استاندارد BS 2972 نباید از مقادیر درج شده در جدول شماره (۴-۶-۵-۲) ب تجاوز نماید.

جدول شماره (۴-۶-۵-۲) ب

مواد اصلی و شکل عایق‌های لوله در استانداردهای BS 3958

استاندارد BS 3958	شكل	جنس مواد اصلی	مواد نگهدارنده یا تقویت‌کننده
Part 1	پیش‌ساخته: - لوله‌ای - قطعات بلند مستطیلی	کربنات منیزیم سبک	الیاف تقویتی با گستردگی بکنوخت
Part 2	پیش‌ساخته: - لوله‌ای - قطعات بلند مستطیلی	سیلیکات کلسیم متبلور	الیاف تقویتی مناسب
Part 3	پتوئی روکش دار	پشم سنگ (Rock fibre) پشم سرباره (Slag fibre) پشم شیشه (Glass fibre)	چسب گرم به مقدار کم
Part 4	پیش ساخته: - لوله‌ای	پشم سنگ پشم سرباره پشم شیشه	چسب یا نگهدارنده مناسب

۲- تاسیسات گرمایی، تعبیض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵ عایق کاری لوله

۴-۶-۵-۲ مصالح عایق لوله در استانداردهای BS

۴۹ از ۵

### جدول شماره (۴-۶-۵-۲) ب

حد مجاز نم پذیری عایق های لوله، تحت شرایط آزمایش در استانداردهای BS 2972

درصد جرمی رطوبت جذب شده	عایق لوله در استاندارد BS 3958
۵	Part 1
۷/۵	Part 2
۵	Part 3
۵	Part 4

ت) الزامات فیزیکی

(1) قابلیت هدایت گرمایی (Thermal conductivity)

قابلیت هدایت گرمایی عایق های لوله در استانداردهای BS 3958، هنگامی که با روش مناسب ارائه شده در استاندارد BS 874 آزمایش می شوند، باید از مقادیر درج شده در جدول شماره (۴-۶-۵-۲) "ت" (۱) تجاوز کند. در این جدول مقادیر دردو واحد SI و IP ارائه شده است.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۴-۶-۵-۲ مصالح عایق لوله در استانداردهای BS

۶ از ۴۹

۴-۶-۵-۲ مصالح عایق لوله در استانداردهای BS

### جدول شماره (۳-۶-۵-۲) ت (۱)

مقادیر قابلیت هدایت گرمایی عایق های لوله، در استانداردهای BS 3958

BS 3958	Part 1		Part 2 (type1)		Part 3		Part 4	
دما میانگین °C (°F)	قابلیت هدایت گرمایی (Thermal conductivity)							
	W m.k	Btu.in ft <sup>2</sup> .h.°F	W m.k	Btu.in ft <sup>2</sup> .h.°F	W m.k	Btu.in ft <sup>2</sup> .h.°F	W m.k	Btu.in ft <sup>2</sup> .h.°F
50(122)	0.059	0.409	-	-	0.042	0.291	0.043	0.298
100(212)	0.064	0.444	0.061	0.423	0.050	0.347	0.052	0.361
150(302)	0.070	0.485	0.067	0.465	0.060	0.416	0.064	0.444
180(356)	0.074	0.513	-	-	-	-	-	-
200(392)	-	-	0.074	0.513	0.073	0.506	0.078	0.541
250(482)	-	-	0.080	0.555	0.090	0.624	0.093	0.645
300(572)	-	-	0.087	0.603	0.110	0.763	0.110	0.763
350(662)	-	-	0.094	0.652	0.130	0.901	0.129	0.894
400(752)	-	-	0.102	0.707	-	-	-	-
425(797)	-	-	0.106	0.735	-	-	-	-

### (۲) چگالی حجمی (Bulk density)

چگالی حجمی مواد عایق، در حالت خشک، باید بین مقادیر (حداقل و حداکثر) درج شده در جدول شماره

۴-۶-۵-۲ ت (۲) قرار گیرد.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۴-۶-۵-۲ مصالح عایق لوله در استانداردهای BS

### جدول شماره (۲) ت (۶-۵-۲)

#### چگالی حجمی عایق های لوله، در استانداردهای BS 3958

استاندارد BS 3958	چگالی ( $\text{kg/m}^3$ )	
	حداقل (min)	حداکثر (max)
Part 1	175	225
Part 2 (Type I)	180	240
Part 3 *	50	150
Part 4 *	50	200

\* تغییرات چگالی حجمی اعلام شده از طرف سازنده که بر اساس ضخامت نامی محاسبه شده است، باید از  $15 \pm 1$  درصد تجاوز نماید.

(۳) مقاومت خمشی (Flexural strength) عایق های لوله ای پیش ساخته در استانداردهای part 1,2 BS 3958 : کمتر از ۲۵۰ کیلو نیوتون بر متر مربع ( $\text{KN/m}^2$ ) باشد.

(۴) مقاومت در برابر فشار (Compressive Strength) : چنانچه عایق زیر بارهای فشاری معینی در حالت های خشک و خیس قرار گیرد، ضخامت آن باید بیش از حد مشخص شده کاهش یابد. این حد برای عایق های لوله ای در استانداردهای BS 3958 part 1,2 : ۵ درصد تعیین شده است.

(۵) تراکم پذیری و قابلیت بازگشت (Compressibility and resilience) : ضخامت عایق های پتویی، پس از حذف فشار آزمایش نباید از حد مشخص شده در استاندارد کمتر شود و عایق باید این قابلیت را داشته باشد که پس از تراکم، با حذف فشار از میان، ضخامت خود را باز یابد. حد مذکور برای عایق های پتویی در استاندارد part 3 BS 3958 برابر ضخامت نامی منهای ۳ میلیمتر تعیین شده است.

(۶) ثبات گرمایی (Heat stability) : چنانچه عایق طبق استاندارد 2972 BS با گرم شدن مداوم و تدریجی به دمای کاربرد بررسد، باید شرایط زیر را تامین نماید:

- در عایق های موضوع استاندارد ۱ part : BS 3958 حداکثر افت طولی، ۲ درصد و کاهش ضخامت بر اثر

$200 \text{ KN/m}^2$  بار فشاری، حداکثر ۵ درصد.

- در عایق‌های موضوع استاندارد ۲ part 2 BS 3958 حداکثر افت طولی، ۲ درصد و کاهش خشامت بر اثر

$400 \text{ KN/m}^2$  بار فشاری، حداکثر ۵ درصد.

- در عایق‌های موضوع استاندارد ۴ part 3 BS 3958 عایق باید در بالاترین دمای مجاز کاربرد که از طرف سازنده اعلام

شده است شکل عمومی خود را حفظ کرده و خسارت قابل رویتی در بافت رشته‌ای آن ایجاد نشود.

### (ث) الزامات شیمیایی

#### (1) درجه قلیایی بودن (Alkalinity)

مواد عایق لوله در استانداردهای BS 3958، چنانچه منطبق با روش‌های ارائه شده در استاندارد مربوطه آزمایش شوند، باید

بین مقادیر (حداقل و حداکثر) درج شده در جدول شماره (۴-۶-۵-۲) ث (۱) واقع شود.

#### (1) جدول شماره (۴-۶-۵-۲) ث

##### درجه قلیایی بودن مواد عایق لوله در استانداردهای BS 3958

استاندارد BS 3958	PH	
	حداقل	حداکثر
Part 1	9.5	11.0
Part 2	9.5	11.0
Part 3	6.0	9.0
Part 4	6.0	10.0

#### (1) اثر خورندگی (Corrosive attack)

عایق باید حاوی موادی باشد که روی سطح لوله عایق شده، خوردگی ایجاد کند.

#### (ج) شکل، اندازه و رواداری

در جدول شماره (۴-۶-۵-۲) ج شکل، اندازه و رواداری‌های مربوط به عایق‌های لوله در استانداردهای BS 3958 ارائه شده

است.

### جدول شماره (۴-۶-۵-۲) ج

شکل، اندازه و روداری های مربوط به عایق های لوله در استانداردهای BS 3958

استاندارد BS 3958	شکل استاندارد	طول (mm)		قطر داخلی (mm)		ضخامت (+mm)		عرض (mm)	
		اندازه	روداری	اندازه	روداری	اندازه	روداری	اندازه	روداری
Part 1	لوله ای	914	$\pm 3$	329 تا	-0 تا +5	25 تا 75	-1.5 تا +3		
Part 2	لوله ای	914	$\pm 3$	329 تا	-0 تا +5	25 تا 75	-1.5 تا +3		
Part 3	پتوس دوکس دار	500 تا $\Delta$	+15 تا -10			ضخامت نامی از طرف سازنده اعلام نمی شود	$\Delta$ -3	500 تا	-10 تا +15
		500 تا $\Delta$	-%2 تا +%3					500 تا $\Delta$	-%2 تا +%3
Part 4	لوله ای یا نیم لوله	تا 500 1200	$\pm 3$	610 تا	-0 تا +1.5 یا %1	19 تا 120	$\pm 3$		

توضیحات جدول:

- \* هم اندازه با قطر خارجی لوله های استاندارد.
- \*\* قطرهای بزرگ ، ممکن است با قطاع های چند قسمتی عایق شوند.
- هر کدام بزرگتر است.
- ▲ اندازه های نامی طبق اعلام سازنده.
- △ ضخامت عایق هنگامی که طبق BS 2972 ، اندازه گیری می شود، باید کمتر از ضخامت نامی منهای ۳ میلیمتر باشد.
- + نظر به تراکم پذیری، این مواد معمولاً با ضخامت بیشتری تولید می شوند، تا اطمینان کافی از ضخامت لازم پس از اجرا حاصل شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۶-۵-۵ مصالح عایق لوله در استانداردهای ANSI

## ج) علامت‌گذاری

روی بسته‌های عایق که توسط پیمانکار تهیه می‌شود، باید مشخصات زیر به طور پاک نشدنی، توسط کارخانه سازنده ثبت شده باشد.

(۱) نام سازنده، مهر یا آرم

نوع محصول و حداکثر دمای مجاز کاربرد (در صورتی که مواد عایق حاوی آزبست است، بطور روشن مشخص شود)

(۲) چگالی حجمی

(۳) اندازه‌های نامی

(۴) استاندارد مربوط

## ۶-۵-۵ مصالح عایق لوله در استانداردهای ANSI

### الف) انواع

برای کاربردهای مورد نظر در این قسمت از مشخصات فنی عمومی، در استانداردهای ANSI، عایق‌های لوله طبق ضوابط مندرج در استانداردهای ANSI/ASTM C547 و ANSI/ASTM C552 عرضه می‌شود.

(۱) عایق‌های پیش‌ساخته لوله‌ای از الیاف معدنی (Mineral fibre) طبق استاندارد ANSI/ASTM C547 در سه کلاس به شرح

زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- کلاس ۱ : برای کاربرد تا  $450^{\circ}\text{F}$  ( $230^{\circ}\text{C}$ )

- کلاس ۲ : برای کاربرد تا  $650^{\circ}\text{F}$  ( $345^{\circ}\text{C}$ )

- کلاس ۳ : برای کاربرد تا  $1200^{\circ}\text{F}$  ( $650^{\circ}\text{C}$ )

(۲) عایقهای گرمایی ساخته شده از شیشه اسفنجی (Cellular glass) در استاندارد ANSI/ASTM C552 از نظر شکل در چهار

نوع (۱- قالبی تخت - ۲- لوله‌ای - ۳- اشکال خاص و ۴- تخته‌ای) طبقه‌بندی می‌شود. نوع ۲ که به لوله اختصاص دارد در دو

کلاس به شرح زیر ارائه می‌گردد برای کاربرد در دماهای بین  $(-268^{\circ}\text{C})$  تا  $(+427^{\circ}\text{F})$  ( $+800^{\circ}\text{F}$ ) مناسب هستند.

کلاس ۱ : عایق لوله‌ای معمولی (بدون روکش)

کلاس ۲: عایق لوله‌ای روکش دار

سایر انواع عایق مشخص شده در این استاندارد به دلیل شکل های خاص، برای عایق کاری لوله مناسب و قابل استفاده نیستند.

### **(ب) ترکیب**

- (۱) عایق های گرمایی برای لوله، در استاندارد ANSI/ASTM C547 باید از مواد معدنی متنند سنگ. سرباره یا شیشه که در یک فرآیند از حالت مذاب به صورت الیاف تبدیل می شوند، همراه با یک (چسب) نگهدارنده آلی ساخته شود.
- (۲) عایق های گرمایی لوله در استاندارد ANSI/ASTM C552 ترکیباتی از شیشه هستند که در شرایط مذاب به حالت کف یا اسفنجی درآمده و بر اثر سرد شدن به یک ماده سخت نسوزختنی با حفره های بسته (غیر قابل نفوذ) تبدیل می گردند.

### **(پ) الزامات فیزیکی**

#### **(۱) چگالی**

چگالی عایقهای مناسب برای لوله، در استانداردهای ANSI/ASTM در جدول شماره (۵-۶-۵-۲) پ (۱) ارائه شده است.

#### **جدول شماره (۵-۶-۵-۲) پ (۱)**

**چگالی عایقهای لوله در استانداردهای ANSI/ASTM**

استاندارد ANSI/ASTM	C 547			C 552	
	کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۳	حداقل	حداکثر
Ib/ft <sup>3</sup> (Kg/m <sup>3</sup> ) چگالی	10 (160)	12 (192)	18 (288)	7.0 (112)	9.5 (152)

### **(۲) قابلیت هدایت گرمایی**

قابلیت هدایت گرمایی (حداکثر) عایقهای لوله، در استانداردهای ANSI/ASTM در جدول شماره (۵-۶-۵-۲) پ (۲) درج شده است.

### **(ت) شکل، اندازه و ابعاد استاندارد**

- (۱) عایقهای پیش ساخته لوله طبق استاندارد ANSI/ASTM C547 باید به شکل استوانه توخالی، که از یک یا دو طرف دارای شکافهای طولی (در امتداد محور) هستند، تولید شوند. این عایقهای بصورت لوله ای شکافدار یا قطعاتی (Segments) در طول ۳ فوت (۰.۹۱ متر) و متناسب با اندازه های استاندارد (قطر خارجی) لوله به نحوی تولید می شوند که هنگام نصب در تماس کامل با

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهییه مضبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۴۹ از ۱۲

۵-۶-۵-۲ مصالح عایق لوله در استانداردهای ANSI

بدنه لوله واقع شوند. ضخامت نامی عایق از  $\frac{1}{4}$  اینچ (۱۳ میلیمتر) تا ۴ اینچ (۱۰۲ میلیمتر) و با ازدیاد تدریجی و منظم  $\frac{1}{4}$  اینچ معین شده است. برای عایقکاری با ضخامت بیش از ۲ اینچ (۵۱ میلیمتر)، عایق کاری چند لایه توصیه می شود.

#### جدول شماره (۳-۵-۶) پ (۲)

#### قابلیت هدایت گرمایی عایقهای لوله در استانداردهای ANSI/ASTM

ANSI/ASTM	C 547						C 552	
	کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۳	کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۳		
دما میانگین °F (°C)	قابلیت هدایت گرمایی (Thermal conductivity)							
	Btu.in ft <sup>2</sup> .h.°F	W m.k	Btu.in ft <sup>2</sup> .h.°F	W m.k	Btu.in ft <sup>2</sup> .h.°F	W m.k	Btu.in ft <sup>2</sup> .h.°F	W m.k
-150(-101)	-	-	-	-	-	-	0.285	0.041
-100(-73)	-	-	-	-	-	-	0.305	0.044
-50(-46)	-	-	-	-	-	-	0.325	0.047
0(-18)	-	-	-	-	-	-	0.345	0.050
25(-4)	0.24	0.035	-	-	-	-	-	-
50(10)	0.25	0.036	-	-	-	-	0.37	0.053
75(24)	0.26	0.037	0.31	0.045	0.36	0.052	0.38	0.055
100(38)	0.27	0.039	0.33	0.048	0.42	0.061	0.40	0.058
200(93)	0.32	0.046	0.39	0.057	0.49	0.071	0.47	0.068
300(149)	-	-	0.46	0.066	0.56	0.081	0.55	0.079
400(204)	-	-	0.53	0.076	0.64	0.092	0.65	0.094

(۲) عایقهای پیش ساخته لوله طبق استاندارد ANSI/ASTM C552 در طولهای نامی ۱۸ اینچ (۴۵۷ میلیمتر) یا ۲۴ اینچ (۶۱۰ میلیمتر) تولید می شود.

- حداقل ضخامت عایق لوله با اندازه نامی (NPS) ۶ اینچ و کوچکتر، یک اینچ (۲۵ میلیمتر) و برای لوله بزرگتر از ۶ اینچ،  $\frac{1}{4}$

(۲۸ میلیمتر) است. اندازه باید مطابق با ASTM/practice C585 باشد.

- برای عایقکاری لوله تا اندازه نامی ۱۲ اینچ باید از عایقهای نیم استوانه (Half section) استفاده شود، به طوری که قصر

خارجی عایق از  $\frac{۱۹}{۸}$  اینچ (۴۹۸ میلیمتر) تجاوز نکند. استفاده از عایقهای نیم استوانه برای عایقکاری لوله تا اندازه نامی ۱۶

اینچ نیز، مشروط بر آنکه قطر خارجی عایق از ۲۴ اینچ (۶۰ میلیمتر) تجاوز نکند، توصیه می‌شود. عایقهای نیم استوانه باید نتیجه برش یک عایق استوانه‌ای توخالی، توسط صفحه‌ای باشد که از محور طولی استوانه می‌گذرد.

- عایقهای لوله تا قطر خارجی حداقل  $\frac{۹}{۸}$  اینچ (۲۴۴ میلیمتر) باید بصورت استوانه یکپارچه باشد.

- برای عایقکاری لوله با اندازه نامی بزرگتر از ۱۶ اینچ، باید از قطعات بلند مستطیلی (Lags) استفاده شود. ساخت این قطعات باید طوری باشد که سطح خارجی لوله را با تماس کامل پوشاند.

### ث) رواداری

(۱) در استاندارد ANSI/ASTM C547 طول و ضخامت قطعات تولیدی، نباید بطور متوسط، نسبت به اندازه‌های استاندارد، اعلام شده از طرف سازنده، بیش از  $\frac{۱}{۸} \pm$  اینچ (۳ میلیمتر) اختلاف داشته باشد.

قطعات عایق باید پس از نصب سطح خارجی لوله را، بدون اعمال فشار، بطور کامل پوشاند و در جهت طول و سطح لوله فاصله‌ای (درز) ایجاد نشود.

(۲) رواداری قطر سوراخ و ضخامت عایقهای لوله در استاندارد ANSI/Practice C585 ارائه شده در استاندارد ANSI/ASTM C552 است.

(۳) رواداری‌های عنوان شده در زیر، منحصراً مربوط به عایقهای نیم استوانه‌ای در استاندارد ANSI/ASTM C552 می‌باشد.

- هنگامی که این عایقها روی لوله با اندازه استاندارد، توسط بستهایی به فاصله ۹ اینچ (۲۳۰ میلیمتر) نصب می‌شوند، فاصله بین

(شکاف) دو قطعه عایق و در سراسر آن باید از  $\frac{۱}{۱۶}$  اینچ (۱/۶ میلیمتر) بیشتر شود.

- دایره‌های داخلی و خارجی مقطع عایق باید هم مرکز باشند. انحراف از مرکز باید از  $\frac{۱}{۸}$  اینچ (۳/۲ میلیمتر) یا ۵ درصد ضخامت عایق، هر کدام بزرگتر است، بیشتر باشد.

- محور استوانه باید در صفحه‌ای قرار گیرد که از شکافهای دو طرف می‌گذرد. انحراف این صفحه نسبت به محور استوانه در یک طول ۲۴ اینچ، باید از  $\frac{1}{8}$  اینچ ( $3/2$  میلیمتر) تجاوز نماید.

## ۲-۶-۵-۲ ضخامت عایق لوله

### الف) کلیات

(۱) ضوابط مربوط به ضخامت عایقهای گرمایی لوله، برای کاربری‌های مختلف، در این قسمت ارائه شده است.

(۲) معمولاً ضخامت عایق، برای یک کاربری مشخص، با توجه به قابلیت هدایت گرمایی عایق، شرایط هوای محیط و دمای سطح عایق شونده (لوله) در جدولهای "ضخامت- دما" درج می‌شود.

(۳) چنانچه ضخامت معین شده برای عایق، در جدول ضخامت- دما با ضخامت‌های تجاری (Commercial thickness) منطبق نباشد، نزدیک‌ترین ضخامت تجاری بالاتر، پس از تصویب دستگاه نظارت باید ملاک عمل قرار گیرد.

(۴) چنانچه دما و رطوبت هوای محیط، دمای سیال داخل لوله، قابلیت هدایت گرمایی عایق مورد استفاده و یا سایر شرایط، نسبت به مفروضاتی که مبنای محاسبه ضخامت در جدول مربوط به کاربری مورد نظر هستند، تفاوت عمدی دارد، ضخامت عایق باید با توجه به شرایط واقعی محاسبه گردد.

(۵) منظور از دمای سطح عایق شونده، دمای سیال داخل لوله است، مگر در مواردی که جز این مشخص شده باشد.

(۶) منظور از دمای میانگین (Mean temperature)، میانگین عددی دمای سطح گرم و دمای سطح سرد عایق است.

(۷) در استفاده از جدولهای ضخامت که نسبت به دمای میانگین تنظیم شده‌اند، میانگین عددی دمای سطح لوله و دمای محیط مجاور سطح خارجی عایق، به عنوان دمای میانگین، از دقت کافی برخوردار است.

(۸) آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری ضخامت، پس از نصب عایق انجام می‌شود. در این آزمایش‌ها، از بی‌نظمی‌های موضعی (مثلًا در محل بسته) موجود روی سطح عایق لوله صرف‌نظر می‌شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۷-۶-۵-۲ ضخامت عایق لوله در استانداردهای BS

(۸) با توجه به رواذاری توافق شده در مورد ضخامت عایقکاری، ضخامت عایق پس از آزمایش نباید کمتر از میزان مشخص شده باشد.

ب) یکنواختی ضخامت عایقهای شکل پذیر

چنانچه ضخامت‌های اندازه‌گیری شده در هر مقطع، نسبت به میانگین عددی آنها  $\pm 3$  میلیمتر یا  $\pm 10$  درصد (هر کدام بزرگتر است)، اختلاف داشته باشد مجاز است، مشروط بر آنکه این اختلاف حداقل حداکثر از  $\pm 10$  میلیمتر تجاوز نکند.

۷-۶-۵-۲ ضخامت عایق لوله در استانداردهای BS

الف) کلیات

(۱) الزامات مربوط به ضخامت عایقکاری لوله، برای سیستم‌های مختلف گرمایی و سرمایی در استاندارد 5422 BS مشخص شده است.

(۲) در جدولهای مختلف این استاندارد، ضخامت‌های پیشنهادی عایق بر اساس پارامترهای زیر ارائه شده است:

- دمای سیال داخل لوله
- دمای هوای محیط
- قابلیت هدایت گرمایی عایق در دماهای مشخص شده
- رطوبت نسبی هوای محیط\*
- قابلیت تشعشع (Emissivity) سطح خارجی لوله\*

\* دو پارامتر اخیر مربوط به عایقکاری لوله کشی آب سردکننده و آب خنک کننده می‌باشد.

ب) ضخامت عایق لوله‌های مورد استفاده در تاسیسات گرمایی، تهویه مطبوع و آب گرم مصرفی در کاربردهای غیرخانگی\*\* در این

قسمت از استاندارد BS 5422، ضخامت اقتصادی عایق لوله‌های فولادی، بر حسب نوع سوت ارائه شده است.

قطر خارجی لوله‌های فولادی طبق استاندارد 3600 BS موضوع جدول شماره (۲-۲-۲) (پ. ۴)، می‌باشد. برای لوله‌های مسی با قطرهای خارجی تقریباً برابر نیز می‌توان از همین ضخامت‌های پیشنهادی عایق استفاده نمود.

(۱) در جدول شماره (۲-۶-۵-۲) ب (۱)، ضخامت‌های پیشنهادی عایق برای لوله‌های فلزی مورد استفاده در تاسیسات گرمایی، غیرخانگی، با سوت گاز، درج شده است.

\*\* در استاندارد 5422 BS برای ضخامت عایقهای لوله مورد استفاده در کاربردهای خانگی، الزامات جداگانه مشخص کرده است، که خارج از محدوده این متخصصات فنی عمومی است.

## جدول شماره (۱) ب (۷-۶-۵-۲)

ضخامت‌های پیشنهادی برای عایقهای لوله در تاسیسات گرمایی غیرخانگی، با سوخت گاز

در استاندارد BS 5422

Economic thickness of insulation for non-domestic heating installations served by gas boiler plant													
Outside diameter of steel pipe on which insulation thickness has been based (in mm) <sup>1)</sup>	Hot face temperature (in °C) (with ambient still air at + 20 °C)												
	+ 75				+ 100				+ 150				
	0.025	0.04	0.055	0.07	0.025	0.04	0.055	0.07	0.025	0.04	0.055	0.07	
	Thickness of insulation (in mm)												
17.2	17	22	24	26	20	24	27	31	24	29	34	37	
21.3	18	23	25	27	22	25	29	33	26	32	36	39	
26.9	20	24	26	29	23	27	31	34	27	33	38	42	
33.7	21	25	27	31	24	28	33	36	28	35	40	44	
42.4	22	25	29	32	25	30	34	38	30	37	42	47	
48.3	22	26	30	33	25	31	35	39	31	38	44	48	
60.3	23	27	32	35	26	32	37	41	33	39	46	50	
76.1	24	28	33	36	27	34	39	43	34	42	48	52	
88.9	24	29	34	37	28	35	40	45	35	43	49	53	
114.3	25	31	35	39	29	36	42	47	36	45	51	56	
139.7	25	32	36	41	30	37	43	48	37	47	53	59	
168.3	25	32	37	42	31	38	45	50	38	48	56	61	
219.1	26	33	38	44	32	40	46	52	40	51	58	65	
273.0	27	34	40	45	33	41	47	53	41	52	59	68	
Above 323.9 and including flat surfaces	27	36	42	47	34	43	51	58	42	54	63	72	

<sup>1)</sup> Outside diameters are as in BS 3600. The same thickness of insulation would be used for copper pipework of approximately similar outside diameters.

(۲) در جدول شماره (۲-۶-۵-۲) ب (۲)، ضخامت‌های پیشنهادی عایق برای لونه‌های فلزی مورد استفاده در تاسیسات گرمایی غیرخانگی، با سوخت مایع (گازوئیل)، درج شده است.

### جدول شماره (۲-۶-۵-۲) ب (۲)

ضخامت‌های پیشنهادی برای عایق لوله در تاسیسات گرمایی غیرخانگی، با سوخت مایع

در استاندارد BS 5422

Outside diameter of steel pipe on which insulation thickness has been based (in mm) <sup>1)</sup>	Hot face temperature (in °C) (with ambient still air at +20 °C)											
	+ 75				+ 100				+ 150			
	Thermal conductivity at mean temperature (in W (m · K))											
	0.025	0.04	0.055	0.07	0.025	0.04	0.055	0.07	0.025	0.04	0.055	0.07
Thickness of insulation (in mm)												
17.2	18	23	25	28	22	26	29	33	26	32	36	40
21.3	19	24	27	29	23	27	32	35	27	34	38	43
26.9	21	25	28	32	24	29	33	36	29	35	41	45
33.7	22	26	29	33	26	31	35	38	31	37	43	47
42.4	23	27	32	35	26	32	37	41	32	39	45	50
48.3	24	28	33	36	27	33	38	42	33	41	46	51
60.3	25	29	34	37	28	35	39	44	35	43	49	52
76.1	25	31	35	39	29	36	42	46	36	45	50	55
88.9	25	32	36	41	30	37	43	48	37	46	51	57
114.3	26	33	38	43	31	38	44	49	39	48	54	60
139.7	27	34	39	44	33	41	47	51	41	50	57	63
168.3	27	35	41	45	33	42	48	54	42	52	59	66
219.1	28	36	42	47	34	43	51	56	43	54	62	69
273.0	29	37	43	48	35	44	52	57	45	55	64	71
Above 323.9 and including flat surfaces	31	38	45	52	37	47	55	62	47	60	69	77

<sup>1)</sup>Outside diameters are as in BS 3600. The same thickness of insulation would be used for copper pipework of approximately similar outside diameters.

(۳) در جدول شماره (۷-۶-۵-۲) ب (۳)، ضخامت‌های پیشنهادی عایق برای لوله‌های فلزی مورد استفاده در سیستم لوله‌کشی آب گرم مصرفی غیرخانگی، بر حسب سه نوع سوخت (جامد، مایع و گاز) درج شده است.

جدول شماره (۷-۶-۵-۲) ب (۳)

ضخامت‌های پیشنهادی برای عایق لوله‌های مورد استفاده در سیستم آب گرم مصرفی غیرخانگی

در استاندارد BS 5422

Economic thickness of insulation for non-domestic hot water services													
Outside diameter of steel pipe on which insulation thickness has been based (in mm) <sup>۱)</sup>	Water temperature + 60°C												
	Solid fuel				Gas				Oil				
	0.025	0.04	0.055	0.07	0.025	0.04	0.055	0.07	0.025	0.04	0.055	0.07	
	Thickness of insulation (in mm)												
17.2	17	21	24	27	20	24	28	32	22	27	31	34	
21.3	18	22	25	28	22	26	30	34	23	28	32	36	
26.9	20	23	27	29	23	28	32	35	24	29	34	38	
33.7	20	24	28	31	24	29	33	37	26	31	36	40	
42.4	21	26	30	33	25	31	34	39	28	33	38	42	
48.3	22	27	31	34	26	32	36	40	29	34	39	43	
60.3	23	28	32	36	27	33	38	42	30	36	41	45	
76.1	23	29	34	37	28	35	40	44	31	37	42	47	
88.9	24	30	35	38	29	36	41	45	32	38	44	48	
114.3	25	31	36	40	30	37	43	47	33	40	46	51	
139.7	25	32	37	41	31	38	44	50	34	41	47	54	
168.3	26	33	38	42	32	39	45	52	34	42	51	56	
219.1	26	34	39	44	33	41	47	55	35	44	53	59	
273.0	27	35	40	45	34	42	51	57	36	45	55	61	
Above 323.9 and including flat surfaces	29	36	42	50	35	44	54	61	40	51	59	65	

<sup>1)</sup>Outside diameters are as in BS 3600. The same thickness of insulation would be used for copper pipework of approximately similar outside diameters.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۷-۶-۵-۲ ضخامت عایق لوله در استانداردهای BS

(پ) ضخامت عایق لوله‌های مورداستفاده در سیستم‌های آب سردکننده (Chilled water) و آب سردصرفی (Cold water) در

کاربردهای تجاری و صنعتی

حفظاًت در برابر تقطیر (Condensation)

در جدول شماره (۷-۶-۵-۲) پ ، حداقل ضخامت لازم عایق لوله، برای جلوگیری از تقطیر روی سطح بیرونی عایق کاری،

برای دومقدار قابلیت تشعشع (Emissivity) سطح خارجی لوله، درج شده است. چنانچه شرایط محیط (دما و رطوبت نسبی)، با

آنچه در جدول مشخص شده است، اختلاف زیادی نداشته باشد. همین ضخامت‌ها به عنوان حداقل لازم برای استفاده پیشنهاد

می‌شود.

چنانچه ضخامت‌هایی جز آنچه در جدول آمده است مورد نیاز باشد و یا شرایط محیط اختلاف زیادی با شرایط جدول داشته

باشد، ضخامت لازم باید بر اساس شرایط مورد نظر محاسبه گردد.

۲- تاسیسات گرمایی، تهویه هوا و تهویه مطبوع

۲-۵ عایق کاری

۲-۵-۶ عایق کاری لوله

۲-۶-۵-۷ ضخامت عایق لوله در استانداردهای BS

### جدول شماره (۷-۶-۵-۲) پ

حداقل ضخامت پیشنهادی برای عایق لوله های فولادی مورد استفاده در سیستم های آب سردکننده و آب مصرفی برای جلوگیری از

تقطیر، در استاندارد

*BS 5422*

Minimum thickness of insulation for chilled and cold water supplies to prevent condensation on a high emissivity outer surface (0.9) with an ambient temperature of +25 °C and a relative humidity of 80 % r.h.													
Outside diameter of steel pipe on which insulation thickness has been based (in mm)	Temperature of contents (in °C)												
	+10				+5				+0				
	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	
Thickness of insulation (in mm)													
21.3	6	8	9	11	8	9	12	15	9	12	15	18	
33.7	6	8	11	13	8	11	14	16	10	14	17	21	
60.0	6	9	12	14	9	12	15	18	11	15	19	23	
114.3	6	9	12	14	9	13	16	20	11	16	21	26	
168.3	6	9	12	15	9	13	17	21	11	17	22	27	
273.0	6	9	13	16	9	14	19	22	12	18	23	29	
508.0	7	10	13	16	10	14	19	24	12	19	25	32	
Flat surfaces	7	10	14	17	10	15	20	25	13	20	26	33	

Minimum thickness of insulation for chilled and cold water supplies to prevent condensation on a low emissivity outer surface (0.2) with an ambient temperature of +25 °C and a relative humidity of 80 % r.h.													
Outside diameter of steel pipe on which insulation thickness has been based (in mm)	Temperature of contents (in °C)												
	+10				+5				+0				
	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	
Thickness of insulation (in mm)													
21.3	10	14	17	20	14	18	23	28	17	23	29	36	
33.7	11	16	20	24	15	21	27	32	19	27	33	41	
60.0	13	18	23	28	17	25	31	38	22	31	40	49	
114.3	14	20	27	33	20	30	38	48	25	38	51	65	
168.3	15	23	31	39	22	35	45	54	30	45	57	69	
273.0	17	26	34	42	25	37	48	58	33	48	61	74	
508.0	19	28	36	44	27	39	51	63	34	51	66	81	
Flat surfaces	21	31	41	52	29	44	58	73	37	56	75	94	

### (ت) حفاظت در برابر یخ زدن (Freezing)

(۱) عایقکاری در تمام شرایط جوی قادر به پیشگیری از یخ زدن سیال درون لوله‌ها و مخازن نمی‌باشد. چنانچه دمای محیط خارج، در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی، به اندازه کافی پایین باقی بماند و حرکت سیال داخل لوله یا مخزن کند باشد، هیچ عایقکاری، هر اندازه هم که ضخامت داشته باشد، از یخ زدن داخلی جلوگیری نمی‌کند.

(۲) عایقکاری شروع یخ زدن را به تاخیر می‌اندازد و چنانچه دوره‌های زمانی سکون سیال به اندازه کافی کوتاه باشد، ممکن است از یخ زدگی جلوگیری گردد. در صورتی که گرمای حاصل از حرکت سیال داخل سیستم بیش از اتلاف گرمای از سطح عایقکاری، نگهدارهای فلزی و آویزها باشد، ممکن است یخ‌زدگی حادث نشود.

(۳) در مواردی که سیال داخل لوله‌ها یا مخازن راکد و دمای محیط پایین‌تر از نقطه انجماد سیال درون سیستم است تنها راه مطمئن برای جلوگیری از یخ زدن، گرم کردن سیستم، مثلاً با لوله‌های گرمکن کمکی (Tracer pipes) یا المنت‌های الکتریکی است، که باید قبل از عایقکاری در قسمت مورد نظر نصب شوند. مقدار گرمایی که از این طریق و برای دوره‌های زمانی مشخص به سیستم داده می‌شود، باید برای جایگزینی اتلاف گرمایی سیستم در همین زمان، کافی باشد.

(۴) بطور کلی لوله‌های با قطر کوچک نسبت به لوله‌های با قطر بزرگتر، در برابر یخ‌زدگی آسیب‌پذیرتر هستند، بنابراین برای محافظت یکسان در برابر یخ زدن لوله‌های با قطر کوچکتر باید با عایق ضخیم‌تری پوشانده شوند.

(۵) حداقل ضخامت عایق برای محافظت کافی در برابر یخ زدن برای کاربردهای صنعتی، در جدول (۲-۵-۶-۷) ت(۵) ارائه شده است. ضخامت‌های درج شده در این جدول بر اساس شرایط مفروض زیر محاسبه و تنظیم شده‌اند.

- کاربری خارج از ساختمان (Outdoor service)

- دمای اولیه آب ساکن داخل لوله  ${}^{\circ}\text{C}$  +5

- دمای هوای محیط  ${}^{\circ}\text{C}$  -10

- جنس لوله، فولاد نرم با ظرفیت گرمایی  $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{k})$  455 و چگالی حجمی  $\text{kg}/\text{m}^3$  7840

- قابلیت هدایت گرمایی عایق طبق جدول مقادیر قابلیت هدایت گرمایی بر اساس دمای سطح گرم  ${}^{\circ}\text{C}$  +5 و سطح سرد -

${}^{\circ}\text{C}$  10 (دمای هوای محیط) محاسبه شده‌اند.

- دوره زمانی سپری شده در حالت بدون یخ یا تا ده درصد (حجمی) یخ حدود ۱۲ ساعت در صورت تغییر هر یک از

شرایط درج شده، محاسبات جداگانه‌ای برای ضخامت لازم است.

۲- تاسیسات گرمایی، تغییر حالت هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۷-۶-۵-۲ خسارت عایق لوله در استانداردهای BS

۴۹ از ۲۲

### جدول شماره (۵) ت (۷)

حداقل خسارت لازم برای حفاظت در برابر بین زدن در کاربردهای صنعتی، در استاندارد BS 5422

Calculated minimum thickness of insulation required to give protection against freezing under industrial conditions (See notes to 15.2.1)								
Water temperature		+5 °C			+5 °C			
Ambient temperature		-10 °C			-10 °C			
Evaluation period		12 h			12 h			
Permitted ice formation		Nil			10 %			
Calculation method		H.2.2			H.2.2			
Outside diameter	Inside diameter (bore)	Thermal conductivity (in W (m · K))						
		0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04
mm	mm	Thickness of insulation (in mm)						
Steel pipes <sup>1)</sup>								
21.3	16.0	—	—	—	—	1034	—	—
26.9	21.6	5028	—	—	—	179	715	2740
33.7	27.2	716	4812	—	—	74	195	473
42.4	35.9	203	708	2349	—	37	75	137
48.3	41.8	124	340	875	2195	28	51	85
60.3	53.0	66	141	275	513	19	32	48
76.1	68.8	41	75	123	193	13	21	30
88.9	80.8	31	54	84	122	11	17	24
114.3	105.3	22	35	51	70	8	12	17
168.3	158.6	14	21	29	37	5	8	10
219.1	207.9	10	16	21	27	4	6	8
								10

- قطرهای خارجی درج شده در جدول طبق جدول ۲ از ۱۳۸۷ BS می‌باشد. خسارت عایق برای سایر قطرهای خارجی لوله را می‌توان از طریق میانیابی (Interpolation) یا بروونیابی (Extrapolation) بدست آورد.
- آشکار است که بعضی از خسارت‌های تئوری، درج شده در جدول، غیرعملی می‌باشد. در این حالت باید از سایر وسائل محافظت از قبیل گرم کردن کمکی (Trace heating) یا جریان آب گرم به عنوان مکمل حفاظت برای کاهش خسارت عایق کاری استفاده شود.
- اگرچه خسارت‌های درج شده در جدول (۵) برای ترکیبات مشخصی از «دما و زمان» محاسبه شده است، ولی همین خسارت‌ها می‌توانند برای شرایط «دما و زمان» درج شده در جدول زیر مناسب باشند.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۷-۵-۲ ضخامت عایق لوله در استانداردهای BS

زمان شروع بخ زدن برای بعضی شرایط دمای محیط و دمای اولیه آب، غیر از آنها بیشتر که در جدول (۷-۵-۲) ت (۵) آمده است.

Time to the onset of freezing for some conditions of ambient air temperature and initial water temperature (other than those in table 8)					
Ice formation	Initial water temperature (in °C)	Ambient air temperature (in °C)			Time (in h)
		-5	-2	-1	
		Time (in h)			
Nil	+10	19	31	41	
	+5	12	21	31	

چنانچه دمای هوای محیط و یا دمای اولیه آب به ترتیب بیش از  $+10^{\circ}\text{C}$  و  $+5^{\circ}\text{C}$  باشد، ضخامت‌های ارائه شده، از نظر زمان حفاظت بیشتری را (نسبت به ۱۲ ساعت) تا شروع بخ زدن تامین خواهد کرد. مثلاً چنانچه این دماها تقلیل یابد، دوره زمانی تا شروع بخ زدن نیز (نسبت به ۱۲ ساعت) کاهش خواهد یافت.

(۶) حداقل ضخامت‌های عایق برای حفاظت در برابر بخ زدن برای کاربردهای تجاری، اداری و خدماتی در جدول شماره (۷-۵-۲)

(ت) (۶) ارائه شده است. این جدول بر اساس شرایط مفروض زیر محاسبه و تنظیم شده است:

۲- تاسیسات گرمایی، تهویه هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۷-۶-۵-۲ ضخامت عایق لوله در استانداردهای BS

۴۹ از ۲۴

### جدول شماره (۶-۵-۶) ت (۶)

حداقل ضخامت لازم برای حفاظت در برابر بین زدن در کاربردهای تجاری و اداری در استاندارد BS 5422

Calculated minimum thickness of insulation to protect against freezing for commercial and institutional applications									
Water temperature		+5 °C				+5 °C			
Ambient temperature		-3 °C				-5 °C			
Evaluation period		24 h				24 h			
Permitted ice formation		50 %				50 %			
Calculation method		H.2.1				H.2.2			
Outside diameter	Inside diameter (bore)	Indoors				Outdoors			
Thermal conductivity (in W/(m·K))									
		0.025	0.035	0.045	0.055	0.025	0.035	0.045	0.055
mm	mm	Thickness of insulation (in mm)							
<b>Copper pipes<sup>1)</sup></b>									
15.0	13.6	31	56	83	109	109	340	1032	3101
22.0	20.2	13	21	31	45	28	52	93	159
28.0	26.2	8	13	18	24	16	26	40	58
35.0	32.6	7	9	13	16	11	17	24	33
42.0	39.6	5	7	9	12	9	13	17	22
54.0	51.6	4	5	7	8	6	9	12	15
76.1	73.1	3	4	5	6	4	6	8	9
108.0	105.0	2	3	3	4	3	4	5	6
Above 108.0 mm outside diameter and flat surfaces		2	3	3	4	3	4	5	6
<b>Steel pipes<sup>2)</sup></b>									
21.3	16.1	23	40	62	85	59	137	303	659
26.9	21.7	13	20	29	43	26	46	77	124
33.7	27.3	9	13	19	25	16	27	40	57
42.4	36.0	6	9	12	15	11	16	22	29
48.3	41.9	5	7	9	12	9	12	17	22
60.3	53.1	4	5	7	9	6	9	12	15
76.1	68.9	3	4	5	6	5	7	9	11
88.9	80.9	3	4	4	5	4	6	7	9
Above 88.9 mm outside diameter and flat surfaces		3	4	4	5	4	6	7	9

<sup>1)</sup>To table X of BS 2871 : Part 1 : 1971

<sup>2)</sup>To table 4 of BS 1387 : 1985

-۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

-۲-۳- عایق کاری

-۲-۴- عایق کاری لوله

-۲-۵-۸- ضخامت عایق لوله در استانداردهای ANSI/ASHRAE

- تاسیسات داخلی شامل فضای روی سقف کاذب زیربام، فضاهاي تهويه شده زير کف (کف کاذب)، انبارهاي فاقد گرمایش و فضای پارکينگ.

- تاسیسات بیرونی شامل سیستم لوله کشی های داخل کانالهای بیرونی.

- دمای اولیه آب ساکن داخل لوله،  $+5^{\circ}\text{C}$

- میانگین دمای هوای محیط در ۲۴ ساعت، بر اساس  $3^{\circ}\text{C}$ - دمای داخل و  $5^{\circ}\text{C}$ - دمای بیرون

- عایق با ظرفیت گرمایی  $(\text{kg}/\text{m}^3 \cdot 840\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{k}))$  و چگالی حجمی  $80 \text{ kg/m}^3$

- یک دوره زمانی ۲۴ ساعت برای تشکیل ۵۰% (حجمی) بخ

- لوله فولادی نرم با ظرفیت گرمایی  $(\text{kg}/\text{m}^3 \cdot 455\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{k}))$  و چگالی حجمی  $7840 \text{ kg/m}^3$

چنانچه قابلیت هدایت گرمایی عایق مورد نظر مابین مقادیر درج شده در جدول باشد، ضخامت مورد نیاز را می‌توان از طریق میانیابی بدست آورد.

## ۲-۵-۸- ضخامت عایق لوله در استانداردهای ANSI/ASHRAE

انف) در استاندارد ASHRAE 90.1-1989 حداقل ضخامت عایق لوله در تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، به شرح جدول شماره (۲-۵-۸-۸) الف پیشنهاد شده است.

(۱) ضخامت های ارائه شده در این جدول بر اساس شرایط مفروض زیر محاسبه شده‌اند.

- دامنه تغییرات دمای سیال (دمای طراحی) از زیر  $40^{\circ}\text{F}$  ( $4^{\circ}\text{C}$ ) تا بالای  $350^{\circ}\text{F}$  ( $177^{\circ}\text{C}$ )

- دامنه تغییرات قابلیت هدایت گرمایی عایق از  $0.23 \text{ Btu-in.}/(\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{F})$  تا  $0.34 \text{ Btu-in.}/(\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{F})$

- دمای میانگین از  $38^{\circ}\text{C}$  ( $100^{\circ}\text{F}$ ) تا  $121^{\circ}\text{C}$  ( $250^{\circ}\text{F}$ )

## جدول شماره (۳-۶-۱) الف

حداقل ضخامت عایق لوله در تاسیسات گرمایی، تعویض هوا، تهویه مطبوع و آب گرم مصرفی،

در استاندارد ASHRAE 90.1

قطر نامی لوله (in)							نامه قابلیت هدایت گرمایی °F (°C)	نامه دامه دمای عملکرد سیال (دامای طراحی) °F (°C)
8 و بیشتر	6	5	4	2½	1¼	1 و کمتر تا 2 انشعابها	Btu.in/(h.ft <sup>2</sup> .°F) (W/(mK))	
<b>سیستم گرمایی (بخار، کندانسیت بخار و آب گرم)</b>								
3½	3½	3	2½	2½	1½	250(121)	0.32-0.34 (0.046-0.049)	350 بالای (177)
3½	3½	2½	2½	2	1½	200(93)	0.29-0.31 (0.042-0.045)	251-350 (121-177)
3½	2	2	1½	1½	1	150(66)	0.27-0.30 (0.039-0.043)	201-250 (94-121)
1½	1½	1½	1½	1½	½	125(52)	0.25-0.29 (0.036-0.042)	141-200 (61-93)
1½	1½	1	1	1	½	100(38)	0.24-0.28 (0.035-0.040)	105-140 (41-60)
<b>سیستم آب گرم مصرفی</b>								
1½	1½	1½	1	1	½	100(38)	0.24-0.28 (0.035-0.040)	105 وبالاتر
<b>سیستم سرمایی (آب سرد کننده، آب نمک و مبرد)</b>								
1	1	1	¾	½	½	75(24)	0.23-0.27 (0.033-0.039)	40-55 (4-13)
1½	1½	1½	1½	1	1	75(24)	0.23-0.27 (0.033-0.039)	40 (4)

پادداشت‌های جدول:

- ضخامت عایق لوله‌های انشعب تا قطر نامی ۲ اینچ برای حالنی مشخص شده است که طول انشعب از ۱۲ فوت (۳/۶ متر) تجاوز نکند.

- ضخامت‌های عایق لوله‌های آب گرم مصرفی در سیستم‌های با گردش آب (Recirculating) و در سیستم‌های بدون گردش آب

در جدول مشخص شده است. (Non-recirculating systems)

- ضخامت‌های عایق در مورد لوله‌کشی سیستم‌های سرمایی، برای جلوگیری از نقطیر (Condensation) و انتقال بخار آب پیشنهاد

نشده است. برای کاهش نقطیر یا انتقال بخار آب، عایق‌کاری اضافه، اجرای لایه مانع رطوبت (Vapor retarder) یا هر دو ممکن است

لارم شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

## ۸-۵-۲ خاصیت عایق لوله در استانداردهای ANSI/ASHRAE

۴۹ از ۲۷

(۱) طبق این استاندارد تمام سیستم‌های لوله‌کشی در تاسیسات گرمایی، تعویض و تهویه مطبوع باید بر اساس ضوابط جدول شماره

۸-۵-۲ "الف" عایق‌کاری گرمایی شوند، به استثنای:

- لوله‌هایی که در کارخانه سازنده در داخل دستگاه‌های HVAC نصب و آزمایش می‌شوند.

- لوله‌های حاوی سیال با دمای  $105^{\circ}\text{F}$  ( $41^{\circ}\text{C}$ ) تا  $55^{\circ}\text{F}$  ( $13^{\circ}\text{C}$ )

- لوله‌های حاوی سیال‌هایی که با سوخت فسیلی یا برق، سرد یا گرم نمی‌شوند.

- در مواردی که محرز شود گرمای ناشی از لوله‌کشی بدون عایق، یا اتلاف گرمایی از آن، در افزایش هزینه انرژی ساختمان موثر نیست.

### (ب) عایق‌کاری در شرایط متفاوت

خاصیت‌های عایق درج شده در جدول شماره (۸-۵-۲) الف بر اساس دامنه‌های قابلیت هدایت گرمایی عایق در دمای میانگین مشخص شده در جدول و برای سیستم‌های مختلف محاسبه و ارائه شده است. چنانچه قابلیت هدایت گرمایی عایق مورد نظر خارج از دامنه‌های مشخص شده در جدول، در دمای میانگین مربوط باشد (پس از گرد کردن مقدار قابلیت هدایت گرمایی تا حد  $0.01 \text{ Btu.in}/(\text{h.ft}^2.^{\circ}\text{F})$ ) حداقل خاصیت عایق‌کاری از رابطه (۸-۵-۲) ب بدست خواهد آمد.

$$T = PR \left[ (1 + t / PR)^{K/k} - 1 \right] \quad \text{رابطه (۸-۵-۲) ب}$$

که در این رابطه:

$T$  = حداقل خاصیت عایق‌کاری با عایقی که قابلیت هدایت گرمایی آن  $K$  است (in)

$PR$  = شعاع خارجی (واقعی) لوله (in)

$t$  = خاصیت عایق‌کاری از جدول شماره (۸-۵-۲) الف (in)

$K$  = قابلیت هدایت گرمایی عایق مورد نظر، در دمای میانگین درج شده در جدول مربوط به دامنه دمای کاربرد سیال ( $\text{Btu.in}/(\text{h.ft}^2.^{\circ}\text{F})$ )

$k$  = حد پایین دامنه قابلیت هدایت گرمایی، درج شده در جدول مربوط به دامنه دمای کاربرد سیال ( $\text{Btu.in}/(\text{h.ft}^2.^{\circ}\text{F})$ )

۲- تاسیسات گرمایی، تغذیه تهویه هوا و تهویه مطبوع

۵- عایق کاری

۶- عایق کاری لوله

۹-۶-۵-۲ تعیین ضخامت عایق لوله

## ۹-۶-۵-۲ تعیین ضخامت عایق لوله

(الف) انواع سیستم‌های لوله‌کشی که در "۱-۲) کلیات" و "۱-۱-۲) حدود و دامنه کار" از مشخصات فنی عمومی تعریف شده به شرح زیر است:

(۱) لوله‌کشی آب گرم‌کننده (Hot water heating piping) با دمای پایین، دمای متوسط، دمای بالا.

(۲) لوله‌کشی بخار اشباع (Steam heating piping) کم فشار، میان فشار، پر فشار.

(۳) لوله‌کشی آب کندانسیت (Condensate piping) سیستم لوله‌کشی بخار کم فشار، میان فشار، پر فشار

(۴) لوله‌کشی آب سرد‌کننده (Chilled water piping)

(۵) لوله‌کشی آب خنک‌کننده (کندانسور) (Cooling condenser) water piping

(ب) لوله‌کشی‌های زیر خارج از چارچوب این قسمت از مشخصات فنی عمومی است:

(۱) لوله‌کشی سوخت مایع و گاز

(۲) نوله‌کشی آب مصرفی برای تغذیه تاسیسات گرمایی، تغذیه تهویه هوا و تهویه مطبوع

(۳) اوله‌کشی تخلیه آب تاسیسات گرمایی، تغذیه تهویه هوا و تهویه مطبوع.

(۴) لوله‌کشی سیستم‌های تبرید (Refrigeration piping)

(پ) حداقل ضخامت عایق کاری سیستم‌های لوله‌کشی آب گرم‌کننده، بخار اشباع، آب سرد‌کننده و همچنین لوله‌کشی آب گرم

مصرفی در جدولهای شماره (۹-۶-۵-۲) "پ" بر حسب واحدهای IP و SI ارائه شده است.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۹-۵-۲ تعیین ضخامت عایق لوله

۴۹ از ۲۹

### جدول شماره (۲-۵-۶) پ

حداقل ضخامت عایق لوله (in) در تاسیسات گرمایی، تعویض هوا، تهویه مطبوع و آب گرم مصرفی، واحد IP

قطر نامی لوله (in)							حداکثر فشار کار (پوند بر (انج مریع))	دامنه دماهی کار (°F)	سیستم
۸ و بیشتر	۵ و ۶	۲½ ۴	۱¼ ۲	۱ و کمتر	۱ انشعابها ۲				
3	1½	1½	1½	1½	1	160	250	دماهی پایین	TASISAT گرمایی با آب گرم کننده
3	2½	2	1½	1½	1	150	350-251	دماهی متوسط	
3	2½	2	1½	1½	1	300	450-351	دماهی بالا	
3	1½	1½	1½	1½	1	15	250	کم فشار	TASISAT گرمایی با بحار
3	2½	2	1½	1½	1	58	305-251	میان فشار	
3	2½	2	1½	1½	1	125	350-306	پر فشار	
1½	1½	1½	1	1	½	-	105 و بالاتر	آب گرم مصرفی	
1	1	1	¾	½	½	125	55-40	TASISAT سرمایی با آب سرد کننده	

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۹-۶-۵-۲ تعیین ضخامت عایق لوله

۴۹ از ۳۰

### جدول شماره (۹-۶-۵-۲) پ ، ادامه

حداقل ضخامت عایق لوله (mm) در تاسیسات گرمایی، تعویض هوا، تهویه مطبوع و آب گرم مصرفی، واحد SI

قطر نامی لوله (DN)						حداکثر فشار کار (بار)	دامنه دمای کار (°C)	سیستم
200 و بیشتر	125 و ۱۵۰	65 تا ۱۰۰	32 تا ۵۰	25 و کمتر	انشعابها تا ۵۰			
75	38	38	38	38	25	11	۱۲۰ تا	دما پائین
75	65	50	38	38	25	10.3	۱۷۵-۱۲۱	دما متوسط
75	65	50	38	38	25	21	۲۳۰-۱۷۶	دما بالا
75	38	38	38	38	25	1	۱۲۰ تا	کم فشار
75	65	50	38	38	25	4	۱۵۲-۱۲۱	میان فشار
75	65	50	38	38	25	8.5	۱۷۵-۱۵۳	پر فشار
38	38	38	25	25	13	-	۴۰ تا بالاتر	آب گرم مصرفی
25	25	25	20	13	13	8.5	۱۲.۸-۴.۴	تاسیسات سرمایی با آب سرد کننده

(۱) در حالت عدم دستیابی به ضخامت مشخص شده در جدول، باید نزدیک‌ترین ضخامت بالاتر، که قابل دسترسی است مورد استفاده قرار گیرد.

(۲) برای تعیین ضخامت عایق در سیستم لوله کشی آب خنک‌کننده باید با توجه به "دامنه دمای کار" متناسبًا از ردیفهای مربوط به تاسیسات گرمایی با آب گرم کننده مندرج در جدول استفاده شود.

(۳) برای تعیین ضخامت عایق در سیستم لوله کشی آب کندانسیت باید با توجه به "دامنه دمای کار" متناسبًا از ردیفهای مربوط به تاسیسات گرمایی با بخار، از جدول استفاده شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تهییض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۱۰-۵-۲ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

۴۹ از ۳۱

(۴) ضخامت عایق کاری لوله های انشعاب تا قطر نامی ۲ اینچ (DN 50) برای حالتی مشخص شده است که طول انشعاب تا دورترین واحد از ۳/۶ متر (۱۲ فوت) تجاوز نکند.

(۵) ضخامت های پیشنهادی در جدول، برای جلوگیری از تقطیر و انتقال بخار آب مشخص نشده است. برای کاهش تقطیر یا انتقال بخار آب، ممکن است نصب لایه مانع رطوبت، عایق کاری اضافی و یا هر دو لازم شود.

(۶) جدول های شماره (۹-۶-۵-۲) پ بر اساس شرایط زیر محاسبه و تنظیم شده است:

- قابلیت هدایت گرمایی عایق  $0.029 \text{ kcal}/(\text{m.h.}^{\circ}\text{C})$ ,  $0.034 \text{ W}/(\text{mk})$ ,  $0.23 \text{ Btu.in.}/(\text{h.ft}^2.{}^{\circ}\text{F})$  یا  $(\text{C})$

- دمای محیط،  $24^{\circ}\text{C}$  ( $75^{\circ}\text{F}$ )

(۷) چنانچه قابلیت هدایت گرمایی عایق مورد نظر و یا سایر شرایط کاربری با مفروضات جدول متفاوت باشد، برای تعیین ضخامت حداقل، استفاده از رابطه (۸-۵-۶-۲) پ و ارقام درج شده در جدول شماره (۹-۶-۵-۲) پ توصیه می شود.

## ۱۰-۵-۲ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

### الف) ملاحظات کلی

(۱) برای عایق کاری لوله باید از عایق های پیش ساخته لوله ای استفاده شود، مگر در مواردی که :

... عایق پیش ساخته برای دمای مورد نظر مناسب نباشد.

- به علت بزرگ بودن قطر لوله، عایق پیش ساخته در دسترس نباشد.

- با تایید دستگاه نظارت، استفاده از عایق های دیگر مشخص شده باشد.

(۲) چنانچه به دلیل بزرگ بودن قطر لوله، عایق پیش ساخته در دسترس نباشد، سطح لوله باید با قطعات مستطیلی بلند و پختار که دارای انحنای شعاعی هستند عایق شود.

(۳) هنگام نصب عایق سیستم لوله کشی، باید همواره نیاز به تعویض، تعمیر و تغییر لوله و قطعات، با ایجاد حداقل اختلال در عایق کاری، مد نظر باشد، و عایق کاری های دائمی لوله ها در فاصله کافی از فلنچ ها، فیتینگ ها و شیرها خاتمه یابد، تا امکان باز کردن این اجزای لوله کشی فراهم شود.

(۴) فلنچ ها باید تا حد امکان با عایق های قالبی یا جعبه های عایق (Insulated boxes) که هنگام تعویض، تعمیر و نگهداری فلنچ

قابل جابجایی و برداشت هستند، عایق شود. شکلهاي (۱۰-۵-۲) الف (۴) (A) ، (B) يك روش اجرائي از ترتيب فوق را نشان مى دهد.

(۵) محل پيوند عایقکاری دائم و عایق کاری قابل برداشت باید مشخص شود، مثلاً با رنگ‌آمیزی، یا قراردادن يك نوار پارچه‌ای مناسب در انتهای عایق کاری دائم.

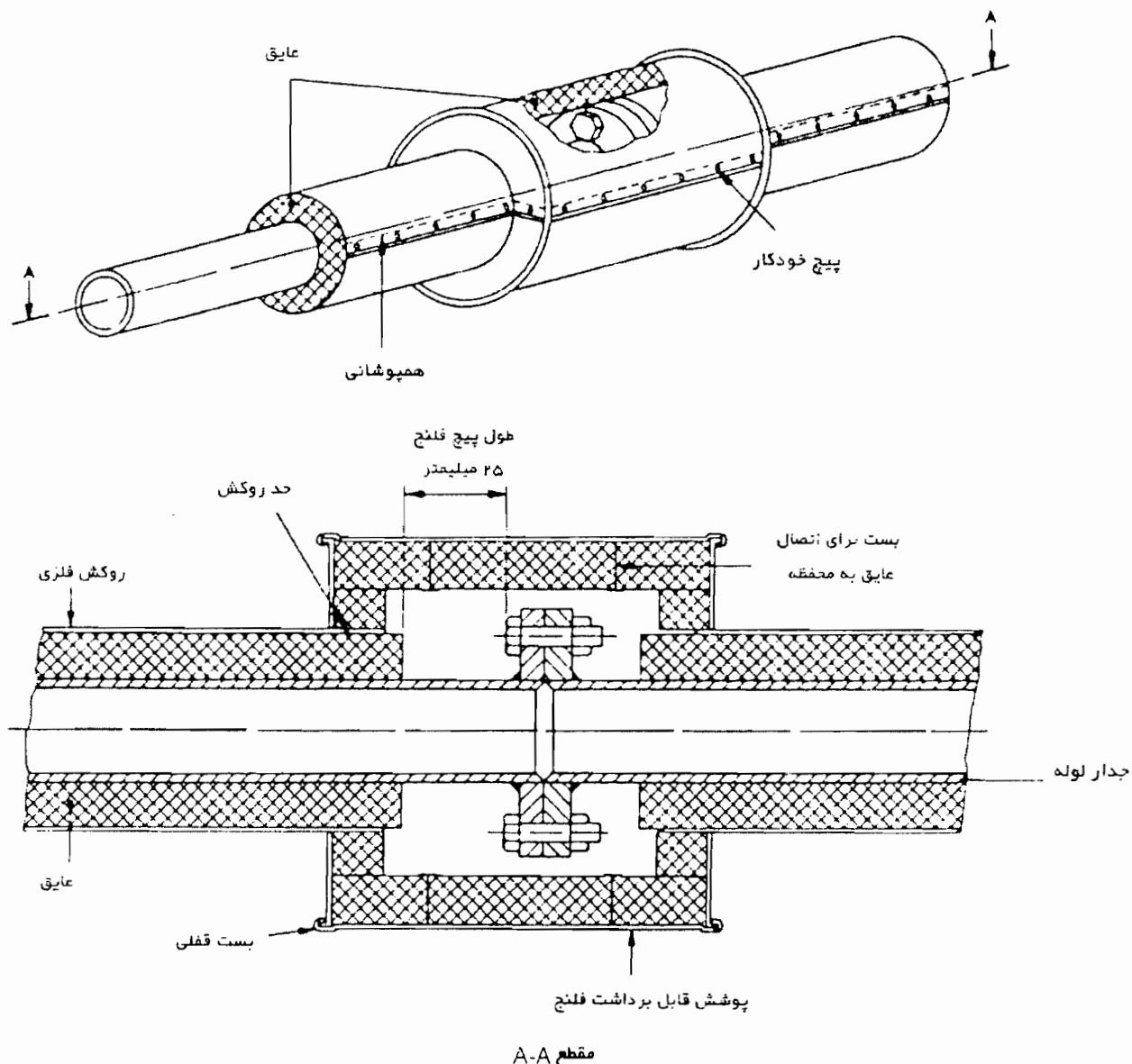
(۶) برای دست یابی به اطلاعات بیشتر، در مورد عایق کاری لوله‌هایی که با بست و آویز نگهداشته می‌شوند، به قسمت " (۱۳-۲-۲) تکیه‌گاه‌ها" مراجعه شود.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۲-۵ عایق کاری  
 ۲-۶ عایق کاری لوله  
 ۲-۵-۶ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

۴۹ از ۳۳

شکل (۱۰-۶) الف (۴)، (A)

یک روش نصب عایق فلنج ها در لوله کشی گرم



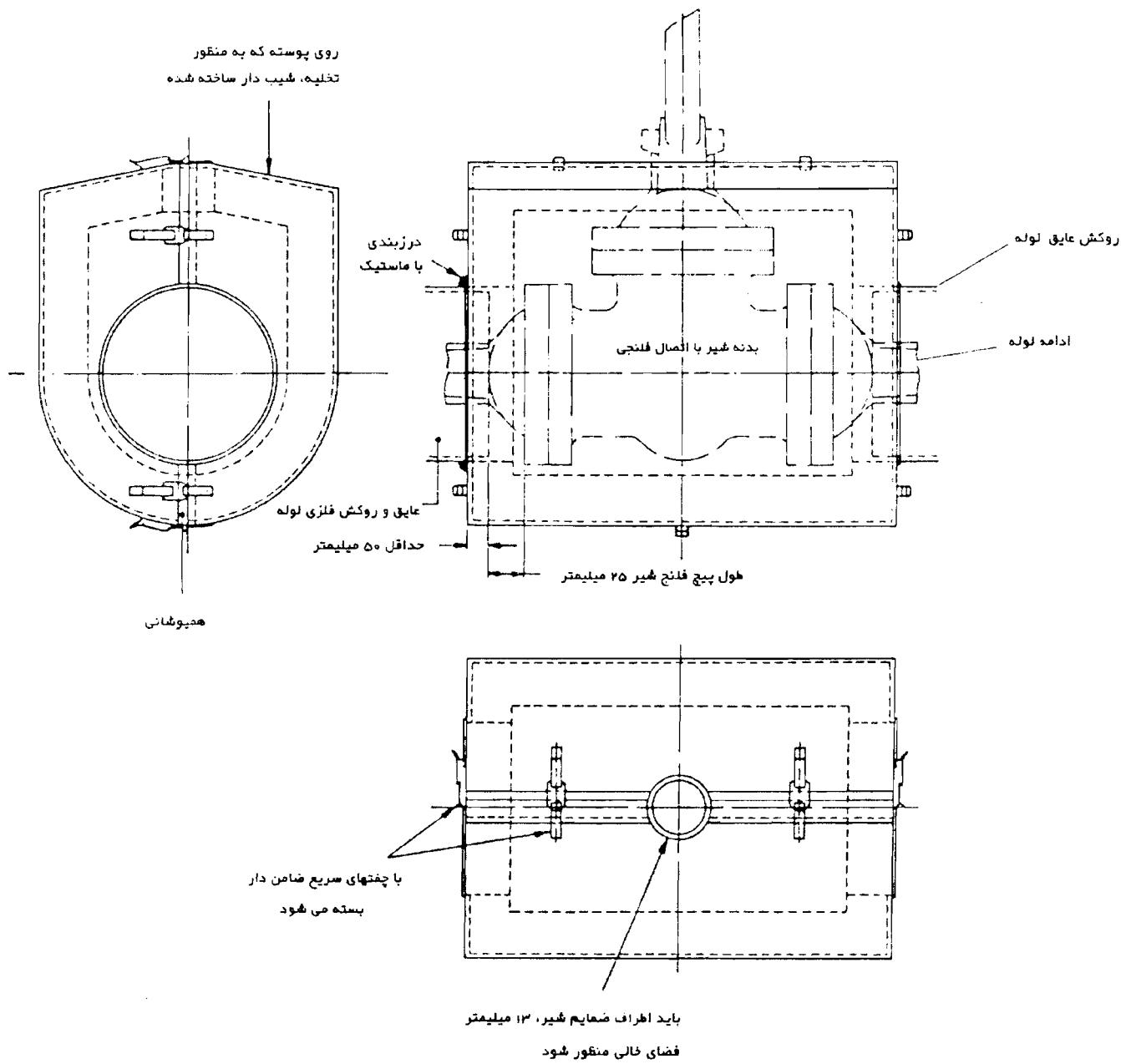
\* عایق باید به سطح داخلی محفظه متصل و محکم باشد، تا جابجاگی به آسانی میسر شود.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تغییر حوا و تهییه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۶-۵-۲ عایق کاری لوله  
 ۱۰-۶-۵-۲ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

۴۹ از ۳۴

شکل (B) ۱۰-۶-۵-۲) الف (۴)

پوسته فلزی محفظه شیر



\* محفظه شیر ممکن است از دو یا چند تکه عایق ساخته شود، که برای سهولت جابجایی و برداشت عایق، باید به قطعات پوسته فلزی محکم شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تهویض هوا و تهییه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۱۰-۵-۶ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لونه کشی

(۷) شیرها و فیتینگ‌ها باید حتی المقدور با عایق‌های پیش‌ساخته عایق شوند. شکل (۱۰-۵-۲) (الف) (۷) روش عایق کاری یک

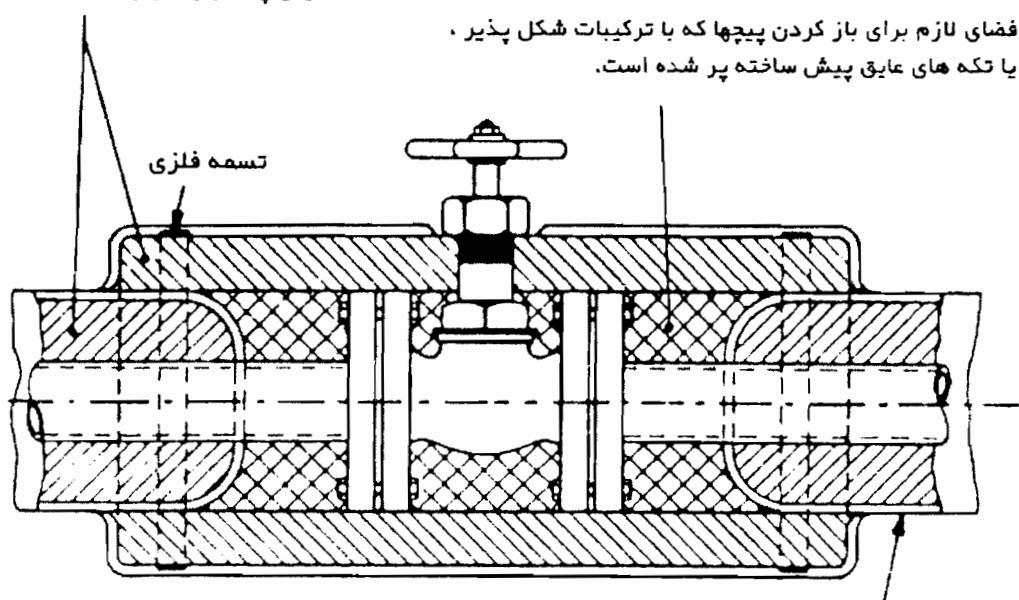
شیر را نشان می‌دهد.

شکل (۱۰-۵-۶) (الف) (۷)

روش عایق کاری یک شیر (قابل کاربرد با یک روکش شکل پذیر)

عایقهای لوله ای پیش ساخته یا قطعات  
مستطیلی پخدار و دارای انحنا

فضای لازم برای باز کردن پیچها که با ترکیبات شکل پذیر،  
یا تکه‌های عایق پیش ساخته پر شده است.



یک لایه سیمان خودگیر به ضخامت ۴ میلیمتر روی توری گالوانیزه

- شعاع هر انحنا باید کمتر از ۲۵ میلیمتر باشد

(۸) گرچه عایق کاری سطوح نامنظم مانند فلنجها و فینینگها با عایق های پیش ساخته، ممکن است مشکل باشد، ولی استفاده حداکثر از این عایق ها کمترین اتلاف را نسبت به سایر مصالح که باید هنگام بازرگانی جابجا یا تعویض شوند، همراه دارد.

(۹) عایق کاری باید به طریقی اجرا گردد که در دوره بهره برداری، دسترسی به اجزای لوله کشی آسان باشد.

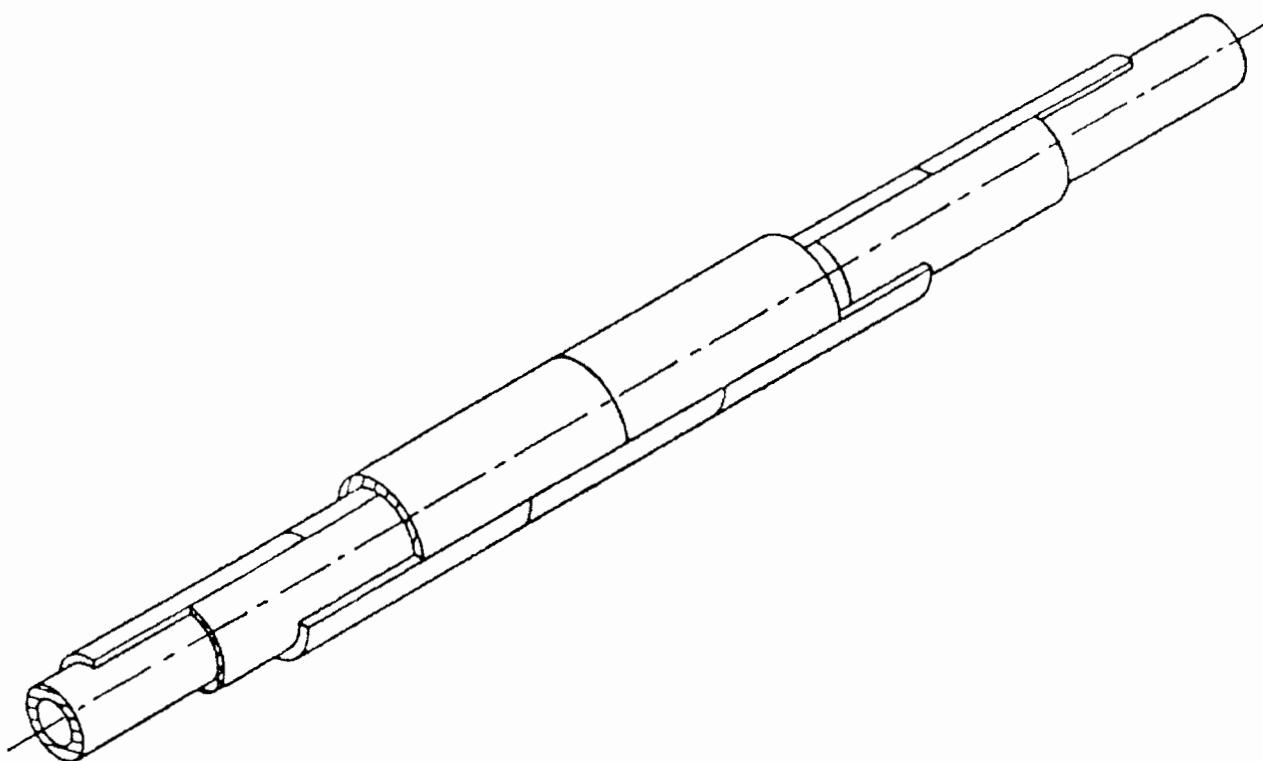
(۱۰) محفظه تمام ترمومترها شامل ناف (Boss) و لوله رابط (Welded pad) باید عایق شود. در بعضی لوله کشی های بخار (Superheated) که فشار سنجه با فاصله از لوله قرار می گیرد، ممکن است به منظور جلوگیری از افت فشار بر اثر سرما، لازم شود لوله در فاصله بین فشارسنجه و لوله اصلی عایق شود.

(۱۱) توصیه می شود که تمام عایق کاری های با ضخامت بیش از ۶۵ میلیمتر ( $\frac{1}{2}$  اینچ) به صورت چند لایه با حداکثر ضخامت ۶۵ میلیمتر در هر لایه، اجرا گردد. در عایق کاری چند لایه درزهای طولی عایق در لایه های متوالی باید بطور متناوب قرار گیرد. به شکل (۱۰-۶-۵-۲) "الف" (۱۱) توجه شود.

- تاسیسات گرمایی، تعبیض هوا و تهویه مطبوع
- ۵-۲ عایق کاری
- ۶-۵-۲ عایق کاری لوله
- ۱۰-۵-۶ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

شکل (۱۰-۵-۶) الف (۱۱)

نمونه‌ای از روش عایق کاری چند لایه یک لوله مستقیم، با عایق پیش ساخته



\* حداقل فاصله بست‌ها و مفتوهات بست در هر لایه عایق کاری نباید از ۴۵۰ میلیمتر بیشتر شود.

(۱۲) آویزها و تکیه‌گاهها باید به نحو مناسبی نسبت به سطح لوله عایق شوند. روش‌های پذیرفته شده در مورد لوله‌های آب گرم، در دو

حالت زیر ارائه شده است:

- ۱- تماس مستقیم سطح لوله با بست.
  - ۲- استفاده از رینگ‌های عایق بین سطح لوله و بست، در شکل‌های (۱۰-۵-۶) (A) تا (F) ارائه شده است.
- در این حالت، رینگ عایق باید برای تحمل وزن واردہ مقاوم باشد.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

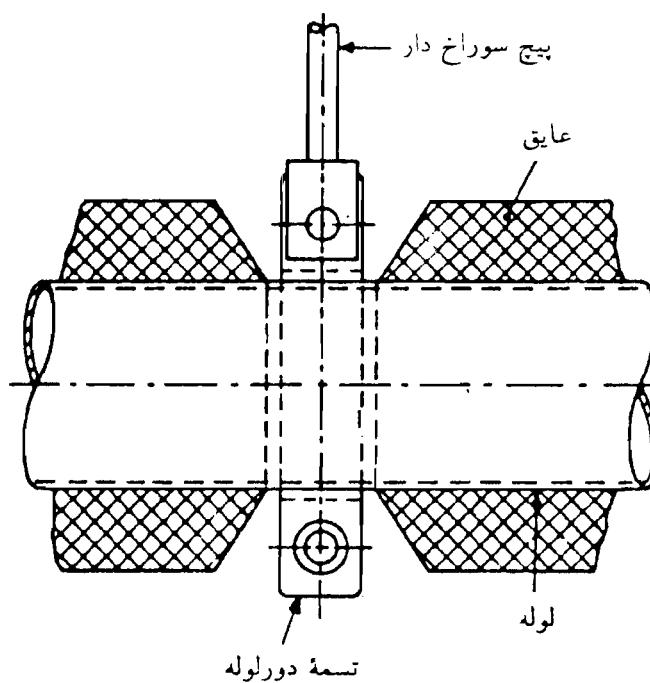
۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

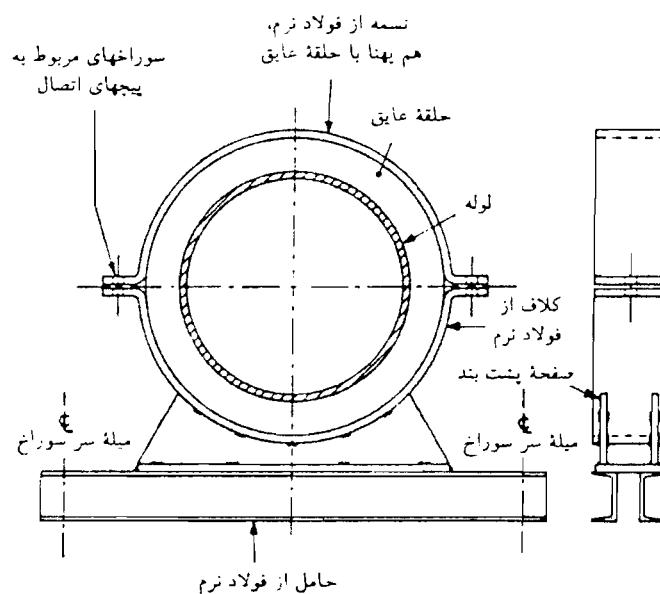
۱۰-۵-۶ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشش

شکل (۱۰-۵-۶) الف (۱۲)

روش های نمونه عایق کاری لوله های آب گرم، در محل بست



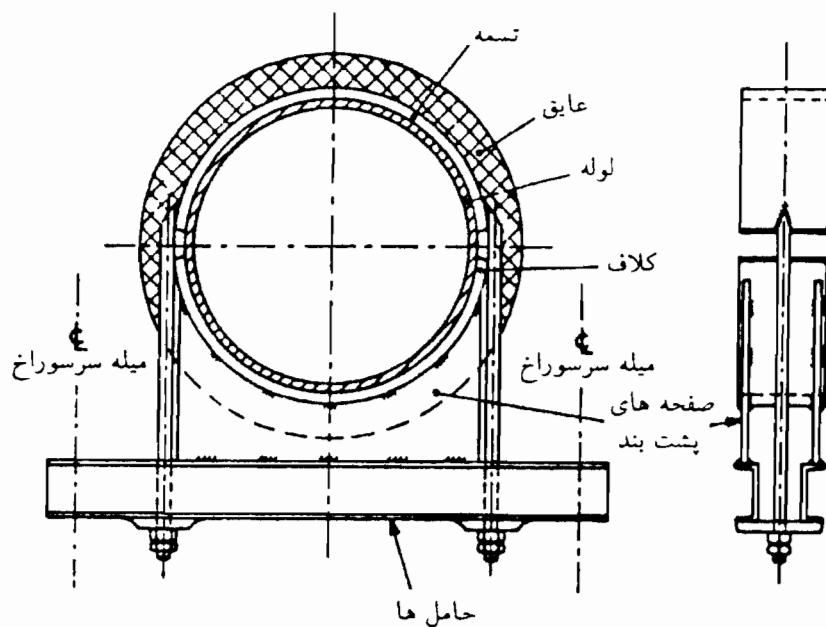
(A) تسمه دو تکه، در تماس مستقیم با لوله و جدا از عایق کاری



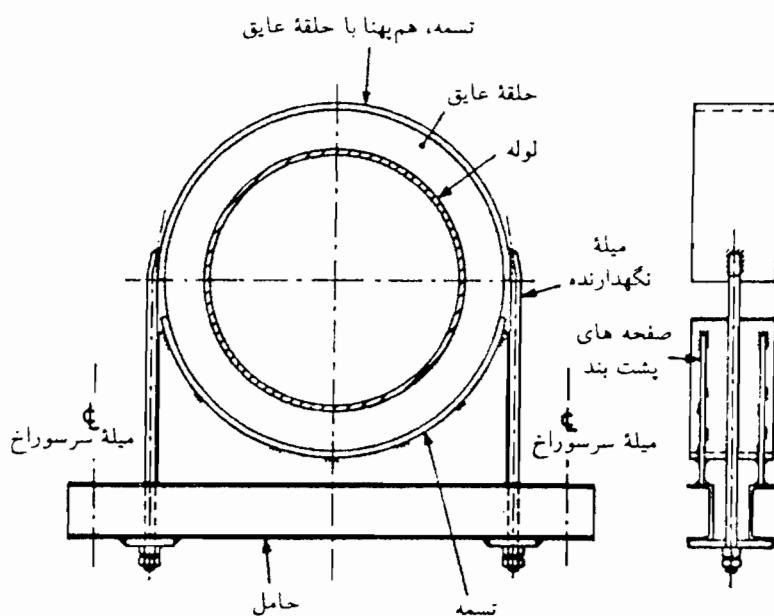
(B) تسمه دو تکه، به عنوان حلقه ای دور عایق

شکل (۲) ۱۰-۵-۶-۱۰) الف (۱۲)، ادامه

روش های نمونه عایق کاری لوله های آب گرم، در محل بست



(C) کوزیبی، در تماس مستقیم با لوله



(D) کوزیبی، به عنوان حلقه ای دور عایق

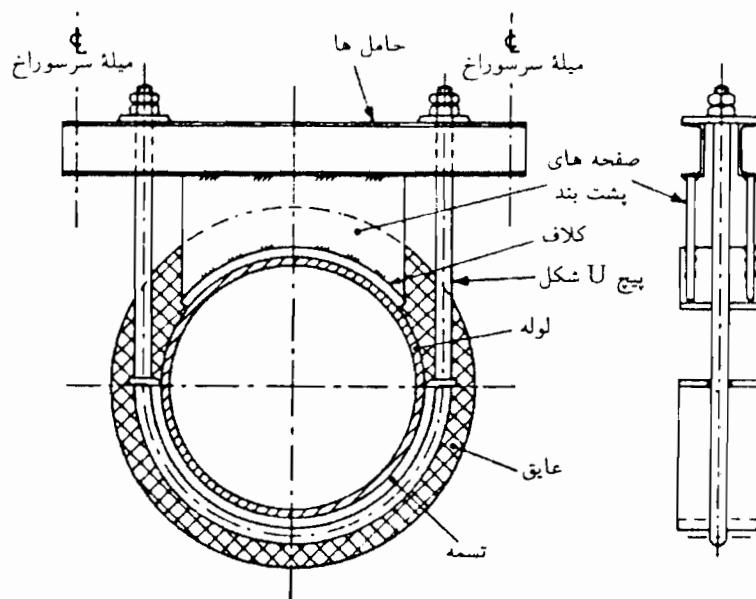
\* حلقه عایق باید برای تحمل وزن واردہ مقاوم باشد.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تهویض هوا و تهییه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۶-۵-۲ عایق کاری لوله  
 ۱۰-۶-۵-۲ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

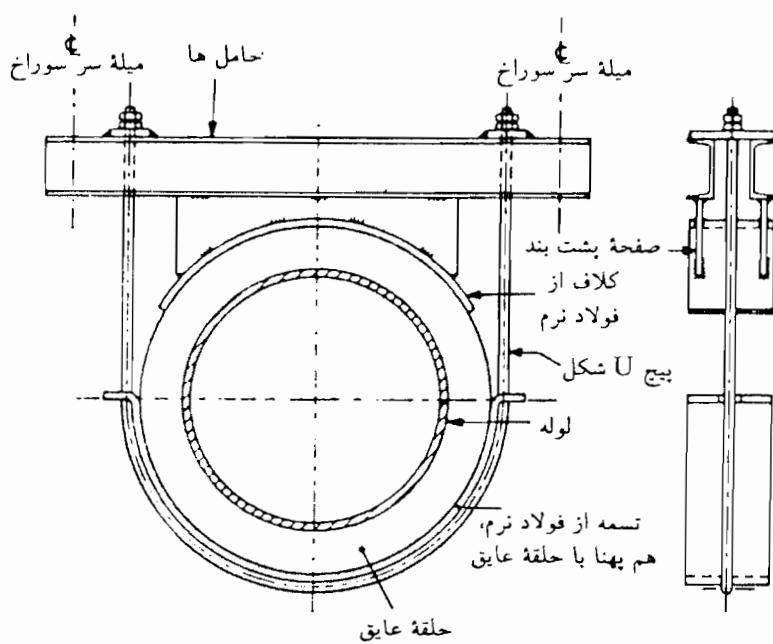
۴۰ از ۴۹

شکل (۲-۵-۶-۱۰) الف (۱۲)، ادامه

روش های نمونه عایق کاری لوله های آب گرم، در محل بست



(E) کوربی وارون، در تماس مستقیم با لوله



(F) کوربی وارون، به عنوان حلقه ای دور عایق

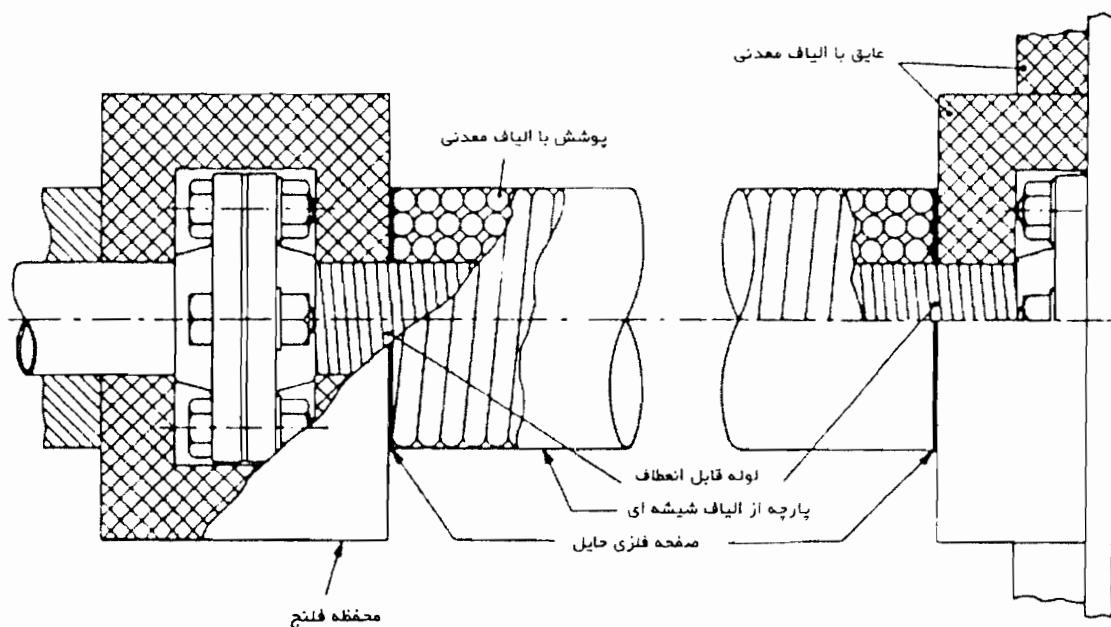
لوله های قابل انعطاف (Flexible Piping)، به استثنای لوله های موج دار (Corrugated piping) در بخار رسانی، باید طبق

شکل (۲-۵-۶-۱۰) "الف" (۱۲) عایق کاری شود. عایق کاری لوله های موج دار مانند لوله های ساده اجرا می شود.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تمییه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۶-۵-۲ عایق کاری لوله  
 ۱۰-۵-۲ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

شکل (۱۳) الف (۱۰-۵-۲)

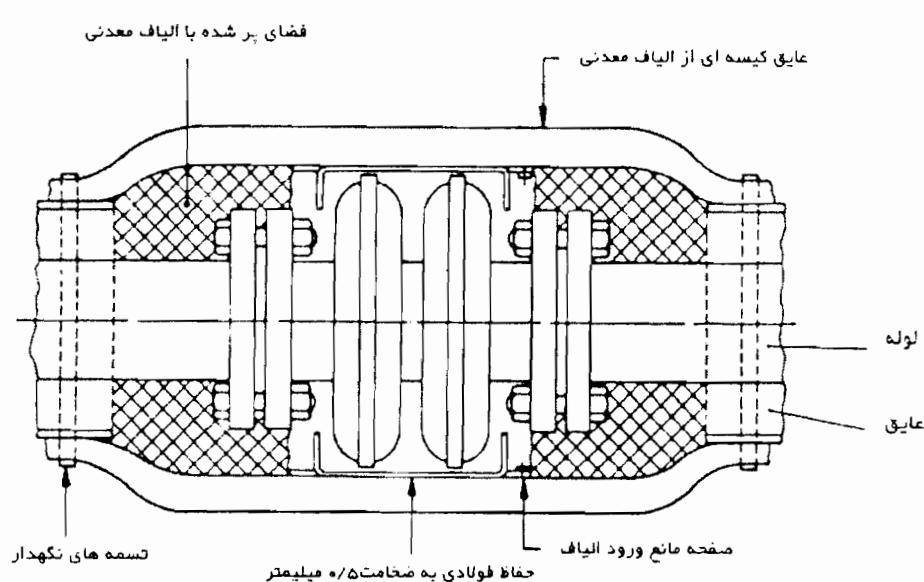
روش عایق کاری لوله های قابل انعطاف



- (۱۴) قدلات انبساط آکاردئونی (Expansion bellows) به ندرت بدون عایق عرضه می شوند، ولی در صورت لزوم باید طبق شکل (۱۴) الف (۱۰-۵-۲) با حفاظ خارجی مناسب عایق شوند.

شکل (۱۴) الف (۱۰-۵-۲)

روش عایق کاری یک قطعه انبساط آکاردئونی



۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۱۰-۵-۲ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

۴۹ از ۴۲

(۱۵) سیستم‌های لوله کشی معمولاً باید تست آب‌بندی (Leak tightness) شود، بنابراین پیش از اطمینان از آب‌بندی کامل سیستم در شرایط کاربری، نباید نصب (بستن) عایق در محل اتصالها نهایی شود. برای سهولت بازرسی منظم، اتصالهای جوشی و پیچ و مهره‌ای، عایق‌های قابل برداشت و روکش آن، باید در محلهای مناسب پیش‌بینی شود.

**ب) عایق‌های پیش‌ساخته (Preformed materials)**

(۱) عایق‌های پیش‌ساخته لوله باید با رعایت الزامات مشخص شده در یکی از استانداردهای معتبر تولید شده باشد.

(۲) عایق باید بطور کامل (چسبان) لوله را پوشاند و تمام فاصله‌ها و حفره‌های ایجاد شده غیر قابل اجتناب در محل درزهای طولی و عرضی با مواد عایق مناسب (سازگار با عایق اصلی) پر شود

(۳) چنانچه عایق کاری به صورت چند لایه اجرا می‌شود، تمام درزهای طولی و عرضی باید به طور متناوب قرار گیرد.  
به شکل (۱۰-۵-۲) "الف" (۱۱) مراجعه شود.

(۴) هر قطعه عایق پیش‌ساخته باید در محل خود با بست یا مفتول به صورت حلقوی، با فاصله حداقل ۴۵۰ میلیمتر نصب شود. به طوری که فاصله بست‌ها از دوسر قطعه کمتر از ۵۰ میلیمتر نشود. پس از نصب عایق، سرهای اضافه مفتول باید به داخل جسم عایق فشرده شود. انتخاب جنس بست(Band) یا مفتول و حفاظت آنها در برابر خوردگی باید با توجه به شرایط محیط صورت گیرد.

(۵) چنانچه قطعات عایق پس از استقرار در محل با پارچه پوشانده شود، باید لبه‌ها را با کوک زدن یا استفاده از یک چسب مناسب محکم کرد. چنانچه از روش کوک استفاده شود، باید لبه‌ها حداقل ۲۵ میلیمتر همپوشانی داشته باشد، و چنانچه از نوار چسب استفاده شود، حداقل همپوشانی محلوب ۲۵ درصد می‌باشد. هنگام بکارگیری یک پارچه یا روکش ورقی شکل روی عایق پیش ساخته لوله‌ای، به ندرت از بست‌های حلقوی برای بستن (نصب) عایق استفاده می‌شود.

(۶) عایق‌های پیش‌ساخته لوله‌ای که دارای یک شکاف هستند، با باز کردن شکاف و فشار دادن آن روی لوله، مستقر و سپس بسته می‌شوند. انواع خاصی از عایق‌های لوله‌ای پیش‌ساخته را می‌توان با استفاده از ماشین‌های دوخت که مجهز به سوزن‌های مقاوم در برابر خوردگی هستند، نصب نمود. در این حالت فاصله سوزن‌ها باید بیش از ۱۰۰ میلیمتر باشد.

(۷) در لوله کشی های قائم یا نزدیک به قائم، جلوگیری از لغزیدن عایق به طرف پایین با استفاده از نگهدارهای مناسب اهمیت دارد. این نگهدارهای می توانند به شکل حلقه، نیم حلقه یا پیچهای فلزی باشد. فاصله این نگهدارها نباید بیش از ۵ متر شود، ولی به هر صورت باید بلا فاصله پس از هر درز انبساط (Expansion break) در سیستم عایق کاری و در بالا دست آن یک نگهدار عایق نصب شود.

#### ب) عایق های شکل پذیر (Plastic composition)

(۱) قبل از بکارگیری ترکیب های شکل پذیر، سیستم لوله کشی باید حداقل تا ۶۵ درجه سانتیگراد گرم شود. این دما برای اجرای لایه های بعدی باید بطور تصاعدی افزایش یابد. ابتدا باید لایه اولیه از ترکیب مورد نظر اجرا و مجال داده شود تا خشک گردد. اجرا در تمام لایه ها باید با دست انجام شود و قبل از اجرای لایه بعدی، لایه قبلی باید خشک شده باشد. ضخامت اولین لایه باید بین ۱۲ تا ۲۵ میلیمتر باشد. ضخامت لایه های بعدی ممکن است تا ۲۵ میلیمتر باشد. سطح هر لایه باید با دست زبر و ناهموار شود تا برای پذیرش لایه بعدی مناسب گردد. سطح لایه نهایی باید صاف و صیقلی شود.

(۲) برای اجرای ضخامت های بیش از ۵۰ میلیمتر روی لوله های با قطر نامی ۱۵۰ میلیمتر و بیشتر، باید یک لایه تقویتی میانی از توریبهای فلزی مناسب، طبق جزئیات مندرج در «(۵-۵-۲) آماده سازی سطح و سایر متعلقات برای عایق لوله» نصب شود. این لایه های تقویتی مستقل از لایه تقویتی نهایی (Finishing reinforcement) هستند. برای لوله های با قطر نامی کمتر از ۱۵۰ میلیمتر، اولین لایه تقویتی مناسب، ممکن است با مفتوی به قطر ۱/۵ میلیمتر که بصورت مارپیچ و با فاصله ۷۵ میلیمتر (فاصله مرکز حلقه های مارپیچ) روی لایه شکل پذیر پیچیده می شود، اجرا گردد.

(۳) هنگام بکارگیری ترکیبات شکل‌پذیر، باید نسبت به خطرات احتمالی ناشی از خراش و سوزش پوست، مراقبت‌های کافی بعمل آید. کاربرد مواد حاوی مقادیر زیاد از آهک زنده، نیاز به مراقبت ویژه دارد.

(۴) معمولاً برای اجرای عایق‌های شکل‌پذیر، نیازی به نصب خمایم روی سطح لوله نمی‌باشد، ولی این خمایم برای اجرای شبکه‌های تقویتی فلزی روی اولین لایه با ضخامت ۲۵ میلیمتر و لایه‌های بعدی با ضخامت ۵۰ میلیمتر و همچنین روی سطح نهایی لازم هستند. لایه آخر به منظور تقویت ملات پرداخت نهایی (Finishing Cement) اجرا می‌شود.

#### ت) عایق‌های انعطاف‌پذیر (Flexible materials)

(۱) عایق‌های کیسه‌ای (Mattresses) باید دارای لفافی انعطاف‌پذیر از پارچه‌ای مناسب باشند که با موادی مناسب و تا حد امکان عاری از گرد و خاک و مواد خارجی (زاد) پر شده است. لبه‌های لفاف پارچه‌ی قبل از دوخت باید دوبار، تازده شود. عایق‌های کیسه‌ای باید با همپوشانی مناسب دور لوله پیچیده، سپس با مفتول بسته شود. باید مراقبت بعمل آید که حجم حفره‌های هوا در اخل کیسه حداقل باشد. به نحوی که گذرگاه مستقیمی بین سطح گرم و محیط ایجاد نشود. در صورت لزوم، باید با دوخت‌های موضعی (شبیه لحاف دوزی) از تجمع مواد در پایین لفاف جلوگیری نمود.

(۲) عایق‌های نواری و طنابی شکل (Strip and rope material) باید بطور مارپیچ دور سطح پیچیده شوند. لایه‌های بعدی باید متواالیاً در خلاف جهت لایه قبلی اجرا گردد. انتهای این نوع عایق‌ها باید محکم بسته و تمام مفتولهای بست در داخل عایق مخفی شود.

(۳) باید دقت شود که عایق‌های انعطاف‌پذیر بی‌جهت فشرده نشوند.

(۴) چنانچه عایق کاری در دو لایه انجام شود، لایه‌ها باید بطور متناسب اجرا شود.

(۵) عایق‌های پتوئی انعطاف‌پذیر (Blankets and mats) باید با بسته‌های حلقوی فلزی یا پلاستیکی نصب شوند، مگر در مواردی که روکش نهایی ورق فلزی باشد، که در این حالت استفاده از مفتولهای بست به قطر ۱/۶ میلیمتر و به صورت حلقوی مجاز است. چنانچه روکش نهایی ورق آلومینیومی باشد. جنس بست باید از فلزی سازگار انتخاب شود.

(۶) در مورد لوله‌های قائم یا متمایل به قائم، جلوگیری از لغزیدن عایق انعطاف‌پذیر به طرف پایین اهمیت دارد. اگرچه برای بسیاری از عایق‌های پیش‌ساخته مهار از پایین مناسب است، عایق‌های انعطاف‌پذیر را باید از بالا (تصویرت آویزان) مهار کرد.

## (ث) عایق کاری پاششی

عایق کاری پاششی معمولاً و منحصراً برای لوله کشی های بالاتر از قطر ۱۵۰ میلیمتر مناسب بوده و برای اجرای آن اطراف لوله

باید قابل دسترسی باشد. دستگاهها و لوازم مجاور لوله باید در برابر پاشش مواد محافظت شوند. الیاف معدنی و کف پلی بورتان

می توانند برای پاشیدن مورد استفاده قرار گیرند. عایق کاری پاششی باید در یک فضای کوچک و سریسته انجام شود و عایق کار

باید از لباس ایمنی و ماسک هوای تازه استفاده کند.

## (ج) عایق کاری خم های لوله کشی (Piping bends)

خم ها معمولاً باید با همان عایق لوله های مجاور عایق کاری شوند. چنانچه از عایق های پیش ساخته برای عایق لوله استفاده

می شود، در محل خم ها باید عایق به نحو مناسبی به صورت قطعات پخ دار بریده، با نوار چسب یا مقتول بسته شود. در بعضی

موارد از عایق های کارخانه ای یا قالبی که به صورت نیم زانو ساخته شده اند، استفاده می گردد. برای پر کردن شکافهای بین

قطعات، از ترکیبات شکل پذیر استفاده می شود.

## (ج) عایق کاری فلنجهای، شیرها و سایر فیتینگ های لوله کشی گرم

## (۱) کلیات

مطلوب آن است که شیرها و فلنجهای عایق شوند، اما در مواردی که احتمال دارد نشت ناپیدایی فلنچ موجب آتش سوزی یا

خرصرهای دیگر شود، مثلاً در لوله کشی های سوخت، یا هنگامی که نیاز به بازدیدها و دسترسی های مکرر، عایق کاری را غیر

اقسادی می سازد می توان از آن صرف نظر نمود.

## (۲) محفظه های فلنچ (Flange boxes)

این محفظه ها معمولاً از یک ورق فلزی مناسب ساخته و داخل آن عایق های پیش ساخته سخت یا انعطاف پذیر بطور مناسبی

جاسازی می شود. از تماس مستقیم فلز محفظه و سطح فلنچ باید جلوگیری شود. (شکل های (۱۰-۶-۲) A.B.(۴) A.B.) را

نکاه کنید). شکل (۱۰-۶-۲) (ج) یک محفظه قابل برداشت فلنچ را نشان می دهد.

۲- تاسیسات گرمایی، تهویض هوا و تهیید مطبوع

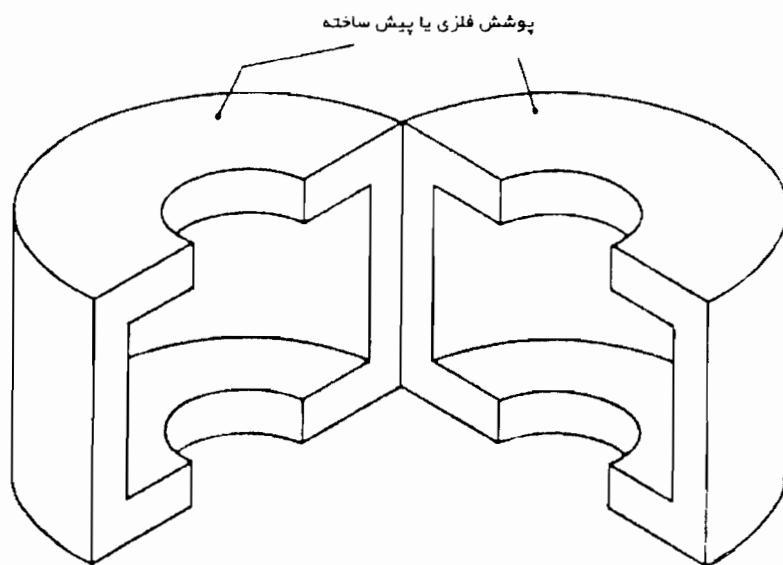
۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری لوله

۱۰-۶-۵-۲ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

شکل (۲-۵-۶-۱۰) ج (۲)

محفظه قابل برداشت فلنج

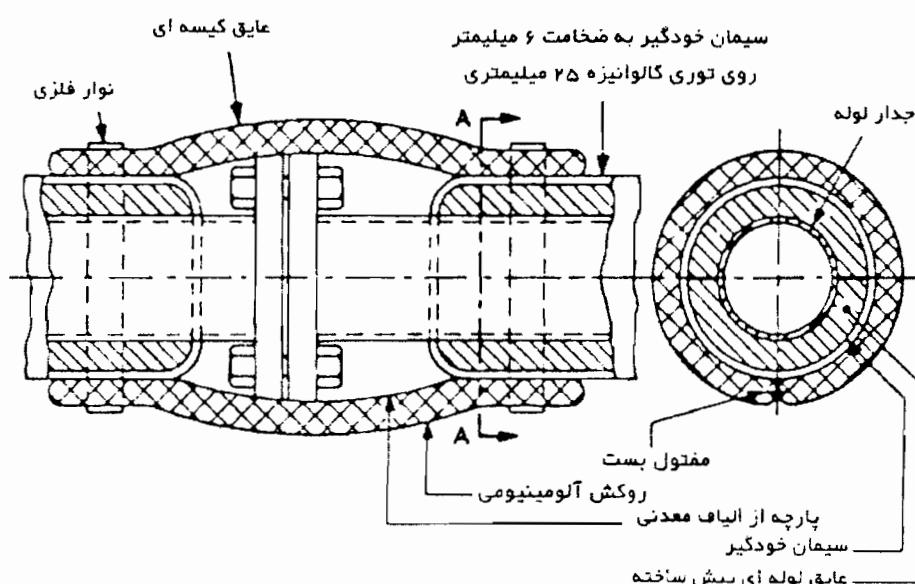


### (۳) عایق‌های کیسه‌ای (Mattresses)

این عایق‌ها متشکل از کیسه‌های پارچه‌ای از الیاف شیشه یا سیلیس هستند که با مواد بی‌شکل و سبک (Loosefill) پر شده‌اند. شکل (۲-۵-۶-۱۰) ج (۳) نمونه‌ای از عایق کاری فلنج لوله را با این نوع عایق نشان می‌دهد.

شکل (۲-۵-۶-۱۰) ج (۳)

نمونه‌ای از عایق کاری فلنج لوله با عایق کیسه‌ای

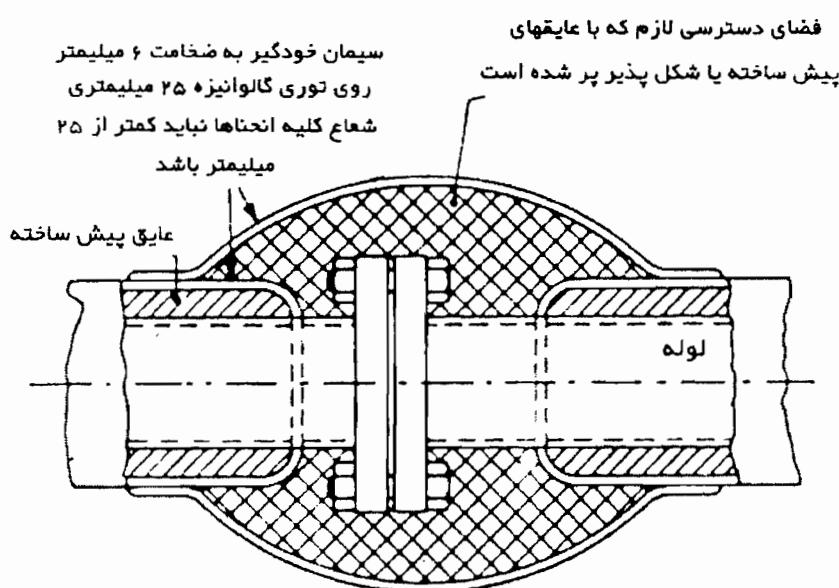


## (۴) عایق کاری اتصالهای لوله کشی

پس از آنکه عایق کاری لوله ها در مجاورت شیرها یا فلنچ، بطور مناسبی خاتمه یافت، باید روی شیر یا فلنچ با ترکیبات شکل پذیر، پر و پوشانده شود. عایق کاری لوله های مجاور باید در نقاطی ختم شود که باز و بسته کردن پیچ و مهره فلنچ ها و جابجایی آنها به سهولت امکان پذیر گردد. عایق کاری لوله ها باید با شیب (پیچ دار) خاتمه پذیرد و بطور مناسبی رنگ شود. در این روش منطقه محدود و ویژه ای برای عایق فلنچ یا شیر ایجاد می شود، به طوری که باز و بسته کردن و یا جابجایی آنها آسیبی به عایق کاری لوله نمی رساند. در شکل (۱۰-۵-۶) ج (۴) نمونه ای از این نوع عایق کاری ارائه شده است.

شکل (۱۰-۵-۶) ج (۴)

## نمونه ای از عایق کاری فلنچ و لوله های دو طرف آن



## ح) عایق کاری لوله همراه با گرمکننده های کمکی

## (۱) پنج روش متداول برای استفاده از گرمکننده های کمکی عبارتست از:

- لوله همراه بیرونی، در این روش لوله گرمکننده با قطر کوچک، در مجاورت لوله اصلی قرار داده می شود.

- همراه الکتریکی، که در آن یک نوار یا کابل که توسط جریان الکتریسیته در آن گرم می ایجاد می شود، به دور لوله مورد نظر

پیچیده می شود، و یا بطور مستقیم در زیر لوله و مماس با آن قرار می گیرد. (توجه: کابل مسی روکش دار نباید در تماس مستقیم

با لوله فولادی گالوانیزه قرار گیرد).

- پوسته گذاری، که در آن لوله اصلی در داخل یک پوسته حاوی سیال گرم قرار می گیرد.

- روش غوطه وری، که در آن لوله باریک گرمکننده در داخل لوله اصلی قرار می گیرد.

- استفاده از لوله های ویژه ای (Extruded pipe) که لوله گرمکننده به طور یک پارچه در جدار آن تعییه شده است.

می شوند.

این سیستم‌ها نیازی به عایق کاری ویژه نداشته و مانند لوله‌های معمولی عایق می‌شوند. قبل از عایق کاری گرمایی باید تست آب‌بندی (نشت‌یابی) به طور کامل انجام شود.

### (۳) عایقکاری لوله‌هایی که توسط لوله همراه بیرونی (Tracing pipe) گرم می‌شوند.

نحوه اصلی انتقال گرما از لوله گرم‌کننده به لوله اصلی هدایت مستقیم می‌باشد. کارآیی این انتقال گرما با عوامل زیر افزایش می‌یابد:

- تأمین یک فضای هوا گرم در داخل پوشش عایق، به منظور افزایش سطح انتقال گرما.

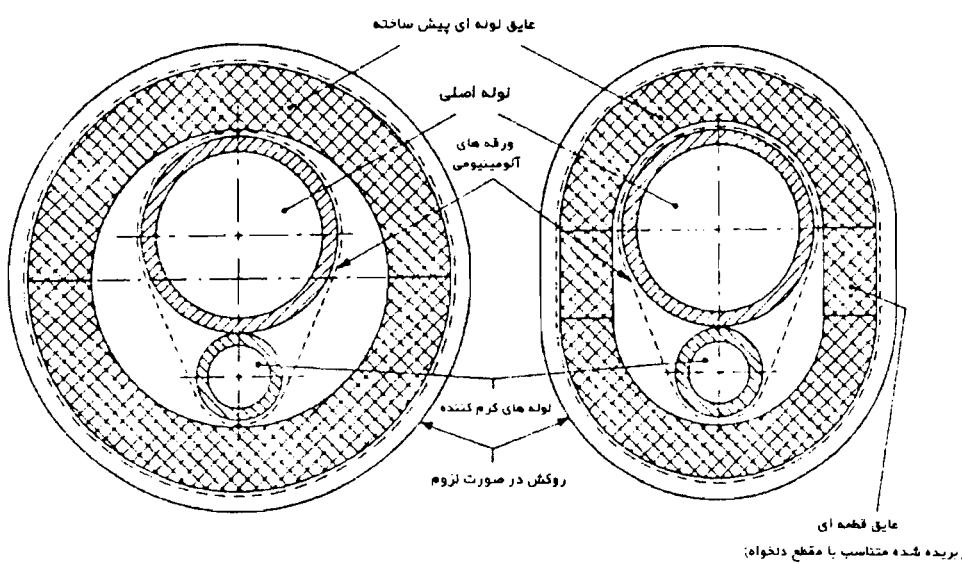
- برقراری تماس مستقیم بین لوله گرم‌کننده و لوله اصلی با پیچیدن مفتول یا تسممه در فواصل معین.

- استفاده از ملات هادی گرما، به منظور افزایش سطح تماس بین لوله گرم‌کننده و لوله اصلی.

چنانچه احتمال خوردگی (فرسایش) بین سیال و لوله اصلی در نقاط گرم (نقاط تماس لوله گرم‌کننده و لوله اصلی) وجود دارد، باید با قرار دادن جداکننده‌هایی با قابلیت هدایت گرمایی پایین، از تماس مستقیم بین لوله گرم‌کننده و لوله اصلی جلوگیری نمود، اگر چه این کار، به هر حال، کارآیی انتقال گرما را کاهش می‌دهد. از عایق‌های پیش‌ساخته یا عایق‌های قابل انعطاف می‌توان برای عایق کاری سیستم لوله‌کشی با گرم‌کننده کمکی استفاده کرد. در صورت استفاده از عایق‌های قابل انعطاف، برای ایجاد فضای هوا گرم بین عایق و لوله، ابتدا باید از تورسیمی، نوار یا فوبیل فلزی استفاده شود. در مورد عایق‌های پیش‌ساخته نیاز به ترتیبات بالا نیست، زیرا استفاده از عایق پیش‌ساخته لوله، با نزدیکترین قطر داخلی بالاتر از قطر خارجی لوله اصلی، فضای لازم را ایجاد می‌کند. در شکل (۱۰-۶-۵) ح. (۳) دو نمونه از نحوه عایق کاری سیستم لوله‌کشی همراه با لوله گرم‌کننده کمکی نشان داده شده است.

شکل (۱۰-۶-۵) ح. (۳)

دو نمونه از نحوه عایق کاری سیستم لوله‌کشی بخار، همراه با لوله گرم‌کننده کمکی



۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۶-۵-۲ عایق کاری نوله

۱۰-۵-۲ نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله کشی

۴۹ از ۴۹

در هر دو حالت انتهای باز فضای هوای گرم بین عایق و لوله، در ناحیه فلنج های لوله اصلی باید با قطعات (دیسک) مناسبی از مواد عایق درزبندی شده و روکش لازم مثل عایق های مجاور نصب گردد. لوله های گرم کننده کمکی در قسمت فلنج ها باید هماهنگ بدنه فلنج و نزدیک به آن محکم شود. قبل از نصب عایق باید تست آب بندی به طور کامل انجام شود.

#### (خ) عایق کاری سیستم لوله کشی با گرم کن های الکتریکی

عایق کاری این سیستم ها باید طبق دستورالعمل سازنده انجام شود. مراقبت های لازم برای جلوگیری از خدمات مکانیکی و حفاظت نوار الکتریکی در مقابل آب یا مواد شیمیایی به عمل آید. در مورد استفاده از گرم کن های الکتریکی در فضاها یعنی که برای مقاومت معینی در برابر آتش طراحی شده اند (Fire zone)، باید با سازنده مشورت شود. مطلوب آن است که روی کابل ها با عایق های پیش ساخته لوله ای با قطر داخلی مناسب (برای آنکه در تماس کامل با کابل قرار گیرد) پوشانده شود در مواردی که کابل های الکتریکی برق دار به عنوان گرم کننده در داخل عایق محصور می شوند، یک تابلوی هشدار دهنده باید در محل مناسب نصب شود.



## **مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها**

**۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**

**۳-۵ عایق‌کاری**

**۴-۵ عایق‌کاری کانال هوا**



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲  
 عایق کاری ۵-۲  
 عایق کاری کanal هوا ۷-۵-۲

### فهرست

عنوان	صفحه
کلیات ۱-۷-۵-۲	۱ از ۴۰
تعریف ۲-۷-۵-۲	۲ از ۴۰
مصالح ۳-۷-۵-۲	۴ از ۴۰
مصالح عایق کanal در استانداردهای BS ۴-۷-۵-۲	۵ از ۴۰
مصالح عایق کanal در استانداردهای ANSI ۵-۷-۵-۲	۱۴ از ۴۰
ضخامت عایق کanal ۶-۷-۵-۲	۱۸ از ۴۰
ضخامت عایق کanal در استانداردهای BS ۷-۷-۵-۲	۱۸ از ۴۰
ضخامت عایق کanal در استانداردهای ANSI ۸-۷-۵-۲	۲۱ از ۴۰
تعیین ضخامت عایق کanal ۹-۷-۵-۲	۲۳ از ۴۰
نصب عایق کanal ۱۰-۷-۵-۲	۳۷ از ۴۰



۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۱-۷-۵-۲ کلیات

۱ از ۴۰

## ۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۱-۷-۵-۲ کلیات

(الف) ضوابطی که زیر (۱-۱-۵-۲) حدود و دامنه کار آمده است. بر قسمت (۷-۵-۲) عایق کاری کانال هوا حاکم می باشد و رعایت آن الزامی است.

(ب) هرگونه عایق کاری کانال هوا برای تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، در چارچوب مشخص (۱-۲) کلیات باید با ضوابط مندرج در این قسمت (۷-۵-۲) عایق کاری کانال هوا انجام گیرد.

(پ) ضوابط مندرج در این قسمت، شامل عایق کاری کانال های رفت، برگشت و تخلیه هوا در سیستم های هوا رسانی و تخلیه هوا می باشد. مقطع این کانال ممکن است چهار گوش یا گرد باشد.

(ت) عایق کاری کانال هوا شامل انتخاب مصالح، چگونگی کار نصب و آزمایش، به صورت بهم پیوسته (مگر در مواردی که جز این مشخص شده باشد) طبق نقشه ها می باشد.

(ث) کانال هوا ممکن است بطور کامل در داخل یا خارج ساختمان واقع شود و یا قسمتی از آن در خارج ساختمان و در معرض هوا قرار گیرد.

(ج) منظور از عایق کاری کانال هوا در این قسمت، عایقی است که در سطح بیرونی کانال، به منظور کاهش انتقال گرما نصب می شود. نصب عایق داخل کانال در (۱۳-۵-۴-۲) از این مشخصات فنی عمومی آمده است.

## ۲-۷-۵-۲ تعاریف

(الف) **تخلیه هوا (Air exhausting)**

عمل تخلیه هوا از فنا و هدایت آن به خارج از ساختمان به طور طبیعی یا با وسائل مکانیکی، بدون استفاده مجدد از آن.

(ب) **تعویض هوا یا تهییه (Ventilation)**

عمل ورود هوا به یک فنا و یا خروج هوا از آن، به طور طبیعی یا با وسائل مکانیکی.

(پ) **تهییه مطبوع (Air conditioning)**

کنترل همزمان دما، رطوبت و پاکیزگی هوا و توزیع مناسب آن، به منظور تامین شرایط مورد نیاز فضای ساختمان.

(ت) **تهییه مکانیکی (Mechanical Ventilation)**

جريان هوا به داخل یا به خارج فضاهای ساختمان به کمک دستگاههای مکانیکی.

(ث) **دمپر آتش (Fire damper)**

وسیله‌ای فلزی که در محل عبور کanal هوا از یک منطقه آتش به منطقه مجاور نصب می‌شود و به هنگام آتش‌سوزی بطور خودکار بسته می‌شود و مانع انتقال آتش از یک منطقه به منطقه مجاور آن می‌شود.

(ج) **روز - درجه سرمایی (Cooling Degree Days, CDD)**

واحدی بر اساس اختلاف دما و زمان که از آن در برآورد مصرف انرژی سرمایی ساختمان استفاده می‌شود. در هر روز، وقتی دمای میانگین بیشتر از یک دمای مینا (معمولًاً  $18/3$  درجه سانتیگراد = ۶۵ درجه فارنهایت) باشد، مقدار روز درجه سرمایی برابر است با اختلاف دمای میانگین در آن روز و دمای مینا. روز - درجه سرمایی سالانه (Annual Cooling Degree Days, ACDD) مجموع روز درجه‌ها در طول یک سال تقویمی است.

(ج) **روز - درجه گرمایی (Heating Degree Days, HDD))**

واحدی بر اساس اختلاف دما و زمان که از آن در برآورد مصرف انرژی گرمایی ساختمان استفاده می‌شود. در هر روز وقتی دمای میانگین کمتر از یک دمای مینا (معمولًاً  $18/3$  درجه سانتیگراد = ۶۵ درجه فارنهایت) باشد، مقدار روز درجه گرمایی برابر است با اختلاف دمای میانگین در آن روز و دمای مینا. روز - درجه گرمایی سالانه (Annual Heating Degree Days, AHDD) مجموع روز درجه‌ها در طول یک سال تقویمی است.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵- عایق کاری  
 ۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا  
 ۲-۷-۵-۲ تعاریف

**ح) سیستم توزیع هوا (Air distribution system)**

هر سیستمی شامل کanal کشی، پلنوم و هوارسان که برای گردش هوا در تمام یا قسمتی از فضاهای ساختمان طراحی و نصب شده باشد.

**خ) فضای کنترل شده (Conditioned space)**

فضایی که هوای آن با سیستم تهویه مطبوع کنترل می‌شود.

**د) مواد سوختنی (Combustible materials)**

موادی که از چوب، کاغذ فشرده، الیاف گیاهی، پلاستیک و دیگر مواد مشابه ساخته شده، یا از این مواد روکش شده باشد. این مواد، چه در مقابل شعله ور شدن مقاوم باشند یا نباشند، چه پوشش دیگری داشته یا نداشته باشند، به هر حال در تماس با شعله آتش خواهند گرفت و خواهند سوخت.

**ذ) مواد نسوختنی (Noncombustible materials)**

موادی که غیر از مواد سوختنی باشند. مواد "نسوختنی" با مواد "سوختنی" تفاوت دارد.

**ر) هوای بازگردانی شده (Recirculated air)**

هوایی که از یک فضای تهویه مطبوع شده به منظور استفاده دوباره به عنوان هوای رفت برگردانده می‌شود.

**ز) هوای برگشت (Return air)**

هوایی که از یک فضای تهویه مطبوع شده بر می‌گردد و بازگردانی یا تخلیه می‌شود.

**ژ) هوای بیرون ، تازه (Outdoor air)**

ورود هوای بیرون به داخل فضاهای ساختمان، که قبلاً در داخل ساختمان گردش نکرده است.

**س) هوای تخلیه (Exhaust air)**

هوایی، که از یک فضای برگردانده می‌شود و دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهییه مطبوع

۲-۵ عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۳-۷-۵-۲ مصالح

۴۰ از ۴

### (ش) هوای دریافتی از بیرون (Makeup air)

هوایی که برای جبران هوای تخلیه شده از بیرون به داخل ساختمان وارد می‌شود.

### (ص) هوای رفت (Supply air)

هوایی که به هر فضا، یا مجموعه‌ای از فضاهای ساختمان، به منظور تعویض هوا، کنترل دما، رطوبت، پاکیزگی و غیره فرستاده می‌شود.

### (ض) هوای مطبوع (Ventilated air)

آن قسمت از هوای ورودی به فضا از خارج، به اضافه هوای بازگردانی شده، که به منظور تامین شرایط مطلوب هوا در فضای معین بهبود کیفیت یافته است.

### ۳-۷-۵-۲ مصالح

**الف)** خوباطی که زیر (۲-۵-۲) مصالح عایق کاری آمده است، متناسباً بر قسمت (۳-۷-۵-۲) مصالح حاکم می‌باشد و رعایت آن الراحمی است.

**ب)** نمونه‌هایی از مصالح عایق کانال در استانداردهای موسسه استاندارد بریتانیا (BSI) و موسسه ملی استاندارد آمریکا (ANSI) در این قسمت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

**پ)** از طرف موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) تاکنون استانداردی در این مورد منتشر نشده است.

## ۴-۷-۵-۲ مصالح عایق کanal در استانداردهای BSI

### الف) انواع

برای کاربردهای مورد نظر در این قسمت از مشخصات فنی عمومی، برخی از انواع عایق‌های کanal، طبق خوبابط مندرج در استانداردهای BS 3958 : Parts1,2,3,5 عرضه می‌شود.

(۱) در استاندارد 1 BS 3958 : Part 1، عایق‌های قطعه‌ای (Slabs) و قطعات بلند مستطیلی (Lags) پیش ساخته از اکسید منیزیوم و مناسب برای کاربرد تا دمای حدود ۳۱۵ درجه سانتیگراد، عرضه می‌شود.

(۲) در استاندارد 2 BS 3958 : Part 2 عایق‌های پیش ساخته از سیلیکات کلسیم، در دو نوع ارائه می‌شود:

- نوع I : عایق‌های قطعه‌ای (Slabs) برای کاربرد تا ۶۵۰ درجه سانتیگراد.

- نوع II : عایق‌های قطعه‌ای و قطعات بلند مستطیلی با لبه‌های پخ دار، برای استفاده تا ۹۵۰ درجه سانتیگراد.

(۳) در استاندارد 3 BS 3958 عایق‌های انعطاف‌پذیر پتویی (Mattresses) ساخته شده از الیاف معدنی عرضه شده است. این عایق‌ها ممکن است از یک طرف یا دو طرف با شبکه یا توری فلزی قابل انعطاف تقویت شود.

(۴) در استاندارد 5 BS 3958 عایق‌های قطعه‌ای ساخته شده از الیاف معدنی عرضه می‌شود. مواد عایق در این استاندارد، بر حسب قابلیت هدایت گرمایی و دامنه دمای کاربردشان (حداکثر تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد) در چهار گروه طبقه‌بندی می‌شود.

### ب) ترکیب (Composition)

در استاندارد 1 BS 3958 : Part 1، ماده عایق ترکیبی از حداقل ۸۵ درصد جرمی کربنات منیزیوم سبک و الیاف تقویتی است که بطور یکنواخت در آن گستردگی شده‌اند.

(۱) در استاندارد 2 BS 3958 ماده عایق به طور عمده حاوی سیلیکات کلسیم متبلور می‌باشد، که با الیاف مناسب تقویت شده است.

(۲) در استاندارد 3 BS 3958 ماده عایق حاوی الیاف معدنی از سنگ (Rock)، سرباره (Slag) یا شیشه (Glass) می‌باشد. وجود تکه‌هایی از این مواد در عایق به شکل غیر رشته‌ای، در صورتی مجاز است که هیچ یک از ابعاد آنها از ۱۰ میلیمتر تجاوز نکند.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۲-۵ عایق کاری

۷-۵ عایق کاری کانال هوا

۴-۷-۵-۲ مصالح عایق کانال در استانداردهای BSI

(۳) در استاندارد ۵ BS 3958 : Part 5 ماده عایق از الیاف معدنی، ساخته شده از سنگ، سرباره و شیشه می باشد که در یک فرآیند از

حالت مذاب به شکل رشته درآمده و توسط یک چسب گرم مناسب (Binder) برای تشکیل قطعه (Slab) بهم پیوسته اند.

قطعه (Slabs) باید حاوی تکه هایی غیررشته ای باشند. مگر آن که هیچ یک از ابعاد آنها از ۱۰ میلیمتر تجاوز نکند. در جدول

شماره (۴-۷-۵-۲) ب شکل و ترکیب (مواد اصلی) عایق های مناسب برای کانال در استانداردهای BS ارائه شده است.

#### جدول شماره (۴-۷-۵-۲) ب

#### شکل و مواد اصلی عایق های کانال در استانداردهای BS 3958

مواد نگهدارنده یا تقویت کننده	مواد اصلی	شکل	BS 3958
الیاف تقویتی با گستردگی یکنواخت	کربنات منیزیوم سبک	پیش ساخته: - قطعه ای - قطعات بلند مستطیلی	Part 1
الیاف تقویتی مناسب	سیلیکات کلسیم متبلور	پیش ساخته: - قطعه ای - قطعات بلند مستطیلی	Part 2
چسب گرم به مقدار کم	پشم سنگ، پشم سرباره، پشم شیشه	پتوی	Part 3
چسب یا نگهدارنده مناسب	- پشم سنگ (Rock fibre) - پشم سرباره (Slag fibre) - پشم شیشه (Glass fibre)	مصنوعی: - قطعه ای	Part 5

#### (پ) نمیزیری (Moisture content)

درصد حرموی رطوبت جذب شده توسط عایق، تحت شرایط ازمایش مربوط در استاندارد BS 2972 باید از مقادیر درج شده در

جدول شماره (۴-۷-۵-۲) "پ" تجاوز نماید. (توجه به این خصوصیت عایق به ویژه در زمان حمل و نگهداری در انبار اهمیت

دارد).

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا  
**۴-۷-۵-۲ مصالح عایق کانال در استانداردهای BSI**

۴۰ از ۷

#### جدول شماره (۴-۷-۵-۲) ب

حد مجاز نسبت بذری عایق های کانال، تحت شرایط آزمایش مربوط

درصد جرمی رطوبت شده	عایق کانال در استاندارد BS 3958
۵	Part 1
۷/۵	Part 2
۵	Part 3
۵	Part 5

ت) الزامات فیزیکی  
**(Thermal conductivity)** (۱)

قابلیت هدایت گرمایی عایق های کانال در استانداردهای BS 3958 . هنگامی که با روش مناسب ارائه شده در استاندارد BS 874 آزمایش می شوند، باید از مقادیر درج شده در جدول شماره (۴-۷-۵-۲) تجاوز کند. در این جدول مقادیر در دو واحد SI و IP ارائه شده است.

جدول شماره (۴-۵-۷-۳) ت (۱)  
BS ۵۹۰۸

مقادیر قابلیت هدایت گرمایی عایق های کانال، در استانداردهای

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- ۵- عایق کاری
- ۷- عایق کاری کانال هوا
- ۴- مصالح عایق کانال در استانداردهای BSI
- ۵-۵-۷-۴- مصالح عایق کانال

BS 3958	Part 1	Part 2	Part 3	Part 5				Group 3	Group 4
				Group 1	Group 2	Group 3	Group 4		
قابلیت هدایت گرمایی (Thermal Conductivity)									
دما <sup>°C (°F)</sup>	$\frac{W}{m.k}$	$\frac{Btu.in}{ft^2.h.^oF}$	$\frac{W}{m.k}$	$\frac{Btu.in}{ft^2.h.^oF}$	$\frac{W}{m.k}$	$\frac{Btu.in}{ft^2.h.^oF}$	$\frac{W}{m.k}$	$\frac{Btu.in}{ft^2.h.^oF}$	$\frac{W}{m.k}$
50 (122)	0.059	0.409	-	-	0.042	0.291	0.043	0.298	0.043
100 (212)	0.064	0.444	0.061*	0.423	0.050	0.347	0.052	0.361	0.052
150 (302)	0.070	0.485	0.067*	0.465	0.060	0.416	0.065	0.451	0.060
180 (356)	0.074	0.513	-	-	-	-	-	-	-
200 (392)	-	-	0.074	0.513	0.073	0.506	0.123	0.853	0.080
250 (482)	-	-	0.080	0.555	0.090	0.624	-	0.104	0.721
300 (572)	-	-	0.087	0.603	0.110	0.763	-	-	0.102
350 (662)	-	-	0.094	0.652	0.130	0.901	-	-	-
400 (752)	-	-	0.102	0.707	-	-	-	-	-
425 (797)	-	-	0.106*	0.735	-	-	-	-	-
450 (842)	-	-	0.110	0.763	-	-	-	-	-
500 (932)	-	-	0.120*	0.832	-	-	-	-	-

\* فقط نوع (I) • فقط نوع (II)

**(۲) چگالی حجمی (Bulk density)**

چگالی حجمی مواد عایق، در حالت خشک، باید بین مقادیر (حداقل و حداکثر) درج شده در جدول شماره (۴-۷-۵-۲) ت (۲) قرار گیرد.

**(۳) مقاومت خمشی (Flexural strength)**

مقاومت خمشی عایق‌های پیش‌ساخته کانال در استانداردهای ۱,۲ : BS 3958 Parts ۱,۲ نباید کمتر از ۲۵۰ کیلو نیوتون بر متر مربع ( $\text{KN/m}^2$ ) باشد.

**جدول شماره (۴-۷-۵-۲) ت (۲)****چگالی حجمی عایق‌های کانال، در استانداردهای BS 3958**

استاندارد BS 3958	چگالی حجمی ( $\text{kg/m}^3$ )		
	حداقل (min)	حداکثر (max)	
Part 1	: 175	225	
Part 2	نوع(I)	180	240
	نوع(II)	210	280
Part 3 * , •	50	150	
Part 5 *	Group 1	15	50
	Group 2	30	80
	Group 3	50	160
	Group 4	140	300

\* تعییرات چگالی حجمی اعلام شده از طرف سازنده، که بر اساس ضخامت نامی محاسبه شده است نباید از  $\pm 15$  درصد تجاوز نماید.

• چگالی حجمی، بدون روکش فلزی و سایر نگهدارها محاسبه شده است.

**(۴) مقاومت در برابر فشار (Compressive strength)**

چنانچه عایق زیر بارهای فشاری معینی در دو حالت خشک و خیس قرار گیرد، ضخامت آن نباید بیش از حد مشخص شده در استاندارد، کاهش یابد. این حد برای عایق‌های پیش‌ساخته کانال در استانداردهای ۱,۲,۳ : BS 3958 Part ۱,۲,۳، ۵ درصد تعیین شده است.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵- عایق کاری

۷- عایق کاری کانال هوا

۴- مصالح عایق کانال در استانداردهای BSI

۱۰ از ۴۰

#### (۵) تراکم پذیری و قابلیت بازگشت (Compressibility and resilience)

ضخامت عایق‌های پتویی (Mattresses) پس از حذف فشار آزمایش، نباید از حد مشخص شده در استاندارد کمتر شود و عایق این قابلیت را داشته باشد که پس از تراکم، با حذف فشار آزمایش، ضخامت خود را بازیابد. حد مذکور برای عایق‌های کیسه‌ای در استاندارد ۳ BS 3958: Part 3 برابر «ضخامت نامی منهای ۳ میلیمتر» تعیین شده است.

#### (۶) ثبات گرمایی (Heat stability)

- چنانچه عایق طبق استاندارد 2972 BS با گرم شدن تدریجی و مداوم به دمای کاربرد برسد، باید شرایط زیر را تامین نماید.
- در عایق‌های قطعه‌ای پیش‌ساخته، موضوع استاندارد ۱ BS 3958: Part 1 حداکثر افت طولی ۲ درصد و کاهش ضخامت بر اثر بار فشاری ۲۰۰ کیلونیوتن بر متر مربع (KN/m<sup>2</sup>) حداکثر ۵ درصد.
  - در عایق‌های پیش‌ساخته قطعه‌ای و همچنین قطعات بلند مستطیلی تخت، موضوع استاندارد ۲ BS 3958: Part 2، حداکثر افت طولی ۲ درصد و کاهش ضخامت بر اثر بار فشاری ۴۰۰ کیلونیوتن بر مترمربع، حداکثر ۵ درصد.
  - عایق‌های پتویی موضوع استاندارد ۳ BS 3958: Part 3 و عایق‌های قطعه‌ای موضوع استاندارد ۵ BS 3958: Part 5 باید در بالاترین دمای مجاز کاربرد که از طرف سازنده اعلام شده است، شکل عمومی خود را حفظ کرده و خسارت قابل رویتی در بافت رشته‌ای آن ایجاد نشود.

#### (۷) الزامات شیمیایی

##### (۱) درجه قلیایی بودن (Alkalinity)

PH مواد عایق کانال در استانداردهای BS 3958، چنانچه منطبق با روش‌های ارائه شده در استاندارد مربوط آزمایش شوند، باید بین مقادیر (حداقل و حداکثر) درج شده در جدول شماره (۴-۷-۵-۲) نت (۱) واقع شود.

##### جدول شماره (۴-۷-۵-۲) نت (۱)

درجه قلیایی بودن مواد عایق کانال، در استانداردهای BS 3958

استاندارد BS 3958	PH	
	حداقل (min)	حداکثر (max)
Part 1	9.5	11.0
Part 2	9.5	11.0
Part 3	6.0	9.0
Part 5	6.0	9.0

## (۲) اثر خوردگی (Corrosive attack)

عایق باید حاوی موادی باشد که روی سطح کانال، خوردگی ایجاد کند.

## ج) شکل، اندازه و رواداری

در جدول های شماره (۴-۷-۵-۲) ج شکل، اندازه و رواداری های مربوط به عایق های کانال در استانداردهای BS 3958 ارائه شده است.

(۱) شکل، اندازه و رواداری های مربوط به عایق های پیش ساخته قطعه ای و قطعات بلند مستطیلی، موضوع استاندارد : BS 3958 Part 1 در جدول شماره (۴-۷-۵-۲) ج (۱) آمده است.

## جدول شماره (۴-۷-۵-۲) ج (۱)

شکل، اندازه و رواداری های مربوط به عایق های پیش ساخته قطعه ای و قطعات بلند مستطیلی در استاندارد BS 3958:Part 1

شکل استاندارد عایق	طول		عرض		ضخامت	
	اندازه	رواداری	اندازه	رواداری	اندازه	رواداری
قطعه ای تحت	914	$\pm 3$	150 تا 305	$\pm 3$	25 تا 100	+3 تا -1.5
مستطیلی بخ دار	914	$\pm 3$	75 تا 150 *	$\pm 3$	25 تا 100	+3 تا -1.5
مستطیلی مستوی و بخ دار	914	$\pm 3$	140 تا 170 •	$\pm 3$	25 تا 100	+3 تا -1.5

واحد : میلیمتر (mm)  
 \* عرض اصلی (Major width)

• عرض قسمت بیرونی عایق، که متناسب با شعاع انحنای ضخامت و تعداد قطعات ۷۴ م برای پوشاندن یک دور کامل سطح عایق شونده، از ۱۴۰ تا ۱۷۰ میلیمتر متغیر است.

(۲) شکل، اندازه و رواداری های مربوط به عایق های پیش ساخته قطعه ای تخت و قطعات بلند مستطیلی، موضوع استاندارد BS 3958 Part 2 در جدول شماره (۴-۷-۵-۲) ج (۲) آمده است.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵- عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۴-۷-۵-۲ مصالح عایق کانال در استانداردهای BSI

۴۰ از ۱۲

### جدول شماره (۴-۷-۵-۲) ج (۲)

شکل، اندازه و رواداری های مربوط به عایق های پیش ساخته قطعه ای و قطعات بلند مستطیلی در استاندارد ۲: Part 3958 BS

شکل استاندارد عایق	طول		عرض		ضخامت	
	اندازه	رواداری	اندازه	رواداری	اندازه	رواداری
قطعه ای تخت*	600 تا 1000	$\pm 3$	150 تا 1000	$\pm 3$	25 تا 100	+3 تا -1.5
مستطیلی پیخ دار*	600 تا 1000	$\pm 3$	150 تا 166 •	$\pm 3$	25 تا 100	+3 تا -1.5
مستطیلی مستوی پیخ دار▲	914	$\pm 3$	140 تا 170 ०	$\pm 3$	25 تا 100	+3 تا -1.5

وحدة: میلیمتر (mm)

\* نوع I و II

• عرض اصلی (Major width)

○ عرض قسمت بیرونی عایق، که متناسب با شاعر انحنای، ضخامت و تعداد قطعات لازم برای پوشاندن یک دور کامل سطح عایق شونده، از ۱۴۰ تا ۱۷۰ میلیمتر متغیر است.

▲ فقط نوع I

(۳) عایق های قطعه ای تخت (Flat slabs) باید از هرگونه تاب و پیچیدگی عاری باشد. سطوح اصلی باید مسطح و صاف و لبه های آنها نسبت به هم و نسبت به سطوح اصلی باید عمود باشد.

(۴) قطعات بلند مستطیلی (Lags) باید هم مرکز و عاری از پیچیدگی و تاب باشد. سطوح اصلی باید مسطح و صاف و لبه های انتهایی آنها باید در صفحه های عمود بر محور طولی قرار داشته باشد.

(۵) لبه های پیخ دار، در قطعات مستطیلی مستوی، باید در صفحه های گذرنده از محور طولی سطح عایق شونده، قرار گیرند.

(۶) طول و عرض عایق های پتویی (Mattresses) باید به اندازه های نامی اعلام شده از طرف سازنده، با توجه به رواداری های زیر مطابقت داشته باشد. رواداری طول و عرض برای اندازه های تا ۰.۵ متر ۱۰- تا ۱۵+ میلیمتر و برای اندازه های بیش از ۰.۵ متر ، ۲- تا ۳%+ می باشد

(۷) اندازه های عایق قطعه ای از الیاف معدنی، موضوع استاندارد ۵ Part 3958 در جدول شماره (۴-۷-۵-۲) ج (۷) آمده است.

### جدول شمارد (۴-۷-۵-۲) ج (۷)

اندازه‌های عایق قطعه‌ای از الیاف معدنی، در استاندارد ۵ BS 3958:Part

ضخامت (mm)	طول و عرض (mm)
	1200 × 1200
	1200 × 900
25 . 40 , 50 , 75 , 100	1200 × 600
	900 × 900
	900 × 600
	600 × 600

اندازه‌های عایق قطعه‌ای از الیاف معدنی، باید با اندازه‌های نامی اعلام شده از طرف سازنده، با توجه به روابری‌های زیر، مطابقت داشته باشد.

روابری طول و عرض :  $5 \pm 0.5\%$  میلیمتر هر کدام بزرگتر است.

روابری ضخامت : ۲- تا  $+4$  میلیمتر.

این عایق‌ها به طور معمول، دارای، هیچ نوع روکش بیرونی نیستند ولی ممکن است برای مصارف ویژه‌ای از یک یا دو طرف روکش شوند.

### ج) علامت‌گذاری

روی بسته‌های عایق که توسط پیمانکار تهییه می‌شود، باید مشخصات زیر به طور پاک‌نشدنی، توسط کارخانه سازنده ثبت شده باشد:

(۱) نام سازنده، مهر یا آرم

(۲) نوع محصول و حداکثر دمای مجاز کاربرد

(۳) چگالی حجمی

(۴) اندازه‌های نامی

(۵) استاندارد مربوط

۲- تاسیسات گرمایی، تعوینش هوا و تهییه مطبوع

۵- عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۷-۵-۵-۲ مصالح عایق کانال در استانداردهای ANSI

۴۰ از ۱۴

## ۵-۷-۵-۲ مصالح عایق کانال در استانداردهای ANSI

(الف) برای کاربردهای مورد نظر در این قسمت از مشخصات فنی عمومی، مواد عایق طبق ضوابط مندرج در استانداردهای ANSI به شرح زیر عرضه می‌شود.

(۱) در استاندارد ANSI/ASTM C533 عایق‌های قالبی (Block) از جنس سیلیکات کلسیم.

(۲) در استاندارد ANSI/ASTM C552 عایق‌های قالبی تخت (Flat block) و عایق‌های تخته‌ای (Board) از جنس شیشه اسفنجی.

(۳) در استاندارد ANSI/ASTM C553 عایق‌های پتویی (Blanket) و نمدی (Felt) از الیاف معدنی.

(۴) در استاندارد ANSI/ASTM C612 عایق‌های قالبی و تخته‌ای نیمه سخت و سخت، از الیاف معدنی (پشم شیشه، پشم سنگ و پشم سرباره).

(۵) در استاندارد ANSI/ASTM C1071 عایق‌های گرمایی و صوتی، از الیاف معدنی برای نصب در سطح داخلی کانال‌ها، پنومها و سایر قسمتهای سیستم هوارسانی برای دمای تا ۱۲۱ درجه سانتیگراد (۲۵۰ درجه فارنهایت)

### ب) ترکیب

مواد اصلی عایق‌های موردنظر در این قسمت، طبق ضوابط مندرج در استانداردهای ANSI عبارت است از :

(۱) عایق‌های گرمایی موضوع استاندارد ANSI/ASTM C533 دارای ترکیبی به طور عمده از سیلیکات کلسیم آبدار می‌باشد که معمولاً با الیاف مناسبی تقویت می‌شود. در این ترکیب نباید از آربست استفاده شود.

(۲) عایق‌های گرمایی موضوع استاندارد ANSI/ASTM C552 ترکیبی از شیشه است که در شرایط مذاب به صورت اسفنجی در آمده و بر اثر سرد شدن به یک ماده سخت نسختنی با حفره‌های بسته (غیرقابل نفوذ) تبدیل می‌گردد.

(۳) عایق‌های موضوع استاندارد ANSI/ASTM C553 از مواد معدنی مانند سنگ، سرباره، یا شیشه می‌باشد که در یک فرآیند از حالت مذاب به شکل رشتہ درمی‌آید. این عایق‌ها ممکن است به صورت ساده، یا با روکش‌هایی مانند فوبیل الومینیومی، کاغذ کرافت و از این قبیل ارائه شود.

(۴) عایق‌های گرمایی موضوع استاندارد ANSI/ASTM C612 از مواد معدنی مانند سنگ، سرباره یا شیشه می‌باشد که در یک فرآیند از حالت مذاب به شکل رشته در می‌آید. این رشته‌ها باید حاوی آزبست باشد. عایق‌های قطعه‌ای و تخته‌ای معمولاً از مواد نیمه سخت یا سخت، یا بدون چسب (Binder) هستند.

(۵) عایق‌های موضوع استاندارد C1071 از مواد معدنی مانند سنگ، سرباره یا شیشه می‌باشد که در یک فرآیند از حالت مذاب به شکل رشته در می‌آید و برای اینکه شکل پایدار بیابد، چسب مناسبی به آن اضافه می‌شود. آزبست نباید در این ترکیب قرار گیرد، بسته به شرایط و نوع سطح عایق شونده، سرعت و دمای هوای داخل سیستم. این عایق‌ها با روکش مناسب تولید و ارائه می‌شود.

پ) الزامات فیزیکی

(۱) قسمتی از الزامات فیزیکی عایق‌های کانال در استانداردهای ANSI در جدول شماره (۵-۷-۵-۲) پ (۱) ارائه شده است.

۶

(۲) قابلیت هدایت گرمایی

قابلیت هدایت گرمایی عایق‌های کانال، در استانداردهای ANSI در جدول شماره (۵-۷-۵-۲) پ (۲) درج شده است.

قىسىتى از الازمات فېۋەرگى عايىق‌های كاتال در استانداردەدەي ANSII/ASTM.

جدول شماره (۳-۵-۷-۵) ب (۲)

$(\beta m.in/ft^2.h.^{\circ}F))W/(m.k) ANSI/ASTM$  قابلیت هدایت گرمایی عایق های کانال در استانداردهای

ANSI/ASTM		دمای میارکنن $^{\circ}C ({}^{\circ}F)$															
استاندارد		-101 (-150)	-73 (-100)	-46 (-50)	-18 (0)	-4 (25)	10 (50)	24 (75)	38 (100)	93 (200)	149 (300)	204 (400)	260 (500)	316 (600)	371 (700)	427 (800)	480 (900)
C 533	Type I											0.065 (0.45)	0.072 (0.50)	0.079 (0.55)	0.087 (0.60)	0.095 (0.66)	0.102 (0.71)
	Type II											0.095 (0.66)	0.101 (0.70)	0.110 (0.76)	0.118 (0.82)	0.136 (0.94)	
C 552	Type I	0.041 (0.285)	0.044 (0.305)	0.047 (0.325)	0.050 (0.345)							0.058 (0.38)	0.068 (0.40)	0.079 (0.47)	0.094 (0.55)		
	Type IV																
C 553	Class B-1						0.043 (0.30)	0.046 (0.32)	0.050 (0.35)	0.055 (0.38)	0.058 (0.40)	0.068 (0.47)	0.079 (0.55)	0.078 (0.54)			
	Class B-2						0.042 (0.29)	0.045 (0.31)	0.049 (0.34)	0.053 (0.37)	0.053 (0.37)	0.076 (0.53)					
C 612	Class B-3						0.040 (0.28)	0.043 (0.30)	0.048 (0.33)	0.050 (0.35)	0.050 (0.35)	0.074 (0.51)					
	Class B-4						0.037 (0.26)	0.042 (0.29)	0.045 (0.31)	0.048 (0.33)	0.048 (0.33)	0.063 (0.44)					
C 1071	Class B-5						0.035 (0.24)	0.036 (0.25)	0.037 (0.26)	0.039 (0.27)	0.039 (0.27)	0.052 (0.36)					
	Class B-6						0.039 (0.27)	0.042 (0.29)	0.046 (0.32)	0.049 (0.34)	0.049 (0.34)	0.066 (0.46)					
C 1071	Type II	Class F-1					0.036 (0.25)	0.039 (0.27)	0.042 (0.29)	0.045 (0.31)	0.045 (0.31)	0.058 (0.40)					
	Type III	Class F-2					0.035 (0.24)	0.036 (0.25)	0.037 (0.26)	0.040 (0.28)	0.040 (0.28)	0.050 (0.35)					
C 1071	Class 1						0.035 (0.24)	0.036 (0.25)	0.037 (0.26)	0.040 (0.28)	0.040 (0.28)	0.050 (0.35)					
	Class 2																
C 1071	Class 3																
	Class 4																
C 1071	Class 5																
	Type I																
C 1071	Type II																

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- ۲-۵ عایق کاری
- ۲-۵-۱ عایق کاری کanal هوا
- ۲-۵-۲ مصالح عایق کanal در استانداردهای ANSI

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۶-۷-۵-۲ ضخامت عایق کانال

## ۲-۷-۵-۲ ضخامت عایق کانال

(الف) ضوابطی که زیر (۲-۵-۲-۸) ضخامت عایق آمده است، بر این قسمت (۲-۷-۵-۲) ضخامت عایق کانال حاکم می‌باشد و رعایت آن الزامی است.

### (ب) لایه مانع رطوبت (Water vapour barrier)

(۱) برای سیستم‌های کانال کشی هوا سرد (Cooled air) در مواردی که عایق اصلی برای جلوگیری از نفوذ بخار آب مناسب نباشد، نصب یک لایه مانع رطوبت روی سطح گرمتر عایق کاری، با ضخامت مشخص شده الزامی است. در صورت عدم نصب لایه مانع رطوبت، بخار آب تقطیر شده به داخل عایق نفوذ کرده، ضمن کاهش کارآیی عایق، به مرور زمان موجب خوردگی سطح فلزی کانال می‌شود. برای انتخاب نوع لایه مانع رطوبت به (۵-۴-۵-۲) و برای اجرا به (۱۰-۵-۲) مراجعه شود.

(۲) لایه مانع رطوبت باید بلا فاصله پس از نصب عایق کانال و قبل از راهاندازی سیستم هوا سرد اجرا گردد.

(۳) اگر لایه مانع رطوبت در منطقه‌ای نصب شود که برای زمان معین مقاومت در برابر آتش، طراحی شده است، مقاومت این لایه در برابر آتش باید با توجه به نکته یاد شده انتخاب شود.

(۴) درجه نفوذ موادی که به عنوان مانع رطوبت مورد استفاده قرار می‌گیرند باید از (S.MN/g/0.05) بیشتر باشد.

(۵) لایه مانع رطوبت باید در هنگام نصب یا بهره‌برداری در معرض آسیب قرار گیرد.

## ۲-۷-۵-۲ ضخامت عایق کانال در استانداردهای BS

الزامات مربوط به ضخامت عایق کاری کانال، در استاندارد BS 5422 مشخص شده است.

(الف) ضخامت اقتصادی عایق کاری برای سیستم کانال کشی هوا گرم در جدول شماره (۲-۷-۵-۷) الف درج شده است.

جدول شماره (۷-۷-۵-۲) الف

خسارت اقتصادی عایق کاری کانال هوا گرم، از استاندارد BS 5422

Temperature difference between air inside ductwork and ambient still air (in K)										
+10			+25			+50				
Thermal conductivity at mean temperature (in W/(m.K))										
0.02	0.04	0.055	0.07	0.02	0.04	0.055	0.07	0.04	0.055	0.07
Economic thickness of insulation (in mm)										
25	38	50	50	30	50	50	75	63	75	75

(ب) یادداشت‌های جدول

(۱) در این جدول خسارت‌های عایق کاری بر اساس اختلاف دمای هوا در داخل کانال و دمای هوا ساکن محیط پیشنهاد شده است.

(۲) در هر اختلاف دما، خسارت‌ها برای طیفی از مواد عایق با قابلیت‌های گرمایی مختلف، در دمای میانگین، پیشنهاد شده است.

(۳) چنانچه دستورالعملی از طرف سازنده ارائه نشده باشد، خسارت عایق کاری باید بر اساس این جدول انتخاب شود.

(پ) حداقل خسارت عایق کاری برای جلوگیری از تقطیر در سیستم کانال کشی هوا سرد، در جدول شماره (۷-۷-۵-۲) "پ" درج شده است. چنانچه دستورالعملی از طرف سازنده ارائه شده باشد، خسارت‌های مورد استفاده نباید کمتر از مقادیر این جدول انتخاب شود.

## جدول شماره (۷-۷-۵-۲) ب

حداقل ضخامت اقتصادی عایق کاری کانال هوای سرد، از استاندارد BS 5422

Minimum air temperature Inside duct (in $^{\circ}\text{C}$ )	Thermal conductivity at a mean temperature of $+10^{\circ}\text{C}$ (in W/(m.K))											
	0.025			0.035			0.045			0.055		
	Surface coefficient											
	L <sub>w</sub>	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
Thickness of insulation (in mm)												
15	15	9	6	21	12	9	28	15	11	33	19	13
10	27	13	11	38	21	15	48	27	19	58	32	23
5	38	22	15	53	30	21	68	38	27	82	46	32
0	50	30	19	68	39	27	87	50	38	105	60	42

NOTE1. The thicknesses given are for vertical surfaces of ductwork but are also adequate for horizontal surfaces.  
 NOTE2. The surface coefficients for heat gain (in W/m<sup>2</sup>) in the calculations were taken to be as follows:

Low 2.75;  
 Medium 5.02,  
 High 7.29;

## ت) یادداشت‌های جدول

(۱) محاسبه ضخامت‌های درج شده در جدول بر اساس فرضیات زیر صورت گرفته است:

- دمای هواي محیط ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰٪.

- قابلیت‌های هدایت گرمایی، در دمای میانگین  $+10^{\circ}\text{C}$  درجه سانتیگراد.

(۲) ضخامت‌ها برای سه ضریب سطح (Surface coefficient) کانال (پایین، متوسط و بالا) و بر حسب میزان دریافت گرما

محاسبه شده است : (W/m<sup>2</sup>)- پایین (L<sub>w</sub>/75) -- متوسط (medium) (L<sub>w</sub>/۱۰۲) -- بالا (High) (L<sub>w</sub>/۲۹) -

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۸-۷-۵ خصامت عایق کانال در استانداردهای ANSI/ASHRAE

## ۸-۷-۵-۲ خصامت عایق کانال در استانداردهای ANSI/ASHRAE

(الف) در استاندارد 90.1-1989 ASHRAE حداقل عایق کاری لازم برای کانال، در تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع به

شرح جدول شماره (۸-۷-۵-۲) "الف" پیشنهاد شده است.

جدول شماره (۸-۷-۵-۲) الف

حداقل عایق لازم برای کانال، در تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع در استاندارد ANSI/ASHRAE

سیستم	مقاآمت گرمایی عایق (۲) (R) (h.ft <sup>2</sup> .°F)/Btu	درجه گرمایی سالانه (۳) (۴)	مقاآمت گرمایی عایق (۲) (R) (h.ft <sup>2</sup> .°F)/Btu	درجه سرمایی سالانه (۴) (۵)	گرمایی (۲)
محل استقرار کانال	3.3	1500 زیر	3.3	500 زیر	
	5.0	4500 تا 1500	5.0	1150 تا 500	
	6.5	7500 تا 4501	6.5	2000 تا 1151	
	8.0	7500 بالای	8.5	2000 بالای	
خارج ساختمان	لازم نیست	-	لازم نیست	-	(۶) TD ≤ 15
	3.3	-	3.3	-	(۷) 40 ≥ TD > 15
	5.0	-	5.0	-	(۷) TD > 40
داخل ساختمان یا در فضاهای کنترل نشده					(۹)

### ب) یادداشت‌های جدول

(۱) مقاومنهای گرمایی (R) ارائه شده مربوط به عایق نصب شده است و مقاومنهای لایه هوا (Film resistance) را شامل نمی‌شود.

حداقل خصامت‌های لازم برای عایق‌کاری، بدون منظور نمودن انتقال بخار آب و تقطیر، از جدول حاصل می‌شود. برای جلوگیری

یا کاهش انتقال بخار آب و تقطیر، ممکن است عایق کاری اضافی، نصب لایه مانع بخار یا هر دو لازم گردد. عایق کاری

کانال‌هایی که برای انتقال هوا گرم و هوای سرد، هر دو، طراحی شده‌اند باید بر اساس مقاومنهای گرمایی بیشتر صورت گیرد.

عایق کاری دیوارهای خارجی ساختمان که به عنوان دیوارهای پلنوم مورد استفاده واقع می‌شود، باید برای بیشترین مقاومنهای

گرمایی انجام پذیرد.

(۲) کانال‌های سرمایی (Cooling ducts) کانال‌هایی هستند که برای انتقال مکانیکی هوای رفت، یا هوای برگشت در سیستم‌های

سرمایی، طراحی شده‌اند.

۲- تاسیسات گرمایی، تهویه هوا و تهویه مطبوع

۵- عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کanal هوا

۴۰ از ۲۲

ANSI/ASHRAE ۸-۷-۵-۲ ضخامت عایق کanal در استانداردهای

کanal های گرمایی (Heating ducts) کanal هایی هستند که برای انتقال مکانیکی هوا رفت، یا هوا برگشت در سیستم های گرمایی، طراحی شده اند. (۳)

دما مبنی ۶۵ درجه فارنهایت (۱۸/۳ درجه سانتیگراد) Annual Cooling Degree Days (۴)

دما مبنی ۶۵ درجه فارنهایت (۱۸/۳ درجه سانتیگراد) Annual Heating Degree Days (۵)

مقاومت عایق (R) برای یک سطح افقی، در دما میانگین  $75^{\circ}\text{F}$  طبق ASTM C518 و بر اساس ضخامت نصب، اندازه گیری شده است. (۶)

TD عبارت است از اختلاف دما (Temperature Difference) در شرایط طراحی، بین فضایی که کanal مورد نظر در آن قرار گرفته و دما هوا داخل کanal. (۷)

عایق با مقاومت بیش از  $3.3(\text{h.ft}^2.^{\circ}\text{F})/\text{Btu}$  برای کanal های فرعی (انشاءهای) با طول کمتر از ۱۰ فوت (۳ متر) ضروری نیست. (۸)

فضاهای کنترل نشده (Unconditioned Spaces) مانند خزیده روها و فضاهای زیر بام ساختمان. (۹)

#### (پ) عایق کاری سیستم های هوارسانی

همه کanal های هوارسانی و پلномها که به عنوان قسمتی از یک سیستم توزیع هوا در تاسیسات گرمایی، تهویه هوا و تهویه مطبوع (HVAC) نصب می گردند. باید طبق خوابط جدول شماره (۸-۷-۵-۲) "الف" عایق گرمایی شوند. به استثنای:

کanal ها، پلnomها یا محفظه هایی (Casings) که به عنوان قسمتی از یک دستگاه تهویه مطبوع، در کارخانه تجهیز، نصب و آزمایش می شود. (۱)

مواردی که محرز گردد گرمای ناشی از سیستم کanal کشی بدون عایق، یا اختلاف گرمایی آن، در افزایش هزینه انرژی ساختمان موثر نیست. (۲)

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۹-۷-۵-۲ تعیین ضخامت عایق کانال

### ۹-۷-۵-۲ تعیین ضخامت عایق کانال

الف) ضخامت عایق مناسب برای نصب عایق گرمایی شبکه‌های کانال‌کشی (Ductwork) و پلنوم‌های هوا باید طبق ضوابط این

قسمت تعیین گردد.

ب) کانال‌های خارج ساختمان

(۱) الزامات عایق کاری کانال‌های نمایان (Exposed) واقع در خارج ساختمان، بسته به مشخصات هوای منطقه مورد نظر و اینکه

عایق برای سیستم سرمایی (Cooling) یا گرمایی (Heating) محاسبه و انتخاب می‌شود، بر اساس روز- درجه سرمایی

(CDD) برای کانال‌های سرمایی و روز- درجه گرمایی (HDD) برای کانال‌های گرمایی مشخص می‌گردد.

(۲) دمای مبنا برای محاسبه روز- درجه، در این قسمت،  $18/3$  درجه سانتیگراد ( $65$  درجه فارنهایت) منظور شده است. اطلاعات

مریبوط به هوای منطقه مورد نظر با مراجعه به آمار معتبر هواشناسی بدست می‌آید. چنانچه نام منطقه مورد نظر در آمار

هواشناسی موجود نباشد از مشخصات هوایی منطقه مشابه می‌توان استفاده نمود.

(۳) در جدول شماره (۹-۷-۵-۲) ب (۳) حداقل مقاومت عایق کانال که بطور نمایان در خارج ساختمان نصب می‌شود، ارائه گردیده

است.

جدول شماره (۹-۷-۵-۲) ب (۳)

حداقل عایق کاری لازم برای کانال‌های خارج ساختمان

TASISAT گرمایی			TASISAT سرمایی		
روز- درجه گرمایی سالانه (AHDD)	مقاومت گرمایی عایق R		روز- درجه سرمایی سالانه (ACDD)	مقاومت سرمایی عایق R	
	$\frac{h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F}{Btu}$	$\frac{m^2 \cdot k}{w}$		$\frac{h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F}{Btu}$	$\frac{m^2 \cdot k}{w}$
زیر ۱۵۰۰	3.3	0.581	زیر ۵۰۰	3.3	0.581
۱۵۰۰ تا ۴۵۰۰	5.0	0.881	۱۱۵۰ تا ۵۰۰	5.0	0.881
۷۵۰۰ تا ۴۵۰۱	6.5	1.145	۲۰۰۰ تا ۱۱۵۱	6.5	1.145
بالای ۷۵۰۰	8.0	1.409	بالای ۲۰۰۰	8.0	1.409

### یادداشت‌های جدول:

- مقادیر مقاومت گرمایی ( $R$ ) در شده در جدول، حداقل مقاومت گرمایی عایق، به تنها، پس از نصب می‌باشد و مقاومت روکش عایق را شامل نمی‌شود.
- در محاسبه مقاومت گرمایی، جلوگیری از انتقال بخار آب و تقطیر (Condensation) ملحوظ نشده است.
- برای جلوگیری یا کاهش انتقال بخار آب و تقطیر، ممکن است عایق کاری اضافی، نصب لایه مانع بخار یا هر دو لازم گردد.
- چنانچه کanal بسته به مورد برای انتقال هوای گرم و هوای سرد، هر دو، طراحی شده باشد، ضخامت عایق آن باید بر اساس مقاومت گرمایی بیشتر محاسبه شود.
- مقادیر مقاومت گرمایی ( $R$ ) برای یک سطح افقی، در دمای میانگین ۲۴ درجه سانتیگراد (۷۵ درجه فارنهایت) و بر اساس ضخامت پس از نصب عایق، محاسبه شده است.
- روز - درجه گرمایی سالانه AHDD .
- روز - درجه سرمایی سالانه ACDD .

(۴) پس از تعیین مقاومت گرمایی،  $R$  (Thermal Resistance) بر اساس جدول، حداقل ضخامت عایق مورد نظر، با توجه به مقاومت گرمایی ویژه آن (Thermal resistivity) به آسانی قابل محاسبه است. (توجه: مقاومت گرمایی ویژه یک عایق، معکوس قابلیت هدایت گرمایی آن است.)

### (۱) کanal‌های داخل ساختمان

الزامات عایق کاری کanal‌های واقع در داخل ساختمان یا فضاهای بسته (Enclosed) تابع مقدار  $\Delta T$  است.  $\Delta T$  عبارت است از اختلاف دمای هوای داخل کanal و هوای محیط اطراف کanal، هر دو در شرایط طراحی. حداقل مقاومت عایق کanal که در داخل ساختمان یا فضاهای بسته نصب می‌شود، در جدول شماره (۹-۷-۵-۲) پ. (۱) ارائه شده است.

### جدول شماره (۹-۷-۵-۲) پ. (۱)

#### حداقل عایق کاری لازم برای کanal‌های واقع در داخل ساختمان یا فضاهای بسته

اختلاف دمای هوای داخل کanal و هوای اطراف کanal ( $^{\circ}\text{F}$ )	TASISAT گرمایی		TASISAT سرمایی	
	مقاومت گرمایی عایق $R$		مقاومت سرمایی عایق $R$	
	$\frac{\text{h.ft}^2.{}^{\circ}\text{F}}{\text{Btu}}$	$\frac{\text{m}^2.\text{k}}{\text{w}}$	$\frac{\text{h.ft}^2.{}^{\circ}\text{F}}{\text{Btu}}$	$\frac{\text{m}^2.\text{k}}{\text{w}}$
$\Delta T \leq 15$	عایق کاری لازم نیست			
$40 \geq \Delta T > 15$	3.3	0.581	3.3	0.581
$\Delta T > 40$	5.0	0.881	5.0	0.881

(۲) مقادیر مقاومت گرمایی ( $R$ ) لازم برای مواد عایق پس از نصب مشخص می‌شود و مقاومت‌های لایه هوا (Air film) را شامل نمی‌شود، ولی اثر فشردگی ناشی از بستن (نصب) عایق را در برمی‌گیرد.

(۳) عموماً فرض بر این است که عایق‌های انعطاف‌پذیر، بر اثر فشرده شدن در زمان نصب روی کانال ۷۵ درصد ضخامت نامی را خواهند داشت، بنابراین ضخامت نامی عایق باید ۲۵ درصد بیشتر نسبت به حداقل ضخامت لازم تعیین شده، انتخاب گردد.

(۴) قابلیت هدایت گرمایی مواد عایق در دمای میانگین ۲۴ درجه سانتیگراد (۷۵ درجه فارنهایت) محاسبه شده است.

(۵) استفاده از جدول شماره (۹-۷-۵-۲) پ. (۱) برای تعیین حداقل عایق کاری لازم برای کانال‌های رفت (Supply Ducts) و کانال‌های برگشت (Return ducts) که در داخل ساختمان یا فضاهای کنترل نشده (Unconditioned spaces) نصب شده اند، صرفاً مبتنی بر محاسبه  $\Delta T$  می‌باشد. اگر چه دماهای طراحی برای کانال‌های رفت، بسته به نوع سیستم انتخابی متفاوت است، ولی بطور عمده، برای سیستم‌های سرمایی در دامنه‌ای از ۱۲/۸ درجه سانتیگراد (۵۵ درجه فارنهایت) تا ۱۵/۶ درجه سانتیگراد (۶۰ درجه فارنهایت) و برای سیستم گرمایی از ۲۹/۴ درجه سانتیگراد (۸۵ درجه فارنهایت) تا ۴۶ درجه سانتیگراد (۱۱۵ درجه فارنهایت) قرار دارند. بر اساس این دماها و اختلاف دماهای مفروض ( $\Delta T$ ) برای طیف متنوعی از محل استقرار کانال‌های رفت و برگشت، حداقل مقاومت عایق لازم محاسبه و در جدول شماره (۹-۷-۵-۲) پ. (۵) بر حسب واحدهای SI و IP درج شده است. در این جدول  $\Delta T$  (و در نتیجه حداقل مقاومت لازم عایق کاری) با توجه به دمای طرح هوای خشک خارج (Design out-door air dry-bulb temperature) محاسبه شده است. برای کانال‌های دفن شده، باید دمای زمین مجاور کانال، برای محاسبه الزامات عایق کاری ملاک طراحی قرار گیرد.

(۶) مقاومت‌های گرمایی ( $R$ ) درج شده در جدول مربوط به عایق نصب شده است. حداقل ضخامت‌های لازم عایق کاری که از جدول حاصل می‌شود، برای کاهش انتقال گرما بوده و مانع انتقال بخار آب و تقطیر نمی‌گردد. برای جلوگیری یا کاهش انتقال بخار آب و تقطیر ممکن است عایق کاری اضافی، نصب لایه مانع بخار (Vapor retarder) یا هر دو لازم گردد.

## جدول شماره (٢-٥-٧-٩) پ (٥)، واحد "SI"

حداقل عایق کاری لازم برای کانال های رفت و کانال های برگشت، واقع در داخل ساختمان یا فضاهای سرپسته، بر حسب دمای طراحی

گرمایی			سرماشی			نوع سیستم	
$\Delta T > 22.2$	$8.3 < \Delta T \leq 22.2$	$\Delta T \leq 8.3$	$\Delta T > 22.2$	$8.3 < \Delta T \leq 22.2$	$\Delta T \leq 8.3$	اختلاف دما	
R-0.881	R- 0.581	لازم نیست	R- 0.881	R-0.581	لازم نیست	محل کanal	نوع کanal
همه دماها			$\geq 29.4$	$< 29.4$		فضای زیر بام (تبویه می شود)	رفت
همه دماها			$\geq 26.7$	$< 26.7$		فضای زیر بام (تبویه نمی شود)	
همه دماها			$\geq 35.0$	$< 35.0$		شفت با خزیده ردو	
همه دماها				همه دماها		پلنوم	
$< 23.9$	$\geq 23.9$			$\geq 21.1$	$< 21.1$	زیر خاک	
$< 0.6$	$\geq 0.6$		$\geq 41.7$	$27.8 - 41.7$	$< 27.8$	فضای زیر بام (تبویه می شود)	
$< 0.6$	$\geq 0.6$		$\geq 38.9$	$25.0 - 38.9$	$< 25.0$	فضای زیر بام (تبویه نمی شود)	
$< 0.6$	$\geq 0.6$		$\geq 47.2$	$33.3 - 47.2$	$< 33.3$	شفت با خزیده ردو	
$< 0.6$	$\geq 0.6$		$\geq 47.2$	$33.3 - 47.2$	$< 33.3$	پلنوم	
	$< 14.4$	$\geq 14.4$			همه دماها	زیر خاک	

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا  
 ۹-۷-۵-۲ تعیین ضخامت عایق کانال

۴۰ از ۲۷

### جدول شماره (۹-۷-۵-۲) پ (۵) "IP"

حداقل عایق کاری لازم برای کانال های رفت و کانال های برگشت، واقع در داخل ساختمان یا فضاهای سریسته، بر حسب دمای طراحی

گرمایی			سرمایی			نوع سیستم	
$\Delta T > 40$	$15 < \Delta T \leq 40$	$\Delta T \leq 15$	$\Delta T > 40$	$15 \leq \Delta T < 40$	$\Delta T \leq 15$	اختلاف دما	
R -5.0	R - 3.3	لازم نیست	R -5.0	R - 3.3	لازم نیست	محل کانال	نوع کانال
همه دماها			$\geq 85$	$< 85$		فضای زیر بام (تهویه می شود)	
همه دماها			$\geq 80$	$< 80$		فضای زیر بام (تهویه نمی شود)	
همه دماها			$\geq 95$	$< 95$		شفت یا خزیده رو	
همه دماها				همه دماها		پلنوم	
$< 75$	$\geq 75$			$\geq 70$	$< 70$	زیر خاک	
$< 33$	$\geq 33$		$\geq 107$	82 – 107	$< 82$	فضای زیر بام (تهویه می شود)	
$< 33$	$\geq 33$		$\geq 102$	77 – 102	$< 77$	فضای زیر بام (تهویه نمی شود)	
$< 33$	$\geq 33$		$\geq 117$	92 – 117	$< 92$	شفت یا خزیده رو	
$< 33$	$\geq 33$		$\geq 117$	92 – 117	$< 92$	پلنوم	
	$< 58$	$\geq 58$			همه دماها	زیر خاک	

واحد دما، درجه فارنهایت ( $^{\circ}\text{F}$ )

$$\text{واحد مقاومت گرمایی (R)} = \frac{\text{ساعت} \times \text{فوت مربع} \times \text{درجه فارنهایت}}{(\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{F}) / \text{Btu}}$$

## (۶) مفروضات جدول شماره (۹-۷-۵-۲) ب (۵) عبارت است از،

- دمای هوای کانال رفت در سیستم سرمایی، ۱۲/۸ درجه سانتیگراد (۵۵ درجه فارنهایت)
- دمای هوای کانال برگشت در سیستم سرمایی، ۲۵ درجه سانتیگراد (۷۷ درجه فارنهایت)
- دمای هوای کانال رفت در سیستم گرمایی، ۴۶/۱ درجه سانتیگراد (۱۱۵ درجه فارنهایت)
- دمای هوای کانال برگشت در سیستم گرمایی، ۲۲/۸ درجه سانتیگراد (۷۳ درجه فارنهایت)
- دمای هوای فضاهای زیر بام، با تعویض هوا، ۵/۶ درجه سانتیگراد (۱۰ درجه فارنهایت) گرمتر از دمای هوای خارج در اوج بار سرمایی.
- دمای هوای فضای زیر بام که تهویه نمی‌شود، ۸/۳ درجه سانتیگراد (۱۵ درجه فارنهایت) گرمتر از دمای هوای خارج در اوج بار سرمایی.
- دمای شفت‌ها و خزیده‌روها برابر دمای هوای خارج در اوج بار، سرمایی و گرمایی.
- دمای فضاهای زیر بام (تهویه بشود یا نشود) برابر دمای هوای خارج در اوج بار گرمایی.

در شکل (۹-۷-۵-۲) "ت" آرایش محل استقرار و عنوان کانالهای رفت، برگشت و تخلیه مورد استفاده در ساختمان و هماهنگ با جدول شماره (۹-۷-۵-۲) "پ" (۵) نشان داده شده است. عایق کاری هر کانال، بسته به محل استقرار آن، به شرح زیر تعریف می‌شود. شماره ردیف‌های زیر با شماره‌های داخل شکل مطابقت دارد.

## (۱) محفظه دستگاه‌ها و پلنوم‌ها

عایق کاری دستگاه‌ها و تجهیزات تهویه مطبوع در کارخانه و همچنین محفظه (Casings) آنها و پلنوم‌هایی که در کارخانه عایق می‌شوند، خارج از ضوابط این قسمت می‌باشد. این استثنای پلنوم‌ها و سیستم‌های تولید شده در کارگاه را شامل نمی‌شود. این سیستم‌ها باید طبق ضوابط این قسمت عایق شوند. فضاهای تاسیساتی (Mechanical rooms) که به عنوان پلنوم‌های اختلاط هوا، دیوارهای خارجی دارند، طبق مشخصات داده شده برای کانال‌های برگشت واقع در خارج ساختمان، عایق کاری می‌شوند.

(۲) کanal های تخلیه

کanal های تخلیه، چنانچه عایق کاری آنها تاثیری بر مصرف انرژی ساختمان نداشته باشد، عموماً نیاز به عایق کاری ندارند.

(۳) کanal های رفت و برگشت واقع در فضاهای زیربام، با تعویض هوا (تهویه)

این کanal ها در فضاهایی در زیربام (Attics) قرار دارند که تعویض هوا (تهویه) می شود.

- عایق کanal های رفت

در بیشتر موارد این کanal ها باید با عایقی به مقاومت گرمایی (R) حداقل  $5.0(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.881\text{m}^2.\text{k/w}$  عایق شوند. چنانچه کاربرد این کanal ها فقط برای هوای سرد بوده و دمای (خشک) طراحی فضاهایی که کanal در آن قرار دارد، کمتر از ۲۹/۴ درجه سانتیگراد (۸۵ درجه فارنهایت) باشد، از عایق با مقاومت گرمایی  $3.3(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.581\text{m}^2.\text{k/w}$  می توان استفاده نمود.

۲- تاسیسات گرمایی، تهویض هوا و تهییه مطبوع

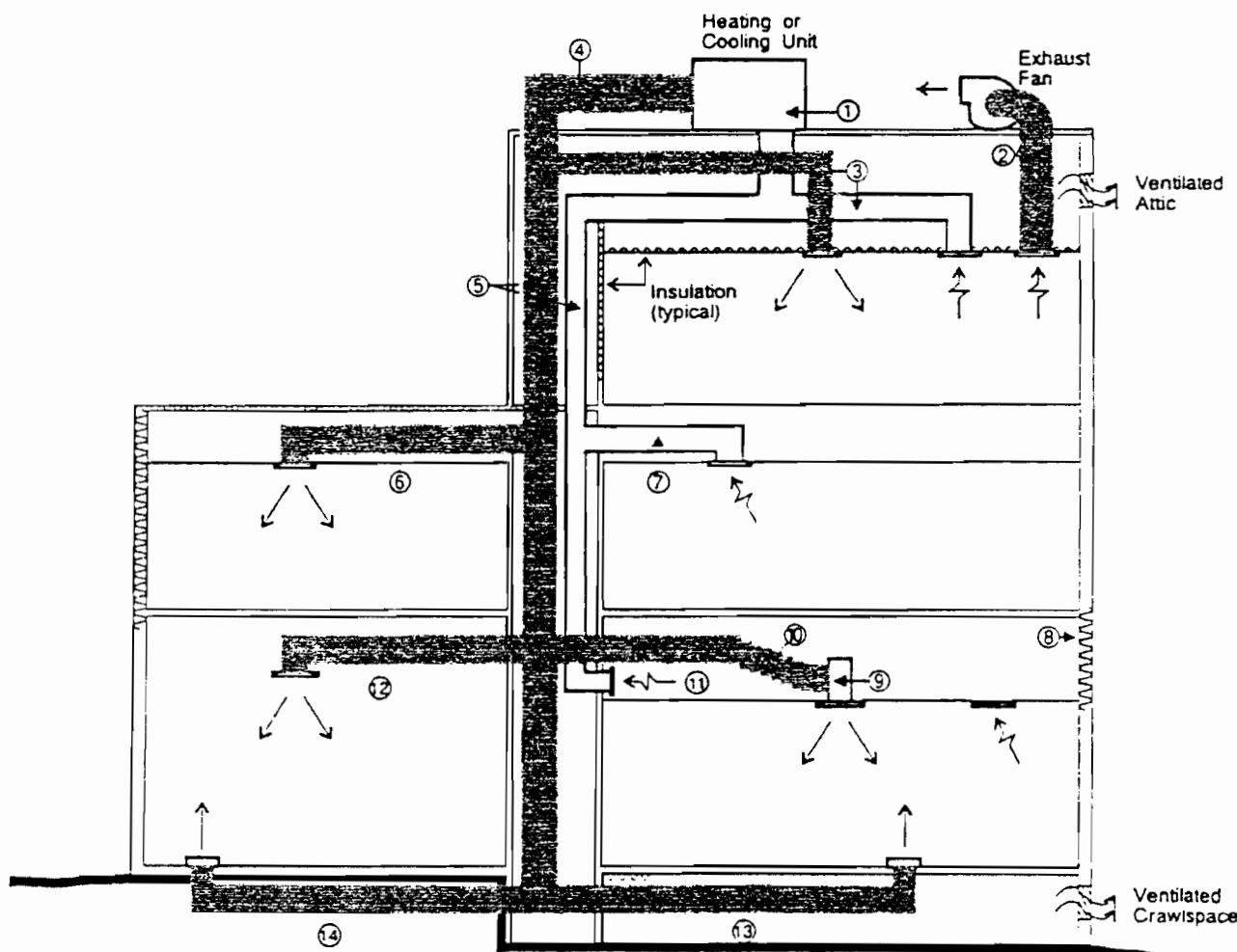
۵-۲ عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۹-۷-۵-۲ تعیین خدمات عایق کانال

شکل شماره (۹-۷-۵-۲) ت

آرایش محل استقرار و عنوان کانال های رفت، برگشت و تخلیه در ساختمان



(Insulation of unit casing)

۱) عایق کاری محفظه دستگاه

(Exhaust)

۲) تخلیه

(Supply and return in vented attic)

۳) رفت و برگشت در فضاهای زیر بام، با تهویض هوا

(Supply on exterior of building)

۴) رفت در خارج ساختمان

(Supply and return in shaft)

۵) رفت و برگشت در شفت

(Supply in unvented attic)

۶) رفت در فضاهای زیر بام، بدون تهویض هوا

(Return in indirectly conditioned ceiling space)

۷) برگشت در فضای داخل سقف کاذب، که غیر مستقیم کنترل می شود.

(Exterior wall of return plenum)

۸) دیواره خارجی پلنوم برگشت

(Supply outlet in plenum)

۹) خروجی رفت در پلنوم

(Supply runout in plenum)

۱۰) انشعاب رفت در پلنوم

(Supply in plenum)

۱۱) رفت در پلنوم

(Supply in conditioned space)

۱۲) رفت در فضای کنترل شونده

(Supply in vented crawlspace)

۱۳) رفت در خزیده رو، با تهویض هوا

(Buried supply)

۱۴) رفت زیر خاک (مدفون)

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کanal هوا

۹-۷-۵-۲ تعیین ضخامت عایق کanal

### - عایق کanal های برگشت

عایق کاری این کanal ها بسته به شرایط زیر تغییر می کند.

- در کanal های ( فقط) با هوای سرد، چنانچه دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal کمتر از ۲۷/۸ درجه سانتیگراد (۸۲ درجه فارنهایت) باشد، عایق کاری لازم نیست.
- در کanal های هوای گرم با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal، بیش از ۵۶/۰ درجه سانتیگراد (۳۳ درجه فارنهایت)، عایق با مقاومت گرمایی  $3.3(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.581m^2 \cdot k/w$ ) باید نصب گردد.
- در کanal های هوای سرد با دمای طراحی فضای استقرار کanal، بین ۲۷/۸ و ۴۰/۶ درجه سانتیگراد (۸۲ و ۱۰۷ درجه فارنهایت) عایق با مقاومت گرمایی  $3.3(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.581m^2 \cdot k/w$ ) باید نصب گردد.
- در کanal های هوای گرم با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal، کمتر از ۵۶/۰ درجه سانتیگراد (۳۳ درجه فارنهایت)، عایق با مقاومت گرمایی  $5.0(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.881m^2 \cdot k/w$ ) باید نصب گردد.
- در کanal های هوای سرد با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal، بیش از ۴۰/۶ درجه سانتیگراد (۱۰۷ درجه فارنهایت) عایق با مقاومت گرمایی  $5.0(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.881m^2 \cdot k/w$ ) باید نصب شود.

### (۴) کanal های رفت و برگشت واقع در خارج ساختمان

چگونگی عایق کاری کanal های روکار (Exposed) واقع در خارج ساختمان، با توجه به شرایط هوای منطقه مورد نظر مشخص می شود. در تمام حالات، حداقل مقاومت عایق، بر اساس روز - درجه سرمایی، با مبنای  $18/3$  درجه سانتیگراد (۶۵ درجه فارنهایت) در کanal های رفت و برگشت با هوای سرد، و بر اساس روز - درجه گرمایی، با مبنای  $18/3$  درجه سانتیگراد (۶۵ درجه فارنهایت) در کanal های رفت و برگشت با هوای گرم محاسبه می شود.

### (۵) کanal رفت و برگشت واقع در شفت

این کanal ها در فضای کنترل نشده (Unconditioned) مانند حالت (۳) قرار دارند. در مواردی که دماهای طراحی فضای شفت، از روی محاسبات بار قبل دست یابی نباشد، می توان آن را تزدیک به شرایط هوای خارج (در شرایط طراحی) در اوج بار، برای هر دو حالت با هوای سرد و یا هوای گرم فرض نمود.

### - عایق کanal های رفت

در بیشتر موارد کanal های رفت باید با عایقی به مقاومت حداقل  $5.0(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.881m^2 \cdot k/w$ ) عایق شوند. چنانچه کاربرد این کanal ها فقط برای هوای سرد و دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal کمتر از ۳۵ درجه سانتیگراد (۹۵ درجه

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۹-۷-۵-۲ تعیین خدمات عایق کانال

۴۰ از ۳۲

فارنهایت) باشد، از عایق با مقاومت گرمایی  $0.581\text{m}^2\cdot\text{k/w}\cdot\text{F/Btu}$  (3.3) می‌توان استفاده نمود.

### - عایق کانال‌های برگشت

عایق کاری این کانال‌ها بسته به شرایط زیر تغییر می‌کند.

• در کانال‌های ( فقط) با هوا سرد، چنانچه دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کانال کمتر از  $33/3$  درجه سانتیگراد (۹۲

درجه فارنهایت) باشد، عایق کاری لازم نیست.

• در کانال‌های هوا گرم با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کانال، بیش از  $56/0$  درجه سانتیگراد (۳۳ درجه

فارنهایت)، عایق با مقاومت گرمایی  $0.581\text{m}^2\cdot\text{k/w}\cdot\text{F/Btu}$  (3.3) باید نصب گردد.

• در کانال‌های هوا سرد با دمای طراحی فضای استقرار کانال، بین  $33/3$  و  $47/2$  درجه سانتیگراد (۹۲ و ۱۱۷ درجه

فارنهایت) عایق با مقاومت گرمایی  $0.581\text{m}^2\cdot\text{k/w}\cdot\text{F/Btu}$  (3.3) باید نصب گردد.

• در کانال‌های هوا گرم با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کانال، کمتر از  $56/0$  درجه سانتیگراد (۳۳ درجه

فارنهایت)، عایق با مقاومت گرمایی  $0.881\text{m}^2\cdot\text{k/w}\cdot\text{F/Btu}$  (5.0) باید نصب گردد.

• در کانال‌های هوا سرد با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کانال، بیش از  $47/2$  درجه سانتیگراد (۱۱۷ درجه

فارنهایت) عایق با مقاومت گرمایی  $0.881\text{m}^2\cdot\text{k/w}\cdot\text{F/Btu}$  (5.0) باید نصب شود.

### (۶) کانال‌های رفت و برگشت در فضاهای زیر بام، بدون تعویض هوا

در این حالت کانال‌ها در فضاهای بدون تعویض هوا، در زیر بام قرار دارند. دمای این فضاهای غالباً در محاسبات بار، تعیین

می‌گردد. چنانچه از این طریق امکان پذیر نباشد، باید تخمین زده شود.

### - عایق کانال‌های رفت

در بیشتر موارد این کانال‌ها باید با عایقی به مقاومت حداقل  $5.0(\text{h.ft}^2\cdot\text{F/Btu})\cdot(0.881\text{m}^2\cdot\text{k/w})$  عایق شوند. چنانچه

کاربرد این کانال‌ها فقط برای هوا سرد بوده و دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کانال، کمتر از  $26/7$  درجه سانتیگراد (۸۰

درجه فارنهایت) باشد، از عایق با مقاومت گرمایی  $0.581\text{m}^2\cdot\text{k/w}\cdot\text{F/Btu}$  (3.3) می‌توان استفاده نمود.

### - عایق کانال‌های برگشت

عایق کاری این کانال‌ها بسته به شرایط زیر تغییر می‌کند.

• در کانال‌های ( فقط) با هوا سرد، چنانچه دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کانال، کمتر از  $25$  درجه سانتیگراد (۷۷

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۲-۵ عایق کاری

۲-۷-۵ عایق کاری کانال هوا

۲-۷-۵-۹ تعیین ضخامت عایق کانال

درجه فارنهایت) باشد، عایق کاری لازم نیست.

- در کanal های هوای گرم با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal، بیش از ۵۶/۰ درجه سانتیگراد (۳۳ درجه فارنهایت)، عایق با مقاومت گرمایی  $3.3(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.581m^2 \cdot k/w$ ) باید نصب شود.

- در کanal های هوای سرد با دمای طراحی فضای استقرار کanal بین ۲۵ و ۳۸/۹ درجه سانتیگراد (۷۷ و ۱۰۲ درجه فارنهایت) عایق با مقاومت گرمایی  $3.3(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.581m^2 \cdot k/w$ ) باید نصب گردد.

- در کanal های هوای گرم با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal، بیش از ۵۶/۰ درجه سانتیگراد (۳۳ درجه فارنهایت)، عایق با مقاومت گرمایی  $5.0(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.881m^2 \cdot k/w$ ) باید نصب شود.

- در کanal های هوای سرد با دمای طراحی فضای استقرار کanal بیش از ۳۸/۹ درجه سانتیگراد (۱۰۲ درجه فارنهایت) عایق با مقاومت گرمایی  $5.0(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.881m^2 \cdot k/w$ ) باید نصب گردد.

#### (۷) کanal های رفت و برگشت واقع در فضای داخل سقف کاذب، که غیرمستقیم کنترل می شود.

این حالت مشابه حالت (۶) است، با این تفاوت که دمای فضای داخل سقف کاذب اساساً برابر دمای فضای مجاور برای کanal های با هوای گرم و کمی بیش از دمای مجاور برای کanal های با هوای سرد، به علت گرمای ناشی از چراغ های توکار می باشد. به طور کلی، کanal های رفت و برگشت واقع در این فضاهای نیاز به عایق کاری ندارند.

#### (۸) دیواره های خارجی پلنوم برگشت

در این حالت، فضای داخل سقف کاذب به عنوان پلنوم برگشت مورد استفاده قرار می گیرد. دیواره خارجی این فضا که در معرض هوای خارج می باشد، بر دمای هوای برگشت اثر قابل توجهی دارد. این دیواره باید با بیشترین مقدار مقاومت گرمایی حاصل از جدول شماره (۹-۵-۲) ب (۳) مربوط به کanal های واقع در خارج ساختمان، عایق شود.

#### (۹) خروجی کanal رفت واقع در پلنوم برگشت

خروجی هوا (Air outlet) قسمتی از سیستم کanal رفت می باشد، بنابراین باید مانند کanal های رفت عایق شود، (حالت ۱۱).

#### - عایق کanal های رفت

- با توجه به جدول شماره (۹-۵-۲) ب (۵)، کanal های رفت چنانچه برای هوای گرم مورد استفاده قرار گیرند، باید با عایقی به مقاومت حداقل  $5.0(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.881m^2 \cdot k/w$ ) عایق شوند.

- در کanal های فقط برای هوای سرد ممکن است از عایق با مقاومت گرمایی  $3.3(h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F)/Btu$  یا ( $0.581m^2 \cdot k/w$ )

استفاده شود.

معمولًاً اغلب پلنوم‌های رفت با یک لایه داخلی (Liner) به ضخامت یک دوم اینچ عایق می‌شوند. عایق کاری اضافی باید با توجه به مشخصات داده شده انجام گردد.

#### (۱۰) کانال‌های فرعی رفت واقع در پلنوم برگشت

برای عایق کاری کانال‌های فرعی، به طول حداقل ۳ متر (۱۰ فوت) عایقی به مقاومت گرمایی  $3.3(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  کافی است. برای عایق کاری کانال‌های انعطاف‌پذیر (Flexible) می‌توان از عایقی به مقاومت تقریبی  $4.0(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.704\text{m}^2.\text{K/w}$  و به ضخامت یک اینچ استفاده نمود. نصب عایق به ضخامت دو اینچ، برای کانال‌های انعطاف‌پذیر، معمول نیست. این استثنای حتی در مواردی که استفاده از عایق به مقاومت  $5.0(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.881\text{m}^2.\text{k/w}$  لازم باشد، به قوت خود باقی است.

#### (۱۱) کانال‌های رفت واقع در پلنوم برگشت

در مورد کانال‌های رفت واقع در پلنوم برگشت،  $\Delta T$ ، اختلاف دمای هوا رفت و هوای برگشت می‌باشد. معمولاً دما در یک پلنوم برگشت  $5/0$  تا  $11/11$  درجه سانتیگراد (۱۱ تا ۲ درجه فارنهایت) گرمتر از دمای فضای محیط (به علت گرمای ناشی از چراغ‌ها) می‌باشد.

#### - عایق کانال‌های رفت

با توجه به جدول شماره (۹-۷-۵-۲) پ (۵)، چنانچه کانال‌های رفت در سیستم‌های گرمایی مورد استفاده قرار گیرند، با عایقی به مقاومت حداقل  $5.0(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.881\text{m}^2.\text{k/w}$  باید عایق شوند. و چنانچه فقط در سیستم‌های سرمایی به کار روند، می‌توان از مقاومت  $3.3(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.581\text{m}^2.\text{k/w}$  استفاده کرد.

#### (۱۲) کانال‌های رفت و کانال‌های برگشت واقع در فضاهای کنترل شده

کانال‌های رفت و کانال‌های برگشت واقع در فضاهای کنترل شده (Conditioned spaces) نیاز به عایق کاری ندارند. از نظر کاربردی، چنانچه کانال‌های سرمایی از نزدیکی نواحی با رطوبت بالا عبور می‌کنند، عایق کاری آنها به منظور پیشگیری از تقطیر، لازم است.

#### (۱۳) کانال‌های رفت و کانال‌های برگشت واقع در خزیده‌روهای با تعویض هوا

این مورد مشابه کانال‌های واقع در فضاهای زیر بام، با تعویض هوا (حالت ۳) است. چون هوا فضا تعویض می‌شود و احتمال

این که در معرض تابش شدید خورشید قرار گیرد ناچیز است. دمای خزیده روها خیلی نزدیک به دمای خارج می باشد.

### - عایق کanal های رفت

در بیشتر موارد این کanal ها باید حداقل با عایقی به مقاومت گرمایی  $5.0(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.881\text{m}^2.\text{k/w}$  عایق شوند. چنانچه این کanal ها فقط در سیستم سرمایی مورد استفاده قرار گیرند و دمای (خشک) طراحی کمتر از ۳۵ درجه سانتیگراد (۹۵ درجه فارنهایت) باشد، استفاده از عایق با مقاومت گرمایی  $3.3(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.581\text{m}^2.\text{k/w}$  کافی است.

### - عایق کanal های برگشت

عایق کاری این کanal ها بسته به موارد زیر متغیر است..

- در کanal های (فقط) با هوای سرد، و دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal، کمتر از  $\frac{33}{3}$  درجه سانتیگراد (۹۲ درجه فارنهایت) باشد، عایق کاری لازم نیست.

در کanal های هوای گرم با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal، بیش از  $\frac{56}{5}$  درجه سانتیگراد (۳۳ درجه فارنهایت)، عایق با مقاومت گرمایی  $3.3(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.581\text{m}^2.\text{k/w}$  باید نصب شود.

در کanal های هوای سرد با دمای طراحی فضای استقرار کanal بین  $\frac{33}{3}$  و  $\frac{47}{2}$  درجه سانتیگراد (۹۲ و ۱۱۷ درجه فارنهایت) عایق با مقاومت گرمایی  $3.3(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.581\text{m}^2.\text{k/w}$  باید نصب گردد.

در کanal های هوای گرم با دمای (خشک) طراحی فضای استقرار کanal، کمتر از  $\frac{56}{5}$  درجه سانتیگراد (۳۳ درجه فارنهایت)، عایق با مقاومت گرمایی  $5.0(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.881\text{m}^2.\text{k/w}$  باید نصب شود.

در کanal های هوای سرد با دمای طراحی فضای استقرار کanal بیش از  $\frac{47}{2}$  درجه سانتیگراد (۱۱۷ درجه فارنهایت) عایق با مقاومت گرمایی  $5.0(\text{h.ft}^2.\text{°F})/\text{Btu}$  یا  $0.881\text{m}^2.\text{k/w}$  باید نصب گردد.

### (۱۴) کanal های رفت و کanal های برگشت واقع در زیرزمین (زیر خاک)

مقدار عایق لازم برای کanal های واقع در زیرزمین (مدفون) وابسته به دمای زمین است. اگرچه زمین شرایط یک فضای کنترل نشده (Unconditioned space) را ندارد و معمولاً خارج از ساختمان است. ولی کanal های زیر خاک مانند کanal های روکار به طور مستقیم در معرض تابش خورشید و بارهای گرمایی دیگر نیستند. عملاً می توان این حالت را به کanal های واقع در فضاهای کنترل نشده (نشست به کanal های روی بام) نزدیک تر دانست.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۹-۷-۵-۲ تعیین ضخامت عایق کانال

### - عایق کانال های رفت

با توجه به جدول شماره (۹-۷-۵-۲) پ (۵)، چگونگی عایق کاری برای کانال های رفت، بسته به موارد زیر متغیر است.

- در کانال های ( فقط ) هوای سرد چنانچه دمای طراحی زمین کمتر از ۲۱/۱ درجه سانتیگراد ( ۷۰ درجه فارنهایت ) باشد،

عایق کاری لازم نیست.

- در کانال های هوای سرد با دمای طراحی زمین بیش از ۲۱/۱ درجه سانتیگراد ( ۷۰ درجه فارنهایت ) یا در کانال های هوای

گرم با دمای طراحی زمین بیش از ۲۳/۹ درجه سانتیگراد ( ۷۵ درجه فارنهایت ) عایق با مقاومت گرمایی

$0.581 \text{m}^2 \cdot \text{k/w}$  یا  $3.3(\text{h.ft}^2 \cdot {}^\circ\text{F})/\text{Btu}$

- در کانال های گرمایی با دمای طراحی زمین کمتر از ۲۳/۹ درجه سانتیگراد ( ۷۵ درجه فارنهایت )، عایق با مقاومت گرمایی

$0.881 \text{m}^2 \cdot \text{k/w}$  یا  $5.0(\text{h.ft}^2 \cdot {}^\circ\text{F})/\text{Btu}$

### - عایق کانال های برگشت

عایق کاری کانال های گرمایی برگشت، در صورتی لازم است که دمای طراحی زمین کمتر از  $14/4$  درجه سانتیگراد ( ۵۸ درجه

فارنهایت ) باشد. در این حالت عایق با مقاومت گرمایی  $0.881 \text{m}^2 \cdot \text{k/w}$  یا  $5.0(\text{h.ft}^2 \cdot {}^\circ\text{F})/\text{Btu}$  مشخص شده است.

## ۲-۵-۱۰ نصب عایق کانال

### الف) ملاحظات کلی

(۱) دامنه دمای هوای کانال‌های تهویه مطبوع (Air-conditioning ducts) مورد نظر در این قسمت از ۵ تا حدود ۵۰ درجه سانتیگراد (۴۱ تا ۱۲۲ درجه فارنهایت) می‌باشد.

(۲) عایق کاری باید برای سیستم کانال‌کشی (Ductwork)، فن‌ها، مبدل‌های گرمایی (Heat exchangers)، جعبه‌های فیلتر (Filter casings) و سایر قسمتهای سیستم، که هوای کنترل شده را انتقال می‌دهند، اجرا گردد.

(۳) کانال‌های هوای بیرون (outdoor-air ducts) و کانال‌های تخلیه (Exhaust ducts) که حاوی هوای گرم هستند، معمولاً نیاز به عایق کاری ندارند، مگر آنکه گرمای سطوح خارجی کانال موجب افزایش بار سرمایی فضاهای داخلی شود. در صورت پیش‌بینی بازیافت انرژی (Heat recovery) ممکن است کانال تخلیه هوای گرم و نیز کانال هوای بیرون، نیاز به عایق داشته باشد.

(۴) به منظور حفاظت افراد و همچنین ذخیره گرما، باید پلنوم کانال‌های هوای گرم عایق شود.

(۵) در عایق کاری سیستم کانال‌کشی، عایق و روکش آن باید در نزدیکی دستگاه‌ها (Instruments). دتکتورها (Detectors)، دمپرهایی که توسط چرخ دنده عمل می‌کنند و تجهیزاتی که باز و بسته شدن دمپرهای دمپرها را میسر می‌سازند، به نحو مطلوبی خاتمه باید. عایق و روکش آن باید همچنین در نزدیکی دریچه‌های لولا دار یا قابل برداشت و دریچه‌های دسترسی (Access opening) پایان یابد.

(۶) اگر چه به طور معمول کانال‌ها فلزی هستند ولی ممکن است با توجه به دامنه دما و سایر عوامل محدود کننده (از جمله ایجاد دود زیاد هنگام آتش‌سوزی) کانال‌هایی با استفاده از عایق‌های تخته‌ای غیر آلی (Inorganic insulating board)، ورق‌های (Glass-Reinforced Plastics) GRP، عایق‌های قطعه‌ای (Insulating slabs) از الیاف معدنی، روکش شده با فویل آلومینیومی یا ورق‌های شکل‌بزیر غیر فلزی ساخته شود.

(۷) کانال‌های تهویه مطبوع که خود از مواد عایق مانند عایق‌های تخته‌ای (Boards) یا عایق‌های قطعه‌ای روکش‌دار ساخته شده‌اند، نیازی به عایق کاری ندارند.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵- عایق کاری

۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا

۱۰-۵-۲ نصب عایق کانال

۴۰ از ۲۸

(۸) خطرات بالقوه آتش باید مورد توجه قرار گیرد، به ویژه در مورد کانال‌های قائم نزدیک به دودکش‌ها که در معرض آسیب بیشتری هستند.

(۹) عایق‌هایی که در سطح بیرونی کانال‌های واقع در داخل ساختمان نصب می‌شود معمولاً به شکل عایق‌های قطعه‌ای (Slabs) از الیاف معدنی بهم پیوسته، یا الیاف معدنی انعطاف‌پذیر، عایق‌های قطعه‌ای نیمه سخت یا سخت از پلیمرهای آلی، چوب پنبه، یا از جنس اکسیدمنیزیوم یا سیلیکات کلسیم می‌باشد. چنانچه روکش کردن سطح بیرونی این عایق‌ها پس از نصب، با فویل آلومینیومی لازم باشد، پیمانکاران نصب عایق باید نسبت به خدمات ناشی از تماس با فویل آگاه بوده و موارد ایمنی را رعایت نمایند.

(۱۰) برای کانال‌های گرد یا کانال‌های کوچک چهارگوش، می‌توان عایق‌های انعطاف‌پذیر را به آسانی دور کانال پیچید و آنها را با نوارهای فلزی (Bands) در محل خود ثابت کرده و در صورت لزوم و به منظور جلوگیری از پاره شدن عایق در گوشها از محافظه‌های نبشی شکل استفاده نمود، ولی در مورد کانال‌های قائم، چنانچه احتمال سر خوردن باشد، باید از ضمایم جوشی مانند پیج یا میخ بدون سر استفاده شود. (چنانچه محدودیت دما اجازه دهد بجای جوش ممکن است از چسب مناسب استفاده گردد). برای کانال‌های چهارگوش بزرگتر، استفاده از عایق‌های پیش‌ساخته آسان‌تر است. با توجه به محدودیت دما و با استفاده از چسب مناسب می‌توان آنها را به بدنه بیرونی کانال چسباند و یا آنها را با فشار روی ضمایم تعبیه شده در سطح کانال نصب کرد.

(۱۱) کانال‌های تهویه مطبوع واقع در خارج ساختمان، ابتدا باید سطوح فلزی کانال با دو لایه قیر، یا رنگ مناسب، اندود شود، سپس با عایق پیش‌ساخته مناسب و یک روکش رطوبت ناپذیر (Water proof) عایق کاری شود.

(۱۲) نصب عایق در داخل کانال‌های تهویه مطبوع معمولاً به دو منظور انجام می‌شود، ۱- هنگامی که نیاز به تاسیسات ویژه و بی‌صدا باشد. ۲- کاهش صدا به میزان معینی مورد نظر باشد. در این موارد یک روکش بیرونی خاص لازم نیست، اگر چه سطح بیرونی کانال باید رنگ‌آمیزی گردد. انتخاب لایه یا اندود بیرونی تابع دمای سطح و نقطه شینم هوای محیط است. برای کاهش صدا، به صورت ویژه، عایق کاری داخلی باید با لایه نازک پلاستیکی (Plastics film)، منسوجاتی از الیاف شیشه، ورقهای فلزی یا تخته‌های مشبک (سوراخ‌دار) پوشانده شود. اندازه سوراخ‌ها و خشامت مواد عایق باید به نحوی طراحی شود تا با دامنه فرکانس صوتی که لازم است کاهش یابد مناسب باشد. برای شرایطی که سرعت هوا (در کانال) زیاد باشد، مطلوب آن است که سرفراز از ورقهای فلزی، روکش شده با یک لایه مناسب، استفاده شود. تمام فواصل و اتصال‌ها باید به اندازه کافی درزیندی شود تا از کنده شدن الیاف عایق توسط جریان هوا جلوگیری نماید.

عایق داخلی و سایر پوشش‌ها و روکش‌های مربوط به آن باید مقاومت کافی در برابر انتشار شعله را دارا بوده و از نوعی نباشد که انر آتش‌سوزی و قرار گرفتن در معرض جریان هوا، دود زیاد یا سایر گازهای سمی تولید نماید.

(ب) کanal های غیر نمایان و غیر قابل دسترس

(۱) عایق‌های قطعه‌ای از الیاف معدنی بهم پیوسته (Bonded mineral – fibre slabs) یا عایق‌های انعطاف‌پذیر (Flexible mats) با روکش کارخانه‌ای از فویل آلومینیومی یا لایه پلاستیک که با استفاده از چسب مناسب (بسته به محدوده دما) یا ضمایم جوشی روی سطح کanal نصب و سپس با مفتول گالوانیزه یا توری گالوانیزه محکم می‌شود.

(۲) عایق‌های قطعه‌ای پیش‌ساخته از اکسید منیزیم یا سیلیکات کلسیم با روکش آلومینیومی که با فشار روی ضمایم جوش شده (یا چسبانده شده) به سطح کanal نصب، و با نوار چسب درزبندی می‌شود.

(۳) عایق‌های قطعه‌ای از پلیمرهایآلی (مناسب با محدوده دما) با روکش کارخانه‌ای از فویل آلومینیومی یا پلاستیک، که با مفتول یا توری گالوانیزه روی سطح کanal نصب و محکم می‌شود.

(۴) عایق‌های قطعه‌ای پیش‌ساخته از الیاف معدنی بهم پیوسته، مانند اکسید منیزیم یا سیلیکات کلسیم، با روکش پارچه‌ای نخی به جرم ۲۷۰ گرم بر متر مربع که به سطح عایق چسبانده و با دو دست از یک امولسیون آب بند مناسب، اندود می‌گردد.

(۵) عایق‌های قطعه‌ای پیش‌ساخته از الیاف معدنی، که با استفاده از چسب یا ضمایم جوشی به سطح کanal نصب و سپس با نوارهایی از کاغذ کرافت، تقویت شده با فویل فلزی، و با همپوشانی حداقل ۵۰ میلیمتر دور عایق بسته می‌شود. باید دقت شود که کاغذ کرافت درزهای بین قطعات عایق را به نحو مطلوب پوشاند.

(پ) کanal های نمایان و غیر قابل دسترس

(۱) مانند (۱۰-۷-۵-۲) ب (۲) و (۳) یا (۴) با این تفاوت که برای هماهنگی با محیط بایدرنگ آمیزی مناسب شود.

(۲) مانند (۱۰-۷-۵-۲) ب (۱) یا (۲)، به علاوه، لازم است در توری گالوانیزه با چشممه‌های ۲۵ میلیمتر محصور و با سیمان خودگیر به ضخامت ۱۰ میلیمتر پوشش مضاعف گردد (این ضخامت لایه مربوط است، ضخامت نهایی لایه پس از خشک شدن باید تقریباً ۶ میلیمتر شود) پس از خشک شدن با دو لایه امولسیون مناسب درزبندی و مقاوم در برابر آب گردد.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵-۲ عایق کاری  
 ۷-۵-۲ عایق کاری کانال هوا  
 ۱۰-۷-۵-۲ نصب عایق کانال

(۳) مانند (۱۰-۷-۵-۲) ب (۱) با این تفاوت که یک لایه تزئینی یا یک ترکیب تقویتی روی آن پاشیده شود.

ث) کانال‌های واقع در موتورخانه یا سایر مکان‌هایی که احتمال روزارویی با صدمات مکانیکی وجود دارد.

(۱) مانند (۱۰-۷-۵-۲) ب (۱)، (۲) یا (۳) با این تفاوت که در یک روکش از ورق آلومینیومی به ضخامت ۸/۰ میلیمتر یا ورق فولادی گالوانیزه به ضخامت ۶/۰ میلیمتر قرار گرفته و به کمک پرج یا پیچ خودکار بسته شود.

(۲) عایق‌های قطعه‌ای از الیاف معدنی، یا عایق‌های پیش‌ساخته از اکسید منیزیم یا اکسید کلسیم که توسط توری با چشممه‌های ۲۵ میلیمتر پوشیده شده و با استفاده از سیمان خودگیر به ضخامت حداقل ۱۰ میلیمتر (ضخامت نهایی این لایه پس از خشک شدن باید تقریباً ۶ میلیمتر شود) روکش مضاعف گردد. این روکش پس از خشک شدن باید با دو لایه امولسیون پلیمری اندوed شود.

ث) کانال‌های واقع در خارج ساختمان و در معرض هوا

(۱) مانند (۱۰-۷-۵-۲) ب (۱) و (۲) یا (۳) با این تفاوت که در یک روکش از ورق آلومینیومی به ضخامت ۸/۰ میلیمتر قرار گرفته، تمام درزها آب‌بندی و برای هدایت آب تنظیم شود.

(۲) مانند (۱۰-۷-۵-۲) ب (۱)، (۲) یا (۳)، با این تفاوت که پس از گونی پیچی و بستن آن با توری گالوانیزه با اندوed قیر سیاه روکش نهایی شود.

(۳) مانند (۱۰-۷-۵-۲) ب (۴) با این تفاوت که روکش پارچه‌ای حذف و بجائی آن توری گالوانیزه با چشممه‌های ۲۵ میلیمتر دور عایق پیچیده و با سیمان خودگیر به ضخامت ۱۰ میلیمتر پوشش مضاعف شود. ضخامت نهایی لایه سیمان پس از خشک شدن باید تقریباً ۶ میلیمتر شود. پس از خشک شدن سیمان، با دو لایه از یک ترکیب مناسب و مقاوم در برابر هوای (Weather proof) اندوed شود.

(۴) مانند (۱۰-۷-۵-۲) ب (۴)، با این تفاوت که به جای پارچه نخی، از منسوجات بافته شده از الیاف تیشه استفاده شود، که با چسب نصب گردد و سپس با دو لایه از یک ترکیب آب‌بند و مناسب اندوed شود.

## **مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها**

**۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**

**۵-۲ عایق‌کاری**

**۸-۵-۲ عایق‌کاری دودکش**



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲

عایق کاری ۵-۲

عایق کاری دودکش ۸-۵-۲

### فهرست

صفحه	عنوان	
۱ از ۹	کلیات	۱-۸-۵-۲
۲ از ۹	تعاریف	۲-۸-۵-۲
۲ از ۹	مصالح	۳-۸-۵-۲
۳ از ۹	ضخامت عایق دودکش	۴-۸-۵-۲
۴ از ۹	نصب عایق دودکش	۵-۸-۵-۲



۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
۲-۵ عایق کاری
۲-۵-۲ عایق کاری دودکش
۱-۸-۵-۲ کلیات

## ۸-۵-۲ عایق کاری دودکش

### ۱-۸-۵-۲ کلیات

(الف) ضوابطی که در زیر (۱-۵-۲) حدود و دامنه کار آمده است، بر این قسمت (۸-۵-۲) عایق کاری دودکش حاکم می باشد و رعایت آن الزامی است.

(ب) هرگونه عایق کاری دودکش، برای تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، در چارچوب مشخص (۱-۲) کلیات باید با ضوابط مندرج در این قسمت (۸-۵-۲) عایق کاری دودکش انجام گیرد.

(پ) عایق کاری دودکش شامل انتخاب مصالح، چگونگی کار نصب و آزمایش، به صورت به هم پیوسته (مگر در مواردی که جز این مشخص شده باشد) طبق نقشه ها می باشد.

(ت) منظور از دودکش در این قسمت، یک یا چند معبیر دود است که محصول احتراق را به هوا خارج منتقل می کند.

(ث) دودکش ممکن است در داخل یا خارج ساختمان قرار گیرد و یا قسمتی از آن در خارج ساختمان و در معرض هوا بیرون واقع شود.

(ج) دامنه دمای گاز دودکش ها (Flue gases) مورد نظر در این قسمت (دمای پایین)، معمولاً بین ۱۴۰ تا ۵۳۸ درجه سانتیگراد (۲۸۴ تا ۱۰۰۰ درجه فارنهایت) قرار دارد.

(ج) عایق کاری دودکش باید با توجه به ضوابط مندرج در «(۱۰-۴-۲) دودکش» انجام شود.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تغییر هوا و تهویه مطبوع  
۵- عایق کاری  
۸- عایق کاری دودکش  
۲-۸-۵-۲ تعاریف

۹ از ۲

## ۲-۸-۵-۲ تعاریف

(الف) دودکش (Chimney)

یک شافت قائم، یا تقریباً قائم، شامل یک یا چند معبّر دود (Flue)، برای انتقال محصول احتراق به هوای خارج.

(ب) دودکش فلزی (Metal chimney)

دودکشی که در کارگاه، طبق ضوابط مربوط، از فلز ساخته می‌شود.

(پ) گاز دودکش، دود (Flue gas)

محصول احتراق از یک دستگاه دارای محفظه احتراق (Fuel-burning appliance) همراه با هوای اضافی.

(ت) محصول احتراق (Combustion products)

پسماندهای حاصل از احتراق یک ماده سوختنی، شامل مواد خنثی، ولی بدون هوای اضافی.

(ث) معبّر دود، دودکش (Flue)

یک واژه عمومی برای معبّری که گازهای دودکش را از محفظه احتراق (Combustion chamber) به هوای بیرون منتقل می‌کند.

## ۳-۸-۵-۲ مصالح

(الف) ضوابطی که در زیر (۲-۵-۲) مصالح عایق کاری آمده است، متناسباً بر قسمت (۳-۸-۵-۲) مصالح حاکم می‌باشد و رعایت آن الزامی است.

(ب) عایق‌های مناسب برای کاربرد در این قسمت، در (۴-۷-۵-۲) عایق کانال در استانداردهای BSI و (۵-۷-۵-۲) عایق‌های کانال در استانداردهای ANSI ارائه شده است که باید با توجه به شرایط و الزامات عایق دودکش مورد نظر، متناسبًا انتخاب گردد.

(پ) از طرف موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) تاکنون استانداردی در این مورد منتشر نشده است.

- ۴-۸-۵-۲ ضخامت عایق دودکش  
۴-۸-۵-۳ عایق کاری دودکش  
۴-۸-۵-۴ عایق کاری دودکش  
۴-۸-۵-۵ عایق کاری دودکش  
۴-۸-۵-۶ تا ۴-۸-۵-۷ عایق کاری دودکش

## ۴-۸-۵-۲ ضخامت عایق دودکش

- (الف) ضوابطی که زیر (۴-۸-۵-۲) ضخامت عایق آمده است، بر این قسمت (۴-۸-۵-۲) ضخامت عایق دودکش حاکم می‌باشد و رعایت آن الزامی است.
- (ب) ضخامت عایق دودکش با توجه به دمای کاربرد، نوع مصالح انتخابی (قابلیت هدایت گرمایی) از جدول‌های (۴-۵-۲) ت (۱) و (۴-۷-۵-۲) ت (۱) انتخاب می‌شود.
- (پ) دودکش باید با ضخامت کافی عایق کاری گردد تا دمای بدنه فلزی دودکش را بالای نقطه شبنم گاز دودکش نگه داشته و از تقطیر داخلی فرآوردهای اسیدی (محصول احتراق) جلوگیری نماید. در این صورت خطر نقطه‌های سرد (Cold spots) در محل اتصال ضمایم جوشی به بدنه دودکش مرتفع می‌گردد.
- (ت) برای عایق کاری با ضخامت بیش از ۶۵ میلیمتر، استفاده از عایق کاری چند لایه توصیه می‌شود.
- (ث) چنانچه از ورق فلزی (Metal cleading) به عنوان روکش بیرونی استفاده شود، ضخامت آن باید طبق جدول شماره (۴-۸-۵-۲) ت (۴) ت" انتخاب شود.

جدول شماره (۴-۸-۵-۲) ت

ضخامت ورق‌های فلزی، مناسب برای روکش بیرونی عایق (میلیمتر)

آلومینیومی		فولادی نرم		نوع سطح
موج دار	تخت	موج دار	تخت	
۰.۹ تا ۰.۷	۱.۲	۱.۰	۱.۲	سطوح تخت بزرگ با عایق انعطاف‌پذیر
۰.۹ تا ۰.۷	۱.۲	۰.۸	۱.۰	سطوح تخت کوچکتر با عایق انعطاف‌پذیر، یا سطوح بزرگ با عایق‌های قطعه‌ای (همچنین سطوح خمیده بزرگ)

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۸-۵-۲ عایق کاری دودکش

۵-۸-۵-۲ نصب عایق دودکش (Flue)

۹ از ۴

## ۵-۸-۵-۲ نصب عایق دودکش (Flue)

### الف) داخل ساختمان

(۱) برای این دودکش‌ها استفاده از عایق‌های پیش‌ساخته قطعه‌ای از سیلیکات کلسیم، کربنات منزیم، یا عایق‌های بهم پیوسته از الیاف معدنی، با ضخامت مناسب توصیه می‌شود. عایق‌های پتویی از الیاف معدنی نیز با شرط اینکه بیش از حد فشرده نشود می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در صورت استفاده از عایق کاری چند لایه (برای ضخامت‌های بیش از ۶۵ میلیمتر) درزها باید به طوف متناسب قرار گیرد. حد بالای دامنه دمای کاربرد مواد عایق، به ویژه در مورد عایق‌هایی که در تماس با سطح گرم هستند، باید مورد توجه واقع شود. عایق مورد استفاده نباید حاوی مواد سوختنی باشد.

(۲) مواد عایق باید در تماس کامل با بدنه دودکش (مگر جز این مشخص شده باشد) و با استفاده از ضمایم لازم (از قبیل میخ، پین و ...) که در نقاط مناسب جوش شده است، نصب و محکم گردد. استفاده از واشرهای فشاری و ضمایم شاخص دار (Forked attachments) و برای سطوح بزرگ، همراه با مفتول پیچی خوب‌تری پس از نصب واشره، برای محکم نگاه داشتن قطعه‌های عایق در محل‌های مناسب مطلوب‌تر است.

(۳) چنانچه برای روکش بیرونی از ترکیب‌های سخت شونده یا سیمان خودگیر استفاده می‌شود، لازم است قبل از اجرای ملات، با توری گالوانیزه (یا ورق‌های مشبك، بسته به مورد) تقویت گردد. عایق‌های قطعه‌ای باید روی میخ‌های شاخص‌دار فشار داده شود، شاخص‌ها باید از روکش عایق عبور کنند، چون بر اثر جابجایی گرمایی به عایق صدمه وارد می‌کند. سطح بیرونی ترکیب سخت شونده باید با منسوجی درشت بافت از الیاف شیشه تقویت شود.

(۴) در مواردی که از ورق فلزی به عنوان روکش بیرونی استفاده می‌شود، علاوه بر ضمایم شاخص‌داری که برای نصب عایق پیش‌بینی شده است، ضمایم اضافه‌ای نیز برای نگهداری و نصب روکش فلزی باید در نقاط مناسب روی بدنه دودکش تعبیه شود. در این حالت باید پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از صدمات ناشی از انبساط و انقباض بدنه دودکش به عمل آید. در شکل (۲-۵-۸-۵) "الف" (۴) نحوه اتصال ورق‌های فلزی مورد استفاده برای روکش بیرونی عایق، متناسب با سطح عایق‌شونده ارائه شده است.

(۵) عایق کاری و روکش آن باید به نحو مطلوبی در نزدیکی دستگاه‌ها و تجهیزات خاتمه یابد

(۶) در مواردی که تماس مستقیم روکش فلزی (Metal cleading) با مفتول عایق بندی، یا توری‌ها و شبکه‌های فلزی تقویتی محتمل است، باید احتیاط‌های لازم برای احتراز از خوردگی الکترومکانیکی، که نتیجه تماس دو فلز ناهم‌جنس در شرایط مرطوب می‌باشد، به عمل آید.

(۷) چنانچه بدنه دودکش از فولاد کربن دار (Carbon steel) باشد، به منظور جلوگیری از اکسید شدن (پوسته شدن) آن دمای جدار دودکش نباید از ۴۶۰ درجه سانتیگراد (۸۶۰ درجه فارنهایت) تجاوز نماید. برای محافظت فلزی جدار در دماهای بالاتر، اقدام‌های احتیاطی ویژه‌ای لازم است. به این منظور ممکن است از یک فولاد آلیاژی مقاوم در برابر گرما به جای فولاد کربن دار استفاده شود، یا یک ماده عایق مقاوم در برابر سایش (Abrasion-resistant) به عنوان محافظ در داخل دودکش نصب گردد. گاهی در شرایط ویژه و دشوار لازم می‌شود تمام عایق کاری در داخل دودکش صورت گیرد. در این موارد باید سطح داخلی عایق نسبت به فرسایش و خوردگی محافظت گردد. برای این منظور می‌توان سطح داخلی عایق را با یک ورق نازک از فولاد زنگناپذیر یا آلیاژهایی با درصد نیکل بالا پوشاند.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهوید مطبوع

۵-۲ عایق کاری

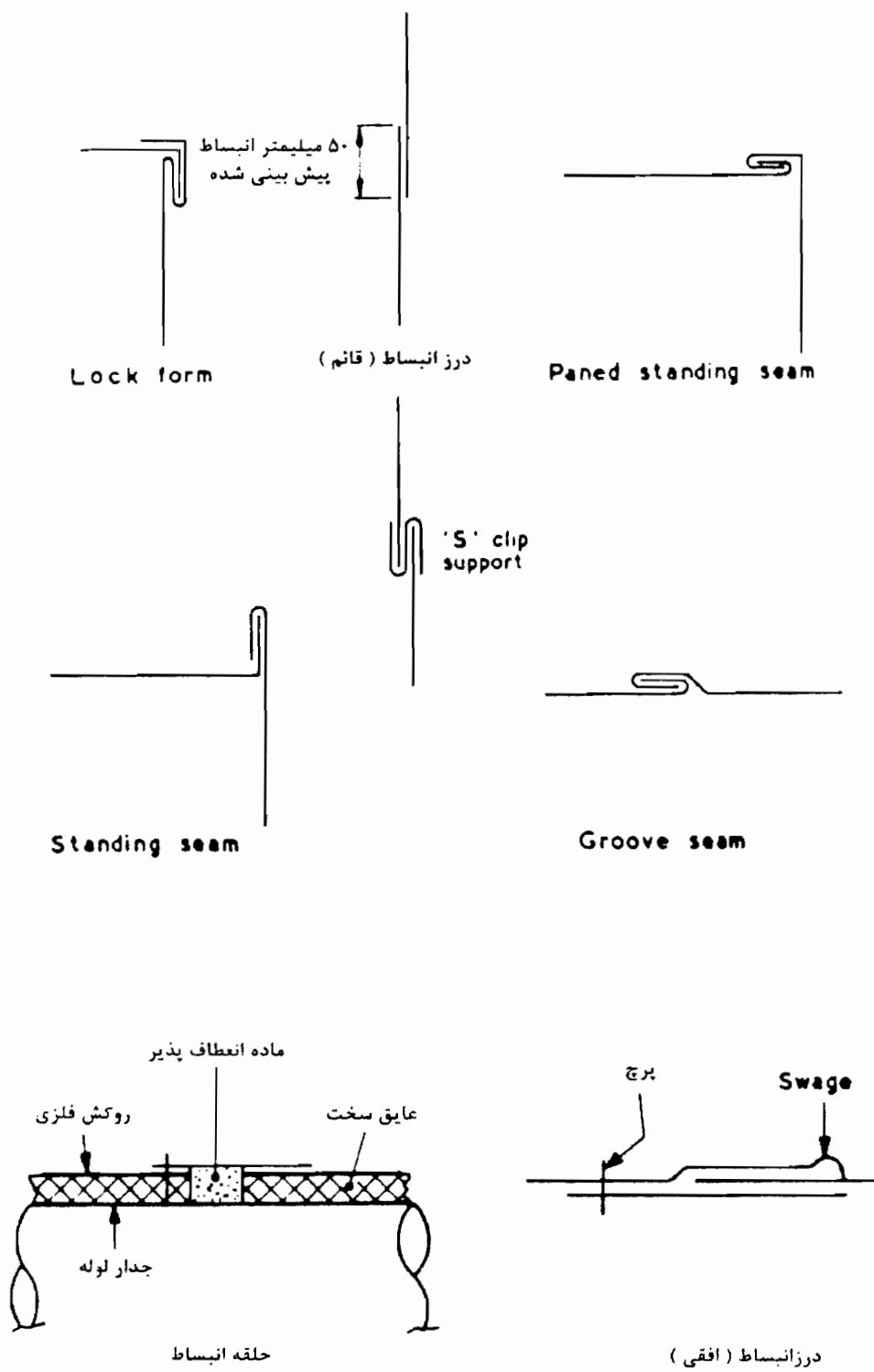
۸-۵-۲ عایق کاری دودکش

۵-۸-۵-۲ نصب عایق دودکش (Flue)

۶ از ۹

شکل (۵-۸-۵-۲) الف (۴)

نحوه اتصال ورق های فلزی برای روکش بیرونی عایق



حلقه انبساط که از مواد انعطاف‌پذیر تشکیل می‌شود جایجاً بی گرمایی حاصل از انبساط و انقباض سطح عایق‌شونده را تحمل کرده و از صدمات

ناشی از آن جلوگیری می‌کند.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۲-۵ عایق کاری

۲-۵-۸ عایق کاری دودکش

۵-۸-۵ نصب عایق دودکش (Flue)

۹ از ۷

(۸) در عایق کاری دودکش دیگ‌های حرارتی کوچک می‌توان با استفاده از پل‌های فلزی چهارپایه‌ای شکل (که از قطعات ناودانی ساخته شده است) که روی آنها توری سیمی کشیده می‌شود، فاصله‌ای (لایه هوا) حدود ۱۵ تا ۲۰ میلیمتر ایجاد کرد. در این روش گرمای ناچیزی ذخیره می‌شود ولی افراد را از تماس اتفاقی با بدن داغ دودکش محافظت می‌کند. خطر احتمالی سرد شدن غیر یک نواخت بدن فلزی دودکش ناشی از هوای مکیده شده به داخل لایه هوا بی فوایر نیز وجود دارد که منجر به پیچش و خوردگی دودکش خواهد شد. استفاده از فولاد مقاوم در برابر گرما (Heat-resistant steel) برای بدن دودکش، همراه با عایق مربوط، و نصب آن روی سطح بیرونی با تسمه برای این نوع کاربری مناسب است. برای روکش عایق می‌توان از منسوجات بافته شده از الیاف شیشه یا پارچه‌های نخی همراه با یک دست انود (امولسیون) شکل پذیر به عنوان یوشش نهایی استفاده کرد. همچنین می‌توان ورق‌های آلومینیومی به ضخامت ۸/۰ میلیمتر را با استفاده از تسمه‌های فولادی یا آلومینیومی نصب کرد.

ب) خارج ساختمان

(۱) کلیات

چون حداقل دمای گاز دودکش (Flue gas) از نقطه شبنم آن خیلی بالاتر نیست، بنابراین در بار کم (Low load) و سرعت پایین جریان گاز دودکش، هر اشکالی در سیستم عایق کاری می‌تواند به آسانی موجب یک تقطیر اسیدی در داخل دودکش شود. مخرب‌ترین شرایط هنگامی است که گاز دودکش حاصل از احتراق مشتقاتی از نفت حاوی گوگرد بالا باشد. به عنوان یک قانون کلی، سیستم عایق کاری باید به نحوی طراحی و اجرا گردد که دمای گاز دودکش را بالای ۱۴۰ درجه سانتیگراد (۲۸۴ درجه فارنهایت) نگه دارد. ضخامت پیشنهادی در این مورد ۵۰ میلیمتر است.

طراحی دودکش‌ها باید با توجه به سیستم عایق کاری مورد نظر صورت گیرد. ارتعاش حاصل از هوکش‌ها (Induced-draft fans) باید حداقل باشد. برای سهولت نصب عایق باید ضمایم مناسب به میزان کافی در فواصل لازم روی سطح دودکش تعییه گردد. انواع مختلف عایق کاری دودکش، به عنوان نمونه در (۲-۵-۸) ب (۲) تا (۵) ارائه شده است.

(۲) عایق‌های قطعه‌ای پیش‌ساخته با روکش فلزی

این عایق‌ها باید با فشار روی میخ‌های شاخک‌دار یا پین‌های نوک تیز که روی بدن دودکش تعییه شده است. بطور محکم نصب شود. شاخک‌ها باید پس از عبور از عایق و توری فلزی، توسط واشرهای فشاری محکم و روی آن خم شود، سپس برای استحکام بیشتر، با مفتول عایق کاری که از پشت شاخک‌ها عبور می‌کند بسته شود. برای این منظور مفتول عایق کاری باید هر قطعه را در دو قسمت در بر گیرد. روکش فلزی بیرونی باید توسط صفحه‌های ایزوله شده (Insulated plates) روی عایق نصب شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۳- عایق کاری

۴- عایق کاری دودکش

۵- نصب عایق دودکش (Flue)

۹ از ۸

### (۳) عایق‌های قطعه‌ای پیش‌ساخته با روکش سیمان خودگیر و قیر

عایق‌های قطعه‌ای پیش‌ساخته از جنس سلیکات کلسیم (یا کربنات منیزیم چنانچه برای دمای کاربرد مناسب باشد)، باید ابتدا با استفاده از واشرهای فشاری و ضمایم شاخکدار در تماس کامل با بدنه دودکش قرار گرفته و آماده برای اجرای روکش از سیمان خودگیر شود. این روکش باید با توری گالوانیزه یا ورق‌های فلزی نازک و مشبک تقویت و در نهایت با قیر، مقاوم در برابر هوای (Weather proof) انود گردد. این موضوع نیز باید مورد نظر باشد که استفاده از یک ترکیب تراوا (نفوذپذیر نسبت به بخار آب) به عنوان انود نهایی، موجب می‌شود که آب‌های حبس شده در لایه‌های زیرین، پس از راهاندازی سیستم و در اولین گرم شدن دودکش خارج شود.

### (۴) عایق‌های قطعه‌ای پیش‌ساخته با روکش گونی و توری سیمی

برای دودکش‌های نسبتاً کوچک، می‌توان ابتدا عایق قطعه‌ای پیش‌ساخته و مناسب را با استفاده از میخ‌های کوتاه و بست حلقوی یا تسممه‌های محیطی محکم نمود. سپس تمام سطح عایق را با دولا گونی که روی آن توری سیمی گالوانیزه کشیده می‌شود پوشانده و در نهایت با دو قشر قیر با قلم مو انود نمود. توصیه می‌شود که همپوشانی گونی‌ها حداقل ۷۵ میلیمتر باشد و با ماستیک قیری درزبندی شود.

### (۵) دودکش‌های فلزی (Metal chimneys)

منظور از عایق‌کاری جدار خارجی یک دودکش از جنس فولاد نرم (Mild steel) کمک به سرعت جریان گاز با ثابت نگاه داشتن دمای داخلی دودکش و همچنین جلوگیری از تقطیر داخلی است، به ویژه در مواردی که محصول احتراق ناشی از سوختن نفت خام (Heavy oil) حاوی گوگرد بالا باشد. ایجاد یک لایه دوجداره حاوی هوا در اطراف دودکش موثر ولی پرهزینه است. این لایه هوا ممکن است به فضاهای کوچکتر ولی درزبندی شده تصمیم گردد و یا با مواد عایق مناسب، مثل عایق‌های پتویی از الیاف معدنی، عایق‌های قطعه‌ای انعطاف‌پذیر یا عایق‌های سست (Loosefill) مانند پرلیت پر شود.

به طریق دیگری نیز می‌توان در مورد دودکش‌های یک جداره و پس از نصب، فضاهای تقسیم شده فوق را ایجاد کرد. ابتدا در فواصل معین و در امتداد قائم دودکش، نوارهای ضخیمی از پارچه‌های بافته شده از الیاف شیشه، مقاوم در برابر دمای دودکش پیچیده، سپس دور دودکش با ورق‌های ساده آلومینیومی به ضخامت  $1/2$  میلیمتر پوشانده می‌شود به نحوی که مانند استوانه‌ای دودکش را محصور نماید. ضخامت و پهنای نوارهای پارچه‌ای و همچنین فاصله آنها متناسب با اندازه‌های دودکش انتخاب می‌شود. ورق‌های آلومینیومی توسط تسممه‌هایی از فولاد زنگ‌ناپذیر، در محل نوارهای پارچه‌ای پس از کشش لازم بسته و درزهای قائم ورق‌های آلومینیومی در محل همپوشانی‌ها با پیچ خودکار محکم می‌گردد. برای جلوگیری از لغزیدن (سرخوردن) ورق‌ها به پایین از بسته‌های "S" شکل استفاده می‌شود. باید توجه گردد که همپوشانی محیطی لازم بین ورق‌ها رعایت شود. به شکل (۵-۸-۵) الف (۴) مراجعه شود. در صورت نیاز به عایق‌کاری موثرتر، می‌توان بدنه بیرونی دودکش را به طور کامل با

۲- تاسیسات گرمایی، تهویض هوا و تهییه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۸-۵-۲ عایق کاری دودکش

۵-۸-۵-۲ نصب عایق دودکش (Flue)

۹ از ۹

عایق پتویی از الیاف معدنی (Mineral fibre blanket) و با خامات کافی عایق نمود. چنانچه از ورق الومینیومی به عنوان روکش نهایی استفاده شود، وجود ضمایم میخی شکل روی بدنه دودکش برای نگهداری عایق و توری سیمی همراه با پوشش پلاستیکی برای بستن آن لازم است، در صورت بکارگیری ورق گالوانیزه (به جای الومینیومی) برای روکش نهایی، می‌توان از توری سیمی گالوانیزه استفاده نمود. خامات ورق الومینیومی  $\frac{1}{2}$  و ضخامت ورق گالوانیزه  $0.9$  میلیمتر باید انتخاب شود. برای این نوع اجرا، لازم است متناسب با ارتفاع ورق‌های مورد استفاده به عنوان روکش نهایی، ضمایم مربوط در فواصل مناسب روی بدنه دودکش نصب و عایق گردد.



## **مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها**

**۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**

**۵-۲ عایق‌کاری**

**۹-۵-۲ عایق‌کاری دستگاه‌ها، مخازن و سطوح بزرگ**



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲

عایق کاری ۵-۲

عایق کاری دستگاه‌ها، مخازن و سطوح بزرگ ۹-۵-۲

## فهرست

صفحه	عنوان	
۱ از ۷	کلیات	۱-۹-۵-۲
۱ از ۷	مصالح	۲-۹-۵-۲
۲ از ۷	ضخامت عایق	۳-۹-۵-۲
۲ از ۷	نصب عایق	۴-۹-۵-۲



۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۹-۵-۲ عایق کاری دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ

۱-۹-۵-۲ کلیات

۷ از ۱

## ۹-۵-۲ عایق کاری دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ

۱-۹-۵-۲ کلیات

الف) ضوابطی که در زیر "۱-۵-۲" حدود و دامنه کار آمده است، بر این قسمت "۹-۵-۲" عایق کاری دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ حاکم می باشد و رعایت آن الزامی است.

ب) هرگونه عایق کاری دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ، برای تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، در چارچوب مشخص "۱-۲" کلیات باید با ضوابط مندرج در این قسمت انجام گیرد.

پ) عایق کاری دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ شامل انتخاب مصالح، چگونگی کار نصب و آزمایش، طبق نقشه‌ها می باشد

ت) منظور از دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ در این قسمت، دستگاهها، تجهیزات، مخازن آبگرم مصرفی (ساده و کوبلدار)، مخازن دوجداره، منابع انساط (باز و بسته)، مبدل‌های گرمایی و سرمایی، سطوح تخت، سطوح خمیده و مانند این‌ها می باشد.

ث) عایق کاری دستگاه‌های تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع از قبیل دیگ‌های آب گرم یا بخار، ماشین‌های سردکننده، هوارسان‌ها و غیره که در کارخانه سازنده انجام می شود خارج از حدود این قسمت از مشخصات فنی عمومی است.

## ۲-۹-۵-۲ مصالح

الف) ضوابطی که زیر "۲-۵-۲" مصالح عایق کاری آمده است، حسب مورد، براین قسمت حاکم می باشد و رعایت آن الزامی است.

ب) عایق‌های مناسب برای کاربرد در این قسمت، در "۴-۷-۵-۲" عایق کانال در استانداردهای BSI و "۵-۷-۵-۲" عایق‌های کانال در استانداردهای ANSI ارائه شده است که باید با توجه به شرایط و الزامات عایق کاری دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ، حسب مورد انتخاب گردد.

پ) از طرف موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) تاکنون استانداردی در این مورد منتشر نشده است.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵- عایق کاری  
 ۹- عایق کاری دستگاه‌ها، مخازن و سطوح بزرگ  
 ۹-۵-۲ خامات عایق  
 ۳-۹-۵-۲ ضخامت عایق

### ۳-۹-۵-۲ ضخامت عایق

- (الف) ضوابطی که زیر (۸-۵-۲) ضخامت عایق آمده است، بر این قسمت حاکم می‌باشد و رعایت آن الزامی است.
- (ب) ضخامت لازم برای عایق کاری سطوح تخت، بسته به نوع سیستم و سایر شرایط مربوط، در انتهای جداول مندرج در (۷-۶-۵-۲) ضخامت عایق در استانداردهای BS در شرایط مختلف، مشخص شده است.

### ۴-۹-۵-۲ نصب عایق

#### الف) مخازن و سطوح خمیده بزرگ

##### (۱) ملاحظات کلی

عایق کاری باید طوری انجام گیرد که تعمیر، تعویض، جابجایی و برداشتن درپوش‌ها و دریچه‌ها در دوره بهره‌برداری به آسانی امکان‌پذیر باشد. عایق کاری‌های دائم باید در فاصله کافی از فلنج‌ها و فیتینگ‌ها خاتمه یابد تا باز و بسته کردن پیچ‌ها ممکن شود. به منظور تسهیل در بازرسی منظم اتصال‌های فلنجی، جوشی و دندنهای، قسمت‌های قابل برداشت عایق و روکش باید در محل‌های مناسب اجرا شود. مرز بین عایق‌های دائم و عایق‌های قابل برداشت با رنگ‌آمیزی قسمت انتهایی عایق دائم یا قرار دادن یک نوار پارچه‌ای در قسمت انتهایی باید به آسانی قابل تشخیص باشد. دریچه‌ها، درپوش‌های بازرسی و کنترل (Inspection covers) باید بطور مجزا عایق شود و مراقبت به عمل آید که عایق آن از نظر جنس و ضخامت مانند عایق بدن مخزن باشد.

##### (۲) عایق‌های پیش‌ساخته

به منظور هماهنگی و انطباق عایق با سطح عایق شونده، ممکن است بریدن مواد پیش‌ساخته لازم گردد و یا از مواد مناسب برای زیرسازی جهت عایق کاری استفاده شود. شکل (۴-۹-۵-۲) "الف" (۲) (A) و (B) نمونه‌هایی از عایق کاری مخزن با شکل‌های مختلف را نشان می‌دهد. تمام برشها باید تمیز انجام و دقت شود که تکه‌ها بطور صحیح و لب به لب کنار هم قرار گیرد. در عایق کاری چند لایه درزها باید به طور متناوب واقع شود. در شکل (۴-۹-۵-۲) "الف" (۲) (C) نمونه‌هایی از عایق کاری سقف و دیوارهای یک مخزن را با تقویت داخلی سقف‌نشان می‌دهد.

##### (۳) عایق‌های شکل‌پذیر

کاربری این عایق‌ها باید طبق (۱۰-۶-۵-۲) پ (۱) انجام شود. تقویت عایق باید طبق جزئیات (۱۰-۶-۵-۲) پ (۲) صورت گیرد.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵- عایق کاری  
 ۹-۵- عایق کاری دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ  
 ۴-۹-۵-۲ نصب عایق

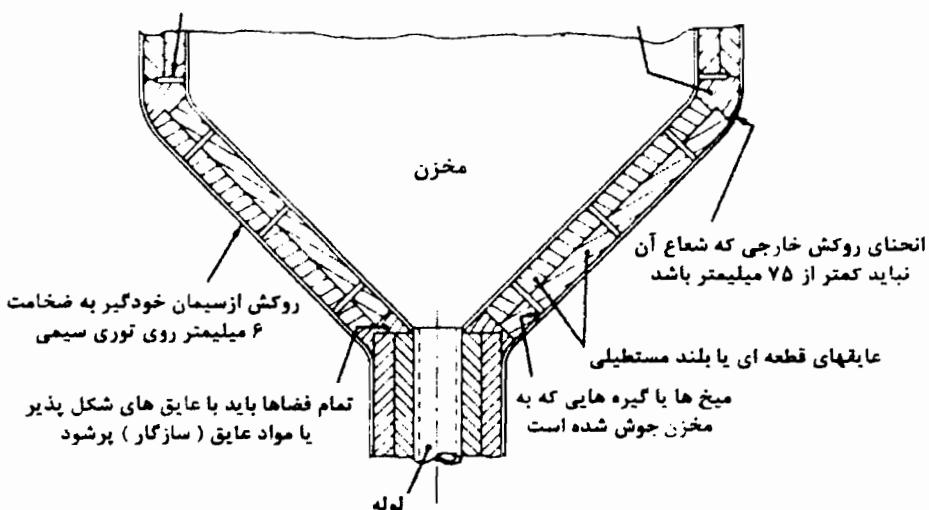
۷ از ۳

### شکل شماره (۲-۹-۴) الف (۲)

#### نمونه هایی از عایق کاری مخازن

نگهدارهای عایق که به صورت قطعاتی از یک حلقه به بدنه محفظه جوش شده است

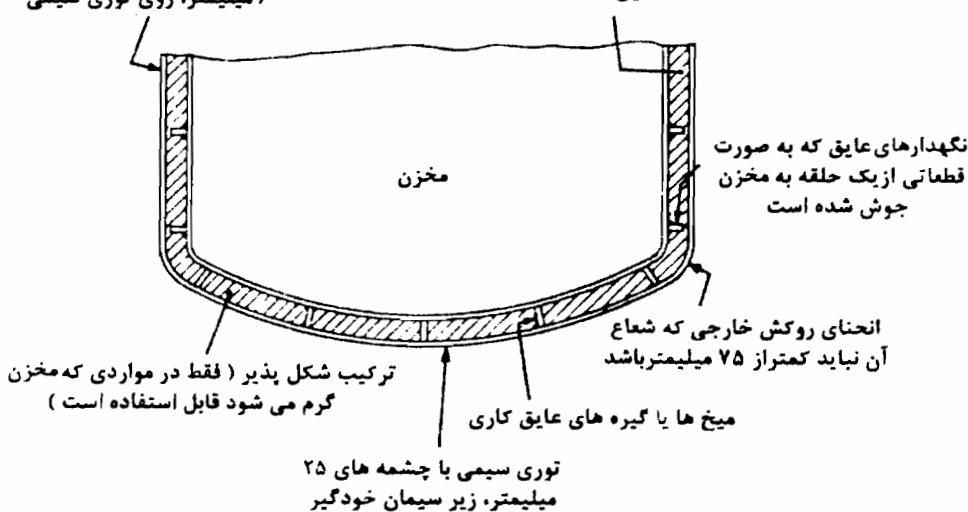
عایق های شکل پذیر



#### (A) مخزن با انتهای مخروطی

روکشی از سیمان خودگیر به ضخامت ۶ میلیمتر، روی توری سیمی

دیواره مخزن که با مواد پیش ساخته عایق شده است



#### (B) مخزن با انتهای محدب

توجه: میخ های گیردها باید به زیر مخزن و در فاصله های حدود ۳۰۰ میلیمتری از هم جوش شود. پس از اجرای یک پوشش اولیه از عایق

شکل پذیر، قطعات عایق پیش ساخته باید در اندازه های مناسب بریده و نصب شود تا ضخامت لازم بددست آید.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

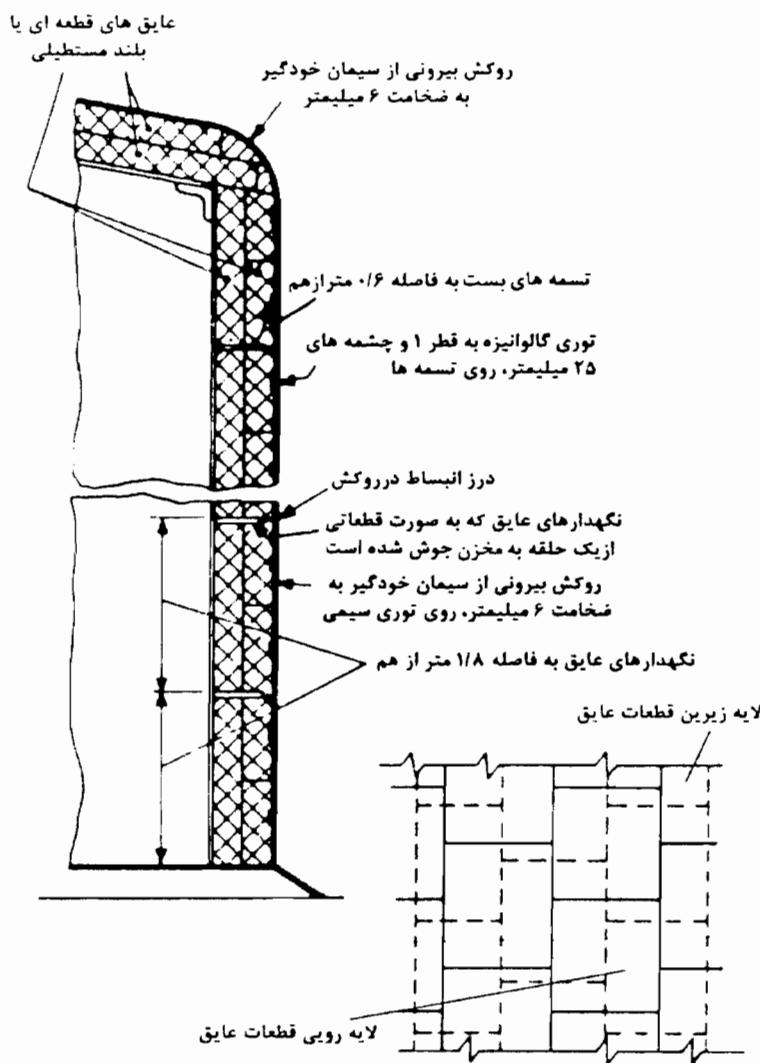
۵-۲ عایق کاری

۹-۵-۲ عایق کاری دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ

۴-۹-۵-۲ نصب عایق

۷ از ۴

شکل شماره (۴-۵-۲) الف (۲)، (ادامه)



توجه: تمام درزهای قائم در لایه‌های مجاور و درزهای افقی در هر ستون از قطعات در لایه بیرونی باید نسبت به درزهای ستونهای مجاور در یک لایه بطور متناوب قرار گیرند. در صورت امکان لبه‌های انتهایی توری سیمی نباید روی درزهای افقی قطعات عایق واقع شود.

#### (C) عایق کاری سقف و دیوارهای همراه با تقویت داخلی سقف

### (۴) عایق های انعطاف پذیر

عایق های انعطاف پذیر باید به نحوی بسته شوند که لبه های مجاور در تماس کامل با یکدیگر قرار گیرد. باید دقت شود که

فاصله های هوایی (Air spaces) به حداقل برسد تا معبربی آزاد برای جریان هوا از سطح گرم به هوا خارج ایجاد نشود.

روش نصب و بستن عایق باید طبق (۴-۵-۵) ج انجام گردد.

## (۵) عایق کاری پاششی

### • ملاحظات کلی

عایق کاری پاششی برای سطوح بزرگ بهترین و مناسب‌ترین است. در این حالت، دسترسی به سطح عایق شونده باید آسان و اجرای داربست از استاندارد بالاتری در مقایسه با نصب عایق‌های پیش‌ساخته، برخوردار باشد. باید دقت شود که داربست در فاصله مناسبی از مخزن بربا گردد تا امکان اجرای کامل عایق، با ضخامت مورد نظر فراهم و عایق به اندازه لازم به تمام قسمت‌های سطح مورد نظر پاشیده شود.

توجه : از مواد عایق حاوی آزبست نباید استفاده شود.

### • الیاف معدنی

در این حالت عایق مصرفی، امولسیونی از الیاف معدنی آسیاب شده در یک چسب آب گونه (Hydraulic binder) است. برای اجرا، همزمان با پاشیدن عایق، آب پودر شده (Atomized water) نیز توسط افشارنک دیگری محل عایق کاری را مرطوب نگاه می‌دارد و این عمل تا رسیدن به ضخامت و چگالی لازم ادامه دارد. چگالی حجمی لازم در عایق کاری پاششی برای عایق‌های گرمایی معمولاً بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد.

سطوح فلزی باید با یک پرایمر مناسب اندوء، و قبل از خشک شدن آن عایق پاشیده شود. مخازن ذخیره که بطور قائم (ایستاده) روی زمین قرار می‌گیرند باید دارای یک تکیه‌گاه (پایه) حلقوی باشند که در فاصله حداقل ۱۵۰ میلیمتری زمین به مخزن جوش شده باشد. پهنای این حلقه باید برابر ضخامت عایق کاری شامل الیاف معدنی و روکش سیمانی (در صورت اجرا) باشد، تا آن را از آبهای سطحی محافظت کند. برای استحکام بیشتر عایق می‌توان آن را با توری‌های سیمی یا ورق‌های مشبک تقویت نمود. لایه‌های تقویتی ابتدا روی عایق پیچیده می‌شود، سپس با مفتول و استفاده از ضمائم مناسب (که قبل از سطح مخزن جوش شده است) محکم می‌گردد.

## (۶) عایق کاری بتی

- این نوع مواد ترکیبی از یک عایق متراکم می‌باشد که هنگام اجرا با سیمان پرتلند یا سیمانی حاوی آلومینیمی‌آمیخته می‌شود. عایق متراکم ممکن است یک ماده معدنی طبیعی اسفنجی یا آجر رسی باشد.
- عایق بتی پس از اجرا باید به مدت ۲۴ ساعت در شرایط مرطوب قرار گیرد (مثلًا پوشاندن آن با گونی خیس یا پاشیدن آب روی آن) گرما دهی اولیه باید نسبتاً کند صورت گیرد.

• معمولاً برای انود سطح داخلی (Lining) مخازن استوانه‌ای که نیاز به تقویت دارند، از بتن‌هایی که بطور ساختاری سالم و بی‌عیب باشد استفاده می‌شود. این انود می‌تواند با توریهای ضخیم، دارای چشم‌های شش خلعی، ورق‌های مشبک فلزی و غیره تقویت شود. لایه‌های تقویتی ابتدا با استفاده از ضمائم جوش شده روی سطح داخلی مخزن نصب و سپس روی آن انود می‌گردد. این روش، با عایق کاری بتنه سطح بیرونی مخازن و منابع استوانه‌ای به جز در موارد ویژه‌ای، مانند محافظت مخازن سوخت در برابر آتش، متفاوت است. توری‌های تقویت کننده بهتر است برای عایق‌های با ضخامت کمتر از ۷۵ میلیمتر بکار رود. در ضخامت‌های بالاتر توری‌ها و ورق‌های مشبک فقط با ضمائم میخی "Z" شکل قابل نگهداری است. به این موضوع مهم باید توجه گردد که در دماهای بالا، عایق‌های بتنه به علت از دست دادن استحکام پیوند هیدرولیکی بین اجزاء دچار ضعف مکانیکی می‌شوند. این ضعف هنگام جذب گرما در شرایط بالای حدود ۲۶۰ درجه سانتیگراد (۵۰۰ درجه فارنهایت) منجر به تخریب بتنه خواهد شد، مگر این که تقویت کافی انجام شده باشد.

## ب) سطوح تخت و دستگاهها

### (۱) ملاحظات کلی

تمام مواد عایق پس از نصب باید با سطوح عایق شونده در تماس کامل قرار گیرند، مگر این که به دلایل ویژه‌ای یک فاصله هوایی مشخص شده باشد. در مواردی که عایق اصلی را مواد پیش‌ساخته یا انعطاف‌پذیر تشکیل می‌دهد، تمامی لبه‌ها و انتهای تکه‌های عایق باید لب به لب و جفت گردد. در عایق کاری چند لایه تمام درزها باید به طور متناوب قرار گیرد. حتی امکان لوله‌های مجاور سطوح تخت باید جداگانه عایق کاری شود. در نصب این عایق‌ها خواباط (۶-۵-۵-۲) باید رعایت شود.

• در پوش دیگ‌ها، مخازن و سایر دستگاهها باید جداگانه عایق شود. این عمل دسترسی به دریچه‌ها و درپوش‌ها را بدون آسیب رسیدن به عایق کاری تاسیسات اصلی میسر می‌سازد.

### (۲) عایق‌های پیش ساخته

این عایق باید در تماس کامل با سطح مورد نظر قرار گرفته و با روش‌های مناسب بسته شود. هرگونه فاصله در محل درزها باید با ترکیب‌های شکل‌پذیر یا عایق‌های سست (Loose-fil) پر شود.

### (۳) عایق‌های شکل‌پذیر

این عایق‌ها باید طبق (۲-۵-۶-۱۰) پ (۲) نصب و طبق (۲-۵-۶-۱۰) پ (۲) تقویت شوند.

- ۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- ۵ عایق کاری
- ۹ عایق کاری دستگاهها، مخازن و سطوح بزرگ
- ۴ نصب عایق
- ۵-۲
- ۶-۵-۲

#### (۴) عایق‌های انعطاف‌پذیر

عایق‌های انعطاف‌پذیر باید طبق (۴-۹-۵-۲) الف (۴) نصب شوند.

#### (۵) عایق‌های پاششی

عایق‌های پاششی باید طبق (۴-۹-۵-۲) الف (۵) اجرا گردد.

#### (۶) عایق کاری بتنی

عایق بتنی باید با توجه به توصیه‌های (۴-۹-۵-۲) الف (۶) اجرا گردد.

به عنوان یک قتوان کلی، قطعه‌های با خامات کمتر از ۷۵ میلیمتر باید به یکی از روش‌های معمول ، مثلاً با توری‌های سیمی ورق‌های مشبک فلزی و غیره، تقویت شوند. برای خامات‌های بیش از ۷۵ میلیمتر، تقویت لازم نیست و عایق باید با استفاده از میخ‌های "Y" شکل روی سطح عایق‌شونده نصب و محکم گردد.

چنانچه سطح مورد نظر بزرگ باشد، برای عایق کاری بتنی، سطح عایق‌شونده باید به قطعه‌های کوچک‌تر تقسیم شود. سطح این قطعه‌ها و خامات آنها بسته به دمای سطح متفاوت است. حداقل سطح هر قطعه حدود ۰/۶ متر مربع می‌باشد.

بهتر است عایق‌های بتنی در معرض سایش مستقیم قرار نگیرد، به ویژه در دماهای بالاتر از ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد که پیوند هیدرولیکی بین اجزای عایق رو به ضعف و سستی می‌گذارد. این مواد می‌توانند آب را در یک دوره زمانی طولانی در خود نگه دارند، که پس از خشک شدن نیز می‌توانند موجب تغییر ابعاد بتن گردد. آب‌های موجود در عایق را می‌توان با دقت و گرمایش تدریجی خارج کرد، ولی در مواردی که این گرمایش عملی نیست، آب موجود موجب افزایش خوردگی خواهد شد.



## **مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها**

**۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**

**۵-۲ عایق کاری**

**۱۰-۵-۲ اجرای روکش عایق**



## مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

TASİSAT گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۲  
 عایق کاری ۵-۲  
 اجرای روکش عایق ۱۰-۵-۲

### فهرست

صفحه	عنوان	
۱ از ۱۱	روکش‌های عایق در داخل ساختمان	۱-۱۰-۵-۲
۷ از ۱۱	روکش‌های عایق در خارج ساختمان	۲-۱۰-۵-۲
۱۱ از ۱۱	رنگ‌آمیزی نهایی روکش	۳-۱۰-۵-۲



## ۱۰-۵-۲ اجرای روکش عایق

### ۱-۱۰-۵-۲ روکش‌های عایق در داخل ساختمان

(الف) ترکیب سخت شونده، سیمان خودگیر

(۱) ترکیب سخت شونده (Hard-setting composition) و سیمان خودگیر (Self-setting cement) برای اجرا روی عایق‌های پیش‌ساخته یا ترکیب‌های شکل‌پذیر توصیه می‌شود. در مواردی که تقویت روکش لازم باشد باید طبق (۷-۵-۲) تقویت عایق عمل شود. تقویت برای عایق لوله‌های با قطر خارجی کمتر از ۱۰۰ میلیمتر ممکن است با مفتولی به قطر ۱/۵ تا ۱/۵ میلیمتر باشد که بطور مارپیچ دور عایق پیچیده می‌شود. فاصله مراکز حلقه‌های مارپیچ حدود ۷۵ میلیمتر می‌باشد.

(۲) استفاده از ترکیب‌های سخت شونده روی عایق‌های انعطاف‌پذیر توصیه نمی‌شود، مگر آن که طبق (۷-۵-۲) تقویت عایق تقویت شود.

(۳) بطور معمول ترکیب سخت شونده در دو لایه اجرا می‌شود، لایه اول که به عنوان آستری برای اجرای لایه بعدی می‌باشد، بصورت ناصاف رها می‌شود. بهتر است توری تقویتی تقریباً وسط دو لایه قرار گیرد. سطح لایه نهایی باید قبل از خشک شدن به طور کامل با ماله‌کشی پرداخت شود. برای مقاومت بیشتر می‌توان روی سطح مرطوب روکش، پارچه‌ای درشت بافت پیچید.

(۴) سیمان خودگیر، نوعی سیمان پرتلند تقویت شده با الیاف می‌باشد که باید در یک لایه اجرا گردد. معمولاً ضخامت لایه در حالت مرطوب ۱۰ میلیمتر می‌باشد که پس از خشک شدن به ۶ میلیمتر کاهش می‌یابد. سیمان در حالت مرطوب قلیایی است، بنابراین توصیه می‌شود هنگام کار با آن از دستکش‌های محافظ لاستیکی استفاده شود. برای تقویت، که در این حالت ضروری می‌باشد، ممکن است از توری سیمی فلزی نازک (Lighth-gauge) استفاده شود. تقویت سطح بیرونی با استفاده از پارچه پیشنهاد نمی‌شود، چون توسط مواد قلیایی داخل سیمان تخریب می‌گردد. نظر به اینکه همانند سایر محصولات سیمانی، پیوند دادن مواد نو با مواد کهنه بسیار مشکل است بنابراین، به منظور پیشگیری از ایجاد ترک‌های غیرقابل کنترل در ماده سخت شده، لازم است درزهای انساط مناسب پیش‌بینی شود. در شکل (۱-۱۰-۵-۲) "الف" (۴) نمونه‌ای از اجرای درز انساط بین مخزن گرم و روکش سیمانی ارائه شده است. ترجیحاً سیمان مرطوب باید روی عایق‌های پیش‌ساخته یا ترکیب‌های شکل‌پذیر بکار رود، زیرا خمن دارا بودن قدرت مکش بالا، آب اضافی سیمان را به آن اندازه جذب نمی‌کنند که پیوند هیدرولیک لازم برای شکل‌گیری سیمان را دچار اخلال کند. اگر چه ممکن است سیمان خودگیر روی عایق انعطاف‌پذیر اجرا شود و لی به خاطر سطح ناصافی که ایجاد می‌شود نمی‌توان آن را تجربه‌ای موفق قلمداد نمود. نظر به انعطاف‌پذیری پایین سیمان خودگیر، باید پس از اجراء، تا زمانی که هنوز خشک نشده است، با برش‌هایی در سطح آن شیارهای انساط ایجاد کرد. فاصله شیارها بستگی به میزان

۲- تاسیسات گرمایی، تهویه هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۱۰-۵-۲ اجرای روکش عایق

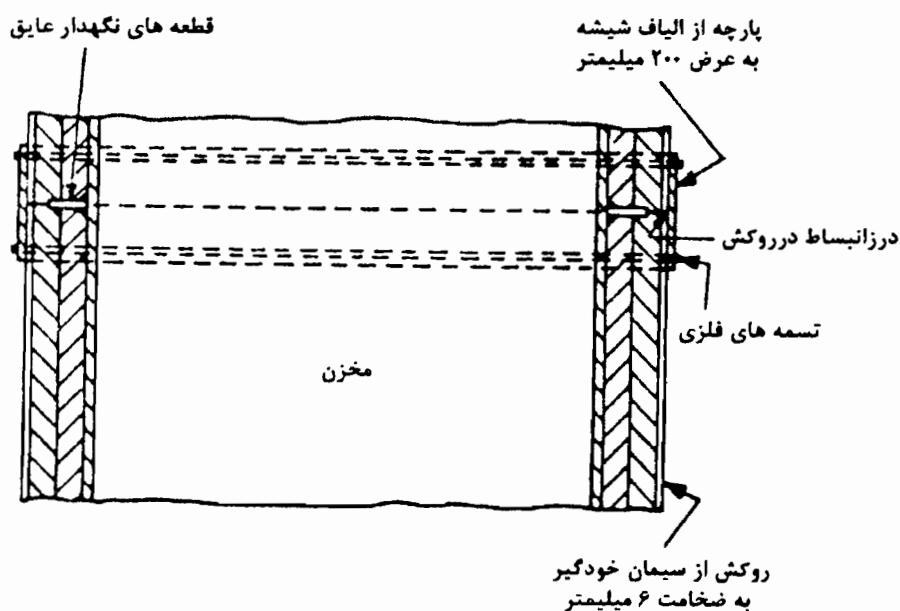
۱۰-۵-۲ روکش‌های عایق در داخل ساختمان

۲ از ۱۱

اجرا، تا زمانی که هنوز خشک نشده است، با برش‌هایی در سطح آن شیارهای انساط ایجاد کرد. فاصله شیارها بستگی به میزان انساط احتمالی دارد، شاید در مواردی، حتی بریدن تقویت‌های فلزی عایق، برای ایجاد شیارهای انساطی ویژه لازم شود. مقدار سیمان خودگیر برای کار روزانه، باید دقیقاً برنامه‌ریزی شود. اجرای روکش با سیمان خودگیر باید در محل درز انساط یا سایر نقاط مناسب (در نزدیکی محفظه شیر، فلنچ و...) متوقف شود، چون سیمان تازه با سیمانی که قبلاً خشک شده است پیوند برقرار نمی‌کند.

شکل (۱۰-۵-۲) الف (۴)

نمونه‌ای از اجرای درز انساط بین مخزن گرم و روکش سیمانی



(۱) کرباس نازک (Woven scrim fabric) (ب) پارچه و منسوجات

عایق‌های پیش‌ساخته لوله ممکن است به وسیله چسب با کرباس نازک روکش شوند. این پارچه مواد عایق را هنگام حمل و

جابجایی محافظت کرده و نصب آنرا نیز آسان می‌نماید. در محل‌های غیرقابل دید روکش اضافی لازم نیست ولی باید عایق با

نوار یا تسمه بسته شود.

(۲) متقال و نوارهای سبک

عایق‌های پیش‌ساخته لوله که به وسیله چسب با متقال به وزن تقریبی ۱۰۰ گرم بر متر مربع روکش می‌شود باید با یک دست آستر مناسب و سپس دو دست رنگ، یا یک ترکیب پوششی مناسب، انود شود. همچنین ممکن است ابتدا با استفاده از یک چسب مناسب (امولسیون پلیمری) متقال با پوشش مناسب انود و در یک مرحله روی عایق پیش‌ساخته اجرا شود. سپس باید عایق با تسممهای فلزی، به پهنهای حداقل ۲۰ میلیمتر و به فاصله‌های حداقل ۴۵۰ میلیمتر روی لوله محکم شود.

(۳) پوشش‌های پارچه‌ای سنگین (ضخیم)

یک لایه از متقال (نخ) سنگین تقریباً ۲۷۰ گرم بر متر مربع یا بیشتر وزن دارد. در مواردی که نیاز به یک روکش نسختنی یا مقاوم در برابر پوسیدگی باشد، یک لایه از پارچه‌های بافته شده از الیاف شیشه یا سیلیس می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. معمولاً برای اجرای پوشش‌های پارچه‌ای سنگین، هنگام تولید مواد عایق پیش‌ساخته از چسب استفاده نمی‌شود. این نوع پارچه‌ها ترجیحاً در زمان اجرا و در کارگاه با دوختن نصب می‌شود. این روش، سطح روکش شده محکم‌تری نسبت به آنچه در (۱-۵-۲) ب\*(۱) تشریح شده است، ایجاد می‌کند. در این حالت معمولاً نیاز به نوارهای بستن اضافی نمی‌باشد.

(۴) ماستیک و روکش‌های پوششی

شیوه اجرا بستگی به مهارت عایق کار دارد، مثلاً با دست یا پاشش و استفاده از هر امکان دیگری که منجر به تبخیر حلال گردد. پیمانکار باید در مورد جزئیات روش اجرا و وسائل لازم با تولیدکننده مشورت نماید.

(۱) ماستیک و روکش‌های پوششی که ماده اصلی آن قیر، رزین یا نوعی پلیمر می‌باشد به سه نوع تقسیم می‌شوند: محلول در آب (امولسیون‌ها)، دارای حلال ویژه و بدون حلال. انتخاب هر نوع، علاوه بر میزان حفاظت لازم، بستگی به این دارد که آیا مستقیماً قابل استفاده روی عایق می‌باشد؟ یا باید همراه با پارچه‌های درشت بافت از الیاف شیشه، کرباس یا متقال مورد استفاده قرار گیرد.

(۲) مواد محلول در آب: در طول نگهداری باید از بخزدگی محافظت شوند و توجه به این نکته لازم است که نباید از آنها در دمای (دمای محیط یا دمای سطح) زیر ۵ درجه سانتیگراد، و نیز در مواردی که تا ۲۴ ساعت احتمال بخزدگی باشد، استفاده شود. این مواد هنگام کاربرد غیرقابل اشتعال هستند.

بعضی ماستیک‌های محلول در آب همراه با افزودنی‌های ویژه ضد بخزدگی ارائه می‌شود، که استفاده از آنها در شرایط بخ زدن مجاز می‌باشد. برای استفاده از این مواد در شرایط غیر عادی و خاص باید با تولیدکنندگان مشورت شود.

(۳) ماستیک‌ها و پوشش‌های دارای حلال ویژه در مقابل بخوبی مقاوم هستند، ولی برای دستیابی به بهترین کارآیی نباید در دماهای زیر ۵ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار گیرند. ضخامت اغلب آنها در دماهای پایین افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌باشد که کار اجرا را دشوار می‌کند، لذا برای استفاده در زمستان، نگهداری آنها در ظروف سربسته و در دمای حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد، کاربری را آسان می‌کند. در مورد حلال‌های قابل اشتعال اصول ایمنی و احتیاط لازم باید رعایت گردد. حتی در مواردی که حلال غیرقابل اشتعال است، نباید سیگار کشیدن مجاز باشد، چون ورود مقدار کمی از بخار این حلال‌ها به داخل سیگار می‌تواند گازهای سمی خطرناکی تولید کند.

(۴) مواد بدون حلال، مانند اپوکسی‌ها یا یوریتان‌ها، در مواردی که نیاز به مقاومت شیمیایی ویژه و نیز در موقعی که بخارهای حلال غیرقابل تحمل باشد، کاربری دارند. برای استفاده از این مواد، ترتیبات خاص، لوازم کاربرد و دستورالعمل ویژه تولید کننده ضروری است.

#### ت) ورق فلزی

(۱) با توجه به دلایلی که در (۳-۴-۵-۲) مولد روکش عایق ذکر شده است، به ویژه در مواردی که عایق در معرض خرابی‌های ناشی از آب یا نفت بوده، یا هنگامی که نیاز به مقاومت اضافی در برابر صدمات مکانیکی باشد، استفاده از ورقهای فلزی تخت یا تقویت شده، پیشنهاد می‌شود. این ورق‌ها معمولاً از جنس فولاد نرم یا آلومینیوم می‌باشد. این ورق‌ها ممکن است مستقیماً روی مواد عایق نصب شوند، مگر در مواردی که حفاظت‌های موضعی از یک روکش آسیب‌پذیر، مانند ترکیب‌های سخت شونده، به دلیل احتمال صدمات مکانیکی، لازم باشد،

(۲) چنانچه استفاده از ورق فولادی نرم مورد نظر باشد، گالوانیزه بودن سطح آن امری معمولی است ولی استفاده از سایر پوشش‌های مناسب از قبیل لاعب، سرامیک یا پلاستیک روی ورق فولادی، با توجه به شرایط کاربرد، نیز صورت می‌گیرد. استفاده از ورق‌های فولادی نرم بدون پوشش، به دلیل خوردگی مجاز نمی‌باشد. مگر آن که رنگ آمیزی سطح داخل و خارج آن از نظر اقتصادی قابل توجیه باشد. احتمال شکنندگی و خرد شدن پوتش روی (گالوانیزاسیون) در دماهای بالا باید مد نظر قرار گیرد.

(۳) آلیاژهای فولادی مقاوم در برابر خوردگی گران است، اما در مواردی که نمای زیبا و مقاومت در برابر خوردگی، گرانی آنها را توجیه کند، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

(۴) در مواردی که محافظت در برابر صدمات مکانیکی مورد نظر باشد، نباید از ورق‌های آلومینیومی استفاده کرد، به ویژه در حالتی که روی عایق انعطاف‌پذیر نصب می‌شود.

از آنجا که ورق‌های تخت آلومینیومی با سطح صیقلی به خاطر انکاس نور، ناهمواری‌های کوچک موجود روی سطح را بزرگ جاوه می‌دهد، توصیه می‌شود، به ویژه در سطوح بزرگ، از ورق‌های موج دار (Ribbed) یا دارای پوشش ترئینی (Stucco) استفاده شود. ورق‌های موج دار نسبت به ورق‌های تخت مقاومت بیشتری در برابر تغییر شکل دارند.

ورق‌های موج دار علاوه بر خاصیت پخش نور بازتاب شده در برابر تغییر شکل، دارای مقاومت بیشتری نیز هستند، ضمن آن که در امتداد چین‌ها (Corrugations) به اسانی دور سطوح استوانه‌ای پیچیده و با آن هماهنگ می‌شوند.

(۵) در انتخاب ورق‌های فلزی به عنوان روکش، سازگاری جنس ورق با عایق باید کنترل شود. در بعضی موارد می‌توان با اندود سطح داخلی ورق روکش، مثلاً با قیر، محافظت لازم را تامین نمود. در تمام شرایط باید برای جلوگیری از تماس مستقیم ورق‌های آلومینیومی و فولادی، حتی در حالت خشک، احتیاط‌های لازم به عمل آید. رنگ‌آمیزی سطوح تماس ممکن است کافی باشد. چنانچه لازم گردد ورق آلومینیومی در شرایط با رطوبت بالا بکار رود، پیشنهاد می‌شود که از مواد مناسب برای محافظت سطح بیرونی استفاده شود.

در محیط‌های قابل اشتعال، تمام روکش‌های فلزی و همچنین توری‌های فلزی در محل فلنجهای، پمپ‌ها و غیره باید با تسممه‌ها یا مفتول‌های فولادی زنگ‌ناپذیر بسته و اتصال زمین شود.

(۶) استفاده از ضخامت‌های پیشنهاد شده در جدول شماره (۱۰-۵-۲) تا (۶) برای ورق‌های فولادی و آلومینیومی با توجه به سایر شرایط درج شده، برای موارد عادی و عمومی توصیه می‌شود. اگرچه ممکن است برای کاربردهای ویژه، تغییراتی در این مقادیر لازم شود.

استفاده از ورق‌های فولادی نسبتاً سخت و مقاوم در برابر خوردگی یا آبیزه‌های آلومینیومی سخت ممکن است ضخامت‌های پیشنهادی را کاهش دهد. در مورد لوله‌هایی که احتمال صدمات مکانیکی در سطح آنها ناچیز است می‌توان با اطمینان از ورق‌های با ضخامت ۳۷/۰ یا ۳۱/۰ میلیمتر استفاده کرد.

(۷) لبه‌های مجاور ورق فلزی ممکن است با اتصال کشویی (Plain laps) یا لب به لب (Folded joint) بهم بسته شود. به شکل (۲-۵-۸-۵) "الف" (۴) مراجعه شود. در صورت استفاده از اتصال کشویی در مورد سطوح استوانه‌ای ممکن است نیازی به ضمامت بست جدأگانه نباشد، امتیاز دیگر این اتصال‌ها آن است که تا حدودی جابجایی حاصل از انبساط (Expansion movement) را ممکن می‌سازد. اتصال‌های لب به لب ممکن است با پیچ خودکار یا برج محکم شود، ولی در این حالت جابجایی حاصل از انبساط محدود می‌شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۲-۵ عایق کاری

۲-۱۰-۵ اجرای روکش عایق

۲-۱۰-۵-۱ روکش‌های عایق در داخل ساختمان

۱۱ از ۱۱

#### جدول شماره (۶-۱۰-۵-۲) ت (۶)

خساخت ورق‌های فلزی، مناسب برای روکش بیرونی عایق (میلیمتر)

الومینیوم		فولادی نرم		نوع سطح
موج دار	تخت	موج دار	تخت	
۰.۹ ± ۰.۷	۱.۲	۱.۰	۱.۲	سطح تخت بزرگ با عایق انعطاف‌پذیر
۰.۹ ± ۰.۷	۱.۲	۰.۸	۱.۰	سطح تخت کوچکتر با عایق انعطاف‌پذیر، یا سطوح بزرگ با عایق‌های قطعه‌ای (همچنین سطوح خمیده بزرگ)
مانند روکش فلزی لوله مجاور آن				محفظه‌های فلنج و روپوش‌های شیر
-	۱.۲	-	۱.۰	لوله‌های عایق شده، با قطر خارجی بیش از ۴۵۰ میلیمتر.
-	۰.۹	-	۰.۸	لوله‌های عایق شده، با قطر خارجی ۱۵۰ تا ۴۵۰ میلیمتر
-	۰.۷	-	۰.۶	لوله‌های عایق شده، با قطر خارجی کمتر از ۱۵۰ میلیمتر

در صورت هم پوشانی لب به لب لازم است هر ورق حداقل ۴۰ میلیمتر با ورق مجاور فصل مشترک داشته و پیچ‌ها و پرج‌ها نیز به فاصله حداقل ۱۵۰ میلیمتر از یک دیگر، چه در سطوح تخت و چه در امتداد طولی محور لوله قرار گیرند. برای همپوشانی‌های محیطی روی لوله‌ها، ممکن است قرار دادن ۴ پیچ یا پرج در یک دور، کافی باشد. بهتر است یک درز محیطی در محلی مناسب آزاد رها شود تا جابجایی طولی را امکان‌پذیر سازد.

(۸) در نصب روکش فلزی روی سطح عایق شده باید اطمینان حاصل شود که تماس بین روکش فلزی و سطح عایق شده یا ضمائم آن به حداقل ممکن کاهش یافته است، در مواردی که سطح عایق شده خیلی سرد یا خیلی گرم است باید از تماس دو فلز به طور کامل احتراز شود.

(۹) برای قطعه‌های بلند در لوله‌کشی‌های قائم بخش‌های اصلی روکش فلزی باید از تماس با ضمائم روی لوله محافظت شود. در این بخش‌ها ورق‌های مجاور باید محکم به یکدیگر متصل شوند. درزهای آزاد، به منظور تحمل انبساط‌های جزئی، باید بین نقاط ثابت شده واقع شوند. به شکل‌های (۴-۳-۵-۲) الف (۱) و (۵-۸-۵-۲) الف (۴) مراجعه کنید.

(۱۰) در سطوح تخت و سطوح خمیده بزرگ و نامنظم، ورق فلزی خارجی (روکش) باید با استفاده از میخ، پیچ، چنگک یا صفحه‌های نگهدار (Landing plates) روی سطح خارجی عایق نصب گردد. شکل (۵-۸-۵-۲) ب (۲) را ببینید.

(۱۱) در همه حالات باید به خاطر داشت که استفاده از روکش‌های فلزی با سطح حقیقی، ممکن است دمای سطح بالاتری نسبت به سطوح غیرفلزی، در شرایط یکسان ایجاد کند.

۲-۱۰-۵-۳ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۲-۱۰-۵-۴ عایق کاری

۲-۱۰-۵-۵ اجرای روکش عایق

(۱۲) برای همه مصالح، امکان خودگی الکتروولیتی باید پیش‌بینی شود به ویژه در مناطقی که با ذاصله کمتر از ۸ کیلومتر از دریا واقع شده‌اند. در این موارد باید احتیاط‌های لازم برای جلوگیری از تماس مستقیم دو فلز ناهمجنس به عمل آید.

به این منظور لازم است که ورق‌های فولادی (نرم) گالوانیزه توسط صفحه‌های نگهدار گالوانیزه، روکش شده با کادمیوم، یا ضمائم فولادی زنگناپذیر، و ورق‌های آلومینیومی توسط ضمائم آلومینیومی یا فولادی زنگناپذیر نصب شوند. و در مناطق خشک می‌توان از ضمائم فولادی گالوانیزه برای نصب روکش‌های آلومینیومی استفاده نمود. در این نوع اجراهای فقط لازم است آن قسمت از ضمائم بست که در تماس مستقیم با روکش آلومینیومی قرار می‌گیرد، پوشش شود. مثلاً میخ‌هایی که برای نصب ورق آلومینیومی روی یک مخزن فولادی عایق شده، برای کاربرگی در دمای محیط، مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید قسمتی از طول آنها در انتهای بیرونی با گالوانیزاسیون ایزوله شود، در این حالت اشکالی برای جوش دادن قسمت پوشش نشده میخ، روی سطح مخزن ایجاد نمی‌شود.

## ۲-۱۰-۵-۲ روکش‌های عایق در خارج ساختمان ( مقاوم در برابر اثر هوای محیط )

### الف) ورق فلزی

(۱) توصیه‌های ارائه شده در (۱-۱۰-۵-۲) ت ورق فلزی، در مورد روکش‌های فلزی برای کاربری‌های خارج ساختمان نیز می‌تواند ملاک عمل قرار گیرد، ولی مراقبت‌های بسیار ویژه‌ای برای احتراز از خودگی الکتروولیتی باید به عمل آید. همچنین باید دقیق شود تا از نفوذ آب جلوگیری به عمل آید و اطمینان حاصل گردد که فلز انتخاب شده (روکش) برای شرایط کاربرد مناسب است. نوع اتصال ورق‌ها باید در صورت امکان به نحوی انتخاب و اجرا گردد که آب را به سمت خارج هداخت کند. پیچ‌ها یا پروژه‌ها نباید بیش از ۱۰۰ میلیمتر از هم فاصله داشته باشد، و در نقاطی که امکان نفوذ آب وجود دارد، از جمله در اتصال‌های قائم یا در محل زانوها در لوله‌کشی، اتصال (درز) روکش‌ها باید با استفاده از مواد مناسب مانند قیر، ماستیک پلیمری، نوارهای (درزیندی) اشباع و غیره در برابر هوا مقاوم شود. نوارها ممکن است با قیر رقیق یا سایر مواد مقاوم در برابر آب اشباع شوند. نحوه اتصال (درز) باید بر اساس یکی از انواع ارائه شده در شکل (۵-۸-۵-۲) الف (۴) انتخاب شود.

(۲) نظر به اینکه روکش فلزی ممکن است در معرض تغییرات وسیعی از دمای محیط قرار گیرد، باید پیش‌بینی لازم برای جابجاگی گرمایی و جلوگیری از تماس فلزی با سطح عایق شده به عمل آید، شکل (۴-۳-۵-۲) "الف" (۱).

(۳) اگر چه گالوانیزاسیون، با روش فرو بردن در روی مذاب (Hot-dipped galvanized) ممکن است در دوره‌های زمانی نسبتاً طولانی در مقابل شرایط حوتی مقاوم باشد، ولی گاهی اوقات در صورت طولانی بودن زمان بهره‌برداری، رنگ‌آمیزی یا محافظت سطح خارجی روکش با سایر اندوهدها لازم می‌شود.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۱۰-۵-۲ اجرای رونکش عایق

۲-۱۰-۵ رونکش های عایق در خارج ساختمان (مقاوم در برابر اثر هوای محیط)

۱۱ از ۱۸

ورق های فولادی نرم که به طریق الکترولیز گالوانیزه می شوند، بلا فاصله یس از نصب باید رنگ آمیزی شوند. سطوح فولادهای آلیاژی و فولادهای رونکش شده با پلاستیک، نیاز به محافظت اضافی ندارد، ولی درزها باید آب بندی می شود.

(۴) در سطح بیرونی ورق های آلومینیومی ممکن است پس از مدتی تماس با شرایط هوای خارج، لایه های سفیدرنگی در نتیجه اکسیداسیون ایجاد شود، با استفاده از مواد شیمیایی یا یک الکترولیز مناسب، مثلاً با اندازی کردن سطح ورق می توان از این نقیصه پیشگیری نمود.

آلومینیوم باید بطور کامل از تماس مستقیم با فلزهای ناهم جنس محافظت شود، برای این منظور بهتر است از نوارهای مقاوم در برابر هوا یا نوارهای پلیمری مناسب استفاده نمود. در مورد ضمائم بست، مانند میخ ها، که از یک طرف به سطح فولادی جوش می شوند و سر دیگر آنها از رونکش آلومینیومی عبور می کند. باید طبق (۱۰-۵-۲) ت (۱۲) عمل شود.

(۵) خسارت ورق های فلزی، مشابه کاربردهای داخل ساختمان، طبق (۱۰-۵-۲) ت (۶) انتخاب می شود، ضمن آنکه باید صدمات احتمالی ناشی از عبور و مرور و اثرات باد (مکش و فشار) را در نظر گرفت. در ارتباط با "اتصال زمین" به (۱۰-۵-۲) ت (۵) مراجعه شود.

ب) ترکیب های مقاوم در برابر هوا

(۱) ملاحظات کلی

لازم است تفاوت بین سه روش مختلف کاربرد ترکیب های مقاوم در برابر هوا، متناسب با سطح عایق شونده اصلی، مشخص گردد:

• اجرای مستقیم روی (ماده) عایق

• اجرا روی یک رونکش از ترکیبات سخت شونده

• اجرا روی یک سیمان خودگیر

برای هر یک از انواع کاربرد، رونکش مقاوم در برابر هوا ممکن است محلول در آب (water-based) یا دارای حلal ویژه (Solvent) باشد. مواد محلول در آب چنانچه به طور صحیح ساخته نشود و دوره زمانی خشک شدن خود را، پس از اجرا. در شرایط ویژه (رطوبت بالا یا دمای پایین) طی نکند. توسط آب باران شسته می شود. غالب تولیدکنندگان، زمان عمل آوری و خشک شدن پس از اجرا را فقط بر اساس شرایط استاندارد دما و رطوبت اعلام می کنند، مصرف کنندگان باید نسبت به طولانی شدن زمان خشک شدن، در صورت تغییر شرایط، آگاه باشند. مواد دارای حلal ویژه بر خلاف مواد محلول در آب، اگر چه از شرایط جوی نامطلوب کمتر تاثیر می پذیرند، ولی پس از اجرا، به سرعت قشری غیر قابل نفوذ تشکیل می دهند که ممکن است

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵- عایق کاری

۱۰-۵-۲ اجرای روکش عایق

۲- روکش‌های عایق در خارج ساختمان (مقاوم در برابر انر هوای محیط)

۹ از ۱۱

مانع خروج آب جنس شده در لایه عایق شود، این آب بر اثر گرم شدن موجب آماس و تخریب روکش خواهد شد. به هر صورت باید کوشش شود که عایق هنگام نگهداری در انبار، حین نصب و پس از نصب خشک بماند. برای نصب عایق گرمایی با روکش‌های محتول در آب، محلوب آن است که اجرای روکش تا تامین گرمای لازم برای خشک کردن عایق و روکش، هر دو (بسته به میزان آب موجود در عایق و شرایط هوای محیط) به تعویق افتاد. در مورد هر دو نوع روکش، ضخامت لایه اجرا شده (تر) متناسب با میزان آب یا حال لتبخیر شده، بیش از ضخامت لایه نهایی پس از خشک شدن است. متناسب با قابلیت کشسانی (Elasticity) و مقاومت کششی (Tensile strength) ترکیب انتخاب شده، بر اثر نرخ‌های زیاد، عدم پیش‌بینی درزهای انبساط به میزان کافی، ممکن است ترک‌های بزرگی در سطح عایق یا روکش عایق ایجاد شود که در نهایت به لایه مقاوم در برابر هوا نیز منتقل می‌شود. تقویت با پارچه‌هایی از الیاف شیشه یا سایر لایه‌ها، متناسب با کاربری، ممکن است ایجاد ترک‌ها را کاهش داده یا از بین ببرد. برای پیشگیری از ترک‌خوردگی، استفاده از پارچه‌های تقویتی در روکش‌ها، همراه با اجرای صحیح درزهای انبساط و درزبندی‌های لازم توصیه می‌شود.

## (۲) اجرای مستقیم روی (ماده) عایق

این روش ممکن است روی لوله‌ها و کانال‌های با قطر نسبتاً کوچک، یا روی سطوح تخت با مساحت کم، به یکی از دو حالت زیر بکار رود.

حالت اول: روی عایق‌های پشم شیشه، پشم سنگ یا مواد پیش‌ساخته از نوع دمای پایین که معمولاً دارای ابعاد دقیق هستند. در این حالت ممکن است سطح عایق توسط قلم مو با سه لایه از ترکیب مورد نظر پوشش داده شود و پس از اجرای اولین دست، پارچه‌های درشت بافت از الیاف شیشه یا چتایی مقاوم در برابر پوسیدگی روی آن کشیده شود.

حالت دوم: روی عایق‌های قطعه‌ای نیمه سخت یا پیش ساخته. در این حالت ابتدا سطح عایق با توری فلزی نازک و مناسب (مانند توری فولادی گالوانیزه) پوشانده شود، سپس روی آن با ترکیب سخت شونده حاوی مقداری قیر یا امولسیون بی‌وی‌سی طبق نسبت پیشنهادی تولید کننده روکش می‌شود. این مخلوط ترجیحاً باید به مقداری به کار رود که ضخامت نهایی آن پس از خشک شدن ۶ تا ۸ میلیمتر شود. پس از خشک شدن این مخلوط دو لایه روکش خارجی مقاوم در برابر هوا از جنس قیر یا ماستیک پلیمری مناسب، با ماله اجرا می‌شود. در حالی که لایه اول هنوز خیس است، پارچه‌های درشت بافت از الیاف شیشه روی آن کشیده، سپس لایه نهایی روی آن اجرا می‌گردد.

۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۵-۲ عایق کاری

۱۰-۵-۲ اجرای روکش عایق

## (۳) اجرا روی یک روکش از ترکیب سخت شونده

نظر به اینکه سطح ترکیب سخت شونده دارای طبیعت خشک و گرد گرفته می‌باشد، بهتر است قبل از اجرای روکش مقاوم در برابر هوا، روی ترکیب سخت شونده با لایه‌ای نازک از پرایمر انود شود. ماده پرایمر باید طبق پیشنهاد تولیدکننده و سازگار با روکش باشد.

## (۴) اجرا روی یک روکش از سیمان خودگیر

نظر به اینکه سطح خشک سیمان خودگیر تقریباً عاری از گردوخاک است، ترکیب‌های مقاوم در برابر هوا، به صورت طبیعی، مستقیماً به آن می‌چسبد. ممکن است سطح سیمان با دو دست ترکیب مناسب توسط قلم مو پوشش داده شود و یا از روش پاشیدن استفاده گردد. چنانچه ترک‌خوردگی سیمان بر اثر جابجایی گرمایی محتمل باشد، می‌توان پارچه‌ای درشت بافت از الیاف شیشه را به عنوان تقویت روی ترکیب مقاوم در برابر هوا، در حالت خیس، کشید. ضخامت نهایی لایه مقاوم در برابر هوا باید حدود ۱/۵ تا ۳ میلیمتر باشد.

## (پ) سیمان خودگیر

(۱) نظر به اینکه سیمان خودگیر در تماس با آب متلاشی نمی‌گردد و می‌تواند بدون نیاز به مراقبهای ویژه در معرض هوای خارج قرار گیرد، باید توجه داشت که سیمان خودگیر در برابر آب بطور کامل غیر قابل نفوذ نیست.

(۲) برای جلوگیری از نفوذ آب در سطح متخلخل سیمان، می‌توان آن را با انود مناسبی پوشاند، ولی انود باید پس از خشک شدن کامل سیمان اجرا گردد.

(۳) به جز در مواردی که جابجایی‌های زیاد پیش‌بینی می‌شود، بهتر است روی سطوح بزرگ، از سیمان در لایه‌های متوالی و پیوسته استفاده شود. برای اختلاف دماهای بیشتر، ممکن است شیار دار نمودن سیمان لازم شود. در لوله‌کشی‌ها، می‌توان این شیارها را با استفاده از نوارهای پارچه‌ای آغشته به انود مقاوم در برابر آب، نسبت به هوا مقاوم نمود، ولی برای سطوح تخت ممکن است استفاده از پوششی یک پارچه، از یک ترکیب مقاوم در برابر هوا، برای جلوگیری از نفوذ آب به داخل شیارهای انساط لازم شود.

## (ب) گونی و تور سیمی

قبل از نصب گونی، سطح عایق باید صاف و هموار شود، سپس گونی روی عایق قرار گرفته و در محل خود با توری سیمی گالوانیزه نصب و پس از آن توسط مفتول گالوانیزه کاملاً کشیده و محکم شود. گونی باید به نحو مناسبی بریده شود تا از محافظت کامل عایق، اطمینان حاصل گردد و همچنین همپوشانی کافی در درزها به منظور هدایت آب رعایت شود. بهتر است لبه‌های گونی قبل از نصب توری، با چسب مناسبی درزبندی گردد. پس از آنکه توری سیمی در محل خود محکم شد، تمامی سطح باید با ده‌لایه قیر انود شود. این انود باید در فواصل زمانی معین در دوران بهره‌برداری تجدید شود.

- ۲- تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- ۵- عایق کاری
- ۱۰-۵-۲ اجرای روکش عایق
- ۳-۱۰-۵-۲ رنگ‌آمیزی نهایی روکش

۱۱ از ۱۱

## ۳-۱۰-۵-۲ رنگ‌آمیزی نهایی روکش

منظور از رنگ‌آمیزی روکش خارجی عایق تنها جنبه زیبایی ظاهری آن نیست، رنگ در عین حال اندود مقاومی است. به علاوه از آنجا که سطح رنگ شده در معرض دید قرار دارد، کیفیت اجرای عایق طبعاً بر اساس نمای ظاهری آن مورد قضاوت قرار می‌گیرد. انتخاب صحیح رنگ و روش‌های صحیح کاربرد آن توجه اولیه را جلب می‌کند. در مورد سطوح با دماهای بالا، باید دقیق نسبت به مقاومت کافی رنگ انتخاب شده برای دماهای مورد نظر به عمل آید.

## خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود ، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی - فنی ، در قالب آینه نامه ، ضابطه ، معیار ، دستورالعمل ، مشخصات فنی عمومی و مقاله ، بصورت تألیف و ترجمه تهیه و ابلاغ کرده است . نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی بکار برده شود. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر ، فهرست عناوین نشریاتی که طی دو سال اخیر به چاپ رسیده است بااطلاع استفاده کنندگان و دانش پژوهان محترم رسانده می شود .  
لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی <http://tec.mpor.org.ir> مراجعه نمایید .

دفتر امور فنی، تدوین معیارها  
و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

معاونت امور فنی

## فهرست نشریات

دفتر امور فنی، تدوین معیارها  
و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله  
در سال‌های (۸۱-۸۳)

**نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله (بخش تدوین معیارها)**

ملاحظات	نوع دستورالعمل	تاریخ انتشار چاپ آخر	تاریخ انتشار چاپ اول	شماره نشریه	عنوان نشریه
	۱		۱۳۸۱	۲۳۴	آینین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران
	۲ نوع ۲۲۵-۱ ۲ نوع ۲۲۵-۲		۱۳۸۲ ۱۳۸۱	۲۳۴ ۲۳۵	ضوابط و معیارهای طرح و اجرای سیلوهای بتن جلد اول - مشخصات فنی عمومی و اجرایی سازه و معماری سیلو (۲۲۵-۱) جلد دوم - مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برق سیلو (۲۲۵-۲) جلد سوم - مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات مکانیکی سیلو (۲۲۵-۳)
	۳		۱۳۸۱	۲۴۰	راهنمای برگزاری مسابقات معماری و شهرسازی در ایران
	۳		۱۳۸۱	۲۴۵	ضوابط طراحی سینما
	۱		۱۳۸۱	۲۴۶	ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای افراد معلول جسمی - حرکتی
	۳		۱۳۸۱	۲۴۷	دستورالعمل حفاظت و اینمنی در کارگاههای سدسازی
	۳		۱۳۸۱	۲۴۸	فراسایش و رسوبگذاری در محدوده آشکنها
	۲		۱۳۸۱	۲۴۹	فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی
	۱		۱۳۸۲	۲۵۰	آینین نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تیده
	۳		۱۳۸۱	۲۵۱	فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود
	۳		۱۳۸۱	۲۵۲	رفتارسنجی فضاهای زیرزمینی در جهن اجرا
	۱		۱۳۸۱	۲۵۳	آینین نامه نظارت و کنترل برعاملیات و خدمات نقشه برداری
	۳		۱۳۸۱	۲۵۴	دستورالعمل ارزیابی پیامدهای زیست محیطی پروژه های عمرانی: جلد اول - دستورالعمل عمومی ارزیابی پیامدهای زیست محیطی پروژه های عمرانی (۲۵۴-۱) جلد دوم - شرح خدمات بررسی اولیه و مطالعات تفصیلی ارزیابی آثارزیست محیطی طرح عمرانی (۲۵۴-۲) جلد سوم - دستورالعمل های اختصاصی پروژه های آب .... (۲۵۴-۳)
	۳		۱۳۸۱	۲۵۵	دستورالعمل آرماشدهای آبشویی خاکهای شور و سدیمی در ایران
	۳		۱۳۸۱	۲۵۶	استانداردهای نقشه کشی ساختمانی
	۳			۲۵۷	دستورالعمل تهیه طرح مدیریت مناطق تحت حفاظت
	۳		۱۳۸۱	۲۵۸	دستورالعمل بررسیهای اقتصادی منابع آب
	۳		۱۳۸۱	۲۵۹	دستورالعمل آزمون میکروبیولوژی آب
	۳		۱۳۸۱	۲۶۰	راهنمای تعیین عمق فراسایش و روشهای مقابله با آن در محدوده پایه های پل
	۱		۱۳۸۱	۲۶۱	ضوابط و معیارهای فنی روشهای آسایی تحت فشار مشخصات فنی عمومی آسایاری تحت فشار
	۲		۱۳۸۲	۲۶۲	فهرست جزئیات خدمات مطالعات تأسیسات آبگیری ( مرحله های شناسائی ، اول و دوم استگاههای پمپاژ )
	۲		۱۳۸۲	۲۶۳	فهرست جزئیات خدمات مهندسی مطالعات تأسیسات آبگیری ( سرداخانه سازی )
	۱		۱۳۸۲	۲۶۴	آینین نامه اتصالات سازه های فولادی ایران
	۳		۱۳۸۲	۲۶۵	برپایی آزمایشگاه آب
	۳		۱۳۸۲	۲۶۶	۱- دستورالعمل تعیین اسید یته و قلیات آب ۲- دستورالعمل تعیین نیتروژن آب

**نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله (بخش تدوین معیارها)**

ملاحظات	نوع دستورالعمل	تاریخ انتشار چاپ		شماره نشریه	عنوان نشریه
		آخر	اول		
				۲۶۷	ایمنی نامه ایمنی راههای کشور ایمنی راه و مرویم (جلد اول) ایمنی ایمنی فنی (جلد دوم) ایمنی علامت (جلد سوم) تجهیزات ایمنی راه (جلد چهارم) تأسیسات ایمنی راه (جلد پنجم) ایمنی بهرهبرداری (جلد ششم) ایمنی در عملیات اجرایی (جلد هفتم)
	۳		۱۳۸۲	۲۶۸	دستورالعمل تثبیت لایههای حاکمی و رو سازی راهها
	۳		۱۳۸۲	۲۶۹	راهنمای آزمایش های دانه بندی رسوب
تجددیدنظر دوم	۱		۱۳۸۳	۵۵	مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی
	۳		۱۳۸۳	۲۷۰	معیارهای برنامه ریزی و طراحی کتابخانههای عمومی کشور
	۳		۱۳۸۲	۲۷۱	شرایط طراحی (DESIGN CONDITIONS) برای محاسبات تأسیسات گرمایی، تعویض هوای و تهویه مطبوع مخصوص تعدادی از شهرهای کشور
	۳		۱۳۸۳	۲۷۲	راهنمای مطالعات بهرهبرداری از مخازن سدها
	۳		۱۳۸۳	۲۷۳	راهنمای تعیین بار کل رسوب رودخانهها به روش انیشتن و کلی
	۳		۱۳۸۳	۲۷۴	دستورالعمل نمونه برداری آب
	۱		۱۳۸۳	۲۷۵	ضوابط بهداشتی و ایمنی پرسنل تصفیه خانههای فاضلاب
				۲۷۶	شرح خدمات مطالعات تعیین حد بستر و حریم رودخانه یا مسیل
	۳		۱۳۸۳	۲۷۷	راهنمای بررسی پیش روی آب های سور در آبخوان های ساحلی و روش های کنترل آن
	۳		۱۳۸۳	۲۷۸	راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه خانههای فاضلاب شهری
	۱		۱۳۸۳	۲۷۹	مشخصات فنی عمومی زیرسازی راه آهن
	۱		۱۳۸۳	۲۸۰	مشخصات فنی عمومی راهداری
	۳		۱۳۸۳	۲۸۱	ضوابط عمومی طراحی شبکههای آبیاری و زهکشی
	۳		۱۳۸۳	۲۸۲	ضوابط هیدرولیکی طراحی ساختمانهای تنظیم سطح آب و آبگیرها در کanal های روباز
				۲۸۳	فهرست خدمات مهندسی مرحله ساخت طرح های آبیاری و زهکشی
	۳		۱۳۸۳	۲۸۴	راهنمای بهرهبرداری و نگهداری از تصفیه خانههای فاضلاب شهری بخش دوم - تصفیه ثانویه
	۳		۱۳۸۳	۲۸۵	راهنمای تعیین و انتخاب وسایل و لوازم آزمایشگاه تصفیه خانههای فاضلاب
	۳		۱۳۸۳	۲۸۶	ضوابط طراحی سیستم های آبیاری تحت فشار
	۳		۱۳۸۳	۲۸۷	جلد یکم: راهنمای برنامه ریزی و طراحی معماری جلد دوم: راهنمای طراحی تأسیسات مکانیکی جلد سوم: راهنمای طراحی تأسیسات برقی جلد چهارم: راهنمای گروه بندی و مشخصات فنی تجهیزات
				۲۸۷	طراحی بناءهای درمانی (۱) بخش بستری داخلی - جراحی ۲۸۷-۱
					طراحی بناءهای درمانی (۲) بخش مراقبت های ویژه ۲۸۷-۲
					جلد یکم: راهنمای برنامه ریزی و طراحی معماری جلد دوم: راهنمای طراحی تأسیسات مکانیکی جلد سوم: راهنمای طراحی تأسیسات برقی جلد چهارم: راهنمای گروه بندی و مشخصات فنی تجهیزات بیمارستانی
	۱		۱۳۸۳	۲۸۸	ایمنی نامه طرح هندسی راه آهن
				۲۸۹	راهنمای روش محاسبه تعديل آزاد بهای پیمانها

**نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله (بخش تدوین معیارها)**

ملاحظات	نوع دستورالعمل	تاریخ انتشار چاپ		شماره نشرویه	عنوان نشریه
		آخر	اول		
				۲۹۰	دستورالعمل تهیه، ارائه و بررسی پیشنهادهای تغییر، با نگاه مهندسی ارزش دستورالعمل تهیه و ارسال گزارش سالانه پیشنهادهای تغییر، با نگاه مهندسی ارزش
				۲۹۱	جزئیات تیپ کارهای آب و فاضلاب
				۲۹۲	مجموعه نقشه‌های همسان پل‌های راه دهانه ۲ تا ۱۰ متر
				۲۹۳	مجموعه نقشه‌های همسان پل‌های راه آهن دهانه ۲ تا ۱۰ متر
				۲۹۴	مجموعه نقشه‌های همسان پل‌های راه دهانه ۱۰ تا ۲۵ متر
				۲۹۵	مجموعه نقشه‌های همسان پل‌های راه آهن دهانه ۱۰ تا ۲۵ متر
				۲۹۶	راهنمای بهسازی رویه‌های شنی و آسفالتی

**نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله (بخش امور فنی)**

ردیف	عنوان نشریه	شماره ابلاغیه	تاریخ ابلاغیه
۱	شرح خدمات همسان مطالعه در رشتہ معماری		
۲	شرح خدمات قسمت‌ها و مراحل مختلف مطالعات زیرسازی راه‌آهن	۱۰۲-۲۰۳۵۹/۵۴/۴۳۸۷	۱۳۶۹/۱۲/۲۰
۳	فهرست خدمات مرحله شناسایی سدسازی	۱-۳۹۸۸/۵۴-۹۰۹	۱۳۷۰/۳/۲۰
۴	شرح خدمات مرحله توجیهی سدسازی	۱۰۲-۳۹۸۶/۵۴-۹۱۰	۱۳۷۰/۳/۲۰
۵	شرح خدمات مرحله شناسایی طرح‌های حفاظت خاک و آبخیزداری	۱۰۲-۳۰۳۱/۵-۹۲۵۵	۱۳۷۳/۷/۱
۶	فهرست خدمات مرحله توجیهی طرح‌های حفاظت خاک و آبخیزداری	۱۰۲-۳۰۳۱/۵-۹۲۵۷	۱۳۷۳/۷/۱۷
۷	فهرست خدمات مرحله شناسایی طرح‌های آبیاری و زهکشی	۱۰۲-۵۱۱۹/۵-۵۴-۱۵۲۶۷	۱۳۷۳/۱۱/۳۰
۸	فهرست خدمات مرحله یک (توجیهی) طرح‌های آبیاری و زهکشی	۱۰۲-۵۱۲۰/۵-۵۴-۱۵۲۶۹	۱۳۷۳/۱۱/۳۰
۹	فهرست خدمات مرحله شناسایی طرح‌های زهکشی و بهسازی خاک در دشت‌هایی که در آن‌ها شبکه آبیاری احداث شده است	۱۰۲-۵۳۸۲/۵-۵۴-۱۵۲۶۵	۱۳۷۳/۱۱/۳۰
۱۰	فهرست خدمات مرحله دو (تشریحی) طرح‌های آبیاری و زهکشی	۱۰۲-۵۳۸۳/۵-۵۴-۱۶۱۳۵	۱۳۷۳/۱۲/۱۷
۱۱	شرح خدمات مهندسی مطالعات مراحل مختلف طرح‌های آبیاری و زهکشی	۱۰۲-۱۸۲۷/۵۴-۱۰۱۱	۱۳۷۴/۵/۱
۱۲	فهرست خدمات مهندسی مرحله ساخت سدها	۱۰۲-۴۲۳۹/۵۴-۲۲۴۶	۱۳۷۴/۸/۲۲
۱۳	فهرست خدمات مطالعات مرحله طراحی تفصیلی سدسازی	۱۰۲-۴۲۶۷/۵۴-۲۲۵۴	۱۳۷۴/۸/۲۳
۱۴	تهیه طرح توسعه و عمران (جامع) ناحیه	۱۰۲-۱۸۷۷/۵۴-۱۲۲۲	۱۳۷۶/۴/۸
۱۵	موافقنامه، شرایط عمومی و شرایط خصوصی پیمان (نشریه ۴۳۱۱)	۱۰۲/۱۰۸-۵۴/۸۴۲	۱۳۷۸/۲/۳
۱۶	فهرست خدمات مطالعات مرحله طراحی تفصیلی (مرحله دوم) طرح‌های مهندسی رودخانه (نشریه ۱۹۲)	۱۰۲/۴۸۵۵-۵۴/۴۲۱۴	۱۳۷۸/۸/۱۰
۱۷	فهرست خدمات مطالعات مرحله توجیهی طرح‌های مهندسی رودخانه (نشریه ۱۹۱)	۱۰۲/۴۸۵۶-۵۴/۴۲۱۵	۱۳۷۸/۸/۱۰
۱۸	فهرست خدمات مطالعات مرحله شناسایی طرح‌های مهندسی رودخانه (نشریه ۱۹۰)	۱۰۲/۴۸۵۳-۵۴/۴۲۱۲	۱۳۷۸/۸/۱۰
۱۹	فهرست جزئیات خدمات مطالعات ساماندهی چشممه‌ها و قنات‌ها (نشریه ۱۹۴)	۱۰۲/۵۷۷۹-۵۴/۴۸۸۳	۱۳۷۸/۹/۱۵
۲۰	فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و برآورد خطر زمین‌لرزه مرحله توجیهی (نشریه ۲۰۰)	۱۰۲/۷۰-۴-۵۴/۵۳۰	۱۳۷۹/۲/۱۷
۲۱	فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین‌لرزه (مرحله شناسایی، نشریه ۱۹۹)	۱۰۲/۷۰-۳-۵۴/۵۳۱	۱۳۷۹/۲/۱۷
۲۲	فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک (مرحله بهره‌برداری و نگهداری، نشریه ۲۰۲)	۱۰۲/۷۰-۲-۵۴/۵۳	۱۳۷۹/۲/۱۷
۲۳	فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک مرحله اجرا (نشریه ۲۰۱)	۱۰۲/۷۰-۵-۵۴/۵۲۹	۱۳۷۹/۲/۱۷
۲۴	شرح عمومی خدمات مشاوره در دوره ساخت و تحويل کار برای طرح غیرصنعتی (نشریه ۳۳۲۷)	۱۰۲/۱۲۹۵-۵۴/۹۷۷	۱۳۷۹/۳/۱۱
۲۵	فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک روش‌های الکتریکی مقاومت و بیژه و لرزه‌ای شکست مرزی (نشریه ۲۱۱)	۱۰۵/۲۴۰۰-۵۴/۳۲۷۱	۱۳۷۹/۶/۱۶
۲۶	شرح خدمات تهیه طرح نیروگاه حرارتی (نشریه ۳۱۲۶)	۱۰۵/۸۸۰-۴-۵۴/۶۴۰۴	۱۳۷۹/۱۲/۱
۲۷	شرح خدمات تهیه طرح خطوط لوله انتقال نفت و گاز (نشریه ۳۱۲۸)	۱۰۵/۸۰۷۷-۵۴/۲۹۸۱	۱۳۷۹/۱۲/۱
۲۸	فهرست خدمات مطالعات مرحله نیمه تفصیلی منابع آب زیرزمینی (نشریه ۲۱۳)	۱۰۵/۷۳۴-۵۴/۲۰۲	۱۳۸۰/۱/۲۸
۲۹	فهرست خدمات مطالعات مرحله شناسایی منابع آب زیرزمینی (نشریه ۲۱۲)	۱۰۵/۷۳۷-۵۴/۲۰۰	۱۳۸۰/۱/۲۸
۳۰	شرح خدمات تهیه طرح‌های بزرگ صنعتی (نشریه ۳۱۲۳)	۱۰۵/۲۲۰-۴-۵۴/۸۰۰	۱۳۸۰/۳/۶
۳۱	شرح خدمات تهیه طرح خطوط انتقال نیرو (نشریه ۳۱۲۴)	۱۰۵/۲۴۶۴-۵۴/۸۹۷	۱۳۸۰/۳/۱۲
۳۲	شرح خدمات تهیه طرح پست‌های انتقال نیرو (نشریه ۳۱۲۵)	۱۰۵/۲۴۶۳-۵۴/۸۹۶	۱۳۸۰/۳/۱۲

**نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطر بذیری ناشی از زلزله (بخش امور فنی)**

۳۳	فهرست خدمات مرحله اجرای طرح های مهندسی رودخانه (نشریه ۲۲۶)	۱۰۵/۳۵۶۷-۵۴/۱۳۸۹	۱۳۸۰/۶/۴
۳۴	شرح خدمات تهیه طرح خطوط لوله انتقال نفت و گاز (نشریه ۳۱۲۸)	۱۰۵-۸۰۷۷/۵۴-۲۹۸۱	۱۳۸۰/۶/۱۳
۳۵	شرح خدمات تهیه طرح های ایستگاه های افزایش گاز و مواد نفتی (نشریه ۳۱۲۹)	۱۰۵/۸۰۷۴-۵۴/۲۹۸۴	۱۳۸۰/۶/۱۳
۳۶	فهرست جزئیات مطالعات زمین شناسی مهندسی مرحله های شناسایی و توجیهی در طرح های سازه های آبی (سدسازی، نشریه ۲۲۵)	۱۰۵/۸۰۷۸-۵۴/۲۹۸۰	۱۳۸۰/۶/۱۳
۳۷	فهرست خدمات مطالعات طرح های تغذیه مصنوعی ۱. مرحله شناسایی ۲. مرحله توجیهی ۳. مرحله تفصیلی (نشریه ۲۳۶)	۱۰۵/۸۴۸۷-۵۴/۳۲۱۴	۱۳۸۰/۶/۲۰
۳۸	فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و برآورد خطر زمین لرزه و زلزله شناسی مهندسی (مرحله طراحی تفصیلی، نشریه ۲۳۸)	۱۰۵/۹۴۱۴-۵۴/۲۵۹۰	۱۳۸۰/۷/۷
۳۹	شرح خدمات مهندسی مطالعات مرحله دوم شبکه های فرعی آبیاری و زهکشی (نشریه ۲۴۴)	۱۰۵/۱۴۷۶۹-۵۴/۵۵۳۶	۱۳۸۰/۹/۱۹
۴۰	قرارداد خدمات مطالعات ساماندهی فضا و سکونتگاه های روستایی (نشریه ۳۴۰)	۱۰۵/۵۵۸۸۰۰	۱۳۸۱/۴/۲
۴۱	فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزو توپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی (نشریه ۲۴۹)	۱۰۵/۶۵۱۴۲	۱۳۸۱/۴/۱۶
۴۲	فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود	۱۰۱/۱۲۸۱۶۵	۱۳۸۱/۷/۱۶
۴۳	فهرست جزئیات خدمات مهندسی مطالعات تأسیسات آبگیری (مرحله های شناسایی، اول و دوم ایستگاه های پمپاژ، نشریه ۲۶۲)	۱۰۱/۲۴۴۴۳۱	۱۳۸۱/۱۲/۱۶
۴۴	فهرست جزئیات خدمات مهندسی مطالعات تأسیسات آبگیری (سردخانه سازی، نشریه ۲۶۳)	۱۰۱/۲۴۴۴۲۵	۱۳۸۱/۱۲/۲۶
۴۵	موافقتname و شرایط عمومی قراردادهای خدمات مشاوره ژئوتکنیک و مقاومت مصالح (نشریه ۳۱۰۲)	۱۰۱/۱۰۷۷۲۶	۱۳۸۲/۶/۸
۴۶	حق الزحمه مطالعات ژئوفیزیک	۱۰۱/۱۷۱۱۲۲	۱۳۸۳/۹/۱۶
۴۷	تعرفه خدمات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح	۱۰۱/۱۸۳۷۴۹	۱۳۸۲/۹/۳۰
۴۸	موافقتname، پیوست ها، شرایط عمومی و شرایط خصوصی پیمان های تأمین کالا و تجهیزات، ساختمان و نصب به صورت توأم (PC)، برای کارهای صنعتی	۱۰۱/۱۸۳۴۰۶	۸۳/۱۰/۵