

**Petroleum industry – Thermal insulations –
Technical requirements**

صنعت نفت – عایقهای گرمایی – الزامات فنی

ویرایش اول

اسفند ۱۴۰۱

پیش‌گفتار صنعت نفت

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز، فرآورده‌های نفتی و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی و داخلی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی به طور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استاندارد آورده نشده است در داده برگ‌ها به صورت شماره‌گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به شکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آن‌ها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آن‌ها را تأمین می‌نماید تهیه و پیوست شوند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرار گرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آن‌ها ملاک عمل می‌باشد.

در اجرای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ابلاغی ریاست محترم جمهوری، این استاندارد در تاریخ ۱۴۰۱/۱۲/۱۵ با شماره (INSO 23269) توسط سازمان ملی استاندارد ملی اعلام گردید.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادهای اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادهای دریافتی در کارگروه‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷

استانداردها و ضوابط فنی

کدپستی : ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن : ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵

دور نگار : ۸۸۸۱۰۴۶۲

پست الکترونیک: Standards@nioc.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی‌نامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«صنعت نفت - عایق‌های گرمایی - الزامات فنی»

رئیس:

معصومی، محسن
(دکتری مهندسی پلیمر)

سمت و/یا محل اشتغال:

کمیته فنی متناظر ISO /TC 35

دبیر:

خالقی‌مقدم، ماهرو
(دکتری شیمی آلی)

پژوهشگاه استاندارد- پژوهشکده شیمی و پتروشیمی

اعضا:

(اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آبار، فرزاد

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران

آریانسب، فضا

(دکتری شیمی آلی)

پژوهشگاه استاندارد- پژوهشکده شیمی و پتروشیمی

انتظاری، آیدا السادات

(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

گروه صنعتی ساناعایق

بوربور، فاطمه

(کارشناسی ارشد مدیریت بین‌الملل)

شرکت عایق سپاهان

پرورش، پردیس

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- تبدیل انرژی)

شرکت کلورز آریانا

جعفری ندوشن، ناصر

(کارشناسی مهندسی مواد- متالورژی صنعتی)

پژوهشگاه نیرو

جلالیه، مَنا

(کارشناسی مهندسی معماری)

شرکت ملی پخش فراورده های نفتی ایران

حسینی، محمد

(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی- ریخته‌گری)

شرکت مهندسی مشاور ناموران

دادجو، صادق

(کارشناسی مهندسی مکانیک- طراحی جامدات)

شرکت ملی صنایع پتروشیمی کرمانشاه

<u>اعضا:</u> (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	<u>سمت و/یا محل اشتغال:</u>
رحیم پور، رئوف (کارشناسی مهندسی ایمنی و بازرسی فنی)	شرکت نفت و گاز اروندان
رستگار زارع، محمد حسن (کارشناسی ارشد مهندسی مواد- خوردگی)	شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران
رضایی مقدم، مهدی (کارشناسی ارشد مهندسی مواد- انتخاب و شناسایی مواد)	شرکت نارگان
زارعیان، شایان (کارشناسی ارشد مهندسی مواد- جوشکاری)	شرکت پالایش نفت لاوان
سنگ سفیدی، لاله (کارشناسی ارشد شیمی آلی)	پژوهشگاه استاندارد- پژوهشکده شیمی و پتروشیمی
غفوری یزدی، سیدحسین (کارشناسی ارشد مهندسی مواد- خوردگی و حفاظت از مواد)	شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب
فولادی، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی مواد- انتخاب و شناسایی مواد)	شرکت نارگان
کوشکی، عظیم (کارشناسی ارشد مهندسی بازرسی فنی)	اداره کل نظام فنی، اجرایی و ارزشیابی طرح های وزارت نفت
متشکر، ابوالفضل (دکتری مهندسی مواد)	شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب
مهدی فر، مجید (کارشناسی مهندسی شیمی- پالایش)	شرکت ملی مهندسی ساختمان نفت ایران
معینیان، محمد صادق (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- طراحی کاربردی)	شرکت پالایش نفت تهران
ناصری اسگوئی، محمدرضا (کارشناسی مهندسی شیمی- صنایع پتروشیمی)	شرکت مهندسی و توسعه نفت
نمکی، سید بابک (کارشناسی مهندسی عمران- عمران)	شرکت کلورز آریانا
ولی پور طیبی، علی (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی- پدیده های انتقال)	شرکت نفت فلات قاره ایران

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت مهندسی آترین فرایند مهان

سازمان ملی استاندارد ایران- دفتر تدوین استانداردهای ملی ایران

پژوهشگاه استاندارد- پژوهشکده شیمی و پتروشیمی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

هاشمی، علی

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - طراحی فرایندها)

همایونی، سید محمد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه)

ویراستار:

ابراهیم، الهام

(کارشناسی شیمی کاربردی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۴	پیش‌گفتار
ن	مقدمه
۱	بخش ۱: کلیات
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۵	۳ اصطلاحات و تعاریف
۸	بخش ۲: طراحی و مواد
۸	۴ ملاحظات طراحی
۸	۱-۴ دلایل عایق‌کاری
۱۰	۲-۴ اعمال
۱۱	۳-۴ تعیین ضخامت عایق‌کاری
۱۲	۴-۴ شرایط در نقطه تحویل
۱۴	۵-۴ حفاظت کارکنان
۱۵	۶-۴ عایق‌کاری درمقابل انجماد
۱۶	۷-۴ حفاظت درمقابل میعان سطحی
۱۶	۵ تبادل داده‌های طراحی
۱۶	۱-۵ کلیات
۱۶	۲-۵ اطلاعات تهیه‌شده توسط خریدار/کاربر نهایی
۱۹	۳-۵ اطلاعات تهیه‌شده توسط تولیدکننده یا پیمانکار
۱۹	۴-۵ نقشه‌ها و مدارک
۲۰	۶ عوامل موثر بر برنامه‌ریزی و برنامه‌نویسی
۲۰	۷ مشخصه‌های معمول مواد و سامانه‌های عایق‌کاری
۲۰	۱-۷ هدایت گرمایی
۲۲	۲-۷ شکل‌های فیزیکی

صفحه	عنوان
۲۲	۳-۷ چگالی توده
۲۲	۴-۷ مناسب بودن برای دمای سرویس
۲۸	۵-۷ انبساط‌های گرمایی
۲۸	۶-۷ مقاومت به تراکم
۲۸	۷-۷ مقاومت به نفوذ بخار آب و جذب آب
۲۹	۸-۷ استحکام مکانیکی، جهندگی و دوام
۳۰	۹-۷ خطرات آتش‌سوزی و انفجار
۳۳	۱۰-۷ مقاومت به جانوران موذی، قارچ و کپک
۳۳	۱۱-۷ خطرات بهداشتی
۳۴	۱۲-۷ حذف و جایگزینی
۳۴	۱۳-۷ ظرفیت گرمایی
۳۵	۱۴-۷ نداشتن بوی نامطبوع
۳۵	۱۵-۷ مقاومت شیمیایی
۳۵	۱۶-۷ الزامات نگهداشت
۳۵	۸ خوردگی
۳۵	۱-۸ کلیات
۳۶	۲-۸ خوردگی زیر عایق
۳۸	۳-۸ خوردگی اکسایشی، اسیدی، قلیایی و گالوانی
۴۱	۴-۸ ترک خوردن ناشی از خوردگی تنشی
۴۲	۵-۸ تهاجم به وسیله فلزات مایع
۴۳	۶-۸ تهاجم به لوله‌ها و تجهیزات پلاستیکی
۴۳	۹ انتخاب مواد عایق‌کاری گرمایی
۴۳	۱-۹ کلیات
۴۵	۲-۹ قابلیت اعمال مواد عایق‌کاری گرمایی
۵۰	۱۰ انتخاب مصالح محکم‌سازی
۵۱	۱-۱۰ چسب‌ها

صفحه	عنوان
۵۳	۲-۱۰ محکم‌سازی‌های مکانیکی
۶۵	۳-۱۰ ترکیب محکم‌سازها
۶۵	۴-۱۰ آویزهای عایق
۶۶	۱۱ انتخاب سدگرهای بخار
۶۶	۱-۱۱ کلیات
۷۵	۲-۱۱ سدگرهای بخار برای استفاده روی عایق اعمال‌شده روی سطوح زیر نقطه شبنم
۷۵	۱۲ انتخاب مواد پرداخت‌کاری، شامل عمل‌آوری نهایی پرداخت
۷۵	۱-۱۲ کلیات
۷۶	۲-۱۲ رده‌بندی مواد پرداخت‌کاری
۷۶	۳-۱۲ دلایل استفاده از مواد پرداخت‌کاری
۷۷	۴-۱۲ استفاده‌های معمول مواد پرداخت‌کاری
۸۰	۵-۱۲ پرداخت‌کاری برای کارِ سرماسازی
۸۰	۶-۱۲ پرداخت‌کاری برای بهبود خواص حفاظت از آتش
۸۱	۷-۱۲ پرداخت‌کاری برای استفاده روی لوله‌ها در فضاهای بسته، مجراها، متروها و زیر ساختمان‌ها
۸۱	۸-۱۲ عمل‌آوری نهایی پرداخت‌کاری
۸۲	۹-۱۲ شناسایی محتوای یک سامانه عایق
۸۲	۱۳ انتخاب سامانه‌های عایق‌کاری گرمایی
۸۲	۱-۱۳ کلیات
۸۳	۲-۱۳ بازده بهینه
۸۳	۳-۱۳ وسعت سامانه عایق
۸۴	۴-۱۳ عوامل تعیین‌کننده
۸۶	بخش ۳: ملاحظات میدانی
۸۶	۱۴ مبنا و روش ارائه برنامه زمانی کار برای توافق بین خریدار/کاربر نهایی و پیمانکار
۸۸	۱۵ بسته‌بندی و حمل‌ونقل به محل اجرا

صفحه	عنوان
۸۸	۱-۱۵ روش‌های بسته‌بندی
۸۸	۲-۱۵ حفاظت درمقابل خردشوندگی
۸۸	۳-۱۵ بسته‌بندی ترکیبات خمیری و ترکیبات پرداخت‌کاری و سیمان‌ها
۸۸	۴-۱۵ روش‌های شناسایی بسته‌بندی‌ها
۸۹	۱۶ نیروی کار و نظارت
۸۹	۱۷ تامین فضای انبارش، حفاظت و ایمنی حین انبارش
۹۰	۱۸ تامین برق، آب، نور، گرما و اقامت‌گاه کارکنان
۹۰	۱-۱۸ برق و آب
۹۰	۲-۱۸ نور و گرما
۹۰	۳-۱۸ اقامت‌گاه و انبار
۹۰	۱۹ تامین تجهیزات دسترسی
۹۰	۲۰ مسئولیت برای ملحقاتی مانند گل‌میخ‌ها، گوه‌ها
۹۰	۲۱ رعایت ایمنی محل اجرا و مقررات ایمنی
۹۱	۲۲ حفاظت از تجهیزات و سطوح مجاور
۹۱	۲۳ پاک‌سازی مواد پسماند از محل اجرا
۹۱	۲۴ ملاحظات بهداشتی
۹۱	بخش ۴: روش‌های اعمال
۹۱	۲۵ روش‌های اعمال و ملاحظات عملی
۹۲	۲۶ آماده‌سازی سطح و لوازم جانبی
۹۳	۲۷ محکم‌سازها
۹۳	۱-۲۷ کلیات
۹۴	۲-۲۷ چسب‌ها و بست‌ها
۹۴	۳-۲۷ نوارهای فویلی خودچسب
۹۵	۴-۲۷ محکم‌سازی با سیم‌ها و تسمه‌پیچی
۹۸	۵-۲۷ تقویت‌کننده

صفحه	عنوان
۹۹	۶-۲۷ محکم‌سازهای مکانیکی
۱۰۱	۷-۲۷ تکیه‌گاه‌های عایق
۱۰۷	۲۸ عایق سرد- کاربرد در سامانه‌هایی که در گستره دمایی 100°C - تا دمای محیط کار می‌کنند
۱۰۷	۱-۲۸ کلیات
۱۱۰	۲-۲۸ محل‌های اتصال انقباضی
۱۱۱	۳-۲۸ روش‌های نصب متداول
۱۱۲	۴-۲۸ لوله‌کشی و اتصالات
۱۲۰	۵-۲۸ ظروف و سطوح انحنادار بزرگ
۱۲۳	۶-۲۸ مخازن ذخیره
۱۲۴	۷-۲۸ مجراکشی تهویه مطبوع هوای عملیاتی در زیر دمای محیط
۱۲۷	۸-۲۸ سطوح تخت و نامنظم (شامل ماشین‌آلات)
۱۲۸	۲۹ عایق گرم- کاربرد در سامانه‌هایی که در گستره دمایی بالای 870°C + کار می‌کنند
۱۲۸	۱-۲۹ کلیات
۱۳۱	۲-۲۹ لوله‌کشی
۱۴۲	۳-۲۹ ظروف و سطوح انحنادار بزرگ
۱۴۹	۴-۲۹ مجراهای هوا و سوخت‌های گازی
۱۵۹	۵-۲۹ سطوح تخت و نامنظم (شامل ماشین‌آلات)
۱۶۰	۳۰ پرداخت‌های فضای داخل و روش‌های اعمال آن‌ها
۱۶۰	۱-۳۰ فلز ورقی
۱۶۴	۲-۳۰ فویل‌ها و چندلایه‌های آلومینیمی و مصالح ورقی مصنوعی
۱۶۵	۳-۳۰ پرداخت‌های ماستیکی و پوششی
۱۶۶	۴-۳۰ ترکیب با گیرش سخت، سیمان خودگیرش و اندود گچی
۱۶۷	۵-۳۰ ورق غیرفلزی
۱۶۹	۶-۳۰ منسوجات نساجی

صفحه	عنوان
۱۷۰	۳۱ پرداخت‌های مقاوم به آب و هوا
۱۷۰	۱-۳۱ فلز ورقی
۱۷۱	۲-۳۱ مصالح ورقی مصنوعی
۱۷۱	۳-۳۱ ورق غیرفلزی
۱۷۱	۴-۳۱ سیمان خودگیرش
۱۷۲	۵-۳۱ ترکیبات مقاوم به آب و هوا
۱۷۳	۳۲ عمل‌آوری نهایی با پرداخت از نوع پوش‌رنگ‌کاری
۱۷۴	۳۳ بازرسی و آزمون مصالح سامانه عایق‌شده قبل و حین نصب
۱۷۵	بخش ۵: بازرسی و نگهداشت بعد از نصب
۱۷۵	۳۴ نگهداشت
۱۷۵	۱-۳۴ کلیات
۱۷۶	۲-۳۴ بازرسی، نگهداشت و درزگیری عایق حاوی آزیست
۱۷۷	۳-۳۴ زدودن عایق حاوی آزیست
۱۷۷	۳۵ ضمانت‌ها
۱۷۸	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) چسب‌ها
۱۸۵	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) فشار بخار آب و ارتباط با سدگرهای بخار آب
۱۸۷	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) ضریب مقاومت به نفوذ بخار آب (مقدار μ)
۱۸۸	پیوست ت (آگاهی‌دهنده) مثال‌هایی از روش‌های پایان‌یابی
۱۹۰	پیوست ث (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال‌شده در این استاندارد
۱۹۲	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «صنعت نفت - عایق‌های گرمایی - الزامات فنی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در دویست و شصت و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد تجهیزات و فرآورده‌های نفتی مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۱۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - سازه و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و سرویس، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد. منابع و مآخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS 5970:2012, Thermal insulation of pipework, ductwork, associated equipment and other industrial installations in the temperature range of -100 °C to +870 °C – Code of practice

IPS-E-TP-702: 2019, Thermal insulation of pipework, ductwork, associated equipment and other industrial installations in the temperature range of -100 °C to +870 °C – Code of practice

IPS-C-TP-701: 2010, Construction standard for application of thermal insulations

IPS-M-TP-710: 2013, Material and equipment standard for thermal insulation

مقدمه

احتراق سوخت‌های فسیلی یکی از دلایل اصلی «اثر گلخانه‌ای» است؛ اصطلاحی که به گرمایش جهانی ناشی از تجمع گازهای گلخانه‌ای در جو (به‌ویژه دی‌اکسید کربن)، که از تابش مجدد گرما از زمین جلوگیری می‌کند، اطلاق می‌شود. این استاندارد اعلام می‌کند که استفاده از عایق گرمایی منجر به کاهش این گازهای گلخانه‌ای می‌شود.

این استاندارد، اصول اساسی برای انتخاب سامانه‌های عایق برای الزامات خاص را توضیح می‌دهد. پرداختن به هر ترکیب ممکن از مواد عایق‌کاری و پرداخت کاری عملی نیست؛ بنابراین فقط اصول کلی ارائه می‌شود. در تهیه این استاندارد فرض بر این است که رعایت مفاد آن، به افراد واجد شرایط و باتجربه در زمینه عایق‌های گرمایی سپرده خواهد شد.

این استاندارد حاوی ارجاعات زیادی به مقالات و توصیه‌های ارائه‌شده توسط تولیدکننده مواد مورد استفاده است. با این حال، استفاده از تأمین‌کنندگان یا توزیع‌کنندگان که گستره وسیعی از عایق‌ها و محصولات جانبی ساخته‌شده توسط دیگران ارائه می‌کنند، افزایش یافته است. این تأمین‌کنندگان/توزیع‌کنندگان، در واقع «واسطه» بین تولیدکننده و کاربر هستند؛ برای مثال، پیمانکاری که با تأمین‌کننده‌ای که مقالات یا توصیه‌های مواد را از تولیدکننده دریافت می‌کند، رابطه تجاری/قراردادی دارد.

در این استاندارد، توضیحات و مطالب آگاهی‌دهنده عمومی تحت عنوان «یادداشت»^۱ و با اندازه قلم ۱۲ ارائه می‌شوند. یادداشت، حاوی هیچ عنصر الزامی نیست.

یادآوری‌ها^۲ و یادداشت‌ها در سراسر متن این استاندارد ارائه شده‌اند. یادآوری‌ها، منابع و اطلاعات تکمیلی را ارائه می‌دهند که مهم هستند، اما بخشی از توصیه‌ها را تشکیل نمی‌دهند. یادداشت‌ها، اطلاعات زمینه‌ای^۳ را ارائه می‌دهند.

^۱ - Commentary

^۲ - Notes

^۳ - Background

صنعت نفت - عایق‌های گرمایی - الزامات فنی

بخش ۱: کلیات

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات برای عایق‌کاری گرمایی لوله‌کشی، مجراکشی، تجهیزات مربوط و سایر تاسیسات صنعتی در گستره دمایی 100°C تا 870°C در صنعت نفت است.

تمرکز اصلی هر بخش از این استاندارد به شرح زیر است:

— بخش ۲: طراحی و مواد، برای مشاوران طراحی و تعیین‌کنندگان مشخصات؛

— بخش ۳: ملاحظات میدانی، برای تمام کاربران؛

— بخش ۴: اعمال، برای پیمانکاران مکانیکی و پیمانکاران عایق گرمایی؛

— بخش ۵: بازرسی پس از نصب، برای اپراتورها.

این استاندارد برای عایق‌های سازه‌ای ساختمان‌ها و سردخانه‌ها، حفاظت سازه‌ها در مقابل آتش، «روکش‌های نسوز کارخانه‌ها و شبکه‌های زیرزمینی» کاربرد ندارد.

پیوست الف راهنمای بیشتری در مورد چسب‌ها ارائه می‌دهد. پیوست ب راهنمای فشار بخار آب و ارتباط با سدگرهای^۱ بخار آب را ارائه می‌دهد. پیوست پ ضریب مقاومت به نفوذ بخار آب را ارائه می‌دهد. پیوست ت مثال‌هایی تصویری از روش‌های پایان‌دهی لوله‌کشی گرم و سرد را ارائه می‌دهد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 BS 1710, Specification for identification of pipelines and services

2-2 BS 3533, Glossary of thermal insulation terms

¹ - Barriers

- 2-3 BS 3958-3, Thermal insulating materials – Part 3: Metal mesh faced man-made mineral fibre mattresses
- 2-4 BS 3958-6, Thermal insulating materials – Part 6: Finishing materials – Hard setting composition, self-setting cement and gypsum plaster
- 2-5 BS 5241 (all parts), Rigid polyurethane (PUR) and polyisocyanurate (PIR) foam when dispensed or sprayed on a construction site
- 2-6 BS 5422, Method for specifying thermal insulating materials for pipes, tanks, vessels, ductwork and equipment operating within the temperature range -40 °C to +700 °C
- 2-7 BS 5908, Code of practice for fire precautions in the chemical and allied industries
- 2-8 BS 7021, Code of practice for thermal insulation of roofs externally by means of sprayed rigid polyurethane (PUR) or polyisocyanurate (PIR) foam
- 2-9 BS 9999, Code of practice for fire safety in the design, management and use of buildings
- 2-10 EN 12664, Thermal performance of building materials and products – Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods – Dry and moist products of medium and low thermal resistance
- 2-11 EN 12667, Thermal performance of building materials and products – Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods – Products of high and medium thermal resistance

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۸۶۲۱: سال ۱۳۸۵، مصالح ساختمانی – فراورده‌های با مقاومت حرارتی متوسط و زیاد – تعیین مقاومت حرارتی – روش لوح گرم حفاظت‌شده و جریان گرماسنج، با استفاده از استاندارد EN 12667: 2001 تدوین شده است.

- 2-12 EN 12939, Thermal performance of building materials and products – Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods – Thick products of high and medium thermal resistance

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۲۰: سال ۱۳۸۷، عملکرد حرارتی مصالح و محصولات ساختمانی – تعیین مقاومت حرارتی با روش‌های لوح گرم محافظت‌شده و جریان حرارت سنج – محصولات ضخیم با مقاومت حرارتی زیاد و متوسط، با استفاده از استاندارد EN 12939: 2000 تدوین شده است.

- 2-13 EN 13480 (all parts), Metallic industrial piping
- 2-14 EN 13941, Design and installation of preinsulated bonded pipe systems for district heating
- 2-15 EN 14015:2004, Specification for the design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above

یادآوری – استاندارد ملی ایران بی‌اس‌آی‌ان ۱۴۰۱۵: سال ۱۳۹۱، طراحی و ساخت مخازن فولادی در محل ساخته‌شده، عمودی، استوانه‌ای، کف تخت بالای زمین، جوشکاری شده برای ذخیره مایعات در دماهای معمولی و بالاتر – ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 14015: 2013 تدوین شده است.

2-16 EN 14303, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made mineral wool (MW) products – Specification

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۶۲: سال ۱۳۹۶، فرآورده‌های عایق کاری گرمای برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی - فرآورده‌های کارخانه‌ای پشم معدنی - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 14303: 2015 تدوین شده است.

2-17 EN 14304, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made flexible elastomeric foam (FEF) products – Specification

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۳۷: سال ۱۳۹۶، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی - فرآورده‌های فوم الاستومری انعطاف‌پذیر کارخانه‌ای - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 14304: 2015 تدوین شده است.

2-18 EN 14305, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made cellular glass (CG) products – Specification

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۳۸: سال ۱۳۹۶، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی - فرآورده‌های کارخانه‌ای شیشه سلولی - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 14305: 2015 تدوین شده است.

2-19 EN 14306, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made calcium silicate (CS) products – Specification

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۳۹: سال ۱۳۹۲، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی - فرآورده‌های سیلیکات کلسیم کارخانه‌ای - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 14306: 2009 تدوین شده است.

2-20 EN 14307, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made extruded polystyrene foam (XPS) products – Specification

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۴۰: سال ۱۳۹۶، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی - فرآورده‌های کارخانه‌ای فوم پلی‌استایرن اکسترود شده - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 14307: 2015 تدوین شده است.

2-21 EN 14308, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made rigid polyurethane foam (PUR) and polyisocyanurate foam (PIR) products – Specification

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۶۱: سال ۱۳۹۶، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی - فرآورده‌های کارخانه‌ای صلب فوم پلی‌یورتان و فوم پلی‌ایزوسیانورات - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 14308: 2015 تدوین شده است.

2-22 EN 14313, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made polyethylene foam (PEF) products – Specification

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۹۲۲: سال ۱۳۹۶، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی - فرآورده‌های کارخانه‌ای فوم پلی‌اتیلن - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 14313: 2015 تدوین شده است.

2-23 EN 14314, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made phenolic foam (PF) products – Specification

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۱۹۸: سال ۱۳۹۶، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی – فرآورده‌های کارخانه‌ای فوم فنلی – ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد 2015: EN 14314 تدوین شده است.

2-24 EN 62305 (all parts), Protection against lightning

2-25 ISO 7345, Thermal insulation – Physical quantities and definitions

2-26 ISO 8497, Thermal insulation – Determination of steady-state thermal transmission properties of thermal insulation for circular pipes

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۷۹۲: سال ۱۳۹۰، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی – تعیین خواص انتقال حرارت حالت پایدار عایق گرمایی برای لوله‌های دایره‌ای – روش آزمون، با استفاده از استاندارد 1997: ISO 8497 تدوین شده است.

2-27 ISO 9229, Thermal insulation – Vocabulary

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۸۰۸۴: سال ۱۳۸۷، مصالح ساختمانی – فرآورده‌های عایق کاری حرارتی – واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد 2007: ISO 9229 تدوین شده است.

2-28 ISO 12241, Thermal insulation for building equipment and industrial installations – Calculation rules

2-29 ISO 13732-1, Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۵۰-۱: سال ۱۳۸۷، ارگونومی محیط‌های حرارتی – روش‌های ارزیابی پاسخ‌های افراد به تماس با سطوح – قسمت اول – سطوح داغ، با استفاده از استاندارد 2006: ISO 13732-1 تدوین شده است.

2-30 ISO 13732-2, Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۵۰-۲: سال ۱۳۸۶، ارگونومی محیط‌های حرارتی – روش‌های ارزیابی پاسخ‌های افراد به تماس با سطوح – قسمت دوم – تماس افراد با سطوح با دمای متوسط، با استفاده از استاندارد 2001: ISO 13732-2 تدوین شده است.

2-31 ISO 13732-3, Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 3: Cold surfaces

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۵۰-۳: سال ۱۳۹۲، ارگونومی محیط‌های حرارتی – روش‌های ارزیابی پاسخ‌های افراد به تماس با سطوح – قسمت ۳ – سطوح سرد، با استفاده از استاندارد 2005: ISO 13732-3 تدوین شده است.

2-32 ISO 13787, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Determination of declared thermal conductivity

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۷۸۳: سال ۱۳۸۹، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای تاسیسات ساختمانی و تجهیزات صنعتی – تعیین ضریب هدایت حرارتی اعلام‌شده – روش آزمون، با استفاده از استاندارد 2003: ISO 13787 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای BS 3533، ISO 7345 و ISO 9229، اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳

دمای محیط

ambient temperature

دمای هوای اطراف محصول که باید عایق کاری شود.
یادآوری - این محصولات می‌تواند مانند لوله، ظرف، مجرا باشد.

۲-۳

پوشش

coating

لایه سطحی عملکردی یا تزئینی که معمولاً با پوش‌رنگ‌کاری، برس‌زنی، افشانش، پاشش یا مال‌کاری اعمال می‌شود.

۳-۳

بتن سلولی

cellular concrete

بتنی که حاوی تعدادی قابل توجه از سلول‌های کوچک هوا است.

۴-۳

مواد پرداخت کاری

finishing material

مواد مورد استفاده برای پوشاندن عایق گرمایی، صرف‌نظر از این‌که در کارخانه یا در کارگاه اعمال شود.

۵-۳

عایق انعطاف پذیر

flexible insulation

مواد پلیمری فوم‌شده یا انبساطی انعطاف‌پذیر، که تفاوت بسیاری از آن‌ها با مواد پیش‌شکل‌داده شده فقط در این است که به راحتی می‌توان آن‌ها را خم یا متراکم کرد، تا شکل بگیرند.

یادآوری - این نوع از عایق‌ها، علاوه بر فرآورده‌های لیفی مانند کُرک‌ها، پتوها، نمدها و تشک‌ها (بالشتک‌ها) است.

۶-۳

عایق فوم شده درجا

foamed in situ insulation

مواد یا مخلوطی از مواد افشانده شده، تزریق شده یا اعمال شده با سایر روش‌ها در کارگاه، که فومی را تشکیل می‌دهند که پس از پخت، فراورده عایق کاری صلب را ایجاد می‌کند.

۷-۳

بتن سرباره فوم شده

foamed slag concrete

بتن عایق کاری حاوی سرباره فوم شده به عنوان سنگ‌دانه است.

۸-۳

آجر عایق کاری

insulating brick

آجری که حاوی نسبت حجمی بالایی از سلول‌های هوا به ماتریس جامد است.

۹-۳

عایق نسوز قابل ریخته‌گری

insulating castable refractory

بتن عایق کاری که حاوی سنگ‌دانه نسوز عایق کاری با درجه‌بندی مناسب است.

۱۰-۳

بتن عایق کاری

insulating concrete**lightweight concrete**

بتنی که حاوی درصد حجمی قابل ملاحظه‌ای از سنگ‌دانه‌های سبک است یا بتنی که در اثر هوادهی یا فوم‌کاری، متخلخل شده است.

یادآوری - این نوع بتن را می‌توان با روش اتوکلاو عمل‌آوری کرد.

۱۱-۳

ترکیب (خمیری) عایق کاری

insulating (plastic) composition

مخلوطی از مواد لیفی خشک و/یا پودری که هنگام مخلوط‌شدن با آب، قوام خمیری ایجاد کرده و در محل خشک می‌شوند.

یادآوری - به‌طور معمول، مواد مرطوب پس از اعمال، برای خشک‌شدن به گرما نیاز دارند؛ اما برخی از محصولات به‌وسیله گیرش هیدرولیکی سخت می‌شوند. ترکیبات خمیری^۱ و مواد پلاستیکی^۲ آلی به‌وسیله حرف «S» در آخر واژه انگلیسی قابل تشخیص هستند.

۱۲-۳

عایق پرکننده نامتراکم

loosefill insulation

مواد عایق کاری به‌شکل گرانول، حبه، مهره، پودر یا سایر شکل‌های مشابه که برای اعمال به‌صورت دستی یا با تجهیزات پنوماتیک طراحی شده‌اند.

۱۳-۳

عایق ریزمتخلخل

آبروژل سیلیسی

microporous insulation

silica aerogel

ماده‌ای به‌شکل پودر یا الیاف متراکم با «میانگین اندازه منافذ به‌هم‌پیوسته» مساوی یا کمتر از «میانگین مسیر آزاد مولکول‌های هوا»، در فشار استاندارد جوی است.

یادآوری - به‌منظور کاهش مقدار گرمای تابشی منتقل‌شده، عایق ریزمتخلخل ممکن است حاوی مات‌کننده‌ها باشد.

۱۴-۳

پوش‌رنگ

paint

پراکنش مناسبی از پودرها در روغن خشک‌شونده آلی یا حاملی مشابه که پس از سخت‌شدن، فیلمی کاملاً پیوسته هنگام خشک‌شدن ایجاد می‌کند.

۱۵-۳

آمیزه پلیمری

polymeric compound

ترکیبی که به‌وسیله واکنش مولکول‌های آلی ساده (مونومرها) حاوی گروه‌های واکنشی تشکیل می‌شود؛ به‌گونه‌ای که ترکیباتی با وزن مولکولی بالاتر ایجاد شود.

۱۶-۳

عایق پیش‌شکل‌داده‌شده

pre-formed insulation

فراورده عایق کاری ساخته‌شده که حداقل یک سطح آن با شکل سطحی که قرار است عایق شود، انطباق داشته باشد.

1- Plastic

2- Plastics

یادآوری- برای کاربردهای تخصصی عایق، ساخت عایق به شکل‌های از قبل تعیین شده به دلیل سهولت اعمال و جداسازی آن، مفید خواهد بود. انواع مختلفی از مواد و روکش‌های فلزی^۱ عایق‌کاری (مانند روپوش‌های^۲ قالب‌گیری شده یا پیش‌ساخته برای شیر و فلنج، خم‌ها، تشک‌های انعطاف‌پذیر و درپوش‌های انتهایی گنبدی شکل) ممکن است برای این منظور استفاده شوند.

۱۷-۳

عایق بازتابنده

reflective insulation

سامانه‌ای دارای یک یا چند سطح با مقدار نشر^۳ کم، که انتقال گرمای تابشی را کاهش می‌دهد.

یادآوری- فلزاتی مانند فویل آلومینیم و ورق نازک فولادی زنگ‌نزن صیقلی مثال‌هایی متداول هستند، اما فلز بازتابنده نشاندهنده روی فیلم پلاستیکی نیز عایق بازتابنده محسوب می‌شود. این مواد معمولاً در ارتباط با یک یا چند فضای هوایی^۴ بسته یا باز، استفاده می‌شوند.

۱۸-۳

عایق افشانه‌ای

sprayed insulation

مواد عایق‌کاری که به وسیله افشاندن روی سطح اعمال می‌شود تا سطحی محکم را تشکیل دهد.

یادآوری- یک چسب را می‌توان در مخلوط اصلی گنجانده یا می‌توان آن را حین فرایند اعمال، به وسیله یک نازل جداگانه اعمال کرد.

بخش ۲: طراحی و مواد

۴ ملاحظات طراحی

۱-۴ دلایل عایق‌کاری

توصیه می‌شود که مشخصات عایق گرمایی تاسیسات و تجهیزات در ابتدای مرحله طراحی تهیه شود. دلیل عایق‌کاری باید مشخص شود تا پیمانکار عایق‌کاری بتواند سامانه‌ای را عرضه کند که قابلیت گنجاندن در طراحی را توسط طراح تاسیسات داشته باشد.

در مرحله طراحی، توصیه می‌شود که برای فضای آزاد^۵ کافی در اطراف لوله‌ها، تجهیزات و/یا عناصر ساخت و ساز و همچنین وزن اضافی سامانه عایق نهایی، حد مجاز تعیین شود.

1- Cladding
2- Covers
3- Emissivity
4- Air space
5- Clearance

توصیه می‌شود که فضاهای هوایی برای اهداف عایق‌کاری گرمایی در نظر گرفته نشوند، اما براساس الزامات اقتصادی یا زهکشی، می‌توان فضاهای هوایی را بین عایق و لایهٔ پرداخت کاری^۱ گنجانند.

در طراحی سامانه عایق، الزامات فنی از بیشترین اهمیت برخوردار است؛ و در حالی که هزینه نهایی سامانه عایق نیز مهم است، توصیه می‌شود که سایر عوامل مانند قابلیت دسترسی و سرویس نیز در نظر گرفته شوند.

یادآوری - دلایل عایق‌کاری گرمایی ممکن است شامل موارد زیر باشد:

الف- صرفه‌جویی در مصرف انرژی: عایق گرمایی برای لوله‌کشی، مجراکشی و ظروف لازم است تا بهره‌ها و تلفات گرمایی را محدود کند. راه‌حل‌های مناسب برای بهره‌ها و تلفات گرمایی به شرح زیر است:

۱- ضخامت‌های مناسب را با استفاده از جداول مربوط در استاندارد BS 5422 و سایر استانداردهای ملی و بین‌المللی مربوط و با استفاده از مفروضات استاندارد ارائه‌شده در جداول منطبق بر استاندارد ISO 12241، محاسبه کنید.

۲- در صورت کاربرد، ضخامت‌های مناسب را مطابق با ISO 12241 با استفاده از شرایط خاص محاسبه کنید.

ب- کاهش انتشار افزایش یافتهٔ CO₂؛

پ- به حداقل رساندن هزینه‌های سرمایه‌ای، عملیاتی و کل عمر؛

ت- حفظ دما یا تغییر دما در محدوده‌های مشخص؛

ث- حصول اطمینان از این‌که سیال درون لوله دارای خواص فیزیکی تعیین‌شده در نقطه تحویل است؛

ج- جلوگیری از خطرات برای کارکنان، برای مثال، خطرات ناشی از اقلام تاسیسات در دمای بالا یا پایین؛

چ- جلوگیری از خطرات لغزش ناشی از تشکیل رطوبت؛

ح- تاخیر در شروع انجماد (به بند 11 استاندارد BS 5422:2009 مراجعه شود)؛

خ- تثبیت اقلام تاسیسات با توجه به حرکت گرمایی، به‌ویژه آن‌هایی که در معرض دماهای بالا هستند، و افزایش عمر تجهیزات به‌وسیله کاهش انبساط و انقباض گرمایی؛

د- محدود کردن دمای قسمت‌های تاسیسات داغ برای جلوگیری از آسیب ناشی از دمای بیش‌ازحد؛

ذ- به حداقل رساندن گرادیان‌های دمایی در دیواره‌های لوله و تجهیزات؛

ر- جلوگیری از میعان روی سطوح داخلی/بیرونی عایق تاسیسات سرد شامل لوله‌کشی، کانال‌کشی، تجهیزات مرتبط و سایر تاسیسات صنعتی، و حفظ دمای داخلی سامانه بالاتر از حداقل تعیین‌شده برای جلوگیری از تهاجم خورنده؛

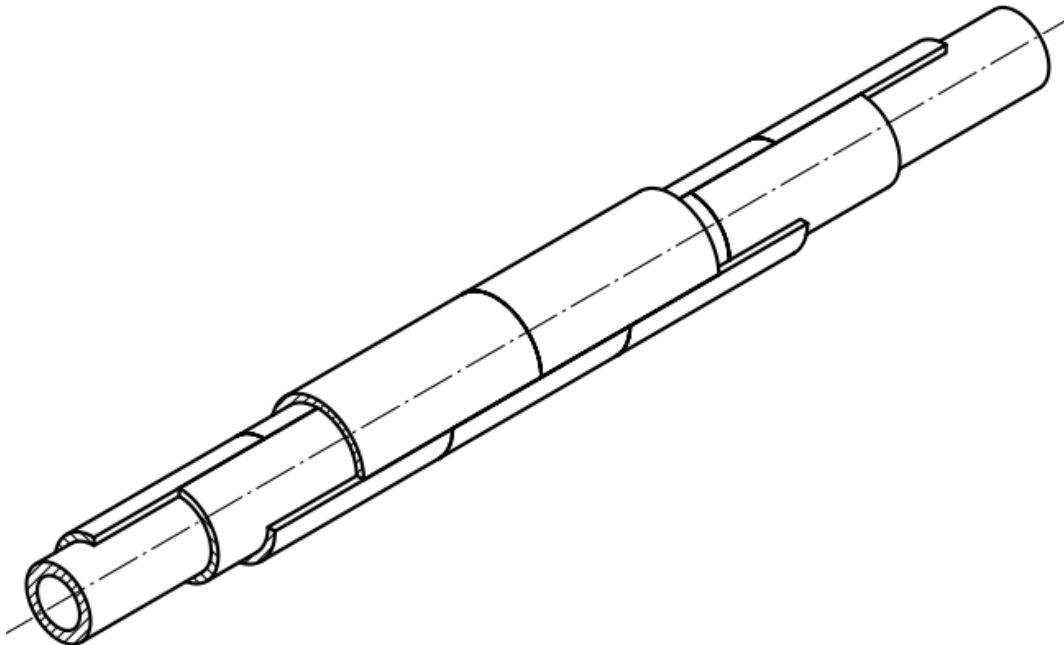
ز- بهبود شرایط محیطی؛

ژ- به حداقل رساندن ظرفیت گرمایش/سرمایش برای مشوق‌های اعطایی و تخفیف مالیاتی؛

س- سایر تعهدات دولتی یا جهانی.

۲-۴ اعمال

اگر ضخامت کل عایق مورد استفاده در کارهای سرد بیشتر از ۵۰ mm و در کارهای گرم بیشتر از ۱۰۰ mm باشد، در این صورت توصیه می‌شود که عایق در چند لایه اعمال شود؛ و توصیه می‌شود که برای اعمال به دستورالعمل تولیدکننده/اعمال‌کننده ارجاع شود. از آنجاکه برخی از مواد برای اعمال در ضخامت‌های بیشتر مناسب هستند، توصیه می‌شود که توصیه‌های تولیدکننده مورد توجه قرار گیرد. توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال بین لایه‌های مجاور عایق آرایش متناوب^۱ داشته باشند. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال طولی استاندارد در مقاطع لوله، آرایشی متناوب با زاویه حداقل ۴۵° و ترجیحاً ۹۰° داشته باشند. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال پیرامونی در مقاطع لوله و تمام محل‌های اتصال در سایر شکل‌های عایق (مانند دال‌ها^۲ و تشک‌ها)، به وسیله نصف بُعد مربوط از محصول، حداقل تا ۲۰۰ mm آرایش متناوب داشته باشند (مطابق با شکل ۱).



یادآوری - سیم مهاربندی یا تسمه‌های پیرامونی روی هر لایه از عایق.

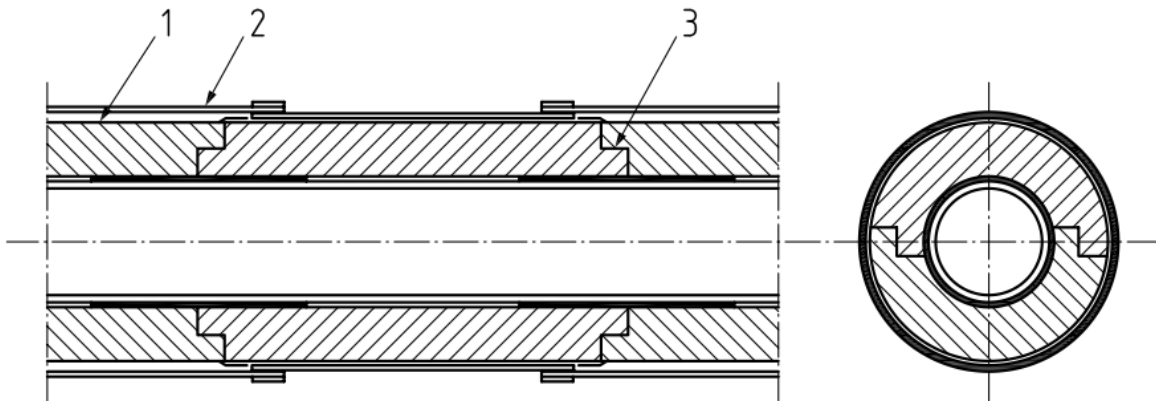
شکل ۱- روش معمول آرایش‌دهی متناوب مقاطع عایق روی لوله مستقیم (در مواردی که اعمال مقاطع لوله به صورت نیم‌مقطع است، اعمال می‌شوند) (عایق چندلایه)

برای عایق تک‌لایه، لایه‌های مجاور عایق را می‌توان با قراردادن لبه هر یک روی دیگری^۳ به هم متصل کرد (محل اتصال پله‌ای پیش‌شکل‌داده شده مهندسی شده در داخل مواد عایق، توسط تولیدکننده یا پیمانکار؛ مطابق با شکل ۲). توصیه می‌شود که طول پله کمتر از ۲۵ mm نباشد. توصیه می‌شود که این موضوع برای محل‌های اتصال پیرامونی و طولی استفاده شود.

1- Staggered

2- Slabs

3- Ship-lap



راهنما

1 سدگر اولیه رطوبت

2 روکش

3 اندازه روی هم قرارگیری لبه یک لایه روی لایه دیگر: یکدوم ضخامت عایق $25 \text{ mm} \times$

شکل ۲- لایه‌های عایق با لبه هر لایه روی لایه دیگر (عایق تک‌لایه)

برای یک محل اتصال مستقیم در حدود نهایی دمای خود، توصیه می‌شود که لایه‌هایی متعدد از عایق اعمال شود؛ تا از افزایش ریسک تلفات/بهره گرمایی غیرقابل پذیرش جلوگیری شود (به بندهای ۲۸ و ۲۹ مراجعه شود).

توصیه می‌شود که تکیه‌گاه‌های عایق و روکش توسط طراح لوله‌کشی، مجراکشی، تجهیزات مرتبط و سایر تاسیسات صنعتی مشخص شوند.

۳-۴ تعیین ضخامت عایق کاری

یادداشت زیربند ۳-۴:

روش‌های بنیادین برای تعیین ضخامت عایق، و صرفه‌جویی متعاقب در تناژ انتشار CO_2 ، به تفصیل در پیوست‌های A و G استاندارد BS 5422: 2009، همراه با روش محاسبه شرح داده شده است.

ضخامت عایق با رویکرد زیست‌محیطی، روش ترجیحی فعلی است. در این روش هدف، ایجاد تعادل بین «هزینه پرداخت‌های بهره‌ناشی از صرف سرمایه لازم برای عایق کاری» با «هزینه انرژی ذخیره‌شده ناشی از عایق کاری» است.

اگر تنها هدف استفاده از عایق، رسیدن به حداقل کل هزینه در دوره زمانی مشخص باشد، ضخامت مناسب به‌عنوان ضخامت اقتصادی نامیده می‌شود. ضخامت اقتصادی عایق به‌طور سنتی برای ایجاد تعادل بین «هزینه واقعی نصب عایق» با «هزینه عملکرد سامانه در دوره زمانی معین» استفاده می‌شود. افزایش در مقدار عایق اعمال‌شده هزینه نصب اولیه را افزایش می‌دهد، اما نرخ اتلاف گرمایی عایق را کاهش می‌دهد؛ و در نتیجه هزینه کل حین دوره ارزیابی را کاهش می‌دهد.

هزینه‌های نصب بسته به ماهیت و نوع عایق مورد استفاده و همچنین شرایط اعمال تغییر می‌کند. در عمل، برای تمام ضخامت‌ها، عوامل خاصی مانند هزینه داربست‌گذاری و اثر محل کارگاه، مشترک است؛ اما تغییر از اعمال تک‌لایه به دولایه منجر به تغییر ناگهانی در نسبت هزینه/ضخامت می‌شود.

اگرچه هزینه‌های به‌کار بردن تقویت‌کننده و پرداخت‌کاری ساده معمولاً در هزینه سامانه عایق موردنظر گنجانده می‌شود، اما تغییر به پرداخت‌کاری نسبتاً گران می‌تواند تعادل نسبت هزینه‌ها را به هم بزند. همچنین هر عاملی که هزینه اولیه را افزایش دهد (مانند موقعیت مکانی دور از مراکز جمعیتی، دشواری دسترسی، یا مقدار بالای کار غیرعادی)، می‌تواند جزو عوامل وزنی باشد.

علاوه بر این، محاسبات ضخامت اقتصادی برای جداول مرجع عمومی می‌تواند بر اساس هزینه‌های عایق‌کاری انواع یکنواخت سطح (مانند طول مستقیم لوله‌ها) باشد، طوری که ممکن است شامل هزینه‌های عایق‌کاری مواردی مانند شیرها، خم‌ها، زانویی‌ها نشوند. این موضوع یکی از دلایل استفاده از محاسبات ضخامت اقتصادی است که هنگام انتخاب نظری بین دو ضخامت تجاری استاندارد، ضخامت بیشتر را انتخاب می‌کند.

توصیه می‌شود که تعیین ضخامت عایق مطابق با استانداردهای BS 5422 یا ISO 12241 انجام شود.

برای تعیین ضخامت در موارد زیر، الزامات فنی باید نسبت به ملاحظات اقتصادی در اولویت قرار داده شود:

الف- برای نگهداری سیال در داخل تاسیسات درون حدود دمایی مشخص (برای مثال، تاسیسات سرماساز، یا تاسیسات حاوی سیال با «نقطه انجماد» پایین)؛

ب- برای اطمینان از این که سیال داخل لوله در نقطه تحویل، خواص فیزیکی مشخص شده را دارد؛

پ- برای جلوگیری از خطر برای کارکنان (برای مثال، در اقلامی از تاسیسات با دمای پایین یا اقلامی از تاسیسات که حامل گرمای کم هستند، مانند نقاط تخلیه و گازهای زائد)؛

ت- برای کنترل حرکت‌های گرمایی برخی اقلام از تاسیسات، به‌ویژه آن‌هایی که در معرض دماهای بالا هستند؛

ث- برای محدود کردن دمای بخش‌های داغ تاسیسات، به‌منظور جلوگیری از خسارت ناشی از دماهای بیش‌ازحد؛

ج- برای جلوگیری از میعان رطوبت روی سطح بیرونی عایق تاسیسات «سرد» و برای حفظ دمای داخلی سامانه بالاتر از حداقل تعیین شده به‌منظور جلوگیری از تهاجم خوردگی (برای مثال، تهاجم ناشی از میعان محصولات اسیدی حاصل از احتراق مازوت).

۴-۴ شرایط در نقطه تحویل

۱-۴-۴ هنگام ارزیابی ضخامت و کیفیت مواد عایق‌کاری برای سامانه‌های انتقال، که شامل شرایط تضمین شده سیال در نقطه تحویل است، توصیه می‌شود که همکاری نزدیکی بین طراح سامانه و اپراتور نهایی وجود داشته باشد.

۲-۴-۴ در مواردی که لازم است سیال در گستره دمایی خاص از خط لوله یا سامانه مجرا خارج شود، توصیه می‌شود که طراح اطمینان حاصل کند که ضخامت عایق اعمال شده برای رسیدن به این نقطه از دمای تحویل، کافی است.

یادآوری - تغییر دمای سیال در حال حرکت به شدت تحت تأثیر عواملی به غیر از عملکرد سامانه عایق (مانند خواص فیزیکی سیال، دبی سیال، قطر و طول لوله) قرار می‌گیرد.

۳-۴-۴ استاندارد ISO 12241 دارای معادلاتی برای محاسبه تغییر دمای سیال در حال حرکت از درون لوله‌ها و مجراهای عایق شده است، که توصیه می‌شود که به منظور ارزیابی رسیدن ضخامت موردنظر عایق به اهداف طراحی، توسط طراح استفاده شود.

۴-۴-۴ توصیه می‌شود که تلفات گرمایی جانبی که ارتباط مستقیم با تلفات گرمایی مواد عایق کاری ندارند، در نظر گرفته شوند.

یادآوری - تلفات جانبی شامل تلفات ناشی از هدایت از طریق سامانه تعلیق یا تکیه‌گاهی و تلفات مناطق عایق کاری نشده (مانند محورهای عملگر^۱ کنترل شیر یا ضربه‌گیر و چرخ‌دنده عملیاتی) است. این تلفات می‌تواند تقریباً ۲۰٪ به تلفات گرمایی نظری ناشی از سامانه عایق اضافه کند. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ISO 12241 مراجعه شود.

۵-۴-۴ در مواردی که انتظار وجود دارد که سیال حین عبور از خط لوله یا سامانه مجرا، تغییر حالت فیزیکی بین مایع و بخار را تجربه کند، توصیه می‌شود که طراح دو محاسبه جداگانه برای تغییر دمای سیال انجام دهد. توصیه می‌شود که اولین محاسبه، فاصله را قبل از تغییر حالت تعیین کند. توصیه می‌شود که محاسبه دوم، تغییر دمای سیال را از نقطه‌ای که تغییر حالت رخ می‌دهد تا نقطه خروجی تحویل تعیین کند.

یادآوری - تغییرات فیزیکی حالت شامل تغییر مایعات به شکل‌های گازی یا بخار اشباع است. تغییر حالت معمولاً بر چگالی و ظرفیت گرمایی ماده اثر می‌گذارد و مقادیر تجدیدنظر شده باید در محاسبه لحاظ شوند.

۶-۴-۴ دمای سیال و در نتیجه دمای سامانه انتقال، می‌تواند بین ورودی و انتهای تحویل سامانه به مقداری قابل توجه تغییر کند. توصیه می‌شود که محاسبات متعدد مطابق با استاندارد ISO 12241 و به صورت آزمون و خطا انجام شود تا میانگین دمای محاسبه اتلاف گرمایی بر اساس آن تعیین شود. در مواردی که سامانه شامل لوله‌ها یا مجراهای با اندازه‌های مختلف است (مانند انشعاب‌های چندتایی)، توصیه می‌شود که اتلاف گرمایی و اثر حاصل بر سیال منتقل شده، برای هر انشعاب به‌طور جداگانه محاسبه شود.

یادآوری ۱- در مواردی که دمای محیط کمتر از نقطه انجماد/یخ‌زدگی سیال در سامانه باشد و سیال برای مدتی در حالت ایستا باشد، ممکن است لازم باشد از پیمایش گرمایی^۲ تکمیلی استفاده شود.

یادآوری ۲- برای مایع یا پراکنشی که این‌گونه رفتار می‌کند، تغییرات فشار داخلی ناشی از اصطکاک ممکن است مهم نباشد؛ طوری که شرایط در نقطه تحویل به‌طور کامل به‌وسیله اتلاف گرمایی بیرونی باتوجه به دبی جرمی سیال درون سامانه، همراه با گرمای ویژه خود سیال کنترل می‌شود.

1- Spindles

2- Trace heating

یادآوری ۳- برای اطلاعات بیشتر در مورد تعیین ضخامت عایق به منظور جلوگیری از یخزدگی لوله به زیربند ۴-۶ مراجعه شود.

۷-۴-۴ برای سامانه‌هایی که از گرمایش تکمیلی استفاده می‌کنند، توصیه می‌شود که زیربندهای ۴-۴ تا ۶-۴-۴ نادیده گرفته شوند و توصیه می‌شود که طراح اطمینان حاصل کند که اتلاف گرمایی از خط لوله یا سامانه مجرای عایق شده کمتر از رده سامانه گرمایشی تکمیلی است.

۸-۴-۴ در مواردی که سامانه حین انتقال سیال، میعان‌ات ناشی از فشار و اتلاف گرمایی داشته باشد، در صورت لزوم توصیه می‌شود که میعان‌ات حذف شوند. در مواردی که کاهش میعان به حداقل ترجیح داده شود، توصیه می‌شود که ضخامت عایق متناسب با آن افزایش یابد و دبی جرمی تا حد امکان در مقادیر بالا حفظ شود.

یادآوری- مایعات بخار اشباع هنوز در نقطه تحویل اشباع هستند؛ اگرچه در شرایط جدید دما و فشار، تحت تأثیر تلفات سیال داخلی، تلفات گرمایی بیرونی، گرمای ویژه و دبی جرمی سیال قرار می‌گیرند.

۹-۴-۴ وضعیت گاز خشک یا بخار فوق داغ در نقطه تحویل اساساً به دما و افت فشار حین انتقال سیال درون سامانه و همچنین دبی جرمی بستگی دارد؛ و توصیه می‌شود که محاسبات، تمام این عوامل را در نظر بگیرد. اگر دمای محیط زیر دمای مایع شدن گاز در شرایط فشار خاص باشد، توصیه می‌شود که محاسبات ضخامت عایق و افت فشار در سامانه، این موضوع را در نظر بگیرد.

یادآوری- برای بخار فوق داغ، اتلاف گرمایی اضافی همراه با افت فشار کم می‌تواند منجر به اتلاف فوق داغ همراه با برگشت به شرایط بخار اشباع شود. از سوی دیگر، اگر اتلاف گرمایی بیرونی به وسیله ضخامت عایق به مقداری کم کاهش یابد، افت فشار بیش از حد سامانه می‌تواند منجر به افزایش فوق داغ شود.

۵-۴ حفاظت کارکنان

۱-۵-۴ توصیه می‌شود که از لمس سطوح داغ یا سرد که ممکن است آسیب‌رسان باشند، جلوگیری شود.

۲-۵-۴ در مواردی که سطوح داغ قابل مشاهده نیستند، توصیه می‌شود که دماهای «سطح بدون عایق» یا «عایق نهایی» که در زیر ارائه شده‌اند؛ به عنوان مقادیر آستانه دمایی در نظر گرفته شوند که بالاتر از آن، توصیه می‌شود که افراد حفاظت شوند:

الف- حداکثر 59°C ، برای سطوح غیرفلزی که از ارتفاع کف کار دائمی بدون استفاده از تجهیزات دسترسی قابل حمل، در دسترس هستند؛

ب- حداکثر 55°C ، برای سطوح فلزی که از ارتفاع کف کار دائمی بدون استفاده از تجهیزات دسترسی قابل حمل، در دسترس هستند؛

پ- حداکثر 50°C ، برای سطوح فلزی و غیرفلزی در ارتفاع‌های بالاتر، که در صورت امکان دسترسی، با نردبان یا هرگونه تجهیزات دسترسی قابل حمل، در دسترس هستند.

۳-۵-۴ در مواردی که گروه‌های پرخطر مانند کودکان یا افراد مسن امکان دسترسی به سرویس‌ها داشته باشند، توصیه می‌شود که حد دمایی 43°C در محاسبات برای تماس کوتاه مدت استفاده شود. در مواردی که امکان تماس بیشتر از ۶ h وجود باشد، دمایی کمتر لازم است؛ که توصیه می‌شود که با ارزیابی ریسک تعیین شود. توصیه می‌شود که برای حداکثر و حداقل دماهای ایمن سطح، به استانداردهای ISO 13732-1، ISO 13732-2 و ISO 13732-3 ارجاع داده شود.

۴-۵-۴ تماس با سطوح بسیار سرد منجر به شوک گرمایی یا آسیب دیدگی پوست می‌شود. در صورت لزوم، توصیه می‌شود که برای دماهای تقریباً 10°C - یا کمتر تمهیدات حفاظتی اتخاذ شود.

۶-۴ عایق کاری در مقابل انجماد

یادداشت زیربند ۴-۶:

عایق کاری شروع انجماد را به تاخیر می‌اندازد و اگر فواصل زمانی ایستابودن مایع به اندازه کافی کوتاه باشد، می‌توان از انجماد جلوگیری کرد. اگر گرمای تامین شده از مایع گذشته از سامانه بیشتر از مجموع گرمای تلف شده از عایق و تلفات ناشی از تکیه‌گاه‌ها و آویزها باشد نیز از انجماد جلوگیری می‌شود.

هیچ عایق شناخته شده‌ای که بتواند از انجماد مایع در لوله‌ها و ظروف تحت هر شرایطی جلوگیری کند، وجود ندارد. اگر دمای بیرون به اندازه کافی پایین بماند و حرکت مایع درون لوله یا ظرف آهسته باشد، هیچ عایقی، هر چند ضخیم، مانع از انجماد داخلی نمی‌شود.

۱-۶-۴ اگر مایعات در لوله‌ها یا ظروف در حالت ایستا باشند و دمای محیط کمتر از نقطه انجماد مایع موجود باشد، توصیه می‌شود که برای جلوگیری از انجماد، گرما به سامانه اعمال شود؛ برای مثال به وسیله لوله‌های پیمایش گرمایی یا المنت‌های گرمایش الکتریکی، که توصیه می‌شود که قبل از عایق کاری اقلام تاسیساتی مورد نظر نصب شوند (به زیربند ۲۹-۲-۸ مراجعه شود). توصیه می‌شود که مقدار گرمایی که در هر واحد دوره زمانی تامین می‌شود، برای جایگزینی گرمای اتلافی از سامانه در همان دوره زمانی کافی باشد.

یادآوری - عایق کاری در مقابل شرایط سرمزدگی نیز به شرایط آب‌وهوایی و چرخه وظیفه تاسیسات بستگی دارد.

۲-۶-۴ به منظور حفاظت در مقابل سرمزدگی، توصیه می‌شود که لوله‌های با مجرای کوچک نسبت به لوله‌های با مجرای بزرگ، ضخامت‌های بالاتری از عایق داشته باشند.

یادآوری ۱- زمان لازم برای رسیدن مایع به نقطه انجماد تحت شرایط مشخص اختلاف دما، به ظرفیت گرمایی مایع و ظرف حاوی مایع و عایق بستگی دارد؛ بنابراین لوله‌ها یا ظروف کوچک آسیب پذیرتر از اقلام بزرگتر در تاسیسات هستند.

یادآوری ۲- به محض رسیدن به نقطه انجماد، گرمای نهان مایع بر نرخ انجماد اثر می‌گذارد؛ اما به محض این که دمای سامانه به نقطه انجماد مایع رسید، به طور معمول خطر، به ویژه در شیرها، وجود دارد.

۳-۶-۴ توصیه می‌شود که انجماد، در دو مرحله تحلیل شود:

الف- زمان لازم برای کاهش دمای سامانه از دمای اولیه خود تا نقطه انجماد مایع موجود؛

ب- زمان لازم برای انجماد کامل مایع در همین دما.

۷-۴ حفاظت درمقابل میعان سطحی

یادآوری- میعان روی سطوح، در دماهای زیر نقطه شبنم هوای محیط رخ می‌دهد.

۱-۷-۴ توصیه می‌شود که یک سدگر بخار در طرف گرم لایه عایق اعمال شود. توصیه می‌شود که مواد عایق کاری در شرایط مرطوب و بدون سدگر بخار روی سطح مرطوب اعمال نشوند، مگر این که سامانه عایق دارای مقاومت کافی به بخار باشد؛ در صورت اشباع شدن عایق، خواص عایق کاری گرمایی آن تضعیف شده و مقاومت مکانیکی آن کاهش می‌یابد.

یادآوری ۱- اگرچه اعمال عایق می‌تواند از میعان در سطح بیرونی عایق جلوگیری کند، اما لزوماً مانع از جذب رطوبت از میان خود عایق نمی‌شود؛ و در فاصله‌ای داخل لایه عایق، اغلب دما به نقطه شبنم می‌رسد.

یادآوری ۲- اگر سطح سرد در دمایی کمتر از نقطه انجماد باشد، رطوبت یخ می‌زند و می‌تواند به عایق آسیب بزند.

۲-۷-۴ برخی از مواد عایق سرما، مقاومتی بالا به عبور بخار آب دارند. با این حال، توصیه می‌شود که آن‌ها دارای درزگیر بخار باشند و توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال به اندازه کافی درزگیری شده باشند (به بند ۱۱ نیز مراجعه شود).

۳-۷-۴ برای تاسیسات در فضای باز، پوشش‌های آب‌بند لزوماً بخاربند^۱ در نظر گرفته نمی‌شوند.

یادآوری- برای معادلات تعیین ضخامت عایق، به استاندارد ISO 12241 مراجعه شود.

۵ تبادل داده‌های طراحی

۱-۵ کلیات

توصیه می‌شود که تمام جنبه‌های ارائه‌شده در زیربندهای ۲-۵، ۳-۵ و ۴-۵ قبل از تنظیم قرارداد بین خریدار/کاربر نهایی و تولیدکننده(ها) یا پیمانکار، توافق شود.

۲-۵ اطلاعات تهیه‌شده توسط خریدار/کاربر نهایی

۱-۲-۵ کلیات

توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی، یکی از موارد زیر را ارائه دهد:

الف- جزئیات دقیق الزامات عایق کاری؛

ب- شرایطی از سرویس که برای آن مواد عایق کاری لازم است، به گونه‌ای که پیمانکار عایق کاری بتواند توصیه‌هایی را ارائه دهد.

در مورد ردیف ب این زیربند، در صورت نیاز پیمانکار، توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی اطلاعات ارائه‌شده در زیربندهای ۲-۲-۵، ۳-۲-۵، ۴-۲-۵، ۵-۲-۵ و ۶-۲-۵ را ارائه دهد.

۲-۲-۵ جزئیات تاسیسات مورد عایق‌کاری

باتوجه به تاسیسات موردنظر برای عایق‌کاری، توصیه می‌شود که موارد زیر ارائه شوند:

الف- مشخص کردن این‌که تاسیسات در فضای مسقف داخل، فضای باز حفاظت‌شده، فضای باز در معرض شرایط جوی، یا درون مجراها یا ترانشه‌های زیر سطح زمین قرار دارد؛

ب- هرگونه شرایط دشوار یا غیرمعمول کارگاه که می‌تواند بر انتخاب و/یا اعمال مواد عایق‌کاری اثر گذارد، برای مثال، حمل‌ونقل، داربست‌گذاری، حفاظت از آب و هوا یا رطوبت بیش‌ازحد؛

پ- نوع موادی که قرار است عایق‌کاری شوند، همراه با جزئیات مواد خاص یا غیرمعمول؛

ت- ابعاد سطح با جزئیات کافی روی نقشه‌ها، به‌صورت رنگی‌شده برای نشان‌دادن نواحی مورد عایق‌کاری، یا با جزئیات ارائه‌شده به روشی دیگر، حاوی اطلاعات زیر:

- ابعاد سطح نواحی انحنادار بزرگ یا تخت؛

- قطرهای خارجی لوله‌کشی، مجراکشی و فاصله‌های آزاد مربوط؛

- طول‌های هر اندازه از لوله/مجرا؛

- تعداد و نوع اتصالات لوله/مجرا، برای مثال محل‌های اتصال فلنج‌دار، شیرها، سهراهی‌ها، خم‌های دارای شعاع و زاویه؛

- جهت و ارتفاع سطح.

ث- جزئیات هر یک از مقاطع لوله‌کشی/مجراکشی که باید با پیمایش گرمایی شوند، روش پیمایش گرمایی و آرایش‌های عایق‌کاری لازم؛

ج- جزئیات هر یک از مقاطعی که برای تسهیل آزمون به‌طور موقت یا دائمی بدون عایق رها می‌شود، برای مثال محل‌های اتصال جوشی و فلنج‌دار؛

چ- تایید، همراه با جزئیات، مبنی بر وجود گرما در لوله‌کشی/مجراکشی عایق‌شده، در مواردی که گرما برای خشک‌کردن مواد یا ترکیبات پرداخت‌کاری لازم است.

۳-۲-۵ شرایط عملیاتی

توصیه می‌شود که شرایط عملیاتی طراحی سامانه مطابق با موارد زیر، در صورت لزوم ارائه شوند:

الف- دمای استاندارد سرویس برای هر قسمت از تاسیسات که قرار است عایق‌کاری شود؛

ب- حداکثر یا حداقل دما برای هر سطح داغ، در صورت تفاوت با ردیف الف؛

پ- گستره دماهای مورد انتظار هوای محیط و سرعت‌های حرکت هوا؛

ت- حداکثر رطوبت نسبی ممکن در بالاترین دمای پیش‌بینی شده محیط به منظور جلوگیری از میعان سطحی در لوله‌های عایق شده یا ظروف حاوی محیط‌های سرد.

یادآوری- از آنجا که اندازه‌گیری با دقت دشوار است و ممکن است سامانه‌ها در مرحله تهیه اطلاعات به‌طور کامل عملیاتی نباشند، توصیه می‌شود اندازه‌گیری‌های مواردی مانند دما، رطوبت، سرعت باد با احتیاط تفسیر شوند.

۴-۲-۵ آماده‌سازی سطوح

توصیه می‌شود که الزامات ویژه به‌وضوح مشخص شوند، برای مثال الزامات حذف پوشش‌ها یا پرداخت‌های اعمال شده حین کار یا الزامات اعمال میدانی پوش‌رنگ یا سایر پوشش‌ها روی سطحی که قرار است عایق شود (به بند ۲۶ نیز مراجعه شود).

۵-۲-۵ جزئیات تکمیلی مشخصات

توصیه می‌شود که جزئیات تکمیلی زیر مشخص شوند:

الف- انواع اتصالات و تکیه‌گاه‌ها، و این که کدام‌یک از آن‌ها باید توسط پیمانکار تامین شوند (به زیربند ۱۰-۳ و بند ۲۶ مراجعه شود)؛

ب- نوع ماده/مواد عایق کاری شامل هرگونه خواص فیزیکی خاص لازم (به بندهای ۷، ۸ و ۹ مراجعه شود)؛

پ- خواص عملکردی و فیزیکی پوشاندن لازم سطح (به بندهای ۱۱ و ۱۲ مراجعه شود)؛

ت- روش و نوع نوارپیچی^۱ و/یا درزگیری (به بند ۲۷ مراجعه شود)؛

ث- روش و نوع محکم‌سازی (به بند ۱۰ مراجعه شود)؛

ج- هرگونه الزامات سرویس ویژه، برای مثال مقاومت به تراکم، مقاومت به آتش، مقاومت به ارتعاش غیرطبیعی (به بندهای ۷ تا ۱۲ مراجعه شود).

توصیه می‌شود که هرگونه خطر خاص در اثر تماس عایق با مواد شیمیایی یا روغن‌ها و اثر آن روی تاسیسات، شناسایی و توصیه می‌شود که تمهیدات حفاظتی لازم اتخاذ شود.

۶-۲-۵ مبنای تعیین ضخامت عایق

هنگام عایق کاری برای دستیابی به بیش از یکی از اهداف فهرست شده در زیربند ۴-۱، توصیه می‌شود که سخت‌ترین هدف فهرست شده در نظر گرفته شود.

یادآوری- الزامات غیر گرمایی مانند کاهش صوتی و/یا حفاظت از آتش نیز ممکن است عوامل تعیین‌کننده ضخامت عایق باشند. برای دستیابی به تمام اهداف، ممکن است ترکیبی از مواد عایق کاری استفاده شود.

1- Taping

۳-۵ اطلاعات تهیه شده توسط تولیدکننده یا پیمانکار

توصیه می شود که اطلاعات زیر توسط تولیدکننده یا پیمانکار ارائه شود:

الف- اطلاعات مربوط به قسمت های مرتبط از زیربند ۵-۲؛

ب- مقدار اظهار شده هدایت گرمایی (λ) برای دمای مورد استفاده (توصیه می شود که مقدار اظهار شده توسط تولیدکننده شامل هرگونه رواداری های تجاری لازم باشد؛ اگر هدایت گرمایی مستعد تغییر ناشی از پیرشدگی^۱ باشد، توصیه می شود که مقدار ناشی از پیرشدگی مشخص شود)؛

پ- محدودیت های استفاده، اعم از فیزیکی و شیمیایی؛

ت- ضخامت کل، همراه با جزئیات ضخامت و چگالی توده هر لایه؛

ث- اطلاعات مربوط به آماده سازی سطح؛ و

ج- بخش متناسب از این استاندارد (که باید مشخص شود) که موارد زیر با آن مطابقت دارد:

۱- مواد عایق کاری؛

۲- تقویت کننده (در صورت وجود)؛

۳- وسایل تثبیت و پرداخت کاری.

۴-۵ نقشه ها و مدارک

در صورت درخواست، توصیه می شود که پیمانکار عایق کاری نقشه ها و مدارکی را ارائه دهد که جزئیات زیر را نشان می دهند:

الف- نوع عایق، و تکیه گاه های عایق و فاصله آنها؛

ب- نوع و فاصله تکیه گاه های روکش؛

پ- روش و نوع محکم سازی؛

ت- روش های خاصی که هنگام اعمال مواد استفاده می شوند؛

ث- هرگونه طراحی خاص؛

ج- شکل و اندازه ساختمان های موقت مورد نیاز پیمانکار در محل کارگاه، همراه با مشخصات آب، نور و منبع تغذیه لازم.

۶ عوامل موثر بر برنامه‌ریزی و برنامه‌نویسی

از آنجا که عملیات پیمانکاران عایق‌کاری در محل کارگاه، به پیشرفت سایر پیمانکاران بستگی دارد، توصیه می‌شود که جزئیات برنامه‌های مورد انتظار که برای کنترل کار در محل کارگاه استفاده می‌شوند، به پیمانکار عایق‌کاری ارائه شود.

یادآوری - مثال‌هایی از عواملی که می‌توانند بر کار پیمانکار عایق‌کاری اثر گذارند، به شرح زیر است:

- الف- برنامه تاریخ‌های شروع و اتمام کار؛
- ب- قابلیت دسترسی به مواد و نیروی کار؛
- پ- مسئولیت تامین و اجرای ملحقات محکم‌سازی؛
- ت- آماده‌سازی سطوح؛
- ث- نواحی که به‌طور موقت عاری از عایق هستند؛
- ج- اطلاعات دقیق در مورد مقدار کار تحت پوشش قرارداد؛
- چ- محدودیت‌های دسترسی به کار؛
- ح- تمهیدات مربوط به کار تعمیر و اصلاح؛
- خ- شرایط اشتغال در محل، شامل هفته کاری، نیروی کار و نظارت موردنیاز؛
- د- امکانات حمل‌ونقل؛
- ذ- انبار برای مواد؛
- ر- قابلیت دسترسی به آب، برق، گرما و نور؛
- ز- امکانات اقامتی و غذاخوری (شامل اقامت‌گاه)؛
- ژ- تهیه تجهیزات دسترسی؛
- س- مقررات ایمنی و امنیتی ویژه (شامل توصیه‌هایی در مورد خطرات بهداشتی)؛
- ش- محدودیت در اختلاط ترکیب‌ها؛
- ص- حفاظت از تاسیسات و ماشین‌آلات مجاور؛
- ض- پاک‌سازی مواد زائد از محل؛
- ط- تامین حفاظت درمقابل شرایط جوی حین نصب.

۷ مشخصه‌های معمول مواد و سامانه‌های عایق‌کاری

۱-۷ هدایت گرمایی

توصیه می‌شود که ضخامت طراحی مطابق با بند ۴ تعیین شود. برای دستیابی به حداکثر مقاومت به انتقال گرما، توصیه می‌شود که ماده‌ای با هدایت گرمایی پایین انتخاب شود.

یادآوری ۱- برای هرگونه اتلاف گرمایی معین، ماده‌ای با هدایت گرمایی پایین، نازک‌تر از ماده جایگزین با هدایت بالاتر است. این موضوع مزیت ویژه‌ای برای لوله‌ها دارد؛ زیرا لایه‌های نازک‌تر عایق، مساحت سطحی که نیاز به حفاظت دارد را کاهش می‌دهد.

یادآوری ۲- هدایت گرمایی اغلب مواد عایق‌کاری با دما و چگالی توده تغییر می‌کند. تولیدکنندگان معمولاً گستره‌ای از محصولات را تولید می‌کنند که هر کدام برای کاربرد و/یا گستره دمایی مختلف طراحی شده‌اند. اثربخشی یک ماده عایق گرمایی اساساً به جرمی از ماده که حاوی تعداد زیادی سلول‌های هوایی (یا گازی) ریز است، بستگی دارد. این نوع ساختار، انتقال گرما به‌وسیله هم‌رفتی و تابشی را محدود می‌کند. کاهش سطح پل‌های گرمایی جامد، مانعی برای عبور گرمای هدایت‌شده ایجاد می‌کند.

هدایت گرمایی برخی از فوم‌های پلاستیکی صلب پرشده از گاز بی‌اثر با افزایش سن افزایش می‌یابد و توصیه می‌شود که مقدار اولیه و مقدار پس از پیرشدگی مشخص شود.

یادآوری ۳- برای تعیین مقدار اولیه و مقدار پس از پیرشدگی می‌توان به استانداردهای مربوط ارجاع داد؛ برای مثال استاندارد EN 14308 برای فوم‌های پلی‌یورتان صلب (PUR)^۱ و پلی‌ایزوسیانورات (PIR)^۲ و استاندارد EN 14314 برای فوم فنولیک، کاربرد دارد.

در صورت لزوم، برای جدول‌ها یا نمودارهایی که نشان می‌دهد چگونه هدایت گرمایی هر محصول با دما تغییر می‌کند، باید با تولیدکننده مشورت شود.

یادآوری ۴- هنگام تعیین هدایت گرمایی مناسب، به‌طور معمول از میانگین دمای عایق، یعنی میانگین حسابی دماهای سطح وجه گرم و سطح وجه سرد استفاده می‌شود.

یادآوری ۵- اثربخشی فضای هوایی برای اهداف عایق گرمایی بسیار کمتر از فضایی با ابعاد مشابه است که با یکی از مواد عایق‌کاری مرسوم پر شده است. این موضوع در دماهای بالاتر اهمیتی ویژه دارد.

توصیه می‌شود که هدایت‌های گرمایی توسط تولیدکننده عایق گرمایی مربوط تعیین شده و مطابق با استاندارد ISO 13787 و استاندارد محصول مربوط که در جدول‌های ۱ تا ۴ ارائه شده است، تصدیق شوند.

توصیه می‌شود که شرایط آزمون مطابق با استانداردهای EN 12664، EN 12667، EN 12939 (برای محصولات تخت) یا استاندارد ISO 8497 (برای محصولات استوانه‌ای) باشد. روش‌های محاسبه ضخامت‌های لازم عایق، در استانداردهای ISO 12241 و BS 5422 مشخص شده‌اند.

یادآوری ۶- برخی از خواص فیزیکی مواد عایق‌کاری گرمایی، به‌ویژه هدایت گرمایی و استحکام، به جهت اندازه‌گیری آن‌ها بستگی دارد.

1 - Rigid polyurethane

2 - Polyisocyanurate

استاندارد EN 12664 ممکن است برای اندازه‌گیری نمونه‌هایی که مقاومت گرمایی آن‌ها کمتر از $0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$ نیست، استفاده شود. استاندارد EN 12667 رویه‌هایی ساده‌تر را برای آزمون‌هایی که مقاومت گرمایی آن‌ها کمتر از $0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ نیست، تعیین می‌کند.

۲-۷ شکل‌های فیزیکی

توصیه می‌شود که عایق به یکی از شکل‌های زیر ارائه شود:

- پیش‌شکل داده‌شده (دال‌ها یا مقاطع)؛

- صلب؛

- انعطاف‌پذیر؛

- ترکیب خمیری؛

- افشانه‌ای و دمشی؛

- پرکننده نامتراکم؛ یا

- فلزی، برای مثال فویل شانه تخم‌مرغی^۱.

یادآوری - هر یک از این شکل‌ها بسته به هدفی که برای آن ایجاد شده است، از مواد گرانولی، لیفی، سلولی یا بازتابنده (یا ترکیبی از آن‌ها) تشکیل شده است. برای فهرست مواد معمول، به جدول‌های ۱ تا ۴ مراجعه شود.

۳-۷ چگالی توده

در صورت نیاز برای طراحی، توصیه می‌شود که بار اعمال‌شده ناشی از عایق کاری تعیین شود و توصیه می‌شود که از چگالی و ابعاد یا از وزن محصولات موردنظر که قرار است استفاده شوند، محاسبه شود.

یادآوری - گستره چگالی توده برای مواد عایق کاری گرمایی در جدول‌های ۱ تا ۴ ارائه شده است.

۴-۷ مناسب بودن برای دمای سرویس

توصیه می‌شود که مواد فقط در گستره دمایی استفاده شوند که در شرایط استفاده عادی، سرویس مناسب را تامین کنند (برای راهنمای دماهای تقریبی سرویس به جدول‌های ۱ تا ۴ مراجعه شود).

برای موادی که در دماهای زیر دمای محیط استفاده می‌شوند، توصیه می‌شود که حداقل و حداکثر حدود دمایی مربوط، اثرات جمع‌شدگی بیش‌ازحد، تُردشوندگی و تخلخل، و مقاومت تحت شرایط گرمایشی گاه‌به‌گاه برای اهداف تمیزکاری و یخ‌زدایی تعیین شوند و مواد برای استفاده پذیرفته یا رد شوند.

1- Dimpled foil

برای موادی که در دماهای بالا استفاده می‌شوند، توصیه می‌شود که عواملی که می‌توانند منجر به خرابی تحت شرایط سرویس شوند (مانند جمع‌شدگی خطی تحت گرما، افت استحکام فشاری حین گرمایش، اثرات ارتعاش و خود-گرمادهی احتمالی)، تعیین شوند و مواد برای استفاده پذیرفته یا رد شوند.

هنگام تعیین حداکثر دماهای سرویس برای عایق‌های پیش‌شکل‌داده‌شده با دمای بالا، به‌ویژه برای مقاطع لوله‌ای، توصیه می‌شود که عایق طوری انتخاب شود که حین سرویس، بارهای متوسط و ارتعاش را تحمل کند.

توصیه می‌شود که استحکام فشاری، قبل و بعد از گرمایش، تعیین شود. علاوه بر این، توصیه می‌شود که اثر گرمایش بلندمدت تعیین شود.

توصیه می‌شود که آزمون‌ها توسط تولیدکننده انجام شوند و نتایج آزمون به‌منظور تهیه گزارشی در مورد مناسب بودن برای کاربردهای خاص استفاده شود. توصیه می‌شود که مواد برای شرایط خاص استفاده، انتخاب شوند.

جدول ۱- مواد عایق کاری معمول برای استفاده در دماهایی بالاتر از دمای محیط، دارای استاندارد EN

چگالی عادی توده kg/m ³	حداکثر دمای تقریبی سرویس ^{الف} °C	نوع	شکل های فیزیکی	استاندارد مربوط	مواد
۱۶۰ تا ۳۲۰	۱۰۰۰	گرانولی	ترکیب خمیری	EN 14306	کلسیم سیلیکات
۱۶۰ تا ۳۲۰	۱۰۱۰	گرانولی	دال ها/تخته ها		
۱۹۰ تا ۲۶۰	۸۰۰	گرانولی	مقاطع لوله ای پیش شکل داده شده		
۱۶۰ تا ۱۲۰	۴۸۰	سلولی	دال ها و مقاطع لوله ای	EN 14305	شیشه سلولی
۵۰ تا ۶۵	۱۵۰	سلولی	مقاطع لوله ای انعطاف پذیر پیش شکل داده شده، دال ها و طاقه های انعطاف پذیر	EN 14304	فوم لاستیکی انعطاف پذیر
۴۰ تا ۱۰۰	۲۵۰ تا ۴۵۰	لیفی	مقاطع لوله ای پیش شکل داده شده	EN 14303	پشم معدنی (شیشه)
۱۲ تا ۵۰	۲۵۰ تا ۳۰۰	لیفی	طاقه های انعطاف پذیر		
۲۰ تا ۶۰	۲۵۰ تا ۴۰۰	لیفی	نمد لایه ای		
۲۰ تا ۶۰	۲۵۰ تا ۴۰۰	لیفی	طاقه های چین دار		
کاربرد ندارد	۴۵۰	لیفی/گرانولی	پشم نامتراکم		
۳۰ تا ۷۰	۲۵۰ تا ۴۰۰	لیفی	تشک های سیم دار		
۵۰ تا ۱۵۰	۸۵۰	لیفی	پشم نامتراکم ^ب	EN 14303	پشم معدنی (سنگ)
۲۰ تا ۲۰۰	۷۵۰	لیفی	دال ها		
۸۰ تا ۱۵۰	۱۰۰۰	لیفی	دال ها/تخته های پیوند خورده به صورت غیر آلی		
۱۰۰ تا ۱۵۰	۶۵۰	لیفی	مقاطع لوله ای پیش شکل داده شده		
۳۰ تا ۴۸	۴۰۰	لیفی	طاقه های انعطاف پذیر		
۸۰ تا ۱۵۰	۸۵۰	لیفی	تشک های سیم دار		
۴۰ تا ۸۰	۲۳۰	لیفی	نمد لایه ای		
۱۰۰ تا ۱۵۰	۶۵۰	لیفی	نمد با مقطع لوله ای		
۱۵ تا ۱۳۰	۲۰۰ تا ۷۰۰	لیفی	پشم نامتراکم ^ب		
۸۰	۷۰۰	لیفی	دال ها		
۱۰۰	۶۶۰	لیفی	طاقه های انعطاف پذیر	EN 14303	پشم معدنی (فرآوری شده اکستروژده شده در دمای بالا)
۳۶	۴۰۰	لیفی	تشک های سیم دار		
۶۶	۶۵۰	لیفی	نمد لایه ای		
۸۰	۴۰۰	لیفی	نمد با مقطع لوله ای		
۲۸ تا ۲۰۰	۱۲۰	سلولی	دال های پیش شکل داده شده و مقاطع لوله ای		
۳۰ تا ۴۰	۱۰۰	سلولی	مقاطع لوله ای پیش شکل داده شده	EN 14313	پلی اتیلن
۳۰ تا ۳۲۰	۲۰۰	سلولی	دال های پیش شکل داده شده و مقاطع لوله ای	EN 14308	فوم صلب پلی ایزوسیانورات

جدول ۱- مواد عایق کاری معمول برای استفاده در دماهایی بالاتر از دمای محیط، دارای استاندارد EN (ادامه)

چگالی عادی توده kg/m ³	حداکثر دمای تقریبی سرویس ^{الف} °C	نوع	شکل‌های فیزیکی	استاندارد مربوط	مواد
۱۶۰ تا ۳۰	۱۱۰	سلولی	دال‌های پیش‌شکل‌داده شده و مقاطع لوله‌ای، افشانه‌ای	EN 14308	فوم صلب پلی‌یورتان
<p>یادآوری ۱- برای دمای حدی معین و حداقل الزامات چگالی برای کاربرد موردنظر، به دستورالعمل تولیدکننده مراجعه شود.</p> <p>یادآوری ۲- مواد، بدون رویه^۱ هستند.</p> <p>^{الف} دماهای ارائه شده، بسته به نوع محصول، حداکثر دماها هستند. قبل از تعیین مشخصات، توصیه می‌شود که همواره به مدارک فنی تولیدکننده ارجاع شود. توصیه می‌شود که دماهای حدی هر ماده رویه نیز بررسی شود. تمام مواد از یک نوع محصول خاص لزوماً برای گستره کامل دما مناسب نیستند.</p> <p>^ب توصیه می‌شود که مواد نامتراکم با چگالی‌هایی که مناسب کاربرد و هدایت گرمایی موردنیاز است، بسته‌بندی شوند. پشم نامتراکم، به‌طور کامل به استاندارد EN 14064 (تمام قسمت‌ها) وابسته نیست.</p>					
1- Facing					

جدول ۲- مواد عایق کاری معمول برای استفاده در دماهایی بالاتر از دمای محیط، دارای استاندارد ASTM یا بدون استاندارد محصول

چگالی عادی توده kg/m ³	حداکثر دمای تقریبی سرویس ^{الف} °C	نوع	شکل‌های فیزیکی	استاندارد مربوط	مواد
۱۰۰ تا ۸۰	۱۲۶۰	لیفی	نامتراکم	ASTM C892	آلومینو سیلیکات
۲۵۰ تا ۱۵۰	۱۲۶۰	لیفی	اعمال افشانه‌ای		
۱۵۰ تا ۵۰	۱۲۶۰	لیفی	کُرک پتو		
۲۰۰	۱۲۶۰	لیفی	کاغذ		
۱۵۰ تا ۱۰۰	۱۲۶۰	لیفی	طناب		
۳۸۴ تا ۴۸	۱۳۰۰	لیفی	کُرک پتو و دال	بدون استاندارد محصول در زمان چاپ این استاندارد	الیاف سرامیکی محلول در بدنه
۱۱۰۰ تا ۲۵۰	۱۰۰۰	گرانولی	ترکیب خمیری	بدون استاندارد محصول در زمان چاپ این استاندارد	ترکیبات عایق
۲۲۰ تا ۱۸۰	۳۱۰	گرانولی	ترکیب خمیری	بدون استاندارد محصول در زمان چاپ این استاندارد	منیزیم‌اکسید
۲۲۰ تا ۱۸۰	۳۱۰	گرانولی	دال‌های پیش‌شکل‌داده شده		
۲۲۰ تا ۱۸۰	۳۱۰	گرانولی	مقاطع لوله‌ای پیش‌شکل‌داده شده		

جدول ۲- مواد عایق کاری معمول برای استفاده در دماهایی بالاتر از دمای محیط،
دارای استاندارد ASTM یا بدون استاندارد محصول (ادامه)

چگالی عادی توده kg/m ³	حداکثر دمای تقریبی سرویس ^{الف} °C	نوع	شکل های فیزیکی	استاندارد مربوط	مواد
۳۰۰ تا ۱۰۰	۶۵۰	لیفی	افشانه ای	ASTM C195	پشم معدنی/ سیمان/چسب
۱۰۰ تا ۱۵	۴۰۰ تا ۲۵۰	لیفی	دال ها	ASTM C553	پشم معدنی (شیشه)
۱۵۰ تا ۴۰	۸۷۰	گرانولی	نامتراکم ^ب	ASTM C549	پرلیت
۱۹۰	۶۵۰	گرانولی	دال ها و مقاطع پیش شکل داده شده	ASTM C610	
۶۰ تا ۴۸	۱۱۰	سلولی	پخش شده در مایع	BS 5241	پلی یورتان و پلی ایزوسیانات درجا
۶۵ تا ۳۰	۷۰	سلولی	دال مقاطع لوله ای	بدون استاندارد محصول در زمان چاپ این استاندارد	فوم انعطاف پذیر پلی یورتان
۴۲۰ تا ۳۶۰	۱۰۰۰ تا بالای محیط	گرانولی	نامتراکم ^ب	ASTM C1676	سیلیکا، ریزمتخلخل
۲۵۰ تا ۱۸۰	۱۰۰۰ تا بالای محیط	گرانولی	تخته		
۴۰۰ تا ۳۲۰	۱۰۰۰ تا بالای محیط	گرانولی	بلوک		
۴۰۰ تا ۲۰۰	۱۰۰۰ تا بالای محیط	گرانولی	پتوی شیاردار		
۱۸۰	۶۵۰ تا ۰	لیفی	پتو	ASTM C1728	آیروژل سیلیسی
۱۳۰	۹۰ تا ۲۰۰	لیفی	پتو		
کاربرد ندارد	۷۶۰	بازتابنده	فویل ساده و چین دار	بدون استاندارد محصول در زمان چاپ این استاندارد	فولاد زنگ نزن
۱۵۰ تا ۵۰	۱۱۰۰	گرانولی	نامتراکم ^ب	ASTM C516	بدون استاندارد محصول در زمان چاپ این استاندارد
			دال ها و مقاطع پیش شکل داده شده		
۳۲۰	۱۱۰۰	گرانولی	افشانه ای	ASTM C196	ورمیکولیت/سیمان
۴۵۰	۱۰۰۰	گرانولی	دال ها	بدون استاندارد محصول در زمان چاپ این استاندارد	ورمیکولیت/ سدیم سیلیکات

یادآوری ۱- برای دمای حدی معین و حداقل الزامات چگالی برای کاربرد مورد نظر، به دستورالعمل تولیدکننده مراجعه شود.

یادآوری ۲- مواد، بدون رویه هستند.

^{الف} دماهای ارائه شده، بسته به نوع محصول، حداکثر دماها هستند. قبل از تعیین مشخصات، توصیه می شود که همواره به مدارک فنی تولیدکننده ارجاع شود.

توصیه می شود که دماهای حدی هر ماده رویه نیز بررسی شود. تمام مواد از یک نوع محصول خاص لزوماً برای گستره کامل دما مناسب نیستند.

^ب توصیه می شود که مواد نامتراکم با چگالی هایی که مناسب کاربرد و هدایت گرمایی مورد نیاز است، بسته بندی شوند. پشم نامتراکم، به طور کامل به استاندارد

EN 14064 (تمام قسمت ها) وابسته نیست.

جدول ۳- مواد عایق کاری معمول برای استفاده در دماهای زیر دمای محیط، دارای استاندارد EN

چگالی عادی توده kg/m ³	حداکثر دمای تقریبی سرویس ^{الف} °C	نوع	شکل های فیزیکی	استاندارد مربوط	مواد
۱۶۰ تا ۱۲۰	۴۸۰ تا ۲۶۸	سلولی	دال های صلب، مقاطع لوله ای صلب	EN 14305	شیشه سلولی
۱۰۰ تا ۶۰	۱۵۰ تا ۲۶۸	سلولی	دال های انعطاف پذیر، مقاطع لوله ای انعطاف پذیر	EN 14304	فوم لاستیکی انعطاف پذیر
۱۰۰ تا ۱۲	۴۵۰ تا ۲۰۰	لیفی	پشم نامتراکم ^ب ، دال ها، مقاطع لوله ای پیش شکل داده شده، طاقه های انعطاف پذیر، تشک های سیم دار، نمد لایه ای، نمد با مقطع لوله ای، طاقه های چین دار	EN 14303	پشم معدنی (شیشه) ^پ
۲۰۰ تا ۳۰	۷۵۰ تا ۲۰۰	لیفی	پشم نامتراکم ^ب ، دال ها، مقاطع لوله ای پیش شکل داده شده، طاقه های انعطاف پذیر، تشک های سیم دار، نمد لایه ای، نمد با مقطع لوله ای، طاقه های چین دار	EN 14303	پشم معدنی ^پ (سنگ)
۱۳۰ تا ۱۵	۷۰۰ تا ۲۰۰	لیفی	پشم نامتراکم ^ب ، دال ها، مقاطع لوله ای پیش شکل داده شده، طاقه های انعطاف پذیر، تشک های سیم دار، نمد لایه ای، نمد با مقطع لوله ای، طاقه های چین دار	EN 14303	پشم معدنی (فراوری شده اکستروژده شده در دمای بالا) ^پ
۲۰۰ تا ۲۸	۱۲۰ تا ۱۸۰	سلولی	دال های پیش شکل داده شده و مقاطع لوله ای	EN 14314	فوم فنولیک
۴۰ تا ۳۰	۱۰۵ تا ۴۵	سلولی	مقاطع لوله ای پیش شکل داده شده	EN 14313	پلی اتیلن
۶۰ تا ۳۰	۲۰۰ تا ۲۰۰	سلولی	دال ها، مقاطع لوله ای، افشانه ای	EN 14308	فوم صلب پلی ایزوسیانورات
۳۵ تا ۱۵	۷۵ تا ۶۰	سلولی	دال های پیش شکل داده شده، مقاطع لوله ای پیش شکل داده شده	EN 14307	فوم پلی استایرن اکستروژده شده
۱۶۰ تا ۳۰	۱۱۰ تا ۱۸۰	سلولی	دال ها، مقاطع لوله ای، افشانه ای	EN 14308	فوم صلب پلی یورتان

یادآوری ۱- در تفسیر حداقل دماهای سرویس مداوم در جدول ۳ باید دقت شود. این دماها بر مبنای مقادیر ادعا شده توسط تولیدکننده است و می تواند در عمل نیاز به تصدیق داشته باشد.

یادآوری ۲- مواد، بدون روپه هستند.

یادآوری ۳- برای حفاظت بیشتر با استفاده از سدگرهای بخار/درزگیری محل اتصال، به بند ۱۱ مراجعه شود.

^{الف} حد بالایی/پایینی دمای ماده عایق کاری، به عوامل مختلفی بستگی دارد و توصیه می شود که با تولیدکنندگان مشورت شود. تمام مواد از یک نوع محصول خاص لزوماً برای گستره کامل دما مناسب نیستند.

^ب توصیه می شود که مواد نامتراکم با چگالی هایی که مناسب کاربرد و هدایت گرمایی مورد نیاز است، بسته بندی شوند.

^پ استفاده از این نوع مواد برای دماهای زیر دمای محیط، منوط به توافق با خریدار/کاربر نهایی است.

جدول ۴- مواد عایق کاری معمول برای استفاده در دماهای زیر دمای محیط،
دارای استاندارد ASTM یا بدون استاندارد محصول

چگالی عادی توده kg/m ³	حداکثر دمای تقریبی سرویس ^{الف} °C	نوع	شکل های فیزیکی	استاندارد مربوط	مواد
۴۰ تا ۱۵۰	۲۵۰- تا ۱۰۰۰	گرانولی	نامتراکم ^ب	ASTM C549	پرلیت
۳۰ تا ۶۵	۲۰- تا ۱۲۰	سلولی	دال ها، مقاطع لوله ای	بدون استاندارد محصول در زمان چاپ این استاندارد	فوم انعطاف پذیر پلی یورتان
۴۰ تا ۳۰۰	۹۵- تا ۱۰۰	سلولی	دال های پیش شکل داده شده	بدون استاندارد محصول در زمان چاپ این استاندارد	PVC انبساطی
<p>یادآوری ۱- در تفسیر حداقل دماهای سرویس مداوم در جدول ۳ باید دقت شود. این دماها بر مبنای مقادیر ادعا شده توسط تولیدکننده است و می تواند در عمل نیاز به تصدیق داشته باشد.</p> <p>یادآوری ۲- مواد، بدون رویه هستند.</p> <p>یادآوری ۳- برای حفاظت بیشتر با استفاده از سدگرهای بخار/درزگیری محل اتصال، به بند ۱۱ مراجعه شود.</p>					
<p>^{الف} حد بالایی/پایینی دمای ماده عایق کاری، به عوامل مختلفی بستگی دارد و توصیه می شود که با تولیدکنندگان مشورت شود. تمام مواد از یک نوع محصول خاص لزوماً برای گستره کامل دما مناسب نیستند.</p> <p>^ب توصیه می شود که مواد نامتراکم با چگالی هایی که مناسب کاربرد و هدایت گرمایی مورد نیاز است، بسته بندی شوند.</p>					

۵-۷ انبساط های گرمایی

از آنجا که حرکت گرمایی تفاضلی بین سطح عایق شده، عایق و پرداخت کاری بیرونی ممکن است رخ دهد، بنابراین توصیه می شود که قبل از انتخاب مواد و فلزات، انبساط گرمایی تعیین شود.

یادآوری- در عایق کاری لوله های پلاستیکی، ضرایب انبساط گرمایی پلاستیک ها به طور کلی بسیار بیشتر از فلزات است.

۶-۷ مقاومت به تراکم

توصیه می شود که مواد عایق کاری (به ویژه مواد با استحکام فشاری کم مانند مواد نامتراکم و تشک های بدون چسبندگی) تحت تاثیر ارتعاش و چرخه گذاری گرمایی^۱، مطابق با مقاومت آن ها به تراکم انتخاب شوند؛ مگر این که دارای تکیه گاهی مناسب باشند.

۷-۷ مقاومت به نفوذ بخار آب و جذب آب

در مواردی که عایق ها در فضای باز استفاده می شوند، توصیه می شود که به نصب و نگهداشت پرداخت کاری مقاوم به شرایط جوی توجهی ویژه شود (به بند ۳۱ توجه شود).

^۱ - Thermal cycling

عایق اعمال شده روی سطوح سرد باید در مقابل نفوذ بخار آب که باعث افزایش هدایت و در موارد شدید باعث یخزدگی می شود، حفاظت شود؛ در غیر این صورت، نفوذ بخار آب می تواند منجر به پارگی سلول های عایق و در نتیجه آسیب دائمی و تسریع ریسک خوردگی شود.

توصیه می شود که یکپارچگی سدگر بخار همیشه حفظ شود (به زیربند ۱۱-۱ مراجعه شود).

۷-۸ استحکام مکانیکی، جهندگی و دوام

۷-۸-۱ استحکام مکانیکی و فشاری و جهندگی

یادآوری ۱- مواد عایق کاری ممکن است از نظر مکانیکی ضعیف باشند و استحکام آنها معمولاً پس از گرم شدن کاهش یابد. این موضوع مشابه با مواد جامد است. تفاوت هایی قابل توجه در خواص مکانیکی انواع مختلف مواد عایق کاری و همچنین در چگالی های یک نوع معین وجود دارد.

پرداخت اعمال شده اغلب حفاظت در مقابل آسیب مکانیکی را تامین می کند؛ ولی توصیه می شود که خود عایق به اندازه کافی قوی باشد تا حین اعمال، در مقابل صدمات نصب کنندگان مقاومت داشته باشد. توصیه می شود که استحکام و مقاومت سایشی، به کار و ماده مورد نظر مربوط باشد و توصیه می شود که در مرحله طراحی تعیین شود.

هنگام تصمیم گیری در مورد نوع عایق مورد استفاده، توصیه می شود که استحکام فشاری و جهندگی و سایر خواص مواد (مانند بازده گرمایی) مقایسه شود. همچنین، توصیه می شود که سامانه های عایق با توجه به دوام آن ها در مقابل آسیب دیدگی نیز انتخاب شوند.

یادآوری ۲- چندین تفاوت قابل توجه بین خواص مکانیکی انواع مختلف مواد عایق کاری و تنوع در یک نوع معین وجود دارد. به طور خاص، برخی از مواد دارای مقاومت فشاری کم هستند و ممکن است به راحتی آسیب ببینند؛ برای مثال، با تردد افراد پیاده.

۷-۸-۲ دوام

توصیه می شود که سامانه های عایق طوری طراحی شوند که در مقابل اثرات زیان آور ارتعاش تجهیزات، چرخه گذاری دمایی سرویس (به ویژه در بالا و پایین دمای محیط)، عناصر شیمیایی و سرریز مایعات، در مواردی که این اثرات در فرایند مشخص شده اند، مقاومت کنند.

توصیه می شود که انتخاب یک سامانه عایق در فضای باز، بر اساس دوام آن در مقابل اثرات پرتو فرابنفش (UV)، گرما، سرما، باد، رطوبت، مواد شیمیایی و سایر عوامل محیطی انجام شود.

۷-۸-۳ حدود دمایی

یادآوری ۱- تمام محصولات عایق کاری می توانند در گستره دمایی عملیاتی متحمل تغییرات فیزیکی شوند؛ اما این موضوع مطابق با استاندارد EN 14706 و جدول ۳، اثری ناچیز بر عملکرد گرمایی خواهد داشت.

یادآوری ۲- دماهای عملکرد تجهیز، حتی هنگامی که در حدود دمایی ماده عایق قرار دارد، همچنان می تواند بر مشخصه های مواد عایق اثر گذارد. این مشخصه ها می تواند شامل تردشوندگی، گاز زدایی، افت استحکام فشاری، تغییر رنگ، فرار بودن، خردشوندگی، جمع شدگی یا انبساط باشد.

برای واضح کردن هرگونه الزامات اضافی احتمالی سامانه عایق توصیه می‌شود که از اطلاعات مربوط تولیدکننده استفاده شود، تا اطمینان حاصل شود که عملکرد گرمایی سامانه عایق تضعیف نمی‌شود.

۷-۹ خطرات آتش‌سوزی و انفجار

۷-۹-۱ کلیات

توصیه می‌شود که سامانه‌های عایق گرمایی، با ارزیابی شرایط فرایند و چیدمان تاسیسات طوری طراحی شوند که از مشارکت عایق گرمایی پیشنهادی در گسترش آتش جلوگیری شود؛ صرف‌نظر از این‌که آتش چطور آغاز شده باشد. توصیه می‌شود که مواد بر این اساس، انتخاب یا رد شوند.

توصیه می‌شود که عملکرد درمقابل آتش عایق موردنظر، بر مبنای الزامات طراحی کاربردی که برای آن در نظر گرفته شده است، انتخاب شود. برای راهنمایی بیشتر، توصیه می‌شود که به استاندارد BS 5422 و استانداردهای ملی/بین‌المللی پیشگیری از آتش‌سوزی مراجعه شود.

یادآوری ۱- خطر آتش‌سوزی ناشی از استفاده از یک عایق گرمایی خاص (برای مثال قابلیت احتراق، حساسیت به اشتعال، گسترش سطحی شعله، انتشار دود یا گاز سمی) می‌تواند به مقداری قابل توجه تحت تأثیر چسب‌ها، سدگرهای بخار و درزگیرهایی باشد، که سامانه عایق کل را تکمیل می‌کنند. بسیاری از مواد عایق‌کاری خطر آتش‌سوزی ندارند، اما ممکن است مقداری از روغن یا سایر مایعات اشتعال‌پذیر را که می‌توانند خودبه‌خود مشتعل شوند، جذب کنند (به زیربند ۶-۱۲ مراجعه شود).

در مناطقی خاص که ریسک آتش‌سوزی یا انفجار زیاد است و عوامل اکسیدکننده قوی استفاده می‌شوند، توصیه می‌شود که مناسب‌بودن عایق توسط تولیدکننده تصدیق شود.

یادآوری ۲- تمام مواد عایق‌کاری گرمایی احتراق‌ناپذیر نیستند. بسیاری از آن‌ها دارای ترکیب آلی هستند که می‌تواند خطر آتش‌سوزی را ایجاد کند، یا می‌تواند دود و گازهای سمی از خود منتشر کند.

یادآوری ۳- برای حذف خطر جرقه، ممکن است از یک پرداخت‌کاری ضد الکتریسیته ساکن استفاده شود.

۷-۹-۲ مواد

در غیاب الزامات خاص، مشخصه‌های سامانه‌های عایق‌کاری گرمایی در رابطه با آتش باید مطابق با استاندارد BS 5422 باشد.

۷-۹-۳ پرداخت‌ها

توصیه می‌شود که ترکیبات بازدارنده آتش و/یا مواد ضد اکسیدشوندگی، روی پرداخت‌های اشتعال-پذیر اعمال شوند؛ زیرا برخی از متداول‌ترین پرداخت‌های محافظ (مانند ترکیبات قیری، بسیاری از پلیمرهای پلاستیکی، برخی پارچه‌ها و نوارهای آغشته‌شده) احتراق‌پذیر هستند و می‌توانند مقداری قابل توجه از دود را هنگام احتراق تولید کنند.

یادآوری - حفاظت از حریق که توسط این ترکیبات ارائه می‌شود معمولاً دارای مدت‌زمان کوتاه بوده و حفاظت موقتی و نه دائمی در شرایط آتش‌سوزی است.

۴-۹-۷ روکش آلومینیمی

توصیه می‌شود که شرایطی که ممکن است در صورت آتش‌سوزی در تاسیسات فرایندی بزرگ یا در مجاورت مستقیم آن، روکش آلومینیمی خطر ایجاد کند، مشخص شود؛ و اقدامات احتیاطی برای جلوگیری از ذوب آلومینیم و اشتعال مواد مجاور انجام شود.

یادآوری- در یک آتش‌سوزی بزرگ، آلومینیم گداخته مذاب می‌تواند در منطقه‌ای وسیع پراکنده شود.

۵-۹-۷ روکش و لوازم جانبی گالوانیزه

توصیه می‌شود که برای جلوگیری از آتش‌سوزی در مجاورت تاسیسات عایق‌شده، اقدامات احتیاطی انجام شود؛ زیرا باعث می‌شود تا «فلز روی مذاب» از لوازم جانبی گالوانیزه روی لوله‌کشی و تجهیزات فولادی آستنیتی یا تاسیسات لوله‌کشی که مستقیماً زیر آن قرار دارد بریزد و نفوذ کند (به زیربند ۸-۵ مراجعه شود).

۶-۹-۷ اتصال الکتریکی به زمین

در محیط‌های اشتعال‌پذیر، به‌ویژه با لوله‌کشی عایق‌شده طولانی، توصیه می‌شود که روکش فلزی بیرونی به زمین متصل شود؛ تا از ایجاد الکتریسیته ساکن جلوگیری شود (به زیربند ۳۰-۱ مراجعه شود).

۷-۹-۷ خوداشتعالی

توصیه می‌شود که قابلیت خود اشتعالی در مواد عایق‌کاری حاوی عوامل پیونددهنده، که در دمای سرویس مشخص شده برای ماده استفاده می‌شوند، تعیین شود. توصیه می‌شود که برای جلوگیری از خطر آتش‌سوزی به‌وسیله خودگرمايشی داخلی، اقدامات احتیاطی انجام شود.

یادآوری- افزایشی گذرا در دما که بالاتر از مقدار نظری در مکان‌های مشخص در سامانه عایق است، می‌تواند شاهی بر خود گرمايشی باشد. اگر هوا بتواند وارد موادی با چگالی توده کم شود یا اگر جریان‌های هم‌رفتی ناشی از لوله‌کشی عمودی عایق‌شده وجود داشته باشد، این خطر ممکن است تشدید شود. خودگرمايشی داخلی، با تمرکز موضعی مواد آلی پیونددهنده، ضخامت عایق و دمای سطح عایق‌شده، و جهت آن ارتباط دارد. اگر بیش‌ازحد باشد، این افزایش داخلی دما می‌تواند خطر آتش‌سوزی را ایجاد کند؛ به‌ویژه اگر جو اطراف اشتعال‌پذیر باشد یا مواد اشتعال‌پذیر در مجاورت آن وجود داشته باشد (به استاندارد BS 2972 مراجعه شود).

۸-۹-۷ خطرات ناشی از آلودگی‌ها**یادداشت زیربند ۷-۹-۸:**

در پی سرریز آلاینده یا نشت داخلی از تاسیسات به عایق گرمایی گرم‌شده، سه وضعیت متمایز مشاهده شده است:

الف- بدون واکنش؛

ب- افزایش اندک دما در بدنه مواد عایق‌کاری و به‌دنبال آن کاهش آهسته دما؛ و

پ- افزایش اندک دما و به دنبال آن دوره‌ای از دمای ثابت و سپس افزایش نسبتاً سریع تا رسیدن به مقادیر مرتبط با احتراق. در این مرحله، در صورت وجود مواد اشتعال‌پذیر، آتش می‌تواند آغاز شود. از طرف دیگر، مواد عایق‌کاری گرمایی می‌توانند با گرما دود کرده یا حتی برافروخته شوند و در نتیجه منبع اشتعال برای سایر مواد مجاور خود شوند. حتی اگر دمای سطح داغ عایق‌شده بسیار کمتر از نقطه اشتعال مواد سرریز باشد، این توالی افزایش دما ممکن است آغاز شود.

عوامل موثر بر آغاز واکنش خودگرمایشی می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- ۱- نوع و حالت فیزیکی مواد عایق‌کاری گرمایی و مواد سرریز؛
- ۲- غلظت و مقدار مواد سرریز؛
- ۳- شکل و ابعاد وجه داغ و عایق گرمایی؛
- ۴- دمای سطح داخلی مواد عایق‌کاری؛
- ۵- سهولت امکان پخش و نفوذ مواد سرریز به وسیله سامانه عایق. هنگامی که این عوامل به ترکیبی بحرانی برسند، تغییری کوچک در یکی از آنها می‌تواند انتقال از افزایش اندک دما به افزایش سریع را آغاز کرده و احتمالاً منجر به احتراق شود؛

۶- منبع هوا با قابلیت دسترسی آسان، یعنی هوای محبوس یا در صورت نبود درزگیر سطحی، هوای بیرونی.

۷-۸-۹-۱ توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی مطابق با زیربند ۷-۹-۸-۶ انجام شود؛ زیرا فرایندهای شیمیایی و فیزیکی درگیر پیچیده هستند و شرایط می‌تواند خطرناک باشد.

یادآوری- تعدادی از آتش‌سوزی‌های خطرناک در شرایطی رخ داده است که مواد عایق‌کاری احتراق‌ناپذیر به‌طور تصادفی با روغن، مواد شیمیایی یا سایر سرریزها آلوده شده‌اند.

۷-۸-۹-۲ توصیه می‌شود که قبل از انتخاب سامانه عایق، آزمایش‌های خود اشتعالی در آزمایشگاه انجام شود؛ زیرا پیامدهای آتش‌سوزی سامانه عایق در مکان‌هایی که مواد بسیار اشتعال‌پذیر و/یا مواد با نقطه اشتعال کم انبار یا فراوری می‌شوند (یعنی مناطق با خطر آتش‌سوزی)، بسیار خطرناک است.

۷-۸-۹-۳ توصیه می‌شود که در تمام شرایط، استانداردهای بالایی از نگهداشت و مراقبت تاسیسات وجود داشته باشد؛ تا خطر آلودگی تصادفی ناشی از سرریز یا نشتی‌ها به حداقل برسد.

۷-۸-۹-۴ در مواردی که برای حفاظت در مقابل ترکیبی خطرناک از مواد عایق‌کاری و مواد سرریز از پرداخت‌کاری غیر قابل نفوذ استفاده شود، توصیه می‌شود که استعداد آسیب مکانیکی تصادفی و مشاهده‌نشده به پرداخت‌کاری ارزیابی و مدون شود. توصیه می‌شود که پرداخت‌کاری تحمل آسیب مکانیکی را داشته باشد، تا از بی‌اثر نشدن آن اطمینان حاصل شود.

۷-۸-۹-۵ توصیه می‌شود که وجود بازدارنده‌های شعله و ضد اکسید شونده‌ها در بدنه مواد عایق‌کاری به‌عنوان حفاظت کامل در نظر گرفته نشود؛ زیرا این ترکیبات به‌محض این‌که شرایط بحرانی دیگری ایجاد شود، مانع توسعه واکنش‌های خودگرمایشی نمی‌شوند، بلکه آنها را به‌تعویق می‌اندازند.

۶-۸-۹-۷ توصیه می‌شود که برای جلوگیری از خطرات آتش‌سوزی در مجراکشی تهویه مطبوع، اقدامات احتیاطی مطابق با استانداردهای BS 5422، BS 5908 و BS 9999 انجام شود. توصیه می‌شود که عایق گرمایی اعمال‌شده در مجراکشی ساختمان همیشه عاری از موادی باشد که در صورت آتش‌سوزی، مقادیری قابل توجه از دود و بخارات سمی/مهلک تولید می‌کنند. توصیه می‌شود که در تمام موارد، قبل از تعیین مواد عایق‌کاری برای استفاده در سامانه تهویه مطبوع، به استانداردهای ملی/بین‌المللی مربوط مراجعه شود.

۱۰-۷ مقاومت به جانوران موذی، قارچ و کپک

توصیه می‌شود که عایق‌کاری، به‌ویژه در سردخانه‌ها یا کارخانه‌های مواد غذایی، مقاوم به جانوران موذی، حشرات و رشد قارچ باشد. توصیه می‌شود که سطوح عایق‌کاری که احتمال خیس شدن دارند، با موادی که توسط این عوامل مورد تهاجم قرار می‌گیرند، پرداخت کاری نشود. توصیه می‌شود که برای پرداخت کاری، مواد غیر جاذب انتخاب شوند.

۱۱-۷ خطرات بهداشتی

یادداشت زیربند ۱۱-۷:

به استانداردهای ملی/بین‌المللی مربوط، کدهای HSE و یادآوری‌های راهنما و دستورالعمل تولیدکنندگان توجه می‌شود.

۱-۱۱-۷ از آنجا که برخی از سیمان‌های پرداخت کاری در صورت مرطوب‌بودن بسیار قلیایی هستند و می‌توانند باعث تحریک پوست شوند، توصیه می‌شود که هنگام دست‌زدن به این مواد از دستکش استفاده شود.

هشدار- گازهای شیمیایی حاصل از فوم‌سازی درجا یا افشاندن مواد عایق‌کاری آلی (مانند رزین‌های فنل فرمالدئید، ایزوسیانات‌ها و پلی‌یورتان‌ها) می‌توانند سمی باشند یا باعث تحریک نایژه‌ای شوند، که گاهی اوقات با اثرات مداوم حساسیت‌زا همراه است. هنگامی که موادی از این نوع افشاندن می‌شوند، خطرات جدیدی ممکن است ایجاد شود؛ زیرا اجزای غیرفرار به‌صورت آبروسل‌های قابل تنفس تشکیل می‌شوند.

۲-۱۱-۷ توصیه می‌شود که تجهیزات حفاظتی تنفسی تهیه شوند و به‌ویژه در فضاهای بسته، برای بسیاری از مواد (به‌ویژه ترکیبات رزین اپوکسی و نیز مواد حاوی ایزوسیانات‌ها)، توصیه می‌شود که از هودها یا ماسک اکسیژن استفاده شود.

هشدار- برخی از پوشش‌های رزینی خاص، چسب‌ها و اجزای رزین اپوکسی می‌توانند باعث ایجاد التهاب و سایر ناراحتی‌های پوستی شوند، که پس از تماس کوتاه ایجاد می‌شوند. در معرض قرارگیری بلندمدت می‌تواند منجر به حساسیت شود.

۳-۱۱-۷ از آنجا که حلال‌های مربوط می‌توانند باعث آسیب به چشم‌ها و تحریک پوست شوند، در صورت لزوم توصیه می‌شود که از عینک و دستکش استفاده شود.

۷-۱۱-۴ توصیه می‌شود که کرم محافظ و امکانات شستشوی کافی در نظر گرفته شود. همچنین هنگام افشاندن این مواد، توصیه می‌شود که حفاظت در مقابل خطرات تنفسی تامین شود.

۷-۱۱-۵ توصیه می‌شود که هنگام استفاده از عایق‌های لیفی که باعث تحریک پوست می‌شوند، اقدامات احتیاطی انجام شود.

یادآوری- به استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۷۲ و سایر استانداردهای ملی و بین‌المللی مربوط مراجعه شود.

۷-۱۱-۶ توصیه می‌شود که هنگامی که مواد عایق جابجا، مخلوط یا حذف می‌شوند، اقدامات احتیاطی انجام شود تا خطر ورود ذرات گرد و غبار قابل تنفس به داخل مجراهای تنفسی به حداقل رسانده شود.

یادآوری- به استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۷۲ و سایر استانداردهای ملی و بین‌المللی مربوط مراجعه شود.

۷-۱۱-۷ از آنجا که عایق‌ها می‌توانند در اثر ارتعاش یا غوطه‌وری گرمایی خراب شوند، توصیه می‌شود که قبل از انجام هرگونه کار عایق‌زدایی، نوع مواد عایق‌کاری استفاده‌شده مشخص و اقدامات احتیاطی مربوط انجام شود (به بند ۳۴ مراجعه شود).

۷-۱۲ حذف و جایگزینی

توصیه می‌شود که هنگام حذف و جایگزینی یا تماس با عایق حاوی الیاف آزیستی یا سرامیکی نسوز، اقدامات احتیاطی برای حفاظت در مقابل خطرات بهداشتی همراه با این فعالیت‌ها انجام شود (به زیربند ۳-۳۴ مراجعه شود).

یادآوری- دستورالعمل صادرشده توسط تولیدکنندگان همراه با قوانین، آیین کارها و یادآوری‌های راهنمای صادرشده توسط HSE، توصیه‌هایی به‌منظور راهکار مناسب برای حذف برخی از انواع عایق‌ها را ارائه می‌دهد.

۷-۱۳ ظرفیت گرمایی

در مواردی که احتمال اثر قابل‌توجه ظرفیت گرمایی مواد عایق‌کاری وجود داشته باشد، به‌منظور محدودکردن تغییر دمای سیال جاری یا ساکن یا جلوگیری از انجماد لوله، توصیه می‌شود که هنگام انتخاب ماده، ظرفیت گرمایی در نظر گرفته شود.

یادآوری ۱- بعید است ظرفیت گرمایی مواد عایق‌کاری اثری قابل‌توجه داشته باشد؛ مگر این‌که ضخامت عایق زیاد باشد.

یادآوری ۲- یک ماده عایق‌کاری با ظرفیت گرمایی کم، با افزایش دما مقادیر نسبتاً کمی از گرما را جذب می‌کند؛ بنابراین در شرایط نوسان دمایی، با گرمایش و سرمایش سریع همراه است. یک ماده با ظرفیت گرمایی بالا تمایل به ایجاد ثبات گرمایی در یک سامانه عایق دارد.

از آنجا که ظرفیت گرمایی یک ماده عایق‌کاری مطابق با چگالی توده آن تغییر می‌کند، توصیه می‌شود که این خاصیت گرمایی بر حسب ظرفیت گرمایی در واحد جرم (ظرفیت گرمایی ویژه) بیان شود.

۷-۱۴ نداشتن بوی نامطبوع

توصیه می‌شود که مواد عایق‌کاری برای استفاده در کارخانه‌های مواد غذایی، غذاخوری‌ها یا ساختمان‌هایی که غذا در آن‌ها فرآوری یا صرف می‌شود، عاری از بوی نامطبوع باشند (به زیربند ۷-۱۰ نیز مراجعه شود).

۷-۱۵ مقاومت شیمیایی

در صورت آلوده شدن ناخواسته سامانه عایق گرمایی به سرریز مواد شیمیایی، توصیه می‌شود که سامانه به همان صورت نصب شده در تاسیسات فرایندی، خطری ایجاد نکند. توصیه می‌شود که با انتخاب بهینه و طراحی پرداخت کاری سامانه عایق، خطر آلودگی به حداقل رسانده شود.

۷-۱۶ الزامات نگهداشت

هزینه‌های نگهداشت می‌توانند بخش قابل توجهی از هزینه کل سامانه عایق باشند؛ و توصیه می‌شود که با انتخاب درست مواد و مصالح پرداخت کاری و توجه به جزئیات در چیدمان سامانه عایق این هزینه‌ها به حداقل رسانده شود. توصیه می‌شود که طراحی سامانه عایق، امکان دسترسی برای بازرسی و نگهداشت سطح عایق شده به وسیله جداسازی عایق و برگرداندن به حالت اولیه با درزگیری مجدد موثر عایق کاری و پرداخت کاری سطح را فراهم کند.

یادآوری - توصیه می‌شود که طراح به خریدار آگاهی دهد که بازرسی منظم و ترمیم آسیب در به حداقل رساندن خطر خرابی وسیع سامانه عایق و هرگونه خوردگی بعدی تاسیسات کمک می‌کند. به زیربند ۸-۲-۱-۶ مراجعه شود.

۸ خوردگی**۸-۱ کلیات**

توصیه می‌شود که عایق با دقت انتخاب و نصب شود تا خطر خوردگی به حداقل برسد. توصیه می‌شود که تمام انواع خوردگی در نظر گرفته شوند و توصیه می‌شود که رویه‌ها مطابق با این بند باشد.

زیربندهای ۸-۲، ۸-۳، ۸-۴ و ۸-۵ فقط راهنمایی عمومی ارائه می‌دهند. در مواردی که مشکلات خوردگی خاص به دلیل برهم‌کنش عایق و فلز در محیطی خاص ممکن باشد، باید از مشاوره تخصصی استفاده شود.

برای جلوگیری از مشکلات خوردگی عمومی، توصیه می‌شود که عایق مرطوب با سطوح فلزی در تماس نباشد؛ به‌ویژه اگر محصولات اسیدی یا قلیایی یا سایر آلاینده‌های مضر در آب وجود داشته باشد یا اگر آن‌ها قابل استخراج از خود مواد عایق باشند. توصیه می‌شود که احتمال تهاجم خورنده به انواع فلزات که ممکن است در تماس با مواد عایق مرطوب باشند (مانند مواردی که برای پرداخت کاری استفاده می‌شوند) شناسایی شود و مواد مطابق با مقاومت خود به خوردگی پذیرفته یا رد شوند.

توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی، سازگاری اجزا را در کل فرایند و سامانه عایق در نظر بگیرد تا خطر خوردگی زیر عایق به حداقل برسد. توصیه می‌شود که انتخاب سامانه عایق، به‌عنوان روش جلوگیری از خوردگی در نظر گرفته نشود.

۲-۸ خوردگی زیر عایق

یادداشت زیربند ۲-۸:

تمام انواع خوردگی می‌تواند در سطح لوله‌کشی زیر عایق رخ دهد. استفاده از عایق همچنین می‌تواند غلظت رطوبت و مواد شیمیایی موجود در سطح لوله را افزایش و خطر انواع خوردگی را افزایش دهد. از آنجا که عایق مانع مشاهده لوله‌کشی زیر آن می‌شود، مقادیر زیادی از خوردگی قبل از تشخیص آن می‌تواند رخ دهد؛ و در نتیجه باعث افزایش مقیاس اثر خوردگی شود. باتوجه به این‌که خوردگی در حضور رطوبت سریع‌تر رخ می‌دهند و با دمای چرخه‌ای^۱ تسریع می‌شوند، بنابراین روش‌های عمومی جلوگیری از خوردگی زیر عایق که در این بند ارائه شده است، در درجه اول بر جلوگیری از تجمع رطوبت در سطح لوله تمرکز می‌کنند. برای آگاهی بیشتر، به استاندارد NACE SP 0198 مراجعه شود.

۱-۲-۸ کلیات

۱-۱-۲-۸ توصیه می‌شود که قبل از اعمال عایق، سطح عایق‌شده خشک و عاری از پوسته و آلودگی باشد.

۲-۱-۲-۸ توصیه می‌شود که فقط از عایق خشک و بدون آسیب‌دیدگی استفاده شود.

یادآوری- این موضوع ممکن است مستلزم انبارش به‌صورت مقاوم به شرایط آب‌وهوایی باشد.

۳-۱-۲-۸ توصیه می‌شود که عایق تا حد امکان به سطح تجهیزات/لوله نزدیک باشد. در کارهای با دمای بالا^۲، ممکن است زهکشی به‌منظور خروج حباب‌ها تامین شود.

۴-۱-۲-۸ توصیه می‌شود که از نفوذ آب به سامانه عایق جلوگیری شود. در صورت امکان، توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی شامل موارد زیر باشد:

الف- استفاده از سدگر موثر بخار/آب و هوا؛

ب- اطمینان از کافی بودن هم‌پوشانی‌های روکش روی تمام درزهای محیطی و طولی کافی؛

پ- موقعیت‌یابی درزهای روکش‌دار طولی دور از آب‌وهوای غالب و با زاویه بیش از ۹۰° نسبت به موقعیت عمودی؛

ت- نصب شیرها با محورهای عملگر قرار گرفته به‌صورت افقی یا در زیر؛

ث- استفاده از ترکیب درزگیری برای درزگیری تمام بیرون‌زدگی‌ها از میان عایق و روکش؛

ج- اجرای هم‌پوشانی روکش منجر به ریزش آب (روش کاشی بام مقاوم به شرایط آب‌وهوایی)؛

^۱ - Cyclic temperature

^۲ - Hot work

- چ- اجرای روکش افقی مسطح به صورت آبخاری یا شیب دار منجر به ریزش آب و پرهیز از تجمع؛
- ح- تامین حفاظت موقت سامانه‌های ناقص عایق در مقابل آب و هوا؛
- خ- نصب سوراخ‌های تخلیه در روکش لوله در تمام نقاط پایینی برای ممکن کردن زهکشی (توصیه می‌شود که سوراخ‌های تخلیه همیشه از داخل روکش به سمت بیرون حفر شوند)؛
- د- اجرای روکش به منظور اطمینان از این که محل‌های اتصال مقاوم به شرایط آب‌وهوایی بوده و منجر به ریزش آب می‌شوند؛ و
- ذ- حفاظت از سطوح آستنتی، به ویژه اگر احتمال گرم شدن تاسیسات (برای مثال، به منظور گندزدایی یا تمیزکاری) و افزایش دما تا دمای بالای 50°C ، در هر زمانی وجود داشته باشد؛ به زیربند ۸-۴ مراجعه شود.

- ۸-۲-۱-۵ توصیه می‌شود که خط عایق و روکش از میان تمام تکیه‌گاه‌های لوله پیوسته باشد.
- ۸-۲-۱-۶ نقاط بازرسی قابل جابجایی ممکن است در سامانه عایق گنجانده شوند، ولی توصیه می‌شود که این نقاط طوری طراحی شوند که خطر نفوذ آب را به حداقل برسانند؛ به بند ۳۳ مراجعه شود.

یادآوری- ممکن است سامانه‌های نشت‌یابی در سامانه عایق گنجانده شوند.

- ۸-۲-۱-۷ توصیه می‌شود که سامانه مکانیکی به گونه‌ای طراحی شود که اجازه دهد ضخامت کامل عایق روی تمام راه‌های نفرو، انشعاب‌های لوله، تکیه‌گاه‌های گذرگاه، ترموکوپل‌ها، پلاک‌های نام، تکیه‌گاه‌های نردبان و سایر بیرون‌زدگی‌ها اعمال شود. توصیه می‌شود که تمام بیرون‌زدگی‌ها و پایان‌یابی‌ها^۱، برای منجر شدن به ریزش آب مناسب باشند. توصیه می‌شود که برای راه‌های نفرو و انشعاب‌های لوله، فاصله بیشتری برای باز و بست پیچ و مهره در نظر گرفته شود.

- ۸-۲-۱-۸ توصیه می‌شود که اطمینان حاصل شود که صفحه‌های درپوش آدمروهای عمودی همیشه شیب داشته باشند.

- ۸-۲-۱-۹ توصیه می‌شود که هنگام عایق‌کاری ظروف، اعمال عایق ضخیم‌تر روی درپوش ظرف در نظر گرفته شود؛ طوری که قلاب‌های بالابر به وسیله عایق محصور شده و منجر به ریزش مایع شود.

۸-۲-۲ سامانه‌های پوشش ضد خوردگی

- توصیه می‌شود که پوشش ضد خوردگی روی تمام سطوح در خطر خوردگی اعمال شود.
- هنگام انتخاب سامانه‌های پوشش ضد خوردگی، توصیه می‌شود که معیارهای زیر در نظر گرفته شوند:
- الف- سطح فلزی که قرار است پوشش ضد خوردگی روی آن اعمال شود؛

¹ - Terminations

ب- سازگاری بین پوشش‌ها، چسب‌ها و مواد عایق‌کاری؛ و
پ- دمای عملیاتی.

برای لوله‌کشی، تجهیزات و مخازن که به‌وسیله بخار تمیز شده، و در دماهای مختلف پیمایش گرمایی می‌شوند یا کار می‌کنند، توصیه می‌شود که سامانه پوشش انتخاب‌شده، برای بالاترین دمای ممکن مناسب باشد.

توصیه می‌شود که قبل از اعمال عایق، تمام پوشش‌های ضدخوردگی کاملاً خشک شوند.

یادآوری ۱- سامانه‌های پوشش ضدخوردگی که ممکن است در هوای آزاد به‌خوبی کار کنند، هنگامی که با عایق پوشانده می‌شوند، ممکن است مردود شوند.

یادآوری ۲- سامانه‌های پوشش می‌توانند شامل پوشش‌کاری با پوش‌رنگ، قیر یا محلول پلیمری مقاوم به آب و هوا، لفاف پیچی با PVC خودچسب، نوار پیچی دور لوله با نوار پلی‌پروپیلنی یا نوار آغشته به واکس باشند.

۸-۳ خوردگی اکسایشی، اسیدی، قلیایی و گالوانی

۸-۳-۱ خوردگی اکسایشی

در مواردی که آهن و فولاد کربنی در معرض رطوبت هوا قرار می‌گیرند، توصیه می‌شود که فقط از مواد عایق‌کاری خشک برای جلوگیری از خوردگی استفاده شود. تا زمانی که یک سدگر موثر بخار اعمال شود یا اگر عایق بالای نقطه شبنم باشد، تا هنگام اعمال پرداخت‌کاری ضد آب، توصیه می‌شود که عایق خشک نگه داشته شود (به بندهای ۲۶ و ۲۷ و زیربند ۲۸-۱ مراجعه شود).

یادآوری ۱- اکسایش می‌تواند به‌ویژه برای تاسیسات عایق‌شده که مستلزم کار در دماهای زیر نقطه شبنم هوای اطراف هستند، یا مواد عایق‌کاری که اجازه مرطوب‌ماندن در بازه‌های زمانی بلندمدت را دارند، بسیار خطرناک باشد.

توصیه می‌شود که محکم‌سازی با فولاد گالوانیزه، در دمای بالای 350°C استفاده نشود (به زیربند ۲۷-۵-۲ مراجعه شود).

یادآوری ۲- به اثر احتمالی تغییر شرایط در سرویس (برای مثال در دماهای بیشتر از 65°C ، تحت شرایط رطوبت زیاد) توجه شود؛ زیرا روی و آهن فولاد گالوانیزه می‌توانند پلاریزاسیون معکوس^۱ را انجام دهند، طوری که به‌جای فیلم سطحی فلز روی، آهن فدا شود.

یادآوری ۳- روش‌هایی مختلف (مانند گالوانیزه‌کردن یا آلومینیم‌دارکردن) برای نشاندن فیلم‌های محافظ روی سطح آهن و فولاد موجود است، و این روش‌ها می‌توانند مقاومت به اکسایش را افزایش دهند.

یادآوری ۴- اکسایش، همراه با پوسته‌شدن شدید و افت احتمالی استحکام مکانیکی، هنگامی رخ می‌دهد که فلز در دماهای نسبتاً بالا (مانند 460°C و بالاتر برای فولاد کربنی) در هوا گرم شود؛ شرایطی که ممکن است به‌دلیل استفاده نادرست از مواد عایق‌کاری گرمایی در سطح بیرونی تجهیزات با پوشش نسوز رخ دهد. این موضوع می‌تواند دمای فلز را

1- Reversal of polarity

به سطحی خطرناک برساند. اگر داشتن عایق داخلی و بیرونی ضروری باشد، دماهای بالا ممکن است استحکام فلز را کاهش دهد.

یادآوری ۵- تشکیل رسوب‌های سفید اکسید در سطح روی و انواع خاصی از ورق آلومینیم، به‌ویژه در شرایط مرطوب، ممکن است ناخوشایند به نظر برسد ولی برای فلز زیان‌آور نباشد. این موارد را می‌توان با تمیزکاری و سپس در صورت لزوم پوش‌رنگ‌کاری از بین برد. در مورد آلومینیم، تشکیل رسوب‌های اکسیدی را می‌توان با استفاده از پیش‌عمل‌آوری از نوع اکسایش الکترولیتی حذف کرد (به زیربندهای ۱-۳۰ و ۲-۳۰ نیز مراجعه شود).

۲-۳-۸ خوردگی اسیدی

یادآوری ۱- خوردگی اسیدی بیشتر در فولادهای کربنی شایع است، اگرچه بسیاری از فلزات غیر آهنی نیز آسیب‌پذیر هستند. برای مثال، میعان گازهای اسیدی درون یک دودکش فلزی اگر دما از نقطه شبنم گاز موجود در آن کمتر شود، یا شلیک با روغن‌های سوختی سنگین یا باقیمانده‌های سولفیتی^۱، می‌تواند به‌ویژه مشکل‌آفرین باشد.

توصیه می‌شود که نواحی آسیب‌پذیر فلز نازک (مانند دمش انبساطی فلزی) شناسایی شوند. توصیه می‌شود که ضخامت مناسب مواد عایق‌کاری برای جلوگیری از میعان داخلی، به‌عنوان یک اقدام ایمنی موثر استفاده شود.

یادآوری ۲- از آنجا که اکثر مواد عایق‌کاری در صورت ضد آب سازی نامطلوب یا آسیب‌دیده آب جذب می‌کنند، خطر جدی خوردگی از عایق مرطوب وجود دارد. این خطر در حضور کلریدها، نیترات‌ها، سولفات‌ها و سایر آلاینده‌های هوا که می‌توانند با آب باران یا آب غرقابی وارد شوند، افزایش می‌یابد.

خوردگی اسیدی می‌تواند هنگامی رخ دهد که محصولات در حضور رطوبت گرم شوند. توصیه می‌شود که این تهاجم، با اعمال مناسب پوش‌رنگ به فلز پایه قبل از اعمال مواد عایق‌کاری به حداقل برسد.

یادآوری ۳- ممکن است تاسیسات سرمایشی در مواردی گرم شوند (برای مثال به‌منظور یخ‌زدایی)، و در نتیجه تجزیه متعاقب ترکیبات هالوژن‌دار ممکن است رخ دهد.

یادآوری ۴- خوردگی اسیدی روی سطح فولاد کربنی می‌تواند ناشی از تجزیه ترکیبات هالوژن‌دار در انواعی خاص از مواد عایق‌کاری از نوع پلاستیک‌های آلی باشد.

یادآوری ۵- در لوله‌های مسی، خوردگی اسیدی نیز می‌تواند رخ دهد.

توصیه می‌شود که لوله‌های زیرزمینی برای جلوگیری از خوردگی حفاظت شوند، زیرا مشاهده خرابی در آن‌ها به راحتی ممکن نیست.

یادآوری ۶- نشستی گازهای اسیدی از میان نواحی حاصل از جوشکاری معیوب یا محل‌های اتصال معیوب می‌تواند منجر به تهاجم خورنده به سطوح فلزی عایق‌شده شود و این موضوع خطرناک‌تر است، زیرا از دید پنهان است.

۳-۳-۸ تهاجم خورنده قلیایی

یادآوری- برخی از فلزات غیر آهنی مانند مس، برنج ممکن است با قلیاهای خارج‌شده از انواعی خاص از مواد عایق‌کاری (مانند آن‌هایی که حاوی مقادیری قابل‌توجه از سدیم‌سیلیکات هستند)، تحت شرایط مرطوب مورد تهاجم

قرار گیرند. برای پوشش روی نیز ممکن است اثراتی مشابه روی سطوح گالوانیزه رخ دهد. ورق آلومینیم مورد استفاده برای حفاظت از کلسیم سیلیکات نیز آسیب پذیر است.

توصیه می شود که خریدار/کاربر نهایی اقدامات حفاظتی مانند جلوگیری از خروج آب از سامانه عایق، اعمال پوش رنگ روی سطح فلز یا استفاده از سدگر کارخانه ای را در نظر بگیرند.

۴-۳-۸ خوردگی (گالوانی) دو فلزی

یادداشت زیربند ۴-۳-۸:

وقوع و مقدار خوردگی دو فلزی بین هر دو فلز عمدتاً به سه عامل بستگی دارد:

الف- اختلاف پتانسیل الکترودی دو فلز؛

ب- نسبت سطح آند به سطح کاتد؛ و

پ- وجود رطوبت.

اگر هر یک از فلزات بتوانند فیلمی محافظ ایجاد کنند، درجه خوردگی می تواند کاهش یابد. آلومینیم و فولاد زنگ نزن هر دو فلزاتی هستند که قادر به تشکیل فیلم های اکسیدی حفاظتی هستند که پتانسیل الکترودی آن ها را اصلاح می کند. بنابراین در شرایط خوردگی خفیف، امکان تماس فلزی بین دو فلز بدون وقوع خوردگی وجود دارد. با این حال، اگر همان دو فلز در معرض محیط های بسیار خورنده مانند جو صنعتی بسیار آلوده یا غوطه وری مداوم در آب دریا قرار گیرند، آلومینیم به صورت آندی دچار خوردگی می شود. خوردگی آلومینیم نیز در صورتی رخ می دهد که آلومینیم به فولاد کروم ۱۳٪ که به راحتی فولاد زنگ نزن کروم نیکل 18/8 فیلم غیر فعال ایجاد نمی کند، متصل شود.

تماس مستقیم بین بسیاری از فلزات نامشابه در حضور رطوبت، به ویژه در محیط دریایی یا نزدیک دریا، می تواند منجر به خوردگی سریع یکی از فلزات شود. طبق زیربند 2.1 در PD 6484: 1979: «هنگامی که دو فلز مختلف در تماس الکتریکی هستند و همچنین توسط آب حاوی الکترولیت (مانند آب حاوی نمک، اسید، محصول احتراق) متصل می شوند، جریان از میان محلول و از فلز آندی یا پایه به فلز کاتدی یا نجیب تر، برقرار می شود. در نتیجه، فلز نجیب تر تمایل به حفاظت شدن دارد، اما فلز پایه می تواند خوردگی بیشتری را متحمل شود. در گذشته، برنامه های زمانی از پتانسیل الکترودها منتشر شده است که در جلب توجه طراحان به خطرات خوردگی دو فلزی ارزشمند بوده است. با این حال، این برنامه ها می توانند همراه کننده باشند؛ زیرا اختلاف پتانسیل بین فلزات، اگرچه نیروی محرک اصلی جریان خوردگی است، اما معیار قابل اطمینانی برای نرخ و شکل خوردگی نیست. به طور خاص، اظهاراتی که ادعا می کنند اختلاف پتانسیل های خاص امن یا ناامن هستند، قابل اطمینان نیستند.»

توصیه می شود که سازگاری فلزات نامشابه برای پیچ ها، پرچ ها، ملحقات جوشکاری شده و حتی تسمه ها مشخص شده و سپس برای استفاده، ارزیابی شود.

در مواردی که احتمال خوردگی دو فلزی گریزناپذیر است، توصیه می شود که فلزات از یکدیگر جدا شوند، برای مثال، به وسیله واشرهای پلاستیکی، نوار عایق کاری، ماستیک قیری یا پوش رنگ با ضخامت فیلم مناسب.

۴-۸ ترک خوردن ناشی از خوردگی تنشی

۱-۴-۸ اثر کلریدهای محلول در آب و سایر هالیدها روی فولادهای آلیاژی آستنیتی

یادداشت زیر بند ۱-۴-۸:

بیشتر مواد عایق کاری گرمایی حاوی مقادیری ناچیز از کلریدهای محلول در آب هستند. علاوه بر این، برخی از مواد عایق کاری از نوع فوم آلی حاوی ترکیبات آلی کلردار هستند که هنگام گرم شدن در حضور آب می توانند کلریدهای محلول تشکیل دهند. هر دو مورد می توانند منجر به ترک خوردن تنشی در آلیاژهای مستعد شوند، حتی اگر مقادیر کمی از آن ها وجود داشته باشد. تعیین حد بالایی برای محتوای کلرید عملی نیست، زیرا آب می تواند کلریدهای محلول را از حجمی قابل توجه از مواد عایق مرطوب خارج کرده و آن ها را در لایه اتصال با سطح فلز متمرکز کند. علاوه بر این، نفوذ آب از منابع بیرونی (مانند آب باران، سرریز تاسیسات و آب مورد استفاده در تجهیزات شست و شوی دکل^۱) می تواند آنقدر کلرید داشته باشد که به طور بالقوه خطرناک باشد.

فولادهای آستنیتی در حضور اکسیژن و رطوبت، به ویژه هنگامی که آلیاژ تحت تنش قرار می گیرد، می توانند به تهاجم خورنده به وسیله هالیدهای معدنی محلول حساس باشند. این نوع ترک خوردن به عنوان «تخریب با سرعتی بیشتر از آنچه که تنش یا خوردگی به صورت مستقل یا پی در پی عمل کند» تعریف شده است (در مورد آزادسازی احتمالی هالیدهای محلول در آب از فوم های آلی خاص به زیر بند ۸-۱ مراجعه شود).

این عمل در دماهای زیر 50°C قابل توجه نیست و در گستره دمایی 50°C تا حدود 160°C شدیدتر است.

ترک خوردن ناشی از خوردگی مستلزم وجود رطوبت است، بنابراین توصیه می شود که اقدامات احتیاطی شامل تهیه و نگهداشت پرداخت کاری موثر ضد آب برای سامانه عایق باشد. علاوه بر این، توصیه می شود که تا حد امکان، کارکنان از لمس سطوح فولادی آستنیتی با دست برهنه خودداری کنند و توصیه می شود که سطوح به هیچ وجه دچار خراش یا تورفتگی نشوند؛ زیرا نواحی آسیب دیده موضعی می توانند نقطه شروع ترک ها در فلز باشند.

برای تامین حفاظت، توصیه می شود که فویل آلومینیم با ضخامتی که کمتر از 0.06 mm نیست، روی سطح فولاد آستنیتی اعمال شود. پس از آن، توصیه می شود که عایق روی فویل طوری اعمال شود که با هم پوشانی که کمتر از 50 mm در محل های اتصال نیست، منجر به ریزش آب شود. نقطه ذوب آلومینیم 660°C است؛ بنابراین اگر دمای آلیاژ در شرایط سرویس به این مقدار نزدیک شود، توصیه می شود که از فویل استفاده نشود. برای این منظور، حد 500°C توصیه می شود.

یادآوری ۱- در دماهای بیش از 50°C ، به غیر از زمان خاموشی تاسیسات و هنگام راه اندازی، احتمال نفوذ آب به سطوح فلزی جدی نیست.

یادآوری ۲- به عنوان سامانه حفاظتی جایگزین، در مواردی که استفاده از فویل آلومینیمی غیر عملی است، ممکن است از پوش رنگ های ترکیب شده به صورت ویژه برای این نوع کاربرد مقاومتی استفاده شود. برخلاف فویل آلومینیمی، این پوش رنگ ها تامین کننده حفاظت گالوانی نیستند؛ بلکه فقط به عنوان سدگر فیزیکی عمل می کنند.

¹ - Hosing-down

توصیه می‌شود که از دستورالعمل تولیدکننده به‌دقت پیروی شود و توصیه می‌شود که از محدودیت دمای پوش‌رنگ تجاوز نشود. توصیه می‌شود که پوش‌رنگ‌های حاوی روی فلزی استفاده نشوند (برای اهمیت دور نگه‌داشتن روی فلزی از فولاد آستنیتی، به زیربند ۸-۵ مراجعه شود).

برخی از مواد عایق‌کاری حاوی افزودنی‌هایی هستند که برای جلوگیری از ترک‌خوردن ناشی از خوردگی تنش‌ی استفاده می‌شوند. در صورت انتخاب این مواد، توصیه می‌شود که طبق الزامات و توصیه‌های ارائه‌شده در زیربند ۸-۴-۱ استفاده شوند.

۸-۴-۲ تهاجم خوردگی تنش‌ی به سایر فلزات

یادآوری ۱- بسیاری از آلیاژها هنگامی که تحت اثرات ترکیبی تنش و خوردگی و تحت شرایط خاص آلیاژ موردنظر قرار می‌گیرند، ممکن است دچار ترک‌خوردن شوند؛ اگرچه تحت شرایط عادی عملیاتی این موضوع بعید است.

در مواردی که از فولاد کربنی (فولاد کم‌کربن) استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که اجازه نفوذ آب به سامانه‌های عایق، و به‌ویژه اشباع سامانه‌های عایق، داده نشود؛ زیرا آلاینده‌ها می‌توانند در سطح فلز متمرکز شوند. خطر ترک‌خوردن در این نوع تهاجم کم است، اما در مواردی که عواقب شکست فلز می‌تواند جدی باشد، توصیه می‌شود که پوش‌رنگ‌کاری روی سطح به‌عنوان اقدامی احتیاطی اتخاذ شود.

یادآوری ۲- فولاد کربنی (فولاد کم‌کربن) ممکن است به‌وسیله نیترات‌های محلول موجود به‌عنوان آلاینده در آب از منابع بیرونی، تحت شرایط اسیدیته ملایم و دمای بالای 80°C مورد تهاجم قرار گیرد. مواد عایق‌کاری گرمایی تجاری به‌طور کلی حاوی نیترات نیستند، اما نیترات‌ها می‌توانند در محیط وجود داشته باشند.

در مورد فلزات غیر آهنی، توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی برای حذف رطوبت از سامانه عایق انجام شود و در صورت لزوم، سطح فلز با یک پوشش حفاظتی پوشانده شود.

یادآوری ۳- فلزات غیر آهنی، به‌ویژه آلیاژهای آلومینیم-روی، آلومینیم-روی-منیزیم و انواع آلیاژهای مس-روی (برنج) ممکن است در مقابل تهاجم خوردگی ناشی از تنش حساس باشند. برای مثال، هنگامی که اتصالات فشاری برنجی در حضور رطوبت و قلیاها بیش‌ازحد سفت^۱ می‌شوند.

۸-۵ تهاجم به‌وسیله فلزات مایع

یادداشت زیربند ۸-۵:

اگرچه خود مواد عایق گرمایی بدون روی هستند، اما این فلز همراه با مواد محکم‌سازی و تقویت‌کننده (مانند فولاد کربنی گالوانیزه)، معمولاً به‌عنوان پوشش حفاظتی، استفاده می‌شود.

نقطه ذوب روی 19°C است و در دماهای بالای 450°C روی مذاب پخش شده و به فولاد زنگ‌نزن نفوذ می‌کند؛ اگرچه تا رسیدن به دمای حدود 750°C ، بعید است که تردشوندگی رخ دهد. عمق نفوذ بستگی به زمان و دمای در معرض قرارگیری، و ساختار و ترکیب فولاد دارد. همچنین، به مقدار تنش اعمال‌شده نیز بستگی دارد. در غیاب تنش، تردشوندگی بسیار سریع، بعید است.

¹ - Over-tightened

در دمای زیر 750°C ، اثر تنش بر سرعت پخش و نفوذ نسبتاً کم است. با این حال، در دماهای بالای 750°C ، تنش کششی در فولاد باعث نفوذ سریع می‌شود و ترک خوردن می‌تواند در مدت چند دقیقه یا حتی چند ثانیه در ناحیه آلودگی رخ دهد. در این دماهای بالا، روی فرار است؛ و در حالی که خطر اصلی ناشی از روی مذاب است، شواهدی وجود دارد که تردشوندگی می‌تواند ناشی از فاز گازی باشد.

تصور می‌شود که تردشوندگی در اثر برهم‌کنش بین روی و نیکل در فولاد به وجود می‌آید، بنابراین می‌توان انتظار داشت که خانواده آستنیتی کروم نیکل فولادهای زنگ‌نزن به‌ویژه مستعد تردشوندگی روی باشند.

در اثر تماس با مس، سرب و آلومینیم تحت شرایط خاص دما و تنش، نفوذ بین‌دانه‌ای نیز می‌تواند حاصل شود.

توصیه می‌شود که فولاد گالوانیزه جوشکاری نشود. توصیه می‌شود که از تماس بین لوازم جانبی گالوانیزه (مانند توری سیمی گالوانیزه) با فولادهایی که در دماهای سرویس بالاتر از 350°C استفاده می‌شوند، به شدت پرهیز شود.

توصیه می‌شود که پوش‌رنگ‌های حاوی روی فلزی به‌عنوان حفاظت سطحی برای سطوح فولادی آستنیتی عایق‌شده استفاده نشوند.

یادآوری - اگر به روی مذاب اجازه داده شود روی سطوح فولاد آلیاژی گرم‌شده بریزد (برای مثال، تحت شرایط آتش بیرونی)، تردشوندگی رخ می‌دهد. این موضوع هنگامی اهمیت ویژه دارد که تاسیسات، تحت شرایط تنیده باشند؛ به‌ویژه اگر محتویات آن اشتعال‌پذیر باشد.

۸-۶ تهاجم به لوله‌ها و تجهیزات پلاستیکی

توصیه می‌شود که با تولیدکننده لوله‌ها و تجهیزات پلاستیکی مشورت شود، زیرا انواعی خاص از لوله‌کشی و تجهیزات پلاستیکی ممکن است مستعد ترک خوردن ناشی از تنش و حلال باشند.

یادآوری - این حلال‌ها می‌توانند در چسب‌های خاص، مواد جوشکاری، پوش‌رنگ‌ها، درزگیرها و پوشش‌ها وجود داشته باشند.

۹ انتخاب مواد عایق‌کاری گرمایی

۹-۱ کلیات

توصیه می‌شود که مواد عایق‌کاری برای یک کاربرد خاص، بسته به عوامل زیر انتخاب شود:

الف- برای سطوح گرم:

۱- دمای وجه سرد (حداقل و حداکثر)؛

۲- دمای وجه گرم (حداکثر و حداقل)؛

۳- دمای محیط؛

۴- حد اتلاف گرمایی؛

۵- هدایت گرمایی (پیرشده)؛

۶- حرکت گرمایی تفاضلی؛

- ۷- ضخامت لازم عایق؛
 - ۸- استحکام مکانیکی؛
 - ۹- شکل یا پیکربندی سطح عایق شده؛
 - ۱۰- مکان سطح عایق شده؛
 - ۱۱- خطر بهداشتی (به زیربند ۷-۱۱ مراجعه شود)؛
 - ۱۲- خطر آتش سوزی؛
 - ۱۳- اثرات زیست محیطی؛
 - ۱۴- حفاظت از نفوذ آب؛
 - ۱۵- پوشش و پرداخت کاری حفاظتی؛
 - ۱۶- سازگاری با جو و سرریزهای احتمالی؛
 - ۱۷- طراحی عمر تاسیسات.
- ب- برای سطوح سرد:

- ۱- دمای وجه سرد (حداقل و حداکثر)؛
- ۲- دمای وجه داغ (حداکثر و حداقل)؛
- ۳- دمای محیط و رطوبت؛
- ۴- حد بهره گرمایی؛
- ۵- هدایت گرمایی (پیرشده)؛
- ۶- حرکت گرمایی تفاضلی؛
- ۷- ضخامت لازم عایق؛
- ۸- استحکام مکانیکی؛
- ۹- شکل یا پیکربندی سطح عایق شده؛
- ۱۰- مکان سطح عایق شده؛
- ۱۱- خطر بهداشتی (به زیربند ۷-۱۱ مراجعه شود)؛
- ۱۲- خطر آتش سوزی؛
- ۱۳- اثرات زیست محیطی؛
- ۱۴- جلوگیری از میعان؛
- ۱۵- درزگیری بخار؛
- ۱۶- پوشش و پرداخت کاری حفاظتی؛
- ۱۷- سازگاری با جو و سرریزهای احتمالی؛
- ۱۸- طراحی عمر تاسیسات.

۲-۹ قابلیت اعمال مواد عایق کاری گرمایی

۱-۲-۹ کلیات

برای اطمینان از مناسب بودن هر نوع ماده خاص، توصیه می‌شود که داده‌های عملکرد مورد انتظار برای شرایط تعیین شده همیشه از تولیدکننده دریافت شود.

طراح باید بین سامانه عایق کاری که عمدتاً برای دماهای بالا کاربرد دارد (مطابق با جدول‌های ۱ و ۲) و سامانه‌ای که مخصوص استفاده در دمای زیر محیط است (مطابق با جدول‌های ۳ و ۴)، تمایز قائل شود.

باید اطمینان حاصل شود که بخار آب درون عایق داخلی یا بیرونی تحت شرایط سرد میعان نمی‌یابد و احتمالاً یخ نمی‌زند.

یادآوری ۱- نیاز به حذف بخار آب از عایق می‌تواند عامل حاکم بر کاربردها در دمای زیر نقطه شبنم هوای محیط باشد.

یادآوری ۲- موادی که در دمای بالاتر از حداکثر دماهای توصیه شده برای سرویس استفاده می‌شوند، ممکن است همراه با اثرات زیان‌آور احتمالی دچار تخریب شوند.

در مواردی که عایق در مناطقی قرار داشته باشد که در معرض سیل قرار دارند، توصیه می‌شود که سامانه عایق با قابلیت خشک شدن مطابق با استاندارد EN 13941 اعمال شود. توصیه می‌شود که لوله‌های مدفون نیز مطابق با استاندارد EN 13941 عایق کاری شوند.

در مورد خواص موردنظر هر ماده‌ای که برای استفاده در نظر گرفته می‌شود، توصیه می‌شود که با تولیدکننده مشورت شود.

۲-۲-۹ سرمایش و کارهای عمومی سرمایشی

۱-۲-۲-۹-۱ توصیه می‌شود که مقاومت گرمایی ماده عایق کاری، با طراحی یا کنترل فرایند و ملاحظات اقتصادی سازگار باشد. همچنین توصیه می‌شود که بتواند در شرایط مورد انتظار سرویس و طول عمر تاسیسات، مقاوم باشد. برای سهولت اعمال، توصیه می‌شود که مواد پیش‌شکل داده شده یا محصولات فومی درجا انتخاب شوند.

یادآوری ۱- روش جایگزین، استفاده از ساختار دوجداره درزگیری شده است، که فضای حلقوی آن با مواد نامتراکم پر می‌شود.

یادآوری ۲- اگر محفظه دوجداره را بتوان طوری خالی کرد که ماده عایق کاری، تحت فشار نسبتاً کم نگه داشته شود، در این صورت نرخ کلی انتقال گرما را می‌توان به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد و اثربخشی سامانه عایق را افزایش داد. برای تاسیسات کوچک از این نوع، مصالح عایق ریز متخلخل ارزشمند هستند.

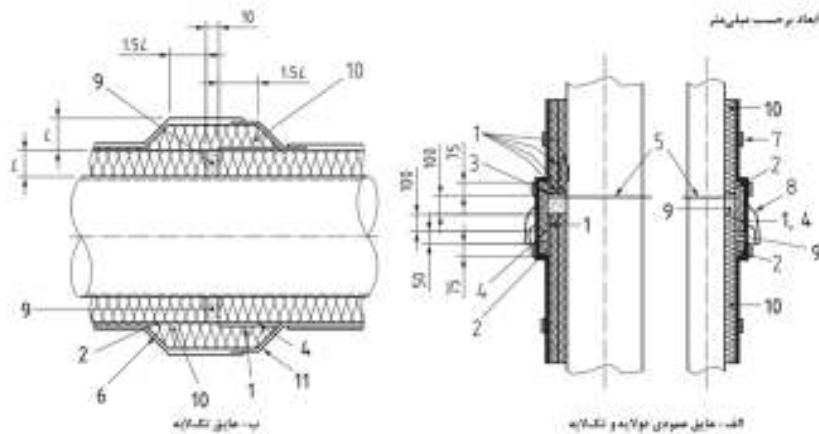
۲-۲-۲-۹-۲ در مواردی که تاسیسات در دماهای کمتر از دمای هوای محیط کار می‌کند، ضروری است که ماده عایق کاری با یک سدگر درزگیر بخار حفاظت شود. برای دستیابی به مزایای کامل، توصیه

می‌شود که ماده عایق کاری، مقاوم به عبور بخار آب باشد تا اثر حفاظتی سدگر بیرونی بخار را تکمیل کند.

۳-۲-۲-۹ توصیه می‌شود که فقط از ماده عایق کاری خشک استفاده شود، و توصیه می‌شود که این ماده تا پس از اِعمال و تکمیل سدگر بخار خشک نگه‌داشته شود. توصیه می‌شود که ماده عایق کاری انتخاب شده ماده‌ای باشد که بتواند در تماس نزدیک با سطح عایق شده به وسیله چسب، نوار یا تسمه‌ها محکم شود (به بند ۲۷ مراجعه شود). علاوه بر این، توصیه می‌شود که تمام حفره‌ها با سدگر بخار/درزگیر محل اتصال پر شوند. برای مثال، توصیه می‌شود که از پل‌های گرمایی در تکیه‌گاه‌های کاملاً فلزی تا حد امکان پرهیز شود.

یادآوری- محل‌های اتصال درزگیری نشده بین مقاطع و اتصال‌های انشعاب، یا عایق کاری با جفت‌سازی نامناسب، می‌تواند عبور آسان بخار آب را فراهم کند.

۴-۲-۲-۹ در صورت لزوم، توصیه می‌شود که ماده عایق کاری مقاوم به یخ‌زدایی موردی تاسیسات باشد؛ به‌ویژه اگر این کار قرار است به وسیله پاک‌سازی با بخار انجام شود که می‌تواند دمای تاسیسات را به صورت موضعی به سطحی بالاتر از نقطه نرم‌شوندگی عایق برساند. توصیه می‌شود که برای انبساط/انقباض تاسیسات در چرخه‌های گرم/سرد، حد مجاز در نظر گرفته شود و توصیه می‌شود که سامانه عایق، یعنی عایق و سدگر بخار، طوری طراحی شود که با حرکت گرمایی تاسیسات تطبیق داشته باشد (برای محل‌های اتصال انقباضی به زیربند ۲۸-۲ و شکل ۳ مراجعه شود).


راهنما

۱	ماستیک بوتیل	۷	تسمه‌های فولاد زنگ‌نزن
۲	چسب	۸	لاستیک بوتیل چسبیده همراه با هم‌پوشانی انبساطی
۳	ایجاد توقف بخار در این ناحیه	۹	پتوی الیاف شیشه متراکم
۴	سطح کشویی	۱۰	عایق صلب
۵	تکیه‌گاه لوله	۱۱	محل اتصال لغزشی
۶	سدگر بخار و پرداخت کاری مقاوم به آب و هوا	L	ضخامت عایق

شکل ۳- محل‌های اتصال انقباضی/انبساطی معمول برای لوله‌کشی عایق شده (برای استفاده در دمای ۵ °C یا سردتر)

۵-۲-۲-۹ در مواردی که عایق مقاوم به تراکم لازم باشد (برای مثال، در تکیه‌گاه‌های لوله، محل‌های زنجیر باربر، یا نواحی تکیه‌گاهی برای ظرف داخلی در ساختار دوجداره)، توصیه می‌شود که عایق گرمایی باربر و مقاوم به تراکم (مانند شیشه سلولی، پلاستیک‌های انبساطی) استفاده شود. در صورت استفاده از ماده جاذب، توصیه می‌شود که حین سرویس خشک نگه‌داشته شود. توصیه می‌شود که ضخامت تکیه‌گاه‌های لوله با عایق یکسان باشد، تا سدگری بخار به‌راحتی ادامه یافته و حفظ شود.

۶-۲-۲-۹ بسیاری از مواد عایق و کمکی که برای عایق‌کاری تاسیسات در دمای پایین استفاده می‌شوند، به‌عنوان مواد احتراق‌پذیر رده‌بندی می‌شوند؛ و بنابراین عامل خطرات احتمالی آتش‌سوزی هستند، و توصیه می‌شود که شناسایی شده و مواد مطابق با مقاومت آن‌ها به آتش پذیرفته یا رد شوند (به زیربندهای ۳-۴، ۷-۹ و ۱۲-۶ مراجعه شود).

۷-۲-۲-۹ مواد عایق، درزگیرهای محل‌های اتصال و سدگرهای بخار که ممکن است در معرض اکسیژن مایع قرار گیرند (برای مثال با سرریز مستقیم، نشتی یا به‌وسیله میعان جزئی هوا)، توصیه می‌شود که دارای ترکیب معدنی بوده و توصیه می‌شود که عاری از روغن یا سایر آلاینده‌های آلی باشد.

۸-۲-۲-۹ توصیه می‌شود که مواد سدگر بخار به‌گونه‌ای انتخاب شوند که مقاوم به سایر مواد شیمیایی واکنشی اکسیدکننده باشند. توصیه می‌شود که آن‌ها به‌وسیله روکش فلزی بیرونی که به‌اندازه کافی درزگیری شده است، حفاظت شوند (به زیربند ۷-۹ مراجعه شود). هنگام تثبیت روکش فلزی بیرونی، توصیه می‌شود که سدگر بخار دچار نفوذ نشود.

۹-۲-۲-۹ هنگام انتخاب مواد عایق‌کاری برای حفاظت از لوله‌های با قطر کوچک در مقابل شرایط یخ‌زدگی، در مواردی که ضخامت عایق غیرعملی است، توصیه می‌شود که از پیمایش گرمایی استفاده شود (به استاندارد BS 5422 مراجعه شود).

یادآوری - ظرفیت گرمایی بالا، پایداری گرمایی سامانه عایق را بهبود داده و در نتیجه سطح حفاظت در مقابل شرایط یخ‌زدگی گذرا را افزایش می‌دهد. با افزایش قطر لوله، اثر ظرفیت گرمایی ماده عایق‌کاری کاهش می‌یابد (به زیربند ۴-۶ نیز مراجعه شود).

۱۰-۲-۲-۹ برای عملکرد در دمای پایین‌تر و هنگام استفاده از انواع مختلف مواد عایق‌کاری برای بخشی از تاسیسات، توصیه می‌شود که از لایه داخلی با ضخامت کافی استفاده شود؛ تا دما در فصل مشترک با عایق اصلی در سطح قابل‌پذیرشی حفظ شود.

یادآوری - اگر دمای سرویس زیر دمای حدی برای ماده ترجیحی عایق‌کاری باشد، می‌توان از انواع مختلف مواد عایق‌کاری استفاده کرد.

۳-۲-۹ برای دمای محیط و دماهای بالا

۱-۳-۲-۹ مواد انعطاف‌پذیر ممکن است برای تاسیسات با شکل‌های منظم و نامنظم استفاده شوند، اما این مواد به‌راحتی به‌وسیله بارهای اضافی (مانند وزن مواد پرداخت‌کاری) تغییر شکل می‌دهند. در

صورت لزوم، برای تضمین کارایی گرمایی قابل اطمینان حین سرویس توصیه می‌شود که برای هر لایه حفاظتی مهم، مستقل از خود ماده عایق کاری، از سطح تاسیسات تکیه‌گاه اضافی تهیه کرد. با این حال، برای مکان‌هایی که حذف مکرر عایق لازم است (مانند شیرآلات یا درپوش‌های آدم‌روی دسترسی)، می‌توان از تشک منعطف با روکش منسوج استفاده کرد.

۲-۳-۲-۹ انواعی خاص از تاسیسات با ساختار دوجداره (مانند مخازن واکنشی یا ذخیره)، ممکن است مستلزم انباشتن فضای حلقوی^۱ با ماده عایق کاری نامتراکم باشند؛ که ممکن است به شکل توده‌ای نامتراکم از الیاف یا سنگ‌دانه‌های متخلخل باشد. در این موارد، توصیه می‌شود که انباشتگی یکنواخت معقول با چگالی توده بهینه (برای مثال، با تامین تکیه‌گاه‌های داخلی فاصله‌گذار برای جلوگیری از نشست تحت شرایط سرویس) حاصل شود.

۳-۳-۲-۹ برای شکل‌های نامنظم تاسیسات، می‌توان از مواد عایق کاری با ترکیب خمیری استفاده کرد؛ اما در این موارد، توصیه می‌شود که تاسیسات از قبل گرم شده و گرما تا خشک شدن تمام عایق حفظ شود.

۴-۳-۲-۹ در صورت استفاده از ترکیب خمیری مرطوب در تعمیرات، توصیه می‌شود که در لایه‌های متوالی اعمال شود؛ و اجازه داده شود تا هر لایه قبل از اعمال بعدی خشک شود. یادآوری - هزینه‌های نیروی کار و تامین گرما برای خشک کردن ممکن است قابل توجه باشد.

۵-۳-۲-۹ از آنجا که مخلوط‌های ترکیب خمیری احتمالاً حاوی نمک‌های کلرید محلول هستند (چه به‌عنوان ناخالصی‌های عادی و چه در آب مورد استفاده برای تشکیل خمیر)، به دلیل خطر احتمالی ناشی از تهاجم خوردگی تنشی، نباید برای اعمال مستقیم روی سطوح فولادی آستنیتی استفاده شوند. علاوه بر این، برای اختلاط ترکیب خمیری باید فقط آب آشامیدنی استفاده شود؛ تا خطر خوردگی حاصل از نمک‌های محلول در آب آلوده را به حداقل برساند (به زیربند ۸-۴-۲ مراجعه شود).

۶-۳-۲-۹ توصیه می‌شود که مواد فوم‌شونده فقط در گستره دمایی مناسب استفاده شوند و توصیه می‌شود که خطر آتش‌سوزی در تاسیسات عایق‌شده را افزایش ندهند.

یادآوری - مقادیر هدایت گرمایی پایین، همراه با وزن سبک، مشخصه بسیاری از انواع مواد عایق فوم‌شونده درجا (مانند تولید پلی‌یورتان، ایزوسیانات و فوم فنولیک) هستند که به‌طور معمول شامل اختلاط مواد شیمیایی واکنشی می‌شوند. این مواد برای پر کردن فضاهای حلقوی بین سطوح محفظه سازه‌ای سبک، ارزشی ویژه دارند؛ زیرا در بسیاری از موارد می‌توانند پایداری مکانیکی سازه را افزایش دهند. از فرایندی مشابه می‌توان برای تولید شکل‌های عایق کاری پیش‌شکل‌داده شده استفاده کرد.

۷-۳-۲-۹ توصیه می‌شود که عایق سیلیسی ریزمتخلخل مرطوب نشود، زیرا این موضوع می‌تواند منجر به شکست برگشت‌ناپذیر ساختار ریزمتخلخل و افت خواص عایق کاری شود.

1- Annular space

یادآوری - مزیت عایق‌های ریزمتخلخل مربوط به هدایت گرمایی پایین آن است که تا دماهای بالا هم‌چنان ادامه دارد. این مشخصه، اجازه استفاده از ضخامت‌های کمتر نسبت به مواد مرسوم را می‌دهد.

۸-۳-۲-۹ سطوح فلزی نسبت به سطوح غیرفلزی در کاهش جذب یا انتشار گرمای تابشی موثرتر هستند، ولی توصیه می‌شود که برای اتلاف گرمایی ناشی از اثرات لبه، حد مجاز در نظر گرفته شود.

یادآوری - فویل‌های فلزی بازتابنده ممکن است همراه با عایق‌های گرانولی، سلولی، لیفی یا پودری و در صورت لزوم به‌عنوان لایه میانی در حفره‌های هوا برای مقاصد عایق‌کاری گرمایی استفاده شوند. عایق گرمایی بازتابنده تمام فلزی چند لایه به‌ویژه برای کاربردهای خاص در صنعت هسته‌ای مفید است.

۹-۳-۲-۹ توصیه می‌شود که خطر آتش‌سوزی، جذب رطوبت، حد بالایی دما و هدایت گرمایی در شرایط لازم برای استفاده، ارزیابی و مدون شود؛ تا نوع تخته عایق‌کاری برای کاربردی خاص تعیین شود.

یادآوری - تخته‌های عایق‌کاری می‌توانند کاملاً ترکیب آلی (برای مثال، ساخته‌شده از فوم پلاستیکی)، یا کاملاً غیر آلی (برای مثال، شیشه سلولی یا الیاف معدنی پیوندخورده با محصول سیمانی) باشند. در این گستره، صفحه‌های گچی و محصولات ورقی ساخته‌شده از فوم پلیمری آلی صلب وجود دارد؛ که در هر دو مورد، یک یا هر دو سطح را می‌توان با فویل آلومینیمی پوشاند تا انتقال گرما کاهش یابد.

۱۰-۳-۲-۹ توصیه می‌شود که آجر نسوز عایق‌کاری و شکل‌های صلب پیش‌شکل‌داده‌شده یا ساخته‌مربوط در مواردی استفاده شوند که عایق باید خودتکیه‌گاه یا تا حدی برابر باشد، یا در مواردی که به‌طور مستقیم در معرض محصولات گازی داغ قرار گیرد (برای مثال، به‌منظور پوشش‌کاری داخلی دودکش‌های حاوی گاز داغ با سایش کم).

یادآوری - تمایز بین آجرهای عایق‌کاری با وجه داغ و آجرهایی که فقط برای عایق‌کاری پشت‌بند (یعنی پشت سطح محافظ) استفاده می‌شوند، به‌دلیل حساسیت آن‌ها به تهاجم ساینده یا به‌دلیل مقاومت محدود به شرایط دمایی مورد انتظار، مفید است.

۱۱-۳-۲-۹ استحکام بالای خردشوندگی بلوک‌های کلسیم‌سیلیکات یا بلوک‌های شیشه سلولی در ترکیب با هدایت گرمایی کم، آن‌ها را در کاربردهای تا حدی برابر مفید می‌کند؛ و در مواردی که باید در مقابل حرکت خردکننده ناشی از انبساط در دمای بالا مقاومت کنند، توصیه می‌شود که از آن‌ها به‌عنوان پشتیبان برای آجرهای نسوز استفاده کرد (به زیربند ۹-۳-۲-۱۴ مراجعه شود).

یادآوری - با استفاده از بلوک‌ها یا دال‌های عایق‌کاری کلسیم‌سیلیکات، مزایایی قابل‌توجه نسبت به آجرهای نسوز عایق‌کاری از نظر ضخامت کمتر و/یا تلفات گرمایی کمتر به‌دست می‌آید.

۱۲-۳-۲-۹ توصیه می‌شود که الیاف مقاوم به دمای بالا، در کاربردهایی (مانند کوره‌های تاب‌گیری^۱ یا کوره‌های مورد استفاده به‌طور متناوب) استفاده شوند، که جرم گرمایی کم و مقاومت زیاد به شوک گرمایی مهم است. توصیه می‌شود که مقاومت بیشتر به سایش و آسیب مکانیکی، در صورت لزوم، با

استفاده از تخته یا گُرک مرطوب پیوندخورده به صورت غیر آلی به عنوان پوشش داخلی یا با استفاده از صلب کننده‌ای به طور مستقیم روی سطح پتوی سرامیکی به دست آید.

۹-۲-۳-۱۳ توصیه می‌شود که بتن‌های عایق کاری بلافاصله قبل از اعمال با آب مخلوط شوند؛ توصیه می‌شود که آن‌ها ریخته شوند، با افشانه اعمال شوند یا به صورت دستی در محل قرار گیرند. در روش جایگزین، توصیه می‌شود که توده مرطوب فوم شود یا هوادهی شود؛ طوری که تعداد زیادی سلول هوا در محصول خشک نهایی وجود داشته باشد، تا چگالی کمتر و خواص عایق کاری بهبود یافته مواد حاصل شود.

یادآوری ۱- بتن‌های عایق کاری معمولاً بر اساس مخلوطی از سیمان پرتلند یا سیمان آلومیناتی همراه با سنگ‌دانه‌های سبک ساخته می‌شوند.

یادآوری ۲- بسیاری از بتن‌های عایق کاری سبک‌وزن با تغییرات رطوبت ممکن است تغییراتی قابل ملاحظه در حجم داشته باشند و استحکام مکانیکی آن‌ها با گرمایش کاهش یابد.

۹-۲-۳-۱۴ هنگام استفاده از دو نوع مختلف عایق برای قسمتی از تاسیسات، لایه داخلی برای مقاومت به دمای بالاتر، توصیه می‌شود که با ضخامت کافی استفاده شود؛ تا دما در فصل مشترک با ماده عایق کاری اصلی تا حدی قابل پذیرش کاهش یابد. (به زیربند ۷-۴ نیز مراجعه شود).

یادآوری- اگر دمای سرویس بالاتر از حد دمایی برای عایق اصلی ترجیحی باشد، ممکن است از دو نوع مختلف ماده عایق کاری استفاده شود.

۱۰ انتخاب مصالح محکم‌سازی

یادداشت بند ۱۰:

سامانه‌های عایق کاری ممکن است به وسیله چسب، به روش مکانیکی یا ترکیبی از هر دو به طور مستقیم به تاسیسات محکم شوند. در روش جایگزین، عایق ممکن است به عنوان یک مدول قابل جابجایی نصب شود (به بندهای ۲۵ و ۲۶ نیز مراجعه شود).

اگر عایق با استفاده از محکم‌سازهای مناسب به صورت مناسب نصب نشده باشد، محصول عایق کاری ممکن است از سطح زیرین شکم داده یا جدا شود و متحمل اثرات ارتعاش شود.

علاوه بر این، این موضوع می‌تواند باعث ایجاد تنش روی هر نوار فویل آلومینیمی شود. این امر می‌تواند منجر به خرابی مکانیکی بین نوار و سطح عایق پوشانده شده با فویل شود، و به یکپارچگی سدگر بخار و بازده گرمایی سامانه عایق آسیب برساند. به زیربند ۲۷-۳ مراجعه شود.

۱-۱۰ چسبها

۱-۱-۱۰ کلیات

توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی چسب قبل از استفاده از هر یک از محصولات، از تمام اطلاعات ایمنی موجود استفاده کند. برچسب‌های محفظه‌ها، مجموعه داده‌های فنی و برگه‌های ایمنی و بهداشت تولیدکنندگان اطلاعاتی ارزشمند را ارائه می‌دهند و توصیه می‌شود که برای مطالعه به دست آورده شوند.

یادآوری ۱- به استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۷۲ و سایر استانداردهای ملی و بین‌المللی مربوط مراجعه شود.

توصیه می‌شود که چسب‌ها با سطوح درگیر سازگار باشند. مواد عایق‌کاری خاص ممکن است به چسب‌هایی خاص نیاز داشته باشند. در صورت لزوم، توصیه می‌شود که از آسترها برای کمک به نفوذ و مرطوب‌سازی، به‌ویژه برای چسباندن یا تحکیم^۱ سطوح ناپایدار استفاده شود.

یادآوری ۲- چسب‌های نوع مشابه می‌توانند از نظر مقاومت به آب، رفتار در شرایط آتش‌سوزی و مقاومت به تغییرات دما متفاوت باشند.

اگر سطوح در سامانه‌های عایق‌کاری گرمایی، خشن یا نامنظم باشد، توصیه می‌شود که چسب‌های مورد استفاده برای این سامانه‌ها، دارای خواص ویژه^۲ پرکردن شکاف باشند.

یادآوری ۳- برای انواع چسب و خواص معمول آن‌ها، به زیربند الف-۳ مراجعه شود.

۱-۱-۱۰ رده‌بندی منطبق بر استفاده

توصیه می‌شود که چسب‌های عایق‌کاری، به شرح زیر رده‌بندی شوند:

- چسب‌های پیونددهنده^۱ عایق (مطابق با جدول ۵): برای محکم‌سازی مقاطع و دال‌های پیش‌شکل‌داده‌شده یا مواد عایق‌کاری انعطاف‌پذیر به خود و سازه‌هایی مانند تجهیزات و مجراها استفاده می‌شوند. به‌طور کلی، مواد موجود در این گروه از قوام نسبتاً بالایی برخوردارند و دارای مشخصه‌های پرکننده شکاف و چسبندگی^۲ خوب هستند.

- چسب‌های رخ‌پوش^۳ و الصاق‌شده به فیلم: برای چسباندن چندلایه‌های انعطاف‌پذیر، فویل‌ها و فیلم‌های پلاستیکی به عایق گرمایی و برای چسباندن و هم‌پوشانی این مواد استفاده می‌شود. این گروه شامل گستره وسیعی از محصولات است که عموماً قوام آن‌ها برای اعمال با برس یا افشانه مناسب است. آن‌ها به‌دلیل صرفه اقتصادی و سهولت اعمال انتخاب می‌شوند. برای فیلم‌های پلاستیکی به‌طور خاص، توصیه می‌شود که سازگاری بلندمدت با چسب انتخاب‌شده، در مرحله طراحی تعیین شود.

1- Consolidating

2- Tack

3- Facing

- سایر چسب‌های عایق‌کاری: برای چسباندن، آهارزنی و پوشش‌دهی منسوج‌های پرداخت‌کاری سطح روی لوله‌کشی و تجهیزات عایق‌کاری استفاده می‌شوند. این چسب‌ها معمولا محصولات ترکیبی آب‌پایه^۱ و برپایه پلیمرهای تکی یا ترکیبی با استفاده از اتیلن، وینیل‌استات، وینیل‌کلرید یا مونومرهای اکریلیک هستند.

یادآوری- برخی از هم‌پوشانی‌ها که در گروه‌های بالا رخ می‌دهد، برای توضیح وظیفه اصلی چسب در نظر گرفته می‌شوند. در مواردی که از جنبه‌های موجود طراحی بتوان برای تامین تکیه‌گاه مکانیکی پشتیبان (مانند تسمه فلزی یا پرداخت‌کاری مستحکم ماستیک تقویت‌شده با منسوج) استفاده کرد، آیین کار طراحی خوب اغلب اجازه می‌دهد از چسب‌های بُرسی یا افشانه‌ای مقرون‌به‌صرفه برای چسباندن مواد عایق‌کاری استفاده شود.

توصیه می‌شود که انتخاب نهایی فقط پس از در نظر گرفتن تمام عوامل ارائه‌شده در زیربند ۱۰-۱-۲ همراه با هرگونه مقاومت شیمیایی خاص یا سایر الزامات انجام شود.

جدول ۵- چسب‌های پیونددهنده عایق برای مقاطع و دال‌های پیش‌شکل‌داده‌شده

عایق	سامانه چسب
الیاف معدنی (شیشه، سنگ)	لاستیک استایرن-بوتادین (SBR)، نئوپرن، محلول‌های لاستیک طبیعی (NR)، امولسیون‌ها و محلول‌های قیر/لاستیک، سیمان‌های هیدرولیکی لاتکس، ترکیبات رزین آلکیدی، امولسیون‌های کopolyمیری
فوم پلی‌استایرن	SBR، نئوپرن، محلول‌های NR، امولسیون‌های قیر/لاستیک، پلی‌یورتان‌های پخت‌شونده با رطوبت، سیمان‌های هیدرولیکی لاتکس
فوم‌های پلی‌یورتان، پلی‌ایزوسیانورات، فنولیک	SBR، نئوپرن، محلول‌های NR، امولسیون‌ها و محلول‌های قیر/لاستیک، سیمان‌های هیدرولیکی لاتکس، ترکیبات رزین آلکیدی، پلی‌یورتان، اپوکسیدها، قیرهای مذاب داغ
چوب‌پنبه خشک‌شده با هوای گرم	SBR، نئوپرن، محلول‌های NR، امولسیون‌های کopolyمیری، قیرهای مذاب داغ
پلاستیک‌ها و لاستیک‌های انبساطی	SBR، نیتریل، محلول‌های نئوپرنی، پلی‌یورتان‌ها
شیشه سلولی	سیمان‌های هیدرولیکی لاتکس، محلول‌ها و امولسیون‌های قیر/لاستیک، پلی‌یورتان‌های اصلاح‌شده با قیر، اپوکسیدها، پلیمرهای اصلاح‌شده با سیلان، پلیمرهای سیلیکونی
کلسیم‌سیلیکات، پرلیت	سدیم‌سیلیکات
یادآوری - گروه‌های چسبی که در اینجا ارائه شده‌اند فقط آگاهی‌دهنده هستند و به هیچ وجه مانع انتخاب مواد جایگزین توصیه‌شده توسط تولیدکننده چسب یا عایق نمی‌شوند.	

۱۰-۱-۳ استحکام چسب

یادآوری ۱- خواصی که ممکن است رفتار چسب را پس از نصب تحت تأثیر قرار دهند، در زیربندهای ۱۰-۱-۳ و الف-۱ شرح داده شده‌اند.

توصیه می‌شود که استحکام چسبندگی در تمام شرایط سرویس، با حاشیه‌ای امن از استحکام هم‌چسبی ماده عایق‌کاری بیشتر باشد.

یادآوری ۲- به دلیل چگالی توده کم و چسبندگی سست بسیاری از مواد عایق‌کاری، استحکام بالای چسب معمولاً مهم‌ترین الزام نیست.

برای مواد با چگالی توده و استحکام بیشتر، توصیه می‌شود که از چسب‌هایی قوی‌تر استفاده شود؛ و توصیه می‌شود که این چسب‌ها به اندازه‌ای قوی باشند که قابلیت تحمل بار لازم با حاشیه ایمنی کافی را داشته باشند.

یادآوری ۳- اجزای اصلی استحکام چسب مربوط به نیروهای کششی، برشی و لایه‌برداری است. نیروهای لایه‌برداری معمولاً مخرب‌ترین هستند و علت مکرر وقوع خرابی هستند. برای مثال، اگر لایه چسب برای چسباندن تخته‌های عایق تغییر شکل یافته به سطوح فلزی (مانند مجراهای فلزی) بسیار نازک باشد؛ مساحت ناکافی حاصل از تماس چسب ممکن است برای مقاومت به نیروهای لایه‌برداری شدید ناشی از حرکت گرمایی، به‌ویژه در لبه‌های نواحی تماس، کافی نباشد.

یادآوری ۴- با افزایش سطح مقطع مجراکشی، اثر ارتعاش مکانیکی نیز افزایش می‌یابد. سطح مقطع مجرا می‌تواند تحت تأثیر ارتعاش مکانیکی فرار گیرد.

در مواردی که استحکام چسبندگی دائمی مهم است، توصیه می‌شود که اثر «پیرشدگی» ناشی از گرما در نظر گرفته شود. این موضوع می‌تواند در کاهش حداکثر دمای قابل‌پذیرش سرویس نقشی قابل توجه داشته باشد. با این حال، عملکرد بلندمدت چسب‌ها را نمی‌توان به‌صورت جداگانه ارزیابی کرد؛ و توصیه می‌شود که کل سامانه عایق، به‌ویژه رفتار خود عایق، ارزیابی و مدون شود.

۴-۱-۱۰ مکانیسم پخت

توصیه می‌شود که تمام حلال‌ها، آبی یا آلی، طبق دستورالعمل تولیدکننده پخت شوند و توصیه می‌شود که اجازه خروج آن‌ها از مجموعه مونتاژ شده داده شود. انجام نشدن این کار می‌تواند باعث مشکلات اعمال و خرابی‌های سرویس شود.

یادآوری ۱- این موضوع به‌ویژه در صورتی اهمیت دارد که «عایق دال با روکش فویل» به مجراکشی چسبیده باشد و زمان کافی برای اجازه خشک‌شدن کامل حلال حامل چسب، قبل از تکمیل سدگر بخار با نوار فویل خودچسب باقی نمانده باشد.

به‌طور کلی، در مواردی که یکی از سطوح تماس متخلخل باشد، توصیه می‌شود که از چسب‌های برپایه حلال یا برپایه آب استفاده شود. در این حالت ممکن است چسب روی یک سطح اعمال شود و چسبندگی بلافاصله یا بعد از یک «زمان باز»^۱ کوتاه، که حین آن چسب «گیرش^۲» پیدا می‌کند، ایجاد شود.

^۱ - Open time

^۲ - Grab

در مواردی که از چسب‌های شیمیایی استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که چسب‌های دوجزئی طبق دستورالعمل‌ها کاملاً مخلوط شوند. اختلاط جزئی اجزا برای کارهای کوچک معمولاً منجر به چسبندگی ناموفق می‌شود. اکثر مجموعه‌های مونتاژ شده تا زمانی که استحکام کافی ایجاد نشود، توصیه می‌شود که حمایت شوند.

یادآوری ۲- برای اطلاعات بیشتر در مورد چسب‌های مورد استفاده برای پخت، به زیربند الف-۲ مراجعه شود.

۲-۱۰ محکم‌سازی‌های مکانیکی

۱-۲-۱۰ مصالح محکم‌ساز در این گروه به‌طور کلی، توصیه می‌شود که به‌عنوان ملحقات جوشکاری شده، ملحقات چسبی، ملحقات پیچ‌دار، یا محکم‌سازهای تسمه‌ای و سیمی رده‌بندی شوند. برای روش‌های اعمال محکم‌سازها، به بند ۲۷ مراجعه شود.

۲-۲-۱۰ توصیه می‌شود که طراح، نیاز به تکیه‌گاه‌های عایق را به‌طور مناسب تعیین و مشخص کنند (به زیربند ۴-۲ مراجعه شود). نیاز به محکم‌سازی و نوع محکم‌سازی برای یک کاربرد خاص بسته به نوع، شکل و چگالی ماده عایق کاری متفاوت است (به بند ۲۷ مراجعه شود). در صورت وجود، توصیه می‌شود که به دستورالعمل تولیدکننده محکم‌سازها ارجاع و از آن پیروی شود. همچنین توصیه می‌شود که با تولیدکننده عایق مشورت شود. در مواردی که ملحقات جوشکاری شده تعیین می‌شود، توصیه می‌شود که این موضوع به وضوح مشخص شود؛ تا بتوان آن‌ها را قبل از تنش‌زدایی نهایی و تکمیل مهندسی تجهیز الصاق کرد.

۳-۲-۱۰ توصیه می‌شود که از تماس مستقیم بین فلزات با خواص الکتروشیمیایی بسیار متفاوت پرهیز شود (به زیربند ۸-۳-۴ مراجعه شود).

۴-۲-۱۰ در لوله‌کشی عمودی، یا ظروف و تجهیزات عمودی و رو به پایین، توصیه می‌شود که ملحقات تکیه‌گاهی، متناسب با اندازه و سرویس لوله/ظرف/مجرا باشد؛ به زیربند ۷-۸-۲ و دستورالعمل تولیدکننده مراجعه شود. توصیه می‌شود که هرگونه نفوذ به مجراکشی تهویه درزگیری شود.

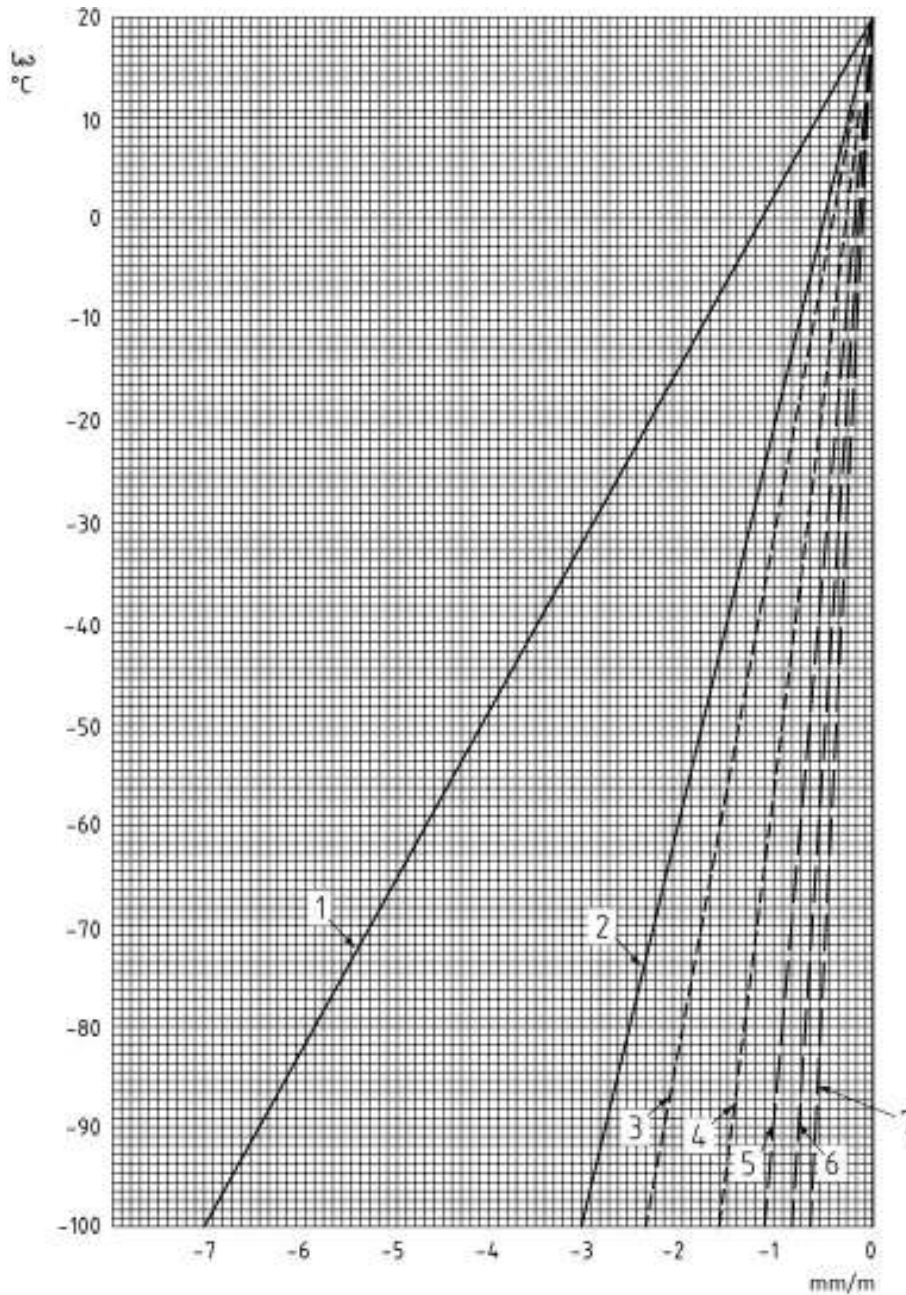
یادآوری - محکم‌سازهایی که ممکن است در نظر گرفته شوند شامل قلاب‌های جوشکاری شده، آویزهای خودچسب و واشرهای نگهدارنده، آویزهای چسبده با پایه ثابت شیاردار و واشرهای نگهدارنده، آویزهای خود حفر، سیم‌های تسمه‌ای و مهاربندی، آویزهای عایق، تثبیت‌کننده‌های مکانیکی اضافی یا ترکیبی از آن‌ها هستند.

۵-۲-۱۰ در مواردی که استفاده از ملحقات چسبی در نظر گرفته می‌شود، توصیه می‌شود که نوع زیربند^۱، وزن سامانه عایق، اثرات احتمالی ارتعاش، شرایط محیطی، دمای سرویس همراه با دمای محیط اعمال و حدود آب‌وهوایی و زمان پخت چسب در نظر گرفته شود.

یادآوری - ملحقات جوشکاری شده می‌توانند به‌شکل متفاوت مانند گوه، زاویه، بالشتک، گل‌میخ، پیچ و مهره باشند؛ که برای اتصالات پیچی و موقعیت‌های مبنای دائمی^۱ نسبت به یکدیگر، تکیه‌گاه فراهم می‌کنند. فاصله این ملحقات

1- Substrate

می‌تواند به صورت موضعی برای کنترل حرکت گرمایی تغییر کند (به زیربندهای ۲۷-۷-۲، ۲۹-۱-۳ و شکل‌های ۳ تا ۱۱ مراجعه شود).


راهنما

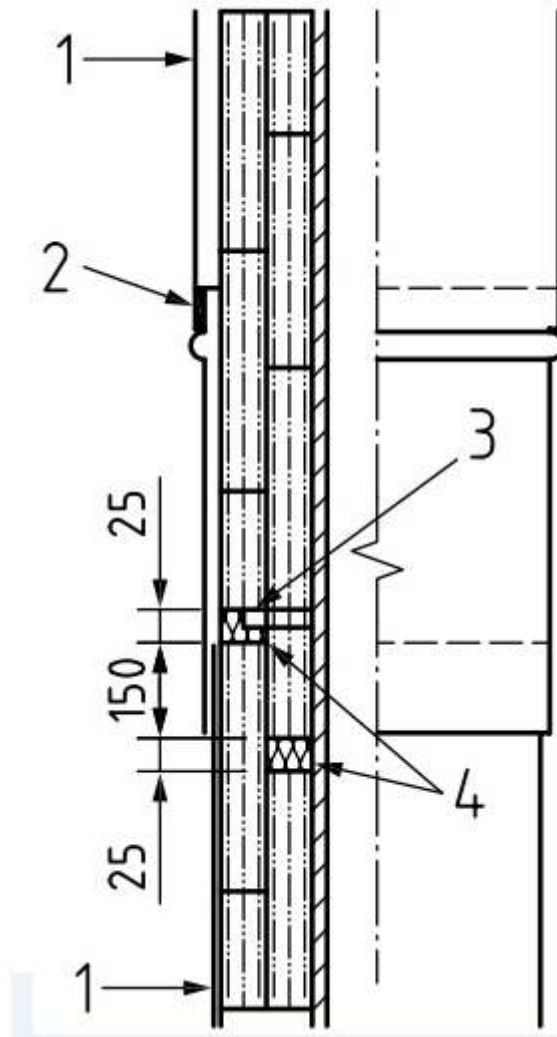
۱	پلی‌یورتان و پلی‌ایزوسیانیورات (فوم شده)	۵	فولاد کربنی
۲	فوم فنلیک	۶	عایق شیشه‌ای سلولی
۳	آلومینیم	۷	پشم معدنی
۴	فولاد زنگ‌نزن آستنیتی		

یادآوری ۱- حرکت گرمایی خطی نشان داده شده برای مواد مهار نشده در دمای یکنواخت در سطح است.

یادآوری ۲- برای اطلاع از مقادیر خاص ضریب انبساط/انقباض به داده‌های تولیدکننده مراجعه شود.

شکل ۴- حرکت گرمایی خطی مواد مختلف بین دماهای ۲۰°C تا ۱۰۰°C

ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما

- | | |
|---|---|
| 1 | روکش فلزی |
| 2 | ورق بوتیل |
| 3 | حلقه تکیه‌گاهی عایق |
| 4 | الیاف معدنی یا سایر عایق‌های انعطاف‌پذیر انباشته شده به صورت متراکم |
- فاصله‌گذاری محل اتصال انبساطی:

تا دمای 370°C : برابر با ۴۵۰۰ mm

دمای 371°C تا 480°C : برابر با ۳۶۰۰ mm

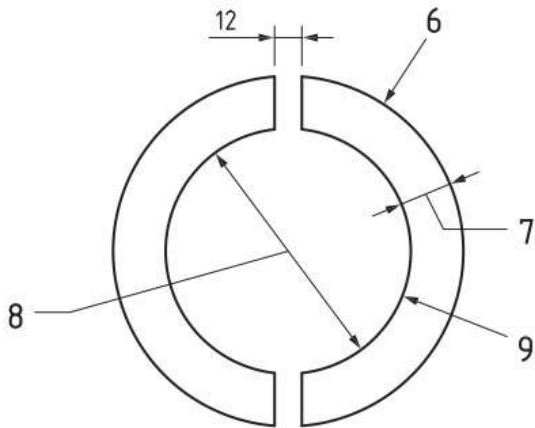
دمای 481°C تا 650°C : برابر با ۲۷۰۰ mm

الف^۱ توصیه می‌شود که محل‌های اتصال انبساطی در لوله‌کشی عمودی، به‌طور مستقیم زیر حلقه تکیه‌گاهی عایق قرار گیرند.

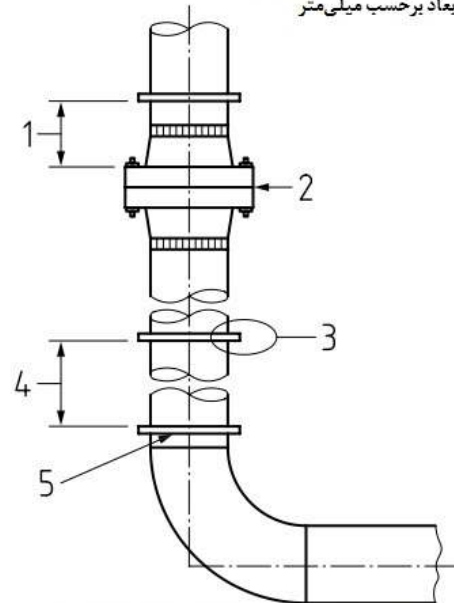
ب^۲ برای دمای عملیاتی بالاتر از 480°C ، توصیه می‌شود که محل‌های اتصال انبساطی محیطی نصب شوند.

شکل ۵- محل اتصال فشاری/تکیه‌گاهی معمول (برای استفاده در دمای 5°C یا بالاتر) الف، ب

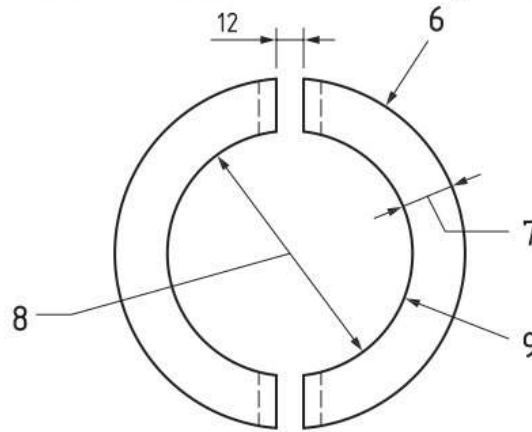
ابعاد برحسب میلی‌متر



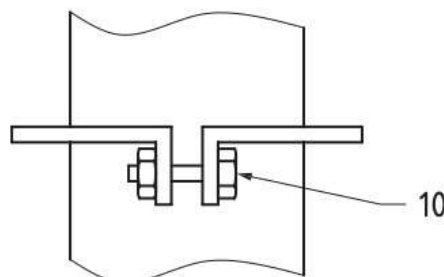
ب- جزئیات محل اتصال حلقه تکیه‌گاهی جوش کاری شده



الف- جزئیات حلقه تکیه‌گاهی عایق لوله‌کشی



پ- تکیه‌گاههای پیچ‌شده به لوله، در مواردی که جوش کاری مجاز نیست

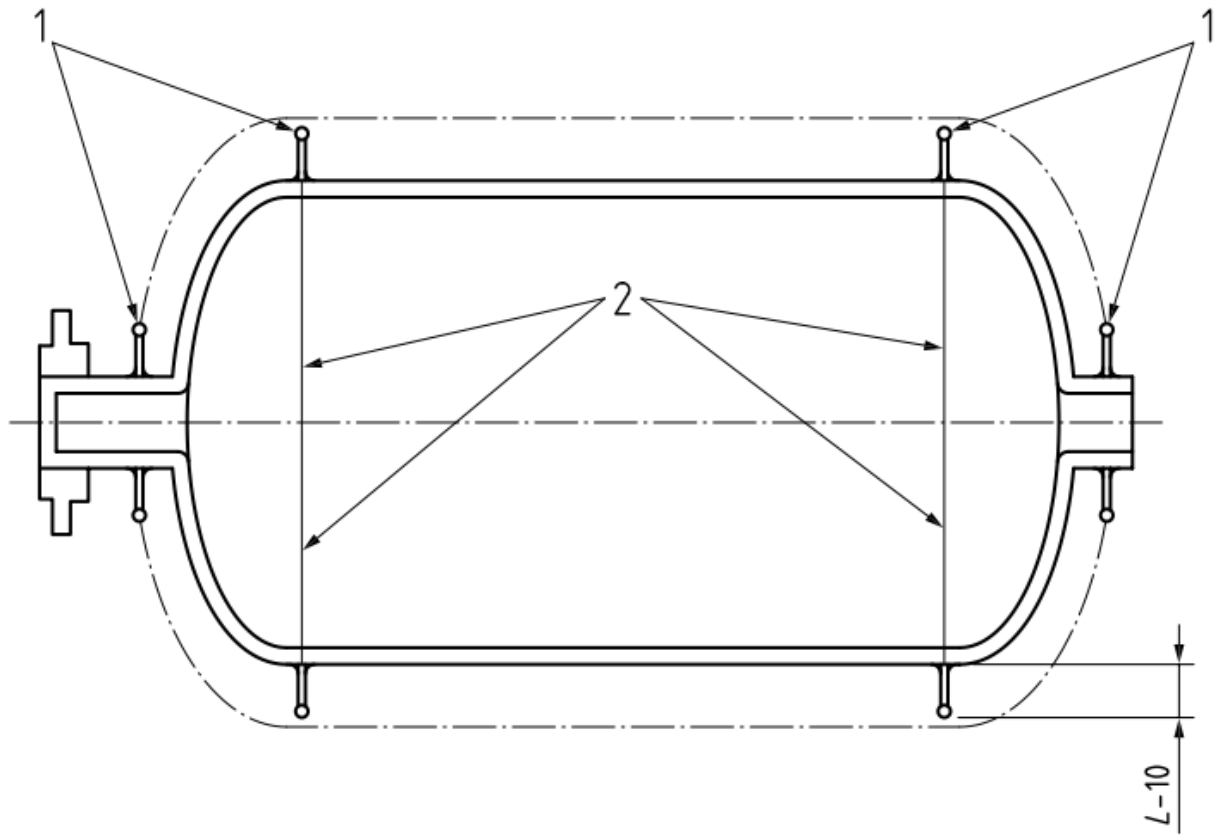


راهنما

۶ mm صفحه فولادی	6	طول پیچ گل‌میخ + ۲۵ mm، حداقل ۵۱ mm در بالا	1
دو سوم ضخامت عایق	7	جوش فلنج	2
قطر خارجی لوله	8	به قسمت ب شکل ۶ مراجعه شود	3
حلقه عایق ساخته شده توسط تولیدکننده یا تسمه پیچ‌شده در کارگاه	9	هر ۳ m	4
پیچ‌های یک‌دوم اینچ فولادی زنگ‌نزن با مهره	10	حلقه تکیه‌گاهی ۵۱ mm بالای جوش زانویی	5

شکل ۶- روکش و/یا تکیه‌گاه عایق معمول برای لوله‌کشی عمودی- فاصله‌گذاری محل‌های اتصال (عایق گرمایی)

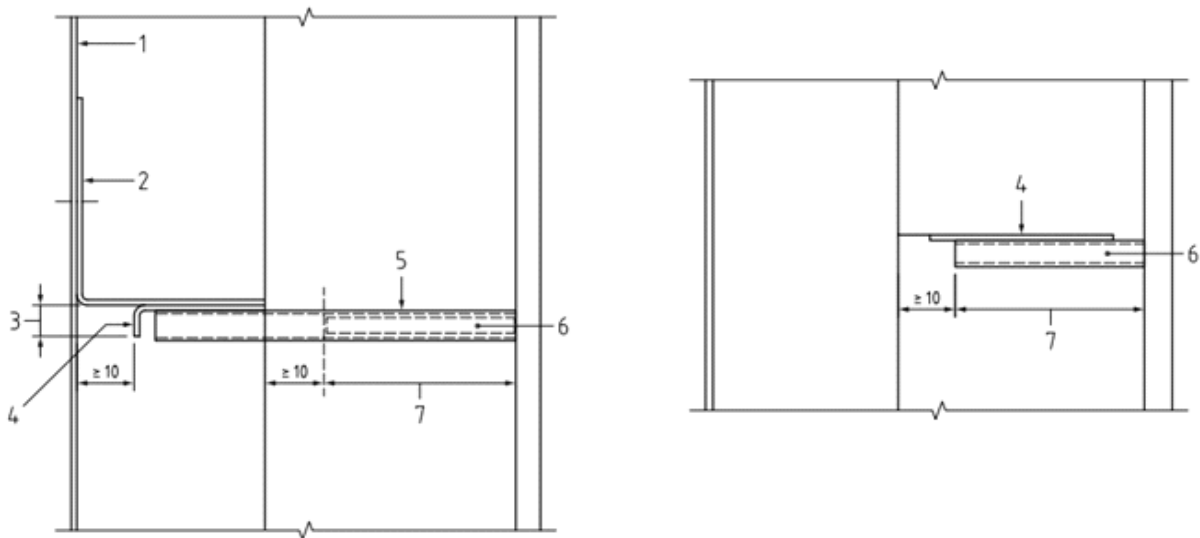
ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما

- | | |
|-----------------|---|
| حلقه نوع ۱ یا ۳ | 1 |
| خط مماس | 2 |
| ضخامت عایق | L |

شکل ۷- روش‌های معمول عایق‌کاری ظروف افقی


راهنما

1	روکش	5	تیوب با مجرای اسمی ۱۰ mm (روی گل‌میخ)
2	گوه زاویه‌دار	6	گل‌میخ
3	۵ mm (معمول)	7	طول گل‌میخ
4	طوقه تکیه‌گاهی		

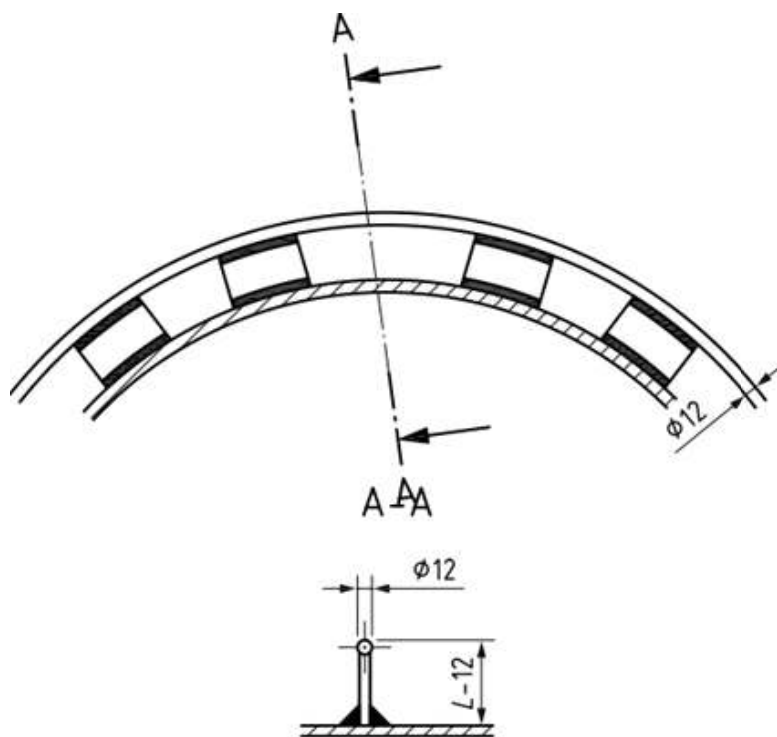
یادآوری - گوه‌های زاویه‌داری که از همان ماده روکش باشند، به روکش پرچ می‌شوند. حداقل ۴ گوه در هر حلقه، و حداکثر فاصله بین مراکز گوه‌ها ۲۳۰ mm است.

عرض گوه‌ها به شرح زیر است:

برای عایق با قطر خارجی ۱۵۰ mm تا ۲۰۰ mm، عرض گوه برابر با ۲۰ mm است؛

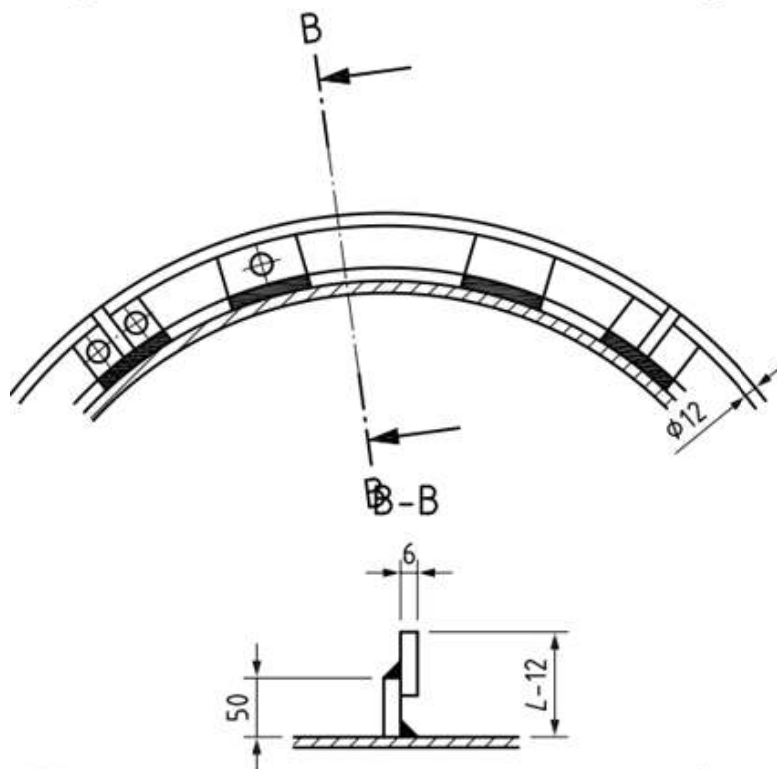
برای عایق با قطر خارجی ۲۰۰ mm تا ۳۰۰ mm، عرض گوه برابر با ۲۵ mm است.

شکل ۸ - روکش و/یا تکیه‌گاه عایق معمول برای لوله‌کشی عمودی - آرایش تکیه‌گاهی (عایق گرم)



نمای A-A

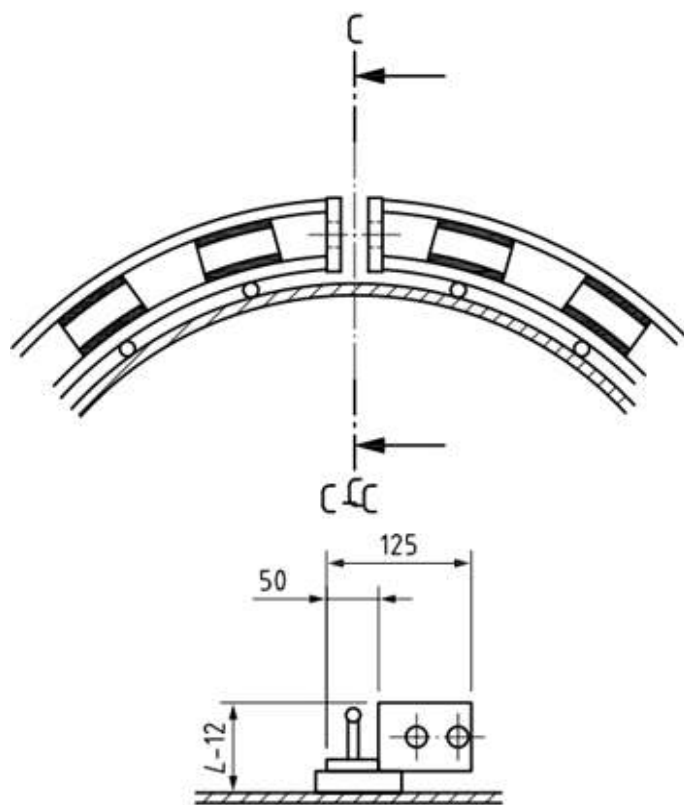
الف- نوع ۱



نمای B-B

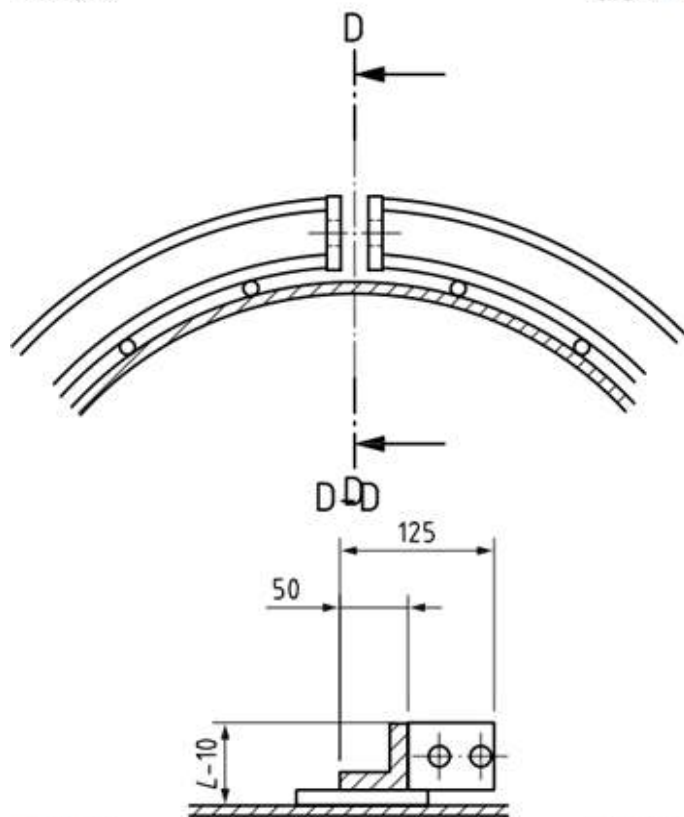
ب- نوع ۲

شکل ۹- تکیه‌گاه‌های عایق معمول برای ظروف (۱ از ۳)



نمای C-C

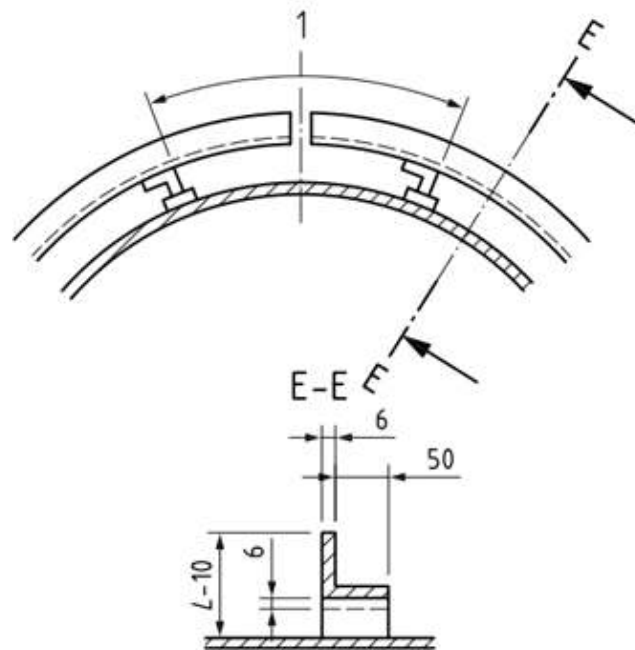
پ- نوع ۳ (گیردار)



نمای D-D

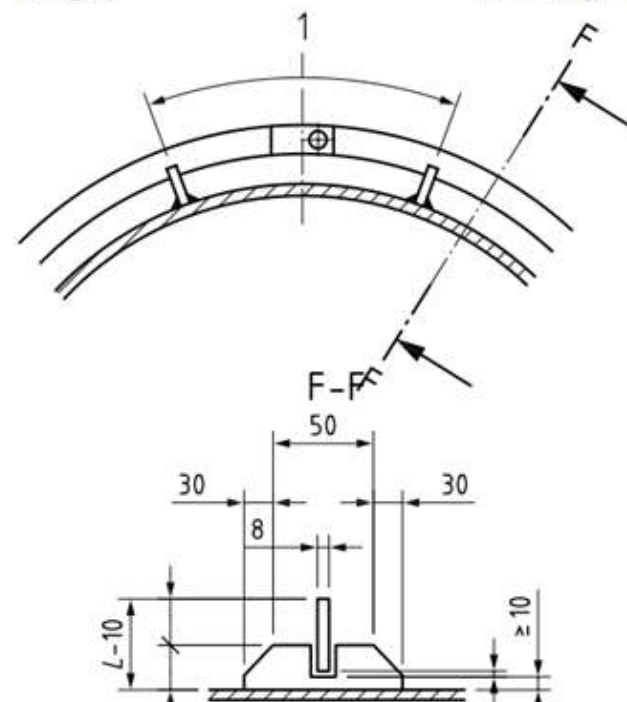
ت- نوع ۴ (گیردار)

شکل ۹- تکیه‌گاه‌های عایق معمول برای ظروف (۲ از ۳) (ادامه)



نمای E-E

ت-نوع ۵ ($L > 100$)



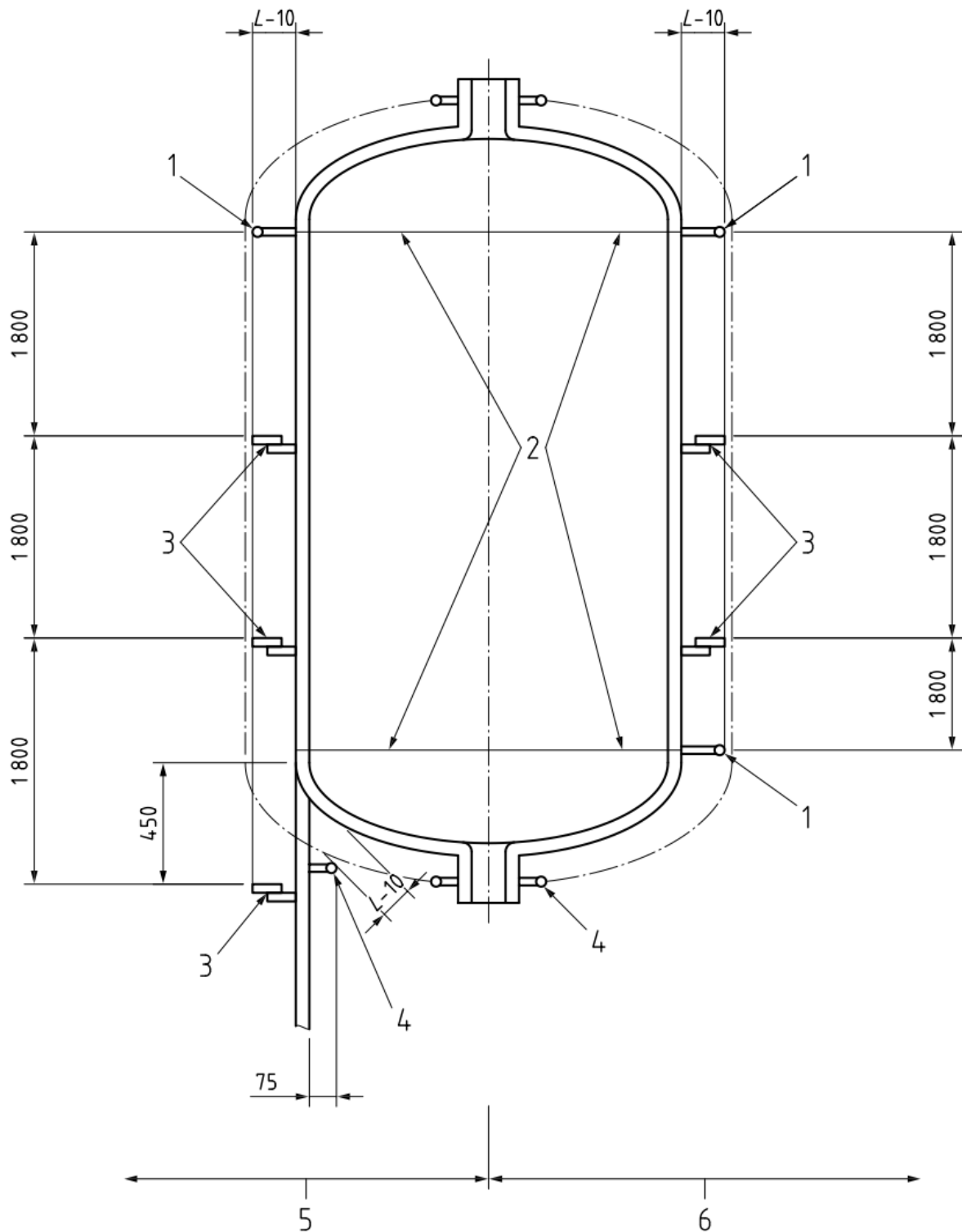
نمای F-F

ج-نوع ۶

راهنما

- 1 گام ۶۰۰ mm
- 2 $L - 10$ یا ۵۰ mm، هر کدام کمتر است
- 3 فضای آزاد پس از انبساط

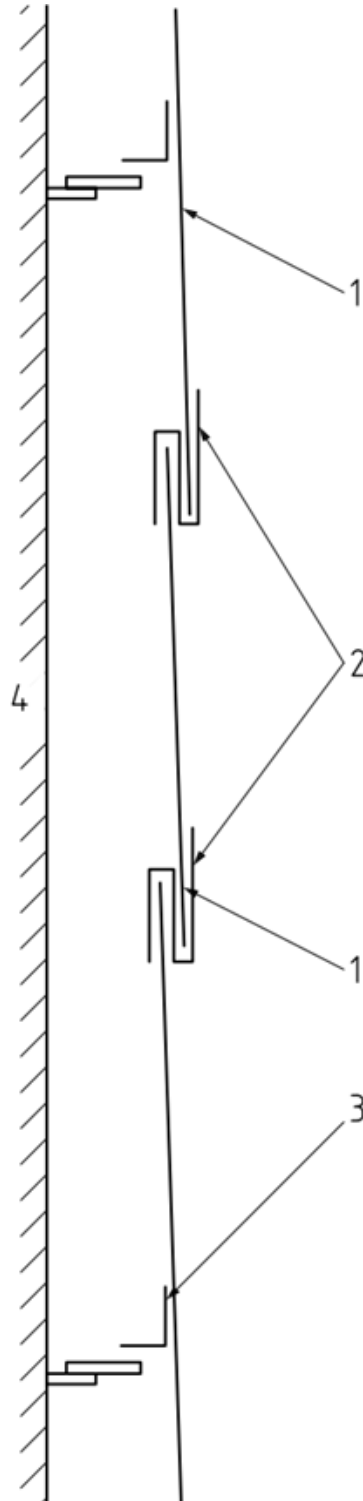
شکل ۹- تکیه گاه های عایق معمول برای ظروف (۳ از ۳) (ادامه)



راهنما

1	حلقه نوع ۱ یا ۳	5	ظرف عمودی با تکیه‌گاه دامنی
2	خط مماس	6	ظرف عمودی با تکیه‌گاه پایه‌ای یا لچکی
3	شامل نوع ۲ یا ۴ تا ۶	L	ضخامت عایق
4	حلقه نوع ۱		

شکل ۱۰- روش‌های معمول عایق‌کاری ظروف عمودی



راهنما

- 1 روکش کاری
 - 2 گیره S شکل: برای حمایت یک ورق روکش به وسیله ورق زیرین^{الف}
 - 3 لچکی زاویه دار: به منظور حمایت روکش به وسیله تکیه گاه های عایق، برای لچکی های زاویه دار از جنس مواد روکش کاری^{الف}
 - 4 پوسته
- ^{الف} توصیه می شود که حداقل دو عدد برای هر ورق وجود داشته باشد.

شکل ۱۱- روش حمایت از روکش

۶-۲-۱۰ توصیه می‌شود که از تهاجم به‌وسیله فلز مایع جلوگیری شود (به زیربند ۸-۵ مراجعه شود).

۷-۲-۱۰ توصیه می‌شود که جوشکاری میدانی وسایل محکم‌ساز و تثبیت‌کننده، بدون مشورت اولیه با کاربر نهایی، پیمانکار و پیمانکاران فرعی (که ممکن است به‌عنوان خریدار نامیده شوند) انجام نشود.

یادآوری- در نواحی وسیع تجهیز (برای مثال مخازن ذخیره نفت) که ملحقات، پایه‌ای مطمئن برای مواردی مانند حلقه‌های زاویه‌دار ثانویه تامین می‌کنند؛ فاصله‌گذاری، به‌وسیله حداکثر دهانه مجاز تحت شرایط بارگذاری باد برای روکش فلزی مورد استفاده تعیین می‌شود.

۸-۲-۱۰ برای مخازن بزرگ که تحت بارگذاری‌های قابل‌توجه باد قرار می‌گیرند، توصیه می‌شود که اتصالات پیچ‌دار فقط با ملحقات جوشکاری شده یا متصل‌شده به‌وسیله وسایلی که گیرداری معادل را تامین می‌کنند، استفاده شوند.

یادآوری- اتصالات پیچ‌دار، اعم از ساده یا فنری، اگر همراه با ملحقات جوشکاری شده روی سطح عمودی استفاده نشوند، احتمالاً دچار لغزندگی شده و در کنترل سامانه عایق بی‌اثر می‌شوند.

۹-۲-۱۰ توصیه می‌شود که اندازه و فاصله‌گذاری محکم‌سازهای تسمه‌ای و سیمی، به مواد انتخاب‌شده، پارامترهای طراحی سامانه عایق‌کاری (مطابق با زیر بند ۲۷-۱-۱) و دستورالعمل تولیدکننده بستگی داشته باشد.

یادآوری- محکم‌سازهای تسمه‌ای و سیمی عمدتاً برای محکم نگه‌داشتن مصالح به تاسیسات تحت مورد استفاده می‌شوند. آن‌ها می‌توانند از جنس موادی مانند فلز، منسوج و نوار پلاستیکی باشند.

۱۰-۲-۱۰ هنگام تثبیت ملحقات به‌وسیله جوشکاری، لحیم‌کاری و مانند آن، توصیه می‌شود که از آسیب‌های فلزکاری پرهیز شود. توصیه می‌شود که شرایط توصیه‌شده در استانداردهای مربوط، مانند استاندارد

EN 13480 (تمام قسمت‌ها)، به‌طور دقیق دنبال شود.

۳-۱۰ ترکیب محکم‌سازها

در شرایط خاص، ممکن است وسایل محکم‌ساز مکانیکی، با استفاده از چسب‌ها به روکش چسبانده شوند. توصیه می‌شود که استحکام باید ارزیابی و مدون شود، به‌ویژه برای مخازن بزرگ که در آن روکش می‌تواند تحت تأثیر نیروهای شدید باد قرار گیرد. برای به‌دست آوردن پخت بهینه چسب، توصیه می‌شود که از دستورالعمل تولیدکننده پیروی شود (به زیربند ۲۷-۶-۵ مراجعه شود).

۴-۱۰ آویزهای عایق

هنگامی که آویزها به‌درستی مونتاژ شده و قرار داده می‌شوند، توصیه می‌شود که عایق روی هرزگردها قرار گیرد و با یک واشر خودقفل‌کننده در موقعیت خود باقی بماند. توصیه می‌شود که سامانه عایق

مطابق با دستورالعمل تولیدکننده استفاده شود. توصیه می‌شود که وزن عایق و عوامل دمای محیطی، مانند بهره خورشیدی (مشکلی خاص مربوط به روکش بیرونی)، مشخص شده و سامانه عایق بر این اساس انتخاب یا رد شود. (به زیربند ۲۷-۶-۶ نیز مراجعه شود.)

یادآوری ۱- گستره ای از آویزهای عایق شامل پایه فلزی یا پلاستیکی موجود است، که یک هرزگرد به آن وصل می‌شود. پایه ممکن است برای وصل شدن به زیرایندها با یک چسب مجزای با کارایی بالا سوراخ شده یا بسته به نوع کاربرد، با یک بالشتک خودچسب عرضه شود. آویزهای عایق کاری خودحفار که با واشر خود قفل کننده تکمیل می‌شوند، نیز موجود است.

یادآوری ۲- از آویزهای عایق در برخی موارد به عنوان سنجاق‌های چسباندن نام برده می‌شود.

۱۱ انتخاب سدگرهای بخار

یادآوری- اصطلاح سدگر بخار برای توصیف موادی استفاده می‌شود که در مقابل درجات مختلف تراوایی بخار، بازدارنده بخار هستند.

۱-۱۱ کلیات

۱-۱-۱۱ توصیه می‌شود که طراح لوله‌کشی، مجراکشی، تجهیزات مرتبط و سایر تاسیسات صنعتی، پیکربندی سامانه عایق را به گونه‌ای طراحی کند که امکان درزگیری موثر سدگر بخار، به‌ویژه در نقاط نفوذ، فراهم شود. توصیه می‌شود که طراح شرایط محیطی و نصب محلی و نیز توانایی درزگیری موثر مواد در اطراف محل‌های نفوذ را نیز در نظر بگیرد. مواد مورد استفاده به‌عنوان سدگر بخار بسته به نوع تجهیزات عایق شده، شرایط طراحی، نوع عایق مورد استفاده و شرایط محیطی حین اعمال و سرویس توصیه می‌شود که ارزیابی، مدون و انتخاب شوند.

۱-۱-۱۱-۲ توصیه می‌شود که از سدگر بخار، برای به حداقل رساندن نفوذ بخار آب به مواد عایق کاری استفاده کرد. توصیه می‌شود که سدگر همیشه روی سطح گرم‌تر مواد اعمال شود (به زیربند ۴-۷-۱ مراجعه شود)، و شکل یک پوشش یا ورق مقاوم به عبور بخار آب (یعنی نفوذپذیری کم) را بگیرد. توصیه می‌شود که درزگیری محل‌های اتصال و هم‌پوشانی‌ها موثر باشد؛ در غیر این صورت سدگر بخار مشکل‌دار و بی‌اثر می‌شود (به پیوست ب مراجعه شود). توصیه می‌شود که طراحی سامانه عایق تضمین کند که توصیه‌های تولیدکننده پیروی می‌شود. توصیه می‌شود که سدگر بخار، عملکرد درمقابل آتش سامانه عایق کامل در زیر حدود تعیین شده را کاهش ندهد.

۱-۱-۱۱-۳ برای کاربردهای گرمایش، هواسازی و تهویه مطبوع (HVAC)^۱، توصیه می‌شود که از نوار فویل خودچسب به‌منظور درزگیری موثر سدگرهای فویلی بخار استفاده شود؛ ولی توصیه می‌شود که تامین‌کننده نوار تایید کند که نوار با فویل سازگار بوده و هدف‌سازگار است.

^۱ - Heating, ventilation and air-conditioning

یادآوری ۱- در مواردی که چسبندگی ضعیف به دلیل آلودگی‌های سطح رخ می‌دهد، ممکن است اعمال چسب اضافی ضروری باشد.

یادآوری ۲- برای اطلاعات بیشتر در مورد رابطه بین فشار بخار آب و سدگرهای بخار آب، به پیوست ب مراجعه شود.

یادآوری ۳- اگر امکان تبخیر مجدد رطوبت وجود نداشته باشد، رطوبت می‌تواند جذب ماده عایق نفوذپذیری شود که ممکن است روی سطح سرد اعمال شود، و در نتیجه هدایت گرمایی آن ماده را افزایش دهد. این موضوع، خواص عایق‌کاری عایق را تضعیف و خطر خوردگی زیر عایق را ایجاد می‌کند.

۴-۱-۱۱ اگر عایق مقاومت کافی به بخار داشته باشد و محل‌های اتصال در سراسر عمر نصب درزگیری شده باقی بمانند، توصیه می‌شود که تمام عایق‌های تاسیسات در هر زمان در دماهای زیر دمای محیط، دارای لایه سدگر بخار اضافی روی سطح بیرونی (وجه گرم) باشند. توصیه می‌شود که این سدگر، مقاوم به عبور بخار آب باشد و توصیه می‌شود که بلافاصله پس از نصب عایق، سدگر روی عایق خشک اعمال شود. توصیه می‌شود که خواص سدگر بخار، قبل از عملیاتی شدن تاسیسات به مقادیر بهینه خود برسد.

یادآوری - اثر بخشی سدگر بخار بر حسب نرخ انتقال بخار آب از میان آن تحت شرایط تعریف شده، به وسیله مقدار «نفوذپذیری» یا «تراوایی»، بیان می‌شود. نفوذپذیری به نرخ انتقال از میان واحد ضخامت (به‌طور معمول ۱ m) مواد مربوط می‌شود؛ در حالی که تراوایی به نرخ کل انتقال از میان ضخامت واقعی ماده‌ای خاص، به‌صورت اعمال شده، مربوط می‌شود. در حالی که «نفوذپذیری» مشخصه ماده‌ای معین است، «تراوایی» فقط به لایه‌ای خاص با ضخامت معلوم پس از اعمال مربوط می‌شود. مقادیر معمول برای برخی از لایه‌های سدگر بخار در جدول ۶ و ضرایب تبدیل در جدول ۷ ارائه شده است.

۵-۱-۱۱ در مواردی که عایق روی سازه‌های متخلخل (مانند بتن) نصب می‌شود، توصیه می‌شود که سطح متخلخل درزگیری شود.

۶-۱-۱۱ برای دمای زیر دمای محیط سرویس، ممکن است چندین سدگر بخار لازم باشد. توصیه می‌شود که به توصیه‌های تولیدکنندگان رجوع شود.

۷-۱-۱۱ برای عملیات زیر دمای محیط، توصیه می‌شود که لایه سدگر بخار در معرض آسیب مکانیکی قرار نگیرد.

۸-۱-۱۱ اگر از پرداخت کاری بیرونی مقاوم به آب و هوا استفاده شود، توصیه می‌شود که مقدار نشر آن ارزیابی و مدون شود. توصیه می‌شود که سدگرهای بخار آسیب‌پذیر، به‌صورت مکانیکی حفاظت شوند.

یادآوری - سطح با مقدار نشر کم، جذب خورشیدی را کاهش می‌دهد. با این حال، این موضوع احتمال میعان سطحی در سامانه عایق زیر دمای محیط را در مقایسه با پرداخت کاری با مقدار نشر بالا افزایش می‌دهد. در بسیاری از شرایط اقلیمی مرطوب، میعان مشکلی طاقت‌فرساتر از بهره گرمایی است و بنابراین پرداخت کاری با مقدار نشر بالا ترجیح داده می‌شود.

۹-۱-۱۱ توصیه می‌شود که سازگاری مواد سدگر بخار با عایق انتخاب شده مشخص شود و مواد بر این اساس پذیرفته یا رد شوند؛ برای مثال، توصیه می‌شود که مواد برپایه حلال به‌طور مستقیم روی پلی‌استایرن استفاده نشوند.

جدول ۶- مقادیر معمول برای تراوایی بخار آب

تراوایی (حداکثر) kg/m ² 24 h mmHg تراوایی متریک	تراوایی (حداکثر) kg/m ² s Pa واحد SI	ضخامت mm	مواد
(الف) اعمال به صورت مایع			
(۱) امولسیون پایه			
۰٫۵۳۰	$۴٫۶۰۱ \times ۱۰^{-۱۱}$	۳٫۲	امولسیون قیری
۰٫۰۳۵	$۳٫۰۳۸ \times ۱۰^{-۱۲}$	۳٫۲	امولسیون لاستیک/اقیر
۰٫۳۳۴ تا ۰٫۶۵۷	$۲٫۹۰۰ \times ۱۰^{-۱۱}$ تا $۵٫۷۰۳ \times ۱۰^{-۱۱}$	۱٫۶ تا ۰٫۴	امولسیون هوموپلیمر
۰٫۰۹۲	$۷٫۹۸۷ \times ۱۰^{-۱۲}$	۰٫۸	امولسیون کوپلیمر/پلیمری
(۲) برپایه حلال			
۰٫۰۰۶۹ تا ۰٫۰۰۲۳	$۵٫۹۹۰ \times ۱۰^{-۱۳}$ تا $۱٫۹۹۷ \times ۱۰^{-۱۳}$	۳٫۲ تا ۰٫۸	ماستیک قیری
۰٫۰۲۹ تا ۰٫۱۹۶	$۱٫۹۳۷ \times ۱۰^{-۱۲}$ تا $۱٫۷۰۱ \times ۱۰^{-۱۱}$	۳٫۲ تا ۰٫۵	ماستیک پلیمری
۰٫۰۴۰	$۲٫۶۷۲ \times ۱۰^{-۱۲}$	۱٫۶	ماستیک لاستیکی
(۳) غیر حلالی			
۰٫۰۳۶	$۳٫۱۲۵ \times ۱۰^{-۱۲}$	۲٫۰	رزین اپوکسی
(ب) غشا/ورق خشک			
(۱) برپایه فویل آلومینیم			
۰٫۲۷۶	$۲٫۳۹۶ \times ۱۰^{-۱۱}$	۰٫۰۰۸ (فویل)	فویل/کاغذ محکم (FK)
۰٫۲۷۶	$۲٫۳۹۶ \times ۱۰^{-۱۱}$	۰٫۰۰۸ (فویل)	فویل-کرباس-کاغذ محکم (FSK)
۰٫۰۰۹	$۱٫۵۰۰ \times ۱۰^{-۱۲}$	۰٫۰۲ (فویل)	فویل پلی اتیلن تقویت شده با الیاف شیشه
۰٫۰۰۰۹	$۷٫۸۱۳ \times ۱۰^{-۱۴}$	۰٫۰۲ تا ۰٫۰۵ (فویل)	فویل
(۲) ورق کاری ترکیبی			
۰٫۰۰	۰٫۰۰	ساده: ۰٫۱۸ اندود: ۰٫۳۶	سازه‌های چندلایه
۰٫۰۱۷	$۱٫۴۷۶ \times ۱۰^{-۱۲}$	۰٫۸	پلی‌ایزوبوتیلن (PIB)
۰٫۰۲۳	$۱٫۹۹۷ \times ۱۰^{-۱۲}$	۰٫۳۵	PVC صلب (UPVC)
۰٫۰۱۷	$۱٫۴۷۶ \times ۱۰^{-۱۲}$	۰٫۰۶	لاستیکی، بازدارنده آتش
(۳) ورق کاری تک پلیمری			
۰٫۰۴۶	$۳٫۰۷۳ \times ۱۰^{-۱۲}$	۰٫۰۵	پلی اتیلن
۰٫۰۴۶	$۳٫۰۷۳ \times ۱۰^{-۱۲}$	۰٫۰۲۵	پلی استر

جدول ۷- جدول تبدیل واحد برای تراوایی بخار آب

	kg/m ² s Pa واحد SI	g/(m ² 24 h mmHg) تراوایی متریک	gr/(ft ² h inHg) تراوایی US	lb/(ft ² h atm) (طبق یادآوری ۲)	gr/(ft ² h mbar) (طبق یادآوری ۳)	g/(s MN)
kg/m ² s Pa واحد SI	۱	۱,۱۵۲ × ۱۰ ^{۱۰}	۱,۷۴۹ × ۱۰ ^{۱۰}	۷,۴۷۱ × ۱۰ ^۷	۵,۱۶۱ × ۱۰ ^۸	۱,۰۰۰ × ۱۰ ^۹
g/(m ² 24 h mmHg) تراوایی متریک	۸,۶۸۱ × ۱۰ ^{-۱۱}	۱	۱,۵۱۷	۶,۴۸۶ × ۱۰ ^{-۳}	۴,۴۸۱ × ۱۰ ^{-۲}	۸,۶۸۱ × ۱۰ ^{-۲}
gr/(ft ² h inHg) تراوایی US	۵,۷۱۹ × ۱۰ ^{-۱۱}	۶,۵۹۰ × ۱۰ ^{-۱}	۱	۴,۲۷۵ × ۱۰ ^{-۳}	۲,۹۵۱ × ۱۰ ^{-۲}	۵,۷۱۹ × ۱۰ ^{-۲}
lb/(ft ² h atm) (طبق یادآوری ۲)	۱,۳۳۹ × ۱۰ ^{-۸}	۱,۵۴۲ × ۱۰ ^۲	۲,۳۳۹ × ۱۰ ^۲	۱	۶,۹۰۹	۱,۳۳۹ × ۱۰ ^۱
gr/(ft ² h mbar) (طبق یادآوری ۳)	۱,۹۳۷ × ۱۰ ^{-۹}	۲,۲۳۳ × ۱۰ ^۱	۳,۳۸۸ × ۱۰ ^۱	۱,۴۴۷ × ۱۰ ^{-۱}	۱	۱,۹۳۷
g/(s MN)	۱,۰۰۰ × ۱۰ ^۹	۱,۱۵۲ × ۱۰ ^۱	۱,۷۴۹ × ۱۰ ^۱	۷,۴۷۱ × ۱۰ ^{-۳}	۵,۱۶۱ × ۱۰ ^{-۱}	۱

یادآوری ۱- برای تبدیل واحدهای ستون اول به واحدهای ارائه شده در سر ستون‌های بعدی، در ضریب داده شده در تقاطع سطر و ستون مناسب ضرب کنید.
 یادآوری ۲- این اصطلاحی است که گاهی در صنعت ساختمان استفاده می‌شود.
 یادآوری ۳- نماد «gr» به دانه‌ها اشاره دارد (۱ gr = ۱۵,۴ g).
 یادآوری ۴- در صورت توافق با کاربر نهایی می‌توان ترکیبی از موارد الف و ب را به کار برد.

۱۱-۱-۱۰ توصیه می‌شود که سدگر بخار باید از مواد زیر با هرگونه محل اتصال درزگیری شده مطابق با توصیه‌های تولیدکننده، انتخاب شود.

الف- سدگرهای بخار اعمال شده به صورت مرطوب، شامل قیرهای برش خورده، امولسیون‌های قیری با یا بدون لاتکس لاستیکی، امولسیون‌های وینیلی، و پلیمرهای برپایه حلال. آن‌ها ممکن است با پارچه کرباس پنبه‌ای یا منسوج شیشه‌ای با شبکه باز، تقویت شوند.

ب- ترکیب پترولاتوم خنثی یا نوار درزگیری برپایه منسوج مصنوعی آغشته و پوشش شده با ترکیب پترولاتوم خنثی. آن‌ها می‌توانند برای درزگیری پروفیل‌هایی با شکل نامناسب استفاده شوند.

پ- ورق‌های لاستیکی. برای تامین انقباض و سایر حرکت‌ها، این ورق‌ها را می‌توان تا کرد؛ در حالی که مقاومت خوب به انتقال بخار آب را حفظ می‌کنند. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال، با چسب درزگیری شوند و توصیه می‌شود که هم‌پوشانی‌ها حداقل ۴۰ mm باشد.

ت- پلی‌وینیل کلرید، پلی‌اتیلن، پلی‌ایزوبوتیلن یا سایر نوارها یا ورق‌های پلاستیکی. آن‌ها را می‌توان روی لوله‌های عایق استفاده کرد.

ث- رزین‌های اپوکسی و پلی‌استر. آن‌ها مقاومت به آسیب مکانیکی را همراه با حفاظت در مقابل آب و هوا و سرریز مواد شیمیایی ارائه می‌دهند.

ج- فویل‌های فلزی. اگر به‌تنهایی استفاده شوند، توصیه می‌شود که با دوام بوده یا با قرارگیری روی یک زیربند تقویت‌کننده مناسب چندلایه بسازند.

چ- پرداخت‌های پلیمری مانند پلیمرهای اصلاح‌شده با سیلان (MS)^۱ و پلیمرهای سیلیکونی.

ح- مواد عایق‌کاری با سدگر بخار اعمال‌شده در کارخانه.

خ- چندلایه‌های آلومینیم و پلی‌استر همراه با چسب آکریلیکی حساس به فشار، مخصوص آب‌وهوای سرد. آن‌ها می‌توانند برای عایق‌کاری، روکش‌کاری و غلاف‌کاری استفاده شوند؛ تا مقاومت به قالب، اشعه پرتو بنفش (UV) و آب و هوا را تامین کنند.

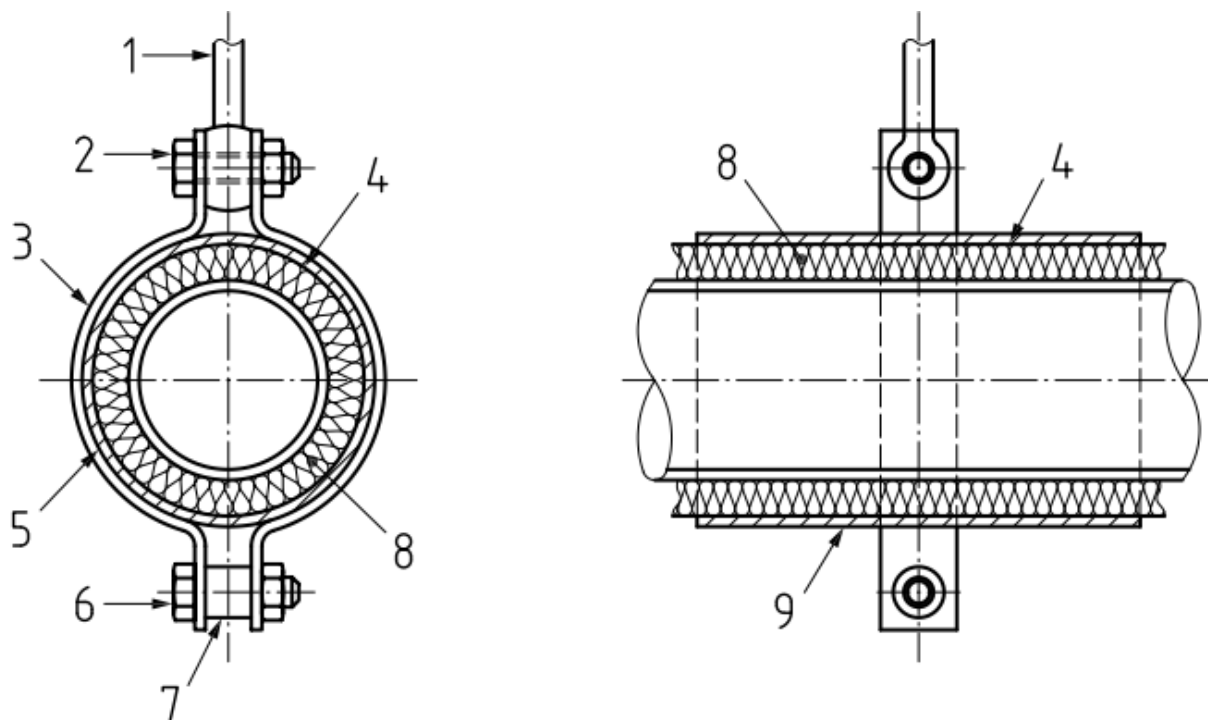
۱۱-۱-۱۱ اگر مشخصه‌های عملکرد درمقابل آتش سامانه عایق مورد استفاده در کارهای سرد برای کاربرد موردنظر کافی نباشد، توصیه می‌شود که از پرداخت‌کاری اضافی، مانند ورق فلزی، ماستیک مقاوم به آتش، اپوکسی متورم‌شونده^۲ یا نوعی دیگر از سدگر بخار با حفاظت مناسب، استفاده شود.

۱۲-۱-۱۱ قبل از اعمال سدگر بخار، توصیه می‌شود که عایق صاف و منظم باشد و تمام سطوح با دقت به هم متصل شوند. توصیه می‌شود که هرگونه چسب یا درزگیر محل اتصال مطابق با توصیه‌های تولیدکننده کاملاً پخت و نصب شود. اگر سدگر بخار، پوشش یا ماستیک اعمال‌شده به صورت مرطوب باشد، توصیه می‌شود که تمام گوشه‌های عایق شعاع‌دار شود.

۱۱-۱-۱۳ برای کاربردهای زیر دمای محیط، توصیه می‌شود که تکیه‌گاه‌های لوله‌ها و مخازن، خارج از سدگر بخار باشند. عایق داخل سدگر بخار نیز باید باربر بوده و از موادی یکسان یا سازگار باشد؛ به شکل‌های ۱۲ تا ۱۵ مراجعه شود. توصیه می‌شود که عایق تکیه‌گاه تا زمان کامل شدن سدگر بخار، از شرایط محیطی حفاظت شود. برای کاربردهای زیر دمای محیط، توصیه می‌شود که از بلوک‌های چوبی استفاده نشود. در مواردی که عایق باربر متفاوت از عایق کلی باشد، در صورتی که چسب توسط تولیدکننده چسب و/یا تولیدکننده عایق یا عایق باربر تعیین شده باشد، توصیه می‌شود که از چسبی سازگار با هر دو ماده استفاده شود.

1- Silane-modified

2- Intumescent

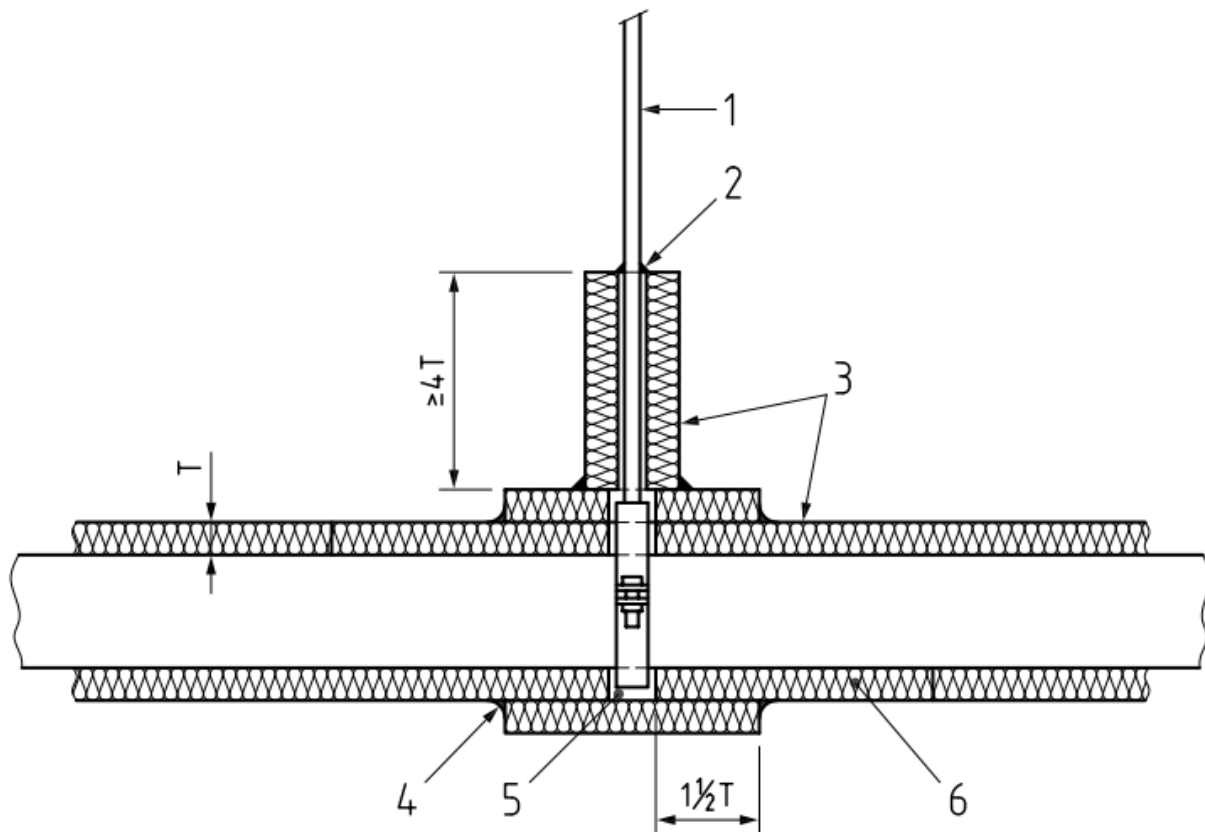


راهنما

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 | میله زنجیر |
| 2 | مهردۀ بار |
| 3 | لوله فولادی |
| 4 | سدگر بخار |
| 5 | غلاف فولادی (دو نیمه‌ای) |
| 6 | مهردۀ گیره‌ای |
| 7 | قطعه فاصله‌گذار |
| 8 | عایق باربر |
| 9 | غلاف فولادی باربر |

الف توصیه می‌شود که از بلوک‌های چوبی استفاده نشود.

شکل ۱۲- گزینه ترجیحی - آویز شامل عایق باربر (برای لوله‌هایی که زیر یا بالای دمای محیط کار می‌کنند) الف

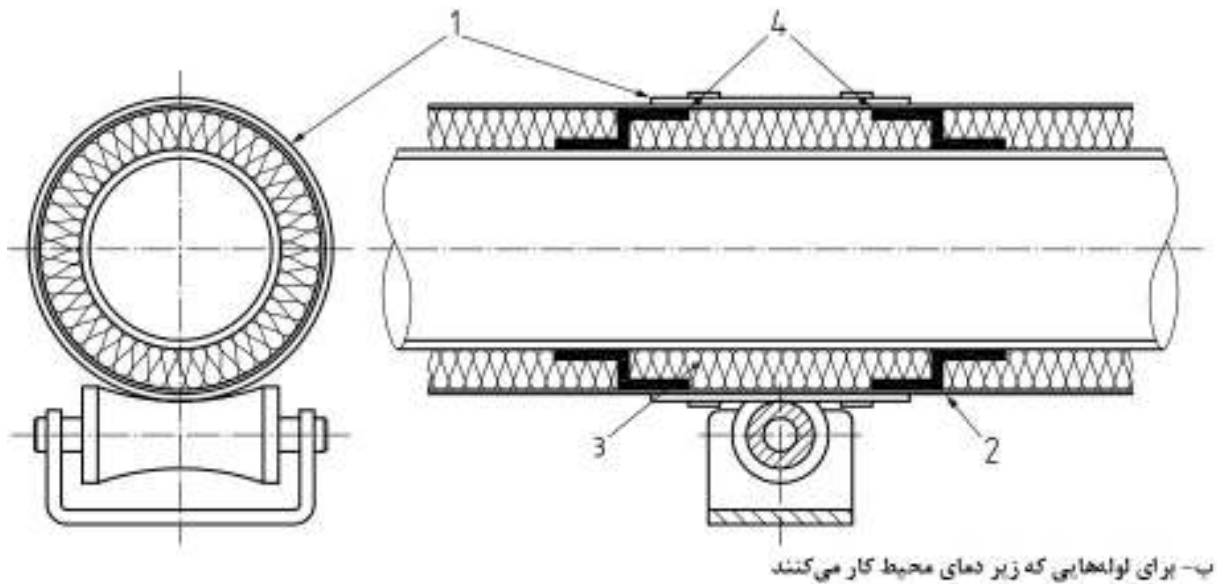
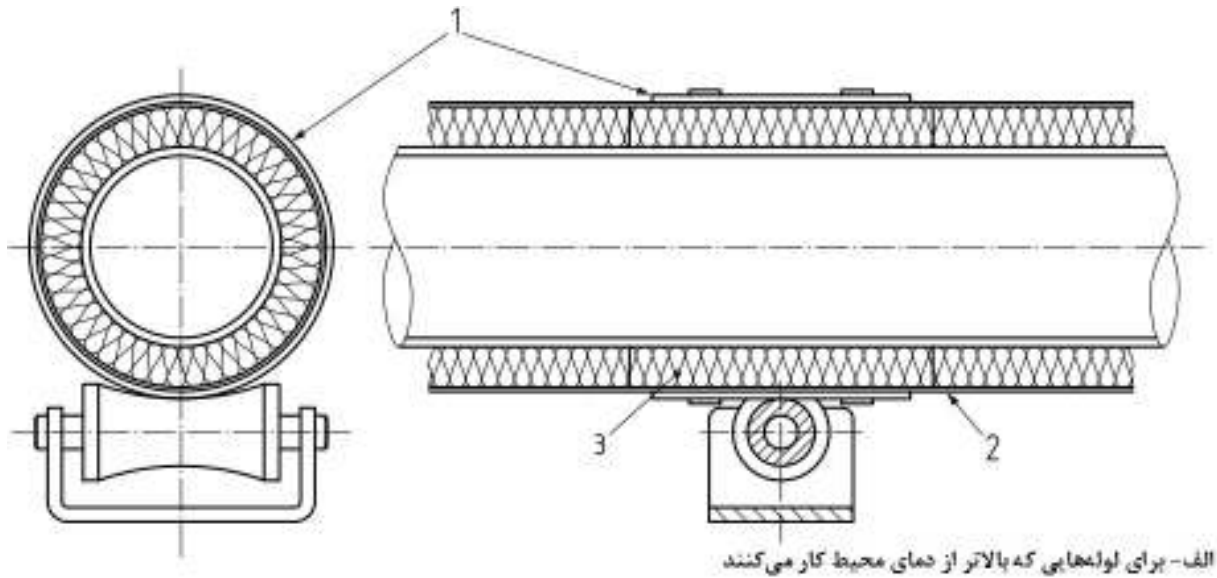


راهنما

- 1 میله آویز
- 2 پرداخت کاری آنی اطراف میله آویز
- 3 پرداخت
- 4 نوار سنگین پشت بند ماستیک درزگیری
- 5 عایق انعطاف پذیر
- 6 عایق

الف توصیه می شود که از بلوک های چوبی استفاده نشود.

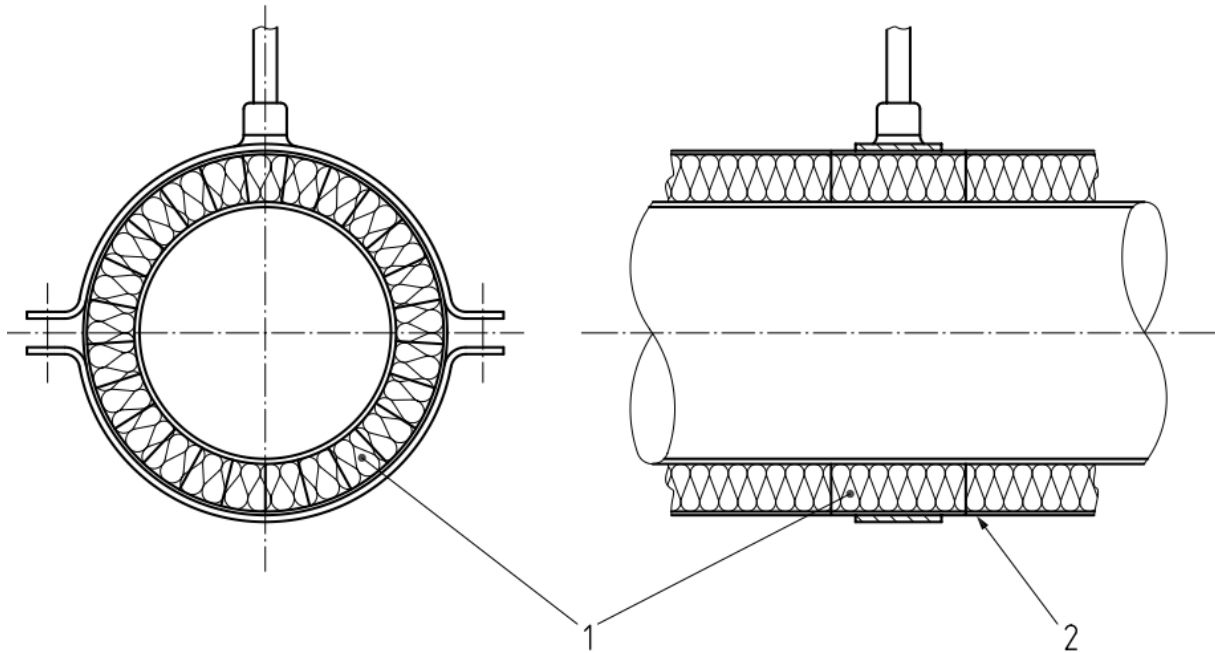
شکل ۱۳- گزیننه غیر ترجیحی - آویز در تماس مستقیم با لوله (نه برای لوله هایی که زیر دمای محیط کار می کنند) الف



راهنما

- 1 جداره‌های فولادی محکم‌شده به وسیله تسمه‌ها یا گیره‌ها
 - 2 پرداخت پیوسته عایق از میان جداره‌های فولادی
 - 3 تکیه‌گاه لوله شامل مغزی عایق باربر. مغزی، به صورت کامل شده با جداره‌ها و تسمه‌های فولادی سدگر بخار عرضه می‌شود
 - 4 سدگر بخار
- الف توصیه می‌شود که از بلوک‌های چوبی استفاده نشود.

شکل ۱۴- تکیه‌گاه غلتکی معمول شامل عایق باربر^{الف}


راهنما

- 1 نوار قطعه‌بندی‌شده شامل قطعه‌های عایق باربر متصل به غشای انعطاف‌پذیر (معمولاً فویل تقویت‌شده)
 - 2 پرداخت پیوسته عایق از میان لچکی‌های تکیه‌گاه
- الف توصیه می‌شود که از بلوک‌های چوبی استفاده نشود.

شکل ۱۵- تکیه‌گاه معمول برای مجرای دایره‌ای شامل عایق باربر (کارکرد در بالا یا زیر دمای محیط) الف

۱۱-۱-۱۴ برای اهداف نگهداشت که عایق قابل جدا شدن است (برای مثال در محل‌های اتصال فلنج‌دار، در آدم‌روها)، توصیه می‌شود که عایق اصلی، از اتصالات کوتاه شود و سدگر بخار به‌طور مستقیم روی لوله‌کشی یا پوسته ظرف درزگیری شود. توصیه می‌شود که قسمت قابل جدا شدن عایق به‌عنوان قطعه‌ای جداگانه همراه با هم‌پوشانی سدگر بخار آن تطبیق داده شود و روی سدگر اصلی بخار درزگیری شود.

۱۱-۱-۱۵ در مواردی که دمای سرویس تاسیسات در بالای و پایین دمای هوای محیط چرخه دارد، توصیه می‌شود که سامانه سدگر بخار/سامانه تنفسی طوری طراحی شود که حداکثر و حداقل دماها، دوره‌های زمانی چرخه دمایی تاسیسات نوسان و نوع عایق مورد استفاده را در نظر بگیرد.

۱۱-۱-۱۶ که سدگر بخار باید روی عایق تمام تاسیساتی که در دماهای زیر دمای هوای محیط کار می‌کنند، نصب شود.

یادآوری- لوله‌کشی و تجهیزات اساساً سطح پایه غیرقابل نفوذی را فراهم می‌کنند که اگر از تجمع بیش‌ازحد آب جلوگیری شود، از نظر تئوری مستلزم کمترین تراوایی ممکن برای سامانه عایق است. با این حال، محدودیت‌هایی مانند احتراق، دوام و مقاومت شیمیایی اغلب مانع انتخاب اجزای با کمترین تراوایی بخار آب می‌شود. تجربه میدانی اغلب نشان می‌دهد که مجموعه‌ای منتخب از ماستیک‌ها و ترکیبات پوشش‌کاری، همراه با مواد عایق کاری با درجه تراوایی پایین، می‌توانند خدمات عملی خوبی ارائه دهند؛ به شرطی که همراه با تکنیک درزگیری خوب محل اتصال (با استفاده از درزگیرهای لایه میانی یا سدگرهای بخار) به‌ویژه برای دماهای بسیار پایین باشند.

۱۱-۱-۱۷ توصیه می‌شود که ضخامت خشک نهایی مربوط به لایه سدگر بخار، هم‌زمان با مقادیر تراوایی ادعا شده مشخص شود. همچنین، از آنجا که روش آزمون می‌تواند تغییراتی قابل توجه در مقادیر تراوایی ایجاد کند، توصیه می‌شود که روش مرتبط مورد استفاده برای اثبات ادعاهای مربوط به مقادیر تراوایی مدون شود.

یادآوری - مقادیر معمول تراوایی بخار آب برخی از مواد در جدول ۶ ارائه شده است.

۱۱-۲ سدگرهای بخار برای استفاده روی عایق اعمال شده روی سطوح زیر نقطه شبنم

از آنجا که جلوگیری از میعان رطوبت و در نتیجه خطر تشکیل یخ در داخل مواد عایق کاری در مناطق زیر نقطه انجماد ضروری است، باید از سدگر بخار استفاده شود.

یادآوری ۱- میعان رطوبت درون ماده عایق کاری می‌تواند منجر به اشباع احتمالی مواد شود؛ که ممکن است منجر به تخریب مکانیکی و فیزیکی درون سامانه عایق و خطر تهاجم خورنده به سطح فلز عایق شده شود.

اگر احتمال آسیب دیدگی سدگر حین سرویس وجود داشته باشد، در این صورت توصیه می‌شود که سدگر به عنوان سطح نمایان نهایی استفاده نشود.

یادآوری ۲- حتی نفوذ به وسیله حفره‌های سوزنی باعث کاهش اثربخشی سدگر بخار می‌شود (به زیربند ۱۱-۱ مراجعه شود).

۱۲ انتخاب مواد پرداخت کاری، شامل عمل آوری نهایی پرداخت

۱-۱۲ کلیات

۱۲-۱-۱ خواص مواد عایق گرمایی بر انتخاب پوشش حفظی اثر می‌گذارد؛ برای مثال، توصیه می‌شود که پوشش اعمال شده به روش مرطوب، دارای پایه‌ای محکم باشد که بتوان آن را به طور موثر اعمال کرد.

یادآوری - در صورت استفاده از ورق خود تکیه‌گاه، ممکن است از مواد عایق با استحکام فشاری کمتر استفاده شود.

۱۲-۱-۲ برای عایق کاری تاسیسات در دمای زیر دمای محیط باید از سدگر بخار استفاده شود.

۱۲-۱-۳ در دماهای زیر دمای محیط، توصیه می‌شود که هم عایق و هم پرداخت کاری از نوعی باشند که برای خشک شدن به گرما نیاز ندارد.

۱۲-۱-۴ برای حذف تمام رطوبت از سامانه عایق، توصیه می‌شود که فقط از مواد خشک استفاده شود و توصیه می‌شود که قبل از اعمال لایه سدگر بخار نیز مواد خشک نگه داشته شوند.

۱۲-۱-۵ توصیه می‌شود که محل‌های اتصال مواد پرداخت کاری ورقی درزگیری شوند؛ به ویژه آن‌هایی که برای کار در فضای آزاد استفاده می‌شوند.

۱-۱-۶ توصیه می‌شود که هم‌پوشانی‌ها طوری آرایش یابند که منجر به سرریز آب یا سایر مایعات شوند، و ممکن است لازم باشد از سطح داخلی پوشش فلزی حفاظت شود تا از کنش گالوانی یا خوردگی حاصل از رطوبت میعان یافته جلوگیری شود.

۱-۲ رده‌بندی مواد پرداخت کاری

توصیه می‌شود که مصالح پرداخت کاری، در شش گروه گسترده زیر رده‌بندی شوند:

الف- مصالح ورقه‌ای، مانند فلز، ورق پلاستیکی، تخته عایق کاری، فویل‌های فلزی (یا چندلایه‌های فویل)، شبکه بافته. ورق فلزی ممکن است دارای پروفیل بوده یا ورق مسطح آلومینیومی یا فولادی یا بدون پرداخت کاری ضد خوردگی باشد.

ب- مصالح ورق مصنوعی، مانند لاستیک اتیلن پروپیلن دی‌ان منومر (EPDM)^۱، پلاستیک تقویت شده با الیاف شیشه مقاوم به پرتو فرابنفش (GRP)^۲، اپوکسی تقویت شده با الیاف شیشه (GRE)^۳، پلی‌اتیلن کلرو سولفوناته، پلی‌ایزوبوتیلن (PIB)^۴، چندلایه‌های آلومینیومی.

پ- محلول‌ها و پراکنش‌های مایع، مانند پوشش‌های مقاوم به آب و هوا و پوشش‌های تزئینی (برپایه حلال آلی یا برپایه آب). آن‌ها ممکن است به صورت دستی یا با تفنگ افشانه اعمال شوند.

ت- پوشش‌های پلیمری، مانند سیلیکون، پلیمرهای اصلاح شده با سیلان.

ث- مخلوط‌های خشک که با آب به قوام خمیری می‌رسند، مانند ترکیب‌های با گیرش سخت، سیمان خودگیرش، اندود گچی.

ج- منسوج‌های بافته یا کشاف، گُرک سقفی یا مواد ورقه‌ای لیفی که می‌توانند برپایه پنبه، چتایی^۵، پلیمر آلی یا الیاف شیشه باشند. این مواد ممکن است با محلول یا پراکنشی تزئینی برای شناسایی یا حفاظت از سطح عمل‌آوری شوند.

یادآوری- مواد ردیف‌های ث و ج کمتر استفاده می‌شوند.

۱-۳ دلایل استفاده از مواد پرداخت کاری

هنگام انتخاب مواد پرداخت کاری، توصیه می‌شود که دلایل زیر ارائه شوند:

الف- برای حفاظت در مقابل آب، یخ، برف، رسوب‌های انتقال یافته با هوا، نور خورشید یا ازن؛

ب- به حداقل رساندن خطر خوردگی برای زیرابند؛

پ- برای حفاظت در مقابل آسیب مکانیکی؛

1- Ethylene propylene diene monomer

2- Glass reinforced plastic

3- Glass reinforced epoxy

4- Polyisobutylene

5- Jute

ت- برای مقید کردن^۱ عایق؛

ث- برای کمک به شناسایی لوله یا ظرف، مطابق با استاندارد BS 1710؛

یادآوری ۱- به وسیله پوش رنگ کاری، با رنگ مشخصه یا با نوارهای رنگی در فواصل مشخص، می توان به این هدف دست یافت. این شناسایی همچنین می تواند برای نشان دادن جهت جریان محتوای سیال استفاده شود.

ج- برای حفاظت در مقابل رطوبت بیش از حد مواردی مانند بخار خورنده در جو؛

چ- برای حفاظت در مقابل سرریز روغن و سایر مایعات اشتعال پذیر؛

ح- برای اثرگذاری بر بازده گرمایی سامانه عایق؛

یادآوری ۲- اهمیت اثر، بسته به شرایط و محیط متفاوت است.

خ- برای بهبود وضعیت ظاهری یا تامین سطحی که به راحتی تمیز شود؛

د- به عنوان مواد سدگر صوتی؛

ذ- برای اثرگذاری بر دمای سطح عایق به دلایل کنترل میعان و حفاظت شخصی؛

ر- برای تاخیراندازی یا در صورت امکان، جلوگیری از گسترش شعله؛ و

ز- برای حفاظت در مقابل تهاجم شیمیایی، جانوران موذی و رشد کپک.

۴-۱۲ استفاده های معمول مواد پرداخت کاری

۱-۴-۱۲ کلیات

هنگام انتخاب سامانه عایق برای کاربردهای خاص، توصیه می شود که به خواص مشخصه شش نوع اصلی مواد پرداخت کاری (مطابق با زیربند ۱۲-۲) ارجاع شود.

۲-۴-۱۲ مصالح ورقی

توصیه می شود که هنگام استفاده از مصالح ورقی، به نکات زیر توجه شود:

- مواد پرداخت کاری صلب ممکن است برای مقاومت به آسیب مکانیکی در مناطق پرخطر استفاده شوند. در مواردی که از آلومینیم استفاده می شود، توصیه می شود که از فلزات نامشابه جداسازی شود.

- فلز ورقی پروفیل دار ممکن است برای افزایش صلبیت، و در عین حال اجازه حرکت انبساطی جانبی، استفاده شود. اگر خطر میعان در سطح داخلی فلز که در تماس مستقیم با عایق است، وجود داشته باشد؛ توصیه می شود که قبل از اعمال در محل، سطح تماس با یک پوشش حفاظت شود.

- فویل های فلزی ممکن است روی عایق لوله کشی اعمال شوند، به ویژه در مواردی که در مقابل آسیب مکانیکی آسیب پذیر نباشند ولی وضعیت ظاهری خوش نما مورد نیاز باشد.

- فیلم‌های پلیمری آلی ممکن است برای اهداف مشابه استفاده شوند و به‌منظور دوام بیشتر ممکن است با فویل فلزی ترکیب شوند (مانند فویل آلومینیمی با پشت‌بند پلی‌اتیلن). توصیه می‌شود که آن‌ها، با استفاده از چسب به سطح مواد عایق‌کاری محکم شوند.

- پلاستیک تقویت‌شده با الیاف شیشه می‌تواند ورق نازک چقرمه^۱ با انعطاف‌پذیری محدود ایجاد کند.

۳-۴-۱۲ مصالح ورقی مصنوعی

توصیه می‌شود که هنگام استفاده از مصالح ورقی مصنوعی، به نکات زیر توجه شود:

- مصالح ورق مصنوعی (مطابق با ردیف ب زیربند ۱۲-۲)، ممکن است برای مقاومت به آسیب‌های مکانیکی در مناطق پرخطر به‌عنوان جایگزین روکش‌های ورقی فلزی روی لوله‌ها، مجراها، مخازن و ظروف نیز استفاده شود. توصیه می‌شود که آن‌ها مطابق با دستورالعمل تولیدکنندگان اعمال شوند. توصیه می‌شود که آن‌ها در موارد تماس با سطوح داغ، اعمال نشوند؛ برای مثال در پایان‌یابی‌ها، پلاک‌های نام یا در اطراف محل‌های نفوذ عایق‌کاری که بالاتر از حداکثر دماهای توصیه‌شده توسط تولیدکنندگان است.

یادآوری - این مصالح می‌توانند به‌عنوان روکش برای درزگیری اطراف پیکربندی‌های پیچیده موثر باشند.

- ورق پلی‌اتیلن کلرو سولفوناته که انعطاف‌پذیر است و ممکن است روی عایق انعطاف‌پذیر اعمال شود.

- پلاستیک تقویت‌شده با الیاف شیشه پخت‌شده با پرتو فرابنفش می‌تواند ورق نازک چقرمه با انعطاف‌پذیری محدود ایجاد کند.

- چندلایه‌های فویل آلومینیمی به‌شکل ورق یا خودچسب ممکن است به‌عنوان سدگر بخار استفاده شوند.

۴-۴-۱۲ محلول‌ها و پراکنش‌های مایع

توصیه می‌شود که هنگام استفاده از محلول‌ها و پراکنش‌های مایع، به نکات زیر توجه شود:

- محلول‌ها یا پوشش‌های پراکنشی ممکن است برای حفاظت مکانیکی یا به‌عنوان مقاوم به آب و هوا استفاده شوند. همچنین ممکن است هنگام اعمال روی پرداخت‌های ذکرشده در ردیف ث زیربند ۱۲-۲، برای اهداف تزئینی خودرنگ باشند. در روش جایگزین، آن‌ها ممکن است روی مصالح ورقی از نوع توصیف‌شده در ردیف ج زیربند ۱۲-۲ اعمال شوند.

یادآوری ۱- آن‌ها ممکن است ترکیبات قیری یا پلاستیکی پلیمری باشند که قوام آن‌ها، از «ماستیک ویسکوز بسیار پرشده طراحی‌شده برای اعمال با ماله» تا «مایع متحرک برای اعمال با برس یا تفنگ افشانه» متفاوت است.

- توصیه می‌شود که پراکنش‌ها/محلول‌های آبی در حلال‌های آلی، با برس یا تفنگ افشانه اعمال شوند.

1- Tough

یادآوری ۲- پس از خشک شدن، پراکنش‌های آبی می‌توانند فیلم‌هایی با تراوایی بخار آب (به اصطلاح «پوشش‌های تنفسی») ایجاد کنند؛ در حالی که محلول‌های موجود در حلال‌های آلی می‌توانند فیلم‌های خشک با تراوایی کم را ایجاد کنند.

یادآوری ۳- ضخامت می‌تواند مطابق با درجه حفاظت لازم تغییر کند، اما ضخامت فیلم‌های خشک نهایی برای بیشتر پوشش‌های عادی احتمالاً حدود ۱ mm یا کمتر است. ماستیک‌ها، که محصولات خمیری سنگین از نوع آسفالتی، قیری یا آمیزه‌های پلاستیکی پلیمری هستند؛ عمدتاً به‌عنوان پوشش‌های با «ساختار بالا»^۱ و ضخامت بیشتر از ۱ mm استفاده می‌شوند. تمام آن‌ها ممکن است با الیاف معدنی کوتاه مصنوعی تقویت شوند تا دوامی بیشتر داشته باشند.

- برای پرداخت کاری با مقاومت بسیار بالا به آب و هوا، توصیه می‌شود که مواد پرداخت کاری در دو لایه با همراه با تقویت‌کننده شبکه‌باز اعمال شوند؛ تا ضخامت خشک نهایی ۱ mm تا ۲ mm به دست آید. توصیه می‌شود که دو لایه رنگ‌هایی متفاوت داشته باشند، تا اعمال صحیح را نشان دهند.

یادآوری ۴- گستره وسیعی از پرداخت‌های ورقی محافظ انعطاف‌پذیر بر اساس برخی از شکل‌های فرآورده‌های نساجی (مانند منسوج شیشه‌ای بافته یا منسوج پنبه‌ای) وجود دارد (به ردیف ج زیربند ۱۲-۲ مراجعه شود).

۱۲-۴-۵ پوشش‌های پلیمری

توصیه می‌شود که هنگام استفاده از پوشش‌های پلیمری، به نکات زیر توجه شود:

- پوشش‌های پلیمری مانند سیلیکون‌ها و پلیمرهای اصلاح‌شده با سیلان ممکن است هم به‌صورت اعمال‌شده در محل و هم به‌صورت پیش‌اعمال‌شده در کارخانه بدون کرباس تقویت‌کننده باشند و می‌توانند برای گستره‌ای وسیع از دماهای سرد و گرم استفاده شوند. از آنجا که ممکن است هم برای اتصال‌دهی و هم برای پوشش کاری استفاده شوند، امکان اعمال بدون چسب‌ها و نوارهای اتصال‌دهی ثانویه را فراهم می‌آورند؛ و بنابراین پرداخت پیوسته در سراسر محل‌های اتصال را ممکن کرده و خطر وقوع خرابی در درزگیری را کاهش می‌دهند. آن‌ها همچنین ممکن است برای پوشاندن سطوح نامنظم (شامل خم‌ها) استفاده شوند.

یادآوری - انعطاف‌پذیری دائمی و خواص ازدیاد طول، به آن‌ها اجازه می‌دهد تا برای پایانی‌ها استفاده شوند و درجه‌ای از انقباض/انقباض گرمایی را جذب کنند.

- آن‌ها به‌طور کلی محصولات بدون حلال هستند، و بنابراین باید از جمع‌شدگی و سخت شدن ناشی از پیرشدگی پرهیز شود.

۱۲-۴-۶ مخلوط‌های خشک که با آب به قوام خمیری می‌رسند

توصیه می‌شود که هنگام استفاده از مخلوط‌های خشک که با آب به قوام خمیری می‌رسند، به نکات زیر توجه شود:

- مخلوط‌های خشک که به قوام خمیری می‌رسند، ممکن است برای پوشاندن سطوح نامنظم (شامل خم‌ها)، برای کارهای گرم و به‌عنوان پرکننده محل اتصال استفاده شوند. آن‌ها ممکن است با فلزات انبساطی یا نمد شیشه‌ای بافته تقویت شوند.
- توصیه می‌شود که آن‌ها، درجا خشک شوند.

۷-۴-۱۲ منسوج بافته یا کشباف

توصیه می‌شود که هنگام استفاده از منسوج‌های بافته یا کشباف، به نکات زیر توجه شود:

- مصالح ورقی انعطاف‌پذیر از نوع آمیزه پلیمری آلی (مانند پلی‌وینیل کلرید انعطاف‌پذیر یا پلی‌پروپیلن) ممکن است به‌عنوان پرداخت‌های خشک یکپارچه روی قطع لوله پیش‌شکل‌داده شده استفاده شوند. توصیه می‌شود که آن‌ها با چسب به سطح بیرونی مواد عایق‌کاری محکم شوند. آن‌ها همچنین ممکن است به‌عنوان پوشش بیرونی برای بهبود وضعیت ظاهری نهایی ماده عایق‌کاری استفاده شوند.

- پس از اعمال روی سطح ماده عایق‌کاری، منسوج نساجی بافته یا کشباف ممکن است به‌وسیله برس‌کاری یا افشانه پلاستیکی با یک پوشش پلاستیکی پلیمری عمل‌آوری شود. این پوشش می‌تواند هم به‌عنوان چسب و هم به‌عنوان پرداخت تزئینی خودرنگ عمل کند.

۵-۱۲ پرداخت‌کاری برای کارِ سرماسازی

در مواردی که پرداخت انتخاب‌شده به‌عنوان سدگر بخار ناکافی است، توصیه می‌شود که یک لایه درزگیر بخار اضافی اعمال شود.

برای پرداخت‌های ورقی خشک، توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال و هم‌پوشانی‌ها درزگیری شوند. در مورد انتخاب و روش اعمال ماده سدگر بخار، توصیه می‌شود که با تولیدکنندگان مربوط مشورت شود (به بند ۱۱ مراجعه شود).

۶-۱۲ پرداخت‌کاری برای بهبود خواص حفاظت از آتش

یادآوری- بسیاری از پرداخت‌ها (مانند منسوج شیشه‌ای، روکش فلزی و منسوج معدنی با روکش فویل) در استفاده معمولی احتراق‌ناپذیر هستند. این‌ها درجه‌ای مناسب از حفاظت از آتش را تأمین می‌کنند، اما نمی‌توانند از دخالت مواد احتراق‌پذیر در حریق ایجادشده یا تولید دود در مراحل اولیه آتش جلوگیری کنند؛ بنابراین برای وسایل فرار ایجاد مانع کرده و برای آتش‌نشانی خطر ایجاد می‌کنند. ترکیبات مقاوم به روغن اغلب برای حفاظت از مواد عایق‌کاری در مقابل سرریز مایعات اشتعال‌پذیر استفاده می‌شوند، که می‌توانند در مواد متخلخل جذب شوند و در نتیجه خطر آتش‌سوزی را ایجاد کنند.

۱-۶-۱۲ توصیه می‌شود که پرداخت‌ها، سطحی مناسب از عملکرد درمقابل آتش و دود را برای مکان‌ها، محیط‌ها و خطرات آتش‌سوزی که احتمال در معرض قرارگیری آن‌ها هست، نشان دهند. توصیه می‌شود که به مناطق دور از خطر آتش‌سوزی مانند راه‌های فرار و حفره‌های سقفی توجه شود.

توصیه می‌شود که انتخاب، ماندگاری اثربخشی و روش اعمال، با تولیدکنندگان مشورت شود (به زیربند ۷-۹ مراجعه شود).

یادآوری - نتایج حاصل از آزمون گسترش سطحی شعله، برای پرداخت اعمال شده یکسان، بسته به سامانه عایق مورد استفاده در عمل تغییر می‌کند. راهنمای عمومی در مورد اثر مشخصه‌های گرمایی بر عملکرد مجموعه‌های مونتاژ شده در پیوست B استاندارد BS 476-6: 1989+A1، و پیوست B استاندارد BS 476-7: 1997 ارائه شده است.

۱۲-۶-۲ در مقایسه با روکش آلومینیمی که در آن خطر آتش‌سوزی به دلیل نقطه ذوب پایین آلومینیم وجود دارد، توصیه می‌شود که استفاده از روکش فولادی اولویت داشته باشد.

۱۲-۷ پرداخت کاری برای استفاده روی لوله‌ها در فضاهای بسته، مجراها، متروها و زیر ساختمان‌ها

توصیه می‌شود که پرداخت‌ها، از موارد توصیه شده در زیربند ۱۲-۴ انتخاب شوند (به استانداردهای EN 13599 و EN 13941 مراجعه شود). توصیه می‌شود که خطر آتش‌سوزی و دود ارائه شده به وسیله برخی از پرداخت‌ها ارزیابی و مدون شود؛ به ویژه هنگامی که از مجراها برای عبور هوا یا از متروها به عنوان وسیله‌ای برای فرار کارکنان استفاده می‌شود.

۱۲-۸ عمل آوری نهایی پرداخت کاری

۱۲-۸-۱ کلیات

در صورت لزوم، توصیه می‌شود که نیاز به عمل آوری اضافی برای پرداخت‌های توصیه شده در زیربند ۱۲-۵ ارزیابی و مدون شود؛ برای مثال، برای اهداف شناسایی، ادغام رنگ با محیط یا تامین مقاومت بیشتر به خوردگی و مواد شیمیایی.

۱۲-۸-۲ پوش رنگ کاری

یادآوری - تمایز بین پوش رنگ‌ها، پوشش‌های پلیمری و ماستیک‌ها در درجه اول، قوام اعمال و ضخامت فیلم خشک است. پوش رنگ‌ها عموماً سیال‌تر و دارای «ضخامت قابل اعمال»^۱ کمتر از پوشش‌های پلاستیکی پلیمری و ماستیک‌ها هستند؛ اما به طور گسترده‌ای برای تامین حفاظت بیشتر، ایجاد سطح بیرونی صاف و بهبود وضعیت ظاهری نهایی استفاده می‌شوند.

۱۲-۸-۲-۱ پوش رنگ کاری به عنوان پرداخت نهایی

توصیه می‌شود که اعمال پوش رنگ یا پوشش، مقاومت آن به آتش را کاهش ندهد.

اگر سطح پوش رنگ کاری شده تا دمای 150°C یا بالاتر گرم می‌شود، توصیه می‌شود که هیچ پوش رنگ آلومینیمی، صرف نظر از پایه آن، در جوه‌های اشتعال پذیر استفاده نشود.

یادآوری - در زیر این دما، پوش رنگ آلومینیمی ممکن است روی فلزات آهنی استفاده شود؛ حتی هنگامی که جو اطراف آن اشتعال پذیر باشد.

۱۲-۸-۲-۲ کاربردهای فضای داخل

یادآوری- از پوش‌رنگ ممکن است برای پرداخت‌های داخلی برای تامین سطح صاف استفاده شود و می‌تواند برای شناسایی محتویات لوله‌ها به وسیله رنگ نیز به کار رود (به BS 1710 مراجعه شود). پوشش‌های رنگی نیز موجود است. ترکیب‌های با گیرش سخت، سیمان خودگیرش، اندود گچی و تمام منسوج‌های بافته که به‌طور مستقیم روی مواد عایق‌کاری اعمال می‌شوند، ممکن است یک لایه اولیه آهار یا پوشش امولسیون کوپلیمری دریافت کنند؛ و توصیه می‌شود که قبل از اعمال پوش‌رنگ، در حداقل دو لایه، خشک شوند.

۱۲-۸-۲-۲ کاربردهای فضای آزاد

یادآوری ۱- پوش‌رنگ‌ها یا پوشش‌های پلیمری ممکن است برای مقاصد تزئینی و محافظ اعمال شوند.

توصیه می‌شود که از پوش‌رنگ‌های برپایه قیر روی پرداخت‌های قیری مقاوم به آب و هوا (شامل کرک سقفی)، با استفاده از یک لایه میانی درزگیر آلومینیمی حاوی پرک آلومینیم استفاده شود. برای پرداخت‌های سیمانی خودگیرش به دلیل واکنش قلیایی احتمالی، توصیه می‌شود که از آسترهای پلیمری استفاده شود (به زیربندهای ۳۰-۴-۳ و ۳۱-۴-۲ مراجعه شود).

یادآوری ۲- پوش‌رنگ‌های برپایه لاستیک کلردار، رزین اپوکسی یا پلی‌یورتان حفاظتی خوب را برای بسیاری از پرداخت‌های عایق، به‌ویژه در جوهای خورنده، تامین می‌کنند.

یادآوری ۳- آلومینیم و فولاد کم‌کربن گالوانیزه ممکن است قبل از اعمال لایه‌های زیرین پوشش و پوش‌رنگ‌های براق، به آستری نیاز داشته باشند.

۱۲-۹ شناسایی محتوای یک سامانه عایق

توصیه می‌شود که روش‌های شناسایی خطوط لوله و سرویس‌ها مطابق با استاندارد BS 1710 باشد.

یادآوری- استاندارد BS 1710 مثال‌هایی از شناسایی رنگ را ارائه می‌دهد و روش‌هایی را برای گنجاندن رنگ زمینه در مواردی مانند تسمه‌ها و نشانه‌های جهت جریان پیشنهاد می‌کند.

۱۳ انتخاب سامانه‌های عایق‌کاری گرمایی**۱۳-۱ کلیات**

توصیه می‌شود که اجزای سامانه‌های عایق‌کاری برای لوله‌کشی به سطوح تخت (مانند مجراهای هوا، دودکش‌های گاز، دیواره‌های اجاق‌های خشک‌کن، دیواره‌های دیگ‌های بخار بزرگ)، و لوله‌کشی به ظروف، مخازن و سطوح انحنادار بزرگ، منطبق بر الزامات خاص استفاده باشند.

برای مثال، انواع مختلف سامانه عایق ممکن است برای کاربردهای زیر موردنیاز باشند و توصیه می‌شود که برای استفاده‌های موردنظر طراحی شوند:

الف- سرمایش؛

- ب- آبرسانی خنک و سرد، مصارف صنعتی؛
- پ- گرمایش مرکزی، تهویه مطبوع و آبرسانی گرم و سرد خانگی؛
- ت- لوله کشی و تجهیزات فرایندی گرم/داغ؛
- ث- لوله کشی و تجهیزات فرایندی سرد؛
- ج- سامانه‌های عایق کاری دو دمایی، مانند سرمایش و گرمایش به صورت چرخه‌ای؛ و
- چ- سامانه‌های عایق کاری سیال انتقال گرما.

۱۳-۲ بازده بهینه

توصیه می‌شود که طراح سامانه عایق گرمایی، در عین حال که هرگونه محدودیت از طرف خریدار/کاربر نهایی را در نظر می‌گیرد، اطمینان حاصل کند که بازده بهینه از تمام اجزا حاصل شود. توصیه می‌شود که کنترل کیفیت در تمام مراحل تولید مواد و در تمام مراحل انبارش و اعمال آن‌ها در محل وجود داشته باشد.

یادآوری- عمر موردنیاز سامانه‌های عایق بر هزینه سالانه و در نتیجه ضخامت محیط اثر می‌گذارد. اگر تاسیسات فقط عمری کوتاه داشته باشد، ممکن است یک سامانه عایق ارزان قیمت کافی باشد. اگر تاسیسات عمری بیشتر داشته باشد، یک سامانه عایق گران تر با عمر بیشتر می‌تواند مقرون به صرفه باشد.

در صورتی که الزامات فنی اعمال برآورده شود، توصیه می‌شود که هزینه کل (جدا از هزینه اولیه) در طول عمر عایق به عنوان عامل اصلی در نظر گرفته شود (برای ضخامت زیست محیطی به زیربند ۳-۴ مراجعه شود).

۱۳-۳ وسعت سامانه عایق

توصیه می‌شود که یک سامانه عایق گرمایی، شامل موارد زیر باشد:

- الف- ملحقیات به سطحی که قرار است عایق شود؛
- ب- حفاظت اولیه از سطحی که قرار است عایق شود (به بند ۸ مراجعه شود)؛
- پ- وسایل محکم سازی سامانه عایق روی ملحقیات یا به طور مستقیم روی سطح؛
- ت- انواع و ضخامت مواد عایق کاری مورد استفاده؛
- ث- سدگر بخار؛
- ج- مواد تقویت کننده؛
- چ- حفاظت در مقابل آب و هوا؛
- ح- حفاظت در مقابل آسیب مکانیکی.

۱۳-۴ عوامل تعیین کننده**۱۳-۴-۱ دما**

توصیه می‌شود که عایق گرمایی روی تاسیساتی که در دماهای زیر نقطه شبنم هوای اطراف کار می‌کنند، قبل و بعد از اعمال خشک نگه‌داشته شود. توصیه می‌شود که از سدگر بخار استفاده شود. برای دماهای بالا، توصیه می‌شود که ماده عایق کاری در بالاترین دما تحت شرایط سرویس مقاوم باشد.

۱۳-۴-۲ پایداری مکانیکی

توصیه می‌شود که در هر زمان، سامانه عایق، مقاوم به ارتعاش، آسیب مکانیکی و حرکت گرمایی باشد و توصیه می‌شود که اثربخشی و ثبات خود در سرویس را حفظ کند.

توصیه می‌شود که سامانه عایق، شامل ماده عایق، روش تثبیت و مواد پرداخت کاری، بتواند در طول عمر طراحی خود سرویسی موثر را ارائه دهد.

یادآوری- این موضوع برای تاسیسات خاص که دسترسی به کار تعمیراتی در آن دشوار است، از اهمیتی ویژه برخوردار است.

۱۳-۴-۳ مقاومت به تخریب

توصیه می‌شود که سامانه عایق، مقاوم به تخریب در شرایط مختلف (مانند پرتو فرابنفش، رطوبت، آتش، تهاجم شیمیایی، جانوران موذی، تهاجم میکروبیولوژیکی) باشد.

۱۳-۴-۴ بازده گرمایی

توصیه می‌شود که محاسبات طراحی و ارزیابی بازده گرمایی برای سامانه عایق کامل اعمال شود. توصیه می‌شود که اطلاعات تولیدکننده در مورد عملکرد محصول تحت شرایط طراحی تعیین شده در بند ۵ در مورد مواد عایق اعمال شود. توصیه می‌شود که طراح از بازده سامانه عایق کامل اطمینان حاصل کند. توصیه می‌شود که اثر نفوذهایی مانند ترموکوپل‌ها، راه‌های نفرو، تکیه‌گاه‌های حایل جرنقیل و راهروها و هرگونه پل گرمایی مانند تکیه‌گاه‌های روکش کاری، ارزیابی و در نظر گرفته شوند. اثرات محل‌های اتصال، لایه‌ها و نقاط پایان‌یابی عایق نیز به دلیل اثر آن‌ها بر بازده باید ارزیابی شوند.

۱۳-۴-۵ نوع و ابعاد تاسیسات مورد عایق کاری

توصیه می‌شود که سامانه عایق باتوجه به سازگاری آن با اندازه، پیچیدگی و پیکربندی تاسیسات انتخاب شود. توصیه می‌شود که برای مناطق مسطح بزرگ تمهیداتی خاص در نظر گرفته شود؛ به‌ویژه هنگامی که دمای بالا می‌تواند باعث حرکت‌های گرمایی گسترده شود.

۱۳-۴-۶ سازگاری اجزای سامانه عایق کاری

توصیه می‌شود که چسب‌ها و ترکیبات پرداخت کاری که با سایر مواد موجود در سامانه عایق سازگار نیستند، استفاده نشوند؛ زیرا باعث خوردگی یا خرابی مواد می‌شوند.

علاوه بر این، توصیه می‌شود که از سایر مشکلات خوردگی (مانند کنش الکتروشیمیایی بین فلزات نامشابه در شرایط رطوبت بالا) پرهیز شود.

۷-۴-۱۳ وزن کل سامانه عایق‌کاری

توصیه می‌شود که وزن کل سامانه عایق در مرحله طراحی محاسبه شود؛ تا از تامین تکیه‌گاه کافی اطمینان حاصل شود.

۸-۴-۱۳ فضای سامانه عایق‌کاری

توصیه می‌شود که حین طراحی تاسیسات فضای کافی تامین شود، تا بتوان سامانه عایق انتخاب‌شده را به‌درستی نصب و در ضخامت تعیین‌شده نگه داشت.

۹-۴-۱۳ خطر احتمالی برای بهداشت

توصیه می‌شود که اطمینان حاصل شود که سامانه عایق انتخاب‌شده ایمن است و نیاز به حذف بعدی عایق را شامل می‌شود. توصیه می‌شود که ارزیابی بر اساس برگه مشخصات ایمنی و بهداشت کارخانه تولیدکننده برای تمام مواد انجام شود.

یادآوری - به استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۷۲ مراجعه شود.

هشدار - انواعی خاص از مواد عایق لیفی، به‌ویژه آزیست‌ها و الیاف نسوز سرامیکی و برخی سنگ‌دانه‌های پودری نرم (مانند سیلیس بلوری)، هنگام استنشاق در ریه‌ها می‌توانند برای سلامتی خطرناک باشند.

۱۰-۴-۱۳ خطرات خوردگی

برای به حداقل رساندن خطر خوردگی لایه زیرین، توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی اتخاذ شود (به بند ۸ مراجعه شود). توصیه می‌شود که خطر خوردگی باتوجه به شرایط عملیاتی و زیست‌محیطی، نوع سطح مورد عایق‌کاری و نوع عایق شامل پرداخت‌های حفاظتی ارزیابی شود.

یادآوری - مواد عایق‌کاری ممکن است حاوی نمک‌های محلول باشند.

۱۱-۴-۱۳ خطر آتش‌سوزی

شرایط عملیاتی، شرایط زیست‌محیطی و سامانه عایق به‌عنوان یک واحد کامل، شامل مواد جانبی و پرداخت‌ها، (به استانداردهای BS 5422 و BS 5908 مراجعه شود) توصیه می‌شود که از نظر خطرات آتش‌سوزی ارزیابی شوند و اقدامات احتیاطی مطابق با آن اتخاذ شود.

۱۲-۴-۱۳ جنبه‌های زیست‌محیطی

یادداشت زیربند ۱۳-۴-۱۲:

تمام محصولات عایق گرمایی به‌دلیل صرفه‌جویی در مصرف سوخت که ناشی از استفاده از آن‌ها است، مزایایی زیاد برای محیط زیست دارند.

مصرف منابع و انرژی و متعاقب آن انتشار آلاینده‌های همراه با یک محصول معمول در کاربرد گرمایش و تهویه در طول چرخه عمر آن معمولاً فقط کسری کوچک (٪ ۰٫۱ تا ٪ ۰٫۰۱) از مصرف آن است.

مراحل چرخه عمر یک محصول عایق که حین آن منابع مصرف می‌شود شامل پیش‌تولید، تولید، نصب، تحویل به محل، نصب و نگهداشت و پایان عمر می‌شود.

یادآوری ۱- تجزیه و تحلیل چرخه عمر سامانه عایق ممکن است به‌عنوان بخشی از ارزیابی زیست‌محیطی در نظر گرفته شود (به استاندارد BS 5422 مراجعه شود).

یادآوری ۲- بر اساس مدارک و مقررات مراجع ذیصلاح، استفاده از کلروفلئوروکربن (CFC) و هیدروکلروفلئورو-کربن (HCFC) در تولید عایق‌های گرمایی مجاز نیست.

توصیه می‌شود که تمام عایق‌ها و مواد جانبی مطابق با دستورالعمل تامین‌کنندگان، با در نظر گرفتن برگه مشخصات بهداشتی و ایمنی آن‌ها، اعمال شوند. در مورد مواد جامد، توصیه می‌شود که با نگهداشت فعال، از پخش شدن غبار و واریزه‌های حاصل از برش جلوگیری شود. توصیه می‌شود که کیت‌های سرریز، برای کنترل و مدیریت سرریز مایعات و جلوگیری از ورود آن‌ها به سامانه‌های زهکشی، در دسترس باشند. توصیه می‌شود که تمام مواد پسماند، از جمله بسته‌بندی و محفظه‌ها، دفع شوند.

بخش ۳: ملاحظات میدانی

۱۴ مبنا و روش ارائه برنامه زمانی کار برای توافق بین خریدار/کاربر نهایی و پیمانکار

۱-۱۴ توصیه می‌شود که قبل از شروع کار در محل اجرا، خریدار (که می‌تواند مشتری، پیمانکار اصلی یا پیمانکاران فرعی باشد)، برنامه‌ای واضح را برای پیمانکار اجرای عایق کاری تهیه کند. این برنامه باید زمان در دسترس بودن محل اجرا و تاریخ تکمیل هر بخش از کار مشخص کند، تا زمان کافی برای تجهیز کارگاه با مواد و کارکنان مناسب فراهم شود. توصیه می‌شود که در مرحله اعلام، خریدار/کاربر نهایی هرگونه شرایطی خاص که وجود دارد را مشخص کند. توصیه می‌شود که پیمانکار مدرکی مشابه را به خریدار/کاربر نهایی ارائه دهد که تضمین‌کننده تاریخ‌های برنامه‌ای توافق شده و در دسترس بودن مواد و نیروی کار کافی است. اگر تاریخ‌های اولیه برنامه بعداً توسط خریدار/کاربر نهایی اصلاح شود، توصیه می‌شود که فوراً به پیمانکار اطلاع داده شود؛ تا اجرای کار را مطابق با ترتیب لازم تنظیم کند. اگر پیمانکار نتواند برنامه را رعایت کند، توصیه می‌شود که در اسرع وقت به خریدار/کاربر نهایی اطلاع دهد.

۲-۱۴ توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی و پیمانکار مسئولیت‌های خود را در مورد تامین یا اعمال ملحقات محکم‌سازی عایق و آماده‌سازی موردنیاز سطوح (مانند حذف روغن، چربی و زنگ‌زدگی، پوش‌رنگ، اعمال ملحقات محکم‌سازی قبل از تنش‌زدایی) ارزیابی و مدون کنند.

۳-۱۴ در مواردی که نواحی مورد عایق کاری تاسیسات قرار است برای مدتی برهنه بمانند (برای مثال، به منظور پیش‌بینی برای بازرسی یا آزمون‌هایی که بعداً انجام می‌شود)، توصیه می‌شود که این موضوع در مرحله مناقصه به پیمانکار ذکر شود. توصیه می‌شود که پایان‌یابی‌های موقت در سامانه عایق درزگیری شوند. توصیه می‌شود که قبل از شروع کار در محل اجرا، خریدار/کاربر نهایی جزئیات دقیق این موارد را در اختیار پیمانکار قرار دهد.

۴-۱۴ در مواردی که اعمال رضایت‌بخش مواد عایق و پرداخت می‌تواند به شرایط آب‌وهوایی (شامل یخبندان، باران، دمای هوای محیط و رطوبت) بستگی داشته باشد، توصیه می‌شود که محل کار حفاظت شود و از دستورات عمل نصب سازندگان استفاده شود. اقدامات حفاظتی باید با خریدار/کاربر نهایی توافق شود.

۵-۱۴ برای این که پیمانکار به صورت کارآمد و اقتصادی عمل کند، توصیه می‌شود که بخش‌های تکمیل‌شده تاسیسات برای نصب عایق اختصاص داده شود و توصیه می‌شود که هرگونه محدودیت دسترسی اطلاع داده شود.

۶-۱۴ توصیه می‌شود که مناقصه پیمانکار و استعلام بعدی خریدار/کاربر نهایی دارای شرحی واضح از وسعت کار تحت پوشش قرارداد باشد. اگر از پیمانکار در محل اجرا خواسته شود تا کاری را خارج از حدود قرارداد انجام دهد، توصیه می‌شود که بحث فوری در مورد مسئولیت با خریدار/کاربر نهایی انجام شود. توصیه می‌شود که تا زمانی که دستورالعمل کتبی برای پیمانکار عایق کاری صادر نشده باشد، کارهای اضافی انجام نشوند. توصیه می‌شود که هرگونه هزینه اضافی، در همان زمان مورد توافق قرار گیرد.

۷-۱۴ اگر از پیمانکار خواسته شود که کار قبلی را تعمیر یا اصلاح کند، توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی و پیمانکار فوراً با رویه‌ای برای انجام کارهای اضافی توافق کنند. مرسوم است که کارهای اضافی از این نوع بر اساس قراردادهای «زمان و مواد»^۱ اجرا شود. در صورت اتخاذ این روش، توصیه می‌شود که پیمانکار برگه‌های هفتگی را ارائه دهد تا توسط خریدار/کاربر نهایی تایید شود. توصیه می‌شود که برگه‌های «زمان و مواد» شامل شرح کار انجام‌شده، همراه با جزئیات دقیق مواد مورد استفاده و ساعت‌های کار باشد.

۸-۱۴ توصیه می‌شود که قبل از شروع کار در محل اجرا، خریدار/کاربر نهایی و پیمانکار در مورد مقدار یک هفته کاری قراردادی، شرایط کار برای کارکنان و سایر مواردی که بر حفظ برنامه‌های تاییدشده قبلی اثر می‌گذارد، توافق کامل داشته باشند.

۹-۱۴ در مورد نیاز به کار تکمیل‌شده و حفاظت از آن پس از واگذاری، توصیه می‌شود که بین خریدار/کاربر نهایی و پیمانکار توافق شود.

^۱ - Time and material

یادآوری - هنگام اتمام فعالیت‌هایی مانند راه‌اندازی و برچیدن داربست، ممکن است مشکلاتی به‌وجود آید که به سامانه عایق کامل‌شده آسیب برساند.

۱۵ بسته‌بندی و حمل‌ونقل به محل اجرا

۱-۱۵ روش‌های بسته‌بندی

توصیه می‌شود که مواد عایق‌کاری در کارتن‌ها، جعبه‌ها، کیسه‌ها یا لفاف پیچی با فیلم جمع‌شونده بسته‌بندی شوند، تا آسیب‌های مکانیکی به حداقل برسد و از آلودگی جلوگیری شود.

۲-۱۵ حفاظت درمقابل خردشوندگی

توصیه می‌شود که انباشتن عایق بسته‌بندی‌شده مطابق با ماهیت مواد و توصیه‌های تولیدکننده محدود شود (به زیربندهای ۱۷-۳، ۱۷-۴، ۱۷-۵ و ۱۷-۶ مراجعه شود).

۳-۱۵ بسته‌بندی ترکیبات خمیری و ترکیبات پرداخت‌کاری و سیمان‌ها

توصیه می‌شود که بسته‌بندی ترکیبات خمیری با در نظر گرفتن حجم مواد انجام شود، تا اطمینان حاصل شود که اندازه کیسه‌ها برای انجام جابجایی مناسب است.

۴-۱۵ روش‌های شناسایی بسته‌بندی‌ها

توصیه می‌شود که تمام شکل‌های بسته‌بندی مواد عایق‌کاری با دقت نشانه‌گذاری شوند. توصیه می‌شود که نشانه‌گذاری، نوع مواد و اندازه، ضخامت، کیفیت و کمیّت موجود در هر بسته را نشان دهد. در صورت الزام توسط خریدار/کاربر نهایی، توصیه می‌شود که مرجع شناسایی تولیدکننده ارائه شود.

در صورت الزام توسط خریدار/کاربر نهایی، توصیه می‌شود که بسته‌ها نشانه‌گذاری شوند تا بخشی خاص از تاسیسات که محتویات نشانه‌گذاری روی آن اعمال می‌شود را نشان دهد. توصیه می‌شود که تمام بسته‌ها، به‌وضوح شماره قرارداد خریدار/کاربر نهایی و شماره شناسایی تأمین‌کننده را نشان دهند. در صورت امکان، توصیه می‌شود که هر محموله به‌راحتی با استفاده از نام گیرنده و فرستنده قابل شناسایی باشد.

توصیه می‌شود که وزن کل مواد در بیرون بسته‌ها ثبت شود تا پیمانکار بتواند الزامات جابجایی دستی یا مکانیکی را به‌طور مناسب ارزیابی کند.

توصیه می‌شود که محصولات منطبق بر استاندارد ملی/بین‌المللی مربوط باشند (برحسب کاربرد به جدول‌های ۱ تا ۴ مراجعه شود).

۱۶ نیروی کار و نظارت

توصیه می‌شود که پیمانکار، نیروی کار آموزش‌دیده و ماهر در استفاده و اعمال مواد و تجهیزات موردنیاز خود برای قراردادی خاص را تامین کند. در مرحله استعلام، توصیه می‌شود که خریدار هرگونه شرایط خاص کاری که شناخته شده است را نشان دهد.

هنگام صدور استعلام، توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی، سطح و روش نظارت مورد انتظار از پیمانکار را ذکر کند.

۱۷ تامین فضای انبارش، حفاظت و ایمنی حین انبارش

۱-۱۷ به منظور انبارش عایق و مواد جانبی، توصیه می‌شود که فضایی برای پیمانکار تامین شود.

۲-۱۷ توصیه می‌شود که تمام مواد در یک فضای خشک سربسته نگهداری شوند. در صورت وجود الزامات خاص، توصیه می‌شود که از دستورالعمل انبارش تولیدکننده پیروی شود.

۳-۱۷ توصیه می‌شود که گردش موجودی^۱ طوری انجام شود که اولین ماده تحویل شده به محل اجرا، اولین ماده‌ای باشد که استفاده می‌شود (FIFO)^۲.

۴-۱۷ توصیه می‌شود که کارتن‌ها یا بسته‌های حاوی عایق دالی، روی سطح تخت نگهداری شوند.

۵-۱۷ توصیه می‌شود که کیسه‌های حاوی عایق تشکی مطابق با دستورالعمل تولیدکننده روی هم چیده شوند.

یادآوری - باتوجه به زیربندهای ۳-۱۷، ۴-۱۷ و ۵-۱۷، به منظور جلوگیری از آسیب به لایه‌های پایین، ارتفاع انباشته محدود می‌شود.

۶-۱۷ توصیه می‌شود که فلز ورقی بسته به نوع امکانات جابجایی در انبارها به صورت ورق، کلاف یا پشته^۳ تحویل داده شود. توصیه می‌شود که اولین لایه ورق‌ها از نیم تن فراتر نرود یا توصیه می‌شود که اولین پشته روی تخته پالت چیده شود. توصیه می‌شود که لایه‌های دوم و بعدی یا پشته‌ها روی تکیه‌گاه الوار چوبی قرار گیرند، و توصیه می‌شود که فاصله بین مراکز الوارها حداکثر ۶۰۰ mm باشد.

۷-۱۷ توصیه می‌شود که لبه‌های ورق حداقل ماهانه بررسی شود تا تغییر یا نبود تغییر رنگ مشخص شود. اگر تغییر رنگ رخ داده باشد، توصیه می‌شود که وجوه ورق‌ها را بررسی کرده و در صورت لزوم، آن‌ها را خشک کرده و دوباره روی هم چید.

۸-۱۷ اگر انبارش برای بیش از سه ماه در نظر گرفته می‌شود، توصیه می‌شود که قبل از انبارش، برای توصیه‌هایی در مورد بسته‌بندی ورق‌ها با تامین‌کننده مشورت شود.

1- Stock rotation

2- Fisrt in first out

3- Stack

۹-۱۷ توصیه می‌شود که چسب‌ها، پوشش‌ها و ماستیک‌ها مطابق با دستورالعمل تولیدکننده، در محیط خشک سربسته نگهداری شوند. توصیه می‌شود که زمان ماندگاری و شرایط انبارش توصیه‌شده، به‌ویژه در مورد چسب‌های دو جزئی، ماستیک‌ها، پوشش‌ها یا سامانه‌های فوم، حفظ شود.

۱۸ تامین برق، آب، نور، گرما و اقامت‌گاه کارکنان

یادآوری - مفاد بند ۱۸ ممکن است باتوجه به شرایط پیمان تغییر کند.

۱-۱۸ برق و آب

توصیه می‌شود که اتصال به منبع تغذیه و تهیه ترانسفورماتور و کابل‌ها توسط پیمانکار اصلی تامین و با هزینه وی انجام شود.

یادآوری - برق و آب معمولا توسط خریدار/کاربر نهایی یا پیمانکار اصلی به‌صورت رایگان تامین می‌شود.

۲-۱۸ نور و گرما

توصیه می‌شود که روشنایی و گرمایش عمومی توسط خریدار/کاربر نهایی یا پیمانکار اصلی تامین شود. تامین روشنایی و گرمایش محلی باید منوط به توافق قبلی باشد. توصیه می‌شود که گرما برای خشک کردن ترکیب خمیری به‌صورت رایگان توسط خریدار/کاربر نهایی یا پیمانکار اصلی تامین شود.

۳-۱۸ اقامت‌گاه و انبار

توصیه می‌شود که دفاتر کارگاه و امکانات انبارش توسط پیمانکار در محلی که توسط پیمانکار اصلی یا خریدار/کاربر نهایی در دسترس قرار گرفته است، تامین شود. توصیه می‌شود که توالت‌ها و امکانات شستشو توسط پیمانکار اصلی یا خریدار/کاربر نهایی ارائه شود. توصیه می‌شود که تامین اقامت‌گاه و انبار در مرحله مناقصه تعیین شود. توصیه می‌شود که امکانات غذاخوری، موضوع هماهنگی قبلی باشد.

۱۹ تامین تجهیزات دسترسی

توصیه می‌شود که در مرحله مناقصه قید شود که چه کسی مسئول تامین تجهیزات دسترسی است.

۲۰ مسئولیت برای ملحقاتی مانند گل‌میخ‌ها و گوه‌ها

توصیه می‌شود که مسئولیت تامین و/یا تثبیت این ملحقات، با توافق در مرحله مناقصه بین پیمانکار عایق کاری و پیمانکار اصلی یا خریدار/کاربر نهایی انجام شود.

۲۱ رعایت ایمنی محل اجرا و مقررات امنیتی

توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی، هرگونه مقررات ایمنی و امنیتی محلی کارگاه را به پیمانکار اطلاع دهد.

اگر کار دیگری در محل در حال انجام است، توصیه می‌شود که یک منطقه امن کار بین پیمانکار اصلی یا خریدار/کاربر نهایی و پیمانکار عایق‌کاری تعیین و توافق شود.

هشدار- در صورتی که محل اجرا دربرگیرنده انبارش و استفاده از مواد عایق‌کاری و مواد جانبی (شامل بسته‌بندی) باشد، امکان وقوع آتش‌سوزی حین کار در محل اجرا وجود دارد.

یادآوری- یادداشت‌های راهنما به وسیله HSE صادر می‌شوند، که به صورت دوره‌ای به‌هنگام می‌شوند و راهنمایی عملی برای بسیاری از جنبه‌های ایمنی آتش‌سوزی ارائه می‌دهند.

۲۲ حفاظت از تجهیزات و سطوح مجاور

توصیه می‌شود که حفاظت از تجهیزات و سطوح، با پیمانکار اصلی توافق شود. توصیه می‌شود که اقلامی که دارای ماهیت شکننده هستند، قبل از اعمال عایق نصب نشوند.

۲۳ پاک‌سازی مواد پسماند از محل اجرا

توصیه می‌شود که مواد پسماند ناشی از عایق‌کاری توسط پیمانکار حذف شود. در صورت لزوم، توصیه می‌شود که پسماندهای عایق تفکیک و عاری از هرگونه آلودگی باشند. توصیه می‌شود که در طول مدت قرارداد، نصب همیشه به صورت تمیز و مرتب انجام شود و به همین ترتیب نیز به پایان برسد.

۲۴ ملاحظات بهداشتی

توصیه می‌شود که پیمانکار عایق‌کاری تمام اقدامات احتیاطی ایمنی لازم را برای مصالح مورد استفاده اتخاذ کند و توصیه می‌شود که در صورت وجود هرگونه خطر بهداشتی، به پیمانکار اصلی یا خریدار/کاربر نهایی اطلاع دهد (به زیربند ۷-۱۱ مراجعه شود).

علاوه بر این، توصیه می‌شود که به تنوع شرایط محیطی محیط زیست نیز توجه شود.

توصیه می‌شود که همیشه به برگه مشخصات بهداشتی و ایمنی تامین‌کننده مراجعه شود.

بخش ۴: روش‌های اعمال

۲۵ روش‌های اعمال و ملاحظات عملی

۱-۲۵ توصیه می‌شود که مواد عایق‌کاری، در انبار و حین نصب خشک نگه داشته شوند.

۲-۲۵ به غیر از برخی مصالح باربر، توصیه می‌شود که بیشتر انواع مصالح عایق‌کاری هنگام اعمال حمایت^۱ یا تقویت شوند. توصیه می‌شود که آن‌ها به سطحی که قرار است عایق شود نیز محکم شوند.

به این دلایل، در صورت لزوم، قبل از شروع اعمال ماده عایق کاری، توصیه می‌شود که لوازم جانبی تثبیت کننده به لوله کشی یا تجهیزات الصاق شوند.

۲۵-۳ برای حفظ بازده گرمایی سامانه‌های عایق، توصیه می‌شود که تمام مواد عایق کاری (هرچقدر هم که تثبیت شده باشند) در تماس نزدیک با سطوحی که اعمال می‌شوند، باشند؛ مگر این که به طور خاص، فضای هوایی (برای مثال به منظور مقاصد آکوستیک) لازم باشد.

۲۵-۴ در مواردی که عایق اصلی شامل مواد پیش شکل داده شده یا انعطاف پذیر باشد، توصیه می‌شود که تمام لبه‌ها یا انتهاها به صورت لب به لب به هم متصل شده باشند. برای کارهای چند لایه، توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال آرایش متناوب داشته باشند (مطابق با شکل‌های ۱ و ۲).

۲۵-۵ توصیه می‌شود که کار عایق کاری، با تاسیسات بدون بار^۱ انجام شود.

یادآوری- در شرایط خاص، ممکن است انجام نصب با تاسیسات بدون بار عملی نباشد. در این شرایط، ممکن است انجام اقداماتی خاص لازم شود. ممکن است با توصیه تولیدکننده، مواد پرداخت کاری در دماهای سرویس اعمال شود.

۲۵-۶ قبل از شروع هر بخشی از کار عایق کاری روی لوله کشی، ظروف یا مجراکشی، توصیه می‌شود که تمام آویزها، لچکی‌ها، گیره‌های لوله، پیمایش گرمایش و مواردی مانند آن در مکان خود قرار گیرند و توصیه می‌شود که آزمون‌های پذیرش لازم برای مواردی مانند فشار/خلأ انجام شود.

۲۵-۷ توصیه می‌شود که پیوندگاه^۲ بین عایق قابل برداشتن و دائمی طوری تنظیم شود که به راحتی (برای مثال با علائم شناسایی) قابل تشخیص باشد.

۲۵-۸ توصیه می‌شود که طراحی چیدمان تاسیسات و لوله تضمین کننده این باشد که هنگام عایق کاری تاسیسات پیچیده، دسترسی ایمن تامین شود.

۲۵-۹ توصیه می‌شود که طراح تاسیسات حداقل ۵۰ mm فضای آزاد، فراتر از دامنه کامل حرکت گرمایی بین تاسیسات عایق شده و سطوح ساختاری یا سایر سطوح را اجازه دهد. در مواردی که عمق حفاظدار بیش از ۳۰۰ mm باشد، توصیه می‌شود که فضای آزاد کافی برای دسترسی به کار وجود داشته باشد.

۲۵-۱۰ در مواردی که دسته‌هایی از لوله در دیوارها یا سقف‌ها قرار دارند، توصیه می‌شود که طراح توالی تثبیت کاری مواد عایق و پرداخت کاری آن را در نظر بگیرد و توصیه می‌شود که تمام تمهیدات لازم برای اطمینان از امکان اعمال را پیش بینی کند.

۲۶ آماده سازی سطح و لوازم جانبی

یادآوری- لوازم جانبی شامل ملحقات، تکیه‌گاه‌های عایق، وسایل محکم‌ساز و تقویت کننده‌ها است.

1- Off-load

2- Junction

۲۶-۱ توصیه می‌شود که سطوح عایق شده تمیز، خشک و عاری از چربی، خاک، زنگ زدگی، پوسته و هرگونه آلودگی باشند. توصیه می‌شود که سطح، پوشش کاری شود (به بند ۸ مراجعه شود). توصیه می‌شود که این پوشش تا زمانی که همه ملحقات جوشکاری شده در موقعیت خود تثبیت نشده‌اند، اعمال نشود. با این حال، در مواردی که برای جوشکاری ملحقات اضافی قرار است پوشش برداشته شود، توصیه می‌شود که قبل از اعمال عایق، پوشش الزامات را برآورده کند.

۲۶-۲ برای شرایط خاص، توصیه می‌شود که سایر شکل‌های حفاظت از سطح (مانند لفاف پیچی سطوح فولادی زنگ‌نزن آستنیتی با فویل آلومینیمی برای حفاظت به خوردگی تنشی) تامین شود (به زیربند ۸-۴ مراجعه شود).

۲۶-۳ توصیه می‌شود که ارزیابی آماده‌سازی سطح به منظور اعمال پوشش، برحسب کاربرد، مطابق با مجموعه استانداردهای ISO 8501، ISO 8502 و/یا ISO 8503 انجام شود.

۲۷ محکم‌سازها

۱-۲۷ کلیات

۲۷-۱-۱ اگر مواد عایق را نتوان به‌طور مستقیم به سطح عایق کاری محکم کرد، برای مثال، با استفاده از چسب (به زیربندهای ۱-۱۰، ۲-۲۷ و ۳-۲۸ مراجعه شود)، توصیه می‌شود که از نوعی لوازم جانبی مکانیکی برای محکم نگه‌داشتن آن به ملحقات دائمی استفاده کرد. توصیه می‌شود که نوع محکم‌ساز انتخاب شده، با مواد عایق تعیین شده سازگار بوده و مطابق با دستورالعمل تولیدکننده باشد.

یادآوری - سیم‌های بست، سیم‌های مهاربندی، واشرها، گیره‌ها یا مهره‌ها رایج‌ترین محکم‌سازهای مربوط به انواع ملحقات و تکیه‌گاه‌هایی هستند که در زیربندهای ۶-۲۷ و ۷-۲۷ شرح داده شده است.

۲۷-۱-۲ هنگام استفاده از تسمه‌ها، سیم‌ها، سنجاها/آویزها یا سایر وسایل برای محکم‌سازی مکانیکی عایق روی سطح، توصیه می‌شود که اطمینان حاصل شود که سدگر بخار آب آسیب نبیند.

۲۷-۱-۳ توصیه می‌شود که سدگر بخار همیشه حفظ شود و ممکن است برای تامین پیوستگی، مستلزم نواری پیچی موثر فویل روی مکان‌های میخ‌کاری^۱ باشد.

۲۷-۱-۴ تشک‌های عایق انعطاف‌پذیر که دارای پوشش شبکه‌ای سیمی یکپارچه با ساختار خود دارند و دارای بست‌های بین سطحی هستند، توصیه می‌شود که روی ملحقات اصلی میخ‌کاری شده و با محکم بستن لبه‌های مجاور شبکه پوششی بیرونی، محکم شوند. توصیه می‌شود که سیم‌های مهاربندی برای این منظور، فلزی و قطری مشابه با شبکه سیمی داشته باشند. اگر قرار است پوشش نهایی ورق آلومینیمی اعمال شود، توصیه می‌شود که از تماس مستقیم بین فلزات نامشابه پرهیز کرد (به زیربند ۸-۳-۴ مراجعه شود).

1- Impalement

۲۷-۱-۵ در صورت استفاده از ملحقات از نوع گل میخ چنگالی^۱، توصیه می‌شود که عایق به وسیله خم‌کاری شاخک‌های چنگال از میان و روی شبکه تقویت‌کننده یا از میان واشر محکم شود. به‌طور معمول، توصیه می‌شود که قطر شاخک‌های سنجاق‌ها/آویزها یا گل‌میخ‌ها، ۳ mm باشد و توصیه می‌شود که طول آنها به‌گونه‌ای باشد که شاخک‌ها، زیر سطح بیرونی مواد عایق‌کاری فرو روند.

یادآوری- واشرها می‌توانند 50 mm^2 باشند، که از فلز کشیده‌شده بریده شوند. شبکه تقریباً ۱۰ mm و ضخامت فلز ۰٫۶ mm معمولاً استفاده می‌شود.

۲۷-۲ چسب‌ها و بست‌ها

۲۷-۲-۱ چسب‌ها ممکن است برای ایجاد پیوند بین عناصر عایق مجاور یا عایق و سطحی که باید بچسبد استفاده شوند. قبل از ایجاد پیوند بین مواد با تراوایی کم، توصیه می‌شود که «زمان باز»^۲ کافی برای تبخیر حلال اجازه داده شود.

یادآوری- بیشتر چسب‌ها به‌وسیله تبخیر حلال‌ها پیوند ایجاد می‌کنند، که حلال می‌تواند اشتعال‌پذیر و سمی باشد. چسب‌های برپایه آب، به آهستگی خشک می‌شوند.

۲۷-۲-۲ اگر از چسب‌ها به‌عنوان کمک به نصب عایق استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که تکیه‌گاه مکانیکی تامین شود. توصیه می‌شود که به توصیه‌های تولیدکننده در مورد گستره دمایی موثر چسب توجه شود؛ زیرا بسیاری از چسب‌ها در دمایی بسیار پایین به‌طور موثر کار نمی‌کنند.

۲۷-۲-۳ در صورت امکان، و در صورت توصیه توسط تولیدکننده، توصیه می‌شود که از تکیه‌گاه مکانیکی اضافی به‌شکل تسمه‌پیچی، آویزهای عایق یا نوارهای خودچسب استفاده شود.

۲۷-۳ نوارهای فویلی خودچسب

یادداشت زیربند ۲۷-۳:

اگر عایق با استفاده از محکم‌سازهای مناسب به‌صورت مناسب نصب نشده باشد، محصول عایق‌کاری ممکن است از سطح زیرین شکم داده یا جدا شود و متحمل اثرات ارتعاش شود.

علاوه بر این، این موضوع می‌تواند باعث ایجاد تنش روی هر نوار فویل آلومینیمی شود. این امر می‌تواند منجر به خرابی مکانیکی بین نوار و سطح عایق پوشانده‌شده با فویل شود، و به یکپارچگی سدگر بخار و بازده گرمایی سامانه عایق آسیب برساند.

۲۷-۳-۱ قبل از استفاده از نوار فویل خودچسب برای محکم‌سازی، توصیه می‌شود که موارد زیر در نظر گرفته شوند:

- چگالی و ضخامت مواد عایق؛

1- Fork-stud
2- Open time

- استحکام، عرض و ضخامت نوار فویل خودچسب و گستره دما؛
- شرایط محیطی فضای داخل و فضای آزاد؛
- ارتعاش لوله و مجرا.

۲۷-۳-۲ توصیه می‌شود که نوار فویل خودچسبی که به محل‌های اتصال پیرامونی اعمال می‌شود، حداقل ۷۵ mm روی خود هم‌پوشانی داشته باشد.

۲۷-۳-۳ توصیه می‌شود که حداقل ضخامت نوار فویل خودچسبی که برای اهداف محکم‌سازی استفاده می‌شود کمتر از $100 \mu\text{m}$ نباشد و توصیه می‌شود که دارای گستره دمایی مناسب برای کاربردی باشد که برای آن استفاده می‌شود.

۲۷-۳-۴ توصیه می‌شود که قبل از استفاده از نوار فویل خودچسب به‌عنوان تنها وسیله محکم‌سازی، از توصیه‌های تولیدکنندگان عایق و نوار فویل آگاهی حاصل شود.

۲۷-۳-۵ توصیه می‌شود که قبل از استفاده از نوار فویل خودچسب، تمام سطوح، تمیز و عاری از گرد و غبار، پوسته، روغن و سایر آلاینده‌ها باشد.

۲۷-۴ محکم‌سازی با سیم‌ها و تسمه پیچی

یادآوری - روش‌ها شامل مواردی مانند سیم‌های بست، سیم‌های مهاربندی، تسمه‌ها، واشرهای گیره‌ای، مهره‌ها است.

۲۷-۴-۱ سیم مهاربندی

۲۷-۴-۱-۱ توصیه می‌شود که اندازه سیم برای استفاده عمومی ۱ mm یا برای استفاده سخت‌تر ۱/۵ mm باشد. برای کارهای برودتی، توصیه می‌شود که از نوارهای پلاستیکی (مانند چسب‌های نواری الیاف‌دار) به جای سیم استفاده کرد. توصیه می‌شود که سایر سیم‌های نرم، برای کاربردهای خاص استفاده شوند.

یادآوری - سیم مهاربندی و سیم بست معمولاً از آهن کم‌کربن گالوانیزه ساخته می‌شوند؛ اما برای مقاومت شیمیایی خاص یا استفاده در دماهای بالا، ممکن است یکی از فولادهای آلیاژی کم‌کربن لازم باشد (برای حدود دمایی به زیربند ۳-۸ مراجعه شود).

۲۷-۴-۱-۲ توصیه می‌شود که سیم‌های مهاربندی با پیچاندن آن‌ها به دور هر یک از متعلقات یا به وسیله مهره‌ها، گیره‌ها یا واشرها در هر نقطه ثابت محکم شوند.

۲۷-۴-۱-۳ در مواردی که از سیم مهاربندی استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که طوری اعمال شود که باعث برش دادن مواد عایق نشود. اگر این امر ممکن نباشد، توصیه می‌شود که از روش جایگزین استفاده شود.

۲۷-۴-۱-۴ توصیه می‌شود که سیم مهاربندی که احتمالاً در تماس فلزی مستقیم با روکش نهایی ورق آلومینیمی قرار دارد، با مواد پلاستیکی پوشانده شود؛ تا از خوردگی دوفلزی در محل تماس جلوگیری شود.

یادآوری- در روش جایگزین، ممکن است از مواد محکم‌ساز آلومینیمی یا فولاد زنگ‌نزن استفاده شود.

۲۷-۴-۲ تسمه‌ها

توصیه می‌شود که تسمه‌ها به دلیل ماهیت فلز یا به وسیله عمل‌آوری سطحی، مقاوم به خوردگی باشند. در صورت استفاده از ورق آلومینیمی به عنوان پوشش بیرونی عایق، توصیه می‌شود که فقط از تسمه‌های آلومینیمی یا فولاد زنگ‌نزن استفاده شود.

توصیه می‌شود که تسمه‌های پلاستیکی به اندازه کافی محکم باشند تا شرایط بلندمدت سرویس را تحمل کنند.

در مواردی که عایق قرار است روکش شود، توصیه می‌شود که از محکم‌سازهای لوله فقط در صورتی استفاده شود که عایق قرار باشد برای مدت‌زمانی طولانی بدون روکش باقی بماند.

یادآوری- در شرایط خاص ممکن است محکم‌سازهای اضافی لازم باشد.

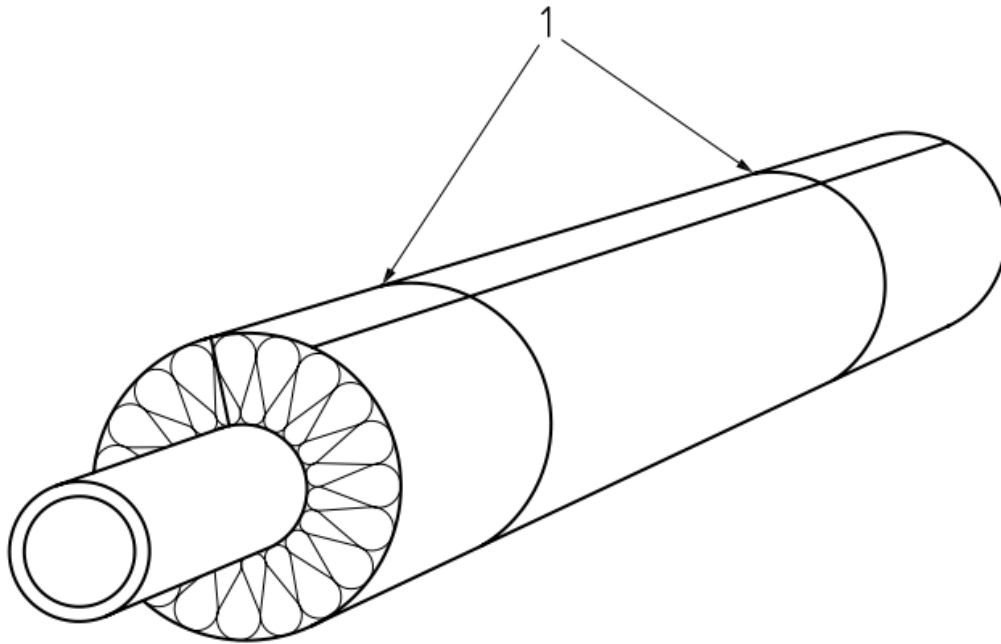
توصیه می‌شود که نوار خودچسب به عنوان تنها وسیله تکیه‌گاهی استفاده نشود؛ مگر این‌که توسط تولیدکننده عایق توصیه شده باشد. توصیه می‌شود که از تکیه‌گاه مکانیکی اضافی با حداقل دو تسمه در هر بخش استفاده شود.

۲۷-۴-۳ عایق لوله

توصیه می‌شود که مقاطع لوله^۱ با قطر داخلی ۸۹ mm یا بیشتر، به وسیله سیم مهاربندی یا تسمه‌های فلزی محکم شوند، به گونه‌ای که حداقل دو تسمه در هر بخش استفاده شود و یکی از تسمه‌ها در فاصله حداکثر ۴۵۰ mm از مرکز آن بخش قرار گیرد (به شکل ۱۶ مراجعه شود). توصیه می‌شود که سیم مهاربندی یا تسمه‌ها، در فاصله حداقل ۵۰ mm از انتهای هر بخش قرار گیرد.

همچنین، توصیه می‌شود که در تکیه‌گاه‌های لوله و شیرها، مقطع لوله نیز با سیم مهاربندی یا تسمه‌های فلزی محکم شود.

یادآوری- برخی از مواد عایق ممکن است به وسیله سیم مهاربندی آسیب ببینند. به دستورالعمل تولیدکننده عایق رجوع شود.



راهنما:

1 سیم مهاربند یا تسمه پیچی

شکل ۱۶- نواربندی

۴-۴-۲۷ سطوح تخت بزرگ

یادآوری ۱- برای سطوح تخت بزرگ، مواد عایق کاری را می‌توان با میخ کردن آن‌ها روی گل‌میخ‌ها یا ملحقات گوه‌ای با استفاده از سیم مهاربندی (در صورت لزوم) به‌منظور نگه‌داشتن آن‌ها در موقعیت، محکم کرد.

اگر از سیم مهاربندی استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که به دور ملحقات اصلی پیچانده و برای ایجاد کشیدگی، به‌هم متصل شود.

یادآوری ۲- برای تشک‌های لیفی انعطاف‌پذیر که در میان شبکه سیمی قرار گرفته‌اند، برای دستیابی به محکم‌سازی، ممکن است شبکه بیرونی به ملحقات جداگانه بسته شود.

سدگر بخار باید همیشه حفظ شود و ممکن است برای تامین پیوستگی، مستلزم نوارپیچی موثر فویل روی مکان‌های میخ کاری باشد.

یادآوری ۳- این امر به‌وسیله لایه‌گذاری دوگانه با ایجاد یک شکل X از نواربندی فویل روی مکان‌های میخ کاری، ممکن است بهبود یابد.

۵-۴-۲۷ سطوح استوانه‌ای

یادآوری- در مورد سطوح استوانه‌ای، سامانه عایق کامل ممکن است با نوارهای پیرامونی که می‌توانند روی سطح بیرونی کشیده شوند، محکم شود. توری سیمی روی برخی از مواد عایق کاری ممکن است برای اهداف مشابه استفاده شود، به شرطی که لبه‌ها محکم به‌هم چسبیده شوند.

اگر پرداخت ورقی یکپارچه به‌گونه‌ای انجام شده باشد که هم‌پوشانی لبه را بتوان به‌وسیله چسب محکم‌سازی کرد، ممکن است لوازم جانبی محکم‌ساز جداگانه لازم نباشد.

۲۷-۴-۵-۱ مجراهای دایره‌ای

توصیه می‌شود که مجراهای دایره‌ای، با سیم مهاربندی یا تسمه‌های فلزی پیرامونی محکم شوند. توصیه می‌شود که محکم‌سازها، با فاصله حداقل ۱۰۰ mm از محل اتصال پیرامونی و با حداقل تعداد سه محکم‌ساز در طول عایق انعطاف‌پذیر، به شرح زیر، قرار گیرند:

- برای عایق انعطاف‌پذیر، توصیه می‌شود که فاصله مراکز محکم‌سازی حداکثر ۴۰۰ mm باشد.
- توصیه می‌شود که محکم‌ساز بیش‌ازحد سفت نشود؛ زیرا ضخامت، بازده گرمایی عایق را کاهش می‌دهد.

- ممکن است اقدامات اضافی برای جلوگیری از شکم‌دادگی ضروری باشد.

۲۷-۴-۵-۲ ظروف استوانه‌ای بزرگ

توصیه می‌شود که تسمه‌های فلزی برای ظروف بزرگ دارای عرض و ضخامت کافی باشند؛ تا پایداری سامانه عایق را تحت شرایط سرویس مطابق با بند ۵، ایجاد کنند.

۲۷-۵ تقویت‌کننده

۲۷-۵-۱ استفاده‌های اصلی تقویت‌کننده فلزی در عایق لیفی اعمال‌شونده با افشانه، ترکیبات پرداخت اعمال‌شونده به‌روش مرطوب و سیمان‌های پرداخت مرطوب است؛ ولی توصیه می‌شود که از آن‌ها برای نگه‌داشتن عایق لیفی خشک و انواع مختلف مواد پیش‌شکل‌داده‌شده نیز استفاده شود.

یادآوری ۱- متداول‌ترین مصالح تقویت‌کننده، توری سیم گالوانیزه یا یکی از انواع مختلف فلزهای انبساطی است؛ اما منسوج شیشه‌ای بافته با شبکه‌باز ممکن است برای کاربردهایی خاص (مانند تقویت ترکیبات مقاوم به آب و هوا) استفاده شود.

یادآوری ۲- در مواردی که از توری سیمی استفاده می‌شود، اندازه شبکه توری می‌تواند ۲۵ mm یا ۴۰ mm با سیمی به قطر ۱ mm باشد. برای استفاده روی مواد لیفی انعطاف‌پذیر، اندازه شبکه را می‌توان کاهش داد.

یادآوری ۳- فلز کشیده‌شده در امتداد بُعد کوتاه شبکه، با ضخامت فلز بین ۰٫۵ mm تا ۱٫۶ mm، می‌تواند از ۱۲ تا ۵۰ mm تغییر کند.

۲۷-۵-۲ توصیه می‌شود که شبکه تقویت‌کننده فولادی گالوانیزه و وسایل محکم‌ساز تحت دماهای بیش از ۶۵ °C در شرایط احتمالی رطوبت بالا قرار نگیرند. توصیه می‌شود که برای تمام دماهای سرویس بیش از ۴۰۰ °C، آلیاژ مقاوم به گرما استفاده شود. برای دماهای متوسط، ممکن است از فولاد کربنی استفاده شود؛ ولی توصیه می‌شود که برای حفاظت درمقابل خوردگی حین انبارش و قبل از اعمال در محل، پوشش‌کاری شود (به زیربند ۸-۳-۱ مراجعه شود).

۲۷-۵-۳ در مواردی که استحکام مکانیکی قابل‌توجه لازم باشد (برای مثال، به‌منظور مقاومت به تراکم)، توصیه می‌شود که از شبکه تقویت‌کننده با الگوی مربع استفاده شود؛ که شبکه باتوجه به الزامات ممکن است از رشته‌هایی به قطر ۲ mm با فاصله‌گذاری ۴۰ mm تا رشته‌هایی به قطر ۶ mm با فاصله‌گذاری ۱۰۰ mm یا ۱۵۰ mm تغییر کند.

یادآوری ۱- سیم‌های هر جزء ممکن است در نقاط تقاطع، به یکدیگر جوش داده شوند.

یادآوری ۲- مواد با الگوی شبکه‌ای مربع که به صورت صلب به ملحقات روی سطح عایق شده محکم شده‌اند، در صورت انبساط در دماهای بالا، دچار تغییر شکل می‌شود.

۲۷-۵-۴ در مواردی که تقویت‌کننده فلزی قرار است روی لایه بیرونی عایق یا مواد پرداخت کاری قرار گیرد و احتمالاً در تماس مستقیم با روکش فلزی نامشابه قرار داشته باشد، توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی (برای مثال، با استفاده از پوشش روی سطح داخلی روکش یا روی فلز تقویت‌کننده) برای جلوگیری از خوردگی الکترولیتی انجام شود.

۲۷-۵-۵ در مواردی که استحکام مکانیکی لازم باشد (برای مثال، به منظور مقاومت به سوراخ شدن)، توصیه می‌شود که الیاف شیشه با بافت باز یا پارچه پلی‌استر یا کرباس، بین لایه‌های ماستیک‌های مقاوم به آب و هوا یا ضد بخار تعبیه شود.

۲۷-۶ محکم‌سازهای مکانیکی

۲۷-۶-۱ توصیه می‌شود که ملحقات به‌عنوان تکیه‌گاه مستقیم مواد عایق کاری یا به‌عنوان وسایلی که ممکن است تکیه‌گاه‌های عایق (برای مثال، با پیچ و مهره) به آن‌ها محکم شوند، استفاده شوند (به بند ۲۰ مراجعه شود).

یادآوری- برخی از انواع اتصالات ممکن است روی سطح به‌وسیله چسبی با محدودیت‌های دمایی تثبیت شوند. ملحقات برای جوشکاری ممکن است گوه‌های تخت یا زاویه‌دار، نافی‌های لوله‌ها^۱، مهره‌های ستونی رزوه‌دار، واشرها یا مهره‌های جوشکاری شده «در لبه»^۲، یا گل‌میخ‌ها در انواع مختلف (مانند سنجاها^۳، تخت، شکاف‌دار، گل‌میخ‌های چنگالی) باشند. اصطلاح «ملحقات» برای هر اتصال مهاری که، معمولاً به‌وسیله جوشکاری، به‌طور دائمی روی سطح عایق شده تثبیت می‌شود، استفاده می‌شود.

۲۷-۶-۲ توصیه می‌شود که ناحیه تماس برای اعمال ملحقات جوشکاری شده با گل‌میخ، با ضخامت فلزی که هر یک باید به آن اعمال شوند، ارتباط داشته باشد؛ تا از نبودن هم‌جوشی، برش زیرین یا نفوذ بیش‌ازحد جلوگیری شود. اگر ضخامت فلز سطحی که عایق کاری می‌شود آنقدر بالا باشد که حین جوشکاری نتوان آن را به‌اندازه کافی گرم کرد، در این صورت توصیه می‌شود که گرمایش تکمیلی موضعی اعمال شود.

یادآوری- متعلقات برای اعمال به وسیله تفنگ جوشکاری می‌توانند در انتهای تماس یا لبه دارای گدازه باشند؛ اما سنجاها/آویزهای با قطر ۳ mm معمولاً می‌توانند بدون گدازه جوشکاری شوند.

۲۷-۶-۳ در مواردی که از کنج‌ها، گوه‌های تخت و ملحقات بزرگ مشابه استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که آن‌ها با جوشکاری قوس الکتریکی یا جوشکاری گازی محکم شوند. توصیه می‌شود که از

1- Pipe bosses

2- On edge

رویه‌ای متناسب با مواد، ضخامت جزء و ملحقات استفاده شود. توصیه می‌شود که سنجاق‌ها/آویزها و گل‌میخ‌ها با استفاده از سامانه جوشکاری تفنگی الصاق شوند.

۲۷-۶-۴ برای سطوحی که جوشکاری میدانی ملحقات در آن‌ها توصیه نمی‌شود (مانند انواع خاصی از فولاد آلیاژی) یا در مواردی که دما و فشار داخلی بعدی می‌تواند خطرناک باشد، بالشتک‌های فلزی ممکن است در مکان‌های مناسب جوشکاری شوند. توصیه می‌شود که این‌ها حین ساخت تجهیزات در محل کار اعمال شوند و مستلزم تنش‌زدایی بعدی هستند. توصیه می‌شود که ملحقات، روی بالشتک‌ها در محل نصب شوند (به شکل ۱۰ مراجعه شود).

۲۷-۶-۵ توصیه می‌شود که برای انتخاب گیره‌های تکیه‌گاهی پلاستیکی یا فلزی و روش‌های الصاق آن‌ها با چسب، با تولیدکننده چسب مشورت شود.

یادآوری - این گیره‌ها معمولا از یک پایه یکپارچه تخت سوراخ‌دار تشکیل می‌شوند که اجازه نفوذ چسب از میان سطح بالایی را می‌دهد.

۲۷-۶-۶ در مواردی که آویزهای چسب‌دار عایق روی سطوح صاف تخت (مانند مجراکشی فلزی گالوانیزه یا پلاستیکی) اعمال می‌شوند، توصیه می‌شود که سطح عاری از آلودگی، پوسته یا اکسیدکننده باشد. توصیه می‌شود که وزن و نوع موادی که باید محکم شوند همراه با دمای سرویس و حدود دمایی محیط اعمال شامل زمان‌های پخت هرگونه چسب مورد استفاده، در نظر گرفته شوند. توصیه می‌شود که از هیچ‌یک از این محدودیت‌ها تجاوز نشود و توصیه می‌شود که به دستورالعمل تولیدکننده سنجاق چسب‌دار عایق مراجعه شود. توصیه می‌شود که اثرات احتمالی ارتعاش، شرایط محیطی، وزن عایق و جهت تجهیزات هنگام استفاده از هرگونه سنجاق/آویز چسب‌دار عایق نیز در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود که برای الصاق گیره‌های (فلزی) چسب‌دار عایق به دیواره‌های جانبی و قسمت‌های زیرین مجراکشی با پرچ میخی خوددرزگیر از مواد سازگار (فلز) دقت شود تا در صورت تهاجم رطوبت یا ارتعاش سست‌کننده آویز پشت چسب‌دار عایق از سطح، محکم‌سازی اضافی در نظر گرفته شود.

یادآوری ۱- این کار برای آویزهای عایق (فلزی) در صنعت تا زمانی متداول است که از پرچ‌های میخی خوددرزگیر استفاده شود و اثری بر فشارهای مجرا و نشستی هوا نداشته باشد.

یادآوری ۲- هنگام پیشنهاد استفاده از آویز خودچسب عایق به‌جای سنجاق‌های صفحه‌ای سوراخ‌دار و چسب جداگانه، احتیاط توصیه می‌شود.

۲۷-۶-۷ توصیه می‌شود که برای سنجاق‌های شکاف‌دار، گل‌میخ‌های چنگالی و بست‌های مشابه از الزامات و توصیه‌های مربوط به گل‌میخ‌ها پیروی شود؛ به زیربندهای ۲۷-۶-۱ تا ۲۷-۶-۶ مراجعه شود. توصیه می‌شود که سطح تماس بیشتر از 80 mm^2 نباشد.

۲۷-۶-۸ توصیه می‌شود که هنگام جوشکاری، اختلاف انبساط گرمایی بین لبه تماسی جوشکاری‌شده و لبه آزاد ارزیابی شود و در صورت قابل‌توجه بودن، توصیه می‌شود که با ایجاد

برش‌هایی به‌وسیله اره در فواصلی در امتداد لبه آزاد، از تغییرشکل ملحقات جلوگیری شود. توصیه می‌شود که این برش‌ها، تا فاصله تقریباً نصف عرض ملحقات نفوذ کنند.

یادآوری ۱- ملحقات معمول برای جوشکاری تفنگی عبارتند از: سنجاق‌های ساده با قطر ۳ mm، گل‌میخ‌های با انتهای گداخته با قطر ۱۰ mm (ساده یا رزوه‌دار)، گوه‌های تخت با عرض ۱۲ mm و ضخامت ۳ mm (یا جوشکاری شده زاویه‌دار مشابه روی لبه)، مهره‌های ستونی رزوه‌دار تا قطر ۱۲ mm و موارد دیگر.

یادآوری ۲- استفاده از تکنیک جوشکاری دستی می‌تواند اعمال ملحقاتی با نواحی تماس بزرگتر از موارد ذکر شده در زیربند ۶-۲۷ را ممکن کند. برای کنج‌ها یا گوه‌های نسبتاً طولانی، ممکن است از جوشکاری متناوب (بخیه) استفاده شود.

۲۷-۶-۹ توصیه می‌شود که برای جلوگیری از آسیب مکانیکی به گل‌میخ حین انتقال یا هنگام نصب تاسیسات، مهره‌ای رزوه‌دار و ضخیم به سطح عایق شده جوشکاری شود؛ تا فیکسچری^۱ را ایجاد کند که بتوان در مرحله بعد گل‌میخی رزوه‌دار را به آن پیچ کرد.

۲۷-۶-۱۰ توصیه می‌شود که مکان‌های ملحقات با محاسبه وزن عایقی که قرار است به آن الصاق شوند و همچنین اندازه و جهت سطح و درجه ارتعاشی که تاسیسات تحت شرایط سرویس قرار می‌گیرد، تعیین شود. توصیه می‌شود که ردیفی از متعلقات، به موازات هر لبه و هر سفت‌کننده^۲ یا فلنج و در فاصله ۷۵ mm تا ۱۵۰ mm از لبه وجود داشته باشد. بسته به ابعاد مصالح مورد استفاده، ردیف‌های متناوب ممکن است تا ۵۰٪ فاصله‌گذاری انحراف داشته باشند. برای سطوح بزرگ، توصیه می‌شود که میانگین فاصله‌گذاری به شرح زیر باشد:

- برای سطوح عمودی: ۴۵۰ mm فاصله‌گذاری مربع؛

- برای سطوح با وجه رو به بالا: ۶۰۰ mm فاصله‌گذاری مربع؛ و

- برای سطوح پیش‌آمده و با وجه رو به پایین: ۳۰۰ mm (حداکثر) فاصله‌گذاری مربع.

۲۷-۶-۱۱ توصیه می‌شود که ملحقات جوشکاری شده فقط به‌اندازه حداقل مقدار لازم برای تامین تکیه‌گاه، به داخل مواد عایق نفوذ کنند. توصیه می‌شود که سطح مقطع ملحقات، حداقل سازگاری با استحکام مکانیکی لازم را داشته باشد تا از انتقال بیش‌ازحد گرما یا پل‌زنی سرد توسط هدایت فلزی جلوگیری شود.

۲۷-۶-۱۲ ملحقات جوشکاری شده می‌توانند عایق یا پرداخت را به‌دلیل قرارگیری در معرض مقدار حرکت گرمایی یکسان با سطح عایق شده، دچار پارگی کنند. توصیه می‌شود که این موضوع، برای مثال با استفاده از محل‌های اتصال انبساطی یا لغزشی، پرهیز شود.

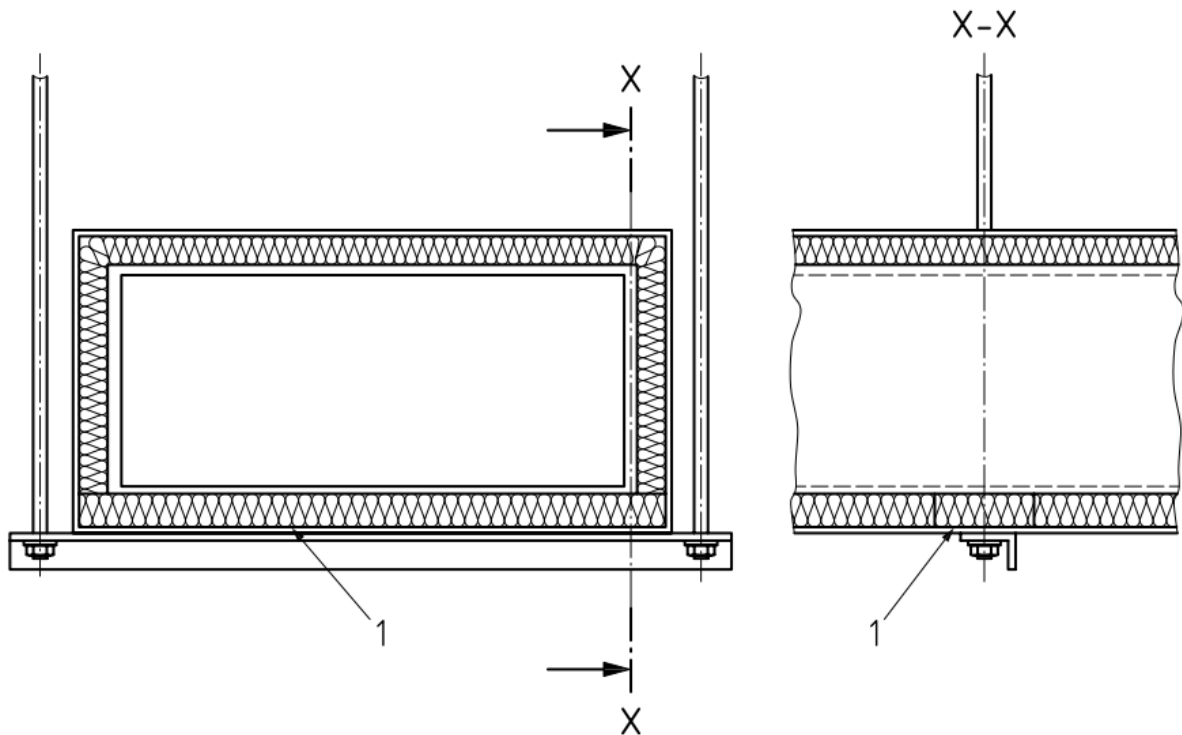
1- Fixture

2- Stiffner

۲۷-۷ تکیه‌گاه‌های عایق

۲۷-۷-۱ توصیه می‌شود که تمایز بین تکیه‌گاه‌های اصلی تاسیسات یا تجهیزات و آن‌هایی که فقط برای حمایت از عایق گرمایی همراه با هرگونه پرداخت وابسته لازم است، شناسایی و مدون شود. توصیه می‌شود که تکیه‌گاه‌های تاسیسات و تجهیزات (مانند تکیه‌گاه‌ها و آویزهای لوله) بتوانند بار توزیع‌شده خود تجهیز را تحمل کنند و در عین حال اجازه حرکت گرمایی را بدهند.

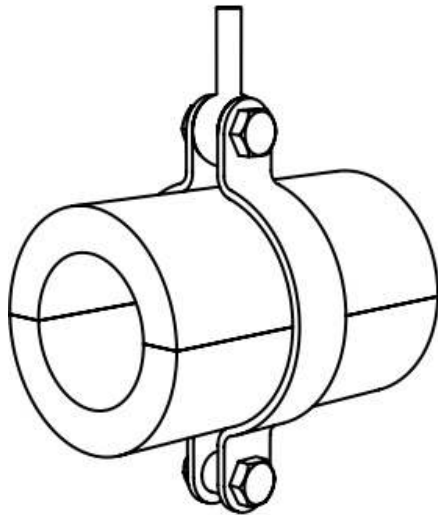
یادآوری - آن‌ها ممکن است از تماس مستقیم فلزی با سطح تاسیسات (برای مثال، به‌وسیله مواد عایق‌کاری مقاوم به تراکم) جداسازی شوند، یا ممکن است حین محصورشدن در داخل مواد عایق‌کاری گرمایی، در تماس مستقیم با سطح تاسیسات باشند (به شکل‌های ۱۲ تا ۱۵ در بند ۱۱ و شکل‌های ۱۶ تا ۱۸ در بند ۲۷ مراجعه شود). در مواردی که تکیه‌گاه‌ها به‌طور مستقیم با تاسیسات تماس دارند، ممکن است پل‌زنی گرمایی رخ دهد (به زیربندهای ۶-۱۱ و ۲۷-۷-۱۰ مراجعه شود) و اقدامات تکمیلی برای حفاظت شخصی و بازده فرایند ممکن است لازم باشد.



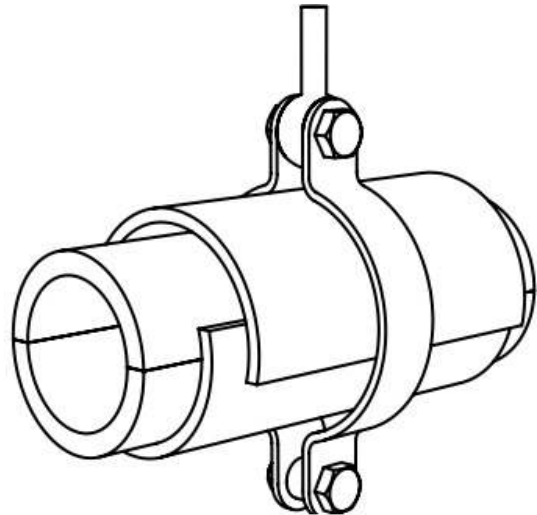
راهنما

۱ جاسازی عایق باربر تکیه‌گاه مجرا که برای مطابقت با عایق مجرا، با رخ‌پوش فویلی تقویت‌شده ارائه می‌شود. پرداخت عایق از میان تکیه‌گاه، به‌صورت پیوسته است.
الف توصیه می‌شود که از بلوک‌های چوبی استفاده نشود.

شکل ۱۷- تکیه‌گاه معمول برای مجراکشی مستطیلی دارای عایق باربر (عملیاتی در بالا یا زیر دمای محیط) الف



ب- عایق باربر



الف- غلاف تکیه‌گاهی

یادآوری ۱- غلاف، هنگامی که مطابق با شکل در موقعیت خود قرار گیرد، بار حمایت‌شده را به‌طور موثر پخش می‌کند.

یادآوری ۲- عایق باربر با چگالی بالا، به‌صورت دو نیمه‌ای با پوشش فویلی عرضه می‌شود.

الف توصیه می‌شود که از بلوک‌های چوبی استفاده نشود.

شکل ۱۸- جاسازی‌های معمول تکیه‌گاه اختصاصی^{الف}

۲۷-۷-۲ توصیه می‌شود که تکیه‌گاه‌های عایق و هرگونه روکش همراه فقط بارگذاری نسبتاً سبک را تحمل کنند؛ مگر این که طوری دیگر توصیه شده باشد. آن‌ها ممکن است شامل میله‌های تخت فلزی، حلقه‌ها، حلقه‌های بخشی، طول‌های مختلف زاویه یا گل‌میخ‌ها باشند.

یادآوری- برای تحمل بار باد ممکن است مستلزم تکیه‌گاه اضافی باشد.

۲۷-۷-۳ توصیه می‌شود که میله‌ها، حلقه‌ها و کنج‌های تخت، روی ملحقات گل‌میخی یا گوه‌ای که در مکان‌های مناسب به سطح عایق‌شده جوشکاری شده‌اند، تکیه کنند (به شکل ۷، مورد الف شکل ۹ و شکل ۱۰ مراجعه شود). در صورت استفاده از تکیه‌گاه‌های زاویه‌دار، توصیه می‌شود که آن‌ها به ملحقات جوشکاری‌شده روی تاسیسات پیچ شده باشند، یا توصیه می‌شود که به‌صورت آزاد در بالای حلقه‌های تخت شناور قرار گیرند.

یادآوری- در آرایش اخیر، ممکن است از قطعات با زاویه کوتاه برای محکم‌سازی روکش فلزی بیرونی (که آن‌ها به آن متصل شده‌اند) به‌وسیله مهره‌ها یا پرچ‌ها، استفاده شود (به شکل‌های ۵ تا ۱۱، زیربند ۸-۳-۴ و بند ۲۰ مراجعه شود).

۲۷-۷-۴ تکیه‌گاه‌های گل‌میخی ممکن است برای تشک‌های عایق‌کاری پیش‌شکل‌داده‌شده یا انعطاف‌پذیر استفاده شوند. توصیه می‌شود که آن‌ها به‌عنوان نقاط تعلیق برای پوشش شبکه فلزی عایق اعمال‌شونده با افشانه استفاده شوند (به شکل‌های ۶ و ۸ و زیربند ۲۷-۴-۴ مراجعه شود).

یادآوری- گل‌میخ‌ها می‌توانند به‌شکل ملحقات به‌طور مستقیم جوشکاری‌شده به تاسیسات (مانند سنجاق‌های شکاف‌دار، گل‌میخ‌های چنگالی یا گل‌میخ‌های ساده) باشند، یا به‌عنوان گل‌میخ‌های رزوه‌دار پیچ‌شده در مهره‌هایی باشند که مهره‌ها خود به سطح عایق‌شده جوشکاری شده‌اند.

۲۷-۷-۵ در روش جایگزین، به‌ویژه برای لوله‌کشی عمودی فولاد آلیاژی، گل‌میخ‌ها ممکن است به‌صورت شعاعی به حلقه‌ای جوش داده شوند که در فواصل عمودی لازم دور لوله محکم می‌شود. از آنجا که این حلقه‌ها در شرایط سرویس می‌توانند به‌سمت پایین بلغزند، توصیه می‌شود که در محل کار تولیدکننده، قلاب‌ها یا بالشتک‌های تکیه‌گاهی حلقه به لوله جوش داده شوند؛ و پس از آن هرگونه فرایند لازم برای تنش‌زدایی دنبال شود.

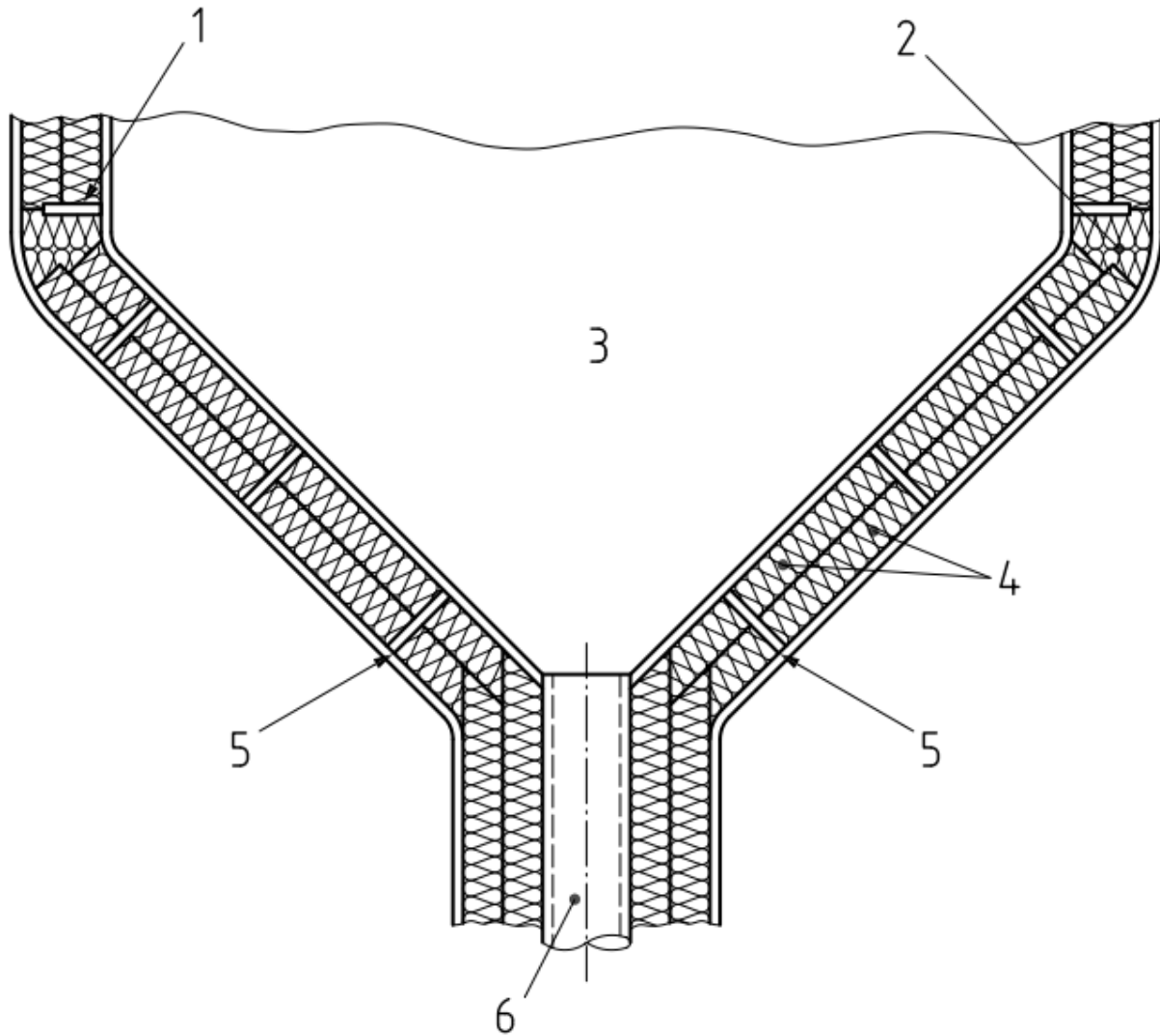
۲۷-۷-۶ توصیه می‌شود که گل‌میخ‌ها برای جوشکاری تفنگی، بیشتر از ۱۰ mm قطر، یا مساحت تماس معادل، نداشته باشند. توصیه می‌شود که ضخامت گوه‌های زاویه‌دار و میله تخت، بسته به وزن عایق (و پرداخت) مورد حمایت، تقریباً ۵ mm تا ۱۰ mm باشد. عرض می‌تواند حدود ۷۵ mm باشد، که با توجه به ضخامت کل عایق مورد حمایت تغییر می‌کند.

یادآوری - این گل‌میخ‌ها ممکن است به‌طور مستقیم به سطح تاسیسات جوشکاری شوند یا به‌منظور پیچ‌شدن در مهره‌های متناظر که خود به سطح موردنظر برای عایق‌شدن جوشکاری شده‌اند، رزوه‌دار شوند.

۲۷-۷-۷ توصیه می‌شود که کنج‌های تکیه‌گاهی، تا فاصله‌ای که بیشتر از ضخامت کل عایق و کمتر از ۱۰ mm نیست، به داخل آن نفوذ نکنند؛ مگر آنکه بتوان به‌وسیله قراردادن بالشتکی از ماده عایق‌کاری بین کنج تکیه‌گاهی داخلی جوشکاری‌شده و سامانه تکیه‌گاهی عایق، از اتصال تمام‌فلزی بین سطوح سرد و گرم عایق جلوگیری کرد.

یادآوری - این موضوع در مورد عایق‌کاری روی تاسیسات منجمدشده یا هنگامی که پرداخت بیرونی روی عایق گرم از نوع فلز ورقی است، اهمیتی ویژه دارد.

۲۷-۷-۸ در مخازن با قطر بزرگ، توصیه می‌شود که روکش سطح مخزن به‌طور مستقیم حمایت شود تا ملاحظات بارگذاری باد رعایت شود (به زیربند ۲۹-۳-۲-۷ و شکل‌های ۱۰، ۱۹ و ۲۰ مراجعه شود).

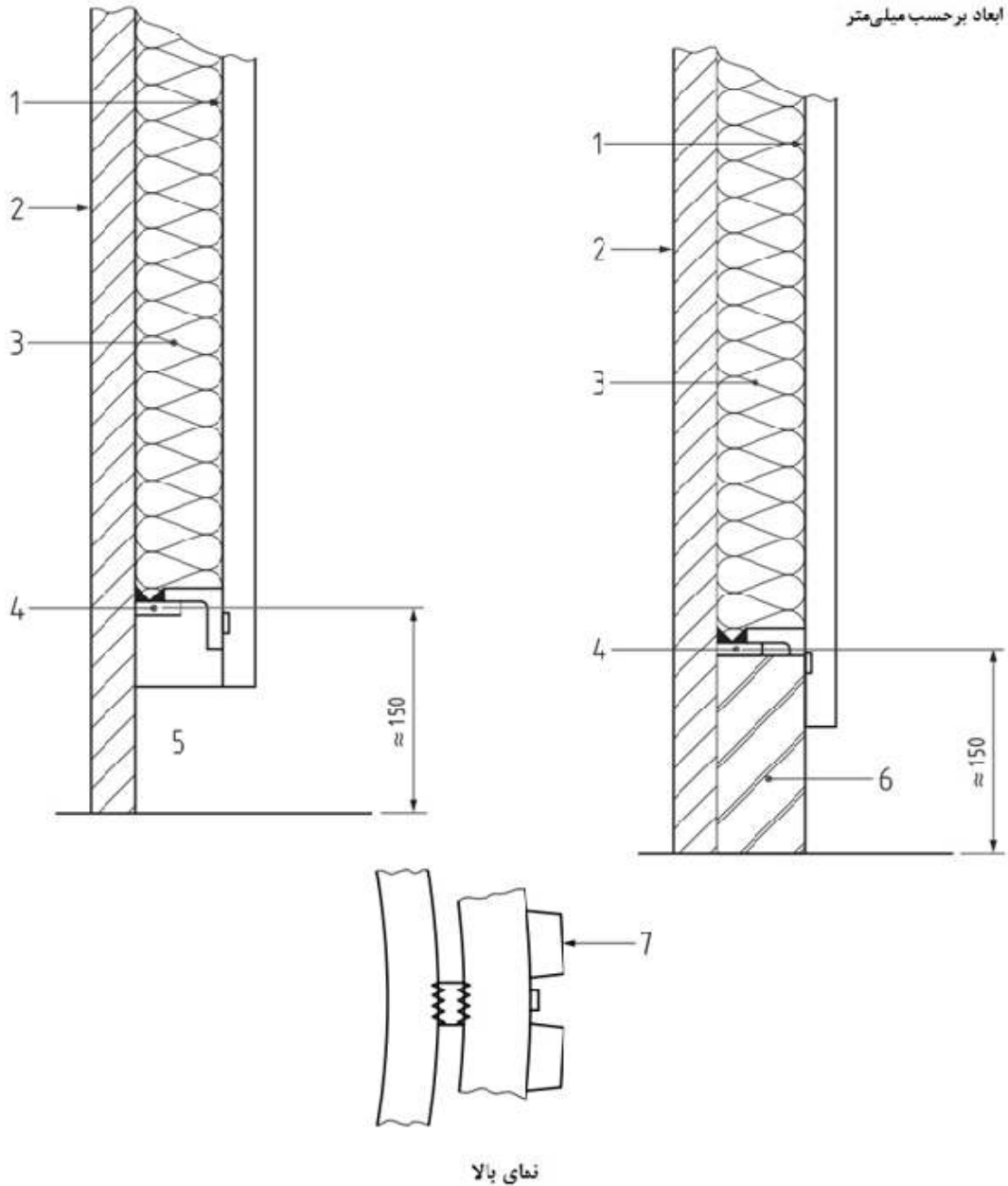


راهنما

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | حلقه تکیه‌گاهی عایق به صورت قطعات جوشکاری شده یا چسبیده به ظرف | 4 | دال‌ها یا تخته‌های عایق کاری |
| 2 | ماده عایق کاری سازگار | 5 | گل‌میخ‌ها یا گوه‌های جوشکاری شده یا چسبیده به ظرف |
| 3 | ظرف | 6 | لوله |

الف توصیه می‌شود که تمام فضاها با مواد عایق سازگار پر شوند.

شکل ۱۹- روش معمول برای عایق کاری ظروف با ته مخروطی^{الف}



راهنما:

- | | |
|---|-----------------|
| 1 | روکش |
| 2 | پوسته مخزن |
| 3 | عایق |
| 4 | حلقه تکیه‌گاهی |
| 5 | ناحیه عایق نشده |
| 6 | شیشه سلولی |
| 7 | روکش پروفیل‌دار |

شکل ۲۰- چیدمان معمول نشان‌دهنده پایان‌یابی عایق‌کاری در مجاورت ته مخزن همراه با ته عایق‌نشده برای سهولت بازرسی

۲۷-۷-۹ در سطوح عمودی، توصیه می‌شود که برای تکیه‌گاه‌های عایق (مانند میله‌های تخت، کنج‌ها یا گل‌میخ‌ها در صورت توافق، مطابق با زیربند ۱۰-۲) تحمل وزن مرده عایق، پیش‌بینی شود. توصیه

می‌شود که این تکیه‌گاه‌ها، در نیمه ضخامت عایق یا برای کارهای چند لایه، تا خطی در نیمه ضخامت لایه بیرونی، پیش‌بینی شوند.

۲۷-۷-۱۰ به‌منظور کاهش انتقال گرما و پل‌زنی سرد به مقدار حداقل، توصیه می‌شود که سطح مقطع هر تکیه‌گاه عایق، بیشتر از حد موردنیاز برای دستیابی به ثبات مکانیکی لازم نباشد.

۲۷-۷-۱۱ توصیه می‌شود که برای عایق‌کاری در انتهاهای ظروفی با قطر بیش از ۱/۵ m، از تکیه‌گاه‌های اضافی استفاده شود. توصیه می‌شود که سنجاق‌ها/آویزهای با قطر ۵ mm، با خیز مثلی تقریباً

۳۰۰ mm تهیه شوند. توصیه می‌شود که طول سنجاق‌ها برابر با ضخامت عایق باشد؛ مگر در ته ظروف که قسمت ته با تکیه‌گاه دامنی حفاظت می‌شود؛ که در این‌صورت توصیه می‌شود که طول سنجاق‌ها/آویزها، ۱۰ mm بیشتر از ضخامت عایق باشد. توصیه می‌شود که ظروف افقی با قطر ۲/۰ m یا بیشتر، به یک تکیه‌گاه عایق نوع ۱ روی خط مرکزی طولی خود الصاق شوند. توصیه می‌شود که روش الصاق، در نقشه یا برگه داده‌ها مشخص شود (به شکل ۷، مورد ب شکل ۹ و شکل ۱۰ مراجعه شود).

۲۸ عایق سرد - کاربرد در سامانه‌هایی که در گستره دمایی 100°C تا دمای محیط کار می‌کنند

۱-۲۸ کلیات

۲۸-۱-۱ توصیه می‌شود که سطح بیرونی عایق مورد استفاده در سامانه‌هایی که در دمای زیر دماهای محیط کار می‌کنند، به‌وسیله یک سدگر پیوسته بخار آب حفاظت شود. سدگر بخار نباید سوراخ یا به‌وسیله تکیه‌گاه‌ها تضعیف شود. در ناپیوستگی‌ها و نقاطی که سامانه عایق پایان می‌یابد، توصیه می‌شود که سدگر بخار، به سطح مورد عایق‌کاری بازگردانده شود؛ تا از ورود رطوبت در لبه‌های عایق جلوگیری شود (به بند ۱۱ نیز مراجعه شود). به‌منظور جلوگیری از ورود رطوبت، ابتدا و انتهای عایق‌کاری باید درزگیری^۱ شود (برای مثال، به‌وسیله چسباندن ابتدا یا انتهای عایق‌کاری به سطح).

۲۸-۱-۲ در مواردی که ضخامت کل عایق مورد استفاده بیش از ۵۰ mm باشد، توصیه می‌شود که عایق در چند لایه، که ضخامت هر یک کمتر از ۵۰ mm است، اعمال شود. از آنجا که برخی از مواد برای اعمال به‌صورت تک‌لایه یا چندلایه بیشتر از ۵۰ mm مناسب هستند، توصیه می‌شود که به توصیه‌های تولیدکننده توجه شود. توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال بین لایه‌های مجاور عایق، آرایش متناوب داشته باشند. محل‌های اتصال طولی در مقاطع لوله باید آرایشی متناوب با زاویه حداقل 45° و ترجیحاً 90° داشته باشند. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال پیرامونی در مقاطع لوله و تمام

¹ - Sealing

محل‌های اتصال در سایر شکل‌های عایق (مانند دال‌ها و تشک‌ها)، به‌وسیله نصف بُعد مربوط از محصول، حداقل تا ۲۰۰ mm آرایش متناوب داشته باشند (مطابق با شکل ۱).

۳-۱-۲۸ علاوه بر الزامات و توصیه‌های ارائه‌شده در بند ۲۷، سطوح فلزی در شرایط عملیاتی زیر نقطه شبنم ممکن است به پوشش ضد خوردگی نیاز داشته باشند؛ که توصیه می‌شود که قبل از اعمال عایق کاملاً خشک باشند. توصیه می‌شود که لایه حفاظتی اولیه، با هر نوع درزگیر چسبی محل اتصال و سدگر بخار مورد استفاده سازگار باشد. در صورت لزوم، توصیه می‌شود که این لایه، مقاوم به دماهای پاک‌سازی بخار نیز باشد.

یادآوری - عمل‌آوری ممکن است شامل پوشش‌کاری با پوش‌رنگ، قیر یا محلول پلیمری مقاوم به آب و هوا، یا لفاف پیچی با PVC خودچسب، نوار دور پیچی لوله پلی پروپیلن یا نوار پنبه‌ای آغشته به واکس باشد.

۴-۱-۲۸ توصیه می‌شود که عایق‌کاری در سطوح بالاتر از دمای نقطه شبنم هوای محیط در زمان استفاده، انجام شود. اگر سطوح زیر دمای نقطه شبنم یا زیر نقطه انجماد باشند، توصیه می‌شود که قبل از اعمال عایق، سطح یخ‌زدایی و خشک شود. از آنجاکه این عمل به احتمال زیاد باعث ایجاد رطوبت در سامانه عایق می‌شود، که عملکرد گرمایی را تضعیف می‌کند و می‌تواند باعث خوردگی شود، توصیه می‌شود که فقط در موارد اجتناب‌ناپذیر یا به‌عنوان اقدامی موقتی استفاده شود.

۵-۱-۲۸ توصیه می‌شود که توصیه‌های تولیدکننده، به‌ویژه در موارد زیر رعایت شوند:

الف - مناسب‌بودن تمام مواد برای شرایط طراحی که تحت آن تاسیسات کار می‌کند؛ از جمله پاک‌سازی و تمیزکاری بخار، که در آن گاهی اوقات مواد ممکن است در معرض دماهای بالا قرار گیرند؛

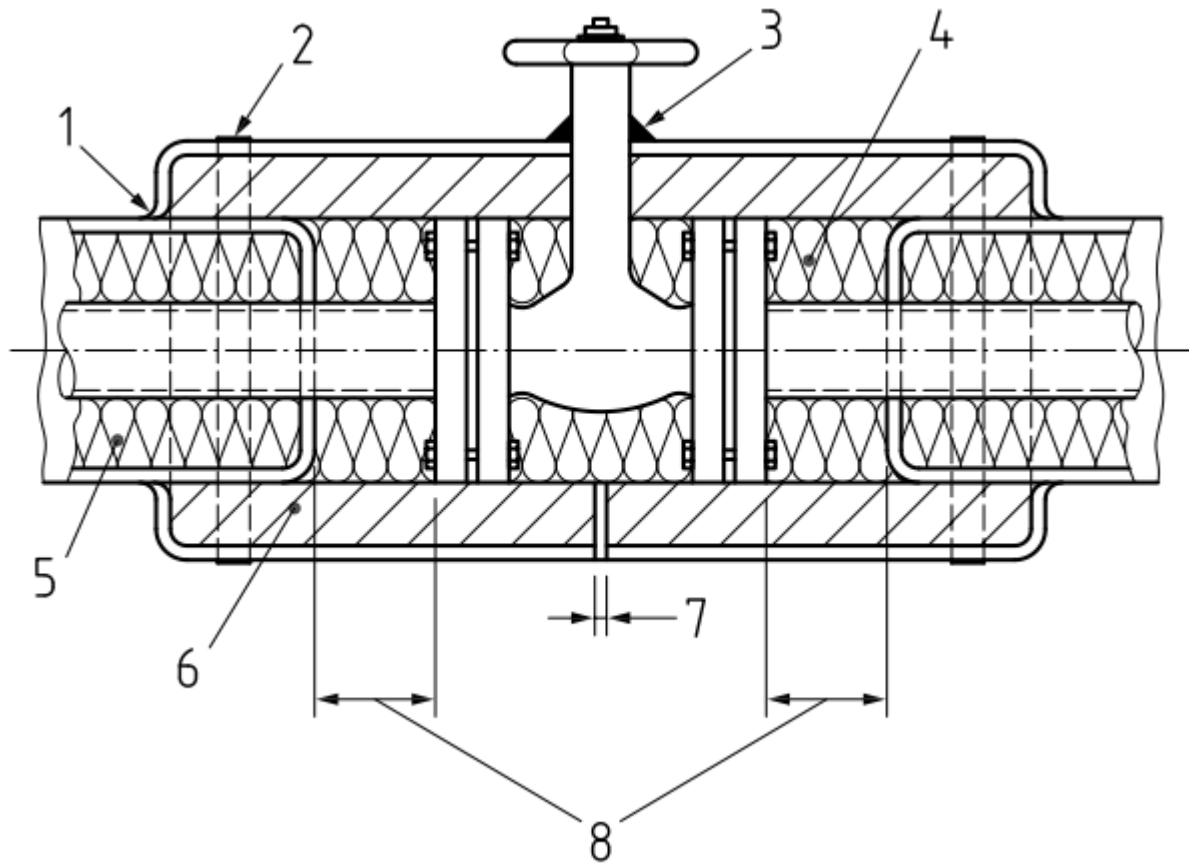
ب - سازگاری چسب‌ها، پوشش‌های لوله، درزگیرهای محل اتصال و پوشش‌های سدگر بخار با ماده عایق‌کاری، تکیه‌گاه‌های مکانیکی و در صورت کاربرد، با یکدیگر.

۶-۱-۲۸ در صورت امکان توصیه می‌شود که از دوک‌های نگهدارنده^۱ عایق حین نصب پرهیز شود. در صورت استفاده، توصیه می‌شود که آن‌ها در عایق باقی بمانند تا باعث تضعیف سدگر بخار نشوند.

۷-۱-۲۸ در مواردی که دو یا چند لایه ماده عایق‌کاری لازم باشد (به زیربند ۲۸-۳-۱ مراجعه شود) و دمای سرویس زیر 20°C باشد، توصیه می‌شود که ماده عایق‌کاری با چسب به ظرف یا لوله‌کشی چسبانده نشود؛ اگرچه لایه‌های بعدی ممکن است به لایه قبلی چسبانده شوند. در مواردی که درزگیر بخار بند یا هوا بند لازم باشد، توصیه می‌شود که ماستیک‌های درزگیر محل اتصال مطابق با توصیه‌های تولیدکننده اعمال شوند (به زیربند ۲۸-۱-۵ نیز مراجعه شود).

۸-۱-۲۸ توصیه می‌شود که سدگر بخار به‌عنوان بخشی یکپارچه از سامانه عایق طراحی شده و در اسرع وقت به‌منظور خشک نگه‌داشتن عایق اعمال شود (به شکل‌های ۲۱ و ۲۲ مراجعه شود).

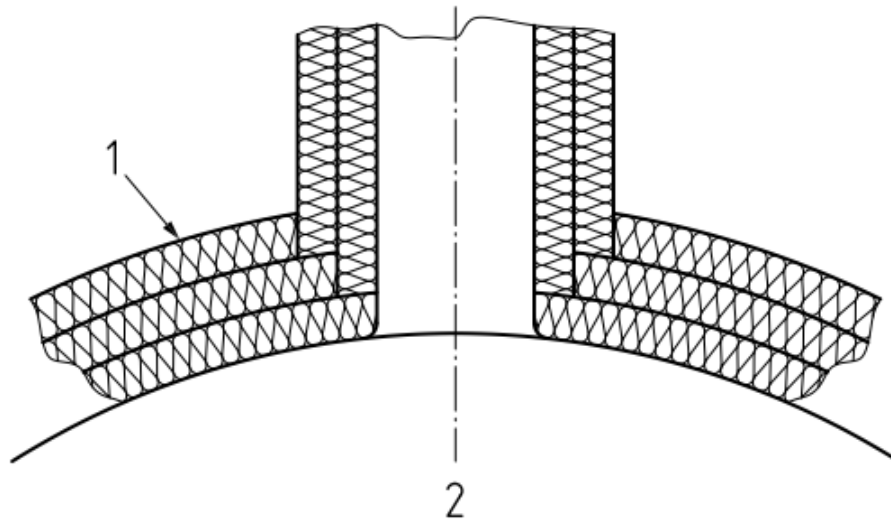
در صورت احتمال آسیب دیدگی آسانِ سدگر بخار، توصیه می‌شود که از سدگر بخار به‌عنوان پرداخت سطحی نهایی استفاده نشود.



راهنما:

- 1 نواری زیر ترکیب سدگر بخار در محل‌های اتصال پیرامونی و طولی (برای کمک به جداسازی درپوش فلنج). در صورت کاربرد، روکش کامپوزیتی باید از نوار فاصله داشته باشد.
 - 2 تسمه فلزی
 - 3 درزگیر ماستیکی
 - 4 فضا برای پس‌روی پیچ، انباشته‌شده با ترکیب خمیری عایق پرشده نامتراکم برای کارهای گرم، یا در روش جایگزین، عایق دانه‌بندی‌شده پرشده با ماستیک غیر گیرشی برای کارهای سرد
 - 5 عایق
 - 6 مقطع لوله پیش‌شکل‌داده‌شده «با اندازه بسیار بزرگ»^{الف}
 - 7 سوراخ تخلیه با قطر ۵ mm فقط برای کارهای گرم
 - 8 فضای آزاد برای اجازه پس‌روی پیچ بدون ایجاد مزاحمت برای عایق لوله
- ^{الف} توصیه می‌شود که مقاطع عایق «با اندازه بسیار بزرگ»، به عایق لوله یا ظرف نجسبیده باشند؛ بلکه با تسمه‌ها محکم شده باشند. توصیه می‌شود که کارهای سرد، با ترکیب بخار تقویت‌شده پرداخت‌کاری شوند.

شکل ۲۱- روش معمول عایق‌کاری یک شیر در مواردی که روکش فلزی لازم نیست



راهنما:

- 1 سدگر بخار
- 2 ظرف

الف توصیه می‌شود که فلنچ‌ها عایق کاری شوند.

شکل ۲۲- روش معمول عایق کاری انشعاب‌های ظرف برای کارهای سرد همراه با نشان دادن پیوندگاه لایه‌ها الف

۹-۱-۲۸ در مواردی که قرار است از عایق‌های با ماهیت ساینده (مانند شیشه سلولی) استفاده شود، توصیه می‌شود که اعمال پوشش ضد سایش روی سطح داخلی عایق، در نظر گرفته شود.

۲-۲۸ محل‌های اتصال انقباضی

۱-۲-۲۸ در مواردی که ماده عایق کاری به اندازه کافی تراکم‌پذیر نیست تا با حرکت گرمایی تفاضلی تطبیق یابد، توصیه می‌شود که از محل‌های اتصال انقباضی استفاده شود. برای راهنمایی دقیق در مورد الزامات محل‌های اتصال انقباضی، توصیه می‌شود که با تولیدکنندگان مشورت شود. (به شکل ۳ مراجعه شود).

یادآوری ۱- مواد عایق کاری برای استفاده در دماهای زیر دمای محیط می‌توانند ضرایب حرکت گرمایی داشته باشند که نه تنها با مواد مختلف تغییر می‌کند، بلکه به طوری قابل ملاحظه متفاوت از حرکت‌های متناظر لوله یا بخشی از تجهیز هستند که روی آن نصب شده‌اند.

یادآوری ۲- محل‌های اتصال انقباضی می‌توانند به شکل شکافی ۱۰ mm در عایق باشند؛ که با عایقی انعطاف‌پذیر انباشته شده‌اند. به مورد الف شکل ۳ مراجعه شود.

۲-۲-۲۸ توصیه می‌شود که محل‌های اتصال انقباضی بلافاصله در زیر حلقه‌های تکیه‌گاهی عایق روی لوله‌های عمودی و در فواصلی روی لوله‌های افقی قرار گیرند. توصیه می‌شود که فواصل محل اتصال، عرض محل اتصال و مقدار تراکم مواد تراکم‌پذیر، با در نظر گرفتن مواد لوله، مواد عایق و تفاوت دما بین دمای محیط و سرویس باشند. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال، با عایق پیش‌شکل‌داده‌شده که فقط در یک طرف محل اتصال بسته شده است، پوشانده شوند. توصیه می‌شود

که طراحی سدگر بخار، با حرکت این محل تطبیق یابد (به زیربند ۲۸-۲-۳ و شکل‌های ۳ و ۴ مراجعه شود).

۲۸-۲-۳ توصیه می‌شود که عایق بریده شده و به دقت نصب شود. برای اطمینان از جفت شدن دقیق و بدون محل‌های اتصال باز، توصیه می‌شود که از خم‌های پیش‌شکل‌داده شده ماده عایق کاری استفاده شود. توصیه می‌شود که از باقی‌گذاشتن شکاف در محل‌های اتصال برای پرشدن با ترکیب خمیری یا چاک‌خوردگی‌های درشت عایق، پرهیز شود.

یادآوری - به دلیل نرخ‌های متفاوت حرکت گرمایی بین تجهیز و انواع مختلف مواد عایق کاری، ممکن است محل‌های اتصال انقباضی لازم باشد. برای برخی از مقادیر مربوط به مواد معمول در گستره دمایی 20°C تا 100°C - به شکل ۴ مراجعه شود.

۲۸-۲-۴ در مواردی که دمای سرویس بسیار پایین باشد یا نوسان‌هایی قابل ملاحظه در دما وجود داشته باشد، و بسته به نوع ماده عایق کاری و پیکربندی سامانه عایق، توصیه می‌شود که از محل‌های اتصال انقباضی/انبساطی از نوع نشان‌داده شده در شکل ۵ استفاده شود.

۲۸-۳ روش‌های نصب متداول

۲۸-۳-۱ با استفاده از مواد عایق کاری پیش‌شکل‌داده شده

معمولاً برای سطوح عملیاتی در دماهای زیر 10°C -، توصیه می‌شود که از ساختار دو لایه از مواد عایق کاری پیش‌شکل‌داده شده استفاده شود. توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال، آرایش متناوب داشته باشند. برای لایه‌گذاری دوگانه برای برخی از مواد چند استثنای وجود دارد؛ بنابراین توصیه می‌شود که با تولیدکننده/پیمانکار/اعمال‌کننده مشورت شود.

۲۸-۳-۲ با استفاده از چسب‌های برپایه حلال

چسب‌های برپایه حلال می‌توانند بر اساس قیرها، رزین‌ها یا لاستیک‌ها باشند. توصیه می‌شود که آن‌ها با برس یا مال‌ اعمال شوند. در صورت لزوم، قبل از ایجاد پیوند، توصیه می‌شود که زمان پخت جزئی مطابق با دستورالعمل تولیدکننده مجاز باشد.

توصیه می‌شود که سازگاری حلال با ماده عایق کاری و زیربند (مانند پلی‌استایرن/پوشش‌های حفاظتی/زیربندهای پلاستیکی و موارد دیگر) بررسی شود.

توصیه می‌شود که قطعه ماده عایق کاری دقیقاً در جایی قرار گیرد که از چسب‌های از نوع ضربه‌ای استفاده می‌شود.

یادآوری - برخی از چسب‌ها اجازه لغزش قطعه ماده عایق کاری قبل از چسبندگی نهایی را می‌دهند.

۲۸-۳-۳ با استفاده از ترکیبات بسترسازی

این مواد سخت‌نشدنی عموماً بر اساس هیدروکربن‌های نفتی کاملاً اشباع حاوی پرکننده‌های سیلیسی، رزین‌ها یا قیرهای بی‌اثر هستند. توصیه می‌شود که آن‌ها برای حذف حفره‌های هوا و اجازه‌دادن به زدودن مواد عایق‌کاری بدون آسیب و استفاده مجدد، استفاده شوند. توصیه می‌شود که این ترکیبات برای بسترسازی ماده عایق‌کاری در مجاورت زیربند استفاده شوند و ممکن است با دست‌حفاظت‌شده با دستکش یا با ماله اعمال شوند؛ طوری که تمام محل‌های اتصال کاملاً درزگیری شوند. هنگام استفاده از این روش نصب، توصیه می‌شود که ماده عایق‌کاری با وسایل مکانیکی محکم نگه‌داشته شود (به زیربند ۲۷-۲-۲ مراجعه شود).

۲۸-۳-۴ نصب خشک

یادآوری- برخی از مواد عایق‌کاری را می‌توان بدون استفاده از چسب مطابق توصیه تولیدکننده اعمال کرد. این روش به‌ویژه برای نصب عایق روکش‌شده با فویل روی خطوط لوله بین دمای محیط و 0°C (صفر) مفید است.

به‌منظور حفظ سدگر پیوسته بخار، توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال درزگیری شوند. توصیه می‌شود که مقاطع پیش‌شکل‌داده‌شده طوری نصب شوند که تمام محل‌های اتصال به‌صورت لب‌به‌لب محکم شده و به‌وسیله نوار خودچسب یا تسمه‌های فلزی سازگار در فاصله 300 mm مراکز، در جای خود نگه‌داشته شوند.

۲۸-۳-۵ تکیه‌گاه‌های ظرف

توصیه می‌شود که تکیه‌گاه‌های ظرف مشمول الزامات و توصیه‌هایی مشابه با تکیه‌گاه‌های لوله‌ها باشند.

یادآوری- تکیه‌گاه‌های ظرف می‌توانند مشمول همان الزامات و توصیه‌های مشابه با لوله‌ها باشند، زیرا شکلی مشابه دارند؛ اما در مواردی که خواص فیزیکی یکسان ندارند، روش‌های نصب اندکی متفاوت خواهد بود.

۲۸-۴ لوله‌کشی و اتصالات**۲۸-۴-۱ کلیات**

توصیه می‌شود که لوله‌کشی مطابق با اصول کلی نصب در زیربندهای ۲۸-۱، ۲۸-۲ و ۲۸-۳ عایق‌کاری شود. توصیه می‌شود که به توصیه‌های تولیدکننده در مورد نوع و مناسب بودن محصول آن‌ها برای قطر و دمای سرویس لوله توجه شود.

۲۸-۴-۲ لوله‌کشی

یادآوری- هنگام عایق‌کاری لوله‌کشی، معمولاً ماده عایق‌کاری پیش‌شکل‌داده‌شده ترجیح داده می‌شود؛ هرچند ممکن است عایق فومی درجا نیز مناسب باشد.

۲۸-۴-۲-۱ لوله کشی**۲۸-۴-۲-۱-۱ کلیات**

توصیه می‌شود که لوله‌های با قطر کوچک، با ماده عایق‌کاری پیش‌شکل‌داده‌شده در مقاطع با ابعاد مناسب عایق‌کاری شوند. توصیه می‌شود که لوله‌های با قطر بزرگ، با استفاده از دال‌های فلزی پرداخت‌نشده^۱ شیاردار، تخته‌های شعاع‌دار و پخ‌دار یا مصالح ورقی انعطاف‌پذیر عایق‌کاری شوند. توصیه می‌شود که مقاطع پیش‌شکل‌داده‌شده مطابق با الزامات و توصیه‌های زیربند ۲۸-۳-۱ نصب شوند.

۲۸-۴-۲-۱-۲ شیشه سلولی

مقاطع شیشه سلولی که به‌وسیله چسب‌ها به لوله محکم نشده‌اند، توصیه می‌شود که دارای پوششی باشند که به‌عنوان پوشش داخلی ضد سایش عمل کند. توصیه می‌شود که این پوشش داخلی در کارخانه اعمال شود. در صورت اعمال میدانی، توصیه می‌شود که به پوشش اجازه داده شود تا قبل از جفت‌کردن مقطع خشک شود.

۲۸-۴-۲-۱-۳ فوم لاستیکی

هنگام استفاده از مواد لاستیکی در لوله‌کشی عملیاتی در دماهای تا زیر 40°C ، استفاده از ترکیبات بسترسازی مطابق با زیربند ۲۸-۳-۳ ضروری نیست و توصیه می‌شود که از تثبیت‌کننده‌های مکانیکی توصیف‌شده در زیربند ۲۷-۲-۲ پرهیز شود.

در صورت امکان، توصیه می‌شود که مواد عایق لوله به‌شکل لوله‌ای بدون شکاف نصب شوند.

توصیه می‌شود که تمام درزها و محل‌های اتصال تحت اندکی تراکم جفت شوند.

برخلاف قاعده کلی سایر انواع عایق‌ها که در زیربند ۲۸-۲ ارائه شده است، توصیه می‌شود که مواد لاستیکی، به‌طور مستقیم به لوله‌کشی عملیاتی در دمای خط تا 40°C چسبانده شوند.

۲۸-۴-۲-۲ فوم درجا**۲۸-۴-۲-۱-۲ کلیات**

توصیه می‌شود که فوم PUR/PIR قالب‌گیری‌شده یا پخش‌شده به‌صورت درجا، با روش‌های زیر اعمال شود:

الف- تزریق درون قالب موقت دور لوله‌کشی یا تجهیز؛

ب- تزریق یا ریختن درون روکش فلزی نصب‌شده که به‌عنوان سدگر اولیه بخار عمل می‌کند؛ و

پ- فوم افشانه‌ای برای فعالیت‌های تخصصی مانند دیوارهای مخزن یا سامانه‌های لوله‌کشی ساخته شده در کارخانه.

در صورتی که تجهیزات تزریق به‌طور مستقیم در دسترس نباشند، توصیه می‌شود که ریختن، فقط برای نگهداشت اضطراری استفاده شود.

مورد الف زیربند ۱-۲-۲-۴-۲۸ معمولا روش ترجیحی برای فوم PUR/PIR پخش شده است؛ زیرا کیفیت فوم و اثربخشی پرکردن را می‌توان پس از برداشتن قالب بررسی کرد. توصیه می‌شود که مورد ب زیربند ۱-۲-۲-۴-۲۸ فقط برای اقلامی که برای از کاراندازی‌ها نیاز به حذف شدن دارند (مانند جعبه‌های شیر و جعبه‌های فلنج) یا برای اقلامی با پیچیدگی خاص، استفاده شود.

۲-۲-۲-۴-۲۸ روش اعمال تزریقی فوم درجا (موردهای الف و ب زیربند ۱-۲-۲-۴-۲۸)

برای موردهای الف و ب زیربند ۱-۲-۲-۴-۲۸، توصیه می‌شود که فرایند تزریق فوم مطابق با توصیه‌های تولیدکننده انجام شود. برای اطمینان از عملکرد فوم تزریقی (PUR/PIR)، توصیه می‌شود که داده‌های شرایط جوی محل (شامل رطوبت نسبی، حداکثر و حداقل دماها) در اختیار تولیدکننده قرار گیرد. توصیه می‌شود که محصول به‌صورت دو جزئی آماده برای استفاده، در محل تحویل داده شود.

توصیه می‌شود که فاصله‌گذارهای پیش‌شکل‌داده شده از مقاطع نیم‌لوله PUR/PIR، با حداقل چگالی 40 kg/m^3 ، برای شکل‌دهی اتاقک‌های مناسب برای کنترل عملیات فوم‌سازی درجا استفاده شوند. توصیه می‌شود که فاصله‌گذارها، با تسمه‌های فولادی زنگ‌نزن، نوار رشته‌ای یا چسب مناسب محکم بسته شوند. توصیه می‌شود که فاصله‌گذارهای پیش‌شکل‌داده شده، با در نظر گرفتن محل تکیه‌گاه‌ها، جوش‌ها، لوازم کمکی و موارد دیگر و ابعاد قالب‌بندی در موقعیت قرار گیرند.

توصیه می‌شود که قالب روکش فلزی، با هم‌پوشانی‌های حداقل ۵۰ mm روی فاصله‌گذارهای پیش‌شکل‌داده شده به‌وسیله تسمه‌های موقت نصب شود. توصیه می‌شود که روکش سدگر بخار، با تسمه‌ها و تمام محل‌های اتصال و هم‌پوشانی‌های درزگیری شده نصب شود. برای اطمینان از تزریق مناسب و جلوگیری از به‌دام افتادن منافذ هوایی و ایجاد حفره‌ها، توصیه می‌شود که تزریق کافی و سوراخ‌های هواگیری تامین شود.

توصیه می‌شود که گیره‌ها، تسمه‌پیچی یا ابزارهای ویژه، روی روکش فلزی جفت شوند تا بارهای فشاری ناشی از انبساط فوم را تحمل کنند.

توصیه می‌شود که عملکرد مناسب آتش برای محصول یا سامانه، برای این سامانه عایق مشخص شود.

۳-۴-۲۸ خم‌های لوله

۱-۳-۴-۲۸ ماده عایق کاری پیش‌شکل‌داده شده

توصیه می‌شود که خم‌ها، با خم‌های پیش‌شکل‌داده‌شده عایق‌کاری شوند. در مواردی که خم‌های پیش‌شکل‌داده‌شده در دسترس نباشند، توصیه می‌شود که خم‌ها به روش فارسی‌بُر^۱ بریده شوند و مانند لوله‌کشی مستقیم، با یک قید برای هر قطعه محکم شوند. هرگونه درزی که بین قطعه‌های فارسی‌بُر ظاهر شود توصیه می‌شود که با موادی سازگار با مصالح پیش‌شکل‌داده‌شده پر شود.

۲۸-۴-۳-۲ فوم لاستیکی

هنگام عایق‌کاری لوله با قطر بزرگ (بزرگتر یا مساوی ۸۹/۹ mm) با استفاده از فوم لاستیکی، توصیه می‌شود که خم‌ها با استفاده از مصالح ورقی انعطاف‌پذیر پیش‌شکل‌داده‌شده عایق‌کاری شوند. توصیه می‌شود که این ورق مطابق با الگوی «دو تکه» بریده و با استفاده از چسب درزگیری بخار سازگار با آن چسبیده شود. توصیه می‌شود که به توصیه‌های تولیدکننده توجه شود.

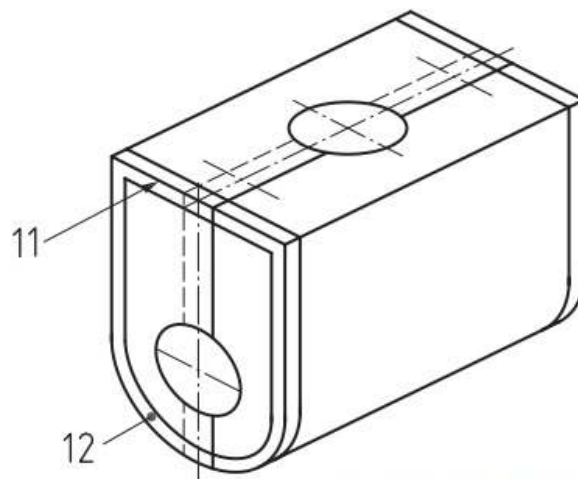
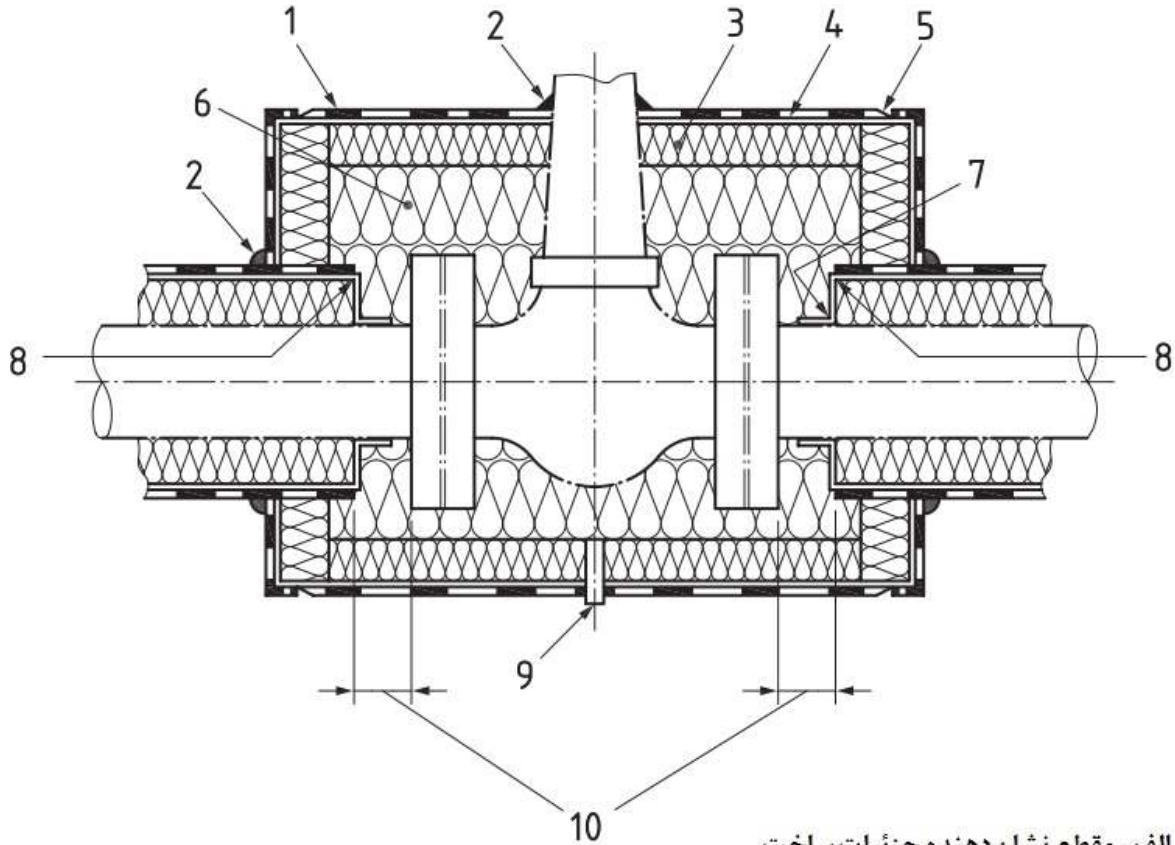
۲۸-۴-۴ فلنج‌ها، شیرها و سایر اتصالات

۲۸-۴-۴-۱ کلیات

به‌منظور برداشتن پیچ‌ها، توصیه می‌شود که پیش‌بینی‌های لازم انجام شود. توصیه می‌شود که اتصالات، با جعبه‌های فلنج/شیر قالب‌گیری‌شده یا پیش‌ساخته عایق‌کاری شوند. در صورت نبود دسترسی، توصیه می‌شود که آن‌ها با مقاطع بسیار بزرگ از همان ماده و ضخامت عایق روی لوله‌کشی مجاور، عایق‌کاری شوند (به شکل‌های ۲۳، ۲۴ و ۲۵ مراجعه شود).

توصیه می‌شود که فضاهای خالی شکل‌گرفته بین عایق و اتصالات، با ماده عایق‌کاری یا ترکیب غیر گیرشی یا مخلوطی از هر دو پر شوند، و توصیه می‌شود که برای مقاصد دسترسی به‌راحتی قابل جداشدن باشند.

^۱ Mitred

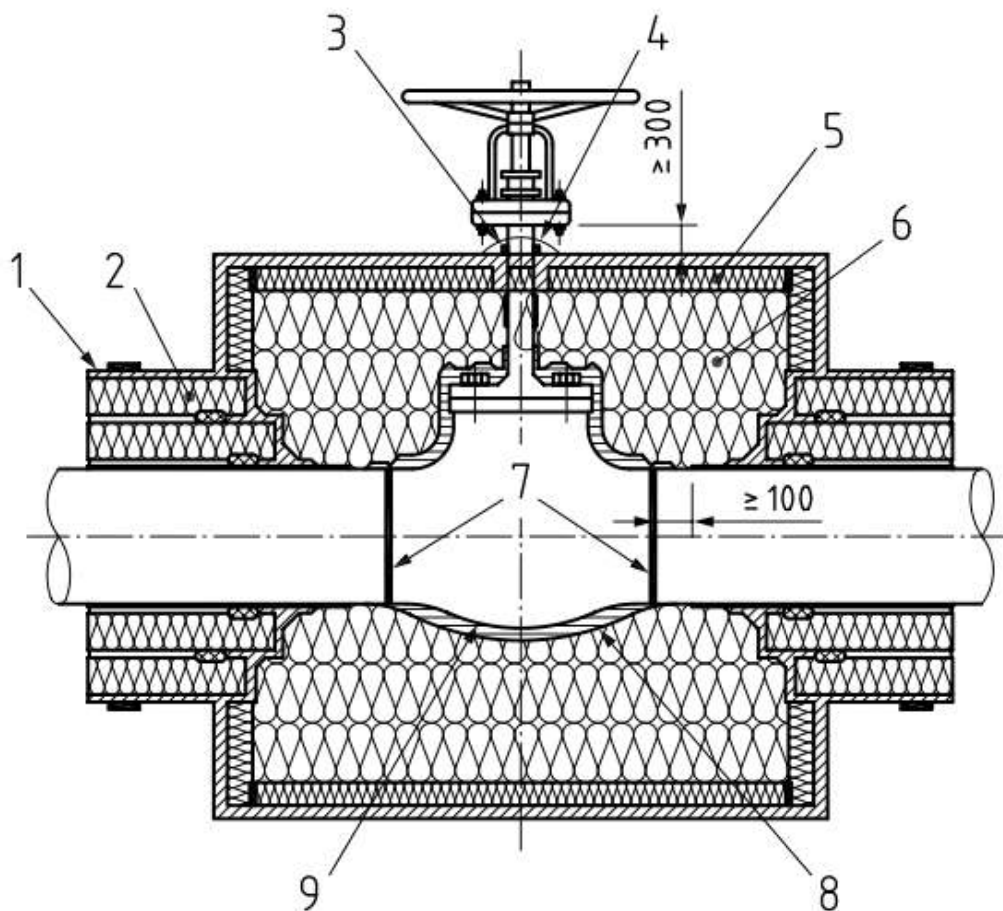


ب- گیره های مفصلی مورد استفاده برای اتصال دهی دو نیمه

راهنما:

- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | محل اتصال قفل شده | 7 | درپوش انتهایی برای کارهای گرم لوله کوتاه متوقف شده |
| 2 | درزگیر ماستیکی | 8 | توقف بخار |
| 3 | عایق | 9 | سوراخ زهکشی ۵ میلی متری برای کارهای گرم |
| 4 | سدگر بخار برای کارهای سرد | 10 | فضای آزاد برای اجازه پس روی پیچ بدون مزاحمت برای عایق لوله |
| 5 | روکش | 11 | بالای درپوش به صورت شیب دار برای زهکشی (فقط بیرونی) |
| 6 | فضایی که معمولاً برای کارهای سرد با عایق پر می شود | 12 | محل اتصال قفل شده |

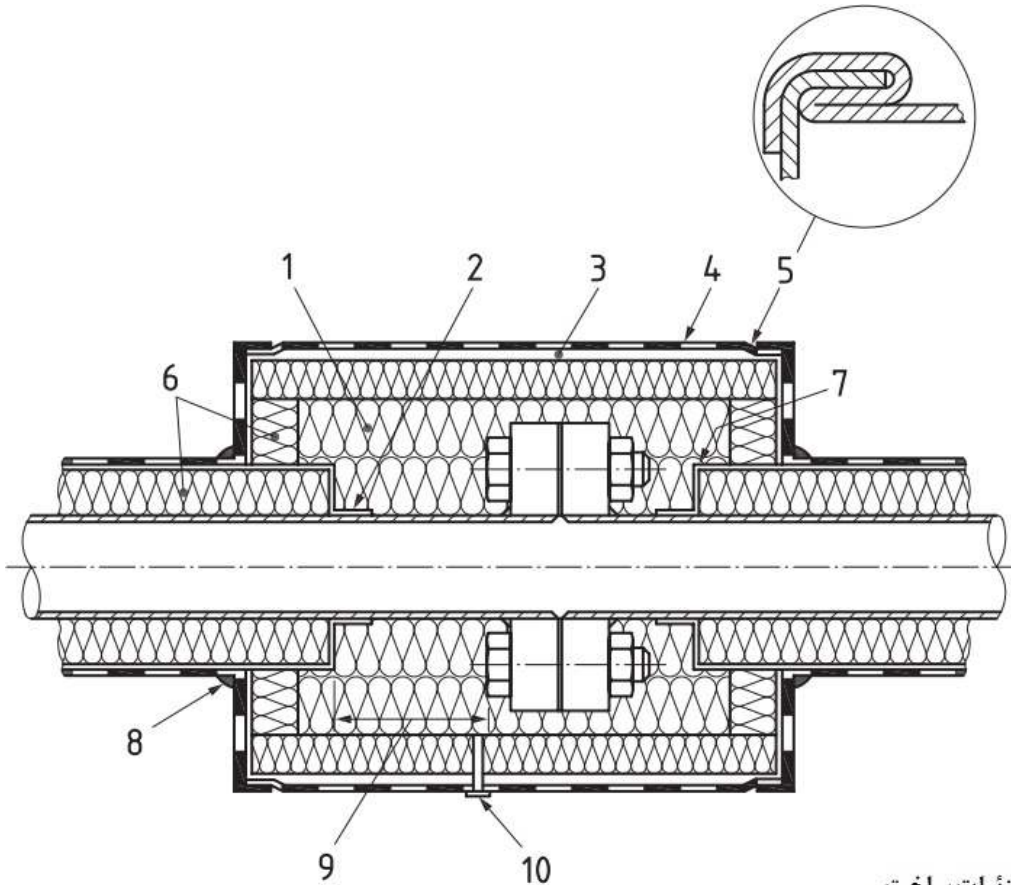
شکل ۲۳- جعبه شیر پیش ساخته در سامانه عایق تک لایه



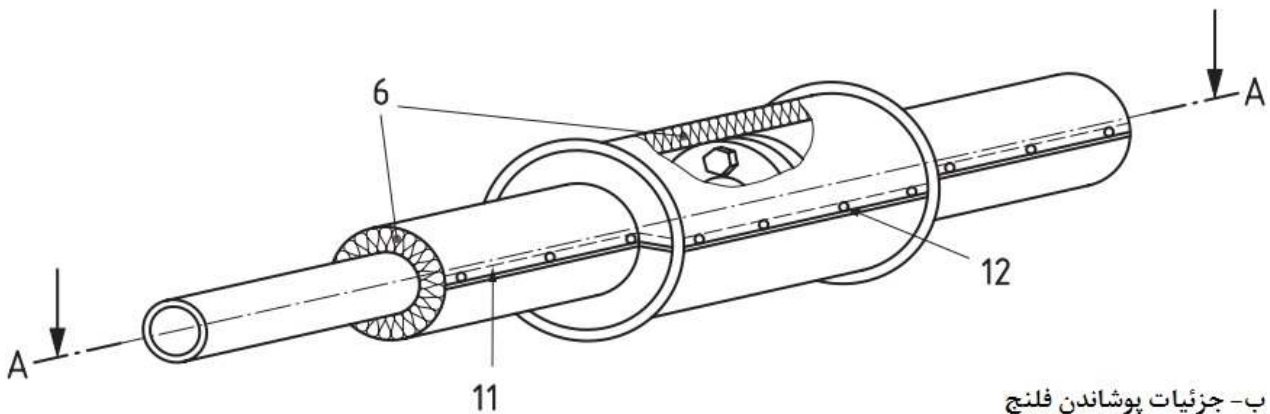
راهنما:

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| 1 پوشش غیرفلزی | 6 پشم شیشه |
| 2 عایق | 7 جوش‌های آزمایشی قبل از عایق‌کاری |
| 3 ماستیک درزگیری | 8 نوار فویلی |
| 4 محور امتداد یافته | 9 پتوی الیاف شیشه |
| 5 جعبه عایق پیش‌ساخته | |

شکل ۲۴- جعبه شیر، لوله‌کشی دولایه سرد با استفاده از عایق صلب با پوشش غیرفلزی



الف - مقطع نشان دهنده جزئیات ساخت



ب - جزئیات پوشاندن فلنج

راهنما:

- | | |
|----|--|
| 1 | فضایی که معمولا برای کارهای سرد با عایق پر می شود |
| 2 | درپوش انتهایی برای کارهای گرم لوله کوتاه متوقف شده |
| 3 | سدگر بخار برای کارهای سرد |
| 4 | روکش |
| 5 | محل اتصال قفل شده |
| 6 | عایق |
| 7 | توقف بخار |
| 8 | درزگیر ماستیکی |
| 9 | فضای آزاد برای اجازه پس روی پیچ بدون مزاحمت برای عایق لوله |
| 10 | سوراخ زهکشی ۵ mm برای کارهای گرم |
| 11 | هم پوشانی |
| 12 | پیچ های خود کار یا بست های مفصلی |

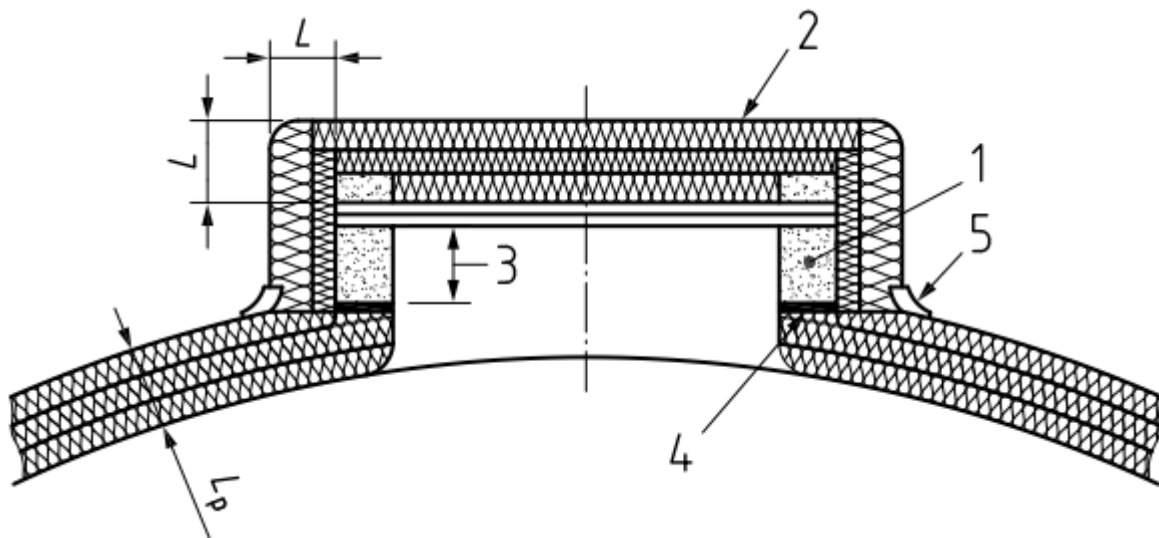
شکل ۲۵ - جعبه فلنج پیش ساخته در سامانه عایق تک لایه

۲۸-۴-۴-۲ تثبیت

توصیه می‌شود که قطعات جداگانه با چسب متصل شوند و ممکن است، برای مثال به وسیله تسمه‌های تثبیت موقت، تقویت شوند. درپوش‌هایی که قرار است قابل جدا شدن باشند، توصیه می‌شود که به‌طور دائمی روی عایق اصلی تثبیت نشوند؛ و توصیه می‌شود که به‌طور جداگانه محکم شوند.

۲۸-۴-۴-۳ درزگیری بخار

توصیه می‌شود که سامانه عایق، درزگیری بخار شود؛ تا اطمینان حاصل شود که عایق فلنج یا شیر بدون آسیب‌رساندن به سدگر بخار روی لوله‌کشی مجاور، می‌تواند برداشته می‌شود (به شکل‌های ۱۸، ۱۹ و ۲۶ مراجعه شود).



راهنما:

- 1 فضای پر شده با عایق برای کارهای سرد
- 2 سدگر تقویت‌شده بخار
- 3 فضای آزاد برای اجازه پس‌روی پیچ بدون مزاحمت برای عایق ظرف
- 4 حلقه درزگیری
- 5 باریکه‌های نواری درزگیری

الف درپوش یکپارچه آدمرو از مقاطعی به هم چسب‌خورده ساخته شده است. برای آسانی برداشتن، توصیه می‌شود که درپوش به عایق ظرف نجسبیده باشد.

شکل ۲۶- روش معمول عایق‌کاری آدمرو (کارهای سرد) الف

۲۸-۴-۴-۴ پرداخت بیرونی

یادآوری- پرداخت بیرونی شیر، فلنج و سایر درپوش‌های اتصال ممکن است متفاوت از عایق لوله‌های مجاور باشد. توصیه می‌شود که پیمانکار اطمینان حاصل کند که پرداخت بیرونی درپوش‌های اتصال مناسب محلی است که قرار است در آن قرار گیرد؛ برای مثال، توصیه می‌شود که درپوش‌های مورد استفاده بیرونی

مقاوم به پرتو فرابنفش و آب و هوا باشند. توصیه می‌شود که اثرات احتمالی محیط درون لوله روی پرداخت، در نظر گرفته شود.

۲۸-۴-۴-۵ درپوش‌های اتصال که مستقیماً از ماده عایق کاری ساخته می‌شوند

توصیه می‌شود که نفوذپذیری بخار آب درپوش اتصالات، بیشتر از سامانه عایق اعمال شده روی سایر اجزای لوله‌کشی نباشد. توصیه می‌شود که ضخامت عایق کمتر از ضخامت مورد استفاده در تمام لوله‌کشی مجاور نباشد.

یادآوری ۱- ورق‌های صلب یا انعطاف‌پذیر پیش‌شکل داده شده از ماده عایق کاری اغلب می‌توانند به‌طور مستقیم به شکل درپوش‌های شیر، فلنج یا سایر اتصالات ساخته شوند.

یادآوری ۲- ممکن است هنوز به پوشاندن نیاز باشد؛ به زیربند ۲۸-۴-۴-۴ مراجعه شود.

۲۸-۴-۵ تکیه‌گاه‌های لوله

لچکی‌های تکیه‌گاهی لوله برای خطوط سرد باید به‌طور مستقیم به لوله الصاق نشوند.

لچکی‌های تکیه‌گاهی لوله باید در قسمت بیرونی جاسازهای تکیه‌گاهی لوله عایق باربر محکم شوند تا وزن خط لوله را تحمل کنند (مطابق با شکل‌های ۱۲ تا ۱۵ و شکل ۱۷). توصیه می‌شود که جاسازهای تکیه‌گاهی لوله عایق باربر، از همان مواد عایق گرمایی لوله‌کشی یا سازگار با آن باشند.

توصیه می‌شود که مقاومت گرمایی عایق در تکیه‌گاه لوله، برای شرایط طراحی مناسب باشد.

توصیه می‌شود که انتهای نمایان تکیه‌گاه‌های لوله، تا تکمیل سامانه عایق حفاظت شوند.

توصیه می‌شود که از تکیه‌گاه‌های چوبی برای لوله‌ها استفاده نشود.

۲۸-۵ ظروف و سطوح انحنادار بزرگ

برای ملاحظات کلی، توصیه می‌شود که از الزامات و توصیه‌های زیربند ۲۸-۱ پیروی شود.

یادآوری- انواع مواد عایق کاری که معمولاً برای کاربردهای دمای پایین مشخص می‌شوند، در گستره وسیعی از شکل‌های فیزیکی موجود هستند؛ که ممکن است برای سطوح انحنادار استفاده شوند، اما عایق‌های پیش‌شکل داده شده (مانند تخته‌های شعاع‌دار یا پخ‌دار، تخته‌های ساده یا دال‌های شیاردار با شیارهای روی وجه داخلی) بیشتر استفاده می‌شوند. سایر انواع عایق ممکن است به صورت گرانول‌های نامتراکم، فوم درجا یا افشانه‌ای اعمال شوند (به شکل‌های ۲۲، ۲۶ و ۲۷ مراجعه شود).

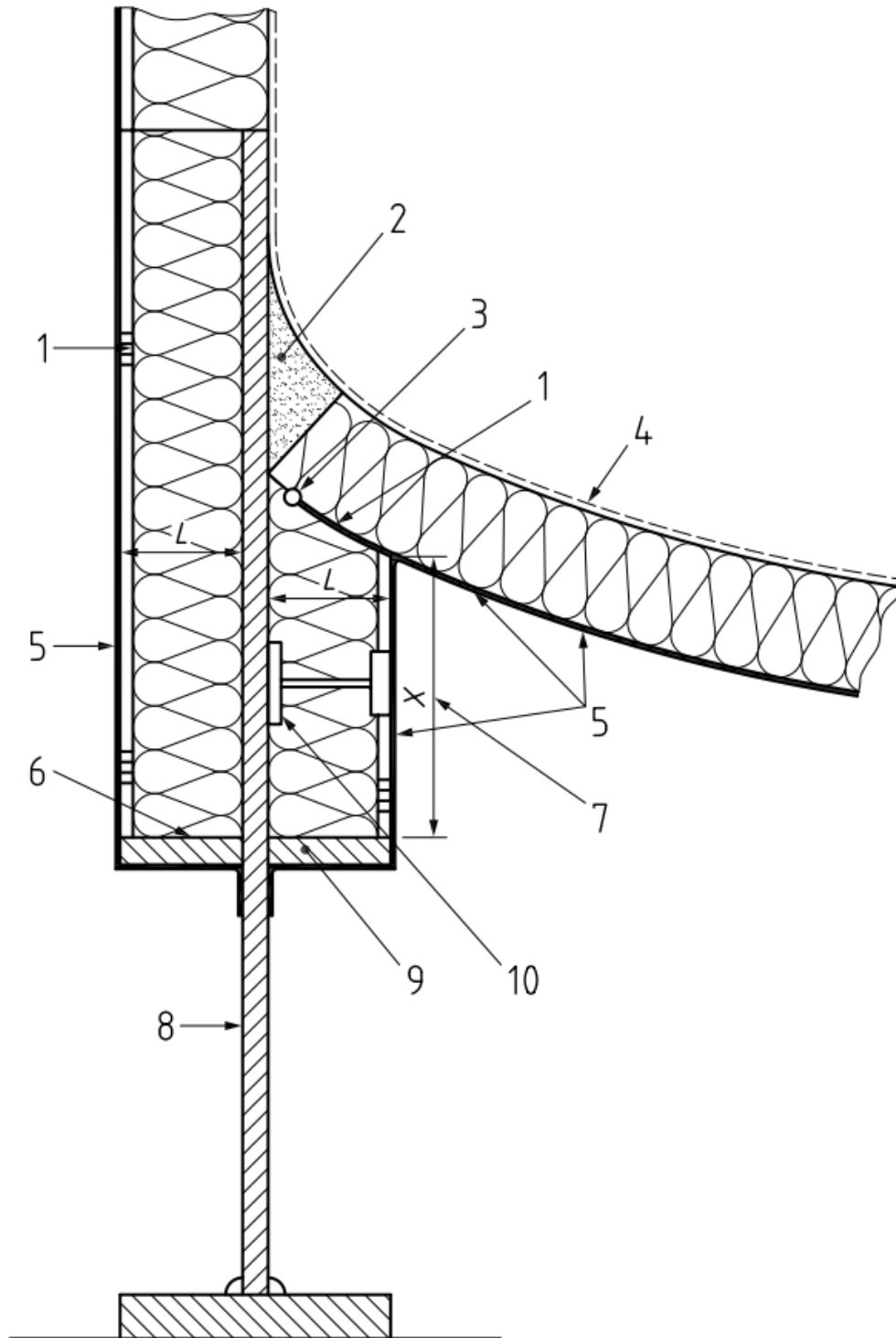
توصیه می‌شود که هر لایه، با چسب یا تسمه‌ها یا ترکیبی از هر دو کاملاً محکم شود. توصیه می‌شود که دال‌های عایق، به‌طور مساوی در فاصله‌ای که بیشتر از ۴۰۰ mm از مراکز نیست یا مطابق با توصیه‌های تولیدکننده حمایت شوند. از گیره‌های نازک می‌توان برای نگه‌داشتن لایه‌های دوم و بعدی لایه اول استفاده کرد.

در مواردی که تسمه پیچی غیرعملی است، توصیه می‌شود که دال‌ها روی گل‌میخ‌هایی نصب شوند که تا حدی در ضخامت عایق نفوذ می‌کنند.

به‌طور کلی تکیه‌گاه‌های برابر برای سطوح عمودی و سطوح با وجه رو به پایین توصیه می‌شود. توصیه می‌شود که درزگیری بخار، روی تمام این تکیه‌گاه‌ها پیوسته باشد.

در مواردی که حرکت تفاضلی بین ظرف و ماده عایق کاری رخ می‌دهد، توصیه می‌شود که از محل‌های اتصال انبساطی/انقباضی استفاده شود؛ و قبل از شروع نصب عایق، توصیه می‌شود که موقعیت این محل‌ها مشخص شود تا اطمینان حاصل شود که هیچ تضادی با نفوذها از ظرف وجود ندارد. توصیه می‌شود که نوارهای انعطاف‌پذیر بخاربند برای درپوش تامین شوند. توصیه می‌شود که قبل از نصب بدنه اصلی عایق، تمام انتهای لوله‌ای بیرون‌زده، اتصالات، دهانه‌های آدمرو و موارد دیگر عایق کاری شوند.

توصیه می‌شود که عایق، به‌سمت تکیه‌گاه دامنی یا پایه‌ها یا زیربند ظرف به‌اندازه مسافتی که کمتر از چهار برابر ضخامت عایق روی ظرف نیست (که از سطح عایق اندازه‌گیری می‌شود)، گسترش یابد.



راهنما:

- | | | | |
|---|---------------------------|----|---|
| 1 | تسمه پیچی (زیر سدگر بخار) | 6 | درزگیر انعطاف پذیر |
| 2 | فضای پر شده با عایق | 7 | $X = L \times 4$ (حداقل) در حالت ایده آل تا نقطه ای که دمای تکیه گاه دامنی فلزی بالاتر از نقطه شبنم محیط باشد |
| 3 | حلقه محکم ساز | 8 | تکیه گاه دامنی ظرف |
| 4 | ظرف | 9 | تکیه گاه عایق (در صورت امکان) |
| 5 | سدگر بخار | 10 | سنجاق ها/آویزهای عایق، جوشکاری شده یا چسبیده به تکیه گاه دامنی |

شکل ۲۷- روش معمول نشان دهنده مقدار عایق روی تکیه گاه دامنی ظرف

۶-۲۸ مخازن ذخیره**۱-۶-۲۸ کلیات**

توصیه می‌شود که پایه، دیوارهای جانبی، سقف و بیرون زدگی‌ها عایق کاری شده و توصیه می‌شود که سدگر بخار پیوسته روی سطح بیرونی عایق وجود داشته باشد (به بند ۴ مراجعه شود).

۲-۶-۲۸ حفاظت از خوردگی

توصیه می‌شود که حفاظت از خوردگی مطابق با الزامات و توصیه‌های بند ۸ و زیربند ۳-۱-۲۸ باشد.

۳-۶-۲۸ اتصال‌های نازل و آدم‌روها

توصیه می‌شود که سدگر بخار روی اتصال‌های نازل و آدم‌روها، به صورت یکپارچه با سدگر بخار روی پوسته و سقف باشد.

۴-۶-۲۸ پایه مخزن

توصیه می‌شود که پایه مخزن عایق کاری شود تا از یخ زدگی جلوگیری شود.

یادآوری - عایق ممکن است به تنهایی یا همراه با سامانه گرمایشی استفاده شود.

توصیه می‌شود که عایق دارای خواص تحمل بار برای تحمل وزن و محتویات مخزن باشد؛ مگر این که مخزن به اندازه کافی حمایت شود.

توصیه می‌شود که سامانه عایق پایه طوری طراحی شود که از تامین سدگر بخار پیوسته بین عایق پایه و عایق پوسته اطمینان حاصل شود.

۵-۶-۲۸ پوسته و سقف مخزن

توصیه می‌شود که سامانه‌های عایق، شامل موارد زیر باشند:

الف - دال‌های پیش‌شکل داده شده از مواد (مطابق با جدول‌های ۳ و ۴) اعمال شده با سدگرهای بخار؛

ب - پلی‌یورتان افشانه‌ای همراه با سدگر بخار؛ و

پ - فوم‌سازی در جای^۱ پلی‌یورتان یا ایزوسیانات درون فضای شکل گرفته به وسیله روکش فلزی یا ورق پلاستیک.

یادآوری - از مخازن دوجداره برای ذخیره مایعات برودتی استفاده می‌شود؛ بنابراین عایق این مخازن معمولاً پرلیت است، که به صورت نامتراکم بین دو جدار استفاده می‌شود.

1- Foaming in situ

۲۸-۷ مجراکشی تهویه مطبوع هوای عملیاتی در زیر دمای محیط

یادآوری ۱- در حالی که این زیربند به طور ویژه به مجراهای انتقال هوا در زیر دمای هوای اطراف اشاره دارد، مجراهای تهویه یا تهویه مطبوع می توانند هوا را برای هم گرمایش و هم سرمایش انتقال دهند.

یادآوری ۲- زیربند ۲۸-۷-۱ برای نصب لوله کشی پیش عایق شده کاربرد ندارد. در مورد نصب مجراکشی پیش عایق شده، فقط زیربندهای ۲۸-۷-۱ و ۲۸-۷-۲ کاربرد دارد.

۲۸-۷ کلیات

۲۸-۷-۱-۱ توصیه می شود که لوله کشی تهویه مطبوع عملیاتی در زیر دمای محیط مطابق با زیربند ۲۹-۴ عایق کاری شده باشد (برای الزامات عملکرد درمقابل آتش به استاندارد BS 9999 و برای خطرات آتش سوزی به زیربندهای ۷-۹ و ۱۲-۶ مراجعه شود).

۲۸-۷-۱-۲ توصیه می شود که مجراهای هوای تازه و مجراهای خروجی انتقال دهنده هوای سرد عایق کاری شوند تا از میعان جلوگیری شود. توصیه می شود که عایق در تمام طول مجرا، شامل فن ها، مبدل های گرمایی و جدارهای فیلتر انتقال دهنده هوای سرد، پیوسته باشد.

۲۸-۷-۱-۳ برای عایق کاری مجراها توصیه می شود که از مواد مناسب استفاده شود (به جدول های ۱ و ۲ مراجعه شود).

۲۸-۷-۱-۴ توصیه می شود که عایق با ضخامت بیش از ۵۰ mm در دو لایه اجرا شود و توصیه می شود که دارای محل های اتصال با آرایش متناوب باشد. توصیه می شود که به راهنمایی تولیدکننده توجه شود.

۲۸-۷-۱-۵ توصیه می شود که موادی که برای عایق کاری مجراکشی عملیاتی در این گستره دمایی مناسب هستند، استفاده شوند (به جدول های ۳ و ۴ مراجعه شود).

۲۸-۷-۱-۶ برای مجراکشی قرار گرفته در بیرون ساختمان ها، توصیه می شود که سطوح فلزی قبل از اعمال عایق پیش شکل داده شده و پرداخت ضد آب، از خوردگی حفاظت شوند. توصیه می شود که نقاط پایان یابی (یعنی درب های بازدید، محل های اتصال انبساطی و موارد دیگر) درزگیری شوند.

۲۸-۷-۲ تثبیت و چسبندگی

یادآوری ۱- ماده عایق کاری ممکن است به وسیله چسب به سطح مجرا محکم شود (به زیربند ۲۷-۲ مراجعه شود). در صورت لزوم، ممکن است به وسیله سنجاق ها/آویزها یا گل میخ های فلزی جوشکاری شده روی صفحه ای پایه که (می تواند به وسیله چسب، جوشکاری یا استفاده از تسمه ها روی مجراهای غیرمستطیلی) به مجرا به صورتی محکم الصاق شده باشد، فرایند محکم سازی تکمیل شود.

یادآوری ۲- عایق مجراکشی استوانه ای و وجوه تخت ممکن است با استفاده از تسمه پیچی همراه با حفاظت زاویه ای گوشه در مجراهای با وجوه تخت، چسب مناسب با توجه به محدودیت های دما و وزن، تثبیت های مکانیکی، یا تثبیت های چسبیده با توجه به محدودیت های دما و وزن، الصاق شود. به بند ۲۷ مراجعه شود.

برای مجراهای عمودی که امکان خطر نشست وجود داشته باشد، توصیه می‌شود که الصاق گل‌میخ‌ها، به‌وسیله جوشکاری به سطح مجرا یا به‌وسیله چسب (باتوجه به محدودیت‌های دما)، تامین شود.

۳-۷-۲۸ سدگرهای بخار و پرداخت‌ها

۱-۳-۷-۲۸ یک پرداخت برای مجراکشی فضای داخل می‌تواند سدگر بخار مناسب برای شرایط طراحی باشد. توصیه می‌شود که این پرداخت به‌اندازه کافی قوی باشد تا در مقابل صدمات مکانیکی یا تمیزکاری مقاومت کند و در صورت لزوم، وضعیت ظاهری سازگار با مکان داشته باشد.

۲-۳-۷-۲۸ توصیه می‌شود که مجراکشی قرارگرفته در فضای آزاد، دارای پرداخت مقاوم به آب و هوا باشد.

۳-۳-۷-۲۸ عایق ممکن است همراه با سدگر بخار اعمال‌شده در کارخانه که به سطح آن چسبیده است، استفاده شود. توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال در سدگر بخار، یا به‌وسیله چسباندن هم‌پوشانی‌ها، در صورت وجود، با چسب یا به‌وسیله درزگیری با نوار خودچسب، درزگیری شوند.

۴-۳-۷-۲۸ در مواردی که از دال‌های ساده بدون رخ‌پوش^۱ استفاده و با رخ‌پوش سدگر بخار دورپیچ می‌شود، توصیه می‌شود که هم‌پوشانی‌های رخ‌پوش به‌طور مستقیم روی محل‌های اتصال در دال‌ها نباشند.

۵-۳-۷-۲۸ توصیه می‌شود که شرایط موجود در بسیاری از مکان‌هایی که در آن‌ها عایق اعمال می‌شود، ارزیابی و مدون شود؛ زیرا می‌تواند بر چسبندگی موفق نوارهای خودچسب، که می‌توانند متورق شوند، اثر منفی گذارد. در صورت لزوم، قبل از اعمال نوار توصیه می‌شود که با آسترکاری سطح پوشینه^۲ سدگر بخار به‌وسیله لایه‌ای نازک از یک چسب تماسی سازگار، از متورق شدن جلوگیری شود. ۶-۳-۷-۲۸ در مواردی که عایق باید با استفاده از پوشش سدگر بخار پلیمری محکم و حفاظت شود، توصیه می‌شود که پوشش پلیمری در دو لایه اعمال شود و با غشایی از منسوج پنبه‌ای یا شیشه‌ای «با بافت باز» بین لایه‌های پوشش تقویت شود؛ که اولین لایه برای چسبندگی غشا به عایق استفاده می‌شود.

یادآوری- برای اطمینان از مقدار پوشش هر لایه، ممکن است از رنگ‌هایی مختلف استفاده شود. در روش جایگزین، می‌توان از لفاف‌های پلیمری شامل GRP و پوشش‌های پلیمری انعطاف‌پذیر تقویت‌نشده استفاده کرد.

۷-۳-۷-۲۸ در مواردی که پرداخت حفاظتی روی زیرینند مجرا اعمال شده است، توصیه می‌شود که اطمینان حاصل شود که آسیب نبیند. در صورت آسیب‌دیدگی، توصیه می‌شود که پیمانکار به خریدار/کاربر نهایی اطلاع دهد تا قبل از اعمال عایق، پوشش الزامات را برآورده کند. اگر عایق قرار

1- Un-faced

2- Jacket

است به مجراکشی بچسبد، توصیه می‌شود که سازگاری بین چسب و پوشش حفاظتی یا اساس مجرا با تولیدکننده چسب بررسی شود.

۴-۷-۲۸ فلنچ‌ها، سفت‌کننده‌ها و سایر اتصالات

۱-۴-۷-۲۸ توصیه می‌شود که عایق‌کاری و پرداخت، عاری از دهانه‌های دسترسی و درب‌های لولایی یا قابل جداشدن پایان یابد.

۱-۴-۷-۲۸ توصیه می‌شود که فلنچ‌ها و سفت‌کننده‌ها، یا با اتصالات جعبه‌ای عایق‌شده یا به‌وسیله افزایش ضخامت کلی عایق به حداقل ۵ mm پوشانده شوند (برای ضخامت به استاندارد BS 5422 مراجعه شود).

۵-۷-۲۸ میراگرها و متوقف‌سازهای آتش

۱-۵-۷-۲۸ توصیه می‌شود که عایق و پرداخت، دور از ابزار دقیق، آشکارسازها، چرخ‌دنده و لوازم جانبی میراگرها پایان یابند؛ تا باز و بسته شدن آزاد میراگرها ممکن شود.

۲-۵-۷-۲۸ در مواردی که میراگرهای آتش در داخل مجراها وجود دارد، توصیه می‌شود که عایق ترموپلاستیکی احتراق‌پذیر تقریباً یک متری میراگر (که هنگام آتش‌سوزی بسیار داغ می‌شود) متوقف شود؛ تا از تابش بیش‌ازحد گرما به عایق به طرف دور از آتش جلوگیری شود، و در نتیجه مانع از انجام وظیفه میراگر برای جداسازی آتش شود. توصیه می‌شود که مجراکشی مطابق با استاندارد BS 9999 حفاظت شود.

۳-۵-۷-۲۸ توصیه می‌شود که مشکل خطر آتش‌سوزی برای مجراکشی تهویه مطبوع، به‌دقت ارزیابی و مدون شود. توصیه می‌شود که در هر نفوذ دیوار، یک متوقف‌ساز آتش‌سوزی تامین شود. توصیه می‌شود که از توصیه‌های ارائه‌شده در استانداردهای BS 5422 و BS 9999 و سایر استانداردهای ملی و بین‌المللی مربوط پیروی شود (به زیربند ۷-۹ مراجعه شود).

۶-۷-۲۸ مجراکشی پیش‌عایق‌شده

خواص مجراکشی پیش‌عایق‌شده با توجه به طراحی و توصیه‌های تولیدکنندگان متفاوت است (برای مثال، فوم فنولیک و الیاف معدنی منطبق بر استاندارد EN 13403)؛ بنابراین، توصیه می‌شود که نصب مطابق با توصیه‌های تولیدکنندگان باشد و توسط افراد صلاحیت‌دار و آموزش‌دیده ساخته یا نصب شود.

یادآوری - به این ترتیب، هیچ توصیه کلی نمی‌توان ارائه داد.

مجراهای تهویه مطبوع ساخته‌شده از مواد عایق گرمایی (مانند تخته‌ها یا دال‌های رخ‌پوش) ممکن است به عایق اضافی نیاز نداشته باشند، ولی توصیه می‌شود که برای الزامات کل عایق به استاندارد BS 5422 ارجاع شود.

۷-۷-۲۸ پوشش کاری داخلی مجراکشی

یادآوری-۱ - اگر عایق درون مجراکشی تهویه مطبوع قرار گیرد، ممکن است برای مقاصد صوتی خارج از دامنه کاربرد این استاندارد باشد و ممکن است لازم باشد از مشاوره متخصص صوتی استفاده شود.

۷-۷-۲۸-۱ وجود عایق داخلی به تنهایی ممکن است برای رسیدن به اهداف افت/بهره گرمایی کافی نباشد و ممکن است عایق بیرونی اضافی مجرا ضروری باشد. توصیه می‌شود که اطمینان حاصل شود که ضخامت کل عایق اعمال شده برای برآورده کردن تمام ملاحظات طراحی کافی است.

۷-۷-۲۸-۲ در مواردی که خطر فرسایش لیفی وجود دارد، توصیه می‌شود که عایق داخلی، به وسیله فیلم پلاستیکی، منسوج کرباس شیشه، بافت الیاف بریده شده شیشه^۱، نمد الیاف شیشه با پوشش نئوپرن، فلز ورقی سوراخ دار یا تخته سوراخ دار پوشانده شود. در مواردی که از فیلم پلاستیکی یا نمد الیاف شیشه با پوشش نئوپرن استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که الزامات عملکرد درمقابل آتش ارزیابی و مدون شود.

۷-۷-۲۸-۳ توصیه می‌شود که به روش‌ها و اثرات تمیزکاری داخل مجراکشی بر پوشش‌های داخلی محل استفاده توجه شود.

۷-۷-۲۸-۴ در شرایط سرعت بالای هوا، توصیه می‌شود که فقط از درپوش فلز ورقی با پشت‌بند فیلم باید استفاده شود. توصیه می‌شود که لبه جلویی و تمام محل‌های اتصال درزگیری شوند، تا از برداشتن الیاف به وسیله جریان هوا جلوگیری شود.

یادآوری ۱- ممکن است لازم باشد تا اثر صوتی عایق درپوش درون مجراکشی در نظر گرفته شود.
یادآوری ۲- پوشش‌های داخلی مجرا از نوع شیشه سلولی، برای ایجاد سطح صاف تقویت شده، عموماً با اندود و کرباسی مناسب، پوشانده می‌شوند.

۸-۲۸ سطوح تخت و نامنظم (شامل ماشین‌آلات)

توصیه می‌شود که از الزامات و توصیه‌های کلی زیربند ۲۸-۱ پیروی شود. برای نصب روی سطوح تخت، توصیه می‌شود که از الزامات و توصیه‌های اساسی ارائه شده در زیربند ۲۸-۵ پیروی شود.

اگر قرار است شکل‌های پیچیده با مواد عایق تخته‌ای یا دالی احاطه شوند، در این صورت توصیه می‌شود که آن‌ها با چسب به هم متصل شوند و ممکن است با دوک‌های نگهدارنده یا گیره‌ها تقویت شوند.

برای نصب جعبه‌های سرد، توصیه می‌شود که از یک سازه تکیه‌گاهی استفاده شود. در صورت استفاده از پانل‌های خودایستا، توصیه می‌شود که به توصیه تولیدکننده عایق توجه شود.

یادآوری-۱ - در روش جایگزین، اغلب دال‌های پیش‌شکل داده شده ممکن است با انواع مصالح رخ‌پوش چندلایه شوند؛ تا پانل‌هایی بزرگ شکل گیرد، که می‌توان از آن‌ها برای روکش کاری یک سازه استفاده کرد.

1- Glass staple tissue

۲۹ عایق گرم - کاربرد در سامانه‌هایی که در گستره دمایی بالای $+870^{\circ}\text{C}$ کار می‌کنند

۱-۲۹ کلیات

۱-۱-۲۹ اعمال

در مواردی که ضخامت کل عایق اعمال شده بیش از ۱۰۰ mm باشد، توصیه می‌شود که عایق معمولاً در چند لایه اعمال شود؛ طوری که ضخامت هیچ‌یک از لایه‌ها بیش از ۱۰۰ mm نباشد. توصیه می‌شود که به توصیه‌های تولیدکننده توجه شود؛ زیرا برخی از مواد برای اعمال به صورت تک‌لایه یا چندلایه با ضخامت بیشتر از ۱۰۰ mm مناسب هستند. توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال بین لایه‌های مجاور عایق، آرایش متناوب داشته باشند. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال طولی در مقاطع لوله، آرایش متناوب 90° داشته باشند؛ اما در مواردی که این کار ممکن نباشد، توصیه می‌شود که آرایش متناوب حداقل 45° داشته باشند. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال پیرامونی در مقاطع لوله و تمام محل‌های اتصال در سایر شکل‌های عایق (مانند دال‌ها و تشک‌ها)، به وسیله نصف بُعد مربوط از محصول آرایش متناوب داشته باشند (مطابق با شکل ۱)؛ اما در مواردی که این کار ممکن نباشد، توصیه می‌شود که آرایش متناوب حداقل تا ۲۰۰ mm داشته باشند.

۲-۱-۲۹ ملحقات

به غیر از برخی از مصالح باربر، بیشتر انواع مواد عایق‌کاری هنگام اعمال مستلزم حمایت یا تقویت هستند و ممکن است مستلزم محکم‌سازی به سطح مورد عایق‌کاری باشند. قبل از شروع اعمال مواد عایق‌کاری، توصیه می‌شود که لوازم جانبی تثبیت‌کننده به تاسیسات الصاق شوند (به زیربند ۱۰-۲ مراجعه شود).

۳-۱-۲۹ تمهیدات برای حرکت گرمایی تفاضلی

باتوجه به اختلاف ضرایب انبساط فلزات و مواد عایق‌کاری، توصیه می‌شود که برای حرکات تفاضلی بین سطح داغ، عایق و پرداخت، حد مجاز ضروری در نظر گرفته شود.

توصیه می‌شود که این حدود مجاز، مطابق با محل‌های اتصال انبساطی که طبق فواصل تعیین شده در جدول ۸ درج شده‌اند، باشند.

جدول ۸- درزهای انبساطی

فواصل فاصله‌گذاری M	دما $^{\circ}\text{C}$
۵	کمتر از ۲۰۰
۴	۲۰۰ تا ۳۰۰
۳	۳۰۰ تا ۴۰۰
۲	بیشتر از ۴۰۰

در مواردی که عایق به صورت چند لایه اعمال می‌شود، توصیه می‌شود که محل‌های اتصال انبساطی در هر لایه، آرایش متناوب داشته باشد.

در پیوندگاه بین مواد عایق کاری پیش‌شکل‌داده شده و کارهای فولادی ثابت، توصیه می‌شود که ناحیه محل اتصال، با الیاف معدنی پر شود تا با حرکت گرمایی تفاضلی تطبیق یابد.

یادآوری ۱- برای پرداخت فلزی، معمولاً محل‌های اتصال کشویی مناسب است.

هنگامی که پرداخت از نوع اندود گچی اعمال می‌شود، توصیه می‌شود که یک محل اتصال انبساطی^۱ به وسیله برش در محل اتصال پیرامونی در سامانه عایق تک‌لایه یا در لایه بیرونی سامانه عایق دولایه تامین شود. توصیه می‌شود که این محل‌های اتصال، با پارچه الیاف شیشه پوشانده و در جای خود محکم شوند.

یادآوری ۲- به طور تقریبی، انبساط شعاعی لوله‌ها و ظروف پوشانده شده با پرداخت‌های از نوع اندود گچی، بدون محل‌های اتصال انبساطی طولی قابل پذیرش است؛ به شرطی که مقدار «D - T» برای لوله‌ها یا ظروف تا «قطر ۱٫۵ m با احتساب عایق» کمتر از ۲۵۰ و برای قطر بیش از ۱٫۵ m، برابر با ۵۰۰ باشد، که D قطر برحسب متر و T دما برحسب درجه سلسیوس است.

۴-۱-۲۹ محل‌های اتصال کشویی و انبساطی آکاردئونی^۲، و سامانه لوله‌کشی کروگیت

توصیه می‌شود که عایق، مانع عملکرد اتصال‌های انبساطی نشود.

یادآوری- به همین دلیل، آکاردئون یا محل اتصال معمولاً با قفس فلزی جفت می‌شود، که فقط در یک انتها محکم شده است، و عایق را می‌توان روی آن محکم کرد.

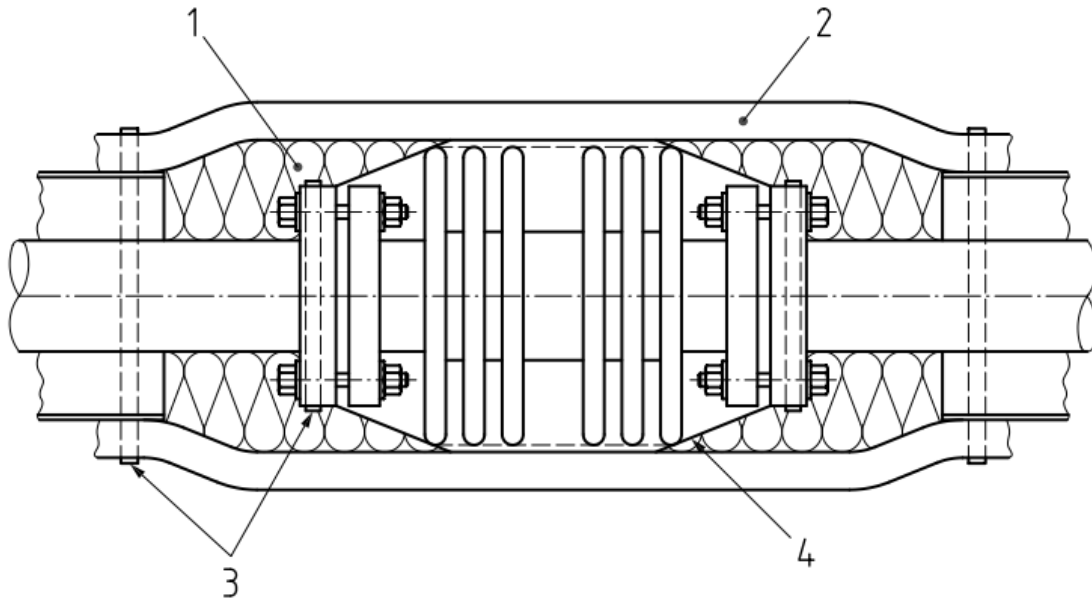
توصیه می‌شود که میله‌های قید^۳ و موارد دیگر داخل عایق قرار نگیرند؛ زیرا می‌توانند به دمایی بسیار بالا برسند و قابل تنظیم نیستند (به شکل‌های ۲۸ و ۲۹ مراجعه شود).

توصیه می‌شود که لوله‌کشی کروگیت، مانند لوله‌کشی ساده عایق کاری شود. قطعات انبساطی آکاردئونی اغلب بنا به ملاحظات فلزکاری بدون عایق رها می‌شوند؛ اما در صورت لزوم، توصیه می‌شود که مطابق با شکل‌های ۲۸ و ۲۹، عایق کاری شده و در صورت لزوم از حفاظت بیرونی نیز استفاده شود.

1- Expansion joint

2- Bellows expansion joint

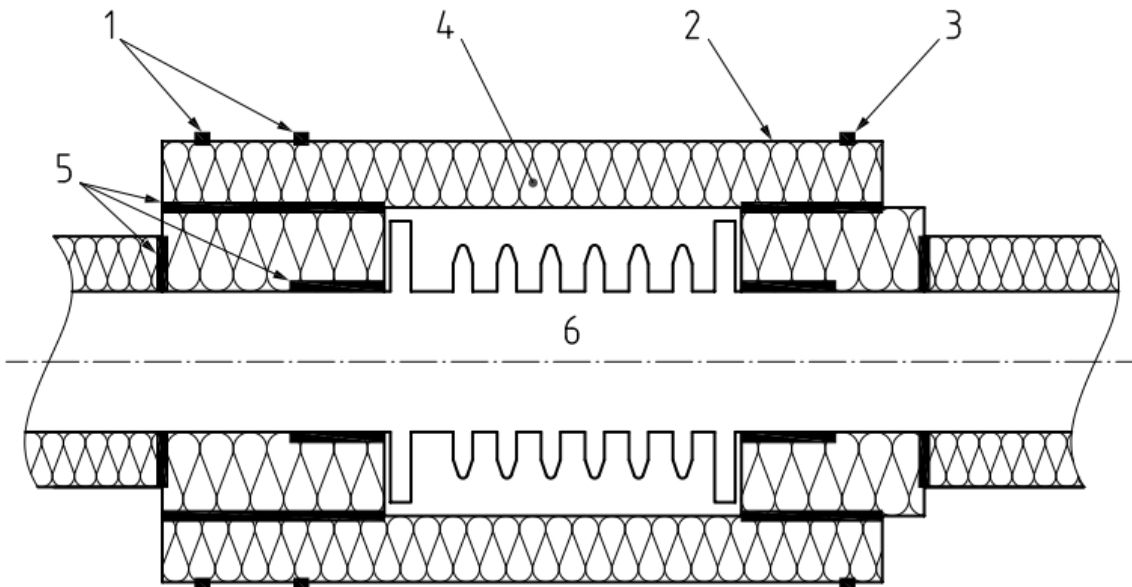
3- Tie rods



راهنما:

- 1 فضای پس روی پیچ، پرشده با لیف معدنی
- 2 تشک مصالح لیفی
- 3 تسمه‌های محکم‌سازی
- 4 تنزیب (گازبافت) فلزی یا سیم کشباف

شکل ۲۸- روش معمول عایق‌کاری دم‌ش انبساطی در دمای بالا



راهنما:

- 1 تسمه نگهدارنده (برای مثال، تسمه فولادی زنگ‌نزن 316، با عرض ۱۳ mm و ضخامت ۰/۵)
- 2 ماستیک غیر گیرشی بوتیل
- 3 تسمه نگهدارنده، طوری که به حرکت کشویی لایه ۲ عایق روی لایه ۱ عایق اجازه دهد
- 4 عایق
- 5 ماستیک
- 6 دم‌ش

شکل ۲۹- روش معمول عایق‌کاری دم‌ش انبساطی در دمای سرد

۲۹-۲ لوله‌کشی

۲۹-۲-۱ ملاحظات عمومی

توصیه می‌شود که عایق‌کاری لوله‌کشی، با مصالح پیش‌شکل‌داده شده انجام شود. در مواردی که قطر لوله برای استفاده از مقاطع لوله پیش‌شکل‌داده شده بسیار بزرگ باشد، توصیه می‌شود که لوله تا حد امکان با تخته‌های شعاع‌دار و پخ‌دار یا مصالح انعطاف‌پذیر پوشانده شود.

در صورت لزوم برچیدن لوله‌کشی، توصیه می‌شود که این کار با حداقل مزاحمت برای عایق انجام شود. توصیه می‌شود که عایق دائمی به اندازه کافی دور از فلنج‌ها و اتصالات پایان یابد، تا امکان پس‌روی پیچ‌ها وجود داشته باشد. توصیه می‌شود که فلنج‌ها با مواد پیش‌قالب‌گیری شده، پوشینه‌ها یا جعبه‌های عایق شده که برای نگهداشت قابل جدا شدن است، عایق‌کاری شوند (برای روش‌های مربوط به سازماندهی این مورد، به شکل‌های ۲۱، ۲۳، ۲۴ و ۲۵ مراجعه شود).

توصیه می‌شود که پیوندگاه بین عایق قابل جدا شدن و دائمی به آسانی (برای مثال به وسیله پوش‌رنگ‌کاری انتهای آن یا قراردادن منسوج نساجی روی انتهای عایق دائمی) قابل تشخیص باشد.

ضروری است که شیرها، فلنج‌ها و اتصالات با همان استاندارد بقیه سامانه عایق، عایق‌کاری شوند؛ تا اتلاف گرمایی به حداقل برسد (به شکل ۲۳ مراجعه شود). عایق‌کاری سطوح نامنظم دشوار است؛ و در نتیجه در مواردی که لازم است عایق به منظور بازرسی حذف و جایگزین شود، توصیه می‌شود که برای حداقل هدر رفت مواد، تا حد امکان از قسمت‌های قالب‌گیری شده استفاده شود. توصیه می‌شود که عایق‌کاری به گونه‌ای پرداخت‌کاری شود که دسترسی آزاد به ابزار دقیق وجود داشته باشد. توصیه می‌شود که تمام دماسنج‌های جیبی، شامل دماسنج‌های نافی^۱ و بالشتکی جوشکاری شده، عایق‌کاری شوند.

توصیه می‌شود که شیرها توسط پیمانکار مکانیکی مشخص شوند تا با دوک‌های کشیده و طرح‌های دستگیره‌ای تجهیز شوند، که اجازه اعمال ضخامت کامل عایق را می‌دهد.

برای برخی از تاسیسات بخار فوق داغ، توصیه می‌شود که لوله‌کشی فشارسنج در فاصله‌ای مناسب از نقطه انشعاب‌گیری^۲ عایق‌کاری شود؛ تا از افت فشار ناشی از سرمایش جلوگیری شود.

در مواردی که لوله‌کشی در فضای باز یا در مناطقی است که احتمال سرریز وجود دارد، توصیه می‌شود که عایق شیرها و فلنج‌ها درزگیری شود. توصیه می‌شود که عایق دائمی هر دو طرف شیر قابل جابجایی یا جعبه فلنج درزگیری شود، تا از خروج مایع هنگام برداشتن جعبه جلوگیری شود. توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال در صورت امکان، انحراف از موقعیت داشته باشند (به شکل ۱ مراجعه شود).

1- Boss

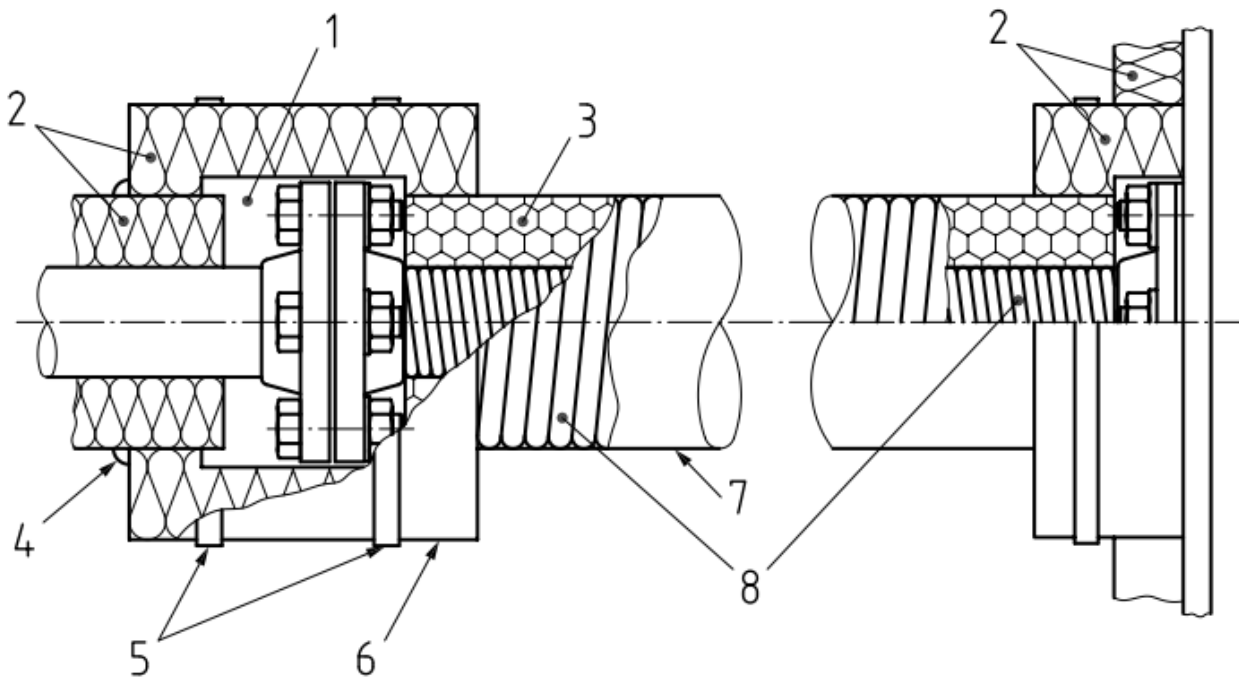
2- Tapping point

توصیه می‌شود که آویزها و تکیه‌گاه‌ها از سطح لوله جداسازی شوند (به شکل ۱۸ مراجعه شود). در مواردی که لوله‌کشی در فضای باز یا در مناطقی است که احتمال سرریز وجود دارد، توصیه می‌شود که برای جلوگیری از نفوذ مایع، سطح درزگیری شود.

یادآوری - روش‌های عایق‌کاری لوله‌های گرم با استفاده از تکیه‌گاه‌های با تماس مستقیم یا حلقه‌های عایق در شکل‌های ۱۲ تا ۱۵ و شکل ۱۷ نشان داده شده است.

توصیه می‌شود که لوله‌کشی انعطاف‌پذیر، به‌غیر از لوله‌کشی کروگیت برای سرویس‌های بخار، مطابق با شکل ۳۰، عایق‌کاری شود.

توصیه می‌شود که سامانه‌های لوله از نظر نداشتن نشتی آزمون شوند و عایق تا زمانی که ثابت شود که سامانه در شرایط عملیاتی عاری از نشتی است، توصیه می‌شود که روی محل‌های اتصال محکم نشود. توصیه می‌شود که درزگیرهای موقت، برای انتهاهای نمایان عایق تامین شود. برای تسهیل بازرسی منظم جوش‌ها و محل‌های اتصال پیچ‌دار، توصیه می‌شود که قسمت‌های قابل جدا شدن مصالح عایق‌کاری و پرداخت‌کاری، در مکان‌های مناسب تامین شود.



راهنما:

- | | |
|---|---------------------|
| 1 | فضا برای پس‌روی پیچ |
| 2 | عایق |
| 3 | عایق انعطاف‌پذیر |
| 4 | درزگیر ماستیکی |
| 5 | تسمه‌های محکم‌سازی |
| 6 | درپوش فلنج |
| 7 | پارچه شیشه |
| 8 | لوله انعطاف‌پذیر |

شکل ۳۰ - روش معمول عایق‌کاری لوله انعطاف‌پذیر

۲-۲-۲۹ مصالح پیش‌شکل‌داده‌شده

توصیه می‌شود که مقاطع لوله‌ای پیش‌شکل‌داده‌شده مطابق با استاندارد ملی/بین‌المللی مربوط باشد. توصیه می‌شود که آن‌ها نزدیک لوله جفت شوند و توصیه می‌شود که هرگونه درز اجتناب‌ناپذیر در محل‌های اتصال پیرامونی و طولی، با ماده عایق‌کاری سازگار پر شود. در مواردی که بیش از یک لایه ماده عایق‌کاری وجود دارد، توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال آرایش متناوب داشته باشند (به شکل ۱ مراجعه شود).

توصیه می‌شود که هر مقطع به‌وسیله تسمه‌ها یا سیم‌های پیرامونی (به زیربندهای ۲۷-۴-۱، ۲۷-۴-۲ و ۲۷-۴-۵ مراجعه شود) در فاصله‌ای که بیشتر از ۴۵۰ mm و نزدیک‌تر از ۵۰ mm تا انتهای قسمت نیست، در جای خود نگه داشته شود. برای جلوگیری از ترک‌خوردن مواد صلب یا بازشدگی محل‌های اتصال مصالح انعطاف‌پذیر، توصیه می‌شود که از سفت کردن بیش‌ازحد تسمه‌ها یا سیم‌ها پرهیز شود. پس از سفت‌شدن، توصیه می‌شود که انتهاها روی ماده عایق‌کاری فشرده شوند. توصیه می‌شود که انتخاب مواد برای تسمه‌ها یا سیم و حفاظت از خوردگی آن‌ها، بر مبنای شرایط محیطی و پرداخت اعمال‌شده، ارزیابی و مدون شود (برای آزمون نشتی به زیربند ۲۵-۶ مراجعه شود).

مقاطع که در جای خود قرار گرفته و توسط منسوج پوشانده شده‌اند، توصیه می‌شود که با چسب محکم شوند. توصیه می‌شود که لبه منسوج، حداقل ۲۵ mm هم‌پوشانی داشته باشد. در مواردی که از نوار چسب استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که عرض آن حداقل ۵۰ mm باشد؛ که به‌صورت مرکزی روی محل اتصال اعمال شده و در پایان حداقل ۵۰ mm با خود هم‌پوشانی داشته باشد.

یادآوری ۱- در روش جایگزین، با پرداخت بیرونی از نوع منسوج یا ورق، کل مقطع را می‌توان با تسمه‌های پیرامونی محکم کرد (به زیربندهای ۲۷-۴-۲ و ۲۷-۴-۵ مراجعه شود).

مقاطع دو نیمه‌ای که فقط از یک سمت باز می‌شوند، توصیه می‌شود که روی لوله‌کشی قرار گرفته و محکم شوند. انواع خاصی از مقاطع لوله را می‌توان به‌وسیله میخ‌های U شکل^۱ مقاوم به خوردگی در محل‌های اتصال محکم کرد. توصیه می‌شود که فاصله این میخ‌ها، بیشتر از ۱۰۰ mm باشد.

برای لوله‌کشی عمودی و نزدیک عمودی، با استفاده از تکیه‌گاه‌هایی که می‌توانند به شکل حلقه‌های فلزی، حلقه‌های بخشی یا گل‌میخ‌ها باشند، توصیه می‌شود که از جابجایی ماده عایق‌کاری به سمت پایین جلوگیری شود (به زیربندهای ۲۷-۷-۲ و ۲۷-۷-۳ مراجعه شود). توصیه می‌شود که این تکیه‌گاه‌ها در فواصلی که بیش از ۵۰ m نیست، قرار گیرند و توصیه می‌شود که بلافاصله در بالای هر شکاف انبساطی در عایق، تکیه‌گاه وجود داشته باشد (به زیربند ۲۹-۱-۳ مراجعه شود).

یادآوری ۲- برای مقدار نفوذ تکیه‌گاه‌ها به زیربند ۲۷-۷-۷ مراجعه شود. برای مقدار نفوذ ملحقات جوشکاری‌شده، به زیربند ۲۷-۶-۱۱ مراجعه شود. در مواردی که تکیه‌گاه‌های از نوع گل‌میخ به‌صورت شعاعی به یک حلقه جداگانه که

1- Staples

ممکن است در اطراف لوله محکم شود، جوشکاری می‌شوند، برای نیاز به غلاف تقویتی^۱ روی لوله، به زیربند ۲۷-۷-۴ مراجعه شود.

۲-۲-۲۹ مصالح انعطاف پذیر

۱-۳-۲-۲۹ توصیه می‌شود که تشک‌های پوشانده شده با منسوج، از محیطی انعطاف پذیر ساخته شده و با پرکننده‌ای با حداقل غبار یا مواد خارجی پر شوند. توصیه می‌شود که سجاف پوشش منسوج، قبل از دوخت دو بار تا شود. توصیه می‌شود که وجوه داخلی تشک‌ها و مواد پرکننده، برای قرارگیری مداوم تحت دما در نمای داغ تجهیز مناسب باشند. توصیه می‌شود که سطح بیرونی تشک، برای قرارگیری مداوم تحت شرایط محیطی مناسب باشد. توصیه می‌شود که لبه‌های تشک، با عایق مجاور هم‌پوشانی داشته باشند و با سیم‌های بستی تثبیت شده روی قلاب‌ها و گوشواره‌ها/دیسک‌ها، بست‌های نوارچسبی یا قیده‌های طنابی شیشه‌ای، محکم شوند. توصیه می‌شود که فضاهای هوایی، در حداقل نگه داشته شوند و هیچ‌گونه گذرگاه آزاد از سطح گرم به جو وجود نداشته باشد. در صورت لزوم توصیه می‌شود که از توده شدن مواد پرکننده به وسیله برهم‌دوزی^۲ جلوگیری شود. توصیه می‌شود که تشک‌های با رخ‌پوش شبکه فلزی مطابق با استاندارد BS 3958-3 باشند. توصیه می‌شود که مصالح نواری و طنابی به صورت مارپیچی دور سطح پیچانده شوند؛ طوری که لایه‌های متوالی در سمت مخالف اعمال شوند. توصیه می‌شود که انتهای این مصالح کاملاً محکم شده و تمام سیم‌های بست مدفون شوند. توصیه می‌شود که مصالح انعطاف پذیر بیش از اندازه متراکم نشوند. در مواردی که عایق در دو لایه نصب می‌شود، توصیه می‌شود که لایه‌ها آرایش متناوب داشته باشند.

۲-۳-۲-۲۹ توصیه می‌شود که پتوها یا تشک‌های عایق‌کاری انعطاف پذیر، با تسمه‌های پیرامونی فلزی یا نوار پلاستیکی (مطابق با زیربند ۲۷-۱-۱، به استثنای سیم‌های بست پیرامونی) محکم شوند؛ که ممکن است هنگامی استفاده شوند که پرداخت نهایی از نوع ورق فلزی باشد. توصیه می‌شود که تسمه‌های محکم‌سازی، از نوع ماده سازگار یا مجزاشده از پوشینه‌گذاری باشند.

۳-۳-۲-۲۹ برای لوله‌کشی عمودی و نزدیک عمودی، توصیه می‌شود که از جابجایی مواد عایق انعطاف پذیر به سمت پایین جلوگیری شود. در حالی که برای بسیاری از مصالح پیش‌شکل داده شده حمایت از پایین مناسب است، توصیه می‌شود که مواد عایق انعطاف پذیر، از بالا معلق باشند.

۴-۲-۲۹ عایق فوم شده درجا

توصیه می‌شود که عایق فوم شده درجا، مطابق با زیربند ۲۹-۳-۶ اعمال شود.

1- Welded pads

2- Quilting

۵-۲-۲۹ عایق افشانه‌ای

توصیه می‌شود که عایق افشانه‌ای فقط برای لوله‌کشی با اندازه اسمی بیش از ۳۰۰ mm استفاده شود و توصیه می‌شود که دسترسی همه جانبه خوبی وجود داشته باشد.

یادآوری ۱- ممکن است مقادیر بیش از اندازه مواد به دلیل افشانه زیاد موردنیاز باشد. در لوله‌های با قطر بزرگتر یا سطوح تخت، به وسیله نصب حفاظ‌های موقت باد، می‌توان از افشانه بیش‌ازحد جلوگیری کرد.

توصیه می‌شود که تجهیزات مجاور، از افشانه بیش از اندازه حفاظت شوند.

یادآوری ۲- برای اطلاعات بیشتر در مورد اعمال عایق افشانه‌ای، به زیربند ۲۹-۳-۷ مراجعه شود.

یادآوری ۳- برخی از تغییرات در ضخامت و کیفیت پرداخت سطح اجتناب‌ناپذیر است.

۶-۲-۲۹ عایق نامتراکم

مصالح نامتراکم مستلزم غلاف دائمی است و به منظور رسیدن به چگالی الزام‌شده به وسیله مقدار اظهارشده ضریب هدایت گرمایی، توصیه می‌شود که پرکننده ریخته، دمیده یا توده شود. در صورت لزوم توصیه می‌شود که برای جلوگیری از ته‌نشینی، صفحه‌های مانع‌دار نصب شوند. برخی از ته‌نشینی‌ها ممکن است با برخی از مواد رخ دهد، اما توصیه می‌شود که این مقدار بیشتر از ۱۰٪ نباشد؛ و توصیه می‌شود که ترتیبی اتخاذ شود تا بتوان در محدوده شش ماه پس از تکمیل اعمال اولیه، با عایق کاملاً پر شود.

۷-۲-۲۹ بتن عایق‌کاری

یادآوری- این نوع از مواد شامل سنگ‌دانه‌های عایق‌کاری است که با سیمان پرتلند یا سیمان با آلومینای زیاد به صورت درجا چسبیده‌اند. سنگ‌دانه عایق‌کاری می‌تواند ماده معدنی طبیعی انبساطی یا آجر سفالی گرانولی انبساطی باشد.

۱-۷-۲-۲۹ برای سنگ‌دانه‌های آجر نسوز بسیار متخلخل، توصیه می‌شود که سنگ‌دانه به مدت ۱۲ h در آب غوطه‌ور و سپس قبل از مخلوط‌شدن با سیمان و مقدار آب اندازه‌گیری‌شده برای استفاده، به سرعت تخلیه شود. توصیه می‌شود که بتن عایق‌کاری در مواردی استفاده نشود که گاز برخوردکننده دارای مواد جامد محبوس، به دلیل ساینده‌گی آن‌ها، باشد.

یادآوری- مهم‌ترین کاربرد برای لوله‌ها حفاظت از فلز در مقابل دمای بیش‌ازحد، یا به‌عنوان پوشش داخلی برای انتقال گاز داغ یا روی سطح بیرونی هنگام حفاظت از فلز لوله در مقابل ضربه گاز داغ است.

۲-۷-۲-۲۹ توصیه می‌شود که پوشش‌های داخلی لوله‌های بزرگ، به وسیله گل‌میخ‌های نوع Y یا مهاری‌های نوع V جوشکاری‌شده به سطح داخلی، مهار شوند. برای لوله‌های افقی، توصیه می‌شود که سطح انحنادار بالایی، دارای گل‌میخ‌هایی با گام نزدیک‌تر نسبت به گل‌میخ‌های سطوح پایین‌تر باشد. توصیه می‌شود که لوله‌های دارای حفاظ بیرونی، دارای گل‌میخ‌های محکم‌ساز ساده یا نوع Y باشند، که به سطح جوشکاری شده‌اند. در هر دو مورد، توصیه می‌شود که بتن به وسیله فلز کشیده‌شده یا

سایر تقویت‌کننده‌های شبکه‌ای فلزی (که به گل‌میخ‌ها در فاصله‌ای کوتاه از سطح مورد حفاظت محکم شده‌اند) به صورت اضافی تقویت شود.

۲۹-۲-۷-۳ توصیه می‌شود که بتن برای لوله‌های پوشش‌کاری داخلی، با ماله‌کاری دستی، تفنگ افشانه یا در موارد خاص تخصصی، با چرخش گریز از مرکز اعمال شود.
یادآوری- برای عمل‌آوری بیرونی، روش اصلی اعمال مواد با ماله دستی است.

۲۹-۲-۷-۴ پس از اعمال، توصیه می‌شود که بتن عایق‌کاری با نگهداری در شرایط مرطوب (برای مثال به وسیله پوشاندن با گونی‌های مرطوب، افشاندن آب) به مدت ۲۴ h پخت شود. توصیه می‌شود که گرمایش اولیه نسبتاً آهسته باشد (به دستورالعمل تولیدکننده و همچنین زیربند ۲۹-۳-۹ مراجعه شود).

۲۹-۲-۸ لوله‌های با پیمایش گرمایی

۲۹-۲-۸-۱ کلیات

توصیه می‌شود که روش‌های پیمایش گرمایی زیر، ارزیابی و بر اساس آن انتخاب یا رد شوند:

الف- پیمایش بیرونی لوله، که در آن یک لوله گرمایشی با قطر داخلی کم نزدیک لوله اصلی قرار داده می‌شود؛

ب- پیمایش الکتریکی، که در آن یک نوار یا کابل پیمایش گرمایش الکتریکی دور قسمت بیرونی لوله پیچانده شده یا مستقیماً در زیر و در تماس با آن، با گیره محکم می‌شود؛

پ- پوشینه‌گذاری، که در آن لوله اصلی با پوشینه لوله‌ای جفت می‌شود؛ که از میان آن سیال گرمایشی عبور می‌کند.

ت- نیزه‌زنی^۱، که در آن یک لوله گرمایشی با قطر داخلی کم در داخل لوله اصلی جاسازی می‌شود؛ و
ث- لوله اکستروژده، که لوله گرمایشی یکپارچه خود را در دیواره خود دارد.

۲۹-۲-۸-۲ اعمال عایق به لوله‌کشی گرم‌شده به وسیله لوله پیمایش بیرونی

قبل از اعمال عایق، توصیه می‌شود که لوله محصول و لوله پیمایش، با فویل آلومینیمی که ضخامت آن کمتر از ۰/۰۶ mm نیست، پیچیده شود (به شکل‌های ۳۱ و ۳۲ مراجعه شود).

یادآوری ۱- روش اصلی انتقال گرما بین لوله پیمایش بیرونی و لوله گرم‌شده به وسیله هدایت مستقیم است.

یادآوری ۲- از روش‌های زیر ممکن است برای افزایش اثربخشی انتقال گرما استفاده شود:

الف- حفظ فضای هوای گرم در داخل پوشش عایق به منظور افزایش سطح انتقال گرما؛

ب- حفظ تماس مستقیم بین لوله پیمایش و لوله اصلی با سیم‌پیچی یا تسمه‌پیچی در فواصل معین؛ و

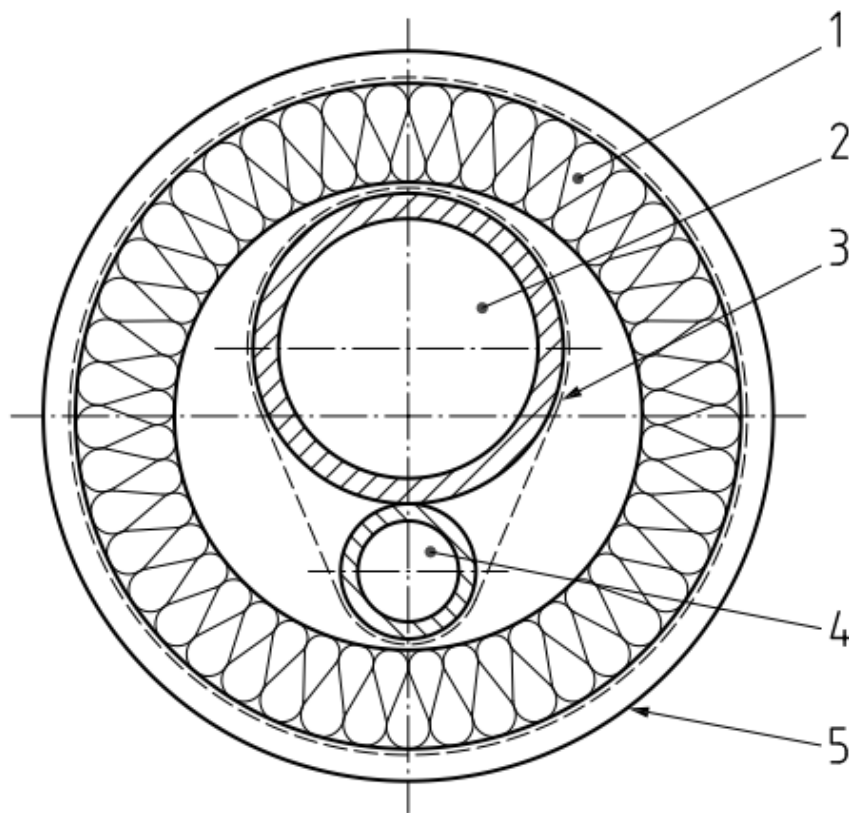
پ- استفاده از سیمان رسانای گرما برای افزایش سطح تماس بین لوله پیمایش و لوله گرم شده.

هنگامی که ممکن است عمل خورندگی بین سیال و لوله اصلی در نقاط داغ موضعی رخ دهد، برای جلوگیری از تماس مستقیم بین لوله پیمایش و لوله گرم شده، توصیه می‌شود که فاصله‌گذارهای با ضریب هدایت کم بین لوله پیمایش و لوله اصلی نصب شوند.

یادآوری ۳- این موضوع می‌تواند اثربخشی انتقال گرما را کاهش دهد.

توصیه می‌شود که خود لوله پیمایش، حلقه شده و نزدیک فلنچ‌های لوله اصلی (برای مثال به وسیله اتصالات فشاری) متصل شود. توصیه می‌شود که طول نمایان لوله پیمایش، عایق کاری شود.

توصیه می‌شود که آزمون نشتی، قبل از اعمال عایق گرمایی به‌طوری رضایت‌بخش انجام شده باشد.



راهنما:

- | | |
|--|---|
| عایق مقطع لوله | 1 |
| لوله اصلی | 2 |
| فویل آلومینیمی با ضخامت بیش از ۰.۰۶ mm | 3 |
| لوله پیمایش | 4 |
| در صورت لزوم، پرداخت | 5 |

شکل ۳۱- روش معمول عایق کاری لوله‌های پیمایش بخار

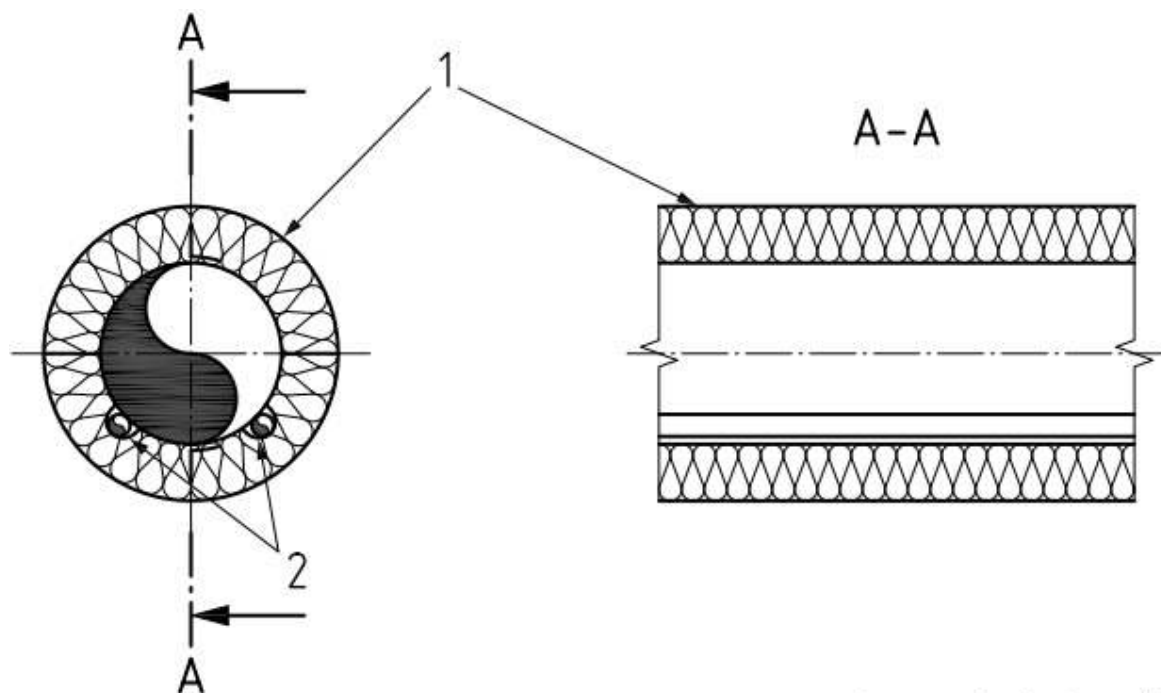
۲۹-۲-۸-۳ پیمایش الکتریکی

توصیه می‌شود که پیمایش الکتریکی، مطابق با دستورالعمل تولیدکننده پیمایش اعمال و عایق‌کاری شود.

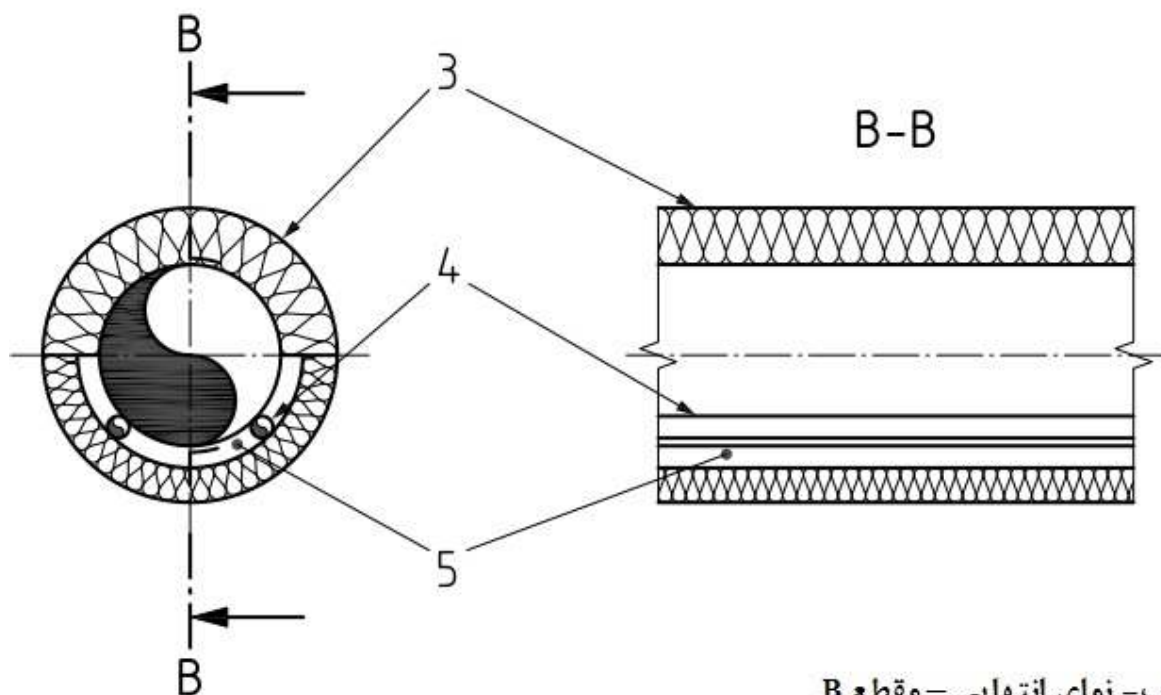
توصیه می‌شود که از آسیب‌های مکانیکی پرهیز شود و توصیه می‌شود که نوار گرم‌کن در مقابل ریزش آب یا مواد شیمیایی حفاظت شود. توصیه می‌شود که عایق پیش‌شکل‌داده‌شده با قطر داخلی مناسب، با کابل پیمایش روی لوله جفت شود. در مواردی که کابل‌های پیمایش الکتریکی زنده در عایق دفن شده‌اند، توصیه می‌شود که خطاری هشداردهنده در قسمت بیرونی آن قرار داده شود.

توصیه می‌شود که از سازگاری مواد پیمایش گرمایی با لوله‌ها اطمینان حاصل شود (برای جزئیات بیشتر در مورد سازگاری مواد به جدول ۱۰ مراجعه شود).

توصیه می‌شود که کابل عایق‌شده با غلاف مسی، در تماس مستقیم با فولاد گالوانیزه نصب نشود.



الف- نمای انتهایی - مقطع A



ب- نمای انتهایی - مقطع B

راهنما:

- 1 عایق
- 2 شیار عایق برای پذیرش لوله پیمایش
- 3 عایق (ضخامت کامل فقط در نیمه بالا)
- 4 خطوط پیمایش
- 5 نیمه پایینی خالی (ممکن است با عایق پتویی پر شود)

شکل ۳۲- روش معمول عایق کاری لوله‌های پیمایش الکتریکی

۲۹-۲-۸-۴ اعمال عایق به لوله‌کشی گرم‌شده به‌وسیله پوشینه‌گذاری، شیارسازی یا گرمادهی یکپارچه

این سامانه‌ها نیازی به تکنیکی خاص ندارند و توصیه می‌شود که به‌عنوان لوله‌کشی عادی عایق‌کاری شوند. توصیه می‌شود که آزمون نشتی قبل از اعمال عایق گرمایی به‌طوری رضایت‌بخش تکمیل شده باشد.

۲۹-۲-۹ خم‌های لوله‌کشی

توصیه می‌شود که خم‌ها با همان مشخصات لوله‌کشی مستقیم مجاور عایق‌کاری شوند. ممکن است از خم‌های پیش‌شکل‌داده‌شده استفاده شود؛ اما در مواردی که در دسترس نباشند، توصیه می‌شود که از قطعات فارسی‌بُر در محل اجرا استفاده شود. سایر درزهای قابل اجتناب که ممکن است بین قطعات فارسی‌بُر ظاهر شوند، توصیه می‌شود که با مواد سازگار پر شود. در مواردی که قرار است از ترکیب خمیری استفاده شود، توصیه می‌شود که خطر تهاجم خوردگی تنش‌ناشی از رطوبت برای فولادهای آستنیتی ارزیابی شود و حفاظت از آن تامین شود، به‌زیربند ۸-۴-۱ مراجعه شود.

۲۹-۲-۱۰ فلنج‌ها، شیرها و سایر اتصالات روی لوله‌کشی گرم

۲۹-۲-۱۰-۱ کلیات

توصیه می‌شود که شیرها و فلنج‌ها عایق‌کاری شوند؛ ولی در مواردی که نشتی پنهان فلنج می‌تواند باعث آتش‌سوزی احتمالی یا سایر خطرات شود (برای مثال، با خطوط روغن)، یا در مواردی که دسترسی مکرر آن را غیر اقتصادی می‌کند، ممکن است عایق حذف شود. برای مثال، به‌منظور کار با هیدروژن داغ، توصیه می‌شود که یک لفافه ساده ورق فلزی روی فلنج‌ها گذاشته شود تا از آن‌ها در مقابل شوک گرمایی ناشی از تغییرات شرایط جوی، ضمن تامین دسترسی برای ایمنی و موارد دیگر، حفاظت کند.

توصیه می‌شود که نقاط تخلیه به‌ویژه برای سامانه‌های روغن داغ، در نظر گرفته شوند.

یادآوری - پنج روش متداول مورد استفاده در زیربندهای ۲۹-۲-۱۰-۲ تا ۲۹-۲-۱۰-۶ شرح داده شده است.

۲۹-۲-۱۰-۲ فلنج پیش‌شکل‌داده‌شده و درپوش‌های عایق شیر

در صورت امکان، توصیه می‌شود که فلنج‌ها و شیرها به‌وسیله درپوش‌های پیش‌شکل‌داده‌شده عایق‌کاری شوند (به شکل ۲۰ مراجعه شود).

۲۹-۲-۱۰-۳ جعبه‌های فلنج و شیر

توصیه می‌شود که جعبه‌های فلنج و شیر، از مواد توصیف‌شده در زیربندهای ۳۰-۱ و ۳۱-۱ انتخاب شده و با مصالح عایق‌کاری پیش‌شکل‌داده‌شده صلب یا انعطاف‌پذیر، که به‌صورت مکانیکی روی جعبه

محکم می‌شود، پوشانده شوند. توصیه می‌شود که از تماس مستقیم بین فلز جعبه و سطح فلز عایق شده پرهیز شود (به شکل‌های ۲۱، ۲۳، ۲۴ و ۲۵ مراجعه شود).

۲۹-۲-۱۰-۴ تشک‌ها

یادآوری - این عایق‌ها شامل کیسه پارچه‌ای از نوع لیف شیشه یا سیلیس هستند که با مواد عایق نامتراکم پر می‌شود (به شکل‌های ۲۸ و ۲۹ مراجعه شود).

در مواردی که برای استفاده بیرونی، پارچه مستلزم مقاومت به آب و هوا باشد، توصیه می‌شود که با مواد مقاوم به آب و هوا آغشته شود.

۲۹-۲-۱۰-۵ مقاطع بسیار بزرگ

توصیه می‌شود که عایق، با طوقه‌هایی از مواد پیش‌شکل‌داده شده در هر طرف فلنج ساخته شود، طوری که فضایی برای پس‌روی پیچ و مهره‌ها و طولی از مقطع با مجرای بزرگ که در قسمت بیرونی طوقه‌ها اعمال شده است، ایجاد شود؛ تا بتواند بین آن‌ها پل زده و فلنج را بپوشاند (به شکل ۲۲ مراجعه شود).

۲۹-۲-۱۰-۶ محل اتصال لوله‌کش^۱

یادآوری - این کار ممکن است با اعمال ترکیب خمیری روی فلنج‌ها یا شیرها، پس از اتمام عایق‌کاری لوله‌های مجاور انجام شود.

توصیه می‌شود که از سامانه‌های عایق‌های ارجاع شده در زیربندهای ۲۹-۲-۱۰-۲ تا ۲۹-۲-۱۰-۵ استفاده شود.

۲۹-۲-۱۱ ترکیب خمیری

۲۹-۲-۱۱-۱ توصیه می‌شود که تمام ترکیبات خمیری، با آب شیرین و تمیز مخلوط شوند. قبل از اعمال ترکیب خمیری، توصیه می‌شود که لوله‌کشی تا حداقل دمای 65°C گرم شود. توصیه می‌شود که این دما به تدریج با اعمال لایه‌های بعدی ترکیب خمیری افزایش یابد. توصیه می‌شود که پوشش اولیه از ترکیب کلیدزنی^۲، اعمال شده و اجازه داده شود تا خشک شود.

توصیه می‌شود که ترکیب، با دست و به صورت لایه‌ای اعمال شود؛ و قبل از اعمال‌های متوالی اجازه داده شود تا هر لایه خشک شود. توصیه می‌شود که لایه اول بین ۱۲ mm تا ۲۵ mm ضخامت داشته باشد. توصیه می‌شود که لایه‌های باقیمانده تا ۲۵ mm ضخامت داشته باشند. توصیه می‌شود که سطح هر لایه با دست زبر شود، تا کلیدی برای لایه بعدی تامین شود. توصیه می‌شود که سطح لایه نهایی صاف شود.

1- Plumber's joint

2- Keying composition

۲-۱۱-۲-۲۹ مواد ترکیب خمیری ممکن است نیاز به ملحقات محکم‌سازی روی لوله‌کشی نداشته باشند؛ ولی توصیه می‌شود که شبکه فلزی تقویت‌کننده، روی اولین ضخامت ۲۵ mm و سپس در هر افزایش ۵۰ mm ضخامت و روی سطح نهایی تامین شود. یادآوری - لایه نهایی، به‌منظور تقویت سیمان پرداخت‌کاری است.

۳-۱۱-۲-۲۹ برای ضخامت‌های بیشتر از ۵۰ mm روی لوله‌های با اندازه اسمی ۱۵۰ mm و بیشتر، توصیه می‌شود که از لایه واسطه تقویت‌کننده از نوع شبکه فلزی (همانطور که در زیربند ۵-۲۷ توضیح داده شده است) با در نظر گرفتن محدودیت‌های دمایی شبکه سیمی گالوانیزه، استفاده شود. توصیه می‌شود که این لایه، مستقل از هرگونه تقویت‌کننده پرداخت‌کاری باشد. برای لوله‌های با اندازه اسمی کمتر از ۱۵۰ mm، تقویت‌کننده لایه اول می‌تواند از نوع سیم با قطر ۱٫۰ mm تا ۱٫۵ mm باشد؛ و توصیه می‌شود که به‌صورت مارپیچی در فاصله ۷۵ mm مراکز پیچانده شود.

۳-۲۹ ظروف و سطوح انحنادار بزرگ

۱-۳-۲۹ ملاحظات عمومی

توصیه می‌شود که نیاز به برچیدن لوله‌های مربوط و درپوش‌های بازدید، پیش‌بینی شود و توصیه می‌شود که عایق دائمی به‌اندازه کافی دور از فلنچ‌ها و اتصالات پایان یابد تا پیچ‌ها قابل پس‌روی باشند. توصیه می‌شود که قسمت‌های قابل جداشدن مواد عایق‌کاری و پرداخت‌کاری، در مکان‌های مناسب تامین شوند؛ تا بازرسی منظم جوش‌ها و اتصالات پیچ‌دار امکان‌پذیر شود. توصیه می‌شود که پیوندگاه بین عایق قابل جداشدن و عایق دائمی، به‌آسانی (برای مثال، به‌وسیله پوش‌رنگ‌کاری انتهای عایق دائمی، یا با قراردادن منسوج نساجی در انتهای آن) قابل تشخیص باشد. برای کاربردهای بیرونی یا در مواردی که احتمال سرریز سیال وجود دارد، به‌منظور جلوگیری از نفوذ سیال، در حالی که مقاطع قابل جداشدن در جای خود قرار ندارند، توصیه می‌شود که عایق دائمی با یک پرداخت پایان یابد.

توصیه می‌شود که درپوش‌های آدم‌رو، جداگانه عایق‌کاری شده و توصیه می‌شود که مقدار عایق کمتر از مقدار تامین‌شده در بدنه اصلی ظرف نباشد؛ به زیربند ۸-۱-۲-۸ مراجعه شود. توصیه می‌شود که حمایت و نگهداری روکش برای ظروف و ستون‌ها بتواند بارهای باد را تحمل کند.

۲-۳-۲۹ مخازن ذخیره

یادآوری - به بند ۱۰ نیز مراجعه شود.

۱-۲-۳-۲۹ حفاظت از خوردگی

از آنجاکه وجود عایق مانع بازرسی مخزن می‌شود، توصیه می‌شود که قبل از اعمال عایق، سطح آماده‌سازی و پوش‌رنگ‌کاری شود. توصیه می‌شود که پوسته، سقف (جایی که عایق‌کاری شده است) و ملحقات جوشکاری‌شده به مخزن، خشک، عاری از چربی و ذرات سست باشد و با مشخصات توافق‌شده با خریدار/کاربر نهایی پوش‌رنگ‌کاری شود.

اگرچه پوش‌رنگ‌کاری نمی‌تواند بخشی از قرارداد عایق‌کاری باشد، ولی توصیه می‌شود که پیمانکار عایق، از آسیب‌رساندن به هرگونه کار پوش‌رنگ پرهیز کند و باید هرگونه قسمت آسیب‌دیده را به خریدار/کاربر نهایی گزارش دهد؛ تا قبل از اعمال عایق اصلاح شود.

اگر سامانه عایق شامل تکنیک فوم‌سازی درجا یا افشاندن فوم پلی‌یورتان باشد، توصیه می‌شود که سامانه پوش‌رنگ، با سامانه فوم سازگار باشد و تحت تاثیر هیچ‌گونه واکنش فوم‌سازی یا شرایط حین سرویس قرار نگیرد. در مواردی که عایق فوم دارای فرمولاسیون‌های بازدارنده آتش باشد، توصیه می‌شود که سامانه عایق، در مقابل احتمال خوردگی تسریع‌شده ناشی از هالوژن حفاظت شود (به بند ۸ مراجعه شود).

۲۹-۳-۲-۲ اتصال‌های نازل و آدم‌روها

توصیه می‌شود که طراحی مخزن، شامل دیسک‌های درزگیر جفت‌شده با تمام نازل‌ها و بیرون‌زدگی‌های روی پوسته‌ها و سقف‌ها باشد، تا از ایجاد درزگیر مناسب مقاوم به آب و هوا اطمینان حاصل شود.

۲۹-۳-۳-۳ اتصال‌های راه پله

توصیه می‌شود که تیرک^۱ داخلی راه‌پله‌های دو تیرکی، در فاصله‌ای کافی از مخزن قرار داشته باشد؛ تا از درزی که کمتر از ۷۵ mm نیست، بین تیرک و وجه بیرونی سامانه عایق اطمینان حاصل شود. توصیه می‌شود که راه‌پله‌های با پیشانی به‌طور مستقیم جوشکاری‌شده به پوسته، برای مخازن اخیرا عایق‌شده مشخص شوند.

برای این نوع راه‌پله‌ها روی مخازن موجود، توصیه می‌شود که حفاظ آب‌وهوایی در زیر پیشانی‌ها با ابعادی فراهم شود که حفاظت کافی از عایق در مقابل آب و هوا را تضمین کند.

۲۹-۳-۴-۴ پایه پوسته

در فاصله‌ای که کمتر از ۱۵۰ mm تا پایه مخزن نیست، توصیه می‌شود که حلقه‌ای تکیه‌گاهی به مخزن جوشکاری شود؛ تا عایق را از مایعات راکد دور نگه دارد. توصیه می‌شود که عرض حلقه، مساوی با ضخامت تعیین‌شده عایق باشد؛ ولی توصیه می‌شود که پروفیل دار شود تا از ایجاد لبه آب‌گیر قبل و بعد از نصب عایق جلوگیری شود.

به‌منظور به حداقل رساندن افزایش خوردگی در کف مخزن، توصیه می‌شود که عایق تقریبا در حلقه پایان یابد؛ مگر این‌که تلفات گرمایی تولیدشده بیشتر از مشخصات باشد (به شکل ۲۰ مراجعه شود). در مواردی که تلفات گرمایی بیش‌ازحد مجاز باشد، توصیه می‌شود که از دال‌های شیشه سلولی، که در

1- Stringer

حداقل ارتفاع ۱۵۰ mm به وسیله چسب قیر-پلی‌یورتان یا سایر چسب‌ها چسبیده می‌شوند، برای عایق کاری پوسته مخزن در پایین‌ترین تکیه‌گاه افقی استفاده شود.

۲۹-۳-۲-۵ حلقه‌های تکیه‌گاهی عایق

توصیه می‌شود که حلقه‌های تکیه‌گاهی، در فواصل منظم تعیین‌شده به وسیله استحکام فشاری عایق، تامین شوند. توصیه می‌شود که عرض حلقه‌های تکیه‌گاهی، تا نصف ضخامت لایه بیرونی عایق باشد.

۲۹-۳-۲-۶ محکم‌ساز روکش

در مخازن با قطر کمتر از ۱۰ m، الصاق محکم عایق و روکش معمولاً با روش‌های ساده مانند تسمه‌پیچی قابل دستیابی است.

برای مخازن ذخیره با قطر بیشتر از ۱۰ m و مخازن کوچک مجاور سایر مخازن، سازه‌ها یا ساختمان‌ها، محکم‌سازی و نگهداری مصالح عایق و روکش حفاظتی آن‌ها می‌تواند مشکل‌ساز شود. برای این منظور، توصیه می‌شود که بارگذاری باد و اثرات خلأ مرتبط، انبساط گرمایی تفاضلی و انبساط فشار هیدرولیکی ارزیابی شده و بر اساس آن اقدامات احتیاطی انجام شود.

توصیه می‌شود که طراحی و اعمال سامانه‌های عایق و روکش برای این مخازن، ضمن پیروی از آیین‌کارهای عایق‌کاری توصیف‌شده در این استاندارد، مطابق با پیوست Q استاندارد EN 14015: 2004 باشد.

۲۹-۳-۲-۷ عایق سقف

توصیه می‌شود که عایق پوسته و سقف جداسازی شود، تا اثر هرگونه نفوذ آب به سامانه عایق به حداقل برسد.

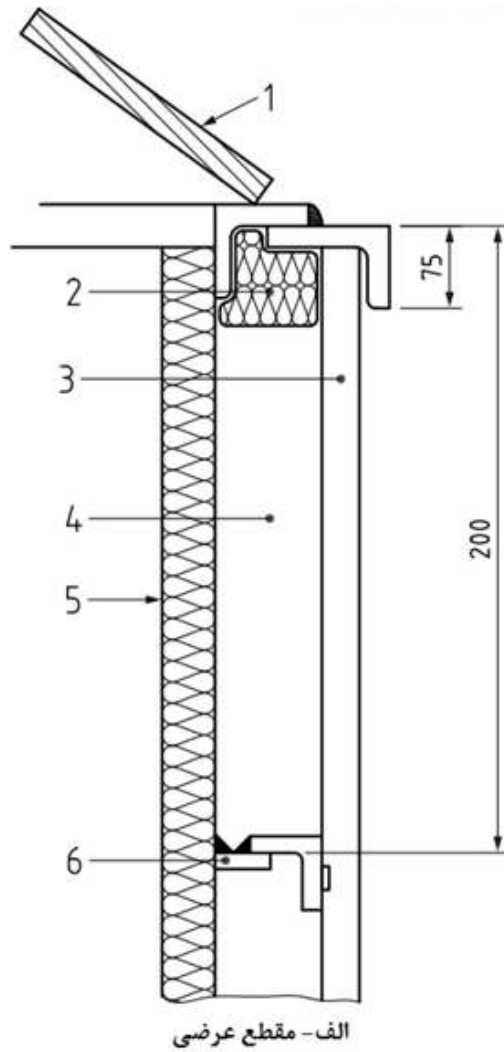
در مواردی که سقف مخزن طوری طراحی شده است که فراتر از پوسته مخزن بیرون زده باشد، توصیه می‌شود که بیرون‌زدگی کمتر از ضخامت سامانه عایق به علاوه ۵۰ mm باشد.

در مواردی که بیرون‌زدگی سقف با فاصله‌ای کافی از پوسته مخزن نباشد، توصیه می‌شود که این حفاظت به‌عنوان بخشی از سامانه عایق‌کاری تامین شود.

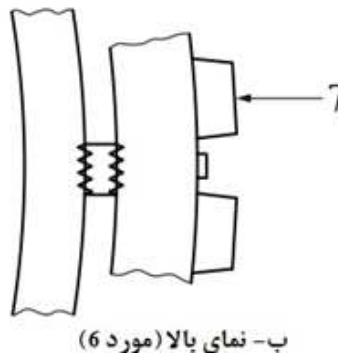
یادآوری ۱- هنگام استفاده از مصالح عایق صلب، ممکن است در فصل مشترک دیوار/سقف یک محل اتصال انبساطی/انقباضی لازم باشد.

برای نواحی دسترسی، توصیه می‌شود که از عایق برابر به‌منظور کاهش خطر آسیب به سامانه مقاوم به آب و هوا و عایق استفاده شود.

یادآوری ۲- برای عایق‌کاری «فقط پوسته»، به جزئیات معمول پایان‌یابی سقف در شکل ۳۳ مراجعه شود.



الف - مقطع عرضی



ب - نمای بالا (مورد 6)

راهنما:

- | | |
|---|---|
| 1 | صفحه سقف |
| 2 | محل اتصال انقباضی/انبساطی پر شده با عایق تراکم پذیر |
| 3 | روکش |
| 4 | پوسته مخزن |
| 5 | عایق |
| 6 | حلقه تکیه گاهی |
| 7 | روکش پروفیل دار |

شکل ۳۳ - چیدمان معمول نشان دهنده پایان یابی عایق مجاور سقف مخزن

۲۹-۳-۳ مصالح پیش‌شکل‌داده‌شده

یادآوری - مصالح پیش‌شکل‌داده‌شده ممکن است برش خورده تا با خطوط کناره نما^۱ جفت شوند. در روش جایگزین، ممکن است از مصالح برای تامین پایه عادی استفاده شود (به شکل‌های ۲۸ و ۲۹ مراجعه شود).

توصیه می‌شود که تمام وجوه برش‌خورده تمیز باشند و توصیه می‌شود که لبه‌های مجاور به‌صورت لب‌به‌لب چسبانده شوند. برای اعمال‌های چندلایه، توصیه می‌شود که محل‌های اتصال دارای آرایش متناوب باشند.

۲۹-۳-۴ ترکیب خمیری

توصیه می‌شود که اعمال و تقویت مطابق با زیربند ۲۹-۲-۱۱ باشد.

۲۹-۳-۵ مصالح انعطاف‌پذیر

توصیه می‌شود که لبه‌های مجاور عایق انعطاف‌پذیر، در تماس نزدیک با هم محکم شوند. توصیه می‌شود که درزها به حداقل برسد و توصیه می‌شود که از سطح گرم به سرد، گذرگاه‌های آزاد وجود نداشته باشد. توصیه می‌شود که عایق‌کاری مطابق با زیربند ۲۷۱-۴ انجام شود.

۲۹-۳-۶ عایق فوم‌شده درجا

یادآوری ۱ - در مواردی که شکل‌هایی پیچیده وجود دارد، در مواردی که تعداد محل‌های اتصال باید به حداقل برسد، یا در مواردی که عایق برای مسارکت در استحکام سازه لازم است، از فوم‌سازی درجا می‌توان استفاده کرد.

در صورت انتخاب پلی‌یورتان‌های صلب یا پلی‌ایزوسیانورات‌ها، توصیه می‌شود که اعمال آن‌ها بالاتر از حداکثر دمای سرویس آن‌ها انجام نشود (به جدول‌های ۳ و ۴ مراجعه شود). برای پلی‌ایزوسیانورات، توصیه می‌شود که محفظه قالب در دمای بیش از 25°C حفظ شود تا واکنش شیمیایی کامل شود. توصیه می‌شود که مخلوط مایع یا کف، در حفره‌ای ریخته یا تزریق شود که به‌وسیله حائل^۲ جفت‌شده دور تجهیز ایجاد شده است.

یادآوری ۲ - مخلوط به‌صورت شیمیایی واکنش می‌کند تا کف انبساطی تولید کند که بعد از گیرش به توده‌ای صلب تبدیل می‌شود.

نرخ انبساط فوم ممکن است با فرمولاسیون تغییر کند و توصیه می‌شود که در این زمینه با تولیدکننده مشورت شود.

یادآوری ۳ - ممکن است فشاری قابل توجه به‌وسیله فوم بالارونده روی حائل اعمال شود، و اگرچه می‌توان با توزیع فوم در مقادیر کم این فشار را کاهش داد، اما ممکن است لازم باشد مجموعه مونتاژشده مقید شود.

بهتر است در هوای سرد تزریق فوم انجام نشود؛ در صورت کاربرد، توصیه می‌شود که در هوای بسیار سرد، سطوح فلزی گرم شوند.

1- Contours

2- Shuttering

عایق با بازده بسیار بالا را می‌توان با استفاده از این روش به‌دست آورد، اما از آنجا که شامل انجام یک فرایند تولید است، اغلب در شرایط دشوار محل اجرا، نظارت فنی صحیح ضروری است و باید مستمر باشد. توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی بررسی کند که پیمانکار این نظارت را تامین می‌کند. از آنجا که خود عایق نمی‌تواند تحت درجه کنترل کیفیتی یکسان با مواد پیش‌شکل‌داده‌شده قرار گیرد، به‌ویژه در مواردی که از حایل دائمی استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که دسترسی کافی برای بازرسی وجود داشته باشد و توصیه می‌شود که نمونه‌های آزمایشی منظم ساخته شوند. در مواردی که فوم‌سازی تقریباً پیوسته است، توصیه می‌شود که نمونه‌های آزمایشی به‌صورت ساعتی گرفته شوند.

یادآوری ۴- در حالت فوم‌سازی متناوب، ممکن است نمونه‌های کمتر موردنیاز باشد؛ اما کیفیت فوم می‌تواند تحت اثر منفی قرار گیرد.

توصیه می‌شود که در ابتدای هر جلسه کار، حداقل یک نمونه تهیه شود. توصیه می‌شود که نمونه‌ها در محفظه‌های آزمایشی با ضخامت مشابه با ضخامت اعمالی تهیه و به‌طور مناسب دور بُری^۱ شوند تا چگالی و ساختار سلولی قابل ارزیابی باشد. توصیه می‌شود که نمونه‌ها در کیسه‌های پلی‌اتیلنی تهیه شوند، تا عیوب سطحی در فوم به‌آسانی قابل مشاهده باشد. پس از اجازه‌دادن به خنک‌شدن نمونه برای حدود ۱۵ min، توصیه می‌شود که وضعیت داخل نمونه بررسی شود تا کیفیت فوم به‌صورت چشمی ارزیابی شود. توصیه می‌شود که نمونه حاوی مواد واکنش‌نکرده نباشد و دارای بافت یکنواخت و عاری از حفره و جمع‌شدگی باشد. هنگامی که اجزای فوم در حال اندازه‌گیری و اختلاط مکانیکی هستند، توصیه می‌شود که تجهیز هر روز قبل از شروع کار به‌طور کامل بررسی شود.

در مواردی که از فوم درجا برای اقلامی استفاده شود که گاه‌به‌گاه عایق آن‌ها باید برداشته شود، توصیه می‌شود که سطح داخلی با مصالحی مانند ورق پلی‌اتیلن پوشانده شود. برای جلوگیری از جمع‌شدن فوم در پشت برجستگی‌هایی مانند فلنج‌ها، که برداشتن آن را مشکل می‌کند؛ قبل از اعمال ورق پوشش‌کاری، توصیه می‌شود که این نقاط با مواد نامتراکم پر شوند. در مواردی که از مصالح پیش‌شکل‌داده‌شده برای نواحی قابل جداشدن استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که پیوندگاه بین فوم پیش‌شکل‌داده‌شده و فوم درجا شکسته شده و توصیه می‌شود که یک عامل جداکننده مانند ورق پلی‌اتیلن یا فویل آلومینیمی جاسازی شود.

توصیه می‌شود که هنگام کار با اجزای فوم پلیمری، تمهیدات ایمنی خاص اتخاذ شود. توصیه می‌شود که بشکه‌های داخل انبار، در مقابل گرمای بیش‌ازحد و آب حفاظت شوند. برای کار در فضاهای بسته با انواعی خاص از ایزوسیانات یا برای کارهایی که با انواعی خاص از کلگی اختلاط انجام می‌شوند، توصیه می‌شود که از ماسک یا کلاهک مخصوص هوای تازه استفاده شود. تجهیزات استخراج هوا نیز ممکن است لازم باشد (به زیربند ۷-۱۱ مراجعه شود).

1- Jigged

توصیه می‌شود که گرما (برای مثال، حاصل از جوشکاری) روی فلز پوشش شده با فوم پلی‌یورتان اعمال نشود؛ زیرا ممکن است گازهای سمی تولید شود و آتش بین ظرف و روکش گسترش یابد. برای اطمینان از مسدود نشدن دودکش‌ها، مجراهای تهویه و موارد دیگر با فوم، توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی انجام شود.

۲۹-۳-۷ عایق افشانه‌ای

۲۹-۳-۷-۱ ملاحظات عمومی

در مواردی که احتمال وقوع مشکل افشانش بیش‌ازحد، کم باشد و بتوان از روش سریع اعمال نهایت استفاده را برد، توصیه می‌شود که عایق‌های افشانه‌ای در نواحی وسیع، اعمال شوند. توصیه می‌شود که دسترسی خوب باشد و با استفاده از گهواره‌های برقی انجام شود. در مواردی که از داربست استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که داربست در فاصله کافی از ظرف قرار گیرد، تا امکان اعمال ضخامت کامل عایق و جلوگیری از پنهان شدن سطح از افشانه وجود داشته باشد.

۲۹-۳-۷-۲ لیف معدنی

یادآوری - این عایق شامل مخلوطی از الیاف معدنی آسیاب شده و پیونددهنده‌های هیدرولیکی است.

توصیه می‌شود که الیاف معدنی، به وسیله افشانه کردن همراه با جت آب افشانه‌ای^۱ و سپس فشرده شدن برای رسیدن به ضخامت و چگالی مورد نیاز اعمال شوند. سطوح فلزی ممکن است آستر دار شوند و در این صورت توصیه می‌شود که لیف معدنی قبل از خشک شدن آستری، افشانه شود.

۲۹-۳-۷-۳ فوم آلی صلب افشانه‌ای (پلی‌یورتان یا ایزوسیانات)

تکنیک‌ها و خطرات مربوط به این مواد به گونه‌ای است که توصیه می‌شود فقط از اپراتورهای ماهر و با تجربه استفاده شود. هنگام انتخاب این سامانه‌های عایق، توصیه می‌شود که مشکلات آتش‌سوزی ارزیابی و مدون شوند. ضروری است که حفاظتی قابل توجه از آب و هوا تامین شود و در هوای بسیار سرد ممکن است مقداری گرمایش لازم باشد. توصیه می‌شود که سطح فلز عاری از رطوبت، چربی و گرد و غبار باشد، که می‌تواند چسبندگی فوم را تضعیف کند. توصیه می‌شود که آستری اعمال شود، و توصیه می‌شود که قبل از انجام هرگونه افشانه، برای خشک شدن رها شود.

یادآوری - نقص در چسبیدن فوم به فلز ممکن است بلافاصله مشهود نباشد و به دلیل پرداخت ناهموار سطح فوم به آسانی توسط چشم قابل تشخیص نباشد. این نقص را می‌توان با ضربه زدن روی فوم تشخیص داد؛ که اگر به فلز نچسبیده باشد، صدای توخالی متمایز می‌دهد. این روش کاملاً قابل اطمینان نیست، زیرا چگالی‌های متفاوت فوم می‌تواند صداهایی متفاوت را تولید کند. در موارد خاص ممکن است آزمون چسبندگی لازم باشد. دستیابی به ضخامت کاملاً یکنواخت همراه با سطحی کاملاً صاف غیرممکن است؛ اما یک اپراتور ماهر در شرایط خوب می‌تواند پوشش و روکش با پیوستگی معقول تولید کند. بی‌نظمی‌های سطحی در فلز (مانند جوش‌ها) ممکن است به وسیله فوم بیش‌ازحد

1- Atomized water

واقعی نشان داده شوند. در بی‌نظمی‌های سطح و مواردی که فوم نایک‌نواخت یا زیر است، ممکن است لازم باشد قبل از اعمال محافظ فرابنفش یا پوشش پرداخت، فوم تراشیده شود.

تراشیدن فوم، سطحی با سلول‌های برش خورده باقی می‌گذارد که توصیه می‌شود که درزگیری شود. توصیه می‌شود که نظارت، نمونه‌برداری و بررسی تجهیز مطابق با زیربند ۲۹-۳-۶ باشد.

توصیه می‌شود که افشانه‌ها یا فوم‌ها مطابق با استانداردهای BS 5241 (تمام قسمت‌ها) و BS 7021 اعمال شوند. توصیه می‌شود که فوم افشانه‌ای، درمقابل خوردگی ناشی از نفوذ آب حفاظت شود (به بند ۸ مراجعه شود).

۲۹-۳-۸ عایق نامتراکم

توصیه می‌شود که عایق نامتراکم، مطابق با زیربند ۲۹-۲-۶ اعمال شود.

۲۹-۳-۹ بتن عایق‌کاری

توصیه می‌شود که عایق بتنی، مطابق با زیربند ۲۹-۲-۷ اعمال شود؛ و توصیه می‌شود که پوشش داخلی ظروف استوانه‌ای به اندازه کافی تقویت شوند (برای مثال، با شبکه نواری شش‌ضلعی سنگین، فلز کشیده‌شده، شبکه مربعی)، مگر این‌که ضخامت بتن مورد استفاده از نظر سازه‌ای مناسب باشد. توصیه می‌شود که تقویت‌کننده، به گل‌میخ‌ها یا سایر فاصله‌گذارها، که به‌نوبه خود روی سطح مورد حفاظت محکم شده‌اند، جوشکاری شود. در مواردی که بتن عایق‌کاری روی سطوح بیرونی ظروف استوانه‌ای (برای مثال، حفاظت مخازن نفت درمقابل آتش) اعمال می‌شود، توصیه می‌شود که از تقویت‌کننده‌های شبکه‌ای استفاده شود؛ به‌جز برای ضخامت‌های بیش از ۷۵ mm، که فقط توسط گل‌میخ‌های نوع Y می‌توانند نگه داشته شوند.

یادآوری - در حد بالایی دمای تحت پوشش این استاندارد، یعنی 870°C ، بتن‌های عایق‌کاری به‌دلیل افت استحکام پیوند هیدرولیکی احتمالاً ضعف مکانیکی نشان می‌دهند.

توصیه می‌شود که در شرایط غوطه‌وری گرمایی در دمای بیش از 260°C ، تقویت کافی تامین شود؛ زیرا پیوند هیدرولیکی می‌تواند استحکام خود را از دست دهد، که می‌تواند منجر به خرابی سریع شود.

توصیه می‌شود که پس از اعمال بتن عایق‌کاری، با نگهداری آن در شرایط مرطوب (برای مثال، برای مثال به‌وسیله پوشاندن با گونی‌های مرطوب، افشاندن آب به مدت ۲۴ h) پخت شود. توصیه می‌شود که گرمایش اولیه نسبتاً آهسته باشد (به توصیه‌های تولیدکننده مراجعه شود).

۲۹-۴ مجراهای هوا و سوخت‌های گازی

یادآوری ۱ - سه نوع مختلف مجرای هوا وجود دارد: گرم، سرد یا دومنظوره که در BS 5422 تعریف شده است.

یادآوری ۲ - برای مقاصد زیربند ۲۹-۴، مجرا سامانه انتقال مستطیلی یا استوانه‌ای است که از میان آن هوای سرد یا گرم از مکانی به مکان دیگر منتقل می‌شود. برای انتقال محصولات احتراق، که معمولاً به‌عنوان گاز دودکش یا به‌طور

ساده‌تر به‌عنوان گاز شناخته می‌شوند، به‌طور مشابه از دودکش استفاده می‌شود. هر دو مجرای هوا و دودکش گاز را می‌توان در داخل ساختمان قرار داد، یا می‌توان بخشی یا تمام آن را در فضای باز و در معرض آب و هوا قرار داد.

۱-۴-۲۹ مجراهای هوا (سرویس‌های ساختمان)

۱-۱-۴-۲۹ توصیه می‌شود که عایق، روی لوله‌کشی، فن‌ها، مبدل‌های گرمایی، جدارهای فیلتر و موارد دیگر که حامل هوای مطبوع هستند، اعمال شود. توصیه می‌شود که مجراهای هوای تازه و مجراهای خروجی حامل هوای گرم عایق‌کاری شوند تا از افزایش بیش‌ازحد بهره گرمایی، چه در هوای داخل مجرا و چه در فضای اطراف جلوگیری شود. توصیه می‌شود که مجراهای گرمایش پلنوم، برای حفاظت از کارکنان و حفظ گرما عایق‌کاری شوند.

یادآوری - برای اطلاعات بیشتر، به زیربند ۱-۴ و استاندارد BS 5422 برای ضخامت‌های توصیه‌شده مراجعه شود. برای فاصله‌های آزاد ابزار دقیق، آشکارسازها، میراگرها و درب‌های لولادار و قابل جداشدن در دهانه‌های دسترسی، به یادآوری ۱ زیربند ۲-۷-۲۸ و زیربندهای ۱-۴-۷-۲۸ و ۵-۷-۲۸ مراجعه شود.

۲-۱-۴-۲۹ توصیه می‌شود که عایق مطابق با زیربند ۷-۲۸ روی مجراکشی اعمال شود.

۳-۱-۴-۲۹ توصیه می‌شود که ضخامت‌های عایق گرمایی مطابق با استاندارد BS 5422 باشد، یا در مواردی که الزاماتی خاص بیان شده است، توصیه می‌شود که محاسبه مطابق با استاندارد ISO 12241 باشد. هنگامی که دماهای گذرای کاری کمتر از نقطه شبنم هوای محیط باشد، توصیه می‌شود که ضخامت‌های عایق، برای جلوگیری از میعان روی سطح کافی باشد.

۲-۴-۲۹ مجراهای هوای داغ (کاربردهای صنعتی)

۱-۲-۴-۲۹ توصیه می‌شود که برای حفظ گرما، عایق اعمال شود. ضخامت عایق با دمای سرویس تغییر می‌کند، ولی توصیه می‌شود که از ضخامت کمتر از ۵۰ mm استفاده نشود. برای ضخامت‌های عایق بیشتر از ۷۵ mm، توصیه می‌شود که عایق در چند لایه اجرا شود و تمام محل‌های اتصال در لایه‌های متوالی آرایش متناوب داشته باشند. توصیه می‌شود که به توصیه‌های تولیدکننده توجه شود، زیرا برخی از مواد برای اعمال به‌صورت تک‌لایه یا چند لایه با ضخامت بیشتر از ۵۰ mm مناسب هستند.

یادآوری - دماهای معمول مجرای هوا، معمولاً در محدوده ۵۰ °C تا ۵۰۰ °C است.

۲-۲-۴-۲۹ توصیه می‌شود که مواد عایق‌کاری، دال‌های پیش‌شکل‌داده‌شده کلسیم‌سیلیکات، پرلیت یا الیاف معدنی مصنوعی پیوندخورده به‌صورت غیرآلی یا شیشه سلولی باشند. در روش جایگزین، از تشک‌ها و پتوهای مصنوعی از الیاف معدنی ممکن است استفاده شود، توصیه می‌شود که از تراکم بیش‌ازحد عایق پرهیز شود. توصیه می‌شود که از حد بالایی مجاز دما برای عایق، به‌ویژه برای مواردی که در تماس فوری با سطح گرم هستند، تجاوز نشود. توصیه می‌شود که هیچ‌یک از مواد مورد استفاده، خطر آتش‌سوزی نداشته باشند (به زیربند ۷-۹ و استاندارد BS 5422 مراجعه شود).

یادآوری - از دال الیاف معدنی مصنوعی پیوندخورده به صورت آلی نیز ممکن است استفاده شود، اما افت پیونددهنده آلی باعث کاهش مقاومت فشاری آن (در صورت نیاز به این ویژگی) در دمای تقریباً 230°C می‌شود.

۲۹-۴-۲-۳ توصیه می‌شود که مواد عایق، به‌طور محکم به‌وسیله قیده‌های چنگالی، سنجاق‌های شکاف‌دار یا گل‌میخ‌های توپُر که روی آن‌ها عایق میخ‌کاری شده است، به مجرا محکم شوند. در مواردی که دال صلب، (مانند کلسیم‌سیلیکات) قرار است نصب شود، توصیه می‌شود که عایق پیش‌مته‌کاری شود تا حین نصب از ترک‌خوردن عایق جلوگیری شود. توصیه می‌شود که تثبیت‌کننده‌ها، در گام توصیه‌شده در زیربند ۲۷-۶-۱۰ به مجرا جوشکاری شوند. در مواردی که از قیده‌های چنگالی یا سنجاق‌های شکاف‌دار استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که آن‌ها از میان عایق نفوذ کرده و مطابق با زیربند ۲۷-۶-۷ روی واشرها خم شوند. توصیه می‌شود که استفاده از تثبیت‌کننده‌های گل‌میخی توپُر برای عایق‌های تراکم‌پذیر و یا در مواردی که فضا بین روکش فلزی و عایق وجود دارد، محدود شود. برای فولاد زنگ‌نزن، توصیه می‌شود که واشرهای «پوش-فیکس»^۱ روی گل‌میخ‌ها اعمال شوند تا عایق را نگه دارند. توصیه می‌شود که سیم‌های مهاربندی فولاد آستنیتی، دو بار از روی هر دال عبور کرده و پشت واشرها محکم شوند. برخی از عایق‌های گرمایی مستعد آسیب ناشی از سیم‌های مهاربندی هستند و توصیه می‌شود که در همین مورد با تولیدکننده مشورت شود. در روش جایگزین، در مواردی که قرار است پرداخت مرطوب اعمال شود یا در مواردی که درجه بالایی از پایداری موردنیاز است، توصیه می‌شود که شبکه سیمی نصب شود. هنگامی که قرار است روکش فلزی نصب شود، توصیه می‌شود که تثبیت‌کننده‌ها در صورت امکان درون ضخامت عایق قرار گیرند؛ تا از تماس فلز با فلز جلوگیری شود.

۲۹-۴-۲-۴ توصیه می‌شود که ترکیب‌های پرداخت‌کاری اعمال‌شونده به‌صورت مرطوب، با شبکه سیمی بافته‌شده، که در زیربند ۲۹-۴-۲-۳ توضیح داده شده است، یا با شبکه فلزی انبساطی روی سطوح معلق تقویت شود (به زیربندهای ۲۷-۵-۱ و ۳۰-۱ مراجعه شود). ترکیب‌های با گیرش سخت در حضور آب بازسازی می‌شوند و توصیه می‌شود که برای کاربردهای بیرونی یا مواردی که احتمال نشستی آب وجود دارد، استفاده نشوند. در مواردی که مستلزم حفاظت اضافی است، توصیه می‌شود که پوشش پلیمری از نوع تنفسی تقویت‌شده با پارچه شیشه‌ای شبکه باز، روی پرداخت پوشش‌کاری شود.

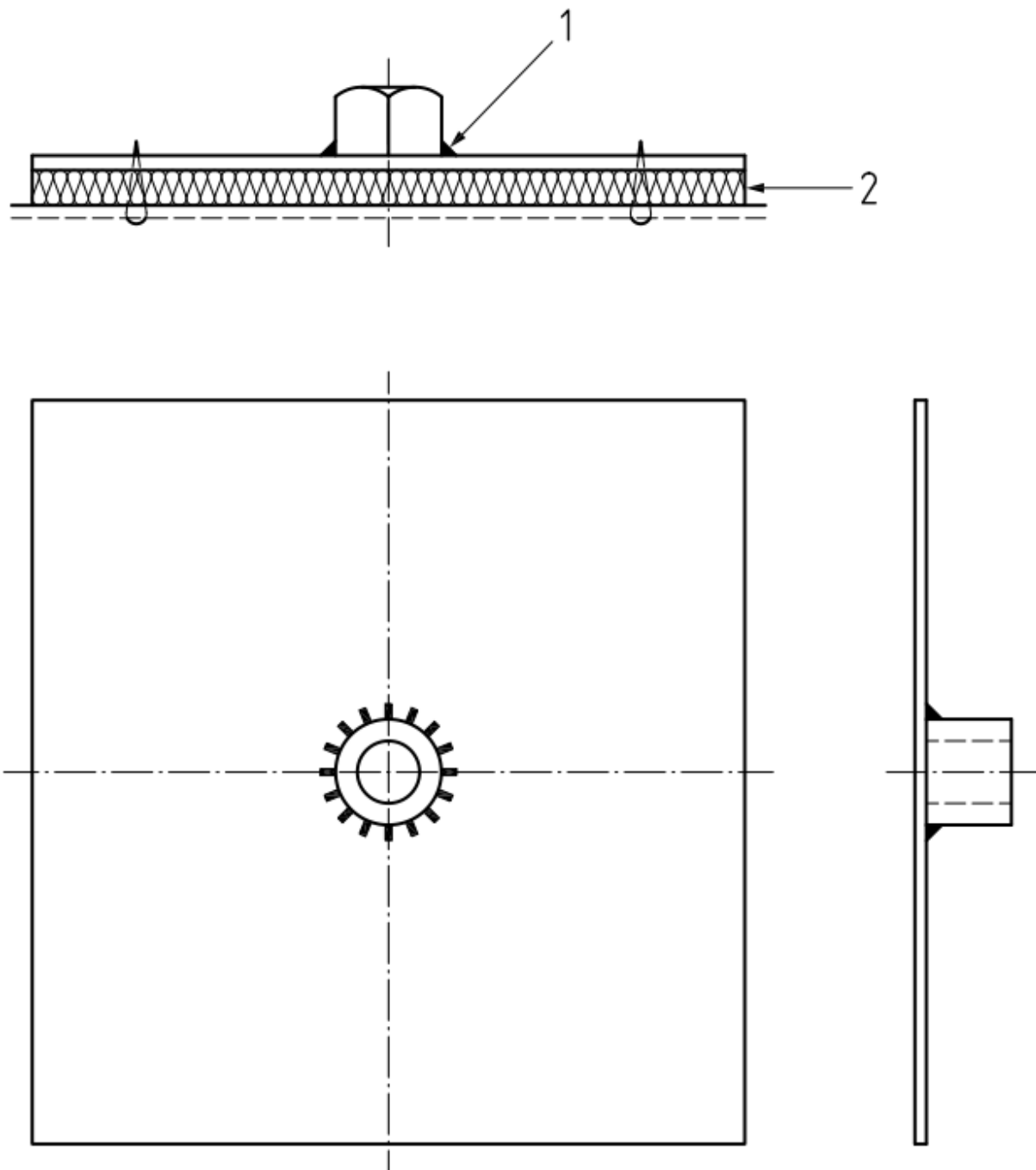
یادآوری - دو نوع اصلی از ترکیب‌های پرداخت‌کاری اعمال‌شونده به‌صورت مرطوب موجود است: سیمان‌های خودگیرش و ترکیب با گیرش سخت.

۲۹-۴-۲-۵ اگرچه تعدادی از پرداخت‌ها ممکن است برای مجراهای هوای گرم در فضای باز استفاده شوند، ولی توصیه می‌شود که از روکش فلزی استفاده شود؛ زیرا مقاومت به آتش و حفاظت مکانیکی و آب‌وهوایی خوبی را تأمین می‌کند. توصیه می‌شود که از نفوذ آب به داخل عایق جلوگیری شود؛ زیرا این امر باعث افزایش قابل توجه وزن روی مجرا، افزایش تلفات گرمایی و افزایش نرخ خوردگی صفحه‌ها

و تثبیت‌کننده‌ها می‌شود. در مواردی که قرار است سیمان خودگیرش روی مجرای فضای باز استفاده شود، توصیه می‌شود که سرانجام با پرداخت مقاوم به آب و هوا عمل‌آوری شود. توصیه می‌شود که پوشش تهویه شود یا توصیه می‌شود که از ترکیبی استفاده شود که هنگام گرمایش اولیه مجرا برای سرویس، اجازه خروج هرگونه رطوبت حبس‌شده را بدهد (به زیربند ۳۱-۴-۵ مراجعه شود). در مواردی که در طراحی مجرا، برای روان‌آب تمهیدی پیش‌بینی نشده باشد، هنگام اعمال ضخامت موردنیاز عایق دال، ایجاد شیب ضروری است؛ و شیب ۱:۲۵ برای اغلب اعمال‌ها مناسب است.

۶-۲-۴-۲۹ در مواردی که قرار است پرداخت بیرونی فلزی نصب شود، توصیه می‌شود که پرداخت، روی صفحه‌های عایق‌شده نصب‌شده روی گل‌میخ‌های رزوه‌دار یا گوه‌های زاویه‌دار یا ریل‌های عایق‌شده (مطابق با شکل ۳۴) حمایت شود. توصیه می‌شود که سامانه تکیه‌گاهی عایق طوری طراحی شود که اجازه انبساط تفاضلی را بدهد، طوری که این سامانه‌های نگهدارنده بتوانند با حرکت گرمایی مجرا حرکت کنند. برای تطبیق با این امر، توصیه می‌شود که چیدمان کشویی روی سامانه نگهدارنده یا چین‌های انبساطی در پرداخت فلزی تامین شود.

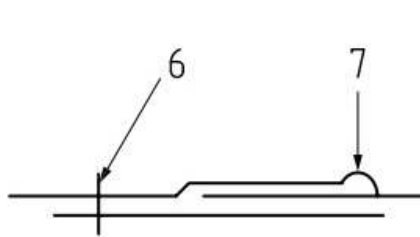
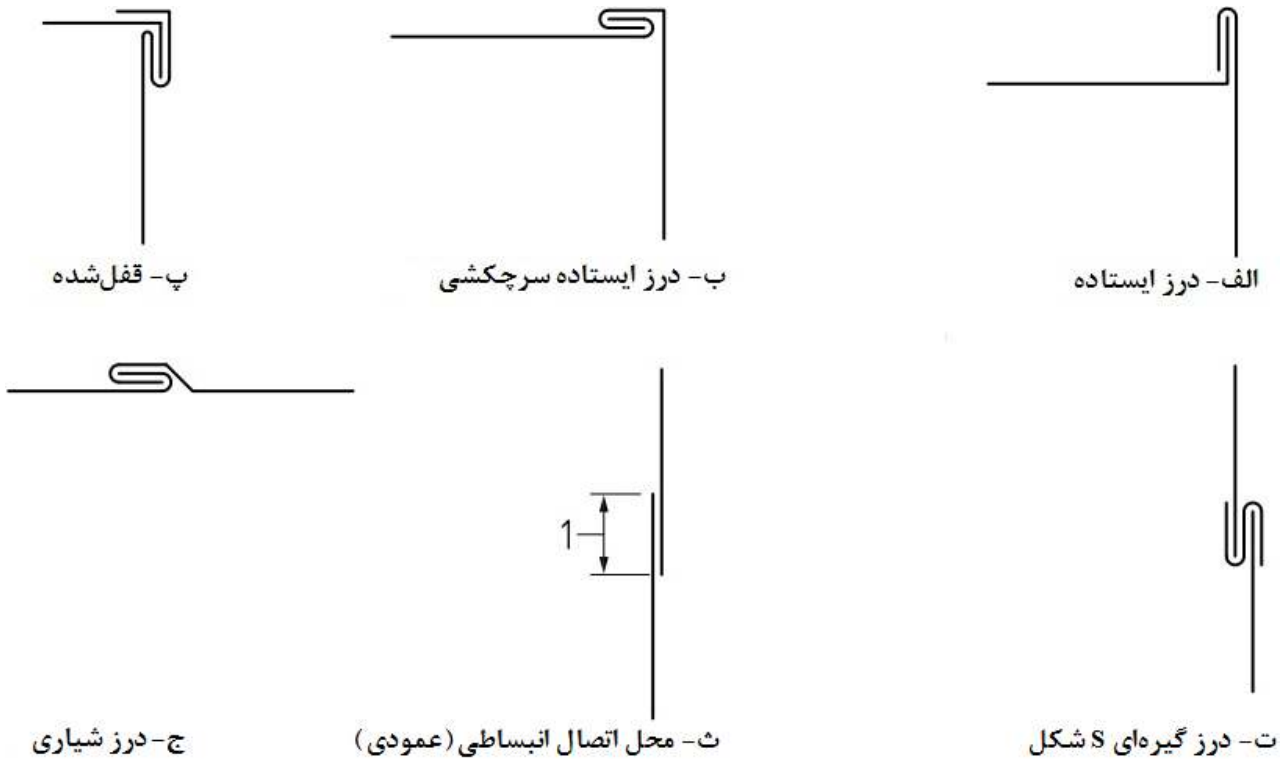
یادآوری - ورق پروفیل‌دار با حرکت در یک جهت تطبیق می‌یابد و هم‌پوشانی‌ها برای فراهم‌سازی تطبیق با حرکت دیگر است (به شکل ۳۵ مراجعه شود).



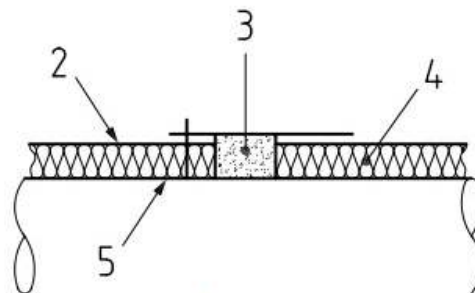
راهنما:

- 1 جوش مهره به صفحه تکیه‌گاهی
- 2 بالشتک عایق کاری

شکل ۳۴- صفحه تکیه‌گاهی عایق‌شده برای روکش فلزی - 150 mm^2



ح- محل اتصال انبساطی (افقی)



چ- طوقه انبساطی

راهنما:

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 | 50 mm ≤ انبساط طراحی شده |
| 2 | روکش فلزی |
| 3 | مصالح انعطاف پذیر |
| 4 | عایق صلب |
| 5 | دیواره لوله |
| 6 | پرچ |
| 7 | شکل‌دهی سردالف |

^a Swage

شکل ۳۵- محل‌های اتصال معمول در فلز ورقی

۲۹-۴-۲-۷ برای ایجاد ظاهری به صورت «خط مستقیم»، توصیه می‌شود که از سامانه ریلی برای نگهداری ورق‌های فلزی استفاده شود. توصیه می‌شود که ریل به اندازه کافی از سطح مجرا دور نگه داشته شود، تا بدون تماس با اکثریت اعضای سفت کاری^۱ از کنار آن‌ها رد شود.

یادآوری- این امر تا حد زیادی استفاده از مقاطع جعبه‌ای را غیر ضروری می‌کند و ظاهری تمیزتر را تامین می‌کند.

1- Stiffening members

۸-۲-۴-۲۹ توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال ورق‌های فلزی در مجراهای هوای گرم در فضای باز، با ترکیب درزگیر غیر قابل پخت^۱ مقاوم به آب و هوا درزگیری شده باشند. در صورت امکان، توصیه می‌شود که ورق‌های سقف از طرفین امتداد یابند، تا پیش‌آمدگی لبه ایجاد شود. در مواردی که از ورق پروفیل‌دار استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که از بلوک‌های پرکننده اختصاصی برای بستن دهانه‌ها استفاده شود.

۹-۲-۴-۲۹ توصیه می‌شود که مصالح عایق و پرداخت، دور از هرگونه ابزار دقیق، آشکارسازها، چرخ‌دنده عملیاتی و لوازم جانبی میراگرها پایان یابد؛ تا دسترسی و حرکت آزاد ممکن شود. همچنین توصیه می‌شود که آن‌ها عاری از هرگونه دهانه و درب دسترسی پایان یابند (به یادآوری ۱ زیربند ۲۸-۲-۷ و زیربندهای ۱-۴-۷-۲۸ و ۵-۷-۲۸ مراجعه شود). در صورت لزوم، توصیه می‌شود که برای نصب در فضای باز، عایق مقاوم به آب و هوا تامین شود. در مواردی که سدگر صوتی با ماهیت احتراق-پذیر روی عایق اعمال شود، توصیه می‌شود که از قطعات داغ متحرک مانند دوک‌های میراگر دور نگه داشته شود.

۱۰-۲-۴-۲۹ توصیه می‌شود که ضخامت روکش فلزی، در صورت استفاده، مطابق با جدول ۹ باشد.

جدول ۹- ضخامت روکش فلزی

فولاد زنگ‌نزن		آلومینیم		فولاد کم کربن حفاظت شده		نوع ناحیه
پروفیل دار mm	تخت mm	پروفیل دار mm	تخت mm	پروفیل دار mm	تخت mm	
۰٫۶	۱٫۰	۰٫۹	۱٫۶	۰٫۸	۱٫۲	نواحی تخت بزرگ روی عایق انعطاف پذیر
۰٫۵	۰٫۸	۰٫۹	۱٫۲	۰٫۸	۱٫۰	نواحی تخت کوچکتر روی عایق انعطاف پذیر، یا نواحی وسیع روی دال‌های پیش‌شکل داده شده (شامل سطوح انحنادار بزرگ)
—	۱٫۰	—	۱٫۶	—	۱٫۶	درپوش‌های عایق شده قابل جداسازی آدامرو و درب
به‌عنوان فلز روی لوله مجاور						جعبه‌های فلنج و شیر
—	۰٫۸	—	۱٫۲	—	۱٫۰	لوله‌های با قطر عایق شده بیش از ۴۵۰ mm
—	۰٫۶	—	۰٫۹	—	۰٫۸	لوله‌های با قطر عایق شده ۱۵۰ mm تا ۴۵۰ mm
—	۰٫۵	—	۰٫۷	—	۰٫۶	لوله‌های با قطر عایق کمتر از ۱۵۰ mm ^{الف}
ضخامت توصیه شده برای صفحه‌های تقویت کننده و مواردی که احتمال تردد پیاده وجود دارد:						
—	۱٫۰	—	۱٫۶	—	۱٫۶	برای سطوح تخت، نواحی انحنادار بزرگ و لوله‌های با قطر عایق شده ۴۵۰ mm و بیشتر
—	۰٫۸	—	۱٫۲	—	۱٫۰	برای لوله‌های با قطر عایق شده کمتر از ۴۵۰ mm
ضخامت توصیه شده در مواردی که احتمال آسیب مکانیکی وجود ندارد:						
—	۰٫۳	—	۰٫۳	—	۰٫۳	برای لوله‌های با قطر عایق شده کمتر از ۱۰۰۰ mm
—	۰٫۴	—	۰٫۴	—	۰٫۴	برای لوله‌های با قطر عایق شده ۱۰۰۰ mm یا بیشتر
^{الف} برای قطرهای عایق ۱۵۰ mm یا کمتر، توصیه می‌شود که ضخامت آلومینیم شانه‌ای ^۱ کمتر از ۰٫۲۵ mm نباشد. برای قطرهای عایق بیش از ۱۵۰ mm، توصیه می‌شود که ضخامت آلومینیم شانه‌ای ۰٫۴ mm یا بیشتر باشد.						
1- Reeded aluminium						

۱۱-۲-۴-۲۹ توصیه می‌شود که سفت کننده‌هایی که از خط اصلی عایق بیرون زدگی دارند، با حداقل ۲۵ mm یا نصف ضخامت کامل عایق اصلی، هر کدام که بیشتر باشد، پوشانده شوند؛ طوری که فلز سفت کننده‌ها به‌طور کامل احاطه شود. توصیه می‌شود که پرداخت همانند ناحیه اصلی مجرا باشد.

۱۲-۲-۴-۲۹ در مواردی که روکش فلزی می‌تواند به‌طور مستقیم با سیم محکم‌ساز یا شبکه تقویت کننده تماس داشته باشد، توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی انجام شود؛ تا از احتمال

خوردگی الکتروشیمیایی ناشی از تماس مستقیم بین فلزات نامشابه در شرایط مرطوب جلوگیری شود (به زیربند ۸-۳-۴ مراجعه شود).

۲۹-۴-۲-۱۳ برای انواعی خاص از اعمال (مانند فاصله‌گذاری نزدیک سفت‌کننده‌ها)، یک شبکه صلب مربعی، که به‌عنوان زیربند عایق استفاده می‌شود، ممکن است به‌صورت مکانیکی روی خط بیرونی سفت‌کننده‌ها تثبیت شود. توصیه می‌شود که لبه‌های مجاور به‌صورت محکم به‌هم بسته یا جوشکاری شوند، تا پایه‌ای محکم برای مصالح عایق تشکیل شود. توصیه می‌شود که فضای هوایی تشکیل‌شده در زیر عایق درزگیری شود، تا ورود و خروج هوا محدود شود. توصیه می‌شود که از یک سدگر هم‌رُفتی در فواصل بین سطح مجرا و شبکه استفاده شود.

یادآوری - این آرایش اجازه اعمال روکش فلزی با سطح نمایان یکنواخت را روی کل مجرای عایق‌شده می‌دهد.

۲۹-۴-۳ سوخت‌های گازی^۱، مشعل‌های سوزان^۲ و خروجی‌های گاز

یادداشت زیربند ۲۹-۴-۳:

در مواردی که خطر تماس گازهای احتراق‌پذیر با سطوح داغ در نظر گرفته می‌شود، به مدارک و مقررات مراجع ذیصلاح، مربوط به مواد خطرناک و جوهای منفجره توجه شود.

دمای گاز به احتمال زیاد در محدوده 140°C تا 600°C است، اگرچه در برخی موارد می‌توان دمایی بالاتر مواجه شد.

باتوجه به الزامات استفاده بهینه از انرژی، دودکش‌های گاز می‌توانند با نوعی از مبدل‌های گرمایی (مانند گرم‌کن هوا) همراه باشند، طوری که دمای حاصل برای گاز ممکن است تا حد امکان کمی بالاتر از نقطه شبنم گاز باشد. در بارگذاری کم و با نرخ کم جریان گاز، هرگونه نقص در سامانه عایق می‌تواند منجر به میعان اسیدی در داخل دودکش شود.

این شرایط زمانی تهاجمی‌ترین حالت را دارد که گاز از احتراق سوخت‌هایی با محتوای گوگرد بالا به‌دست آید.

۲۹-۴-۳-۱ توصیه می‌شود که سامانه عایق طوری طراحی شود که دمای گاز را بالاتر از نقطه شبنم گاز دودکش حفظ کند.

یادآوری - بسته به روش عملکرد تاسیسات (برای مثال، در طی شب یا خاموشی‌های آخر هفته)، ضخامت مصالح عایق کاری ممکن است بیشتر در نظر گرفته شود؛ تا از میعان گازهای محبوس به سمت بیرون (که بر ظرفیت گرمایی و هدایت گرمایی سامانه عایق اثر می‌گذارد) جلوگیری شود.

۲۹-۴-۳-۲ توصیه می‌شود که سامانه عایق مورد استفاده با در نظر گرفتن طراحی دودکش و به‌ویژه روش ساخت و اندازه و موقعیت اعضای سفت‌کننده گنجانده‌شده به‌منظور کاهش ارتعاش و تامین پایداری ساختاری سازه، انتخاب شود. توصیه می‌شود که سامانه عایق روی تمام سقف‌هایی که روکش فلزی به‌صورت جداگانه از آن حمایت نمی‌کند، مقاوم به تراکم باشد؛ تا از آسیب احتمالی حین سرویس جلوگیری کند. در مواردی که دسترسی به‌صورت منظم لازم است (برای مثال، نقاط

1- Gas fuels

2- Flares

انشعاب‌گیری)، توصیه می‌شود که راهرویی جداگانه نصب شود یا توصیه می‌شود که تکیه‌گاه‌های اضافی در طراحی سامانه عایق گنجانده شوند.

۲۹-۴-۳-۳ توصیه می‌شود که دمای فلز دودکش فولاد کربنی، به 460°C محدود شود؛ تا از پوسته‌شدن جلوگیری شود (به زیربند ۸-۳-۱ مراجعه شود). توصیه می‌شود که برای حفاظت از فلز در دماهای بالاتر گاز، اقدامات احتیاطی انجام شود (برای مثال، استفاده از فولادهای آلیاژی مقاوم به گرما به جای فولاد کربنی، حفاظت داخلی با مصالح عایق‌کاری مقاوم به سایش). در شرایط خاص، ممکن است لازم باشد تمام یا بیشتر مصالح عایق‌کاری در داخل دودکش اعمال شود؛ در این صورت، توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی برای حفاظت از سطح داخلی مصالح در مقابل فرسایش و موارد دیگر انجام شود (برای مثال، با پوشاندن سطح داخلی نمایان‌شده با یک ورق محافظ نازک از فولاد زنگ‌نزن، آلیاژ نیکل بالا یا تخته لیفی سرامیکی).

۲۹-۴-۴ دودکش‌های فلزی

توصیه می‌شود که دودکش از نوع فولاد کم‌کربن، از بیرون عایق‌کاری شود، تا با حفظ دمای داخلی و جلوگیری از خوردگی داخلی، به سرعت گاز کمک کند؛ به‌ویژه هنگامی که محصولات احتراق، حاصل از سوزاندن سوخت‌هایی با محتوای گوگرد بالا هستند.

یادآوری ۱- سازه دوجداره با فضای هوایی حلقوی بسته، موثر اما پرهزینه است. فضای حلقوی را می‌توان به اتاقک‌های درزگیری شده تقسیم کرد یا می‌توان آن را با الیاف معدنی به‌صورت تشک یا دال انعطاف‌پذیر، یا مواد نامتراکم پر کرد؛ برای مثال. پرلیت (به استاندارد EN 1856-1 مراجعه شود).

در روش جایگزین، با استفاده از تسمه‌های ضخیم از نوار لیفی شیشه، می‌توان اتاقک‌های بسته با دودکش‌های تک‌جداره را به‌صورت درجا شکل داد؛ که به‌منظور تشکیل فضای حلقوی، توصیه می‌شود که در فواصل معین، ورق فلزی ساده با ضخامت مناسب روی کل ناحیه بیرونی دودکش پیچانده شود.

یادآوری ۲- ابعاد فضای حلقوی تابع ضخامت و موقعیت تسمه‌های الیاف شیشه است.

توصیه می‌شود که این اتاقک‌ها با نوارهای بیرونی تحت کشش از نوع فولاد زنگ‌نزن که به‌صورت پیرامونی روی محل نوارهای تسمه‌های منسوج گیردار می‌شوند، محکم شود. برای بستن هم‌پوشانی‌های عمودی، توصیه می‌شود که از پیچ‌های خودکار یا پرچ‌های میخی کور استفاده شود. برای جلوگیری از حرکت رو به پایین ورق‌ها، توصیه می‌شود که از گیره‌های تخت S شکل استفاده شود؛ که توصیه می‌شود که هر یک از آن‌ها با گیره زیرین هم‌پوشانی داشته باشد. در مواردی که عایقی موثرتر لازم باشد، توصیه می‌شود که کل دودکش با الیاف معدنی مصنوعی عایق‌کاری شود. توصیه می‌شود که گل‌میخ‌ها روی دودکش تثبیت شوند و توصیه می‌شود که مصالح عایق‌کاری، برای پرداخت بیرونی آلومینیمی با شبکه سیمی پوشش‌شده با پلاستیک و برای پرداخت از نوع ورق فولادی گالوانیزه با شبکه سیمی گالوانیزه محکم شود. برای این نوع از سازه، توصیه می‌شود که یک سامانه تعلیق عایق‌شده برای الصاق پرداخت فلزی تامین شود.

توصیه می‌شود که کارکنان، از تماس تصادفی با فلز داغ حفاظت شوند (به زیربند ۴-۵ مراجعه شود).

۲۹-۵ سطوح تخت و نامنظم (شامل ماشین آلات)

۲۹-۵-۱ ملاحظات عمومی

توصیه می‌شود که تمام مصالح عایق کاری، هرچند ثابت باشند، در تماس نزدیک با سطوحی باشند که به آن‌ها اعمال می‌شوند؛ مگر این‌که به دلایلی خاص به فضای هوایی نیاز باشد. در مواردی که عایق اصلی شامل مصالح پیش‌شکل داده‌شده یا انعطاف‌پذیر است، توصیه می‌شود که تمام لبه‌ها یا انتهاها به صورت لب‌به‌لب محکم شوند. برای کارهای چند لایه، توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال دارای آرایش متناوب باشند. توصیه می‌شود که در صورت امکان، لوله‌های مجاور سطوح تخت، جداگانه عایق کاری شوند.

توصیه می‌شود که عایق کاری مطابق با زیربند ۲۷-۴ انجام شود.

یادآوری ۱- برای سطوح استوانه‌ای بزرگ یا پیش‌آمده، ممکن است تسمه‌های محکم‌ساز اعمال شود.

توصیه می‌شود که لوازم جانبی دیگ‌های بخار و ظروف و موارد دیگر، جداگانه عایق کاری شود.

یادآوری ۲- این امر دسترسی آسان به لوازم جانبی را بدون ایجاد مزاحمت برای عایق کاری اصلی تاسیسات فراهم می‌کند.

۲۹-۵-۲ مصالح پیش‌شکل داده‌شده

توصیه می‌شود که این مصالح به صورت مرتب جفت شوند و در محل خود با سنجاق‌زنی، تسمه‌پیچی یا سیم‌پیچی محکم شوند؛ و هرگونه درز در محل‌های اتصال با ترکیب خمیری یا ماده عایق کاری نامتراکم پر شود.

۲۹-۵-۳ ترکیب خمیری

توصیه می‌شود که ترکیب خمیری مطابق با زیربند ۲۹-۲-۱۱-۱ اعمال و مطابق با زیربند ۲۹-۲-۱۱-۲ تقویت شود.

۲۹-۵-۴ مصالح انعطاف‌پذیر

توصیه می‌شود که مواد انعطاف‌پذیر مطابق با زیربند ۲۹-۳-۵ اعمال شود.

۲۹-۵-۵ عایق فوم‌شده درجا

توصیه می‌شود که عایق فوم‌شده مطابق با زیربند ۲۹-۳-۶ اعمال شود.

۲۹-۵-۶ عایق افشانه‌ای

توصیه می‌شود که عایق پاشیده مطابق با زیربند ۲۹-۳-۷ اعمال شود.

۲۹-۵-۷ عایق نامتراکم

توصیه می‌شود که مواد عایق نامتراکم مطابق با زیربند ۲۹-۲-۶ اعمال شود.

۲۹-۵-۸ بتن عایق کاری

توصیه می‌شود که بتن عایق کاری مطابق با زیربندهای ۲۹-۲-۷ و ۲۹-۲-۸ باشد؛ اما از آنجاکه سطوح تخت خاص، (مانند کفها، سقفها و دیوارهای برخی از کوره‌ها، اجاق‌های خشک‌کن)، می‌توانند نیاز به قالب‌گیری ضخامت‌هایی قابل ملاحظه از بتن عایق کاری داشته باشند، ممکن است تغییر تکنیکی لازم باشد.

اگر سطح بتن عایق کاری بزرگ باشد، توصیه می‌شود که به پانلهایی تقسیم شود تا تحت شرایط سرویس، انبساط تفاضلی امکان‌پذیر شود.

توصیه می‌شود که بتن‌های عایق کاری به‌طور مستقیم در معرض شرایط سایش قرار نگیرند؛ به‌ویژه هنگامی که پیوند هیدرولیکی در دماهای حدود 260°C ضعیف شده است.

یادآوری- این مواد می‌توانند آب را برای مدت طولانی حفظ کنند و قرار گرفتن در معرض رطوبت، حتی پس از خشک‌شدن، می‌تواند منجر به تغییرات ابعادی شود. به‌طور معمول، آب موجود را می‌توان با گرمایش دقیق و آهسته حذف کرد؛ اما در مواردی که چنین گرمایشی عملی نباشد، حبس‌شدن آب می‌تواند باعث خوردگی زیر سطح زمین شود.

توصیه می‌شود که باتوجه به نیاز به سامانه‌های مهار و تقویت، توصیه‌های تخصصی دریافت شود.

۳۰ پرداخت‌های فضای داخل^۱ و روش‌های اعمال آن‌ها

یادآوری- برای عملکرد درمقابل آتش سامانه‌های عایق به‌صورت نصب‌شده، به زیربند ۷-۹ مراجعه شود.

۳۰-۱ فلز ورقی

یادآوری ۱- به‌دلایل مندرج در بند ۱۲، و به‌ویژه در مواردی که عایق ممکن است به‌وسیله روغن یا آب آسیب ببیند، یا در مواردی که مقاومت اضافی به آسیب مکانیکی ضروری است، پرداخت ممکن است شامل روکش فلزی صاف یا پروفیل‌دار باشد. با استفاده از صفحه‌های تقویت‌کننده می‌توان ضخامت روکش را افزایش داد (به زیربند ۳۰-۱-۵ مراجعه شود).

یادآوری ۲- روکش پروفیل‌دار به‌ویژه در مخازن با قطر بیش از ۱۰ m متر مزیت دارد.

۳۰-۱-۱ فولاد کم‌کربن عمل‌آوری‌نشده مشکلات خوردگی ایجاد می‌کند و بنابراین توصیه می‌شود که حفاظت شود (برای مثال؛ پوشش‌شده با پرداخت‌های روی، آلومینیم، آلیاژ روی/آلومینیم، لعابی، سرامیکی، پلاستیکی). توصیه می‌شود که از فولاد فوق استفاده نشود، مگر این‌که هر دو سطح داخلی و

بیرونی پوش‌رنگ‌کاری شده باشد (به بند ۸ مراجعه شود). در مواردی که از فولادهای پوشش‌شده استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که حداقل وزن پوشش (شامل هر دو طرف) به شرح زیر باشد:

- گالوانیزه، 275 g/m^2 ؛

- آلیاژ روی/آلومینیم، 185 g/m^2 ؛

- آلومینیم، 240 g/m^2 .

۳۰-۱-۲ فولادهای آلیاژی مقاوم به خوردگی گران هستند؛ ولی توصیه می‌شود که از آنها در مواردی استفاده شود که مقاومت آنها به خوردگی و ظاهر زیبا، هزینه‌های افزایش‌یافته را توجیه می‌کند.

۳۰-۱-۳ توصیه می‌شود که آلومینیم (که نسبتاً نرم است) برای حفاظت از نواحی که ممکن است در معرض آسیب‌های مکانیکی قابل ملاحظه قرار گیرند، به‌ویژه هنگامی که روی مواد عایق انعطاف‌پذیر اعمال می‌شود، استفاده نشود. از آنجایی که ورق‌های تخت آلومینیم صیقلی از طریق بازتاب نور تمایل به تاکید بر نواحی آسیب‌جزئی دارند؛ توصیه می‌شود که سطح بازتابنده، به‌ویژه در نواحی تخت بزرگ، با استفاده از ورق آج‌دار یا مصالحی با پرداخت برجسته «گچ‌کاری» تفکیک شود.

یادآوری - ورق‌های دارای پروفیل جعبه‌ای، آج‌دار یا شانه‌ای دارای مقاومت ذاتی بیشتری در مقابل تغییر شکل نسبت به ورق تخت هستند.

۳۰-۱-۴ هنگام انتخاب مواد برای روکش فلزی، توصیه می‌شود که سازگاری فلز با عایق به‌وسیله سازندگان تایید شود. توصیه می‌شود که از تماس مستقیم بین فلزات نامشابه پرهیز شود (به زیربند ۸-۳-۴ مراجعه شود)؛ اگرچه در شرایط خشک، پوش‌رنگ‌کاری سطوح تماس می‌تواند حفاظت کافی را تامین کند.

۳۰-۱-۵ در مواردی که ورق آلومینیمی تحت شرایط رطوبت بالا استفاده می‌شود (برای مثال، در کارخانه‌های کاغذسازی یا در محیط‌های تهاجمی)، توصیه می‌شود که از مواد با سطح حفاظت‌شده برای کاربرد فضای باز استفاده شود (به زیربند ۳۱-۱ مراجعه شود).

یادآوری - ورق آلومینیمی با سدگر رطوبت‌اعمال‌شده در کارخانه موجود است.

۳۰-۱-۶ در محیط‌های اشتعال‌پذیر، توصیه می‌شود که تمام روکش‌های فلزی و تمام توری‌های سیمی در فلنج‌ها، پمپ‌ها و موارد دیگر مطابق با استاندارد EN 62305 (تمام قسمت‌ها) و با استفاده از سیم یا تسمه‌های فولادی زنگ‌نزن چسبانده و اتصال به زمین شوند.

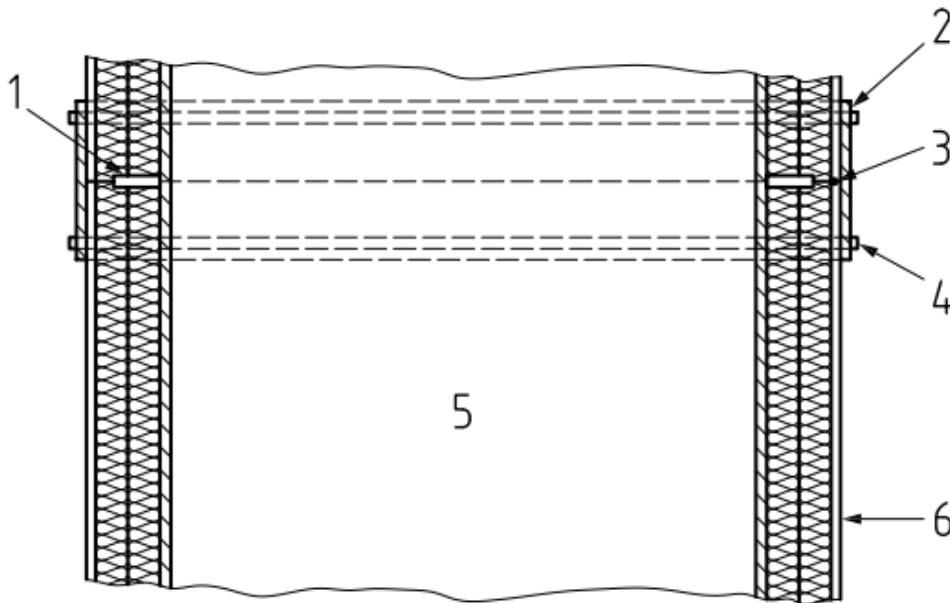
۳۰-۱-۷ از آنجاکه آلومینیم می‌تواند به‌وسیله برخی از عایق‌ها خورده شود (برای مثال، کلسیم‌سیلیکات)، توصیه می‌شود که سطح داخلی روکش با یک پوشش محافظ پوش‌رنگ‌کاری شود یا نوارهای دورپیچ لوله برای حفاظت از خوردگی اعمال شود؛ به زیربند ۸-۲-۲ مراجعه شود.

۳۰-۱-۸ توصیه می‌شود که ضخامت‌های جدول ۹ برای شرایط عمومی استفاده شود؛ اگرچه کاربردهای خاص ممکن است مستلزم تغییر از حالت عادی داشته باشند. در مواردی که عایق زیرین به آسانی تراکم‌پذیر باشد، توصیه می‌شود که سامانه عایق به صورت نصب‌شده حفاظت شود؛ تا در مقابل سوء استفاده مکانیکی پیش‌بینی‌شده مقاومت کند، حتی اگر این امر مستلزم افزایش ضخامت‌های فلز در جدول ۹ باشد.

یادآوری - استفاده از فولادهای مقاوم به خوردگی یا آلیاژهای آلومینیم سخت می‌تواند تا حدی کاهش این ضخامت‌ها را توجیه کند.

۳۰-۱-۹ لبه‌های مجاور ورق فلزی ممکن است به وسیله محل‌های اتصال تاشده یا به وسیله «لبه‌های روی هم‌افتاده»^۱ ساده به هم محکم شوند (مطابق با شکل ۳۶). برای محل‌های اتصال از نوع لبه روی هم‌افتاده، توصیه می‌شود که هر ورق به اندازه حداقل ۴۰ mm ورق مجاور را بپوشاند؛ و توصیه می‌شود که پیچ‌ها یا پرچ‌های محکم‌ساز هم برای نواحی تخت و هم برای فاصله‌گذاری طولی، در فاصله‌گذاری که بیشتر از ۱۵۰ mm نیست، روی لوله‌ها قرار گیرند. برای لبه‌های روی هم‌افتاده پیرامونی روی لوله‌ها، ممکن است قراردادن پیچ‌ها یا پرچ‌ها در خطوط قطعات یک‌چهارم، یعنی چهار مورد در پیرامون، کافی باشد؛ ولی توصیه می‌شود که یک محل اتصال پیرامونی، در فواصل معین آزاد باقی بماند، تا حرکت انبساط طولی امکان‌پذیر شود (به زیربند ۲۹-۱-۳ مراجعه شود).

یادآوری - محل‌های اتصال از نوع لبه روی هم‌افتاده ممکن است با پیچ‌های خودکار یا پرچ‌های میخی محکم شوند، اما از حرکت انبساطی جلوگیری کنند. ممکن است از تسمه‌ها به‌عنوان جایگزین پرچ و پیچ استفاده شود (به زیربند ۲۷-۴ مراجعه شود). برای محل‌های اتصال تاشده، ملحقات محکم‌ساز جداگانه برای سطوح استوانه‌ای لازم نیست؛ زیرا این مزیت را دارند که اجازه می‌دهند تا حرکت انبساطی انجام شود؛ به شکل ۳۵ مراجعه شود.


راهنما:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 | حلقه‌های تکیه‌گاهی عایق در قطعات |
| 2 | پارچه شیشه به عرض ۲۰۰ mm |
| 3 | برش انبساطی در پرداخت |
| 4 | تسمه‌های فلزی |
| 5 | ظرف |
| 6 | پرداخت سیمانی خودگیرش با ضخامت ۵ mm |

شکل ۳۶- محل اتصال انبساطی معمول بین ظرف گرم و پوشش سیمانی خودگیرش

۳۰-۱-۱۰ توصیه می‌شود که ترتیبی اتخاذ شود تا پرداخت فلزی، روی عایق محکم شود یا مستقیم به سطح عایق شده برسد؛ تا اطمینان حاصل شود که اتصال فلزی بین زیربند عایق شده و روکش فلزی بیرونی به حداقل می‌رسد.

۳۰-۱-۱۱ برای مقاطع طولانی لوله‌کشی عمودی، توصیه می‌شود که روکش به وسیله ملحقات روی لوله حمایت شود (به زیربندهای ۲۷-۶ و ۲۹-۱-۳ مراجعه شود). توصیه می‌شود که ورق‌های مجاور محکم به یکدیگر الصاق شوند. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال عاری از لبه روی هم‌افتاده بین نقاط ثابت گنجانده شوند تا انبساط تفاضلی تامین شود. توصیه می‌شود که هم‌پوشانی‌ها به اندازه کافی برای فراهم‌سازی «حرکت انبساطی مورد انتظار» به علاوه «لبه روی هم‌افتاده استاندارد» باشند؛ به زیربند ۳۰-۱-۱۰ مراجعه شود (مطابق با شکل‌های ۶ و ۳۵).

۳۰-۱-۱۲ برای سطوح تخت و برای سطوح انحنادار بزرگ نامنظم، به وسیله گل‌میخ‌ها یا صفحه‌های تکیه‌گاهی عایق (مطابق با شکل ۳۴) یا کانال‌های انبساطی طراحی شده برای تطبیق با حرکت انبساطی تفاضلی ضمن کاهش تماس فلزی «سراسری» به حداقل، توصیه می‌شود که ورق فلزی بیرونی به سطح عایق شده محکم شود.

یادآوری- تثبیت مثبت در مرکز هر ورق ممکن است بهترین آرایش برای سطوح تخت بزرگ باشد؛ زیرا اجازه می‌دهد تا به وسیله محل‌های اتصال ناشده، حرکت انبساطی دور پیرامون انجام شود.

۳۰-۱-۱۳ از آنجا که پرداخت فلزی صیقلی می‌تواند دماهای سطح را بالاتر از دماهای پرداخت‌های غیرفلزی تحت شرایط یکسان قرار دهد، بنابراین توصیه می‌شود که ارزیابی و بر این اساس پذیرفته یا رد شود.

یادآوری - تلفات گرمایی از سطح صیقلی شده می‌تواند کمتر از سطح غیرفلزی باشد.

۳۰-۱-۱۴ برای جلوگیری از تماس مستقیم بین فلزات نامشابه، به‌ویژه برای تاسیسات در محدوده ۱۰ km از دریا، توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی در مقابل خوردگی الکترولیتی برای تمام مواد انجام شود. ضروری است که ورق‌های فولادی کم‌کربن گالوانیزه یا آلومینیم‌دار به‌وسیله ملحقات فولادی کم‌کربن با روکش کادمیم، گالوانیزه یا آلومینیم‌دار یا فولاد زنگ‌نزن، یا ورق‌های آلومینیمی با ملحقات آلومینیمی یا فولاد زنگ‌نزن محکم شوند (به جدول ۱۰ مراجعه شود).

یادآوری ۱ - ملحقات فولادی کم‌کربن با روکش کادمیم یا گالوانیزه برای ورق آلومینیمی ممکن است به‌منظور دستیابی به نتایج رضایت‌بخش تحت شرایط خشک استفاده شوند.

یادآوری ۲ - در روش جایگزین، ملحقات محکم‌ساز را می‌توان با یک واشر غیرفلزی از ورق روکش بیرونی جدا کرد.

یادآوری ۳ - اگرچه ورق زنگ‌نزن آستنیتی در مقیاس الکتروشیمیایی نزدیک به آلومینیم نیست، در عمل مشخص شده است که دارای لایه سطحی اکسیدی است، که اجازه تماس بدون اثر خورنده دو فلزی جدی را می‌دهد (به زیربند ۸-۳-۴ نیز مراجعه شود).

جدول ۱۰- سازگاری بین پیچ‌ها/پرچ‌ها و مواد روکش

پیچ‌ها/پرچ‌ها			روکش
فولاد زنگ‌نزن	آلومینیم	گالوانیزه (روی یا کادمیم) حداقل پوشش ۲۵ μ	
توصیه می‌شود	توصیه نمی‌شود	توصیه می‌شود	آلیاژ گالوانیزه، آلومینیم یا روی/آلومینیم
توصیه می‌شود	توصیه می‌شود	توصیه نمی‌شود	آلومینیم
توصیه می‌شود	توصیه نمی‌شود	توصیه نمی‌شود	فولاد زنگ‌نزن

۳۰-۲ فویل‌ها و چندلایه‌های آلومینیمی و مصالح ورقی مصنوعی

یادآوری ۱ - فویل آلومینیمی ساده یا چندلایه‌های فویلی آلومینیمی تقویت‌شده ممکن است توسط تامین‌کننده/تولیدکننده عایق از قبل روی مصالح عایق اعمال شده باشد.

این نوع رخ‌پوش‌ها نیاز به پرداخت‌کاری بیشتر ندارند و ممکن است به‌عنوان سدگرهای گرد و غبار و/یا بخار در مناطقی که خطر آسیب مکانیکی کمی وجود دارد (برای مثال، روی لوله‌کشی در ارتفاع بالا، در مجراهای سرویس)، استفاده شوند.

یادآوری ۲ - در مواردی که خطر آسیب وجود دارد، ممکن است از یک چندلایه که به‌طور خاص برای این منظور طراحی شده است، استفاده شود.

در مواردی که استفاده از فویل آلومینیمی برای عملکرد صحیح سامانه عایق ضروری است (برای مثال، سدگرهای بخار)، توصیه می‌شود که فویل از آسیب مکانیکی حفاظت شود (به زیربند ۱-۲۸-۸ نیز مراجعه شود).

توصیه می‌شود که هم‌پوشانی‌های طولی روی مقاطع لوله، با چسب یا نوارچسب سازگار محکم شوند. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال پیرامونی روی مقاطع لوله و تمام محل‌های اتصال بین دال‌ها و نمدهای مجاور، با نوارچسب سازگار درزگیری شوند؛ به زیربند ۲۷-۳-۲ مراجعه شود.

توصیه می‌شود که یکپارچگی سدگر بخار، به‌ویژه برای خدمات آب سرد یا خنک، تضمین شود.

۳-۳۰ پرداخت‌های ماستیکی و پوششی

۳-۳۰-۱ تکنیک اعمال (برای مثال با برس، دست یا افشانه) به اندازه، محل، خطر افشانه بیش‌ازحد و هرگونه نیاز احتمالی برای اجازه به تبخیر حلال بستگی دارد. توصیه می‌شود که پیمانکار با تولیدکننده مصالح در مورد جزئیات رویه‌ای که باید در مورد تجهیزات ویژه لازم دنبال شود و اقدامات احتیاطی ایمنی که باید انجام شود، مشورت کند.

۳-۳۰-۲ انتخاب پرداخت ماستیکی و پوششی به این بستگی دارد که آیا می‌توان آن را به‌طور مستقیم روی عایق اعمال کرد یا این که باید همراه با پارچه شیشه با بافت باز، کرباس یا پارچه برزنتی نخی استفاده کرد. همچنین، به درجه حفاظت لازم نیز بستگی دارد.

یادآوری - پرداخت‌های ماستیکی و پوششی بر اساس موادی مانند قیر، رزین یا پلیمر می‌تواند سه نوع باشد: برپایه آب (امولسیون‌ها)، برپایه حلال و بدون حلال.

۳-۳۰-۳ توصیه می‌شود که مواد برپایه آب حین انبارش، از یخ‌زدگی حفاظت شوند. هنگامی که دمای محیط یا سطح زیر 5°C است یا هنگامی که انتظار می‌رود در محدوده ۲۴ h پس از اعمال شرایط انجماد وجود داشته باشد؛ نباید آن‌ها اعمال شوند.

یادآوری - این مواد حین اعمال اشتعال-ناپذیر هستند. با این حال، برخی از ماستیک‌های برپایه آب با ترکیبات ضد یخ مخصوص در دسترس هستند، که امکان اعمال در شرایط انجماد را فراهم می‌کنند.

۳-۳۰-۴ ماستیک‌ها و پوشش‌های برپایه حلال می‌توانند در برابر انجماد مقاومت کنند؛ ولی توصیه می‌شود که برای رسیدن به بهترین نتیجه، در دماهای کمتر از 5°C اعمال نشوند. اغلب آن‌ها در دماهای پایین به‌طوری قابل‌توجه غلیظ می‌شوند و اعمال با افشانه را بسیار دشوار می‌کنند. برای استفاده در زمستان، توصیه می‌شود که انبارش در فضای بسته در حداقل دمای 10°C اعمال آسان را تضمین کند. بسیاری از آن‌ها حاوی حلال‌های بسیار اشتعال‌پذیر هستند و توصیه می‌شود که اقدامات احتیاطی انجام شود. بخارهای حلال در غلظت‌های نسبتاً کم می‌توانند باعث بی‌حالی شوند؛ بنابراین هنگامی که از مواد برپایه حلال استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که از تهویه کافی اطمینان حاصل شود.

۳-۳-۵ توصیه می‌شود که مواد بدون حلال، مانند اپوکسی‌ها یا یورتان‌ها، در مواردی استفاده شوند که، برای مثال، مقاومت شیمیایی خاصی لازم باشد.

یادآوری- پلیمرهای اصلاح‌شده با سیلان و پلیمرهای سیلیکونی قوی و انعطاف‌پذیر هستند؛ و می‌توان به‌وسیله پیش‌اعمال روی عایق صلب، از آن‌ها برای درزگیری و اتصال‌دهی عایق استفاده کرد.

۳-۴-۴ ترکیب با گیرش سخت، سیمان خودگیرش و اندود گچی

۳-۴-۴-۱ کلیات

توصیه می‌شود که مواد منطبق بر استاندارد BS 3958-6 (یعنی ترکیب با گیرش سخت، سیمان خودگیرش و اندود گچی)، که به‌وسیله اعمال آب برای استفاده آماده می‌شوند، برای پرداخت‌های فضای داخل انتخاب شوند.

توصیه می‌شود که تمهیداتی به‌منظور مقیدکردن هر نوع تقویت‌کننده برای سیمان پرداخت‌کاری در نظر گرفته شود.

۳-۴-۴-۲ ترکیب با گیرش سخت

یادداشت زیربند ۳-۴-۴-۲:

ترکیب با گیرش سخت طبق دستورالعمل تولیدکننده با آب مخلوط می‌شود و روی تقویت‌کننده‌ای از نوع توری سیمی یا فلز کشیده‌شده اعمال می‌شود (به زیربند ۲۷-۵ مراجعه شود).

در لوله‌های با مجرای کوچک که قطر خارجی عایق از ۱۰۰ mm بیشتر نیست، تقویت‌کننده می‌تواند شامل سیمی با قطر ۱ mm باشد که به‌صورت مارپیچی با حداکثر گام ۷۵ mm پیچانده می‌شود.

ترکیب با گیرش سخت محصولی برپایه خاک رس است؛ و ممکن است روی عایق پیش‌شکل‌داده‌شده یا خمیری در تاسیساتی اعمال شود که گرما برای خشک‌شدن در دسترس است.

توصیه می‌شود که ترکیب با گیرش سخت در دو لایه اعمال شود تا ضخامت نهایی تقریباً ۱۰ mm به‌دست آید؛ طوری که لایه اول زبر باقی بماند تا به‌عنوان کلید لایه دوم عمل کند. توصیه می‌شود که لایه نهایی تا رسیدن به سطحی صاف ماله‌کشی شود.

یادآوری- پس از خشک‌شدن، ترکیب با گیرش سخت ممکن است با پوش‌رنگ امولسیون، پوشش زیرین و پوش‌رنگ براق یا پوشش‌های برپایه PVA پوش‌رنگ‌کاری شود.

۳-۴-۴-۳ سیمان خودگیرش

یادآوری- سیمان خودگیرش محصولی برپایه سیمان پرتلند با گیرش هیدرولیکی برای اعمال روی عایق‌های پیش‌شکل‌داده‌شده، خمیری یا افشانه‌ای است؛ که دارای خاصیت جذب آب اضافی از مخلوط مرطوب است.

توصیه می‌شود که سیمان خودگیرش طبق دستورالعمل تولیدکننده با آب مخلوط شود و روی تقویت‌کننده‌ای از نوع توری سیمی، فلز کشیده‌شده یا سیم اعمال شود؛ به زیربند ۳۰-۴-۲ مراجعه شود.

توصیه می‌شود که سیمان خودگیرش در یک لایه اعمال شود تا ضخامت نهایی تقریباً ۵ mm به دست آید و توصیه می‌شود که تا رسیدن به سطحی صاف ماله‌کشی شود. قبل از این که سیمان گیرش هیدرولیکی خود را به دست آورد، توصیه می‌شود که شیارهای انبساطی، از میان سیمان خودگیرش و شبکه تقویت‌کننده با برش ایجاد شوند؛ تا خطر ترک خوردن که می‌تواند ناشی از انبساط گرمایی تفاضلی بین زیربند و پرداخت باشد، به حداقل برسد.

توصیه می‌شود که اعمال سیمان خودگیرش به‌دقت برنامه‌ریزی شود تا اطمینان حاصل شود که کار در یک محل اتصال انبساطی یا سایر نقاط پایان‌یابی به پایان می‌رسد؛ زیرا سیمان مرطوب به‌آسانی با سیمانی که از قبل خشک شده است، پیوند نمی‌خورد (به زیربند ۲۹-۱-۳ و شکل ۳۶ مراجعه شود). پس از خشک شدن، سیمان خودگیرش ممکن است با پوشش برپایه PVA، پوش رنگ لاستیکی کلردار یا پوش رنگ براق اعمال شده روی یک آستری مقاوم به‌قلیا، پوش رنگ کاری شود.

۴-۴-۳۰ ترکیب اندود گچی

یادآوری ۱- اگرچه ترکیب اندود گچی دیگر رایج نیست، این ترکیب محصولی برپایه کلسیم‌سولفات همی‌هیدرات با گیرش هیدرولیکی است که برای اعمال روی مواد غیر جاذب (مانند پلاستیک انبساطی، چوب پنبه، پشم معدنی پیوندخورده با رزین) در مواردی است که دمای اندود گچی در شرایط عملیاتی بیشتر از ۵۰ °C نشود.

توصیه می‌شود که ترکیب اندود گچی طبق دستورالعمل تولیدکننده با آب مخلوط شود و روی تقویت‌کننده‌ای از نوع توری سیمی، فلز کشیده‌شده یا سیم اعمال شود؛ به زیربند ۳۰-۴-۲ مراجعه شود. توصیه می‌شود که ترکیب اندود گچی در یک لایه اعمال شود تا ضخامت نهایی ۵ mm به دست آید؛ و توصیه می‌شود که تا رسیدن به سطحی صاف ماله‌کشی شود.

یادآوری ۲- پس از خشک شدن، ترکیب اندود گچی ممکن است با پوش رنگ امولسیون، پوشش زیرین و پوش رنگ براق یا پوشش‌های برپایه PVA پوش رنگ کاری شود.

۵-۳۰ ورق غیرفلزی

۱-۵-۳۰ ورق‌های پلاستیکی انعطاف‌پذیر و لاستیکی را می‌توان به‌طور مستقیم به عایق چسبانند؛ و در این صورت توصیه می‌شود که از چسب توصیه‌شده توسط تولیدکننده استفاده شود یا توصیه می‌شود که آن‌ها با استفاده از «عامل جوشکاری حلالی» به خودشان جوش حلالی شوند. توصیه می‌شود که چسب‌ها یا حلال‌ها، به‌ویژه در مواردی که قرار است عایق پلاستیک سلولی یا لاستیک انبساطی اعمال شود، از نظر سازگاری با عایق بررسی شوند. توصیه می‌شود که دستورالعمل تولیدکننده برای زمان خشک کردن، یا «زمان باز» برای چسب‌های تماسی، به‌دقت دنبال شود؛ تا چسبندگی خوب بدون

حبس شدن حلال در عایق حاصل شود (برای توصیه‌های ایمنی در استفاده از مواد برپایه حلال به زیربند ۳۰-۳-۴ نیز مراجعه شود). توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال حداقل ۵۰ mm هم‌پوشانی داشته باشند و توصیه می‌شود که در صورت امکان، محل‌های اتصال طوری ساخته شوند که منجر به سرریز آب شوند. در مواردی که ورق‌ها روی عایق پلیمری فوم‌شده یا انبساطی استفاده شوند که امکان جمع‌شدگی داشته باشد، توصیه می‌شود که چسب حداقل ۲۵ mm در هر طرف تمام محل‌های اتصال عایق پایان یابد تا از شکافتن ورق‌ها جلوگیری شود. بیشتر انواع ورق‌های لاستیکی غیر متخلخل هستند و بنابراین توصیه می‌شود که عایق و هرگونه پرداخت صاف‌کننده، قبل از اعمال ورق‌های بیرونی کاملاً خشک شود. در خم‌ها و در تغییر جهت سطح، توصیه می‌شود که ورق برای دستیابی به جفت‌شدن کامل، عاری از درز یا چین و چروک بریده شود (در روش جایگزین، می‌توان از نوار مطابق با توضیح زیربند ۳۰-۵-۶، استفاده کرد). در مواردی که عایق فلنج‌ها، شیرها و موارد دیگر در فاصله‌ای از آن‌ها متوقف می‌شود، به‌ویژه در مورد عایق‌های سرد؛ توصیه می‌شود که ورق تا انتها آورده شود و در صورت اجازه‌دادن دمای سرویس، روی سطح فلز درزگیری شود.

۳۰-۵-۲ در مواردی که از ورق‌های پی‌وی‌سی صلب (PVC) استفاده می‌شود، به‌طور معمول برای آسانی جفت‌سازی روی مقاطع لوله از قبل حلقه می‌شوند؛ و توصیه می‌شود که ضخامت ورق کمتر از ۰/۳۵ mm نباشد. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال طولی و پیرامونی، ۵۰ mm هم‌پوشانی داشته باشند و توصیه می‌شود که هم‌پوشانی‌های طولی، در فاصله ۱۵۰ mm مراکز با پرچ‌های پلاستیکی محکم شوند. در روش جایگزین، برای کارهای سرد یا در مواردی که پرداخت بهداشتی لازم است، توصیه می‌شود که محل‌های اتصال با یک حلال فرمول‌شده ویژه به‌صورت پیوسته چسبانده شوند؛ و آن‌ها ممکن است با نوار PVC تطبیق‌دهنده پرداخت شوند. در مواردی که کار گرم انجام می‌شود، توصیه می‌شود که ورق‌های پلاستیکی در معرض دماهای بیش‌ازحد، در حالی که تجهیز در حال استفاده است، قرار نگیرند.

یادآوری - خم‌ها و سراهی‌ها را می‌توان با اتصالات هدفمند، که معمولاً بخشی یکپارچه از سامانه روکش‌کاری هستند، پرداخت کرد.

۳۰-۵-۳ ورق GRP پخت‌شده با پرتو فرابنفش، به‌محض نصب محصولی انعطاف‌پذیر است و در حضور نور UV سخت می‌شود. این محصول نیازی به استفاده از چسب ندارد، ولی توصیه می‌شود که روی زیربندی عاری از گرد و غبار نصب شود.

یادآوری - فویل آلومینیمی، زیربندی مناسب است.

۳۰-۵-۴ پلی‌اتیلن کلروسولفون‌ه‌م‌پوشانی محصولی انعطاف‌پذیر است که به دور مواد عایق پیچانده می‌شود و توصیه می‌شود که با استفاده از چسب تماسی و درزگیر اضافی هم‌پوشانی داشته باشد.

۳۰-۵-۵ در مواردی که ممکن است عایق به صورت دوره‌ای حذف شود (مانند عایق فلنچ‌ها و آدم‌روها)، توصیه می‌شود که عایق به‌طور مستقل نصب شود. توصیه می‌شود که عایق دائمی، به‌طور موثر روی لوله یا تجهیز درزگیری شود.

۳۰-۵-۶ نوار فویل آلومینیمی^۱ ممکن است در خطوط لوله، به‌ویژه خطوط لوله با قطر کم، استفاده شود؛ به شرطی که فاصله کافی بین لوله و سایر تجهیزات وجود داشته باشد، تا امکان عملیات لفاف‌پیچی وجود داشته شود. توصیه می‌شود که نوار به‌صورت مارپیچی روی عایق پیچانده شود و حداقل ۵۰٪ بین دورپیچ‌های متوالی هم‌پوشانی داشته باشد. در انتهاهای عایق، توصیه می‌شود که نوار دو بار پیچانده و تسمه‌پیچی شود؛ تا از بازشدن لفاف جلوگیری شود. در لوله‌های عمودی و شیب‌دار، توصیه می‌شود که لفاف‌پیچی از کف شروع شود؛ تا از نفوذ رطوبت جاری به سمت پایین سطح جلوگیری شود.

۳۰-۶ منسوجات نساجی

یادآوری - این مصالح متداول نیستند.

۳۰-۶-۱ پارچه برزنتی و تسمه‌های سبک‌وزن

این مصالح شامل مقاطع لوله محصورشده با پارچه برزنتی نخی، تقریباً 100 g/m^2 ، است؛ که توصیه می‌شود که به‌وسیله چسب الصاق شوند. توصیه می‌شود که عایق در فاصله‌ای که بیشتر از ۴۵۰ mm از مراکز نیست و همچنین بیشتر از ۵۰ mm از انتهای مقطع لوله نیست، در اتصال تسمه‌های فلزی بیشتر محکم شود. اگر قرار است سطح عمل‌آوری شود، توصیه می‌شود که یک لایه آستری و سپس دو لایه پوش‌رنگ یا آمیزه پوششی عایق استفاده شود. در روش جایگزین، می‌توان از پوشش چسب/عایق امولسیون پلیمری استفاده کرد؛ که توصیه می‌شود که در یک عملیات، به پارچه برزنتی چسبیده و پوشش‌کاری شود.

۳۰-۶-۲ لفاف پیچ‌های منسوج سنگین

این مصالح شامل یک لایه پارچه برزنتی پنبه‌ای سنگین، تقریباً 270 g/m^2 یا سنگین‌تر است، یا در مواردی که پرداخت احتراق‌ناپذیر یا ضدپوسیدگی لازم است، توصیه می‌شود که یک لایه پارچه شیشه روی مقاطع سیم‌پیچی شده در محل، اعمال شود.

یادآوری - حین تولید مصالح عایق پیش‌شکل‌داده‌شده، محکم‌سازی پوشش منسوجی سنگین با چسب مرسوم نیست. این نوع منسوج حین نصب در محل اجرا اعمال می‌شود و معمولاً با دوخت محکم می‌شود.

این مصالح سطح نهایی بادوام‌تری نسبت به آنچه در زیربند ۳۰-۶-۱ توضیح داده شده است، فراهم می‌کند؛ و تسمه‌های محکم‌سازی اضافی لازم نیست.

^۱ در استاندارد BS 5970:2001، به این مورد به‌عنوان نوار پلاستیکی ارجاع شده است.

۳۱ پرداخت‌های مقاوم به آب و هوا

یادآوری - برای عملکرد درمقابل آتش سامانه‌های عایق به صورت نصب شده به زیربند ۷-۹ مراجعه شود.

۱-۳۱ فلز ورقی

۱-۳۱-۱ توصیه‌های ارائه شده در زیربند ۳۰-۱ در مورد پرداخت‌های فلزی ورقی برای تاسیسات فضای باز نیز اعمال می‌شود؛ ولی توصیه می‌شود که اقدامات حفاظتی برای جلوگیری از خوردگی الکترولیتی انجام شود. توصیه می‌شود که از ورود آب جلوگیری شود و توصیه می‌شود که خود فلز مناسب شرایط سرویس و محیط باشد. توصیه می‌شود که محل‌های اتصال روی هم افتاده ساده طوری آرایش یابند که منجر به ریزش آب شوند؛ و در محدوده هم پوشانی محل اتصال، به طور موثر درزگیری شوند. توصیه می‌شود که درزگیری با پرکردن درزهای روی هم افتاده با ماستیک پلیمری (که ممکن است به صورت نوار انعطاف پذیر، نوار اکستروژده یا نوار آغشته شده بین ورق‌های هر محل اتصال باشد) انجام شود. نوار را می‌توان با ژله نفتی، قیر نرم یا مواد مشابه مقاوم به آب آغشته کرد. توصیه می‌شود که محل اتصال، از یکی از انواع نشان داده شده در شکل ۳۵ انتخاب شود. توصیه می‌شود که پرچ‌ها یا پیچ‌های کور، بیش از ۱۰۰ mm از یکدیگر فاصله داشته نباشند.

یادآوری - از درزهای ایستاده ممکن است برای جلوگیری از نفوذ آب در محل‌های اتصال در نواحی انحنادار بزرگ یا تخت استفاده شود. درز ممکن است به وسیله باریکه نوار پوششی U شکل یا محل اتصال قفل شده درزگیری شود.

۱-۳۱-۲ هم پوشانی عادی ورق‌های پروفیل دار با یک درزگیر، مانند زیربند ۳۱-۱-۱، ممکن است برای جلوگیری از نفوذ آب کافی باشد؛ ولی توصیه می‌شود که ترتیبی اتخاذ شود (برای مثال، به وسیله تسمه پیچی) که سطوح لبه‌های روی هم افتاده در تماس نزدیک و بدون نفوذ به ورق‌ها باشند.

۱-۳۱-۳ از آنجایی که روکش فلزی می‌تواند در معرض تغییرات گسترده دمای جو قرار گیرد، توصیه می‌شود که تمهیداتی برای حرکت گرمایی ایجاد شود و توصیه می‌شود که اتصال‌های فلزی «سراسری» با زیربند عایق شده محدود شود (به زیربند ۲۹-۱-۳ و شکل‌های ۶ و ۸ مراجعه شود).

یادآوری - اگرچه ورق گالوانیزه گرم می‌تواند برای مدت زمانی قابل ملاحظه مقاوم به شرایط آب و هوایی باشد، بسته به محیط و طول عمر مورد نیاز سامانه عایق، ممکن است پس از سرویس بلندمدت، پوش رنگ کاری یا سایر عملیات حفاظتی روی سطح بیرونی نمایان لازم باشد. فولاد پوشش شده با پلاستیک یا پودر، آلیاژ آلومینیم روی و فولاد آلیاژی معمولاً نیازی به عمل‌آوری سطح اضافی ندارند.

۱-۳۱-۴ ورق آلومینیمی می‌تواند پس از یک دوره قرارگیری در معرض شرایط آب و هوایی در فضای باز، نواحی سفید نامنظمی از فیلم اکسیدی ایجاد کند. برای جلوگیری از این امر، توصیه می‌شود که از موادی استفاده شود که تحت عمل‌آوری شیمیایی یا الکترولیتی قرار گرفته‌اند؛ برای مثال، عمل‌آوری سطحی آندی کردن. توصیه می‌شود که آلومینیم به اندازه کافی از تماس مستقیم با فلزات نامشابه، به وسیله یک سدگر رطوبت یکپارچه در پشت نوار مقاوم به آب و هوا یا نوار لاستیکی، جداسازی شود.

۳۱-۱-۵ در مواردی که قرار گرفتن در معرض باد شدید محتمل است، توصیه می‌شود که روکش به‌وسیله تسمه‌پیچی که تمام هم‌پوشانی‌ها به‌صورت مکانیکی محکم شده باشند، حفظ شود. توصیه می‌شود که تکیه‌گاه طوری طراحی شود که با نیروهای مکشی تطبیق یابد.

۳۱-۲ مصالح ورقی مصنوعی

توصیه می‌شود که مصالح ورقی مصنوعی مطابق با زیربند ۱۲-۴-۳ استفاده شوند.

۳۱-۳ ورق غیرفلزی

یادآوری ۱- این محصولات تحت عنوان کلی سامانه‌های پلیمری قرار می‌گیرند و معمولا شامل نئوپرن، GRP پخت‌شونده با UV، آکرلیک‌ها و ورق‌های PVC می‌شوند.

توصیه می‌شود که در صورت انتخاب سامانه‌های اختصاصی، مطابق با دستورالعمل تولیدکننده نصب شوند.

توصیه می‌شود که لبه‌های روی هم‌افتاده طوری آرایش یابند که منجر به سرریز آب شوند و توصیه می‌شود که با چسب، نوار پوششی، لبه درزگیری و موارد دیگر درزگیری شوند. توصیه می‌شود که تمام محل‌های اتصال هم‌پوشانی داشته باشند یا نواری پوششی، معمولا بین ۵۰ mm تا ۷۵ mm، اعمال شود.

یادآوری ۲- به‌منظور جلوگیری از شکم‌دادگی، برخی از مصالح ورقی ممکن است حمایت مکانیکی بیشتری لازم داشته باشند.

یادآوری ۳- ملاحظات عمومی در زیربند ۳۰-۳ کاربرد دارد.

۳۱-۴ سیمان خودگیرش

۳۱-۴-۱ سیمان خودگیرش می‌تواند بدون حفاظت بیشتر در معرض شرایط آب‌وهوایی در فضای باز قرار گیرد؛ اما از آنجایی که در برابر آب نفوذناپذیر نیست و انعطاف‌پذیری کمی دارد، توصیه می‌شود که با پوشش حفاظت شود.

۳۱-۴-۲ تخلخل سیمان خودگیرش را می‌توان با اعمال پوشش‌های سطحی کاهش داد؛ با این حال، توصیه می‌شود که سیمان قبل از اعمال پوشش‌های مقاوم به آب و هوا کاملا خشک شود، تا از هرگونه احتمال تاول زدن پوشش‌ها جلوگیری شود.

۳۱-۴-۳ لایه‌ای پیوسته از سیمان ممکن است در نواحی وسیع اعمال شود، مگر این‌که حرکت‌های تفاضلی بالا مورد انتظار باشد. توصیه می‌شود که پوشش‌های روی سفت‌کننده‌های پیش‌آمده، برای گرفتن حرکت انبساطی استفاده شوند؛ و برای دماهای تفاضلی بیشتر، شیارکاری سیمان هنگامی که در شرایط تازه است، ممکن است ضروری باشد. توصیه می‌شود که تسمه‌های منسوج، با پوشش مقاوم به

آب عمل‌آوری شوند تا شیارهای لوله‌کشی مقاوم به آب و هوا شود؛ ولی برای سطوح تخت ممکن است برای جلوگیری از نفوذ آب به داخل شیارهای انبساطی، پوشش کلی مقاوم به آب و هوا اعمال شود.

۳۱-۵ ترکیبات مقاوم به آب و هوا

۳۱-۵-۱ ملاحظات عمومی

اعمال ترکیبات مقاوم به آب و هوا به سطح پایه‌ای که ترکیب روی آن اعمال می‌شود، به شرح زیر، بستگی دارد:

الف- اعمال مستقیم روی مصالح عایق کاری؛

ب- اعمال روی پرداخت از نوع ترکیب با گیرش سخت؛ یا

پ- اعمال روی پرداخت از نوع سیمان خودگیرش.

یادآوری ۱- برای هر نوع اعمال، پوشش مقاوم به آب و هوا می‌تواند برپایه حلال یا برپایه آب باشد. مواد برپایه آب تا زمانی که کاملاً خشک شوند، مستعد شستشو با باران هستند. در دوره‌های مداوم رطوبت بالا و/یا دمای پایین می‌توان زمان خشک شدن بلنمدت را انتظار داشت.

برگه‌های داده‌های بیشتر تولیدکنندگان فقط زمان‌های خشک شدن را برای شرایط استاندارد دما و رطوبت ذکر می‌کنند؛ بنابراین اگر شرایط خارج از این محدوده باشد، توصیه می‌شود که با تولیدکننده مشورت شود. برای عایق کاری گرم با پرداخت‌های برپایه آب، ممکن است لازم شود اعمال پرداخت تا هنگام دسترسی به گرما به تاخیر بیفتد؛ و بسته به محتوای آب عایق و شرایط محیطی، توصیه می‌شود که از گرما برای خشک کردن عایق و پرداخت استفاده شود. نصب سرپناه موقت برای حفاظت از سطوح حین اعمال و خشک کردن می‌تواند لازم باشد؛ و توصیه می‌شود که جریان هوا حین این دوره زمانی محدود نشود.

یادآوری ۲- مواد برپایه حلال، اگرچه حساسیتی کمتر به آب‌وهوای نامساعد بلافاصله پس از اعمال دارند، اما به سرعت لایه ای نسبتاً نفوذناپذیر تشکیل می‌دهند؛ و می‌توانند آب را در زیریند عایق حبس کنند. این امر هنگام راه‌اندازی تاسیسات گرم یا هنگام قرارگیری تاسیسات در معرض گرمایش خورشیدی، می‌تواند منجر به تاول زدن پرداخت شود.

توصیه می‌شود که برای جلوگیری از تاول زدن، از پوشش‌های با پراکنش آبی استفاده شود؛ زیرا اجازه عبور بخار رطوبت را می‌دهند، اما مقاوم به آب و هوا هستند. با این حال، توصیه می‌شود که عایق هم در انبار و هم حین اعمال، خشک نگه داشته شود.

یادآوری ۳- از تقویت‌کننده‌های منسوجی می‌توان برای پرداخت‌ها استفاده کرد؛ و برای جلوگیری از ترک خوردن، کار خوب در محل‌های اتصال عایق، که در صورت لزوم همراه با درزگیر است، ضروری است.

یادآوری ۴- در پوشش‌های برپایه آب و برپایه حلال، به دلیل از دست دادن حلال یا آب، ضخامت فیلم مرطوب اعمال شده بیشتر از ضخامت خشک نهایی است. بسته به الاستیسیته و استحکام کششی ترکیب انتخابی، می‌توان انتظار

داشت که ترک خوردن شدید عایق یا سیمان پرداخت کاری، به دلیل ارتعاش بیش از حد یا تامین ناکافی محل های اتصال انبساطی، به لایه مقاوم به آب و هوا منتقل شود. تقویت با منسوج شیشه یا سایر غشاها می تواند با توجه به شدت سرویس، وقوع ترک را حذف کرده یا کاهش دهد.

یادآوری ۵- در مواردی که رنگ سطح سیاه یا تیره است، ممکن است در نور مستقیم خورشید، دماهای بالاتر سطح رخ دهد.

۲-۵-۳۱ اعمال مستقیم روی ماده عایق کاری

این روش ممکن است برای عایق روی لوله ها یا مجراهای با قطر نسبتاً کوچک یا روی سطوح تخت با مساحت کوچک استفاده شود.

در صورت اعمال پوشش های برپایه آب و برپایه حلال روی سطح بیرونی پشم های معدنی (شیشه یا سنگ) پیوند خورده با رزین یا مصالح پیش شکل داده شده، که شکل و سطح بیرونی نسبتاً صلب یکنواختی دارند؛ توصیه می شود که آن ها با حداقل دو لایه بررسی از پوشش انعطاف پذیر مقاوم به آب و هوا، با تعبیه پارچه شیشه با بافت باز یا حصیر ضد پوسیدگی در سطح لایه اول، پوشش دهی شوند.

۳-۵-۳۱ اعمال روی پرداخت از نوع ترکیب با گیرش سخت

از آنجایی که سطح ترکیب با گیرش سخت می تواند گرد و غبار داشته باشد، توصیه می شود که قبل از اعمال پوشش مقاوم به آب و هوا، یک آستری نازک روی سطح بیرونی اعمال شود. توصیه می شود که آستری، سازگار با ترکیب با گیرش سخت و پوشش مقاوم به آب و هوا باشد.

۴-۵-۳۱ اعمال روی پرداخت از نوع سیمان خودگیرش

از آنجایی که سطح خشک سیمان خودگیرش نسبتاً عاری از گرد و غبار است، ترکیبات مقاوم به آب و هوا معمولاً به طور مستقیم به سطح می چسبند؛ و توصیه می شود که سطح با دو لایه بررسی از ترکیبی مقاوم به آب و هوا یا در صورت امکان افشانه در محل پوشش شود. اگر حرکت گرمایی قابل توجهی انتظار می رود، که می تواند باعث ترک خوردن سیمان شود، توصیه می شود که یک تقویت کننده لیفی شیشه با شبکه باز در سطح مرطوب ترکیب مقاوم به آب و هوا تعبیه شود.

۳۲ عمل آوری نهایی با پرداخت از نوع پوش رنگ کاری

در مواردی که از پوش رنگ ها استفاده می شود، توصیه می شود که آن ها برای سرویس و محیط مناسب باشند؛ و توصیه می شود که روش اعمال آن ها در آغاز مراحل طراحی با تولیدکنندگان پوش رنگ مورد بحث قرار گیرد. توصیه می شود که برای سطوح در دماهای بالا، از پوش رنگ های مقاوم به گرما استفاده شود. توصیه می شود که تمام پوش رنگ ها دقیقاً مطابق با دستورالعمل تولیدکننده اعمال شوند.

۳۳ بازرسی و آزمون مصالح سامانه عایق شده قبل و حین نصب

مسئولیت مشترکی بین کارفرما، پیمانکار و پیمانکاران فرعی برای ترتیب دادن بازرسی تمامی سرویس ها و تجهیزات ساختمانی وجود دارد؛ که توصیه می شود شامل بررسی عایق ها، روکش ها و مواد جانبی و رویه های اعمال خاص قبل و حین پیشرفت کار عایق باشد. توصیه می شود که خریدار/کاربر نهایی یا نهاد بازرسی منتخب خریدار/کاربر نهایی، در تمام زمان های معقول به بخش هایی از محل هایی که کار را برای قرارداد خاص انجام می دهند، دسترسی آزاد داشته باشد. توصیه می شود که خریدار/کاربر نهایی این اجازه را داشته باشد که نمونه هایی از موادی که قرار است اعمال شوند را انتخاب کند؛ هرگونه مواد یا کاری که منطبق بر مشخصات مربوط نیست را رد کند، و آزمون های پذیرش را مطابق با مشخصات انجام دهد.

توصیه می شود که تایید خریدار/کاربر نهایی، نهاد بازرسی تعیین شده توسط خریدار/کاربر نهایی یا چشم پوشی از بازرسی، مسئولیت های مربوط به طراحی و در صورت لزوم، مواد یا طرز کار را از پیمانکار سلب نکند. توصیه می شود که پیمانکار همکاری کند و امکان انجام این بازرسی را فراهم کند. توصیه می شود که مواد پرداخت، از نظر کیفیت و ضخامت، قبل یا حین اعمال، بسته به نوع خاص پرداخت مورد استفاده، بررسی شوند.

توصیه می شود که پس از اتمام هر مرحله از کار و قبل از شروع مرحله بعدی، بازرسی انجام شود. توصیه می شود که پیمانکار به خریدار/کاربر نهایی یا نهاد بازرسی منتخب خریدار اطلاع معقول در مورد اتمام مرحله بدهد؛ تا از اختلال جلوگیری و تداوم کار حفظ شود.

توصیه می شود که سازمان پیمانکار در محل به گونه ای باشد که نظارت منظم و نظام مند بر کار توسط کارکنان مجرب و شایسته وجود داشته باشد.

توصیه می شود که تا زمان پذیرش نهایی نصب توسط خریدار/کاربر نهایی، پیمانکار هرگونه خسارت وارد به عایق را جبران کرده و هزینه های انجام شده را بپردازد؛ مگر این که خسارت به وسیله اشخاص ثالث یا منبع بیرونی باشد، طوری که نصب در شرایط تعیین شده تحویل داده شود. توصیه می شود که مسئولیت حفاظت سامانه عایق ناقص در مقابل آب و هوا قبل از شروع هر کاری توافق شود. علاوه بر این، توصیه می شود که انبارش مطابق با بند ۱۷ باشد.

در مواردی که خریدار/کاربر نهایی از پیمانکار می خواهد تا برخی از عناصر (مانند شیرها و فلنج ها) را بدون عایق رها کند تا زمانی که آزمایش سامانه کامل شود؛ توصیه می شود که روش درزگیری موقت لبه های نمایان عایق را مشخص کند، تا از ورود تصادفی آب یا سایر مایعات یا آلاینده ها جلوگیری شود.

در صورت لزوم، مقطعی قابل جدا شدن از عایق و پرداخت را می توان برای بازرسی سطوح عایق شده نصب کرد. با این حال، توصیه می شود که نیاز به این مورد، همراه با خطر ورود آب یا بخار آب به

لبه‌های این مقطع قابل جداسدن و خطر خوردگی ناشی از آن در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود که این امر، قبل از شروع هر کاری توسط خریدار/کاربر نهایی مشخص شود.

بخش ۵: بازرسی و نگهداشت بعد از نصب

۳۴ نگهداشت

۱-۳۴ کلیات

توصیه می‌شود که قبل از تکمیل، « خریدار/کاربر نهایی » رویه‌ها و الزامات مربوط به بازرسی و نگهداشت دوره‌ای معمول سامانه عایق کامل را بررسی کند.

یادآوری ۱- این امر برای اطمینان از حفظ عملکرد اولیه مصالح و اطمینان از برپایی روش‌های تعمیر و جایگزینی در صورت بروز آسیب یا حین سرویس یا تعمیر اساسی است.

شناسایی زودهنگام خرابی سامانه و اقدام سریع تعمیر، برای به حداقل رساندن خطر و اثر خوردگی زیر عایق ضروری است.

توصیه می‌شود که بازرسی سطح بیرونی سامانه عایق و روکش یا پوشش، شامل علایم ترک خوردن، پارگی، اعوجاج، آسیب دیدگی، بازشدگی درزها، خرابی درزگیر، از بین رفتن پیچ‌ها یا پارگی پرچ‌ها، خوردگی، شواهد نقاط داغ در تاسیسات با دمای بالا یا میعان/تجمع یخ در تاسیسات با دمای پایین باشد. در مواردی که بازرسی سطح بیرونی هرگونه نشانه‌ای از عیوب فهرست شده را نشان می‌دهد، توصیه می‌شود که پرداخت بیرونی برداشته شود؛ تا امکان بازرسی از عایق و/یا ملحقات تثبیت کننده و تقویت کننده‌ها فراهم شود؛ در این صورت، حذف تصادفی انتخابی روکش‌های بیرونی را می‌توان مشخص کرد. در صورت کشف نقص، توصیه می‌شود که ترمیم عایق، ملحقات تثبیت کننده، تقویت کننده‌ها و روکش‌ها، در صورت لزوم، بدون تاخیر انجام شود؛ تا از خراب شدن بیشتر سامانه عایق جلوگیری شود.

در مواردی که از فنون آزمون غیرمخرب (NDT) استفاده می‌شود، توصیه می‌شود که آزمون‌ها و تفسیر نتایج آن‌ها فقط توسط کارکنان آموزش دیده مناسب انجام شوند.

یادآوری ۲- برای کمک به بازرسی معمول عایق حین سرویس، می‌توان از روش‌های NDT (مانند تصویربرداری گرمایی یا رادیوگرافی آنی) استفاده کرد.

توصیه می‌شود که خریدار/کاربر نهایی اطمینان حاصل کند که هنگامی که تعمیرات یا اصلاحاتی در تاسیسات انجام می‌شود، فقط از عوامل واجد شرایط برای برچیدن عایق‌های موجود و همچنین برای فرایند عایق کاری مجدد استفاده می‌شود.

یادآوری ۳- قبل از شروع هر کاری، توصیه می‌شود که ارزیابی خطر تکمیل شود؛ که می‌تواند خریدار/کاربر نهایی را به ارجاع به MSDS (برگ داده‌های ایمنی مواد) یا مدارک و مقررات مراجع ذی‌صلاح که معمولاً در OMM^۱ (راهنمای بهره‌برداری و نگهداشت) قرار دارد، سوق دهد.

۲-۳۴ بازرسی، نگهداشت و درزگیری عایق حاوی آزبست

۱-۲-۳۴ بازرسی و نگهداشت

یادآوری ۱- به مقررات مراجع ذی‌صلاح قانونی در مورد کنترل و ممنوعیت به کارگیری آزبست برای مدیریت مصالح حاوی آزبست توجه شود. مقررات کنترل آزبست ایجاب می‌کند که تمام عایق‌ها و پوشش‌های عایق حاوی آزبست به‌طور منظم بازرسی و نگهداشت شوند.

هشدار- اگر نصب حاوی آزبست آسیب ببیند، می‌تواند نگرانی جدی و فوری برای سلامتی ایجاد کند.

توصیه می‌شود که در مورد آزبست، مشاوره تخصصی کسب شود. توصیه می‌شود که تمام عایق‌های حاوی آزبست بازرسی و نگهداشت شوند، تا اطمینان حاصل شود که وضعیت سطح سالم، بدون آسیب و عاری از الیاف سست است. در مواردی که خطر سایش یا آسیب فیزیکی قابل پیش‌بینی وجود دارد، توصیه می‌شود که اقدامات پیشگیرانه انجام شود. انتخاب روش حفاظت به مکان و شرایط بستگی دارد.

یادآوری ۲- هنگامی که دسترسی به نواحی حاوی عایق آزبست لازم است، برای جلوگیری از آسیب عایق به‌وسیله تاسیسات، تجهیز یا کارگران، ممکن است حفاظت مکانیکی برای سامانه عایق ضروری باشد.

یادآوری ۳- مالک/مدیر محل اجرای عایق موظف است پیمانکار را از وجود هرگونه مصالح حاوی آزبست که ممکن است حین کار با آنها مواجه شود، آگاه کند.

۲-۲-۳۴ کپسوله کردن^۲ یا درزگیری

یادآوری- به مقررات مراجع ذی‌صلاح قانونی در مورد کنترل و ممنوعیت به کارگیری آزبست و استانداردهای مرتبط توجه شود.

هشدار- اگر نصب حاوی آزبست آسیب ببیند، می‌تواند نگرانی جدی و فوری برای سلامتی ایجاد کند.

در مواردی که آسیب یا سایش در عایق گرمایی رخ داده است یا در مواردی که سطح با الیاف آزبست سست چسبیده به آن تبدیل به سطحی شکننده شده است، توصیه می‌شود که یکی از روش‌های درمانی زیر اتخاذ شود:

الف- پوشاندن با پوش‌رنگ یا محلول درزگیر به‌وسیله برس یا افشانه یا اعمال افشانه‌ای؛

ب- پوشاندن با منسوج پنبه‌ای بافته یا منسوج شیشه، و رنگ؛

^۱ - Operation and maintenance manual

^۲ - Encapsulating

پ- پوشاندن با لایه‌ای از ترکیب با گیرش سخت یا سیمان خودگیرش، که در صورت لزوم پوشش کاری شده است؛

ت- پوشاندن با پارچه شیشه ساده یا پوشش شده؛

ث- پوشاندن با ورق پلاستیکی یا کپسول کردن در ترکیب خمیری؛

ج- پوشاندن با ورق فلزی یا فویل فلزی؛ یا

چ- پوشاندن با روکش غیرفلزی مانند پلاستیک تقویت شده با شیشه (GRP) پخت شده با UV.

توصیه می‌شود که هم‌پوشانی‌های مصالح ورقی درزگیری شود. توصیه می‌شود که روش درزگیری یا کپسول کردن با توجه به مکان، محیط و درجه حفاظت مکانیکی لازم انتخاب شود. توصیه می‌شود که عمل‌آوری سطحی، به‌ویژه اعمال پوش‌رنگ‌ها یا درزگیرها، به‌گونه‌ای باشد که مقاومت به گسترش سطحی شعله و مشخصه‌های واکنش به آتش کاهش نیابد.

۳-۳۴ زدودن عایق قدیمی حاوی آزبست

یادآوری- به مقررات مراجع ذیصلاح قانونی در مورد کنترل و ممنوعیت به کارگیری آزبست و استانداردهای مرتبط برای حذف مواد عایق حاوی آزبست توجه شود. این مقررات ایجاب می‌کند که تمام عایق‌ها و پوشش‌های عایق حاوی آزبست به‌طور منظم بازرسی و نگهداشت شوند.

هشدار- اگر نصب حاوی آزبست آسیب ببیند، می‌تواند نگرانی جدی و فوری برای سلامتی ایجاد کند.

برای راهنمای عملی در مورد بسیاری از جنبه‌های حذف آزبست، توصیه می‌شود که به یادداشت‌های راهنمای صادرشده به‌وسیله HSE، که به‌طور دوره‌ای تجدیدنظر و به‌هنگام می‌شوند، ارجاع شود (به زیربند ۷-۱۲ نیز مراجعه شود).

۳۵ ضمانت‌ها

توصیه می‌شود که هرگونه عیب ناشی از مصالح یا طرز کار معیوب حین دوره ضمانت باید توسط پیمانکار اصلاح شود و هزینه‌ای متوجه خریدار/کاربر نهایی نشود.

یادآوری- دعوت‌ها برای مناقصه معمولاً شامل بندی است که پیمانکار را ملزم می‌کند که مواد، طرز کار و در صورت الزام توسط خریدار/کاربر نهایی، ضمانت‌های عملکرد را برای دوره‌ای معین تضمین کند.

توصیه می‌شود که سند استعلام خریدار/کاربر نهایی، هرگونه قصد برای حفظ درصدی توافق‌شده از ارزش کل کار را برای دوره‌ای توافق‌شده پس از اتمام کار بیان کند.

پیوست الف (آگاهی دهنده)

چسب‌ها

الف-۱ خواص سرویس

الف-۱-۱ مشخصه‌های اعمال

خواص مهمی که در انتخاب چسب اثر می‌گذارد، به شرح زیر است:

الف- روش اعمال، یعنی مناسب بودن برای برس کاری، افشانه کاری و موارد دیگر؛

ب- سطح پوشش حاصل^۱؛

پ- ظهور اولیه استحکام چسب («استحکام چنگ‌زنی^۲ یا خام^۳»؛ و

ت- درجه جذب به وسیله مصالح عایق متخلخل؛

سایر خواصی که ممکن است بر استفاده از عایق اثر گذارد، به شرح زیر است:

۱- نقطه اشتعال^۴؛

۲- سمیت؛

۳- گستره دما و رطوبت (برای اعمال)؛

۴- ارتعاش؛

۵- گرانیروی؛

۶- جهت‌گیری تجهیزات؛

۷- وزن عایقی که قرار است چسبیده شود؛

۸- گستره زمان‌های پیوند خوردن؛

۹- زمان پخت؛

۱۰- شرایط انبارش و زمان ماندگاری؛

۱۱- سازگاری با عایق و تجهیزات، برای مثال به منظور جلوگیری از عوامل نهانی خوردگی (مانند وجود

کلریدها در فولاد زنگ‌نزن، ماهیت هر حلال) یا مقاومت به مواد شیمیایی؛

^۱- Coverage

^۲- Grab

^۳- Green

^۴- Flashpoint

ضخامت فیلم مرطوب اعمال شده و تخلخل سطوح تماس، عوامل تعیین کننده اصلی در تعیین تکنیک اعمال هستند.

یادآوری ۲- ضخامت فیلم مرطوب، هنگامی که به محتوای جامد چسب مربوط می شود، نسبت حلالی را نشان می دهد که باید از دست برود. افزایش ضخامت به طور کلی زمان خشک شدن را به طور نامتناسبی افزایش می دهد؛ برای مثال، چسباندن دو ماده نسبتاً نفوذناپذیر و اعمال ضخامت دو برابر توصیه شده می تواند دوره پخت را از ساعت ها به روزها افزایش دهد یا حتی از هرگونه امکان پخت شدن چسب جلوگیری کند.

برای دو سطح تماس غیر متخلخل، چسب هایی خاص را می توان روی هر دو سطح اعمال کرد؛ و توده حلال، برای دوره زمانی که حداکثر آن به وسیله بازه زمانی پیونددهی تعیین می شود، می تواند قبل از پایان فرایند باقی بماند تا تبخیر شود. مهارت خوب اپراتور و رعایت دقیق دستورالعمل تولیدکننده احتمالاً موفقیت را تضمین می کند.

الف-۲-۲ چسب های بر پایه آب

چسب های بر پایه آب معمولاً فقط در مواردی استفاده می شوند که یکی از سطوح تماس متخلخل باشد. چسب را می توان روی یک سطح اعمال کرد و فوراً یا پس از یک «زمان باز» کوتاه که حین آن چسب «چنگ زنی» ایجاد می کند، پیوند ایجاد می شود.

برای دو سطح تماس غیر متخلخل، چسب هایی خاص را می توان روی هر دو سطح اعمال کرد؛ و آب، برای دوره زمانی که حداکثر آن به وسیله بازه زمانی پیونددهی تعیین می شود، می تواند قبل از پایان فرایند باقی می ماند تا تبخیر شود. مهارت خوب اپراتور و رعایت دقیق دستورالعمل تولیدکننده احتمالاً موفقیت را تضمین می کند.

برخی از «چسب های بر پایه آب پرکننده درز» با محتوای جامد بالا یا شدیداً پر شده با حلال ممکن است برای چسباندن عایق های نسبتاً نفوذناپذیر به مجموعه مونتاژی استفاده شوند که تا زمان کامل شدن پخت چسب، به وسیله تکیه گاه یا شمع حمایت می شود. این تکنیک متکی بر از دست دادن حلال از طریق لبه ها و محل های اتصال، همراه با اتلاف آهسته از طریق عایق است. مهارت خوب اپراتور و رعایت دقیق دستورالعمل تولیدکننده احتمالاً موفقیت را تضمین می کند.

الف-۲-۳ چسب های پخت شونده شیمیایی

این چسب ها عموماً توسط فرایند ایجاد اتصال عرضی فعال شده شیمیایی شبکه ای می شوند و به طور فزاینده ای برای عایق کاری استفاده می شوند. آن ها معمولاً مواد دو جزئی بر پایه اپوکسی ها یا پلی یورتان ها و اصلاح شده آن ها با سایر پلیمرها هستند. استفاده از آن ها به طور کلی برای چسباندن شدید مصالح نفوذناپذیر است. برخی از انواع آن ها می توانند دارای نسبت کمی از حلال فرار برای آسان سازی اعمال باشند، اما حضور مقدار کم حلال اثری اندک بر زمان پخت دارد. آن ها اغلب به صورت درزگیر/چسب ترکیبی در دسترس هستند. برخی از نسخه های پلی یورتان به ویژه برای کار در دمای پایین مفید هستند

الف-۲-۴ چسب‌های ۱۰۰٪ جامد

در مواردی که هیچ حاملی اعم از حلال یا آب وجود ندارد، چسب را می‌توان به‌عنوان چسب ۱۰۰٪ جامد طبقه‌بندی کرد. مثال‌های معمول شامل چسب‌های ذوبی، اپوکسی‌ها، سیلیکون‌های با مشخصات بالا و چسب‌های پلیمری اصلاح‌شده با سیلان می‌شود. برخی از این مواد به‌صورت چسب‌های یک و دو جزئی موجود هستند. در مواردی که الزام به اختلاط وجود دارد، به نسبت‌ها و دستورالعمل اختلاط توصیه‌شده تولیدکننده مراجعه شود.

الف-۳ انواع و خواص معمول**الف-۳-۱ کلیات**

مواد مورد اشاره، همراه با چکیده خواص، در زیربندهای الف-۳-۲ تا الف-۳-۱۲ فهرستی جامع نیستند؛ و خصوصیات فقط برای راهنمایی است. اطلاعات دقیق‌تر را می‌توان از تولیدکننده، با توجه ویژه به برگ مشخصات ایمنی و سلامت تامین‌کننده به‌دست آورد.

تمام چسب‌های فهرست‌شده برپایه رزین‌های طبیعی یا مصنوعی، لاستیک‌ها یا سایر پلیمرها هستند؛ که به روش‌های مختلف به‌شکل چسب فرموله می‌شوند. سایر اجزای تشکیل‌دهنده مانند پرکننده‌ها، نرم‌کننده‌ها، ضداکسیدشونده‌ها، عوامل افزایش چسبندگی و موارد دیگر ممکن است برای دستیابی به خواص و مشخصه‌های کاری موردنیاز اضافه شوند. کیفیت و خواص بین چسب‌هایی که از نظر اسمی دارای نوع مشابه هستند، می‌تواند به‌طوری گسترده متفاوت باشد؛ و در نتیجه هنگام انتخاب چسب، لازم است خواص الزامی اعمال و سرویس مشخص شود.

الف-۳-۲ قیرهای نفتی

قیرهای نفتی مواد ترموپلاستیک ارزان با منشا معدنی هستند؛ که عموماً رنگ تیره و الاستیسیته و استحکام کمی دارند. در دمای سرویس، بسته به ترکیب مورد استفاده، می‌توانند تُرد یا نرم باشند. آن‌ها به انواع مختلفی از سطوح، از جمله بتن، شیشه، فلز و نمد می‌چسبند و می‌توانند در کاربردهایی که با تنش‌های کم مواجه می‌شوند، استفاده شوند. تقویت با لیف معدنی یا با شبکه فلزی، استحکام بهتری می‌دهد. آن‌ها مقاومتی خوب به آب و مواد قلیایی دارند؛ اما روغن‌ها و بسیاری از حلال‌ها می‌توانند باعث نرم‌شدن آن‌ها شوند. افزودن لاستیک انعطاف‌پذیری و استحکام پیونددهی آن‌ها را بهبود می‌دهد.

هشدار- قیرهای نفتی اشتعال‌پذیر هستند، سمیت حاد کمی دارند و می‌توانند بو داشته باشند. قیرهای نفتی به‌دلیل محتوای هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای می‌توانند برای پوست مضر باشند.

محصولات تجاری را می‌توان به‌صورت امولسیون‌های آبی یا به‌صورت «برش‌خورده»^۱ همراه با حلال‌های آلی عرضه کرد.

الف-۳-۳ رزین‌های اپوکسی

این مواد، چسب‌های دوجزئی هستند که می‌توانند برای پخت در دمای محیط فرموله شوند. استحکام پیونددهی بالا قابل دستیابی است، اما آن‌ها دارای «عمر مفید اعمال»^۱ محدود، انعطاف‌پذیری کم و استحکام ضربه ضعیف هستند. انعطاف‌پذیری ممکن است به وسیله اصلاح با پلی‌آمیدها یا پلی‌سولفیدها بهبود یابد، اما حتی این ترکیبات اصلاح‌شده در دماهای زیر حدود 25°C - تُرد هستند. استحکام‌های پیونددهی تا دمای 100°C برای تمام مقاصد عادی رضایت‌بخش است.

رزین‌های اپوکسی مقاومتی بسیار خوب به روغن‌ها و رشد کپک دارند و در مقابل آب، قلیاها و حلال‌ها مقاومتی خوب دارند. مزایای اصلی آن‌ها جمع‌شدگی حجمی کم، عدم تولید مواد فرار حین پخت و این‌که فقط به فشار تماسی نیاز دارند، می‌باشد. آن‌ها خواص عایق‌کاری الکتریکی خوبی دارند و می‌توانند در کاربردهای پرکردن درز مفید باشند. رزین‌های اپوکسی خود غیر سمی و اشتعال‌ناپذیر هستند، اما می‌توانند باعث آماس پوست شوند. حلال‌های موجود در چسب رزینی می‌تواند سمی باشد و استنشاق افشانه می‌تواند مضر باشد.

الف-۳-۴ لاستیک طبیعی

چسب‌های برپایه لاستیک طبیعی در گستره‌ای وسیع از رنگ‌ها بسته به موجودی لاستیک و پرکننده مورد استفاده، در دسترس هستند. آن‌ها می‌توانند حلال‌های اشتعال‌پذیر یا اشتعال‌ناپذیر داشته باشند. چسب‌های برپایه لاتکس لاستیکی نیز موجود و نسبتاً غیر سمی هستند؛ و آن‌ها می‌توانند به‌عنوان چسب یک جزئی در دمای اتاق پخت شوند. چسب‌های برپایه حلال ممکن است با یک جزء دوم ولکانیزه یا پخت شوند. پیوندهای ولکانیزه‌نشده در دمای 50°C بیشتر استحکام خود را از دست می‌دهند، اما پیوندهای ولکانیزه‌شده معمولاً تا دمای 100°C رضایت‌بخش هستند. پیوندهای هر دو نوع در دمای حدود 35°C - تُرد می‌شوند. لاستیک طبیعی مقاومت خوبی به آب و رشد کپک دارد، اما مقاومت آن به روغن‌ها و حلال‌های آلی ضعیف است.

الف-۳-۵ نئوپرن-فنلیک

این چسب‌ها را می‌توان به‌عنوان پراکنش‌های ولکانیزه‌نشده برای ایجاد پیوندهای خوب تا دمای 100°C (یا 140°C به‌طور متناوب) استفاده کرد؛ و مخلوط‌های دوجزئی می‌توانند مقاومت بیشتری به گرما داشته باشند. پیوندها در دمای حدود 55°C - تُرد می‌شوند؛ اما مقاومت به آب، رشد کپک و برخی روغن‌ها و حلال‌ها عالی است. این چسب‌ها می‌توانند حاوی حلال اشتعال‌پذیر یا اشتعال‌ناپذیر با سمیت متفاوت باشند؛ و برخی از گونه‌ها می‌توانند الزامات گسترش شعله رده ۱ در استاندارد BS 476-7 را برآورده کنند.

الف-۳-۶ نیتریل-فنلیک

خواص چسب‌های نیتریل-فنلیک شبیه به نوع نئوپرن-فنولیک است، اما چسب‌های پخت‌شده مقاومتی بالاتر به گرما دارند. پیوندها در دمای حدود 40°C - تُرد می‌شوند؛ اما مقاومت به آب، روغن و رشد کپک عالی است.

الف-۳-۷ پلیمرهای امولسیون‌ی - مانند PVA/VaVeova

گستره وسیعی از امولسیون‌های برپایه آب، شامل کوپلیمرها و ترپلیمرهای حاوی اتیلن وینیل استات (EVA)، وینیل کلرید (VC) و آکرلیک، در دسترس است. آن‌ها گستره‌ای مفید از چسب‌ها را تشکیل می‌دهند.

الف-۳-۸ چسب‌های برپایه استایرن-بوتادین (SBR)

SBRها دسته‌ای مهم از چسب‌ها هستند. آن‌ها می‌توانند حاوی حلال اشتعال‌پذیر یا اشتعال‌ناپذیر باشند، و معمولاً در صورت خشک‌شدن احتراق‌پذیر هستند؛ اگرچه مقاومت به گسترش شعله را می‌توان بهبود داد. مقاومت آن‌ها به گرما مشابه با چسب‌های برپایه لاستیک طبیعی است.

الف-۳-۹ فن آوری پلیمر اصلاح‌شده با سیلان

این مواد شامل گستره‌ای وسیع از چسب‌ها با مشخصه‌های متنوع عملکرد بالا است. انواعی که بیشتر برای چسباندن مواد عایق استفاده می‌شوند، دارای ترکیبی عالی از استحکام و انعطاف‌پذیری، حتی در دماهای پایین هستند. این مواد اغلب برای استفاده دوگانه به صورت درزگیر/چسب محل اتصال توصیه می‌شوند و برای دستیابی به خواص سدگری بخار، می‌توان آن‌ها را آمیزه کرد. زمان‌های پخت به‌طور کلی کم است، زیرا آن‌ها بدون حامل (حلال یا آب) هستند؛ و می‌توان از آن‌ها در طیف وسیعی از کاربردهای عایق استفاده کرد.

الف-۳-۱۰ پلی‌یورتان‌ها

پلی‌یورتان‌ها شامل گستره وسیعی از چسب‌ها با مشخصه‌های متفاوت می‌شوند. انواعی که بیشتر برای چسباندن مواد عایق استفاده می‌شود، چسب‌های دوجزئی هستند که با واکنش شیمیایی پخت می‌شوند. آن‌ها محتوای جامد بالایی دارند (بیش از ۹۵٪) و ترکیبی عالی از استحکام و انعطاف‌پذیری را حتی در دماهای نسبتاً پایین نشان می‌دهند. گستره اصلی دمای سرویس آن‌ها 40°C - تا 100°C است، و معمولاً در حالت مرطوب اشتعال‌پذیر هستند. این مواد اغلب برای استفاده دوگانه به صورت درزگیر/چسب محل اتصال توصیه می‌شوند و برای دستیابی به خواص سدگری بخار، می‌توان آن‌ها را آمیزه کرد.

الف-۳-۱۱ سیلیکون‌ها

سیلیکون‌های دمابالا چسب‌هایی موثر برای شیشه سلولی در دماهای بالا هستند.

الف-۳-۱۲ قیر نفتی-پلی یورتان ها

این مواد، چسب قیر-پلی ال دو جزئی هستند که با واکنش شیمیایی پخت می شوند. آن ها به ویژه برای موادی با ضرایب انبساط گرمایی مختلف، شامل گستره وسیعی از زیرایندها مانند فولاد، آلومینیم و بتن، پیوند انعطاف پذیر ایجاد می کنند. آن ها همچنین به عنوان ترکیبی پوششی در مقابل رطوبت استفاده می شوند. آن ها می توانند تنش های مکانیکی و گرمایی را در گستره دمای سرویس $^{\circ}\text{C}$ ۵۵- تا $^{\circ}\text{C}$ ۱۲۰ با شیشه سلولی، بسته به کاربرد و زیرایندها جذب کنند.

پیوست ب (آگاهی دهنده)

فشار بخار آب و ارتباط با سدگرهای بخار آب

مقدار بخار آب قابل نگهداری در هوا به دمای هوا بستگی دارد؛ که با کاهش دمای هوا کاهش می‌یابد. هنگامی که دما به نقطه شبنم کاهش می‌یابد، بخار آب میعان می‌یابد؛ زیرا هوا دیگر قادر به حفظ همان مقدار آب در فاز بخار نیست.

مقدار بخار آب قابل نگهداری در هوا به فشار اتمسفری هوا نیز بستگی دارد. هوای تحت فشار اتمسفری پایین‌تر نسبت به هوای تحت فشار اتمسفری بالاتر توانایی کمتری برای حفظ بخار آب دارد؛ و در نتیجه با کاهش فشار اتمسفری دمای نقطه شبنم افزایش می‌یابد. این موضوع ممکن است به منظور محاسبه الزامات عایق برای کاربردها در ارتفاعات بالا مهم باشد.

بخار آب، گازی است که به‌طور طبیعی از مناطق با غلظت بالا به مناطق با غلظت کم نفوذ می‌یابد. این نفوذ، یک گرادیان فشار جزئی بخار آب در هوا ایجاد می‌کند.

از آنجایی که فشار جزئی بخار آب هوا با رطوبت واقعی هوا مرتبط است و هوای سردتر رطوبت واقعی بسیار کمتری نسبت به هوای گرم‌تر دارد، گرادیان فشار اغلب بخار آب را مجبور به حرکت به سمت سطوح می‌کند.

مثال:

برای هوا در دمای 20°C (حباب خشک) و رطوبت نسبی 52.6% ، بخار آب تقریباً همان فشاری (1230 N/m^2) را اعمال می‌کند، که اگر هوا در دمای 10°C و رطوبت نسبی 100% (یعنی اشباع) باشد؛ و نقطه شبنم در هر مورد 10°C و رطوبت واقعی تقریباً 0.00767 kg/kg هوای خشک است.

فشار بخار آب جزئی هوا نزدیک به سطح فلز سرد در دمای 17°C - برابر با 125 N/m^2 است.

اختلاف فشار بخار آب جزئی را می‌توان به صورت $1105\text{ N/m}^2 = 125 - 1230$ محاسبه کرد.

یادآوری ۱- در این مثال، فشار بارومتری 1013 mbar فرض می‌شود.

اگر در این مثال، عایق روی سطح فلز سرد اعمال شود، فشار بخار آب جزئی 1105 N/m^2 روی سطح عایق اعمال می‌شود. بدون مقاومت کافی به نفوذ بخار آب، این فشار جزئی بخار آب، بخار آب را وارد ساختار عایق می‌کند؛ که در آنجا میعان می‌یابد و اگر دمای تاسیسات کمتر از 0°C (صفر) باشد، ممکن است یخ بزند.

ضریب هدایت گرمایی آب حدود 20 برابر ماده عایق کاری خشک معمول با کیفیت خوب است؛ و این ضریب برای یخ مرطوب می‌تواند تا $3/5$ برابر آب باشد. این موضوع بدان معنی است که میعان داخلی و تشکیل یخ به‌طوری قابل ملاحظه اثربخشی ماده عایق گرمایی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، افزایش حجم رطوبت هنگام انجماد می‌تواند ساختار فیزیکی ماده عایق گرمایی را تضعیف کند.

سطح حفاظت لازم در مقابل نفوذ بخار آب، به فشار جزئی بخار آب بستگی دارد. ممکن است از مواد عایق و فویل‌های پوشاننده با نفوذپذیری کم بخار آب (معروف به سدگرهای بخار آب) استفاده شود.

یادآوری ۲- با افزایش فشار جزئی بخار آب، بخار آب می‌تواند از موادی با نفوذپذیری کمتر عبور کند. بنابراین برای عایق مورد استفاده در سطوح سردتر، سدگرهای بخار آب با نفوذپذیری کمتری لازم است.

مواد عایق که عمدتاً از سلول‌های بسته تشکیل شده‌اند، مقاومت بالایی به عبور بخار آب دارند. این سطح از مقاومت احتمالاً برای جلوگیری از مهاجرت بخار آب از میان عایق در امتداد گرادیان فشار جزئی بخار آب کافی است؛ با این حال، اگر دلیلی برای شک کردن به این موضوع وجود دارد، معقول است که مناسب بودن آن برای استفاده، با تولیدکننده بررسی شود.

عایق‌های سلول باز و مواد متخلخل نامتراکم به راحتی در مقابل بخار آب نفوذپذیر هستند؛ و برای جلوگیری از ورود بخار آب، یک سدگر بخار آب از بیرون باید اعمال شود.

مواد عایق که عمدتاً از سلول‌های بسته تشکیل شده‌اند، مقاومتی بیشتر به عبور بخار آب دارند؛ اما عایق‌های سلول باز و مواد متخلخل نامتراکم به راحتی در مقابل بخار آب نفوذپذیر هستند.

یادآوری ۳- حتی با موادی که مقاومت خوبی به انتقال بخار آب دارند، حرکت تفاضلی تاسیسات و عایق می‌تواند باعث باز شدن محل‌های اتصال عایق شود؛ و رطوبت به سمت سطح زیرین نفوذ کند. ترکیبات درزگیر محل اتصال نیز می‌توانند بخار آب را به طور کامل دفع نکنند؛ که در این صورت آب یا یخ موجود می‌تواند مسیرهای هدایت قوی از سطح تاسیسات به هوای محیط ایجاد کند.

پیوست پ
(آگاهی دهنده)

ضریب مقاومت به نفوذ بخار آب (مقدار μ)

علاوه بر واحدهای مربوط به نفوذ بخار که در جدول ۷ ارائه شده‌اند، سایر معیارهای مرتبط متداول وجود دارد؛ که اطلاعاتی مشابه، هر چند مستقیماً قابل مقایسه نباشد، را ارائه می‌دهند.

ضریب مقاومت به نفوذ بخار آب که به آن مقدار μ گفته می‌شود، به صورت نسبت «ضریب نفوذ بخار آب خود ماده» به «ضریب نفوذ بخار آب هوا» تعریف می‌شود. به این ترتیب، مقدار μ یک مشخصه بدون بعد است که با افزایش مقاومت به نفوذپذیری بخار آب بزرگتر می‌شود.

بر خلاف مقادیر نفوذ بخار آب، که مخصوص ضخامت ماده یا فیلم تحت آزمون است، مقدار μ یک ویژگی ذاتی ماده و مستقل از ضخامت ماده است. بنابراین افزایش ضخامت ماده باعث افزایش مقاومت کلی آن به نفوذ بخار آب می‌شود، اما مقدار μ اظهار شده ثابت می‌ماند.

مقدار μ برای ماده‌ای معین به وسیله به دست آوردن تجربی «نفوذپذیری بخار آب» و تقسیم آن بر «نفوذپذیری بخار آب با همان ضخامت از هوا»، تعیین می‌شود.

با ضرب کردن مقدار μ در ضخامت ماده (یعنی، $S_d = \mu \times d$)، ضخامتی از هوای ساکن حاصل می‌شود، که مقاومتی معادل به نفوذ بخار آب تأمین می‌کند.

مثال:

فیلمی با مقدار μ برابر با ۱۰۰۰ و ضخامت ۱ mm دارای مقاومت کل بخار آبی است که معادل فیلمی با مقدار μ برابر با ۱۰۰۰۰ و ضخامت ۰٫۱ mm است. در هر دو مورد، مقاومت کل بخار آب معادل مقاومتی است که توسط ۱ m هوای ساکن ایجاد می‌شود:

$$1000 \times 0.1001 = 1 \text{ m}$$

$$10000 \times 0.01001 = 1 \text{ m}$$

برای جزئیات بیشتر به جدول پ-۱ مراجعه شود.

جدول پ-۱- نسبت مقاومت به نفوذ بخار آب (مقدار μ)

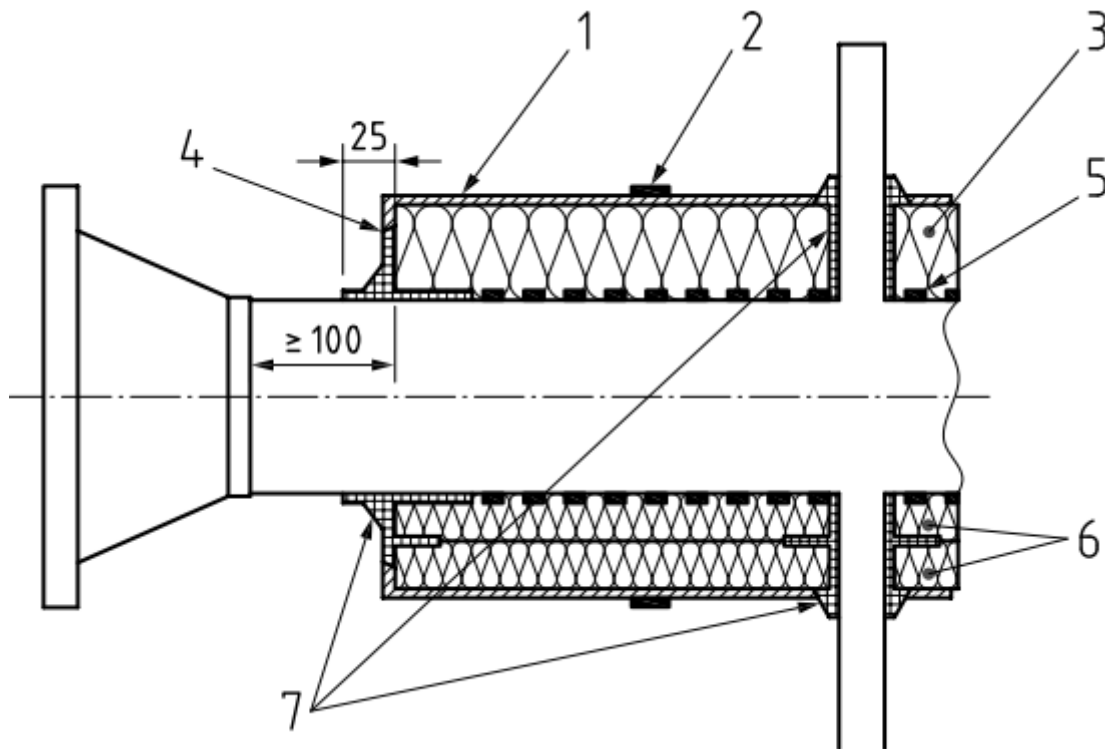
مقدار μ	ضخامت mm	ضخامت لایه هوای معادل (S_d) M
۱۰۰۰۰	۵	۵
۱۰۰۰۰	۱۰	۱۰
۱۰۰۰۰	۲۰	۲۰

پیوست ت
(آگاهی دهنده)

مثالهایی از روشهای پایان یابی

شکل های ت-۱ و ت-۲ مثالهایی از روشهای پایان یابی برای لوله کشی گرم و لوله کشی سرد با استفاده از عایق صلب را نشان می دهند.

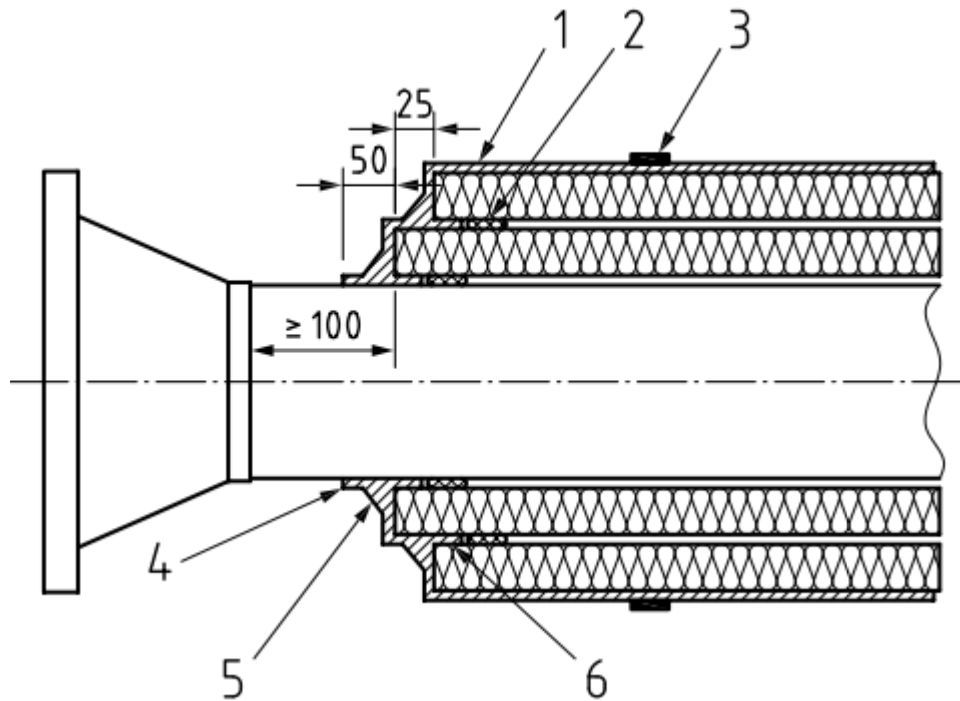
ابعاد بر حسب میلی متر



راهنما

- | | |
|---|--|
| 1 پوشش پلیمری کارخانه ای | 5 پوشش تقویت شده کارخانه ای برای کاربردهای تک لایه با دمای بالا |
| 2 تسمه فولادی زنگ نزن (در صورت قید شدن) | 6 سامانه دو لایه برای دماهای بسیار بالا (با پوشش تقویت شده کارخانه ای در صورت قید شدن) |
| 3 عایق | 7 لبه پشت بند و پوشش انتهایی درزگیر سیلیکونی دما بالا (اعمال میدانی) |
| 4 پوشش پلیمری میدانی | |

شکل ت-۱- روش پایان یابی، لوله کشی گرم با استفاده از عایق صلب



راهنما:

- | | |
|---|---|
| 1 | بازدارنده پلیمری بخار (اعمال کارخانه‌ای) |
| 2 | لبه ماستیکی بوتیل (تقریباً Ø8 mm) |
| 3 | تسمه فولادی زنگ‌نزن |
| 4 | پلیمر اعمال شده میدانی روی عایق و لوله نمایان برای ایجاد درزگیر انعطاف پذیر |
| 5 | لبه پلیمری پشت‌بند (اعمال میدانی) |
| 6 | لبه پلیمری اعمال شده میدانی (تقریباً Ø8 mm) |
- الف محل‌های اتصال طولی مقاطع داخلی و بیرونی درزگیری شده با پوشش غیرفلزی در انتهای پایان‌یابی مقطع و همراه با لبه ماستیکی بوتیل برای ایجاد سامانه بخاربند

شکل ت-۲- روش پایان‌یابی، لوله‌کشی سرد دو لایه با استفاده از عایق صلب الف

پیوست ث

(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد

در این استاندارد، با هدف بهره‌گیری بیشتر از مدارک استاندارد و شرایط بومی کشور، تا حد امکان، تغییرات کلی در رابطه با الزامات صنعت نفت کشور از استانداردهای IPS معرفی شده در پیش‌گفتار و سایر مدارک معتبر ارائه شده در متن این استاندارد، در منبع شماره ۱ پیش‌گفتار ایجاد شده است. این تغییرات شامل موارد زیر است:

ث-۱ بخش‌های اضافه شده

- بند ۱: با توجه به وجود استانداردهای کاربردی دیگری در سایر صنایع و به منظور پرهیز از تداخل کاربردی با این استاندارد، هدف و دامنه این استاندارد برای صنعت نفت در نظر گرفته شده است، و این کاربردی تعیین شده در این بند اضافه شده است.

- بند ۳-۴: الزامات فنی تکمیلی برای تعیین ضخامت نسبت به ملاحظات اقتصادی در پاراگراف انتهایی یادداشت این بند اضافه شده است.

- جدول ۲: استانداردهای ASTM مرتبط به مواد عایق‌کاری معمول کاربردی در صنعت نفت در این جدول اضافه شده است.

- جدول ۳: با توجه به احتمال کاربردی برخی از این مواد برای دماهای زیر محیط، زیرنویس پ ذیل جدول اضافه شده است.

- جدول ۶: با توجه به احتمال کاربردی برخی از این مواد، یادآوری ۴ ذیل جدول اضافه شده است.

زیربند ۳-۲۶: با توجه به وجود استانداردهای ارزیابی آماده‌سازی سطح به‌منظور اعمال پوشش، برحسب کاربرد، این زیربند اضافه شده است.

- کتاب‌نامه: با توجه به اضافه شدن استانداردهای ASTM در جدول ۲ این موارد به کتاب‌نامه اضافه شده‌اند.

ث-۲ بخش‌های حذف شده

- بند ۱- با توجه به کاربرد اصلاح شده این استاندارد برای صنعت نفت کشور، به دلیل عدم موضوعیت، عبارت «aircraft» از پاراگراف سوم این بند حذف شده است.

- زیربند ۴-۱۵: با توجه عدم کاربرد در کشور یادآوری ذیل زیربند حذف شده است.

- بند ۱۸: با توجه عدم کاربرد در کشور یادآوری ۲ حذف شده است.

- بند ۱۹: باتوجه عدم کاربرد در کشور یادآوری حذف شده است.

- زیربند ۲۷-۱-۵: به منظور رفع ابهام و اشتباه واحد ذکر شده برای قطر شاخک‌های سنجاق‌ها/آویزها یا گل‌میخ‌ها، عبارت «یا قطر 3 mm^2 » حذف شده است.

ث- ۳ بخش‌های جایگزین شده

- عنوان استاندارد: با توجه به مفاد و تغییرات داده شده در متن و بومی سازی این استاندارد برای صنعت نفت کشور عنوان استاندارد تغییر یافته است.

- زیربند ۱۳-۴-۹: با توجه به وجود استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۷۲، یادآوری این بند جایگزین شده است.

زیربند ۱۳-۴-۱۰: بر اساس الزامات خاص کشور یادآوری ۲ جایگزین شده است.

- شکل ۱۴: به دلیل اشتباه درج شکل در کاربری ارائه شده در استاندارد منبع، به منظور اصلاح، شکل‌های الف و ب در شکل ۱۴ جایجا شده‌اند.

- متن استاندارد: به منظور بومی‌سازی در دامنه کاربری عنوان شده در این استاندارد بر اساس الزامات کشور و منابع معرفی شده، توصیه‌های منبع در بندهای مختلفی از متن الزام شده‌است.

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۷۲، طبقه‌بندی احتیاط‌های ایمنی و بهداشتی در ارتباط با مواد عایق حرارتی و لوازم جانبی
- [2] ISO 8501 (all parts), Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness
- یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۰۴۵۳، آماده سازی سطوح پایه فولادها قبل از اعمال رنگ و سایر محصولات مشابه -ارزیابی چشمی تمیزی سطح، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 8501 تدوین شده است.
- [3] ISO 8502 (all parts), Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Tests for the assessment of surface cleanliness
- یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۰۴۵۴، آماده سازی زیر آیندهای فولادی قبل از اعمال پوشش رنگ و محصولات وابسته برای ارزیابی تمیزی سطح، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 8502 تدوین شده است.
- [4] ISO 8503 (all parts), Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates
- [5] BS 476-6:1989+A1:2009, Fire tests on building materials and structures – Part 6: Method of test for fire propagation for products
- [6] BS 476-7:1997, Fire tests on building materials and structures – Part 7: Method of test to determine the classification of the surface spread of flame of products
- [7] BS 2972, Methods of test for inorganic thermal insulating materials
- [8] EN 1856-1, Chimneys – Requirements for metal chimneys – Part 1: System chimney products
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۳۸۸: سال ۱۳۹۲، دودکش‌ها- الزامات دودکش‌های فلزی- قسمت ۱- محصولات سامانه دودکش، با استفاده از استاندارد EN 1856-1:2009 تدوین شده است.
- [9] EN 13403, Ventilation for buildings – Non-metallic ducts – Ductwork made from insulation ductboards
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۴۱: سال ۱۳۸۹، کانال غیرفلزی (پلیمری) انتقال هوا در ساختمان‌ها- ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 13403:2003 تدوین شده است.
- [10] EN 13599, Copper and copper alloys – Copper plate, sheet and strip for electrical purposes
- [11] EN 14064 (all parts), Thermal insulation products for buildings – In-situ formed loose-fill mineral wool (MW) products
- یادآوری- مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۵۷، مصالح ساختمانی- فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد EN 14064 تدوین شده است.
- [12] EN 14706, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Determination of maximum service temperature

- [13] PD 6484:1979, Commentary on corrosion at bimetallic contacts and its alleviation
- [14] ASTM C195, Standard Specification for Mineral Fiber Thermal Insulating Cement
- [15] ASTM C196, Standard Specification for Expanded or Exfoliated Vermiculite Thermal Insulating Cement
- [16] ASTM C516, Standard Specification for Vermiculite Loose Fill Thermal Insulation
- [17] ASTM C549, Standard Specification for Perlite Loose Fill Insulation
- [18] ASTM C553, Standard Specification for Mineral Fiber Blanket Thermal Insulation for Commercial and Industrial Applications
- [19] ASTM C610, Standard Specification for Molded Expanded Perlite Block and Pipe Thermal Insulation
- [20] ASTM C892, Standard Specification for High-Temperature Fiber Blanket Thermal Insulation
- [21] ASTM C1676, Standard Specification for Microporous Thermal Insulation
- [22] ASTM C1728, Standard Specification for Flexible Aerogel Insulation
- [23] NACE SP1098, Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials - A Systems Approach