جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل ارزیابی، طراحی، نظارت و اجرای پوشش‌های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی

ضابطه شماره ۸۳۰

آخرین ویرایش: ۱۳-۰۹-۹۹

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

bhrc.ac.ir

۱۴۰۰

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

باسمه تعالی

بخشنامه به دستگاه های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره : ۱۴۰۰/۴۴۱۵۹۶
	تاریخ : ۱۴۰۰/۰۹/۰۸

موضوع: دستورالعمل ارزیابی، طراحی، نظارت و اجرای پوشش‌های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی

در چارچوب ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور موضوع نظام فنی و اجرایی یکپارچه، ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، به پیوست ضابطه شماره ۸۳۰ امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران با عنوان « دستورالعمل ارزیابی، طراحی، نظارت و اجرای پوشش‌های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی » از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود. رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ الزامی است.

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

سید مسعود میرکاظمی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

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

۱- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

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

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

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

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

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه – مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Email: nezamfanni@mporg.ir **web: nezamfanni.ir**

باسمه تعالی

پیش‌گفتار

محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش سوزی از ابعاد ایمنی جانی، مالی و منافع ملی از ضروری‌ترین نیازها و الزامات در طرح و اجرای ساختمان‌ها است. دانش فنی و فناوری‌های ایمنی در برابر آتش در دنیا به سرعت در حال رشد است. این موضوع فقط به ساختمان‌های متعارف محدود نمی‌شود و زمینه‌های متعدد دیگر در کشور مانند سیستم‌های حمل و نقل و سازه‌های خاص همگی نیازمند تحقیقات و فناوری‌های ایمنی در برابر آتش هستند. علاوه بر آن با توجه به نیازهای متعدد در صنعت ساختمان کشور و رویکرد به سمت اهدافی نظیر سبک‌سازی، مقاوم‌سازی، عایق‌کاری حرارتی و کاربرد مواد پلیمری و کامپوزیت‌ها در ساختمان که باعث افزایش خطرپذیری حریق شده، از مراکز تحقیقاتی انتظار می‌رود راه‌حل‌های کاربردی برای ایمنی این محصولات در برابر آتش ارائه نمایند. از جمله تهیه مقررات، استانداردها، دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های تخصصی برای تأمین سطح مناسب ایمنی در برابر آتش در ساختمان‌ها و ترویج فناوری‌های محافظت در برابر آتش، ضروری است.

یکی از مسائل روز و مهم در حوزه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش، کاربرد و کنترل کیفی پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش است. اگرچه به طور معمول انتظار نمی‌رود در حوادث حریق شاهد ریزش ساختمان به علت شکست سازه‌ای باشیم، با این وجود وقوع حادثه پلاسکو احتمال چنین رویدادهایی و اهمیت کاربرد پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی را بیش از پیش روشن نمود. کاربرد این مصالح مستلزم مسائل فنی متعددی است، از جمله تعیین جدول طراحی ضخامت تأیید شده برای محصول، خواص فیزیکی، مکانیکی، حرارتی و دوام، نیاز یا عدم نیاز به اتصالات مکانیکی، چگونگی سازگاری محصول با پوشش‌های ضد زنگ و مسائل مختلف دیگر را باید نام برد. این قبیل خواص پوشش‌ها و روش‌های اجرایی باید در مدارک گواهی‌نامه فنی درج شده و دستورالعمل‌های اجرایی لازم برای آنها مشخص باشد.

در ضابطه حاضر تحت عنوان «دستورالعمل ارزیابی، طراحی، نظارت و اجرای پوشش‌های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی» الزامات و روش‌های مورد نیاز برای موارد فوق ارائه شده است. روش‌های ارزیابی، انواع آزمون‌های لازم، معیارهای پذیرش یا طبقه‌بندی و سایر موارد مورد نیاز به خوبی در این دستورالعمل با دانش فنی روز ارائه شده است. لازم به ذکر است در این دستورالعمل، مباحث مربوط به محافظت در مقابل حریق سازه‌های فولادی در ساختمان‌های متعارف مورد توجه قرار گرفته است ولی برای کاربرد در سایر انواع سازه‌ها و ساختمان‌های خاص مانند پل‌ها، تونل‌ها، سازه‌های نفت و گاز و پتروشیمی، علاوه بر مطالب مطرح شده، نیاز به دستورالعمل‌های تکمیلی می‌باشد.

با توجه به مطالب فوق، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی وزارت راه و شهرسازی، تهیه «دستورالعمل ارزیابی، طراحی، نظارت و اجرای پوشش‌های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی» را در دستور کار قرار داد. این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، براساس نظام فنی اجرایی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران منتشر گردید.

این ضابطه در چهارچوب ملحقات ضابطه شماره ۱۱۲ با عنوان «دستورالعمل اجرایی محافظت ساختمانها در برابر آتش سوزی» تهیه شده است و رعایت ضابطه شماره ۱۱۲ پس از بازنگری و ابلاغ آتی، الزامی خواهد بود. همچنین به عنوان یکی از آیین‌نامه‌های پشتیبان مبحث سوم مقررات ملی ساختمان نیز در نظر گرفته شده و قطعاً کمک شایانی به اجرایی شدن مقررات در زمینه‌های مربوط خواهد نمود.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضابطه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع‌رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از این رو، همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

بدین‌وسیله معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی از تلاش‌ها و جدیت رییس محترم مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این ضابطه، تشکر و قدردانی می‌نماید.

حمیدرضا عدل
معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی
پاییز ۱۴۰۰

تهیه و کنترل «دستورالعمل ارزیابی، طراحی، نظارت و اجرای پوشش‌های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی» [ضابطه شماره ۸۳۰]

اعضای گروه تدوین‌کننده:

سعید بختیاری	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی شیمی
مسعود جمالی آشتیانی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک
ارسلان کلالی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران- سازه

اعضای کمیته تخصصی و بازخوانی:

سعید بختیاری	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی شیمی
مسعود جمالی آشتیانی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک
ارسلان کلالی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران- سازه
مهوین دلنواز	مهندس مشاور	فوق‌لیسانس معماری
علی مزروعی	دانشگاه آزاد اسلامی	دکترای مهندسی عمران- سازه
لیلا تقی‌اکبری	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	فوق‌لیسانس شیمی آلی
زهرا درودیانی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	لیسانس مهندسی عمران
الهام عسکری مقدم	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	لیسانس شیمی محض

اعضای کمیته تصویب (به ترتیب حروف الفبا):

سعید بختیاری	رئیس مبحث سوم مقررات ملی ساختمان	دکترای مهندسی شیمی
محمد بیات	کارشناس آتش نشانی	لیسانس زبان انگلیسی
امیرناصر بیگلری	دفتر الکترونیک شهرداری تهران	فوق‌لیسانس معماری
مسعود جمالی آشتیانی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک
محمدرضا حافظی	دانشگاه شهید بهشتی	دکترای معماری
صابر فتوره‌چیان	سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی تهران	فوق لیسانس معماری
مسعود قاسم‌زاده محله	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	فوق‌لیسانس معماری
محمود قدیری	سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی تهران	فوق‌لیسانس مهندسی برق
ارسلان کلالی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران- سازه

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فصل اول	**۱**
مقدمه	**۱**
۱-۱- نگاهی به روش‌های استاندارد آزمون مقاومت در برابر آتش برای ستون‌های فولادی	۴
۱-۲- محافظت در مقابل آتش برای ستون‌های فولادی	۶
۱-۳- دمای بحرانی ستون‌های فولادی	۹
۱-۴- هدف و دامنه دستورالعمل	۳۰
فصل دوم	۳۳
چارچوب کلی – ارزیابی محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش	**۳۳**
بخش اول: کلیات و دامنه کاربرد	۳۵
۲-۱- دامنه کاربرد	۳۵
۲-۲- دسته‌بندی کاربردها	۳۵
۲-۲-۱- دسته‌بندی کاربردهای مربوط به شرایط آب و هوایی	۳۵
۲-۲-۲- دسته‌بندی کاربرد مربوط به جزء ساختمانی مورد نظر برای محافظت	۳۶
۲-۳- تعاریف و اصطلاحات	۳۷
۲-۳-۱- پوشش واکنش‌زا	۳۷
۲-۳-۲- اندودکاری (پوشش مقاوم در برابر آتش پاششی)	۳۷
۲-۳-۳- تخته‌ها / پانل‌ها	۳۷
۲-۳-۴- صفحه	۳۷
۲-۳-۵- عایق‌های الیافی	۳۷
۲-۳-۶- تخته‌ها / پانل‌ها، عایق‌های الیافی و صفحات محافظ در برابر آتش	۳۸
بخش دوم: ارزیابی مناسب بودن برای کاربرد	۳۸
۲-۴- الزامات مورد نیاز برای کارها و ارتباط آن با مشخصه‌های محصولات	۳۹
۲-۴-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری	۴۱
۲-۴-۲- ایمنی در برابر آتش‌سوزی	۴۱
۲-۴-۳- بهداشت، سلامت و شرایط محیطی	۴۱
۲-۴-۴- ایمنی در حین بهره‌برداری	۴۲
۲-۴-۵- عایق‌بندی در برابر صدا	۴۳
۲-۴-۶- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما	۴۳
۲-۴-۷- جنبه‌های دوام و شناسایی	۴۴
۲-۵- روش‌های تصدیق	۴۵
۲-۵-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری	۴۵

۲-۵-۲- ایمنی در برابر آتش‌سوزی ۴۵
۲-۵-۳- بهداشت، سلامت و محیط زیست ۴۶
۲-۵-۴- ایمنی در حین بهره‌برداری ۴۷
۲-۵-۵- محافظت در برابر صدا ۴۷
۲-۵-۶- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما ۴۷
۲-۵-۷- جنبه‌های دوام ۴۸
۲-۶- ارزیابی و داوری در مورد مناسب بودن محصول برای کاربرد مورد نظر ۴۹
۲-۶-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری ۴۹
۲-۶-۲- ایمنی در آتش‌سوزی ۴۹
۲-۶-۳- بهداشت، سلامتی و محیط زیست ۴۹
۲-۶-۴- ایمنی در کاربرد ۵۰
۲-۶-۵- محافظت در برابر صدا ۵۰
۲-۶-۶- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما ۵۰
۲-۶-۷- جنبه‌های دوام و شناسایی ۵۱
۲-۷- فرضیات و توصیه‌هایی برای مناسب بودن کاربرد محصول ارزیابی شده ۵۲
۲-۷-۱- طراحی کارها ۵۲
۲-۷-۲- بسته‌بندی، حمل و انبار ۵۲
۲-۷-۳- اجرای کارها ۵۲
۲-۷-۴- نگه‌داری و تعمیر ۵۳
۲-۷-۵- اجزای کمکی ۵۳
۲-۸- ارزیابی انطباق ۵۳
فصل سوم **۵۷**
ارزیابی و صدور گواهی‌نامه فنی برای اندودها و پوشش‌های معدنی محافظت‌کننده در برابر آتش **۵۷**
۳-۱- دامنه کاربرد ۵۹
۳-۲- دسته‌بندی‌ها، انواع محصولات، مجموعه‌ها و سیستم‌ها ۵۹
۳-۲-۱- کلیات ۵۹
۳-۲-۲- طبقه‌بندی‌های کاربرد با توجه به شرایط محیطی ۵۹
۳-۲-۳- دسته‌بندی‌های کاربرد در ارتباط با اجزای مورد محافظت ۶۰
۳-۲-۴- فرضیات ۶۱
۳-۳- اصطلاحات ۶۱
۳-۳-۱- اصطلاحات و اختصارات معمول ۶۱
۳-۳-۲- اصطلاحات و اختصارات تخصصی ۶۱
۳-۴- الزامات ۶۴
۳-۴-۱- الزام اساسی ۱: مقاومت مکانیکی و پایداری ۶۴

۳-۴-۲- الزام اساسی ۲: ایمنی در آتش‌سوزی ۶۴
۳-۴-۳- الزام اساسی ۳: بهداشت، سلامتی و محیط زیست ۶۴
۳-۴-۴- الزام اساسی ۴: ایمنی در حین بهره‌برداری ۶۵
۳-۴-۵- الزام اساسی ۵: محافظت در برابر صوت ۶۵
۳-۴-۶- الزام اساسی ۶: صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما ۶۵
۳-۴-۷- جنبه‌های دوام، خدمت‌رسانی و شناسایی ۶۵
۳-۵- روش‌های خاص ارزیابی ۶۶
۳-۵-۱- کلیات ۶۶
۳-۵-۲- مقاومت مکانیکی و پایداری ۷۴
۳-۵-۳- ایمنی در برابر آتش‌سوزی ۷۴
۳-۵-۴- بهداشت، سلامت و محیط زیست ۷۵
۳-۵-۵- ایمنی در کاربرد ۷۵
۳-۵-۶- محافظت در برابر صدا ۷۵
۳-۵-۷- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما ۷۵
۳-۵-۸- جنبه‌های مربوط به دوام، خدمت‌رسانی و شناسایی ۷۷
۳-۶- ارزیابی و داوری مناسب بودن محصولات یا مجموعه‌ها برای کاربرد مورد نظر ۸۸
۳-۶-۱- کلیات ۸۸
۳-۶-۲- مقاومت و پایداری مکانیکی ۸۸
۳-۶-۳- ایمنی در آتش‌سوزی ۸۸
۳-۶-۴- بهداشت، سلامتی و محیط زیست ۸۹
۳-۶-۵- ایمنی در کاربرد ۸۹
۳-۶-۶- محافظت در برابر صدا ۸۹
۳-۶-۷- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما ۸۹
۳-۶-۸- جنبه‌های مرتبط با دوام، خدمت‌رسانی و شناسایی ۸۹
۳-۷- فرضیات و توصیه‌هایی برای ارزیابی مناسب بودن استفاده از محصولات ۹۴
۳-۷-۱ - کلیات ۹۴
۳-۷-۲- طراحی کارها ۹۴
۳-۷-۳- بسته‌بندی، انتقال و انبار ۹۵
۳-۷-۴- اجرای کارها ۹۵
۳-۷-۵- تعمیر و نگه‌داری ۹۶
۳-۷-۶- اجزاء کمکی ۹۷
۳-۸- گواهی‌نامه فنی ۹۷
۳-۸-۱- وظایف مرجع صدور گواهی‌نامه فنی (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) ۹۷
۳-۸-۲- کنترل‌های کارخانه‌ای ۱۰۰

۳-۸-۳- تعمیر و نگه‌داری ۱۰۲
۳-۸-۴- آرم ۱۰۳
پیوست۳- الف- آزمون‌های واکنش در برابر آتش برای محصولات ساختمانی ـــ آرایش‌های نصب و اتصال برای اندودکاری‌ها ۱۰۴
پیوست ۳- ب- روش آزمون برای ارزیابی خوردگی سطوح زیرکار فولادی به علت اندودکاری ۱۰۶
پیوست ۳- پ- تعیین هدایت حرارتی اعلام شده و ضریب تبدیل به درصد رطوبت بالا (برای اندودکاری‌ها با پایه پشم معدنی) ۱۰۹
پیوست ۳- ت- آزمون دوام برای اندودکاری‌ها ۱۱۳
پیوست ۳- ث- تعیین مقاومت در برابر ضربه پانل‌ها و مجموعه‌های پانلی ۱۱۸
فصل چهارم ۱۳۳
تعیین مشارکت پوشش‌های معدنی پاششی در مقاومت اعضای فولادی سازه‌ای در برابر آتش– روش‌های آزمون ۱۳۳
۴-۱- مقدمه ۱۳۵
۴-۲- ضریب مقطع یک عضو فولادی ۱۳۵
۴-۳- جداول ضخامت پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی ۱۳۷
۴-۴- کنترل چگالی پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی ۱۴۲
۴-۵- کنترل ضخامت پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی ۱۴۴
فصل پنجم ۱۴۷
آیین‌کار اجرای پوشش‌های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش ۱۴۷
۵-۱- مقدمه ۱۴۹
۵-۲- ضوابط و مقررات مربوط به مقاومت چسبندگی ۱۴۹
۵-۳- آزمون‌های مربوط به تعیین مقاومت چسبندگی ۱۵۱
۵-۴- انواع نگهدارنده‌های مکانیکی ۱۵۴

فهرست اشکال، نمودارها

عنوان	شماره صفحه
شکل ۱-۱- یک تیر حفاظت شده در مقابل آتش به کمک SFRM	۳
شکل ۱-۲- منحنی استاندارد دما – زمان	۵
شکل ۱-۳- انواع محافظت تماسی و غشایی	۸
شکل ۱-۴- روش محاسبه Hp/A برای پروفیل‌های مختلف	۸
شکل ۱-۵- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST37 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق با آئین‌نامه EN 1993-1-2	۱۵
شکل ۱-۶- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST52 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق با آئین‌نامه EN 1993-1-2	۱۶
شکل ۱-۷- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST37 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق با آئین‌نامه AISC 360	۱۸
شکل ۱-۸- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST52 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق با آئین‌نامه AISC 360	۱۹
شکل ۱-۹- مقادیر ضریب اطمینان طراحی ستون	۲۰
شکل ۱-۱۰- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST37 مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 در دمای ۵۳۸°C	۲۵
شکل ۱-۱۱- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST52 مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 در دمای ۵۳۸°C	۲۵
شکل ۱-۱۲- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST37 مطابق آئین‌نامه AISC 360 در دمای ۵۳۸°C	۲۶
شکل ۱-۱۳- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST52 مطابق آئین‌نامه AISC 360 در دمای ۵۳۸°C	۲۶
شکل ۱-۱۴- دمای بحرانی ستون با فولاد ST37 برای لاغری‌ها و نسبت‌های مختلف بار فشاری وارده به مقاومت اولیه ستون مطابق با آئین‌نامه EN 1993-1-2	۲۸
شکل ۱-۱۵- دمای بحرانی ستون با فولاد ST37 برای لاغری‌ها و نسبت‌های مختلف بار فشاری وارده به مقاومت اولیه ستون مطابق با آئین‌نامه AISC 360	۲۹
شکل ۳-۱- الگوی آزمون خمش برای اتصالات پینی	۸۰
شکل ۳-۲- الگوی آزمون خمش برای اتصالات پینی	۸۱
شکل ۳-۳- نمونه‌گیری از مقاطع فولادی ذوزنقه‌ای	۸۶
شکل ۳- الف-۱- الگوی درز قائم برای آزمون یک سیستم اندودکاری	۱۰۵
شکل ۳- ث-۱- ضربه زننده جسم نرم	۱۲۰
شکل ۳- ث-۲- ضربه بر روی مجموعه قائم	۱۲۲
شکل ۳- ث-۳- برخورد قائم بر روی مجموعه افقی	۱۲۳
شکل ۳-ث-۴- مجموعه آزمایشگاهی برای آزمون ضربه جسم سخت	۱۲۶
شکل ۴-۱- نحوه تعیین ضریب مقطع برای ستون‌ها و تیرهای فولادی با مقطع I یا H شکل	۱۳۴
شکل ۴-۲- نحوه تعیین ضریب مقطع برای ستون‌ها با مقطع مستطیلی توخالی	۱۳۴
شکل ۴-۳- منحنی تغییرات زمان، ضخامت پوشش محافظت‌کننده و ضریب مقطع برای یک دمای طراحی مشخص	۱۳۵
شکل ۴-۴- آزمون حریق همزمان دو تیر فولادی محافظت شده در دو حالت با و بدون بار	۱۳۷
جدول ۴-۳- جدول ضخامت پوشش محافظ معدنی برای ۲ ساعت مقاومت در برابر آتش	۱۳۹
شکل ۴-۵- گراف‌های ضخامت پوشش محافظ معدنی برای ۲ ساعت مقاومت در برابر آتش	۱۳۹
شکل ۴-۶- الف) شابلون مورد استفاده برای نمونه‌برداری، ب) و ج) محل نمونه‌برداری پوشش محافظ حریق بر روی یک ستون و تیر اصلی و د) نمونه‌برداری‌های انجام شده از پوشش به منظور اندازه‌گیری چگالی	۱۴۱
شکل ۴-۷- الف) قرار دادن نمونه‌برداری‌های انجام شده از پوشش محافظ حریق پروژه در آون برای خشک شدن، ب) اندازه‌گیری وزن خشک هر قطعه بریده شده و ج) اندازه‌گیری حجم خشک هر قطعه بریده شده	۱۴۲

شکل ۴-۸- مراحل مختلف اندازه‌گیری ضخامت پوشش محافظ حریق اجرا شده بر روی یک ستون فولادی توخالی ۱۴۲

شکل ۴-۹- نقاط کنترل ضخامت پوشش محافظ حریق: الف) ستون فولادی با مقطع I شکل؛ ب) ستون فولادی با مقطع مستطیلی توخالی و ج) تیر فولادی با مقطع I شکل همراه با دال بتنی ۱۴۳

شکل ۵-۱- آزمون تعیین مقاومت چسبندگی مطابق استاندارد ASTM E 736 ۱۴۹

شکل ۵-۲- نحوه انجام آزمون تعیین مقاومت چسبندگی ۱۵۰

شکل ۵-۳- انتهای آزمون تعیین مقاومت چسبندگی ۱۵۰

شکل ۵-۴- روش تعیین مقاومت چسبندگی پوشش محافظ حریق بر اساس روش اروپایی: الف) جدا شدگی در فصل مشترک پوشش محافظ حریق و سطح زیرکار و ب) جداشدگی در خود پوشش محافظ حریق ۱۵۱

شکل ۵-۵- مقایسه وضعیت نمونه‌ها در انتهای آزمون مقاومت چسبندگی در دو حالت مختلف: الف) ضد زنگ الکیدی و ب) ضد زنگ اپوکسی ۱۵۲

شکل ۵-۶- مواردی از کاربرد مش فولادی درگیر کننده ۱۵۳

شکل ۵-۷- الف) تبعات منفی عدم کاربرد مش درگیرکننده در موارد لازم و ب) تبعات منفی اجرای نادرست مش درگیرکننده ۱۵۳

شکل ۵-۸- شرایط مختلف اجرای پوشش محافظ حریق یک تیر فولادی ۱۵۴

شکل ۵-۹- نحوه کنترل شکل‌پذیری پین‌های فولادی ۱۵۴

فهرست جداول

عنوان | شماره صفحه

جدول ۱-۱- ضرایب کاهش مشخصات مکانیکی فولاد در دماهای بالا مطابق با آئین‌نامه EN 1993-1-2 ۱۱
جدول ۱-۲- ضرایب کاهش مشخصات مکانیکی فولاد در دماهای بالا مطابق با آئین‌نامه AISC 360 ۱۲
جدول ۱-۳- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST37 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 ۱۴
جدول ۱-۴- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST52 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 ۱۵
جدول ۱-۵- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST37 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق آئین‌نامه AISC 360 ۱۷
جدول ۱-۶- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST52 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق آئین‌نامه AISC 360 ۱۸
جدول ۱-۷- مقادیر ضریب اطمینان طراحی ستون‌ها برای لاغری‌های مختلف ۲۰
جدول ۱-۸- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST37 مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 در دمای ۵۳۸°C ۲۱
جدول ۱-۹- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST52 مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 در دمای ۵۳۸°C ۲۲
جدول ۱-۱۰- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST37 مطابق آئین‌نامه AISC 360 در دمای ۵۳۸°C ۲۳
جدول ۱-۱۱- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST52 مطابق آئین‌نامه AISC 360 در دمای ۵۳۸°C ۲۴
جدول ۱-۱۲- یک نمونه جدول ضخامت ماده محافظت کننده در برابر حریق برای زمان‌های مختلف مقاومت در برابر آتش و ضریب مقطع مختلف ستون فولادی با مقطع I و H شکل برای یک دمای بحرانی مشخص ۳۰
جدول ۲-۱- مشخصه‌های محصول و روش‌های ارزیابی و تصدیق ۴۰
جدول ۲-۲- حداقل مقادیر مقاومت چسبندگی پوشش‌های محافظ حریق ۴۲
جدول ۳-۱- ارتباط بین بند دستورالعمل در مورد عملکرد محصول و بند آن در مورد روش ارزیابی ۶۷
جدول ۳-۲- انوع آسترهای متداول ۷۲
جدول ۳-۳- الزامات آزمون برای انواع مختلف در معرض قرار گرفتن ۷۸
جدول ۳-۴- آزمون‌های شناسایی ۸۷
جدول ۳-۵- خواص و طرح آزمون دارنده گواهی‌نامه فنی ۱۰۲
جدول ۴-۱- جدول ضخامت یک ماده محافظ حریق پایه معدنی پاششی برای زمان‌های مختلف مقاومت در برابر آتش و ضرایب مقطع مختلف عضو فولادی برای دمای طراحی ۵۴۰ درجه سلسیوس ۱۳۶
جدول ۴-۲- ستون‌های فولادی کوتاه انتخابی برای آزمون‌های مقاومت در برابر آتش ۱۳۷
جدول ۵-۱- حداقل مقاومت چسبندگی پوشش‌های محافظ حریق ۱۴۷
جدول ۵-۲- انواع نگهدارنده‌های مکانیکی ۱۵۲

فصل اول

مقدمه

یک هدف مهم آئین‌نامه‌ها و ضوابط ساختمانی، تأمین ایمنی ساختمان‌ها در برابر آتش می‌باشد. ضوابط ایمنی در برابر آتش شامل موارد متعددی همچون تعیین مشخصات راه‌های خروج، طراحی سیستم‌های کشف، اعلام و اطفای حریق، کنترل مصالح ساختمانی، کنترل دود و نیز محافظت اجزای ساختمانی در برابر آتش می‌باشد. در این میان، حفاظت از اعضای سازه‌ای به وسیله پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش از اهمیت زیادی برخوردار است.

گرچه فولاد سازه‌ای دارای مزیت غیر قابل اشتعال بودن است، ولی مقاومت تسلیم و مدول الاستیسیته آن در دماهای بالا کاهش می‌یابد. مقاومت تسلیم فولاد سازه‌ای تا دمای نزدیک به ۴۳۰°C حدود ۹۴ درصد مقدار اولیه آن می‌باشد که با افزایش دما، این مقاومت کاهش یافته به گونه‌ای که در ۷۶۰°C به حدود ۱۶ درصد مقدار اولیه خود می‌رسد. مدول الاستیسیته فولاد سازه‌ای نیز در دماهای ۴۲۷°C و ۷۶۰°C به ترتیب ۶۷ درصد و ۱۱ درصد مقدار اولیه خود می‌باشد.

یک روش برای محافظت سازه فولادی در برابر آتش، ارتقاء ایمنی آن از طریق به تأخیر انداختن نرخ رشد دمای فولاد است تا زمان کافی فراهم شود تا ساختمان تخلیه شده و یا آتش خاموش شود و مواد قابل اشتعال بدون خرابی سازه، به اتمام بر سند. این نوع روش‌ها که شامل عایق کردن فولاد در برابر گرما است، جزو روش‌های غیر فعال محافظت در برابر آتش می‌باشند. برای مثال، در شکل ۱-۱، یک تیر فولادی که با استفاده از پوشش‌های مقاوم در برابر آتش پاششی، محافظت شده، ملاحظه می‌شود.

شکل ۱-۱- یک تیر حفاظت شده در مقابل آتش به کمک SFRM

انواعی از پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش برای محافظت سازه در برابر آتش وجود دارد که به طور کلی می‌توان به پوشش‌های معدنی پاششی، رنگ‌های پف‌کننده، تخته‌های معدنی و عیره اشاره نمود. برای اطلاعات بیشتر در خصوص پوشش های محافظت کننده در برابر آتش به نشریه شماره ۳۷۹ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی مراجعه

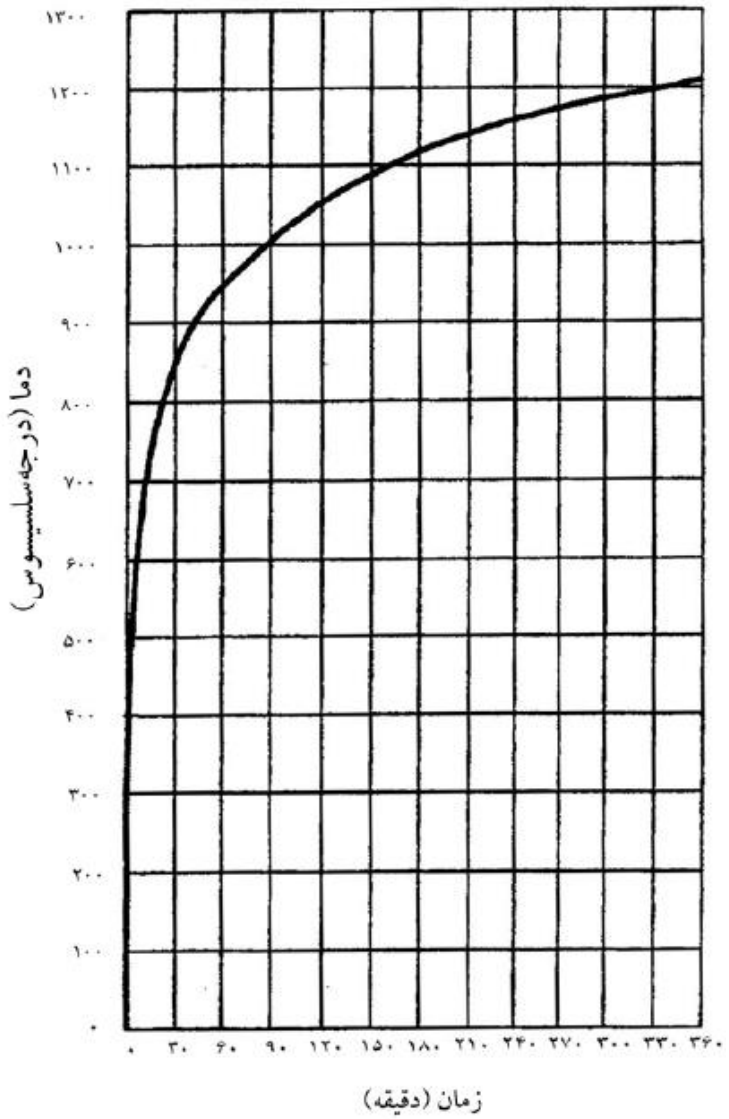
نمایند. در این دستورالعمل (که در آن مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های محافظت در برابر آتش ارائه شده است)، تمرکز اصلی بر روی پوشش‌های پاششی معدنی می‌باشد.

روش معمول در تأمین هدف سیستم محافظت غیرفعال، تجویزی است. ساختمان‌ها بسته به کاربرد شان به وسیله آئین‌نامه ساختمانی مربوطه طبقه‌بندی می شوند. برای هر دسته، محدودیت‌های ارتفاع و مساحت وجود دارد که به تراز مقاومت در برابر آتش تأمین شده، وابسته است. برای مثال، یک ساختمان با کاربری تجاری با ارتفاع و مساحتی مشخص، ممکن است نیازمند آن باشد که اجزای ساختاری آن غیر قابل سوختن باشند و یک نرخ مقاومت در برابر آتش ۲ ساعت را برآورده سازند. الزامات کامل این موضوع در مقررات و آیین‌نامه‌های ساختمانی معتبر وجود دارد که از جمله مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران و نشریه شماره ض-۶۸۲ از انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی را می‌توان نام برد. نرخ مقاومت در برابر آتش اجزای ساختمانی، باید مطابق روش‌های آزمون استاندارد تعیین شود. بالطبع استفاده همزمان از دو سیستم پو شش محافظت‌کننده و سیستم‌های فعال، ایمنی در برابر آتش را به میزان قابل توجهی بهبود می‌دهد.

این ضابطه در چهارچوب ملحقات ضابطه شماره ۱۱۲ با عنوان «د ستورالعمل اجرایی محافظت ساختمانها در برابر آتش سوزی» تهیه شده است و رعایت ضابطه شماره ۱۱۲ پس از بازنگری و ابلاغ آتی، الزامی خواهد بود.

۱-۱- نگاهی به روش‌های استاندارد آزمون مقاومت در برابر آتش برای ستون‌های فولادی

برای آزمون مقاومت در برابر آتش برای عناصر مختلف ساختمانی و از جمله سازه‌های فولادی، استانداردهای ملی ایران تهیه شده که از جمله می‌توان استانداردهای شماره ۱-۱۲۰۵۵ و ۲-۱۲۰۵۵ را نام برد. منحنی دما – زمان استاندارد ملی ایران در شکل ۱-۲ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۲- منحنی استاندارد دما – زمان

به طور کلی برای آزمون آتش ستون‌های فولادی، دو روش مختلف امکان‌پذیر است: ۱- ستون تحت بار فشاری و ۲- ستون بدون بار. در ادامه توضیحات مربوط به طور اختصار ارائه می‌شود.

روش آزمون آتش ستون تحت بار

روش هایی که در اینجا تو ضیح داده می شود به صورت کلی مطرح شده و ممکن ا ست از ا ستانداردی به ا ستاندارد دیگر تفاوت‌هایی در جزئیات روش آزمون وجود داشته باشد. طول ستون در معرض آتش بستگی به هدف آزمون و استاندارد مرجع دارد. به عنوان مثال در استاندارد ASTM E119، آزمون تحت بار روی ستون‌های با ارتفاع حداقل ۲٫۷ متر صورت می‌گیرد. ستون در حین آزمایش باید به طور قائم قرار گیرد. در حین آزمایش، ستون تحت حداکثر بار فشاری مجاز خود قرار گرفته و تمام وجوه ستون باید در معرض آتش قرار گیرد. حداکثر بار فشاری مجاز ستون، حداکثر باری

است که آئین‌نامه ساختمانی اجازه می‌دهد تا به ستون وارد شود. حداکثر زمانی که ستون در معرض آزمایش آتش، بار وارده به خود را تحمل می‌کند، به عنوان نتیجه آزمایش اندازه‌گیری می‌شود و بیانگر نرخ مقاومت در برابر آتش ستون آزمون شده است. مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۰۵۵، شکست معیار ظرفیت باربری ستون زمانی اتفاق می‌افتد که مقدار تغییر شکل محوری ستون از یک صدم ارتفاع آن تجاوز کند یا شدت تغییر شکل محوری ستون از سه هزارم ارتفاع آن تجاوز کند.

روش آزمون آتش ستون بدون بار

این روش بخصوص برای ارزیابی پوشش‌های محافظت‌کننده ستون‌های فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن ستون، تحت بار نمی‌باشد. ستون محافظت شده باید در حین آزمایش در حالت قائم بوده و طول آن بستگی به روش استاندارد مرجع دارد. به عنوان مثال در استانداردهای اروپایی، ستون‌های با ارتفاع یک متر به طور گسترده برای آزمون استفاده می‌شود. در این روش، دمای فولاد به وسیله تعداد معین ترموکوپل در چند تراز مختلف اندازه‌گیری می‌شود. در حین آزمایش، تمام وجوه ستون در کل طول آن باید در معرض آتش قرار بگیرد. حداکثر زمانی که انتقال حرارت از طریق پوشش محافظت‌کننده موجب شود تا دمای متوسط فولاد به دماهای مورد نظر برسد، ثبت می‌شود. این موضوع در فصل‌های بعدی که به دستورالعمل‌های مربوط اختصاص دارد، شرح داده شده است.

۱-۲- محافظت در مقابل آتش برای ستون‌های فولادی

معیار عملکردی برای یک ستون در معرض آتش آن است که قادر به تحمل بارهای وارده برای یک مدت زمان مشخص هنگامی که تحت افزایش دمای ناشی از آتش قرار می‌گیرد، باشد. از آن جایی که مشخصات مکانیکی فولاد در دماهای بالا کاهش می‌یابد، طول زمانی که ستون می‌تواند عملکرد مورد انتظار خود را حفظ کند، به وسیله کاهش نرخ انتقال حرارت به فولاد، قابل افزایش است. نرخ انتقال حرارت به فولاد از طریق جذب انرژی گرمایی به کمک یک عامل محافظتی، قابل کاهش است. برای مثال، این مکانیسم در ستون‌های فولادی لوله‌ای پر شده با آب استفاده شده است که در این حالت، زمان مقاومت در برابر آتش به وسیله ظرفیت جذب گرمای آب افزایش می‌یابد. بتن دارای ویژگی ظرفیت ذخیره حرارتی بالاتر و ضریب هدایت حرارتی پایین‌تری نسبت به فولاد است. بنابراین فولاد و بتن برای بهبود عملکرد ستون در دماهای بالا، می‌توانند با هم ترکیب شوند. مقاطع لوله‌ای فولادی پر شده با بتن و مقاطع فولادی مدفون شده در بتن، مثال‌هایی از چنین سیستم‌های ترکیبی هستند. اما روش معمول برای تأخیر در انتقال حرارت به فولاد، حفاظت از ستون فولادی به کمک یک ماده عایق حرارتی می‌باشد. با استفاده از این روش، مدت زمان مقاومت در مقابل آتش کافی برای یک ستون فولادی به وسیله اجرای ضخامت مناسبی از پوشش محافظت‌کننده، قابل دسترسی است. ضخامت لایه محافظت‌کننده که زمان رسیدن به دمای بحرانی را افزایش می‌دهد به کمک روش‌های تحلیلی یا اطلاعات آزمایشگاهی قابل تعیین است.

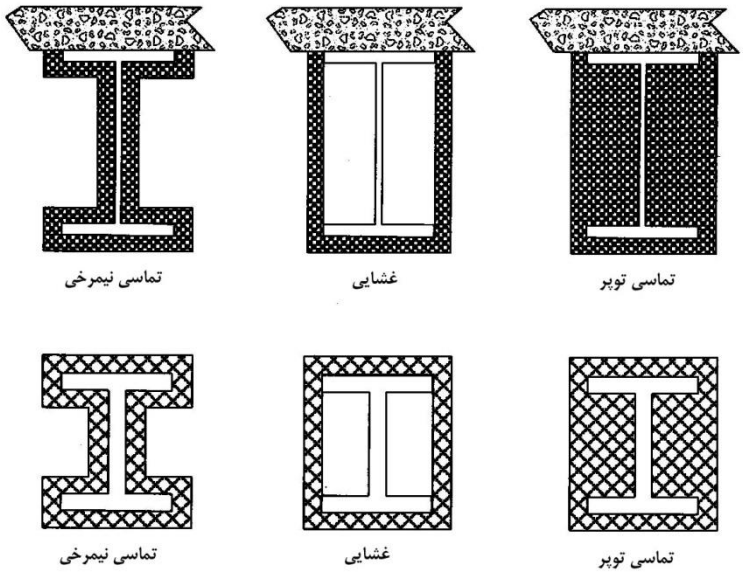
معیار دما

اطلاعات دمایی از آزمایش‌های ستون‌های تحت بار در معرض آتش، نشان می‌دهند که گسیختگی ستون به میزان منطقی بر اساس دمای فولاد مقطع قابل پیش‌بینی است. تأیید شده است که توانایی یک ستون در تحمل بارهای وارده، تا زمانی که آتش سوزی باعث افزایش دمای متوسط مقطع به حدود $540^{o}C$ نشود، ادامه می‌یابد. این دما اغلب به عنوان دمای بحرانی در نظر گرفته می شود و بیانگر دمایی است که در آن مقاومت ستون حدود ۴۰ در صد کاهش می‌یابد. این حدود دمایی به عنوان اساس تحلیل‌های انتقال حرارت می‌تواند استفاده شود و همچنین بیانگر معیارهای گسیختگی در آزمایش یک ستون محافظت شده است.

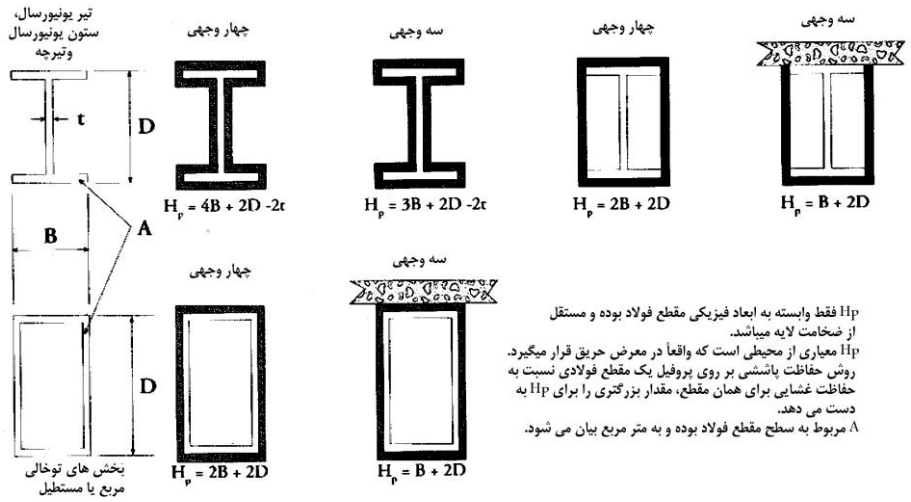
معیار ضریب مقطع

اگر یک مقطع فولادی در معرض حریق قرار گیرد، هرچه دارای محیط بزرگتری باشد تحت حرارت بیشتری قرار می‌گیرد. به همین ترتیب یک مقطع با مساحت سطح بیشتر، چاه حرارتی بزرگتری را تشکیل می‌دهد و به عبارتی حرارت بیشتری برای بالا بردن دمای آن لازم است. به این ترتیب دمای یک مقطع ضخیم و کوچک کندتر از یک مقطع بزرگ و نازک افزایش می‌یابد. لذا حاصل تقسیم محیط در معرض حرارت به مساحت سطح یک مقطع، می‌تواند شاخص مناسبی برای سرعت افزایش دمای آن مقطع باشد، به طوری که هر چه حاصل تقسیم این دو مقدار بزرگتر باشد، به محافظت بیشتری نیاز داشته و ضخامت پوشش محافظ باید بیشتر باشد. بنابراین بسیار مهم است که جدول ضخامت پوشش محافظت‌کننده در برابر آتش برای ضرایب مقطع مختلف تهیه و ارائه شود.

نحوه محاسبه و نمایش نمادی ضریب مقطع در کشورهای مختلف تا حدودی متفاوت است. در بریتانیا برای این ضریب از نماد Hp/A استفاده می شود. Hp محیط قسمتی از مقطع است که در معرض آتش قرار دارد، در حالی که A مساحت سطح کل مقطع می‌باشد. بنابراین Hp تا حدود زیادی به شکل هندسی پوشش محافظ بستگی دارد. در محافظت غشایی، محیط Hp برابر با مجموع ابعاد داخلی تخته‌های دوربند می‌باشد، در حالی که در محافظت تماسی پروفیلی برابر با محیط خود مقطع فولادی می‌باشد. برای تیرهای سیستم کف که یک وجه تیر به وسیله سیستم کف محافظت می‌شود، Hp فقط مجموع محیط قسمتی است که در معرض آتش می‌تواند قرار گیرد و وجه مجاور کف حذف می شود. شکل‌های ۱-۳ و ۱-۴ روش‌های محافظت سه وجهی یا چهار وجهی مقاطع و نحوه محاسبه Hp/A را برای آنها نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳- انواع محافظت تماسی و غشایی



شکل ۱-۴- روش محاسبه Hp/A برای پروفیل‌های مختلف

نماد مورد استفاده برای ضریب مقطع در آمریکا، W/D، در کانادا، M/D و در آلمان، U/A می‌باشد. در سیستم کانادایی، M جرم مقطع برای واحد طول بوده و واحد آن kg/m است و D مساحت سطح مقطعی می‌باشد که به ازای واحد طول در معرض حریق قرار می‌گیرد. لذا واحد M/D کیلوگرم بر متر مربع می‌با شد. W در سی ستم آمریکایی همان جرم مقطع به ازای طول ا ست، اما از سی ستم امپریال ا ستفاده می شود و D م شابه با U آلمانی یا Hp بریتانیایی، برابر با محیط در معرض حریق (یا به بیان دقیق‌تر محیط مورد محافظت) ا ست. بنابراین واحد آن lb/ft2 می‌با شد. نماد U/A در سیستم آلمان عیناً مشابه همان Hp/A بریتانیا است که در فوق ذکر شد.

اگر دا سیته فولاد را ۷۸۵۰kg/m3 بگیریم، ضریب تبدیل دو سی ستم بریتانیایی و آلمانی به کانادایی به صورت زیر خواهد بود:

$$Hp/A = U/A = ۷۸۵۰ \div M/D$$

نرخ تغییر دما در یک جسم تابعی از جرم و مساحت سطح در معرض اختلاف دما می‌باشد. بنابراین یک ضریب تعیین‌کننده مقاومت در برابر آتش ستون فولادی، ضریب مقطع W/D می‌باشد که در آن W، وزن واحد طول عضو فولادی و D، محیط داخل م صالح محافظت‌کننده در برابر آتش ا ست. برای مقاطع لوله‌ای، پارامتر A/P ن سبت م ساحت مقطع فولادی به محیط معمولاً به جای W/D استفاده می‌شود.

هرچه نسبت W/D بزرگتر باشد، نرخ تغییر دما آهسته‌تر است. بنابراین به عنوان یک قانون عمومی، مقاطع فولادی با نسبت‌های W/D بزرگتر، عملکرد بهتری در آزمون‌های آتش نسبت به مقطع‌های محافظت شده مشابه ولی با W/D کوچکتر، دارند.

۱-۳- دمای بحرانی ستون‌های فولادی

دمای بحرانی ستون بنا به تعریف دمایی است که در آن دیگر ستون قادر به ادامه عملکرد اصلی خود نباشد. به عبارت دیگر، دمایی است که اگر مصالح فولادی ستون به آن برسد، دیگر ستون قادر به تحمل بارهای وارده نباشد.

در این قسمت در خصوص حاشیه ایمنی ستون‌های فولادی تحت فشار که مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان «طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی» ویرایش ۱۳۸۷ طراحی شده است، با استفاده از روش طراحی تنش مجاز بحث می‌شود. در عمل، یک ستون فولادی در ساختمان دارای ظرفیت باربری به مراتب بیشتر از بار فشاری وارد به خود می‌باشد. در هنگام آتش‌سوزی، در اثر حرارت بالای ایجاد شده، مشخصات مکانیکی فولاد شامل مقاومت تسلیم (Fy) و مدول الاستیسیته (E) متناسب با افزایش دما، کاهش یافته و به تبع آن، مقاومت فشاری ستون کم می‌شود. با توجه به اینکه بار وارده ثابت ا ست، در دمایی که کاهش مقاومت ستون به حدی با شد که مقاومت ستون کمتر از بار وارده شود، گسیختگی ستون اتفاق خواهد افتاد و دمای متناظر با این حالت حدی، دمای بحرانی ستون خواهد بود.

مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، تنش فشاری مجاز ستون به لاغری (λ) وابسته می‌با شد که در رابطه زیر معرفی شده است:

$$\lambda = kL/r \qquad (۱-۱)$$

در این رابطه، k ضریب طول مؤثر ستون، L طول ستون و r شعاع ژیرا سیون مقطع ستون ا ست. در مبحث فوق، پارامتر Cc که لاغری مرزی بین کمانش ارتجاعی و غیر ارتجاعی است با رابطه زیر نشان داده شده است:

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} \qquad (۲-۱)$$

در این رابطه، پارامترهای E و Fy به ترتیب مدول الاستیسیته و مقاومت تسلیم فولاد ستون است. برای ستون با لاغری کمتر از Cc، تنش مجاز فشاری ستون از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$F_a = \frac{1}{F.S.}\left[1-\frac{1}{2}(\lambda/C_c)^2\right]F_y \qquad (۳-۱)$$

$$F.S. = 1.67 + 0.375(\lambda/C_c) - 0.125(\lambda/C_c)^3 \qquad (۴-۱)$$

در این روابط، F.S. ضریب اطمینان طراحی است که مقدار آن وابسته به لاغری ستون است. برای لاغری از 0 تا Cc، مقدار ضریب اطمینان از ۱/۶۷ تا ۱/۹۲ تغییر می‌کند. برای ستون‌ها با لاغری بزرگتر از Cc، تنش مجاز فشاری مطابق آئین‌نامه از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23\lambda^2} \qquad (۵-۱)$$

که در این حالت، مقدار ضریب اطمینان آئین‌نامه برابر ۱/۹۲ است. مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، در اعضای فشاری مانند ستون‌ها، لاغری نباید از ۲۰۰ تجاوز کند.

اکنون برای تعیین دمای بحرانی ستون (Tcr)، داریم:

(۶-۱) بارهای وارد به ستون × F.S. = مقاومت ستون در دمای متعارف

(۷-۱) مقاومت ستون در دمای متعارف × (1/F.S.) = بارهای وارد به ستون

(۸-۱) مقاومت ستون در دمای T ≥ بارهای وارد به ستون:گسیختگی ستون در دمای T

(۹-۱) ضریب کاهش مقاومت ستون در اثر افزایش دما × مقاومت ستون در دمای متعارف ≥ مقاومت ستون در دمای متعارف × (1/F.S.)

(۱۰-۱) (1/F.S.) ≤ ضریب کاهش مقاومت ستون در اثر افزایش دما تا T

(۱۱-۱) F.S. ≤ 1 × ضریب کاهش مقاومت ستون در اثر افزایش دما تا T

(۱۲-۱) (1/F.S.) = ضریب کاهش مقاومت ستون در اثر افزایش دما تا Tcr:دمای بحرانی Tcr

بنابر این با توجه به محاسبات بالا و به کمک رابطه (۱-۱۲)، دمای بحرانی ستون فولادی قابل تعیین است. همان طور که قبلاً خاطر نشان شد مشخصات مکانیکی فولاد با افزایش دما تغییر کرده و در دماهای خیلی بالا، کاهش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. برای فولادهای ساختمانی با مقاومت تسلیم کوچکتر از ۴۴۸ مگاپاسکال، رابطه مشخصات مکانیکی فولاد با دما در آئین‌نامه‌های EN 1993-1-2 و AISC 360 ارائه شده است که در جداول ۱-۱ و ۱-۲ قابل مشاهده است. از بررسی این جداول مشخص می‌شود که برای ضرایب کاهش مشخصات مکانیکی فولاد با دما در هر دو آئین‌نامه مقادیر یکسانی در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه فولادهای ساختمانی متداول در کشور، فولادهای ST37 و ST52 هستند که به ترتیب دارای مقاومت تسلیم حدود ۲۴۰ و ۳۶۰ مگاپاسکال می‌باشند، می‌توان از جداول ۱-۱ و ۱-۲ برای

بررسی رفتار این فولادها در دماهای بالا استفاده نمود. مدول الاستیسیته فولادهای ساختمانی نیز حدود ۲۰۰۰۰۰ مگاپاسکال می‌باشد.

جدول ۱-۱- ضرایب کاهش مشخصات مکانیکی فولاد در دماهای بالا مطابق با آئین‌نامه EN 1993-1-2

دمای فولاد (θ_a)	ضرایب کاهش مشخصات مکانیکی فولاد در دمای θ_a نسبت به ۲۰°C		
	ضریب کاهش برای مقاومت تسلیم مؤثر $k_{y,\theta} = f_{y,\theta}/f_y$	ضریب کاهش برای مقاومت حد تناسب $k_{p,\theta} = f_{p,\theta}/f_y$	ضریب کاهش برای شیب محدوده الاستیک خطی $k_{E,\theta} = E_{a,\theta}/E_a$
۲۰°C	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰
۱۰۰°C	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰
۲۰۰°C	۱٫۰۰۰	۰٫۸۰۷	۰٫۹۰۰
۳۰۰°C	۱٫۰۰۰	۰٫۶۱۳	۰٫۸۰۰
۴۰۰°C	۱٫۰۰۰	۰٫۴۲۰	۰٫۷۰۰
۵۰۰°C	۰٫۷۸۰	۰٫۳۶۰	۰٫۶۰۰
۶۰۰°C	۰٫۴۷۰	۰٫۱۸۰	۰٫۳۱۰
۷۰۰°C	۰٫۲۳۰	۰٫۰۷۵	۰٫۱۳۰
۸۰۰°C	۰٫۱۱۰	۰٫۰۵۰	۰٫۰۹۰
۹۰۰°C	۰٫۰۶۰	۰٫۰۳۷۵	۰٫۰۶۷۵
۱۰۰۰°C	۰٫۰۴۰	۰٫۰۲۵۰	۰٫۰۴۵۰
۱۱۰۰°C	۰٫۰۲۰	۰٫۰۱۲۵	۰٫۰۲۲۵
۱۲۰۰°C	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰
نکته: برای مقادیر میانی دمای فولاد، درون‌یابی خطی می‌تواند استفاده شود.			

جدول ۱-۲- ضرایب کاهش مشخصات مکانیکی فولاد در دماهای بالا مطابق با آئین‌نامه AISC 360

مشخصات مکانیکی فولاد در دماهای بالا				
دمای فولاد °F(°C)	$K_E = E(T)/E = G(T)/G$	$K_P = F_P(T)/F_y$	$K_y = F_y(T)/F_y$	$K_u = F_u(T)/F_u$
۶۸(۲۰)	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۲۰۰(۹۳)	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۴۰۰(۲۰۴)	۰٫۹۰	۰٫۸۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۶۰۰(۳۱۶)	۰٫۷۸	۰٫۵۸	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۷۵۰(۳۹۹)	۰٫۷۰	۰٫۴۲	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۸۰۰(۴۲۷)	۰٫۶۷	۰٫۴۰	۰٫۹۴	۰٫۹۴
۱۰۰۰(۵۳۸)	۰٫۴۹	۰٫۲۹	۰٫۶۶	۰٫۶۶
۱۲۰۰(۶۴۹)	۰٫۲۲	۰٫۱۳	۰٫۳۵	۰٫۳۵
۱۴۰۰(۷۶۰)	۰٫۱۱	۰٫۰۶	۰٫۱۶	۰٫۱۶
۱۶۰۰(۸۷۱)	۰٫۰۷	۰٫۰۴	۰٫۰۷	۰٫۰۷
۱۸۰۰(۹۸۲)	۰٫۰۵	۰٫۰۳	۰٫۰۴	۰٫۰۴
۲۰۰۰(۱۰۹۳)	۰٫۰۲	۰٫۰۱	۰٫۰۲	۰٫۰۲
۲۲۰۰(۱۲۰۴)	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰

مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2، مقاومت فشاری ستون در دمای θ به کمک روابط زیر قابل تعیین است:

$$N_{b,fi,t,Rd} = \chi_{fi} A k_{y,\theta} f_y / \gamma_{M,fi} \qquad (۱۳-۱)$$

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_\theta + \sqrt{\varphi_\theta^2 - \bar{\lambda}_\theta^2}} \qquad (۱۴-۱)$$

$$\varphi_\theta = \frac{1}{2}\left[1 + \alpha\bar{\lambda}_\theta + \bar{\lambda}_\theta^2\right] \qquad (۱۵-۱)$$

$$\alpha = 0.65\sqrt{235/f_y} \qquad (۱۶-۱)$$

$$\bar{\lambda}_\theta = \bar{\lambda}\left[k_{y,\theta}/k_{E,\theta}\right]^{0.5} \qquad (۱۷-۱)$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} \qquad (۱۸-۱)$$

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i}\frac{1}{\lambda_1} \qquad (۱۹-۱)$$

$$\lambda_1 = \pi\sqrt{E/f_y} \qquad (۲۰-۱)$$

در این روابط A، Lcr و i مربوط به مشخصات هندسی ستون بوده و به ترتیب بیانگر مساحت سطح مقطع ستون، طول کمانشی ستون و شعاع ژیراسیون مقطع ستون است. پارامتر $\gamma_{M,fi}$ یک ضریب وابسته به مصالح در هنگام آتش سوزی است که مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2، برای فولاد واحد اختیار می شود. سایر پارامترها نیز در جدول ۱-۱ معرفی شده است. پارامتر $\bar{\lambda}$ بیانگر لاغری بدون بعد ستون است که با تعریف ارائه شده در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان و آئین‌نامه AISC 360 متفاوت است. از مقایسه روابط (۱-۱) و (۱-۱۹) مشاهده می‌شود که لاغری تعریف شده

در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان یا آئین‌نامه AISC 360 (λ)، $\lambda 1$ ضربدر لاغری تعریف شده در آئین‌نامه EN 1993-1-2 ($\bar{\lambda}$) می‌باشد یعنی:

$$\lambda = \lambda_1 \times \bar{\lambda} \qquad (۲۱-۱)$$

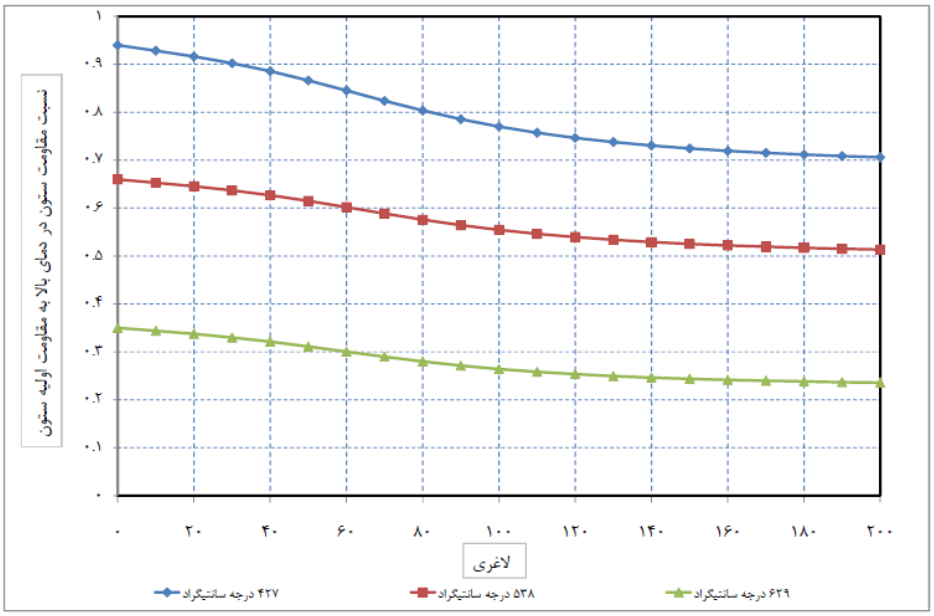
با توجه به اینکه تغییرات λ بین ۰ تا ۲۰۰ می‌باشد، تغییرات $\bar{\lambda}$ نیز به طور متناظر برای فولاد ST37 بین ۰ تا ۲٫۱۵ و برای فولاد ST52 بین ۰ تا ۲٫۶۴ خواهد بود. اکنون به کمک روابط (۱-۱۳) تا (۱-۲۱) و نیز جدول ۱-۲، مقدار کاهش مقاومت فشاری ستون در اثر افزایش دما محاسبه می‌شود. برای مثال، این محاسبات برای دماهای ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ درجه فارنهایت (به ترتیب معادل ۴۲۷، ۵۳۸ و ۶۴۹ درجه سلسیوس) برای دو حالت فولاد ST37 و ST52 در جداول ۱-۳ و ۱-۴ ارائه شده است. همچنین مقادیر این جداول در شکل‌های ۱-۵ و ۱-۶ نشان داده شده است.

جدول ۱-۳- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST37 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2

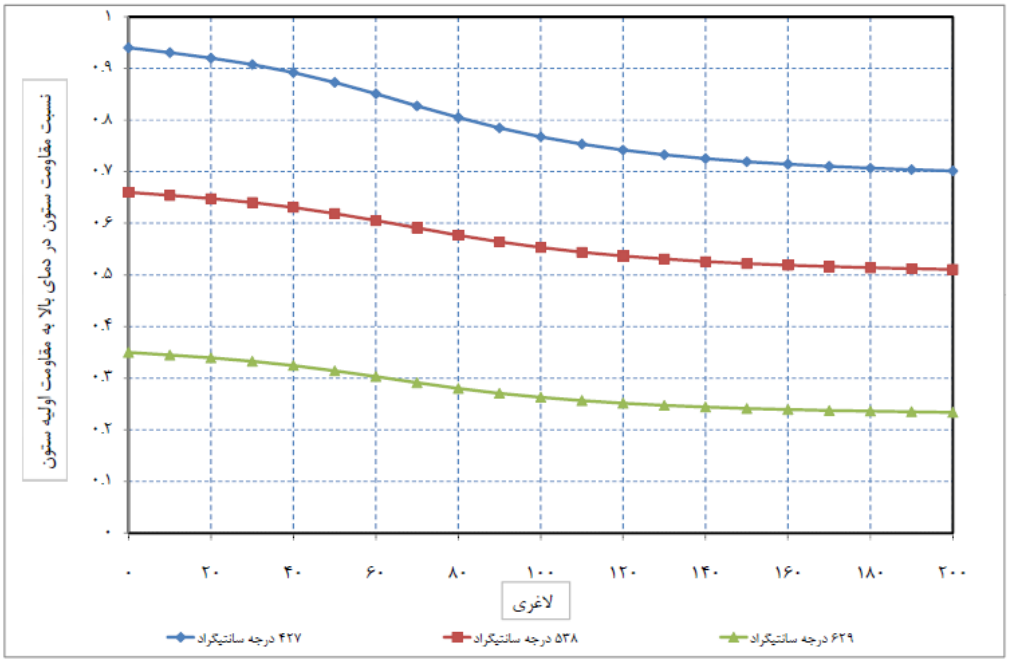
لاغری ستون (λ)	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۴۲۷°C	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۶۴۹°C
۰	۰٫۹۴۰	۰٫۶۶۰	۰٫۳۵۰
۱۰	۰٫۹۲۸	۰٫۶۵۳	۰٫۳۴۴
۲۰	۰٫۹۱۶	۰٫۶۴۶	۰٫۳۳۸
۳۰	۰٫۹۰۲	۰٫۶۳۷	۰٫۳۳۰
۴۰	۰٫۸۸۶	۰٫۶۲۷	۰٫۳۲۱
۵۰	۰٫۸۶۶	۰٫۶۱۵	۰٫۳۱۱
۶۰	۰٫۸۴۵	۰٫۶۰۲	۰٫۳۰۰
۷۰	۰٫۸۲۴	۰٫۵۸۹	۰٫۲۹۰
۸۰	۰٫۸۰۴	۰٫۵۷۶	۰٫۲۸۰
۹۰	۰٫۷۸۶	۰٫۵۶۵	۰٫۲۷۱
۱۰۰	۰٫۷۷۰	۰٫۵۵۵	۰٫۲۶۴
۱۱۰	۰٫۷۵۷	۰٫۵۴۶	۰٫۲۵۸
۱۲۰	۰٫۷۴۶	۰٫۵۴۰	۰٫۲۵۴
۱۳۰	۰٫۷۳۸	۰٫۵۳۴	۰٫۲۵۰
۱۴۰	۰٫۷۳۱	۰٫۵۲۹	۰٫۲۴۶
۱۵۰	۰٫۷۲۵	۰٫۵۲۵	۰٫۲۴۴
۱۶۰	۰٫۷۲۰	۰٫۵۲۲	۰٫۲۴۲
۱۷۰	۰٫۷۱۵	۰٫۵۱۹	۰٫۲۴۰
۱۸۰	۰٫۷۱۲	۰٫۵۱۷	۰٫۲۳۸
۱۹۰	۰٫۷۰۹	۰٫۵۱۵	۰٫۲۳۷
۲۰۰	۰٫۷۰۶	۰٫۵۱۳	۰٫۲۳۶

جدول ۱-۴- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST52 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2

لاغری ستون (λ)	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۴۲۷°C	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۶۴۹°C
۰	۰٫۹۴۰	۰٫۶۶۰	۰٫۳۵۰
۱۰	۰٫۹۳۰	۰٫۶۵۴	۰٫۳۴۵
۲۰	۰٫۹۲۰	۰٫۶۴۸	۰٫۳۳۹
۳۰	۰٫۹۰۸	۰٫۶۴۰	۰٫۳۳۳
۴۰	۰٫۸۹۲	۰٫۶۳۱	۰٫۳۲۴
۵۰	۰٫۸۷۳	۰٫۶۱۹	۰٫۳۱۴
۶۰	۰٫۸۵۱	۰٫۶۰۵	۰٫۳۰۳
۷۰	۰٫۸۲۷	۰٫۵۹۱	۰٫۲۹۱
۸۰	۰٫۸۰۵	۰٫۵۷۷	۰٫۲۸۰
۹۰	۰٫۷۸۵	۰٫۵۶۴	۰٫۲۷۱
۱۰۰	۰٫۷۶۷	۰٫۵۵۳	۰٫۲۶۳
۱۱۰	۰٫۷۵۳	۰٫۵۴۴	۰٫۲۵۶
۱۲۰	۰٫۷۴۲	۰٫۵۳۷	۰٫۲۵۱
۱۳۰	۰٫۷۳۳	۰٫۵۳۱	۰٫۲۴۷
۱۴۰	۰٫۷۲۵	۰٫۵۲۶	۰٫۲۴۴
۱۵۰	۰٫۷۱۹	۰٫۵۲۲	۰٫۲۴۱
۱۶۰	۰٫۷۱۴	۰٫۵۱۹	۰٫۲۳۹
۱۷۰	۰٫۷۱۰	۰٫۵۱۶	۰٫۲۳۷
۱۸۰	۰٫۷۰۷	۰٫۵۱۴	۰٫۲۳۶
۱۹۰	۰٫۷۰۴	۰٫۵۱۲	۰٫۲۳۵
۲۰۰	۰٫۷۰۱	۰٫۵۱۰	۰٫۲۳۴



شکل ۱-۵- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST37 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق با آئیننامه EN 1993-1-2



شکل ۱-۶- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST52 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق با آئین‌نامه EN 1993-1-2

اکنون این محاسبات را این بار مطابق آئین‌نامه AISC 360 تکرار می‌کنیم. مطابق این آئین‌نامه، تنش فشاری بحرانی ستون در دمای T از روابط زیر تعیین می‌شود:

$$F_{cr}(T)=\left[0.42^{\sqrt{F_y(T)/F_e(T)}}\right]F_y(T) \qquad (۲۲-۱)$$

$$F_e(T)=\frac{\pi^2 E(T)}{\lambda^2} \qquad (۲۳-۱)$$

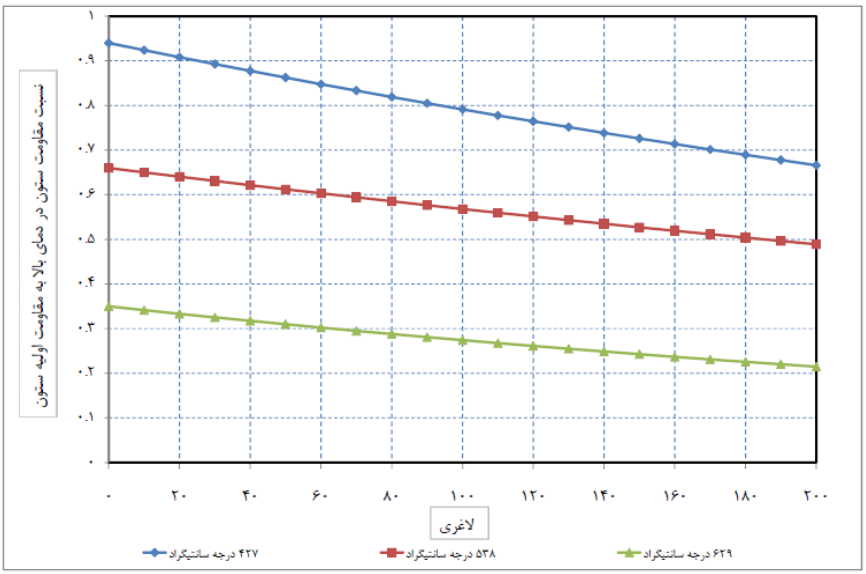
به کمک این روابط و جدول ۱-۲، می‌توان میزان کاهش در مقاومت ستون در اثر افزایش دما را محاسبه کرد. مقاومت مرجع ستون، مقاومت در دمای متعارف (۲۰°C) می‌باشد. برای مثال، این محاسبات برای دماهای ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ درجه فارنهایت (به ترتیب معادل ۴۲۷، ۵۳۸ و ۶۴۹ درجه سلسیوس) برای دو حالت فولاد ST37 و ST52 انجام شده و در جداول ۱-۵ و ۱-۶ نشان داده شده است. همچنین مقادیر این جداول در شکل‌های ۱-۷ و ۱-۸ نشان داده شده است.

جدول ۱-۵- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST37 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق آئین‌نامه AISC 360

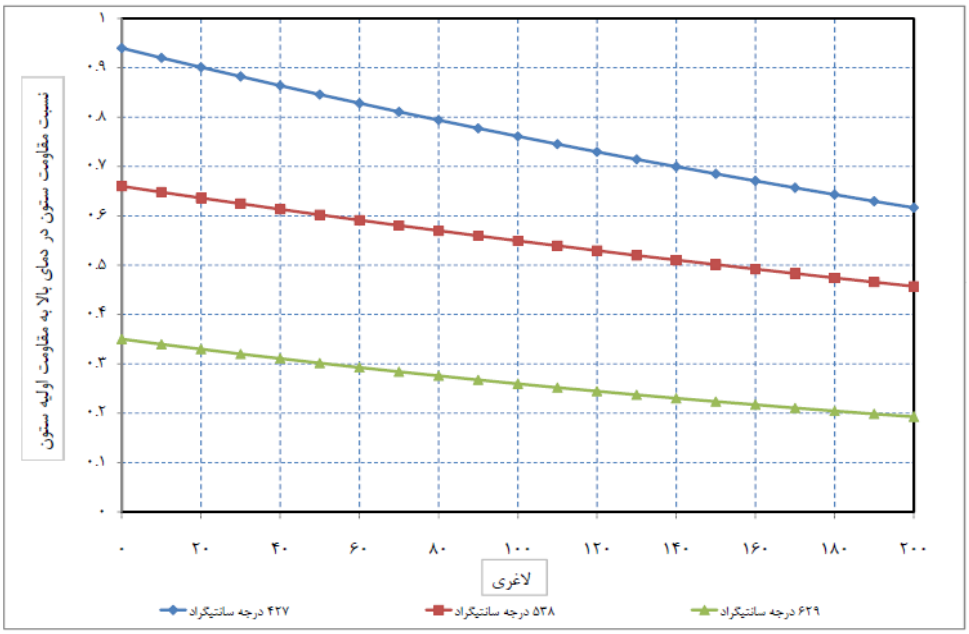
لاغری ستون (λ)	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۴۲۷°C	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۶۴۹°C
۰	۰٫۹۴۰	۰٫۶۶۰	۰٫۳۵۰
۱۰	۰٫۹۲۴	۰٫۶۵۰	۰٫۳۴۲
۲۰	۰٫۹۰۸	۰٫۶۴۱	۰٫۳۳۳
۳۰	۰٫۸۹۳	۰٫۶۳۱	۰٫۳۲۵
۴۰	۰٫۸۷۷	۰٫۶۲۲	۰٫۳۱۷
۵۰	۰٫۸۶۲	۰٫۶۱۲	۰٫۳۱۰
۶۰	۰٫۸۴۸	۰٫۶۰۳	۰٫۳۰۲
۷۰	۰٫۸۳۳	۰٫۵۹۴	۰٫۲۹۵
۸۰	۰٫۸۱۹	۰٫۵۸۵	۰٫۲۸۸
۹۰	۰٫۸۰۵	۰٫۵۷۷	۰٫۲۸۱
۱۰۰	۰٫۷۹۱	۰٫۵۶۸	۰٫۲۷۴
۱۱۰	۰٫۷۷۸	۰٫۵۶۰	۰٫۲۶۸
۱۲۰	۰٫۷۶۵	۰٫۵۵۱	۰٫۲۶۱
۱۳۰	۰٫۷۵۱	۰٫۵۴۳	۰٫۲۵۵
۱۴۰	۰٫۷۳۹	۰٫۵۳۵	۰٫۲۴۹
۱۵۰	۰٫۷۲۶	۰٫۵۲۷	۰٫۲۴۳
۱۶۰	۰٫۷۱۴	۰٫۵۱۹	۰٫۲۳۷
۱۷۰	۰٫۷۰۱	۰٫۵۱۲	۰٫۲۳۱
۱۸۰	۰٫۶۸۹	۰٫۵۰۴	۰٫۲۲۶
۱۹۰	۰٫۶۷۸	۰٫۴۹۶	۰٫۲۲۰
۲۰۰	۰٫۶۶۶	۰٫۴۸۹	۰٫۲۱۵

جدول ۱-۶- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST52 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق آئین‌نامه AISC 360

لاغری ستون (λ)	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۴۲۷°C	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۶۴۹°C
۰	۰٫۹۴۰	۰٫۶۶۰	۰٫۳۵۰
۱۰	۰٫۹۲۰	۰٫۶۴۸	۰٫۳۴۰
۲۰	۰٫۹۰۱	۰٫۶۳۶	۰٫۳۳۰
۳۰	۰٫۸۸۲	۰٫۶۲۵	۰٫۳۲۰
۴۰	۰٫۸۶۴	۰٫۶۱۳	۰٫۳۱۱
۵۰	۰٫۸۴۶	۰٫۶۰۲	۰٫۳۰۱
۶۰	۰٫۸۲۸	۰٫۵۹۱	۰٫۲۹۳
۷۰	۰٫۸۱۱	۰٫۵۸۰	۰٫۲۸۴
۸۰	۰٫۷۹۴	۰٫۵۷۰	۰٫۲۷۶
۹۰	۰٫۷۷۷	۰٫۵۵۹	۰٫۲۶۷
۱۰۰	۰٫۷۶۱	۰٫۵۴۹	۰٫۲۶۰
۱۱۰	۰٫۷۴۵	۰٫۵۳۹	۰٫۲۵۲
۱۲۰	۰٫۷۳۰	۰٫۵۳۰	۰٫۲۴۵
۱۳۰	۰٫۷۱۵	۰٫۵۲۰	۰٫۲۳۷
۱۴۰	۰٫۷۰۰	۰٫۵۱۰	۰٫۲۳۰
۱۵۰	۰٫۶۸۵	۰٫۵۰۱	۰٫۲۲۴
۱۶۰	۰٫۶۷۱	۰٫۴۹۲	۰٫۲۱۷
۱۷۰	۰٫۶۵۷	۰٫۴۸۳	۰٫۲۱۱
۱۸۰	۰٫۶۴۳	۰٫۴۷۴	۰٫۲۰۴
۱۹۰	۰٫۶۳۰	۰٫۴۶۶	۰٫۱۹۸
۲۰۰	۰٫۶۱۶	۰٫۴۵۷	۰٫۱۹۳



شکل ۱-۷- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST37 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق با آئیننامه AISC 360



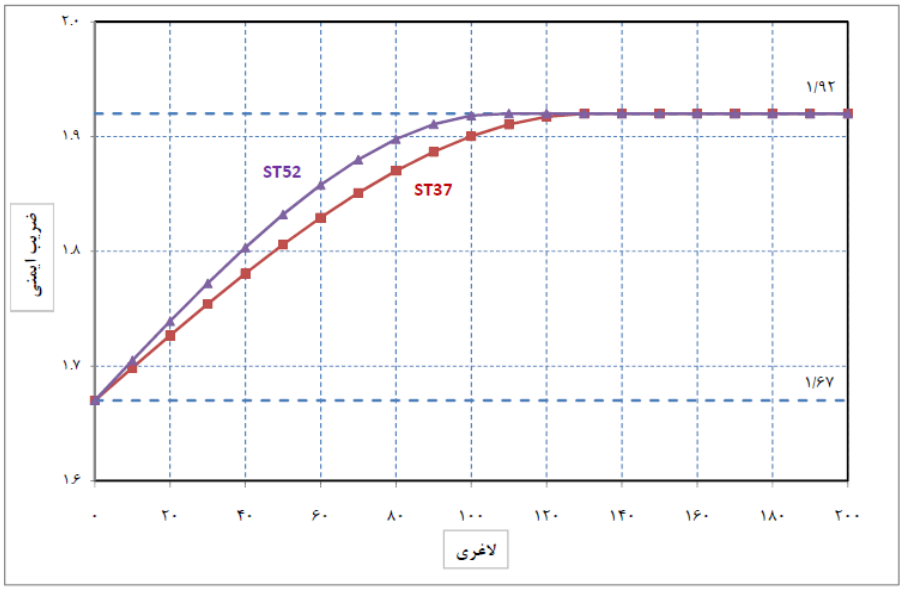
شکل ۱-۸- نسبت مقاومت ستون با فولاد ST52 در دماهای بالا نسبت به دمای متعارف مطابق با آئیننامه AISC 360

از جداول ۱-۳ تا ۱-۶ مشاهده می‌شود که در هر دما، با افزایش لاغری ستون، ضریب کاهش مقاومت ستون نیز کوچک‌تر می شود. علت آن ا ست که در لاغری‌های خیلی کم (ستون‌های خیلی چاق)، گسیختگی ستون از نوع لهیدگی ا ست که با مقاومت تسلیم فولاد مرتبط ا ست ولی با افزایش لاغری ستون، بحث کمانش ستون که با مدول الا ستیسیته فولاد ارتباط دارد، اهمیت پیدا می‌کند و افت این کمیت با افزایش دما در مقایسه با مقاومت تسلیم فولاد در محدوده مورد بررسی مطابق جداول ۱-۱ و ۱-۲ شدیدتر است.

برای فولادهای ساختمانی متداول کشور یعنی ST37 و ST52، مقدار Cc طبق رابطه (۱-۲) محاسبه شده که به ترتیب م ساوی ۱۳۱/۴ و ۱۰۷/۳ به د ست می‌آید. در اینجا برای این فولادها، مقادیر ضریب اطمینان مبحث دهم مقررات ملی ساختمان برای طراحی ستون‌ها با مقادیر مختلف لاغری را محا سبه می شود. نتایج در جدول ۱-۷ ارائه شده و در شکل ۱-۹ نشان داده شده است.

جدول ۱-۷- مقادیر ضریب اطمینان طراحی ستون‌ها مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان برای لاغری‌های مختلف

لاغری ستون (λ)	ضریب ایمنی برای فولاد ST37	ضریب ایمنی برای فولاد ST52
۰	۱٫۶۷۰	۱٫۶۷۰
۱۰	۱٫۶۹۸	۱٫۷۰۵
۲۰	۱٫۷۲۷	۱٫۷۳۹
۳۰	۱٫۷۵۴	۱٫۷۷۲
۴۰	۱٫۷۸۱	۱٫۸۰۳
۵۰	۱٫۸۰۶	۱٫۸۳۲
۶۰	۱٫۸۲۹	۱٫۸۵۸
۷۰	۱٫۸۵۱	۱٫۸۸۰
۸۰	۱٫۸۷۰	۱٫۸۹۸
۹۰	۱٫۸۸۷	۱٫۹۱۱
۱۰۰	۱٫۹۰۰	۱٫۹۱۸
۱۱۰	۱٫۹۱۱	۱٫۹۲۰
۱۲۰	۱٫۹۱۷	۱٫۹۲۰
۱۳۰	۱٫۹۲۰	۱٫۹۲۰
۱۴۰	۱٫۹۲۰	۱٫۹۲۰
۱۵۰	۱٫۹۲۰	۱٫۹۲۰
۱۶۰	۱٫۹۲۰	۱٫۹۲۰
۱۷۰	۱٫۹۲۰	۱٫۹۲۰
۱۸۰	۱٫۹۲۰	۱٫۹۲۰
۱۹۰	۱٫۹۲۰	۱٫۹۲۰
۲۰۰	۱٫۹۲۰	۱٫۹۲۰



شکل ۱-۹- مقادیر ضریب اطمینان طراحی ستون مطابق با مبحث دهم مقررات ملی ساختمان

در اســتاندارد ASTM E119، دمای (۵۳۸°C) ۱۰۰۰°F به عنوان دمای بحرانی ســتون فولادی در نظر گرفته شــده است. اکنون در این قسمت بررسی می شود که آیا این دما تعریف مناسبی برای دمای بحرانی ستون است یا خیر. برای این کار رابطه (۱-۱۱) مطابق آئین نامه های EN 1993-1-2 و AISC 360 در دمای ۵۳۸°C برای فولادهای ST37 و ST52 محاسبه می‌شود. نتایج در جداول ۱-۸ تا ۱-۱۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱-۸- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST37 مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 در دمای ۵۳۸°C

لاغری ستون (λ)	F.S.	1/F.S.	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C (α)	β=α×F.S.
۰	۱٫۶۷۰	۰٫۵۹۹	۰٫۶۶۰	۱٫۱۰
۱۰	۱٫۶۹۸	۰٫۵۸۹	۰٫۶۵۳	۱٫۱۱
۲۰	۱٫۷۲۷	۰٫۵۷۹	۰٫۶۴۶	۱٫۱۱
۳۰	۱٫۷۵۴	۰٫۵۷۰	۰٫۶۳۷	۱٫۱۲
۴۰	۱٫۷۸۱	۰٫۵۶۲	۰٫۶۲۷	۱٫۱۲
۵۰	۱٫۸۰۶	۰٫۵۵۴	۰٫۶۱۵	۱٫۱۱
۶۰	۱٫۸۲۹	۰٫۵۴۷	۰٫۶۰۲	۱٫۱۰
۷۰	۱٫۸۵۱	۰٫۵۴۰	۰٫۵۸۹	۱٫۰۹
۸۰	۱٫۸۷۰	۰٫۵۳۵	۰٫۵۷۶	۱٫۰۸
۹۰	۱٫۸۸۷	۰٫۵۳۰	۰٫۵۶۵	۱٫۰۷
۱۰۰	۱٫۹۰۰	۰٫۵۲۶	۰٫۵۵۵	۱٫۰۵
۱۱۰	۱٫۹۱۱	۰٫۵۲۳	۰٫۵۴۶	۱٫۰۴
۱۲۰	۱٫۹۱۷	۰٫۵۲۲	۰٫۵۴۰	۱٫۰۳
۱۳۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۳۴	۱٫۰۳
۱۴۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۲۹	۱٫۰۲
۱۵۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۲۵	۱٫۰۱
۱۶۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۲۲	۱٫۰۰
۱۷۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۹	۱٫۰۰
۱۸۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۷	۰٫۹۹
۱۹۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۵	۰٫۹۹
۲۰۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۳	۰٫۹۹

جدول ۱-۹- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST52 مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 در دمای ۵۳۸°C

لاغری ستون (λ)	F.S.	1/F.S.	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C (α)	β=α×F.S.
۰	۱٫۶۷۰	۰٫۵۹۹	۰٫۶۶۰	۱٫۱۰
۱۰	۱٫۷۰۵	۰٫۵۸۷	۰٫۶۵۴	۱٫۱۲
۲۰	۱٫۷۳۹	۰٫۵۷۵	۰٫۶۴۸	۱٫۱۳
۳۰	۱٫۷۷۲	۰٫۵۶۴	۰٫۶۴۰	۱٫۱۳
۴۰	۱٫۸۰۳	۰٫۵۵۵	۰٫۶۳۱	۱٫۱۴
۵۰	۱٫۸۳۲	۰٫۵۴۶	۰٫۶۱۹	۱٫۱۳
۶۰	۱٫۸۵۸	۰٫۵۳۸	۰٫۶۰۵	۱٫۱۲
۷۰	۱٫۸۸۰	۰٫۵۳۲	۰٫۵۹۱	۱٫۱۱
۸۰	۱٫۸۹۸	۰٫۵۲۷	۰٫۵۷۷	۱٫۰۹
۹۰	۱٫۹۱۱	۰٫۵۲۳	۰٫۵۶۴	۱٫۰۸
۱۰۰	۱٫۹۱۸	۰٫۵۲۱	۰٫۵۵۳	۱٫۰۶
۱۱۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۴۴	۱٫۰۴
۱۲۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۳۷	۱٫۰۳
۱۳۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۳۱	۱٫۰۲
۱۴۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۲۶	۱٫۰۱
۱۵۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۲۲	۱٫۰۰
۱۶۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۹	۱٫۰۰
۱۷۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۶	۰٫۹۹
۱۸۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۴	۰٫۹۹
۱۹۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۲	۰٫۹۸
۲۰۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۰	۰٫۹۸

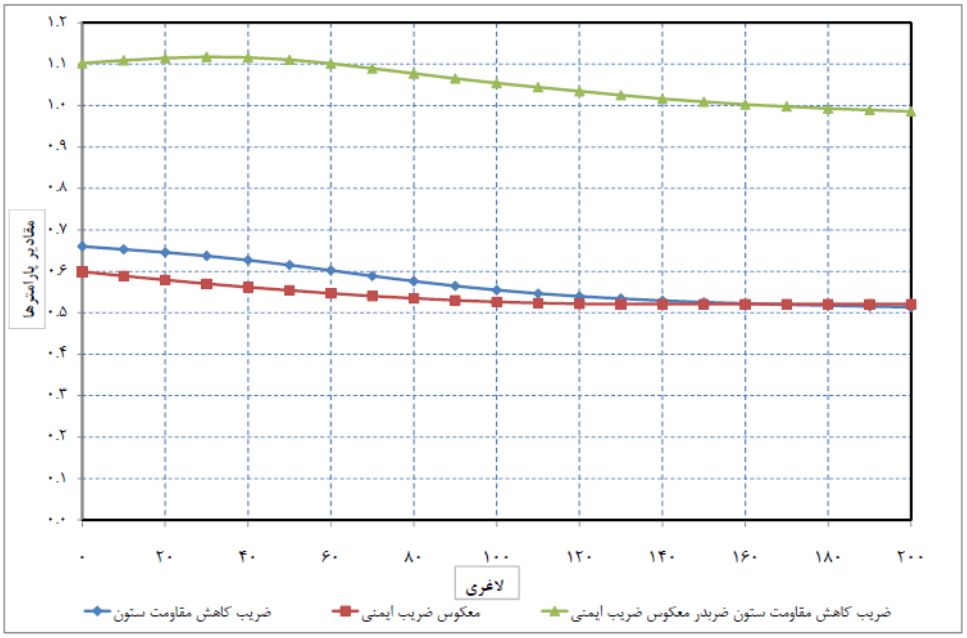
جدول ۱-۱۰- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST37 مطابق آئین‌نامه AISC 360 در دمای ۵۳۸°C

لاغری ستون (λ)	F.S.	1/F.S.	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C(α)	β=α×F.S.
۰	۱٫۶۷۰	۰٫۵۹۹	۰٫۶۶۰	۱٫۱۰
۱۰	۱٫۶۹۸	۰٫۵۸۹	۰٫۶۵۰	۱٫۱۰
۲۰	۱٫۷۲۷	۰٫۵۷۹	۰٫۶۴۱	۱٫۱۱
۳۰	۱٫۷۵۴	۰٫۵۷۰	۰٫۶۳۱	۱٫۱۱
۴۰	۱٫۷۸۱	۰٫۵۶۲	۰٫۶۲۲	۱٫۱۱
۵۰	۱٫۸۰۶	۰٫۵۵۴	۰٫۶۱۲	۱٫۱۱
۶۰	۱٫۸۲۹	۰٫۵۴۷	۰٫۶۰۳	۱٫۱۰
۷۰	۱٫۸۵۱	۰٫۵۴۰	۰٫۵۹۴	۱٫۱۰
۸۰	۱٫۸۷۰	۰٫۵۳۵	۰٫۵۸۵	۱٫۰۹
۹۰	۱٫۸۸۷	۰٫۵۳۰	۰٫۵۷۷	۱٫۰۹
۱۰۰	۱٫۹۰۰	۰٫۵۲۶	۰٫۵۶۸	۱٫۰۸
۱۱۰	۱٫۹۱۱	۰٫۵۲۳	۰٫۵۶۰	۱٫۰۷
۱۲۰	۱٫۹۱۷	۰٫۵۲۲	۰٫۵۵۱	۱٫۰۶
۱۳۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۴۳	۱٫۰۴
۱۴۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۳۵	۱٫۰۳
۱۵۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۲۷	۱٫۰۱
۱۶۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۹	۱٫۰۰
۱۷۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۲	۰٫۹۸
۱۸۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۰۴	۰٫۹۷
۱۹۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۴۹۶	۰٫۹۵
۲۰۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۴۸۹	۰٫۹۴

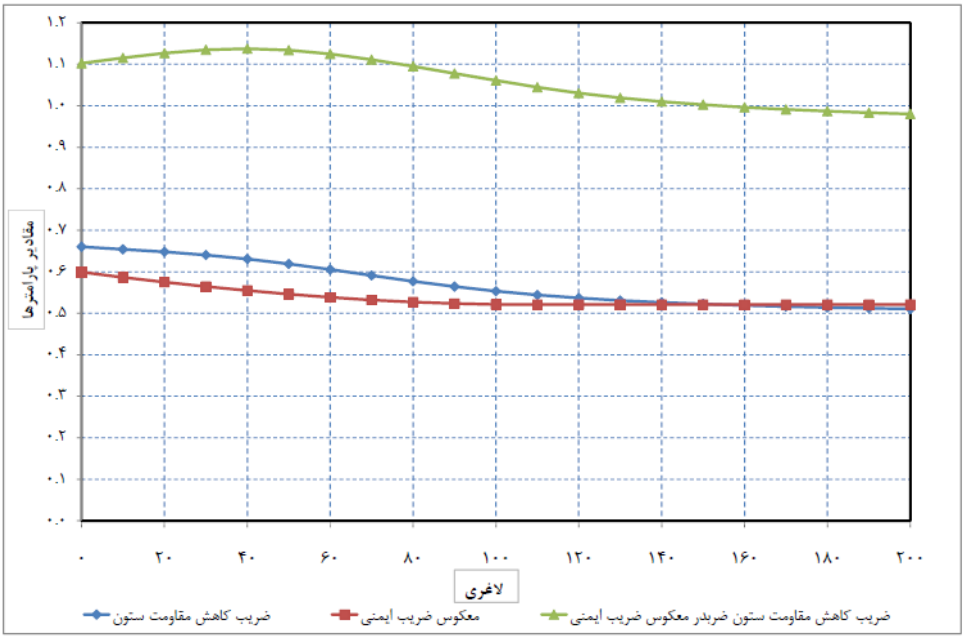
جدول ۱-۱۱- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST52 مطابق آئین‌نامه AISC 360 در دمای ۵۳۸°C

لاغری ستون (λ)	F.S.	1/F.S.	ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C (α)	β = α × F.S.
۰	۱٫۶۷۰	۰٫۵۹۹	۰٫۶۶۰	۱٫۱۰
۱۰	۱٫۷۰۵	۰٫۵۸۷	۰٫۶۴۸	۱٫۱۰
۲۰	۱٫۷۳۹	۰٫۵۷۵	۰٫۶۳۶	۱٫۱۱
۳۰	۱٫۷۷۲	۰٫۵۶۴	۰٫۶۲۵	۱٫۱۱
۴۰	۱٫۸۰۳	۰٫۵۵۵	۰٫۶۱۳	۱٫۱۱
۵۰	۱٫۸۳۲	۰٫۵۴۶	۰٫۶۰۲	۱٫۱۰
۶۰	۱٫۸۵۸	۰٫۵۳۸	۰٫۵۹۱	۱٫۱۰
۷۰	۱٫۸۸۰	۰٫۵۳۲	۰٫۵۸۰	۱٫۰۹
۸۰	۱٫۸۹۸	۰٫۵۲۷	۰٫۵۷۰	۱٫۰۸
۹۰	۱٫۹۱۱	۰٫۵۲۳	۰٫۵۵۹	۱٫۰۷
۱۰۰	۱٫۹۱۸	۰٫۵۲۱	۰٫۵۴۹	۱٫۰۵
۱۱۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۳۹	۱٫۰۴
۱۲۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۳۰	۱٫۰۲
۱۳۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۲۰	۱٫۰۰
۱۴۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۱۰	۰٫۹۸
۱۵۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۵۰۱	۰٫۹۶
۱۶۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۴۹۲	۰٫۹۴
۱۷۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۴۸۳	۰٫۹۳
۱۸۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۴۷۴	۰٫۹۱
۱۹۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۴۶۶	۰٫۸۹
۲۰۰	۱٫۹۲۰	۰٫۵۲۱	۰٫۴۵۷	۰٫۸۸

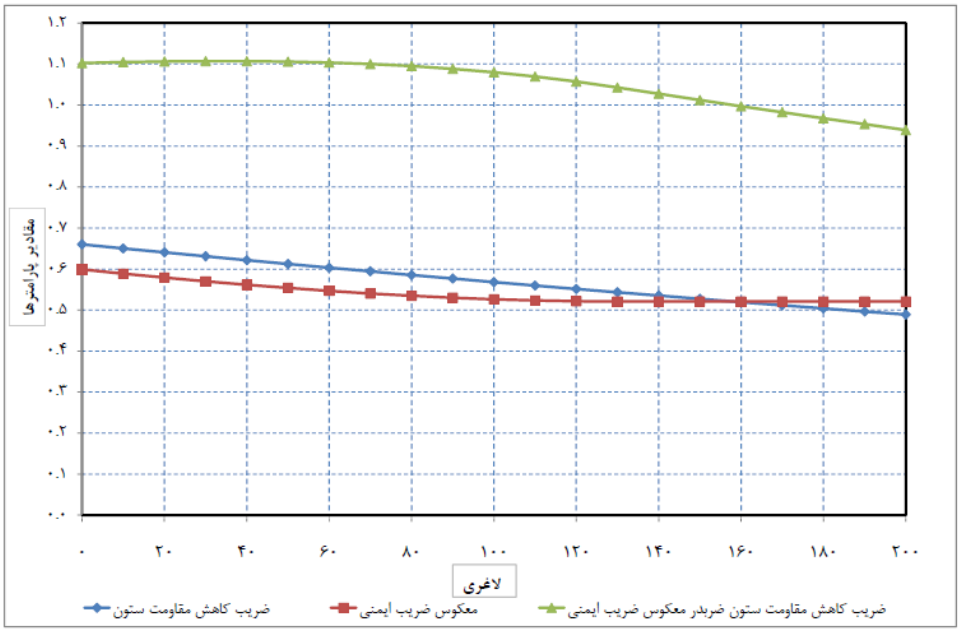
هم چنین نتایج به دست آمده به صورت نمودار در شکل‌های ۱-۱۰ تا ۱-۱۳ نمایش داده شده است.



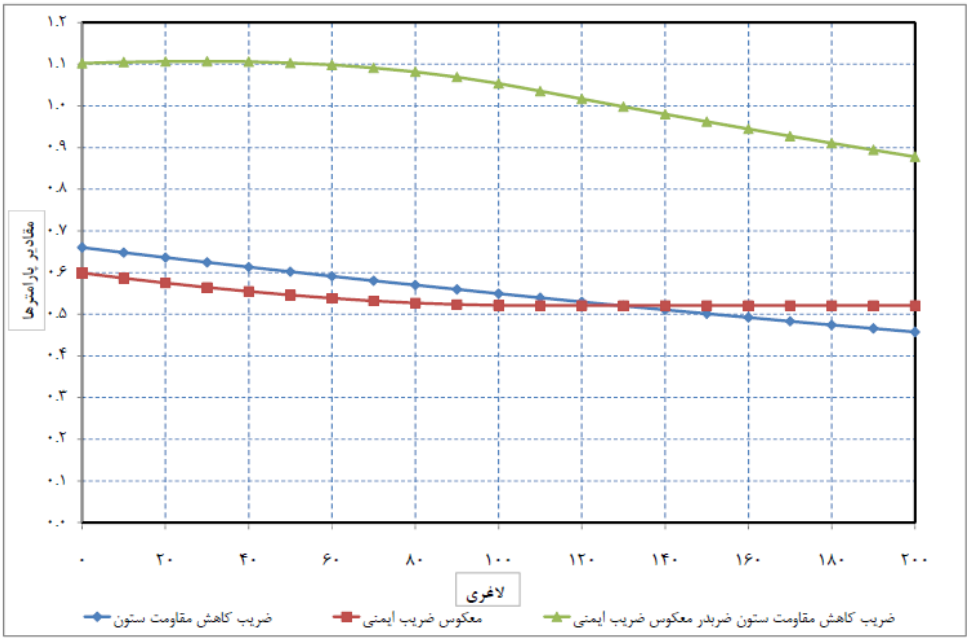
شکل ۱-۱۰- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST37 مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 در دمای ۵۳۸°C



شکل ۱-۱۱- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST52 مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 در دمای ۵۳۸°C



شکل ۱-۱۲- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST37 مطابق آئین‌نامه AISC 360 در دمای ۵۳۸°C



شکل ۱-۱۳- کنترل گسیختگی ستون با فولاد ST52 مطابق آئین‌نامه AISC 360 در دمای ۵۳۸°C

از جداول ۱-۸ و ۱-۹ و شـــکل‌های ۱-۱۰ و ۱-۱۱ که مطابق آئین‌نامه EN 1993-1-2 به دســـت آمده اســـت، دیده می‌شود که مقدار 1/F.S. و ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C نزدیک به یکدیگر بوده، به عبارت دیگر مقدار پارامتر β نزدیک به ۱ می‌باشد، بنابراین دمای ۵۳۸°C می‌تواند تعریف مناسبی برای دمای بحرانی ستون فولادی باشد که البته این دما برای لاغری‌های پایین، مقداری محافظه‌کارانه نیز می‌باشد.

از جدول ۱-۱۰ و شکل ۱-۱۲ که مطابق آئین‌نامه AISC 360 برای فولاد ST37 محاسبه شده است، دیده می‌شود که مقدار .1/F.S و ضریب کاهش مقاومت ستون در دمای ۵۳۸°C نزدیک به هم بوده به عبارت دیگر مقدار پارامتر β نزدیک به ۱ می‌با شد بنابراین دمای ۵۳۸°C می‌تواند تعریف منا سبی برای دمای بحرانی ستون فولادی با شد که البته به جز در لاغری‌های خیلی بالا که در عمل به ندرت با آن مواجه هستیم، این دما مقداری محافظه‌کارانه نیز می‌باشد.

از جدول ۱-۱۱ و شکل ۱-۱۳ که مطابق آئین‌نامه AISC 360 برای فولاد ST52 محاسبه شده است، دیده می‌شود که روند مشابه فولاد ST37 بوده ولی در لاغری‌های خیلی بالا، افت مقاومت ستون از حاشیه ایمنی طراحی بیشتر تجاوز می‌کند. البته باید در نظر داشت که در صنعت ساختمان ایران، فولاد غالب مورد استفاده، فولاد ST37 می‌باشد.

همچنین قابل ذکر است که به دلایل مختلف از جمله دلایل زیر، حاشیه ایمنی در ایران بزرگتر از آنچه در این مطالعه مورد نظر قرار گرفته، می‌باشد؛ به بیان دیگر، دمای بحرانی ستون فولادی می‌تواند از دمای ۵۳۸°C نیز تجاوز کند:

۱- با توجه به اینکه تغییرات مقطع پروفیل‌های فولادی موجود در بازار، پیوسته نبوده و برای طراحی یک ستون فولادی به منظور تحمل بارهای ثقلی وارده، لازم است ضریب اطمینان آئین‌نامه رعایت شود، به ندرت با این حالت مواجه هستیم که برای ضریب اطمینان آئین‌نامه، بتوان یک پروفیل فولادی دقیقاً با خصوصیات مورد نیاز پیدا نمود و غالباً مجبور به استفاده از پروفیل‌های فولادی قوی‌تر از حد نیاز هستیم. بنابراین در عمل، ضریب اطمینان ستون بزرگتر از ضریب اطمینان آئین‌نامه است که در محاسبات این مطالعه مورد نظر قرار گرفته است.

۲- همزمانی وقوع زلزله یا طوفان شدید و آتش‌سوزی در ساختمان بسیار بعید است. در این مطالعه، ضریب اطمینان در نظر گرفته شده مربوط به تحمل بارهای ثقلی تو سط ستون ا ست. بنابراین اگر ستونی علاوه بر تحمل بارهای ثقلی برای تحمل زلزله یا طوفان نیز طراحی شده باشد، ضریب اطمینان این ستون برای تحمل فقط بارهای ثقلی بزرگتر از ضریب اطمینانی است که در محاسبات این مطالعه مد نظر قرار گرفته است.

در ارزیابی ستون‌های فولادی یک ساختمان موجود، می‌توان با توجه به م شخ صات هند سی و مکانیکی هر ستون و بارهای ثقلی وارد به آن، مقدار ضریب اطمینان (F.S.) ستون در تحمل بارها را محا سبه کرده و بر ا ساس آن و به کمک روابط ارائه شده در این مطالعه، دمای بحرانی آن ستون را تعیین کرد. در این حالت، در یک ساختمان موجود، احتمالاً با ستون‌هایی مواجه خواهیم شد که دارای دماهای بحرانی متفاوتی هستند.

اکنون دمای بحرانی یک ستون فولادی موجود تعیین می‌شود، صرفنظر از این که، ستون چگونه و بر اساس چه آئین‌نامه‌ای طراحی شده است. بنابراین می‌توان نوشت:

(۱-۲۴) (Ratio) = (مقاومت ستون در دمای متعارف / بار وارد به ستون)

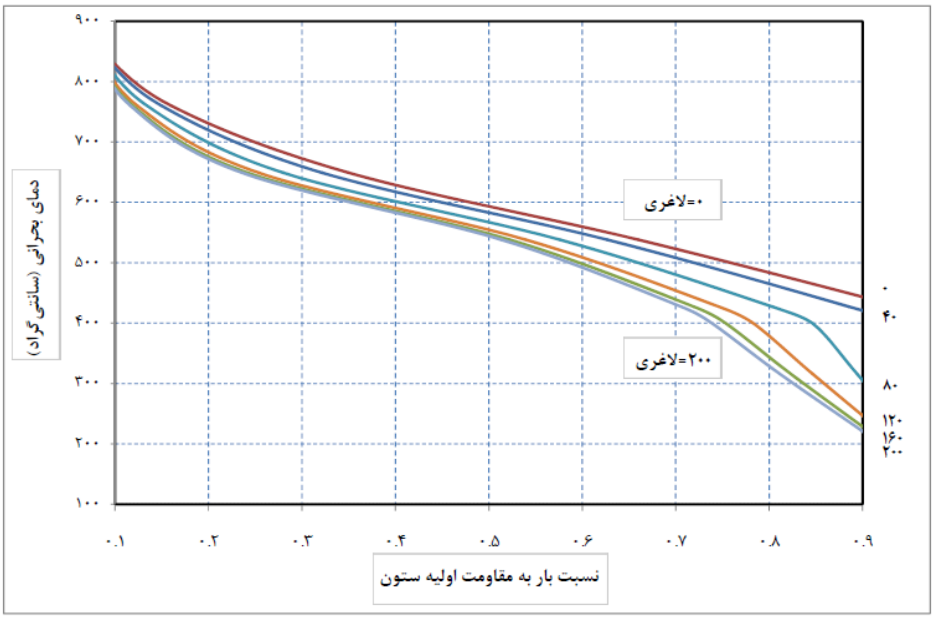
(۱-۲۵) مقاومت ستون در دمای T ≥ بارهای وارد به ستون :گسیختگی ستون در دمای T

(۱-۲۶) ضریب کاهش مقاومت ستون در اثر افزایش دما×مقاومت ستون در دمای متعارف ≥ مقاومت ستون در دمای متعارف × (Ratio)

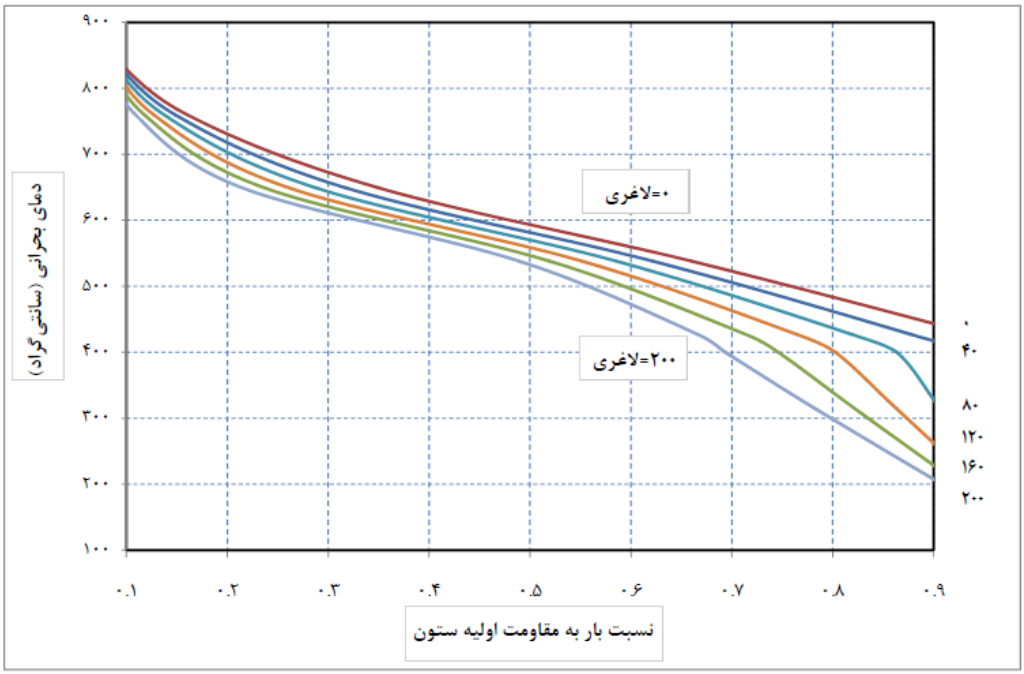
(۱-۲۷) (Ratio) ≤ ضریب کاهش مقاومت ستون در اثر افزایش دما تا T

(Ratio) = ضریب کاهش مقاومت ستون در اثر افزایش دما تا Tcr:دمای بحرانی Tcr (۲۸-۱)

اکنون با توجه به رابطه (۱-۲۸)، دمای بحرانی ستون با فولاد ST37 را در حالت‌های مختلف بر اساس آئین‌نامه‌های EN 1993-1-2 و AISC 360 محاسبه می‌کنیم و نتایج را به ترتیب در شکل‌های ۱-۱۴ و ۱-۱۵ نشان می‌دهیم.



شکل ۱-۱۴- دمای بحرانی ستون با فولاد ST37 برای لاغری‌ها و نسبت‌های مختلف بار فشاری وارده به مقاومت اولیه ستون مطابق با آئین‌نامه EN 1993-1-2



شکل ۱-۱۵- دمای بحرانی ستون با فولاد ST37 برای لاغری‌ها و نسبت‌های مختلف بار فشاری وارده به مقاومت اولیه ستون مطابق با آئین‌نامه AISC 360

با توجه به نمودارهای ترسیم شده در شکل‌های ۱-۱۴ و ۱-۱۵، می‌توان دمای بحرانی هر ستون را با توجه به لاغری آن و نسبت بار وارده به مقاومت اولیه ستون تعیین کرد و سپس ضخامت مناسب پوشش محافظت‌کننده در مقابل حریق انتخابی را بدست آورد. مراحل انجام کار به طور خلاصه در زیر لیست شده است:

۱- انتخاب ستون؛

۲- تعیین لاغری ستون؛

۳- تعیین نسبت بار وارده به مقاومت اولیه ستون؛

۴- تعیین دمای بحرانی ستون بر ا ساس منحنی‌های تر سیم شده بر ا ساس آئین‌نامه EN 1993-1-2 یا AISC 360 (شکل‌های ۱-۱۴ و ۱-۱۵)؛

۵- تعیین زمان مورد نیاز مقاومت ستون در برابر آتش مطابق آئین‌نامه محافظت در برابر حریق مورد استناد؛

۶- انتخاب نوع پوشش محافظت‌کننده ستون؛

۷- تعیین ضخامت پوشش محافظت‌کننده مطابق جداول تهیه شده بر اساس نتایج آزمایشگاهی.

یک نمونه جدول تهیه شـده برای یک پوشـش محافظت‌کننده در مقابل آتش با حذف نام تولیدکننده، در شـکل زیر نشان داده شده است.

جدول ۱-۱۲- یک نمونه جدول ضخامت ماده محافظت کننده در برابر حریق برای زمان‌های مختلف مقاومت در برابر آتش و ضریب مقطع مختلف ستون فولادی با مقطع I و H شکل برای یک دمای بحرانی مشخص

Thickness (mm)						
Critical Temperature=550°C						
Section Factor (1/m)	Time (min)					
	30	60	90	120	150	180
120	14	14	20	27	34	41
130	14	14	21	28	35	42
140	14	15	22	29	36	43
150	14	16	22	29	36	43
160	14	16	23	30	37	44
170	14	16	23	31	38	45
180	14	17	24	31	38	45
190	14	17	24	31	39	46
200	14	17	25	32	39	46
210	14	18	25	32	39	47
220	14	18	25	33	40	47
230	14	18	26	33	40	47
240	14	18	26	33	40	48
250	14	19	26	33	41	48
260	14	19	26	34	41	48
270	14	19	26	34	41	49
280	14	19	27	34	41	49
290	14	19	27	34	42	49
300	14	19	27	34	42	49
310	14	20	27	35	42	50
320	14	20	27	35	42	50
330	14	20	27	35	42	50
340	14	20	28	35	43	50

در این روش، پوشش محافظت‌کننده در هنگام آتش‌سوزی موجب ایجاد یک تاخیر زمانی در رسیدن دمای ستون فولادی به دمای بحرانی آن (گسیختگی ستون) می‌شود. این تاخیر زمانی، برابر نرخ زمان مقاومت مورد نیاز ستون در مقابل آتش است که مطابق مبحث سوم مقررات ملی ساختمان (یا در صورت مقتضی سایر مقررات و آیین نامه های بین المللی) تعیین می‌شود.

۱-۴- هدف و دامنه دستورالعمل

هدف از تهیه این مجموعه، تهیه استانداردها، روش‌های کار و آیین‌نامه‌های مورد نیاز برای کنترل پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش و صدور گواهی‌نامه فنی برای آنها می‌باشد. همچنین این دستورالعمل می تواند به عنوان مدرک پشتیبان مصوب برای مقررات و آیین نامه های ساختمانی که در آنها الزامات مقاومت در برابر آتش خواسته شده است، مورد استفاده قرار گیرد.

گواهی‌نامه فنی در یک جمله کوتاه، تطبیق محصول یا سیستم ساختمانی مورد نظر با الزامات مقررات و آیین‌نامه‌های ساختمانی است، به گونه‌ای که نشان دهد محصول مورد بررسی، الزامات اساسی برای کاربرد مورد نظر را در دوره بهره‌برداری برآورده می سازد، به شرطی که طراحی و ساخت بر اساس اصول صحیح و مقررات صورت گرفته و محصول مورد نظر بر اساس دستورالعمل‌ها و روش‌های صحیح اجرا شده باشد.

همان گونه که بیان شـــد، یکی از الزامات مهم در طرح و اجرای ســـاختمان‌ها، تأمین مقاومت لازم در برابر آتش برای اجزای سازه است، به گونه‌ای که دمای سازه بر اثر حرارت به مقدار بحرانی نرسیده و از شکست سازه به علت افزایش دما جلوگیری شـــود. تعریف لازم برای دمای بحرانی برای ســـتون‌های فولادی در بالا ارائه شـــد. مدت زمان لازم برای مقاومت سازه در برابر آتش بستگی به مشخصات ساختمان و الزامات آیین‌نامه مرجع دارد که برای ایران در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ارائه شده است.

در مطالب بالا نشان داده شد، برای ستون فولادی و با طراحی بر اساس آیین‌نامه‌های طراحی سازه‌ای (مانند مبحث دهم مقررات ملی ساختمان)، به طور کلی دماهای حدود ۵۵۰ درجه سلسیوس، دمای بحرانی محسوب می شود. این در حالی است که دمای آتش‌سوزی معمولاً بسیار بیشتر بوده، بنابراین برای رسیدن به مقاومت لازم در برابر آتش، لازم است تا از پوشش‌های محافظت‌کننده استفاده شود. برای این منظور، نیاز است تا پوشش محافظ خود از مشخصات مناسب برای این هدف برخوردار باشـــد؛ از جمله می‌توان به نارســـانایی حرارتی مناســـب، چســـبندگی به ســـطح زیر کار در دمای معمولی و در دمای بالا، عدم ایجاد خوردگی در سطح زیر کار، دارا بودن وزن مناسب و حتی‌الامکان سبک و مقاومت‌های مکانیکی مناسب را نام برد. همچنین لازم است تا حداقل ضخامت مورد نیاز برای رسیدن به مقاومت‌های مورد نظربرای ضرایب مقطع مختلف دریک جدول طراحی ضخامت تأیید شده، مشخص شده باشد.

در این مجموعه، روش‌های ارزیابی و تهیه جدول ضخامت برای پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش از نوع معدنی پاششی (که تقریباً مهم‌ترین نوع پوشش‌های اصطلاحاً ضد حریق محسوب می‌شوند) ارائه شده است. این جداول شامل چهار پارامتر ضـــریب مقطع، دمای طراحی، مدت زمان رســـیدن به آن دمای طراحی و ضـــخامت پوشـــش محافظت‌کننده می‌باشـــد که با انتخاب ســـه پارامتر، پارامتر چهارم از آن قابل اســـتخراج اســـت. این جداول چارچوب اصـــلی یک مدرک گواهی‌نامه فنی برای پوشش را تشکیل می‌دهند که طراحان بر اساس آن می‌توانند ضخامت مورد نیاز برای اجرای پوشش بر روی مقاطع فولادی مورد نظر را تعیین کنند. بدیهی است که جزئیات اجرایی که جدول بر آن اساس به دست آمده، نیز باید به صـــورت کامل مشـــخص باشـــد. گزارش گواهی‌نامه فنی که برای این محصـــولات ارائه می‌شـــود، علاوه بر جداول طراحی ضخامت، شامل مشخصات فنی متعدد می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان چگالی، مقاومت فشاری، چسبندگی، نفوذپذیری بخار آب، دوام در برابر شرایط محیطی و مشخصات دیگر را نام برد. برخی از این مشخصات جنبه الزامی داشته و معیارهای ارزیابی برای آنها موجود اســـت. برخی دیگر جنبه اطلاعات طراحی داشـــته و بر حســـب الزامات پروژه ممکن است مورد استفاده قرار گیرند.

موضـــوع مهم دیگر، نحوه کنترل این پوشـــش‌ها در حین اجرا در کارگاه ســـاختمانی اســـت. برای این موضـــوع نیز یک آیین‌کار استاندارد در این مجموعه تدوین و ارائه شده است.

فصل دوم

چارچوب کلی – ارزیابی محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش

بخش اول: کلیات و دامنه کاربرد

۲-۱- دامنه کاربرد

به طور کلی، این دستورالعمل به ارزیابی محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش پوشش‌های معدنی پاششی می‌پردازد که برای بهبود عملکرد مقاومت در برابر آتش و یا فراهم کردن حفاظت لازم در برابر آتش اجزای ساختمانی، به کار می‌روند.

با این وجود، فصل دوم (حاضر)، به بررسی اجمالی، تمام محصولات پوشش‌های واکنش‌زا (پف‌کننده) برای محافظت در برابر آتش اعضای فولادی، اندودها و پوشش‌های معدنی ، تخته‌ها و صفحات محافظت‌کننده در برابر آتش، می‌پردازد.

در سایر فصول این دستورالعمل، فقط به مواد محافظت‌کننده معدنی پاششی پرداخته شده و بررسی مفصل‌تر دیگر محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش، شامل مواد پف‌کننده پاششی (مانند رنگ‌ها) و صفحات محافظت‌کننده در برابر آتش (مانند تخته گچی) در ویرایش‌های آتی این دستورالعمل به آنها پرداخته خواهد شد.

این محصولات محافظ ممکن است سایر جنبه‌های عملکرد در برابر آتش (مانند واکنش در برابر آتش) را نیز بهبود بخشند، ولی نقش اصلی آن‌ها، بهبود عملکرد مقاومت در برابر آتش است.

این دستورالعمل استفاده از محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش را برای کارهای عمرانی که در آن‌ها سناریوهای خاص آتش مورد توجه باشد (مانند تونل‌ها یا نیروگاه‌های هسته‌ای) پوشش نمی‌دهد. همچنین محصولاتی که فقط به منظور بهبود رفتار واکنش در برابر آتش فرآورده‌های ساختمانی به کار می‌روند، تحت پوشش این دستورالعمل قرار نمی‌گیرند (مانند مواد کندسوزکننده).

۲-۲- دسته‌بندی کاربردها

۲-۲-۱- دسته‌بندی کاربردهای مربوط به شرایط آب و هوایی

با توجه به امکان کاربرد پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش در معرض شرایط جوی مختلف، ممکن است کاربرد یک پوشش محافظ در شرایط آب و هوایی یا شرایط خورنده مشخصی دارای محدودیت‌هایی باشد. برای ارزیابی و تعیین این محدودیت‌ها، روش‌های ارزیابی عملکرد پوشش‌ها در شرایط مختلف تدوین خواهد شد. از جمله این عوامل مخرب می‌توان دمای محیط؛ چرخه‌های یخ زدن / آب شدن؛ رطوبت (بخار آب)؛ آب مایع / باران؛ قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش و سایر شرایط را بر شمرد.

این عوامل بالقوه مخرب که عمر مفید و دوام محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، لازم است تا بهره‌برداران و تولیدکنندگان همواره آخرین ویرایش این دستورالعمل و راهنماهای مربوط به آن را

مد نظر قرار دهند. در صورتی که روش ارزیابی دوام محصول در برابر شرایط تهاجمی مشخصی، در این دستورالعمل آورده نشده باشد، بهره بردار و تولیدکننده می‌توانند بر اساس مدارک فنی معتبر، روش ارزیابی را مشخص و توافق نمایند. همچنین در غیاب آزمون‌ها و روش‌های ملی، برای شرایط خاص خورنده و تهاجمی، از روش‌ها و نتایج آزمون‌های معتبر خارجی می‌توان استفاده کرد.

به طور کلی دسته‌بندی‌های زیر برای کاربرد محصولات محافظ در برابر آتش در شرایط آب و هوایی تعریف می‌شود:

الف- کاربرد محصول در محیط بیرونی (قرار گرفتن در معرض باران و اشعه ماوراء بنفش، قرار نداشتن در معرض باران و اشعه ماوراء بنفش)؛

ب - کاربرد محصول در محیط داخلی.

بسته به محصولات مختلف (تشریح شده در بخش‌های خاص این دستورالعمل)، تقسیم‌بندی‌های بیشتری مطابق دسته‌بندی‌های کاربرد داخلی و خارجی، ممکن است لازم شود. برای این موضوع، می‌توان از مراجع معتبر مربوط استفاده نمود.

اینکه ارزیابی محصول محافظت‌کننده در برابر آتش بر اساس استفاده در فضای داخلی و یا فضای بیرونی یا برای بیش از یکی از این دسته‌بندی‌ها صورت گیرد، بستگی به شرایط کاربرد محصول دارد.

۲-۲-۲- دسته‌بندی کاربرد مربوط به جزء ساختمانی مورد نظر برای محافظت

محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش را می‌توان بر اساس دسته یا خانواده اجزای ساختمانی که قرار است محافظت شوند، به شرح زیر دسته‌بندی نمود:

- نوع ۱: محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش به صورت حفاظت غشایی افقی؛
- نوع ۲: محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش به صورت حفاظت غشایی عمودی؛
- نوع ۳: محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش برای حفاظت اجزای بتنی باربر؛
- نوع ۴: محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش برای حفاظت اجزای فلزی باربر؛
- نوع ۵: محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش برای حفاظت صفحات کامپوزیتی پروفیل شده بتنی تخت؛
- نوع ۶: محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش برای حفاظت ستون‌های فولادی توخالی باربر، پرشده با بتن؛
- نوع ۷: محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش برای حفاظت اجزای چوبی باربر؛
- نوع ۸: محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش دارای مشارکت در مقاومت در برابر آتش اجزای جداکننده غیرباربر؛
- نوع ۹: محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش دارای مشارکت در مقاومت در برابر آتش برای مجموعه‌های تأسیساتی ساختمان؛
- نوع ۱۰: سایر کاربردها مرتبط با فضابندی حریق یا محافظت در برابر آتش که در ۹ دسته بالا آورده نشده باشد.

۲-۳- تعاریف و اصطلاحات

۲-۳-۱- پوشش واکنش‌زا

یک محصول محافظت‌کننده در برابر آتش که معمولاً شامل پرایمر برای حفاظت در برابر خوردگی یا به عنوان عامل چسبندگی، جزء واکنش‌زا و پوشش رویه است. جزء واکنش‌زا ممکن است یک ماده پف‌کننده، یک جاذب حرارت یا ترکیبی از هر دو باشد. این مواد واکنش‌زا ممکن است در یک یا چند لایه استفاده شوند.

۲-۳-۲- اندودکاری (پوشش مقاوم در برابر آتش معدنی پاششی)

یک ماده پاششی برای محافظت در برابر آتش سازه‌های فولادی، بتنی یا چوبی، متشکل از درصد عمده از هر یک از موارد زیر:

- چسباننده گچی یا سیمانی که با یک یا چند نوع سنگدانه و یا الیاف مخلوط شده است. این ترکیب (مخلوط خشک) با آب مخلوط شده تا ماده‌ای دوغابی قابل پاشش تولید شود؛

- الیاف معدنی که با یک چسباننده و یا سنگدانه مخلوط شده است. این ترکیب به صورت خشک پاشیده شده و در سر لوله با آب مخلوط می‌شود.

این محصولات پس از گیرش و سخت شدن، مقاومت در برابر آتش اعضای سازه‌ای ساختمانی فولادی، بتنی یا چوبی را بهبود می‌دهند.

۲-۳-۳- تخته‌ها / پانل‌ها

محصولاتی صلب با شکل مستطیلی و سطح مقطع معین هستند که ضخامت آن‌ها یکنواخت و بسیار کوچکتر از سایر ابعاد است.

۲-۳-۴- صفحه

محصولی نیمه‌صلب با شکل مستطیلی و سطح مقطع معین که ضخامت آن، یکنواخت و بسیار کوچکتر از سایر ابعاد است.

۲-۳-۵- عایق‌های الیافی

محصول الیافی انعطاف‌پذیر عایق که به صورت تخت یا لوله‌ای عرضه می‌شود. این محصول ممکن است دارای یک لایه نازک نما باشد (مثلاً برای اهداف تزئینی).

۲-۳-۶- تخته‌ها / پانل‌ها، عایق‌های الیافی و صفحات محافظ در برابر آتش

محصولاتی هستند که اساساً از الیاف معدنی، ورمیکولیت، سیلیکات کلسیم، سیمان، گچ یا سایر مواد مناسب تشکیل می‌شوند و به منظور فضابندی آتش ساختمان یا بهبود و یا حفظ عملکرد محافظت در برابر آتش استفاده می‌شوند.

بخش دوم: ارزیابی مناسب بودن برای کاربرد

الف) کاربرد دستورالعمل در فرآیند تأیید

این دستورالعمل، اطلاعات لازم در خصوص ارزیابی یک خانواده یا گروه از محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش را ارائه می‌دهد. با توجه به ادعا و درخواست کارخانه یا تولیدکننده متقاضی اخذ گواهی‌نامه فنی، محصول مورد نظر و نحوه کاربرد آن مشخص و بر این اساس، چارچوب ارزیابی مشخص می‌شود. بنابراین برای تعدادی از محصولات نسبتاً متداول، ممکن است فقط تعدادی از آزمون‌ها و معیارهای متناظر برای تعیین مناسب بودن محصول برای استفاده، کافی باشد. در سایر حالات، مثلاً برای محصولات خاص یا نوآوری‌ها ممکن است همه آزمون‌ها مورد نیاز باشند.

ب) ساختار کلی ارزیابی

ارزیابی مناسب بودن محصولات با توجه به کاربرد مورد نظر آنها در کارهای ساختمانی، فرآیندی است که در ادامه در چهار فصل زیر پوشش داده می‌شود:

- زیربخش ۲-۴: ارائه الزامات ویژه مرتبط با محصولات و کاربردهای آنها و سپس مشخصه‌های متناظر مرتبط محصولات.

- زیربخش ۲-۵: تعریف دقیق‌تر فهرست ارائه شده در زیربخش ۲-۴ و ارائه روش های موجود برای تصدیق مشخصه‌های ویژه محصولات و بیان اینکه چگونه الزامات و مشخصه‌های مربوطه محصولات، توصیف می‌شوند. این موضوع به وسیله آزمون‌ها، روش‌های محاسبه و غیره (بر مبنای انتخاب روش‌های مناسب) انجام می‌شود.

- زیربخش ۲-۶: راهنمایی در خصوص روش‌های ارزیابی و قضاوت، به منظور تأیید مناسب بودن برای کاربرد مورد نظر محصولات.

- زیربخش ۲-۷: فرضیات و پیشنهاداتی برای ارزیابی مناسب بودن محصول برای کاربرد مورد نظر.

ج) عمر مفید فرض شده برای محصولات ساختمانی

ضوابط آزمون‌ها و روش‌های ارزیابی که در این دستورالعمل ارائه شده است با فرض عمر مفید محصول برابر ۱۰ سال یا حداقل ۲۵ سال تهیه شده، به شرطی که محصول در معرض شرایط مناسب بهره‌برداری و نگه‌داری قرار داشته باشد. این ضوابط بر اساس وضعیت موجود دانش فنی و تجربیات ارائه شده است. اطلاعات تکمیلی در این خصوص در ویرایش‌های بعدی ارائه خواهد شد.

۲-۴- الزامات مورد نیاز برای کارها و ارتباط آن با مشخصه‌های محصولات

آشنایی با مفهوم « مناسب بودن برای کاربرد»

مناسب برای کاربرد مورد نظر بودن یک محصول ساختمانی بدان معنی است که این محصول دارای مشخصه‌هایی است که اگر به درستی طراحی و ساخته شده باشد، الزامات اساسی را (به شرط رعایت ضوابط مربوط) برآورده می‌کند و برای کاربرد مورد نظر مناسب است و یک عمر مفید منطقی اقتصادی را (در صورتی که به طور معمول حفظ و نگه‌داری شود) برآورده می‌کند.

ارزیابی مناسب بودن یک محصول ساختمانی برای کاربرد مورد نظر، شامل موارد زیر می‌باشد:

- شناسایی مشخصات محصول که با مناسب بودن آن برای کاربرد مرتبط هستند (مشخصات مقرراتی)؛
- تعریف روش‌هایی برای بررسی و تأیید مشخصات کنترلی محصول و بیان عملکردهای مربوط؛
- گزینه «عملکرد تعیین نشده» به این معنا است که برای مشخصه مورد نظر، بر اساس این دستورالعمل تعیین عملکرد الزامی نیست. بدیهی است که در این صورت، تطبیق مشخصات با الزامات مباحث مقررات ملی ساختمان کماکان باید صورت گیرد.

ارتباط الزامات با مشخصات محصول و روش‌های ارزیابی و تصدیق

مشخصات محصول، معیارهای ارزیابی و روش‌های تأیید که مربوط به مناسب بودن محصولات محافظ در برابر آتش برای استفاده مورد نظر می‌باشد و در زیربخش ۲-۲ اشاره شده، در جدول ۲-۱ ارائه شده است. برای محصولات مختلف محافظ در برابر آتش، به فصل اختصاصی آن در این دستورالعمل مراجعه شود.

یادآوری: در این ویرایش از دستورالعمل، تنها دستورالعمل‌های لازم برای ارزیابی پوشش‌های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی ارائه شده و سایر ضوابط در ویرایش‌های بعدی ارائه خواهد شد.

جدول ۲-۱- مشخصه‌های محصول و روش‌های ارزیابی و تصدیق

ردیف	مشخصه محصول	گزینه «عملکرد تعیین نشده»	روش ارزیابی و تصدیق	بیان عملکرد محصول
الزام اساسی ۱: مقاومت مکانیکی و پایداری				
۱	غیرمربوط			
الزام اساسی ۲: ایمنی در آتش‌سوزی				
۱	واکنش در برابر آتش	طبقه F مطابق با INSO 8299-1	بندهای ۲-۵-۲-۱ و ۲-۶-۲-۱	طبقات A تا F مطابق با INSO 8299-1
۲	مقاومت در برابر آتش، بند ۲-۴-۲-۳	غیر مجاز	بندهای ۲-۵-۲-۲ و ۲-۶-۲-۲	طبقه‌بندی مطابق با EN 13501
الزام اساسی ۳: بهداشت، سلامتی و شرایط محیطی				
۳	نفوذ هوا	مجاز	بندهای ۲-۵-۳-۱ و ۲-۶-۳-۱	ارزیابی یا مقدار اعلام شده
۴	نفوذ آب	مجاز	بندهای ۲-۵-۳-۱ و ۲-۶-۳-۱	ارزیابی یا مقدار اعلام شده
۵	مقدار و رها شدن مواد خطرناک	مجاز	بندهای ۲-۵-۳-۲ و ۲-۶-۳-۲	نشانگر مواد خطرناک یا «بدون مواد خطرناک»
الزام اساسی ۴: ایمنی در حین بهره‌برداری				
۶	مقاومت مکانیکی و پایداری	مجاز	بندهای ۲-۵-۴-۱ و ۲-۶-۴-۱	مقادیر یا ترازهای اعلام شده و غیره، در صورت مقتضی
۷	مقاومت در برابر ضربه / حرکت	مجاز	بندهای ۲-۵-۴-۲ و ۲-۶-۴-۲	مقادیر یا ترازهای اعلام شده و غیره، در صورت متقضی
۸	چسبندگی*[۱]	مجاز	بندهای ۲-۵-۴-۳ و ۲-۶-۴-۳	مقادیر یا ترازهای اعلام شده و غیره، در صورت متقضی
الزام اساسی ۵: محافظت در برابر صدا				
۹	عایق‌بندی صدای هوابرد	مجاز	بندهای ۲-۵-۵-۱و ۲-۶-۵-۱	میزان تراز
۱۰	جذب صدا	مجاز	بندهای ۲-۵-۵-۲و ۲-۶-۵-۲	میزان تراز
۱۱	عایق‌بندی صدای کوبه‌ای	مجاز	بندهای ۲-۵-۵-۳ و ۲-۶-۵-۳	میزان تراز
الزام اساسی ۶: صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما				
۱۲	مشخصات حرارتی	مجاز	بندهای ۲-۵-۶-۱ و ۲-۶-۶-۱	مقادیر یا ترازهای اعلام شده و غیره، بر حسب مورد
۱۳	نفوذپذیری بخار آب *[۲]	مجاز	بندهای ۲-۵-۶-۲ و ۲-۶-۶-۲	مقادیر یا ترازهای اعلام شده و غیره، بر حسب مورد
جنبه‌های عمومی مناسب بودن برای کاربرد مورد نظر *[۳]				
۱۴	دوام	غیرمجاز	بندهای ۲-۵-۷-۱ و ۲-۶-۷-۱	الزامات ویژه و نحوه ارزیابی‌ها در قسمت‌های خاص مربوطه در این راهنما توصیف شده است.
۱۵	شناسایی	غیرمجاز	بندهای ۲-۵-۷-۲ و ۲-۶-۷-۲	الزامات ویژه و نحوه ارزیابی‌ها در قسمت‌های خاص مربوطه در این راهنما توصیف شده است.

*[۱]- برای محصولات خاص، می‌تواند به عنوان مقاومت چسبندگی به سطح زیر کار به کار برده شود.

*[۲]- این مشخصه، مرتبط با الزام اساسی ۳ نیز می‌باشد.

*[۳]- آن جنبه‌هایی از دوام و اقتصاد کارها، که در الزامات اساسی ۱ تا ۶ پوشش داده نشده باشد.

۲-۴-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری

این الزام اساسی، به محصولات محافظ‌کننده در برابر آتش، مربوط نمی‌شود.

۲-۴-۲- ایمنی در برابر آتش‌سوزی

موارد زیر در رابطه با عملکرد در برابر آتش مربوط به محصولات محافظ در برابر آتش می‌باشد:

۲-۴-۲-۱- واکنش در برابر آتش

عملکرد واکنش در برابر آتش محصـول محافظت‌کننده در برابر آتش و یا اجزای یک مجموعه از آن، با توجه به کاربرد نهایی مورد نظر آن، باید مطابق با ضوابط و مقررات باشد.

۲-۴-۲-۲- مقاومت در برابر آتش

عملکرد مقاومت در برابر آتش عضو ساختمانی یا تأسیساتی که محصول محافظت‌کننده در برابر آتش ممکن است بخشـی از آن را تشـکیل دهد، با توجه به کاربرد نهایی آن، باید مطابق با ضـوابط و مقررات باشـد. گزینه «عملکرد تعیین نشده» برای محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش قابل استفاده نیست.

۲-۴-۳- بهداشت، سلامت و شرایط محیطی

۲-۴-۳-۱- نفوذپذیری هوا و یا آب

در صـورتی که اقتضـا نماید، طراحی محصـول محافظ در برابر آتش، باید مطابق با ضـوابط و مقررات باشـد جایی که محصول جزئی از قطعه نهایی است.

۲-۴-۳-۲- رهاسازی مواد خطرناک

محصول محافظت‌کننده در برابر آتش باید به گونه‌ای باشد که در حین و پس از اجرا، باعث انتشار گازهای سمی و مضر، ذرات خطرناک یا تشعشع به محیط داخلی یا موجب آلودگی محیط خارجی (هوا، خاک یا آب) نشود. تولیدکننده باید از استفاده از چنین موادی در محصول خودداری نموده، کلیه مسئولیت‌های حقوقی در صورت وجود مواد مضر در ترکیب محصول محافظت‌کننده در برابر آتش بر عهده تولیدکننده می‌باشد. متقاضی باید ترکیب کلی محصول و یا اجزای محصـول را به مرجع صـدور گواهی‌نامه فنی ارائه دهد. مرجع صـدور گواهی‌نامه فنی باید شـرایط لازم و مطمئن برای محرمانه بودن اطلاعات را مهیا و رعایت نماید. همچنین استفاده از هر گونه مواد بازیافتی باید به مرجع صدور گواهی‌نامه فنی اعلام شود. در صورت تردید در مورد وجود مواد مضر، مرجع صدور گواهی‌نامه فنی می‌تواند آزمون‌های لازم را تعیین و به برنامه گواهی‌نامه فنی اضافه نماید.

۲-۴-۴- ایمنی در حین بهره‌برداری

مشخصه‌های محصول محافظت‌کننده در برابر آتش که تراز خطرپذیری در حین بهره برداری را برای ساکنین تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌تواند شامل مواردی مانند شکل هندسی، لبه‌های تیز، سطح زبر و از این قبیل باشد که برای محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش بر حسب جنبه‌های عملکردی مربوط به الزامات اساسی در زیر مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲-۴-۴-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری

محصول محافظت‌کننده در برابر آتش باید مقاومت مکانیکی کافی برای تحمل بارهای استاتیکی و یا دینامیکی مورد انتظار در شرایط عادی جابجایی، حین اجرا و شرایط بعد از اجرا (شامل تعمیر و نگه‌داری) را داشته باشد. این بارها می‌توانند شامل وزن خود محصول، تغییرات ابعادی به دلیل تغییرات دما یا شرایط رطوبتی یا تغییرات ناشی از آن، بارهای باد و برف و غیره و همچنین شامل بارهای اعمال شده به محصول از طریق یک سیستم تکیه‌گاهی یا نگه‌دارنده باشد.

۲-۴-۴-۲- مقاومت در برابر ضربه / جابجایی

محصول محافظت‌کننده در برابر آتش پس از اجرا باید مقاومت مکانیکی و پایداری کافی برای تحمل بارهای بزرگ تصادفی استاتیکی یا دینامیکی ناشی از افراد یا اجسام را، بدون فروپاشی کامل یا جزئی ایجادکننده قطعات خطرناک (تیز یا برنده)، بدون ریسک سقوط به ویژه در تغییرات تراز ارتفاع را داشته باشد، به گونه‌ای باعث ایجاد خطر برای افراد نشود.

۲-۴-۴-۳- چسبندگی

برای محصولات محافظت کننده در برابر آتش که مستقیماً به سطح زیر کار چسبیده‌اند، باید جابجایی‌های ناشی از تغییرات دمایی، تنش و سایر جابجایی‌های قابل انتظار در دوران بهره‌برداری را تحمل کنند.

صرف نظر از هر گونه الزامات عملکردی در الزامات اساسی شماره ۴ (مراجعه شود به جدول ۲-۱)، در کاربرد در نظر گرفته شده برای محصولات محافظ در برابر آتش، لازم است چسبندگی آنها به سطح زیر کار (مثلاً مقاومت چسبندگی، قابلیت چسبندگی) با توجه به عملکردشان در برابر آتش، بررسی شود.

الزامات حداقل مقاومت چسبندگی پوشش محافظت‌کننده معدنی پاششی به زیر کار در جدول ۲-۲ ارائه شده است. همچنین لازم است تا مقدار چسبندگی با الزامات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان مطابقت نماید.

جدول ۲-۲- حداقل مقادیر مقاومت چسبندگی پوشش‌های محافظ حریق

ارتفاع ساختمان (m) از تراز زمین	حداقل مقاومت چسبندگی (kPa)
تا ۲۳	۷/۲
۲۳ تا ۱۲۸	۲۱
بیش از ۱۲۸	۴۸

از طرف دیگر، اگر ارتفاع ساختمان بیشتر از ۱۲۸ متر باشد، اجرای مش فولادی درگیرکننده سراسری بر روی سطح زیرکار به منظور محافظت ستون‌ها و تیرهای فولادی در مقابل حریق با پوشش‌های پاششی پایه معدنی، الزامی است.

۲-۴-۵- عایق‌بندی در برابر صدا

۲-۴-۵-۱- عایق‌بندی در برابر صدای هوابرد

انتقال صدای هوابرد از محصول محافظت‌کننده در برابر آتش پس از اجرا باید برحسب نوع کاربرد آن مطابق با ضوابط و مباحث مربوط به عایق‌بندی و تنظیم صدا باشد. در این حالت، گزینه «عملکرد تعیین نشده» امکان‌پذیر است.

۲-۴-۵-۲- جذب صدا

جذب صدای محصول محافظت‌کننده در برابر آتش پس از اجرا باید برحسب نوع کاربرد آن مطابق با ضوابط و مباحث مربوط به عایق‌بندی و تنظیم صدا باشد. در این حالت، گزینه «عملکرد تعیین نشده» امکان‌پذیر است.

۲-۴-۵-۳- عایق‌بندی صدای کوبه‌ای

عایق‌بندی صدای کوبه‌ای محصول محافظت‌کننده در برابر آتش پس از اجرا باید برحسب نوع کاربرد آن مطابق با ضوابط و مباحث مربوط به عایق‌بندی و تنظیم صدا باشد. در این حالت، گزینه «عملکرد تعیین نشده» امکان‌پذیر است.

۲-۴-۶- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما

۲-۴-۶-۱- عایق‌بندی حرارتی

انتقال / مقاومت حرارتی محصول محافظت‌کننده در برابر آتش پس از اجرا باید برحسب نوع کاربرد آن مطابق با مقررات ملی ساختمان باشد. در این حالت، گزینه «عملکرد تعیین نشده» امکان‌پذیر است.

اگر هر گونه ناپیوستگی در سیستم سرهم بندی شده، برای مثال، یک قاب نگه‌دارنده یا یک سیستم گیردار، وجود داشته باشد، لازم است اثر پل حرارتی در آن در نظر گرفته شود.

۲-۴-۶-۲- نفوذپذیری بخار آب

محصول محافظت‌کننده در برابر آتش باید طوری طراحی، ساخته و نصب شود که انتقال رطوبت باعث تراکم زیاد بخار آب در داخل کارهای اجرا شده یا بر روی سطوح داخلی، نشود (این موضوع همچنین می‌تواند مرتبط با الزامات سی شماره ۳ باشد).

۲-۴-۷- جنبه‌های دوام و شناسایی

۲-۴-۷-۱- دوام

دوام محصول محافظت‌کننده در برابر آتش لازم است مطابق با این دستورالعمل، مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲-۴-۷-۲- شناسایی

۲-۴-۷-۲-۱- روش‌های شناسایی

محصولی که موضوع گواهی‌نامه فنی است، باید به وسیله یک مورد یا چند مورد زیر شناسایی شود:

- آزمون مشخصه‌های محصول مطابق دیگر بخش‌های مربوطه در این دستورالعمل؛
- تشخیص ماهیت؛
- فرمولاسیون؛
- پارامترهای فرآیند تولید؛
- محاسبات، جزئیات و نقشه‌ها.

۲-۴-۷-۲-۲- اجزا در بسته‌ها (Kits)

برای محصولاتی که به صورت یک مجموعه کیت ارائه می‌شود (مثلاً شامل پرایمر خاص یا توری مسلح کننده خاص همراه با محصول پاششی)، دریافت کننده گواهی‌نامه فنی با توجه به ضوابط اجزا، گزینه‌های پیش‌رو را دارد و این گزینه‌ها به وسیله مرجع صدور گواهی‌نامه فنی در نظر گرفته خواهد شد:

- استفاده از اجزا معین؛ یعنی اجزا از یک تأمین‌کننده خاص، دریافت شده که به وسیله مرجع تأیید کننده، بر اساس عملکردشان در کاربرد، مورد قبول واقع شده است.

- استفاده از اجزای نوعی (ژنریک)؛ یعنی اجزا بر اساس تطابق با استاندارد مربوط که به طور کامل کاربرد محصول را پوشش داده، مورد قبول مرجع صدور گواهی‌نامه فنی واقع شده است.

گواهی‌نامه فنی برای یک کیت، بر اساس اطلاعات و داده‌های بدست آمده، صادر شده و به وسیله مرجع تأییدکننده، نگه‌داری شده و بیانگر کیت و اجزای آن است که مورد ارزیابی و قضاوت قرار گرفته است. تغییرات در آن دسته از اجزای

یک کیت یا فرآیند تولید که می‌تواند منجر به نادرستی اطلاعات ثبت شده موجود شود، باید قبل از اعمال تغییرات، به مرجع صدور گواهی‌نامه فنی اعلام شود. مرجع صدور گواهی‌نامه فنی تصمیم خواهد گرفت که آیا این تغییرات، گواهی‌نامه فنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و آیا ارزیابی بیشتر و تغییر در گواهی‌نامه فنی لازم است. جایی که یک جزء بر اساس تولیدکننده خاص آن تعریف شده یا ضوابط عمومی به طور کامل مناسب بودن یک جزء برای استفاده در محصول محافظت‌کننده در برابر آتش را پوشش نمی‌دهد، هر گونه تغییر بر مبنای ارزیابی‌های اضافی لازم به وسیله مرجع صادرکننده گواهی‌نامه فنی، قابل قبول خواهد بود. عموماً در چنین حالاتی، صدور یک گواهی‌نامه فنی اصلاح شده و تصحیح در دستورالعمل‌ها و اعلام به مراجع ذیصلاح، ضروری خواهند بود.

هنگامی که یک جزء از یک محصول محافظ در برابر حریق، به طور کلی مشخص می شود برای مثال، با ارجاع به یک استاندارد و کفایت آن ضابطه برای اثبات مناسب بودن استفاده از آن جزء در محصول مورد قبول مرجع صدور گواهی‌نامه فنی قرار گرفته با شد و در گواهی‌نامه فنی صادره، ذکر شده، در این صورت تغییر تأمین کننده جزء، قابل قبول خواهد بود.

با هر گونه تعویض یک جزء از محصول محافظ در برابر آتش، باید اطمینان حاصل شود که جزء جدید اثر منفی بر روی تراز عملکردی یا عمر محصول ندارد.

اطلاعات مفصل در بخش‌های خاص مربوطه از این دستورالعمل ارائه شده است.

۲-۵- روش‌های تصدیق

۲-۵-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری

این الزام، مربوط به این محصولات نمی‌شود.

۲-۵-۲- ایمنی در برابر آتش‌سوزی

۲-۵-۲-۱- واکنش در برابر آتش

حالت ۱: حالت عادی

محصول محافظت‌کننده در برابر آتش باید با استفاده از روش(های) آزمون مربوطه برای تعیین کلاس واکنش در برابر آتش، به منظور طبقه‌بندی مطابق با INSO 8299-1 آزمون شود.

ضوابط تعبیه و نصب که برای آزمون محصول محافظ در برابر آتش، لازم در نظر گرفته شده‌اند و برای کاربرد مورد نظر آن محصول، اجرا می‌شوند، در صورت نیاز، در قسمت‌های خاص مربوطه در این مجموعه دستورالعمل مشخص شده‌اند.

حالت ۲: محصولاتی که الزامات طبقه A واکنش در برابر آتش را بدون نیاز به آزمون برآورده می‌کنند. فهرست این محصولات در راهنمای مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و یا به صورت مقتضی دیگر اعلام خواهد شد.

۲-۵-۲-۲- مقاومت در برابر آتش

بخشی از کارهای انجام شده یا سیستم مونتاژ شده که در آن محصول محافظت‌کننده در برابر آتش برای نصب یا اجرا مورد نظر است، باید با استفاده از روش آزمون مناسب برای طبقه مقاومت در برابر آتش متناظر، برای طبقه‌بندی مطابق INSO 8299-2 مورد آزمون قرار گیرد.

اطلاعات مفصل در بخش خاص مربوطه در این دستورالعمل ارائه شده است.

۲-۵-۳- بهداشت، سلامت و محیط زیست

۲-۵-۳-۱- نفوذپذیری هوا و آب

برای برخی از محصولات محافظ در برابر آتش، تعیین میزان نفوذپذیری هوا و آب، نیاز است.

۲-۵-۳-۱-۱- نفوذپذیری هوا

نفوذپذیری هوا در محصول محافظت‌کننده در برابر آتش باید با مقایسه راه‌حل‌های طراحی متقاضی گواهی‌نامه فنی با جزئیات ساخت استاندارد و تجربه فنی موجود، ارزیابی شود.

اگر نفوذپذیری هوا نتواند با استفاده از دانش موجود، مثلاً به دلیل ناآشنایی یا راه‌حل‌های نوآورانه برای جزئیات مربوط به ساخت، مورد ارزیابی قرار گیرد، آزمون باید تحت مسئولیت مرجع صدور گواهی‌نامه فنی انجام شود.

۲-۵-۳-۱-۲- نفوذپذیری آب

نفوذپذیری آب (نفوذ آب مایع) در محصولات محافظ در برابر آتش به منظور استفاده در محیط‌های بیرونی یا داخلی، باید با مقایسه راه‌حل‌های طراحی متقاضی گواهی‌نامه فنی با جزئیات ساخت استاندارد و روش مناسب مهندسی، ارزیابی شود.

اگر نفوذپذیری آب نتواند با استفاده از دانش موجود، مثلاً به دلیل راه حل‌های ناشناخته یا نوآورانه برای جزئیات مربوط به ساخت، مورد ارزیابی قرار گیرد، آزمون و ارزیابی به تشخیص مرجع صدور گواهی‌نامه فنی صورت می‌گیرد.

۲-۵-۳-۲- مقدار و یا رها شدن مواد خطرناک

در صورت نیاز، مرجع صدور گواهی‌نامه فنی باید نسبت به ارزیابی مقدار و یا رها شدن مواد خطرناک با استفاده از مراجع معتبر اقدام نماید.

۲-۵-۴- ایمنی در حین بهره‌برداری

۲-۵-۴-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری

برای محصــولات خاص محافظت‌کننده در برابر آتش، مقاومت مکانیکی و پایداری باید مطابق با روش‌های آزمون ارائه شده در بخش خاص مربوطه در این دستورالعمل تصدیق شود.

۲-۵-۴-۲- مقاومت در برابر ضربه / جابجایی

برای محصولات خاص محافظت‌کننده در برابر آتش، مقاومت در برابر ضربه باید مطابق با روش‌های آزمون ارائه شده در بخش خاص مربوطه در این دستورالعمل تصدیق شود.

۲-۵-۴-۳- چسبندگی

برای محصــولات خاص محافظت‌کننده در برابر آتش، چســبندگی باید مطابق با روش‌های آزمون ارائه شــده در بخش خاص مربوطه در این دستورالعمل تصدیق شود.

۲-۵-۵- محافظت در برابر صدا

در صورتی که که تولیدکننده مدعی عملکرد آکوستیکی محصول است، مرجع صدور گواهی‌نامه فنی باید این موضوع را مطابق با ضوابط و مباحث مربوط به عایق‌بندی و تنظیم صدا و استانداردهای مربوط تأیید نماید.

۲-۵-۶- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما

۲-۵-۶-۱- عایق‌بندی حرارتی

ضریب هدایت حرارتی باید بر اساس استانداردهای ملی ایران تعیین شود.

ضریب هدایت حرارتی و مقاومت حرارتی محصول، باید برحسب استانداردهای ملی تعیین گردد. در صورت ادعای متقاضی در مشارکت محصول محافظت‌کننده در برابر آتش، باید مطابق با مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ارزیابی گردد.

۲-۵-۶-۲- نفوذپذیری بخار آب

در صورت لزوم، ضریب انتقال بخار آب باید بر اساس مقادیر جدول‌بندی شده در استانداردهای مربوط مانند EN 12086 (INSO 7299) تعیین شود. اگر متقاضی مقادیر معینی را برای ضریب انتقال بخار آب اعلام نماید، این مقادیر باید مطابق EN 12086 (INSO 7299) یا EN ISO 12572 آزمون و ارزیابی شود.

۲-۵-۷- جنبه‌های دوام

۲-۵-۷-۱- دوام

محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش باید با توجه به عوامل زیر مورد ارزیابی قرار گیرند:

- عوامل فیزیکی؛
- عوامل شیمیایی؛
- عوامل بیولوژیکی.

در موارد لازم، تأثیر احتمالی دماهای بالا باید بخشی از روند ارزیابی باشد.

روش‌های آزمون در صورت نیاز، با توجه به دسته‌بندی‌های کاربرد، در بخش خاص مربوطه در این دستورالعمل توصیف شده است.

حمله بیولوژیکی

محصولات محافظ‌کننده در برابر آتش ممکن است تحت تأثیر اثرات بیولوژیکی، یعنی رشد کپک و یا در معرض تخریب نا شی از حمله ح شرات یا پ ستانداران، مثلاً جوندگان قرار گیرند. در این د ستورالعمل هیچگونه ارزیابی برای این موضوع ارائه نشده است.

۲-۵-۷-۲- شناسایی

بسته به ماهیت و نوع محصول محافظت‌کننده در برابر آتش، تکنیک‌ها و فرآیندهای مختلف شناسایی باید (یا به صورت تکی یا ترکیبی) در نظر گرفته شود.

هر روشی که استفاده شود، شناسایی رواداری‌های اجرایی، در رابطه با نتایج / داده‌های جمع‌آوری شده، ضروری است. اطلاعات دقیق در مورد روش‌های آزمون مربوط به شناسایی محصول محافظت‌کننده در برابر آتش، در قسمت‌های خاص مربوطه در این دستورالعمل، ارائه شده است.

مثال‌هایی از تکنیک‌ها و فرآیندهای مختلف شناسایی که باید به صورت تکی یا ترکیبی (غیرفراگیر) در نظر گرفته شود، عبارتند از:

- تشخیص ماهیت (به عنوان مثال مادون قرمز، کروماتوگرافی گازی، آنالیز حرارتی وزنی)؛
- فرمولا سیون (به عنوان مثال ساختار شیمیایی، د ستورالعمل‌ها، ترکیب مواد اولیه، مقادیر، اجزا م شخص شده به وسیله مشخصه‌ها، تطابق با سایر ویژگی‌های مثلاً استانداردهای ملی ایران یا معتبر یا با جرم، حجم، درصد)؛
- پارامترهای فرآیند تولید (به عنوان مثال دما، فشار، زمان، کدهای محصول / تولید)؛
- آزمون مشخصه‌های فیزیکی (مانند شکل هندسی، چگالی، مقاومت مکانیکی)؛
- محاسبات، جزئیات، نقشه‌ها.

مشخصه‌های محصول مرتبط با کنترل‌های مربوط به شناسایی، در بخش‌های خاص مربوطه در این دستورالعمل تعیین می‌شود.

۲-۶- ارزیابی و داوری در مورد مناسب بودن محصول برای کاربرد موردنظر

۲-۶-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری

بدون الزامات / غیرمرتبط

۲-۶-۲- ایمنی در آتش‌سوزی

۲-۶-۲-۱- واکنش در برابر آتش

محصول / مجموعه و یا اجزای محافظت‌کننده در برابر آتش باید مطابق استاندارد ایران INSO 8299-1 طبقه‌بندی شوند.

۲-۶-۲-۲- مقاومت در برابر آتش

سیستم یا جزء ساختمانی و یا بخشی از آن، که به وسیله محصول محافظت‌کننده در برابر آتش، محافظت شده است، باید مطابق استاندارد ایران INSO 8299-2، طبقه‌بندی شود.

۲-۶-۳- بهداشت، سلامتی و محیط زیست

۲-۶-۳-۱- نفوذپذیری هوا و آب

نفوذپذیری هوا و آب محصول محافظت‌کننده در برابر آتش از نظر کیفی یا کمی بسته به نوع ارزیابی باید مشخص شود. برای برخی از محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش، رقم به دست آمده تنها برای آن مجموعه ارزیابی شده صادق ا ست و این اطلاعات باید در گواهی‌نامه فنی درج شود. همچنین در اینجا در صورت صلاحدید مرجع صدور گواهی‌نامه فنی، عدم تعیین این عملکرد مجاز است.

۲-۶-۳-۲- مقدار و یا رها شدن مواد خطرناک

مرجع صدور گواهی‌نامه فنی در صورت تشخیص، نسبت به تعیین و ارزیابی مواد خطرناک اقدام می‌نماید.

۲-۶-۴- ایمنی در کاربرد

۲-۶-۴-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری

معیارها و نحوه ارائه نتایج حاصل از روش‌های ارزیابی در بخش خاص مربوطه از این دستورالعمل مشخص شده است. در اینجا در صورت صلاحدید مرجع صدور گواهی‌نامه فنی، عدم تعیین این عملکرد مجاز است.

۲-۶-۴-۲- مقاومت در برابر ضربه

معیارها و نحوه ارائه نتایج حاصل از روش‌های ارزیابی در بخش خاص مربوطه از این دستورالعمل مشخص شده است. در اینجا در صورت صلاحدید مرجع صدور گواهی‌نامه فنی، عدم تعیین این عملکرد مجاز است.

۲-۶-۴-۳- چسبندگی

معیارها و نحوه ارائه نتایج حاصل از روش‌های ارزیابی در بخش خاص مربوطه از این دستورالعمل مشخص شده است. در اینجا در صورت صلاحدید مرجع صدور گواهی‌نامه فنی، عدم تعیین این عملکرد مجاز است.

۲-۶-۵- محافظت در برابر صدا

در صورت ادعای متقاضی، مرجع صدور گواهی‌نامه فنی باید این موضوع را مطابق با ضوابط و مباحث مربوط به عایق‌بندی و تنظیم صدا و استانداردهای مربوط ارزیابی و تأیید نماید. در صورت صلاحدید مرجع صدور گواهی‌نامه فنی، عدم تعیین این عملکرد مجاز است.

۲-۶-۶- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما

۲-۶-۶-۱- عایق‌بندی حرارتی

بر اساس روش ارزیابی انجام شده، مقادیر جدول‌بندی شده یا اندازه‌گیری شده برای λ (بر حسب W/mK)، مقاومت حرارتی R (بر حسب m^2K/W) یا ضریب انتقال حرارتی کل U (بر حسب W/m^2K)، محاسبه شده در صورت مقتضی بر اساس استانداردهای ملی ایران باید اعلام شود. مرجع مقادیر اعلام شده یا استاندارد به کار رفته برای تعیین مقادیر، باید ذکر شود.

در صورت صلاحدید مرجع صدور گواهی‌نامه فنی، عدم تعیین این عملکرد مجاز است.

۲-۶-۶-۲- نفوذپذیری بخار آب

مقدار جدول‌بندی شده یا اندازه‌گیری شده برای ضریب انتقال بخار آب (مقدار μ) باید اعلام شود. مرجع مقادیر یا استاندارد استفاده شده برای تعیین مقادیر، باید ذکر شود.

در اینجا در صورت صلاحدید مرجع صدور گواهی‌نامه فنی، عدم تعیین این عملکرد مجاز است.

۲-۶-۷- جنبه‌های دوام و شناسایی

۲-۶-۷-۱- دوام

مرجع صدور گواهی‌نامه فنی، باید اثرات احتمالی ناشی از محدودیت‌های اعلام شده بر روی عملکرد سیستم مونتاژ شده را ارزیابی نماید، که به عنوان مثال می‌تواند به صورت‌های زیر باشد:

– اعلام شده از نظر فیزیکی؛

– اعلام شده از نظر شیمیایی؛

– اعلام شده از نظر بیولوژیکی.

گواهی‌نامه فنی باید شامل نتایج ارائه شده به صورت عبارات کمی یا کیفی ناشی از روش‌های ارزیابی به کار رفته به منظور تأیید جنبه‌های دوام و خدمت‌رسانی محصول محافظت‌کننده در برابر آتش، مربوط به یک یا چند الزام اساسی، باشد.

۲-۶-۷-۲- شناسایی

محصول محافظت‌کننده در برابر آتش باید به طور واضح مشخص شود. در صورت امکان، به استانداردهای اروپایی باید ارجاع شود.

تمام اجزاء و مواد اولیه باید به نحو مناسب، شناسایی شوند و همچنین تا جای ممکن، نام‌های تجاری مواد خام که نشان‌دهنده خواص شیمیایی و فیزیکی آن‌ها باشد، مشخص شوند. روش‌های آزمون در بخش‌های خاص مربوطه در این دستورالعمل ارائه شده است.

گواهی‌نامه فنی برای محصول یا پکیج محافظت‌کننده در برابر آتش بر اساس داده‌ها / اطلاعات درست بدست آمده و نگه‌داری شده توسط مرجع صدور گواهی‌نامه فنی، صادر می‌شود و محصول / پکیج مورد ارزیابی را مشخص می‌کند.

تغییرات در ترکیب یا فرآیند تولید قبل از اعمال باید به اطلاع مرجع صادرکننده گواهی‌نامه فنی برسد تا داده‌ها / اطلاعات ثبت شده، نقض نشوند. مرجع صادرکننده گواهی‌نامه فنی تصمیم خواهد گرفت که آیا این تغییرات، گواهی‌نامه فنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و یا ارزیابی بیشتر و تغییر در گواهی‌نامه فنی لازم است.

جایی که یک جزء بر اساس تولیدکننده خاص آن تعریف شده یا ضوابط عمومی به طور کامل مناسب بودن یک جزء برای استفاده در محصول محافظت‌کننده در برابر آتش را پوشش نمی‌دهد، هر گونه تغییر بر مبنای ارزیابی‌های اضافی لازم به وسیله مرجع صادرکننده گواهی‌نامه فنی، قابل قبول خواهد بود.

عموماً در چنین حالاتی، صدور یک گواهی‌نامه فنی اصلاح شده و تصحیح در دستورالعمل‌ها، ضروری خواهد بود.

هنگامی که یک جزء از یک محصول محافظت‌کننده در برابر حریق، به طور کلی مشخص می‌شود برای مثال، با ارجاع به یک استاندارد و کفایت آن ضابطه برای اثبات مناسب بودن استفاده از آن جزء در محصول مورد قبول مرجع صدور گواهی‌نامه فنی قرار گرفته و در گواهی‌نامه فنی صادره، ذکر شده، در این صورت تغییر تأمین کننده جزء قابل قبول خواهد بود.

با هر گونه تعویض یک جزء از محصول محافظت‌کننده در برابر آتش، باید اطمینان حاصل شود که جزء جدید اثر منفی بر روی تراز عملکردی یا عمر محصول ندارد.

۲-۷- فرضیات و توصیه‌هایی برای مناسب بودن کاربرد محصول ارزیابی شده

۲-۷-۱- طراحی کارها

محصول محافظت‌کننده در برابر آتش باید با این فرض مورد ارزیابی قرار گیرد که عضو ساختمانی / تأسیساتی که به آن متصل می شود یا مجموعه‌ای که در آن قرار می‌گیرد، امکان تثبیت مناسب در محل را فراهم می‌کند و تنش بیش از حدی که در طرح آن محصول در نظر گرفته نشده باشد، اعمال نمی‌شود. چنین تنشی می‌تواند ناشی از مثلاً تغییر مکان‌های حرارتی یا نشست سازه‌ای باشد. قسمت‌های خاص مربوط از این دستورالعمل در هر جا که ممکن باشد، راهنمایی‌های لازم در این خصوص را ارائه می‌کند.

۲-۷-۲- بسته‌بندی، حمل و انبار

مرجع تأییدکننده باید کنترل کند که تولیدکننده اقدامات احتیاطی لازم برای محدود کردن خطر آسیب یا تخریب در حین حمل و انبار را انجام می‌دهد.

الزامات خاص در بخش‌های خاص مربوطه در این دستورالعمل ارائه شده است.

۲-۷-۳- اجرای کارها

نصب محصول محافظت‌کننده در برابر آتش باید با توجه به شرایط معمول کارگاه ساختمانی، قابل اجرا باشد و فرض بر این است که نصب توسط افراد آموزش‌دیده انجام می‌شود.

تولیدکننده باید دستورالعمل نصب برای محصول خود ارائه کند. توجه باید کرد که در گواهی‌نامه فنی، در نظر گرفتن میزان آموزش مجریان نصب در هر گونه اقدام احتیاطی خاصی در هنگام نصب محصول، ضروری است.

جنبه‌های خاص مربوط به محصولات مختلف، در بخش‌های مربوط از این دستورالعمل ارائه شده است.

۲-۷-۴- نگه‌داری و تعمیر

ارزیابی مناسب بودن برای کاربرد مورد نظر بر اساس این فرض است که آسیب جزئی، مثلاً ناشی از ضربه، قابل تعمیر است. فرض شده است که تعویض اجزا در محصولات / مجموعه‌های محافظت‌کننده در برابر آتش در حین حفظ و نگه‌داری، با استفاده از مواد تحت پوشش گواهی‌نامه فنی، انجام خواهد شد.

الزامات خاص در بخش‌های مربوط در این دستورالعمل ارائه شده است.

۲-۷-۵- اجزای کمکی

در بسیاری از موارد در نظر گرفتن اجزای کمکی مانند اتصالات یا چسب‌ها در یک سیستم مونتاژ شده، به منظور ارزیابی یک محصول خاص محافظت‌کننده در برابر آتش یک تولیدکننده، ضروری است. این امر به ویژه مربوط به آزمون‌های تعیین مقاومت در برابر آتش است که در این حالت، بیشتر محصولات نمی‌توانند به تنهایی آزمون شوند.

نتایج این آزمون‌ها فقط برای محصول به کار گرفته شده، معتبر خواهد بود و اجزای کمکی مورد استفاده باید دارای همان مشخصه‌های عملکردی باشند که در آزمون‌ها به کار رفته است. بنابراین بسیار مهم است که اجزای کمکی به طور واضح در گواهی‌نامه فنی مشخص شود. این موضوع به دو روش شامل استفاده از یک مرجع خاص یا عمومی، قابل تحقق است.

مرجع خاص به معنای اشاره به یک محصول خاص تولیدکننده به وسیله نام، نوع و غیره است، در حالی که مرجع عمومی به معنای ارجاع به یک استاندارد یا سایر ضوابط است که به طور کامل آن محصول را معرفی می‌کند. مرجع تأییدکننده تعیین می‌کند که چه روشی باید استفاده شود تا اطمینان حاصل شود که اجزای کمکی، کامل و درست توصیف می‌شوند. پس از آن، مسئولیت کاربر / نصاب است تا اطمینان حاصل کند که از اجزای کمکی مناسب در کارها، استفاده شده است.

۲-۸- ارزیابی انطباق

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهر سازی به عنوان مرجع صدور گواهی‌نامه فنی برای پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش، نسبت به بازدید، نمونه‌برداری، آزمون و ارزیابی این محصولات بر اساس این دستورالعمل اقدام می‌نماید.

مرجع صدور گواهی‌نامه فنی مجاز است در هر زمان به علت دستیابی به اطلاعات جدید و یا بر حسب پیشرفت دانش فنی، امکانات وغیره نسبت به تغییر و به روز کردن این دستورالعمل اقدام نماید.

مجموعه کنترل‌ها و ارزیابی انطباق به عمل آمده توسط مرجع صدور گواهی‌نامه فنی در کل شامل کنترل‌های داخلی تولیدکننده، آزمون‌های اولیه محصول، بازرسی اولیه کارخانه و کنترل تولید آن، نظارت مستمر، ارزیابی و تأیید کنترل تولید کارخانه با انجام آزمون‌های کامل در دوره اعتبار گواهی‌نامه فنی و مستندسازی و گزارش‌دهی می‌باشد.

هر گونه اطلاعات اضافی محرمانه باید در گواهی‌نامه فنی شفاف‌سازی شود. تعدادی از جزئیات طراحی مطابق درخواست تولیدکننده، ممکن است محرمانه نگه داشته شود به شرطی که مرجع صدور گواهی‌نامه فنی آنها را جزو اطلاعات ضروری مربوط به کاربرد صحیح محصول و ارزیابی انطباق، تلقی نکند.

فرآیند اصلی تولید باید با جزئیات کافی به منظور پشتیبانی روش‌های کنترل تولید کارخانه، توصیف شود.

مشخصات محصول و مصالح، می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- نقشه‌های دقیق (شامل رواداری‌های تولید)؛
- مشخصات مصالح خام ورودی؛
- ارجاع‌دهی به استانداردهای ملی ایران و یا بین‌المللی معتبر یا ویژگی‌های مناسب؛
- سایر اطلاعات فنی لازم.

مدرک گواهی‌نامه فنی باید شامل جزئیات نصب و اجرا باشد.

نحوه تعمیر و نگه‌داری محصول باید مشخص شود.

وظایف تولیدکننده در این خصوص به طور اهم به شرح زیر است:

۱- کنترل کیفی تولید در کارخانه؛

۲- آزمون‌های اولیه از نمونه‌های گرفته شده از کارخانه توسط تولیدکننده مطابق با یک الگوی آزمون تعیین شده؛

۳- تولیدکننده باید دارای سیستم دائمی کنترل محصول باشد. همه اجزا، الزامات و ضوابط انتخاب شده توسط تولیدکننده باید به شیوه‌ای نظام‌مند در یک قالب و روند منظم به همراه نتایج ثبت شده مطابق با الگوی آزمون‌ها، درج شود. با این سیستم کنترل تولید، باید اطمینان حاصل شود که محصول منطبق با ضوابط گواهی‌نامه فنی است.

۴- تولیدکنندگان باید دارای یک سیستم مدیریت کیفیت مطابق با INSO-ISO ۹۰۰۱ باشند (و یا جهت آن اقدام نمایند) که الزامات مربوطه در گواهی نامه فنی را در بر گرفته، تأمین‌کننده الزامات کنترل تولید کارخانه، مطابق دستورالعمل باشد.

۵- کارکنان درگیر در فرآیند تولید، باید برای کار و حفظ تجهیزات، به اندازه کافی آموزش دیده و واجد شرایط باشند. ماشین‌آلات و تجهیزات باید به طور منظم بازدید و تعمیر شده و این موارد باید مستند شود. همه فرآیندها و مراحل تولید باید در فواصل منظم ثبت شوند.

۶- تولیدکننده باید مستندات قابل ردیابی از فرآیند تولید شامل خرید یا تحویل مواد اولیه یا خام تا انبار و ارائه محصولات نهایی را نگه‌داری نماید.

۷- محصولاتی که با الزامات مشخص شده در گواهی‌نامه فنی، منطبق نیستند باید از محصولات منطبق، جدا شده و علامت زده شوند. تولیدکننده باید محصول غیرقابل قبول را ثبت کرده و اقداماتی برای جلوگیری از تولید بیشتر این نوع محصولات، انجام دهد. شکایت‌های بیرونی نیز باید مستند شود و اقدامات لازم صورت گیرد.

۸- زمانی که تولیدکننده اقدام به خرید مواد اولیه یا یک جزء از یک محصول یا مجموعه می‌کند باید اطمینان حاصل نماید که مشخصه‌های مواد و اجزا با ویژگی‌های مورد نظر، منطبق باشد.

۹- تولیدکننده باید نسبت به کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری اقدام نماید. تجهیزات باید در فواصل زمانی مشخص، کالیبره شده یا تأیید شوند. استاندارد مورد استفاده برای کالیبراسیون باید مشخص باشد.

۱۰- تولیدکننده باید یک راهنما و دستورالعمل مناسب نصب و اجرا برای محصول خود فراهم کند. احتیاط‌های لازم باید با توجه به میزان آموزش نصاب‌ها و مجریان مورد توجه قرار گیرد و آموزش‌های لازم برای آنها ارائه گردد.

۱۱- تمایز آشکاری باید بین اجزا و محصولاتی که در گواهی‌نامه فنی پوشش داده شده و آنهایی که ارزیابی نشده است، صورت گیرد. باید در گواهی‌نامه فنی بیان شود که محصول برای چه کاربردهایی، ارزیابی شده است. گواهی‌نامه فنی نباید برای سایر محصولات تولیدکننده که در حوزه گواهی‌نامه فنی ارزیابی نشده‌اند، استفاده شود.

فصل سوم

ارزیابی و صدور گواهی‌نامه فنی برای اندودها و پوشش‌های معدنی محافظت‌کننده در برابر آتش

۳-۱- دامنه کاربرد

این فصل باید همراه با کلیات ذکر شده در فصل دوم استفاده شود. این فصل برای ضوابط اختصاصی «اندودها و پوشش‌های معدنی محافظت‌کننده در برابر آتش» تهیه شده و شامل اصطلاحات و تعاریف، روش‌های تأیید و شناسایی، معیارهای طبقه‌بندی اندودها و سایر الزامات می‌باشد.

این دستورالعمل برای اندودها و پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش بر روی مصالح زیرکار فولاد، بتن، چوب (شامل محصولات چوبی تخته‌ای)، مصالح بنایی و تخته‌ها (شامل مثلاً انواع تخته‌های گچی و سیلیکات کلسیم) قابل استفاده است.

۳-۲- دسته‌بندی‌ها، انواع محصولات، مجموعه‌ها و سیستم‌ها

۳-۲-۱- کلیات

محصولات محافظت‌کننده در برابر آتش را می‌توان به طور کلی به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

- پوشش‌های واکنش‌زا (پف‌کننده) برای محافظت در برابر آتش اعضای فولادی؛
- اندودها و پوشش‌های معدنی؛
- تخته‌ها و صفحات محافظت‌کننده در برابر آتش.

کلیات ارزیابی تمام این محصولات در فصل دوم ارائه شد. در این ویرایش از این دستورالعمل تنها ضوابط اختصاصی مربوط به اندودها و پوشش‌های معدنی پاششی ارائه شده و ضوابط مربوط به رنگ‌های واکنش‌زای پف‌کننده و مجموعه‌های تخته‌ها و صفحات مقاوم در برابر آتش در ویرایش یا مجلدات بعدی ارائه خواهد شد.

۳-۲-۲- طبقه‌بندی‌های کاربرد با توجه به شرایط محیطی

طبقه‌بندی‌های کاربرد در ارتباط با نوع شرایط محیطی، بر اساس اصول کلی مشخص شده در بند ۲-۲-۱ می‌باشد. این طبقه‌بندی‌های کاربرد به شرح زیر می‌باشند:

- نوع X: اندودها و پوشش‌های معدنی پاششی، مورد نظر برای تمام شرایط (داخلی، نیمه در معرض و در معرض)؛
- نوع Y: اندودها و پوشش‌های معدنی پاششی، مورد نظر برای شرایط داخلی و نیمه در معرض. نیمه در معرض شامل دماهای زیر صفر درجه سلسیوس، ولی بدون در معرض باران قرار گرفتن و در معرض محدود اشعه ماوراء بنفش قرار گرفتن (اما اثر در معرض اشعه ماوراء بنفش قرار گرفتن، مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرد)؛
- نوع Z_1: اندودها و پوشش‌های معدنی پاششی، مورد نظر برای شرایط داخلی با رطوبت نسبی برابر یا بیشتر از ۸۵٪، به استثنای دماهای زیر صفر درجه سلسیوس؛

- نوع Z_2: اندودها و مجموعه اندودکاری‌ها، مورد نظر برای شرایط داخلی به استثنای دماهای زیر صفر درجه سلسیوس، با رطوبت نسبی کمتر از ۸۵٪.

محصولاتی که الزامات نوع X را برآورده می‌کنند، الزامات همه دیگر انواع را نیز برآورده می‌سازند. محصولاتی که الزامات نوع Y را برآورده می‌کنند نیز الزامات انواع Z_1 و Z_2 را برآورده می سازند. همچنین محصولاتی که الزامات نوع Z_1 را برآورده می‌کنند، الزامات نوع Z_2 را برآورده می‌سازند.

الزامات مربوط برای استخراج دسته‌بندی‌های کاربرد در بندهای ۳-۶-۸-۱-۲ تا ۳-۶-۸-۱-۶ ارائه شده است.

اگرچه اندودها عمدتاً تنها برای کاربردهای داخلی در نظر گرفته می‌شوند، ولی فرآیند ساخت ممکن است، قبل از اینکه پوسته خارجی ساختمان تکمیل و بسته شود، منجر به در معرض شرایط خارجی قرار گرفتن اندود در یک مدت طولانی شود. در این موارد، شرایط در طول فرآیند ساخت می‌تواند سخت‌تر از شرایط کاربرد نهایی باشد. احتمالات زیر باید برای جلوگیری از مشکلات، در نظر گرفته شوند:

۱- ضوابط ویژه‌ای باید برای محافظت موقت از اندودکاری در معرض، مطابق با دستورالعمل‌های تولیدکننده در گواهی‌نامه فنی در نظر گرفته شود؛ یا

۲- اندودکاری باید برای کاربردهای در معرض (نوع X) ارزیابی شده باشد؛ یا

۳- برای محصولات مورد نظر، ارزیابی اندود برای دسته‌بندی کاربرد نوع Y یا نوع Z (برحسب مقتضی) مورد پذیرش مرجع تأییدکننده با توجه به احتمال قرار گرفتن کوتاه مدت در معرض و بر اساس نتایج آزمون‌های بلند مدت و شواهد چنین شرایط در معرضی، قرار گیرد.

در این دستورالعمل، روش‌های خاص آزمون یا ارزیابی برای مقاومت در برابر شرایط محیطی معین، ارائه نشده است، اما در صورت لزوم، این موضوع ممکن است به صورت موردی ارزیابی شود. مرجع تأییدکننده باید شواهد مناسب برای ارزیابی را به دست آورده و جزئیات را در گواهی‌نامه فنی ارائه دهد.

در کاربردهای در معرض و نیمه در معرض، ممکن است برای اندود یا پوشش معدنی مورد نظر، استفاده از پوشش‌های درزبند یا پوشش‌های رویه برای کمک به مقاومت در برابر هوازدگی لازم شود.

مقاومت محصول در مقابل شرایط خاص محیطی باید به صورت موردی ارزیابی شود. مرجع تأییدکننده باید شواهد مناسب برای ارزیابی را به دست آورده و جزئیات را در گواهی‌نامه فنی ارائه دهد.

۳-۲-۳- دسته‌بندی‌های کاربرد در ارتباط با اجزای مورد محافظت

دسته‌بندی‌های کاربرد در بند ۲-۲-۲ به صورت انواع ۱ تا ۱۰ مشخص شده است. این دستورالعمل کاربرد اندودکاری‌ها را در انواع ۱ تا ۱۰ پوشش می‌دهد. نوع ۸ شامل محافظت تخته گچی به وسیله اندود پایه گچی است.

۳-۲-۴- فرضیات

ضوابط، روش‌های آزمون و ارزیابی در این دستورالعمل، یا ارجاع داده شده به منابع دیگر، بر اساس یک حداقل عمر مفید فرض شده ۲۵ سال برای محصول در کاربرد مورد نظر تدوین شده است. این ضوابط بر اساس وضعیت فعلی علم و تجربه موجود می‌باشد.

اگر یک عملکرد رضایت‌بخش برای محصول در آزمون‌های دوام، برآورده نشود، سپس یک عمر مفید تخمین زده شده ۱۰ سال، ممکن است بر اساس یک ارزیابی مناسب از آزمون‌های خدمت‌رسانی / شناسایی (برای مثال، مقاومت خمشی و فشاری و در صورت امکان، مقاومت چسبندگی / اتصال)، ولی فقط برای دسته‌بندی کاربرد Z_2، نسبت داده شود. شواهد اضافی از محصول در شرایط واقعی کاربرد نیز ممکن است در نظر گرفته شود.

۳-۳- اصطلاحات

۳-۳-۱- اصطلاحات و اختصارات معمول

اصطلاحات و اختصارات معمول در بخش ۲-۳ ارائه شده است.

در این راهنما، اصطلاح محصول به معنای محصول و یا مجموعه آن، می‌باشد مگر آنکه طور دیگری در متن مشخص شده باشد.

۳-۳-۲- اصطلاحات و اختصارات تخصصی

برای اهداف این دستورالعمل، علاوه بر موارد ارائه شده در بخش ۲-۳، اصطلاحات و اختصارات تخصصی زیر نیز باید به کار رود:

اندودکاری (مواد محافظت‌کننده در برابر آتش پاششی یا ماله‌کشی شده):

محصول به کار رفته برای محافظت در برابر آتش، فقط عبارت است از:

۱- چسباننده گچی یا سیمانی مخلوط شده با یک یا چند نوع سنگدانه و یا الیاف که پاشش می شود. این محصول برای تولید یک دوغاب و پاشش به صورت تر، با آب مخلوط می‌شود.

۲- پشم معدنی که با یک چسباننده، پرکننده یا سنگدانه مخلوط شده و پاشش می شود. این محصول به صورت خشک پاشیده شده و در سر نازل با آب مخلوط می‌شود. ماده چسباننده ممکن است شامل قسمتی از مخلوط خشک در داخل کیسه بوده یا همراه با آب در سر نازل به مخلوط خشک اضافه شود.

۳- چسباننده گچی یا سیمانی مخلوط شده با یک یا چند نوع سنگدانه و یا الیاف، به طوری که برای مطابقت با پروفیل زیرکار، ماده دوغابی با غلظت مناسبی برای ماله‌کشی فراهم می‌شود.

۴- مصالح معرفی شده در بندهای ۱ تا ۳ در بالا، ولی اجرا شده با ماله و با غلظتی مخلوط شده است که امکان پوشش سطوح کوچک (لکه‌گیری) از این مصالح را فراهم می‌نماید.

اصطلاح «اندودکاری» مورد استفاده در این دستورالعمل، اشاره به مصالح در همه حالت‌های اجرا شده، خشک شده و سخت شده دارد.

اتصالات مکانیکی:

اتصالات مکانیکی، اجزایی برای درگیر کردن اندودکاری به سطح زیرکار یا مسلح کردن آن هستند.

- مش درگیرکننده: مش از جنس فلز که از سوراخ‌های نسبتاً کوچک، معمولاً به اندازه ۱۰ تا ۲۵ میلی‌متر درست شده است و امکان مقداری نفوذ مصالح را فراهم کرده تا یک درگیری خوب در مجاور یا متصل به سطح زیرکار ایجاد شود. انواع معمول آن عبارتند از: رابیتس فلزی منبسط شده، رابیتس فلزی منبسط شده کنگره‌دار، مش جوش شده و مش بافته شده شش ضلعی (توری مرغی).

- مش مسلح‌کننده: مش از جنس فلز که از سوراخ‌های نسبتاً بزرگ، معمولاً به اندازه ۲۵ میلی‌متر درست شده است و اجازه نفوذ کامل اندودکاری و بنابراین مسلح شدن آن را می‌دهد. انواع معمول آن عبارتند از: مش جوش شده و توری مرغی. یک مش مسلح‌کننده معمولاً در یک سوم میانی ضخامت اندودکاری قرار می‌گیرد.

متقاضیان گواهی‌نامه فنی باید از انواع استاندارد رابیتس مانند انواع تعریف شده در EN 13658-2 استفاده کنند.

	۱/۳ خارجی ضخامت اندودکاری
اندودکاری	۱/۳ میانی ضخامت اندودکاری
	۱/۳ داخلی ضخامت اندودکاری
سطح زیرکار	

- اتصالات فلزی ناپیوسته: پین‌های جوش شده، میخکوب شده یا پیچ شده به سطح زیرکار و خم شده یا تثبیت شده با واشرهای با قطر بزرگ یا گیره‌های فنری به منظور درگیر کردن اندودکاری یا مورد استفاده برای نگه‌داری مش درگیر کننده یا مش مسلح‌کننده.

خواص مکانیکی اتصالات باید مطابق با ISO 898-1 (INSO 3966) باشد یا در صورت استفاده از متصل‌کننده‌های فولادی زنگ نزن (بولت‌ها یا پیچ‌ها)، استاندارد EN 3506-1 در نظر گرفته شود.

آستر:

لایه‌های آستری، اجزایی هستند که برای موارد زیر به کار می‌روند:

- حفاظت در مقابل خوردگی: پوششی که به طور مستقیم بر روی یک سطح فولادی به طور مناسب آماده شده، اجرا شده تا محافظت در برابر خوردگی فراهم شود؛ یا

- عامل چسباننده: یک جزء مایع که قسمتی از مخلوط خشک نبوده و در فرمولاسیون آن ذکر نمی شود و به طور جداگانه یا در مخلوط با اندودکاری، استفاده شده و به عنوان یک لایه نازک اولیه، برای اطمینان یا بهبود چسبندگی (مقاومت چسبندگی)، روی سطح زیرکار اجرا می‌شود، به ویژه اگر هیچ اتصال مکانیکی استفاده نشده باشد.

افزودنی‌ها:

این مواد اجزایی هستند که قسمتی از مخلوط خشک نبوده و در فرمولاسیون آن ذکر نمی‌شود؛ به آب یا ماده دوغابی تازه قبل از پاشش برای حصول اطمینان یا بهبود چسبندگی (مقاومت چسبندگی) اضافه شده یا روند گیرش را تند یا کند کند یا تخلخل را تحت تأثیر قرار دهد.

مجموعه اندودکاری:

مجموعه اندودکاری از مخلوط خشک (معمولاً در کیسه عرضه می‌شود) و یک یا چند جزء دیگر مانند عامل چسباننده، مش مسلح‌کننده، اتصالات، روکش / پوشش درزبند یا مواد افزودنی، تشکیل شده و توسط دارنده گواهی‌نامه فنی فراهم می‌شود.

روکش‌ها / پوشش‌های درزبند:

این مواد معمولاً اجزا با کاربرد خارجی از یک مجموعه اندودکاری برای زمانی هستند که اندودکاری نیاز به مقاومت اضافی در برابر هوازدگی دارد. آن‌ها همچنین به منظور محافظت از اندودکاری در برابر آسیب مکانیکی یا اساساً به منظور اهداف تزئینی بدون مشارکت مشخص در عملکرد، ارائه می‌شوند. این مواد عبارتند از:

- پوشش‌هایی با ویسکوزیته کم تا داخل اندودکاری رسوخ کنند؛

- پوشش‌هایی با ویسکوزیته زیاد که یا پاشش شده یا با قلم‌مو اجرا شده و یک لایه درزبندکننده بر روی سطح اندودکاری ایجاد می‌کنند.

محصول:

منظور از محصول، مخلوط خشکی است که توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی تأمین شده و شامل اتصالات، مسلح‌کننده‌ها یا دیگر اجزایی که به مخلوط خشک یا تر در محل اجرا، اضافه می شوند، نمی‌باشد. مواد بازیافتی تا زمانی که قسمتی از ارزیابی انجام شده مطابق با این دستورالعمل باشد، به عنوان یک جزء مخلوط خشک، قابل قبول است.

عمر نگه‌داری:

عمر نگه‌داری، حداکثر زمانی است که می‌توان مخلوط خشک را در شرایط نگه‌داری معینی، انبار کرد.

عمر مصرف:

عمر مصرف، حداکثر زمانی است که مخلوط خشک به محض ترکیب با آب و هرگونه مواد افزودنی دیگر، باید مورد استفاده قرار گرفته و نهایتاً اجرا شود.

بچ (Batch):

بچ به معنی واحد یا مقدار تولید در یک فرایند کامل تولید است. حجمی که یک بچ را از تبدیل مواد خام به محصول نهایی تشکیل می‌دهد، اندازه بچ نامیده می‌شود.

۳-۴- الزامات

الزامات عملکردی مربوط به مناسب بودن کاربرد اندودها و پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش، باید مطابق با بخش ۲-۴ و شرایط مخصوص پیش‌رو برای این خانواده از محصولات باشد.

ضوابط، روش‌های آزمون و ارزیابی در این دستورالعمل، یا ارجاع داده شده به منابع دیگر، بر اساس یک حداقل عمر مفید فرض شده ۱۰ یا ۲۵ سال برای محصول در کاربرد مورد نظر نوشته شده است به شرطی که محصول در شرایط استفاده و نگه‌داری مناسب مطابق با بخش ۳-۷ قرار گیرد. این ضوابط بر اساس وضعیت فعلی علم و تجربه موجود می‌باشد.

۳-۴-۱- الزام اساسی ۱: مقاومت مکانیکی و پایداری

به جدول ۲-۱ مراجعه شود.

۳-۴-۲- الزام اساسی ۲: ایمنی در آتش‌سوزی

به جدول ۲-۱ مراجعه شود.

۳-۴-۳- الزام اساسی ۳: بهداشت، سلامتی و محیط زیست

به جدول ۲-۱ مراجعه شود.

۳-۴-۳-۱- نفوذپذیری بخار آب

به بند ۳-۵-۷-۲ مراجعه شود.

۳-۴-۴- الزام اساسی ۴: ایمنی در حین بهره‌برداری

۳-۴-۴-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری

به فصل ۲ مراجعه شود.

۳-۴-۴-۲- مقاومت در مقابل ضربه / جابجایی

به فصل ۲ مراجعه شود.

اگر این ویژگی مربوط به یک عضو قائم است، (INSO 11272) ISO 7892 باید به کار رود.

۳-۴-۴-۳- چسبندگی (مقاومت چسبندگی)

به فصل ۲ مراجعه شود.

اندود محافظت‌کننده در برابر آتش باید به گونه‌ای به سطوح زیرکار بچسبد که سیستم دارای عملکرد محافظتی مورد نیاز در برابر آتش باشد.

این الزام همچنین با سایر الزامات به ویژه الزام اساسی ۲ و جنبه‌های سرویس‌دهی مرتبط است

۳-۴-۵- الزام اساسی ۵: محافظت در برابر صوت

به جدول ۲-۱ مراجعه شود.

۳-۴-۶- الزام اساسی ۶: صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما

به جدول ۲-۱ مراجعه شود.

۳-۴-۷- جنبه‌های دوام، خدمت‌رسانی و شناسایی

۳-۴-۷-۱- دوام

تخریب ممکن است بر اثر عوامل فیزیکی، بیولوژیکی یا شیمیایی باشد. اما مواد و اجزاء اندودکاری‌های محافظت‌کننده در برابر آتش نباید در طول عمر مفید فرض شده خود، آسیب ببینند به گونه‌ای که تأثیر قابل توجهی بر روی عملکرد محصولات از نظر برآورده کردن تمام الزامات ضروری ۲ تا ۶، به ویژه اثرات محافظتی در مقابل آتش‌سوزی، ایجاد شود. در صورتی که آسیب فیزیکی را بتوان تعمیر کرد، ویژگی‌ها، روش و دامنه تعمیر آسیب همراه با محدودیت‌های آن باید مشخص شود.

۳-۴-۷-۱-۱- رفتار تحت شرایط مختلف محیطی

اگر اندودکاری محافظت‌کننده در برابر آتش در شرایط کاربرد تعیین شده آن ا ستفاده می شود، رفتار در برابر حریق اندود نباید در طول عمر مفید آن، تغییر قابل توجهی کند. متقا ضی گواهی‌نامه فنی باید مدعی دوام اندودکاری مطابق با یکی از دسته‌بندی‌های کاربرد در بند ۳-۲-۲ باشد.

۳-۴-۷-۱-۲- مقاومت در برابر خوردگی

اندودکاری نباید با سطح (سطوح) زیرکار مورد نظر خود، واکنش منفی دهد و در جای لازم، یک آستر به منظور محافظت در برابر خوردگی سطح زیرکار، اجرا شود.

۳-۴-۷-۱-۳- مقاومت در مقابل مواد شیمیایی

اندود محافظت‌کننده در برابر آتش ممکن است تحت تأثیر مواد شیمیایی قرار بگیرد. برای مناطق معینی از کاربرد که اندودکاری ممکن است در معرض مواد شیمیایی باشد، بررسی‌های بیشتری ممکن است، لازم شود. گسترده مقاومت در مقابل مواد شیمیایی، به ادعاهای متقاضی گواهی‌نامه فنی بستگی دارد.

۳-۴-۷-۲- خدمت‌رسانی

به بخش ۲-۴-۷ مراجعه شود.

۳-۴-۷-۳- شناسایی

به فصل ۲ مراجعه شود.

مواد و اجزای اندودکاری محافظت‌کننده در برابر آتش باید بر اساس خواصی که دارای تأثیر بر قابلیت برآورده کردن الزامات ضروری، هستند، قابل شناسایی باشند.

تعیین مشخصه‌ها و خواص محصول به منظور اهداف شناسایی باید مطابق آزمون‌های فهرست شده در بند ۳-۵-۸-۳ صورت گیرد.

۳-۵- روش‌های خاص ارزیابی

۳-۵-۱ - کلیات

این بخش به روش‌های تأیید مورد استفاده برای تعیین جنبه‌های مختلف عملکرد محصول در رابطه با الزامات مورد نیاز برای کارها (محاسبه، آزمون‌ها، دانش مهندسی، تجربه اجرا و غیره) اشاره می‌کند. روش‌های تأیید ارائه شده در بخش ۲-۵ اعمال می‌شود، به جز جاهایی که در ادامه، اصلاح یا مشخص شده است (به جدول ۳-۱ توجه شود).

جدول ۳-۱- ارتباط بین بند دستورالعمل در مورد عملکرد محصول و بند آن در مورد روش ارزیابی

ردیف	پاراگراف راهنما در خصوص عملکرد محصول	پاراگراف راهنما در خصوص روش تأیید مشخصه‌های محصول اندودکاری (اندودکاری‌ها و اتصالات)
۱	۳-۴-۱ مقاومت مکانیکی و پایداری	غیر مرتبط با این محصولات
۲	۳-۴-۲ ایمنی در آتش‌سوزی	۳-۵-۳-۱ واکنش در برابر آتش ۳-۵-۳-۲ مقاومت در برابر آتش
۳	۳-۴-۳ بهداشت، سلامت و محیط زیست	۳-۵-۴-۱ مقدار و یا آزاد شدن مواد خطرناک ۳-۵-۴-۲ نفوذپذیری بخار آب
۴	۳-۴-۴ ایمنی در حین بهره‌برداری ۳-۴-۴-۱ مقاومت مکانیکی و پایداری ۳-۴-۴-۲ مقاومت در برابر ضربه / جابجایی ۳-۴-۴-۳ چسبندگی (مقاومت چسبندگی)	۳-۵-۸-۲ خدمت‌رسانی ۳-۵-۸-۲-۱ مقاومت مکانیکی وپایداری ۳-۵-۸-۲-۲ مقاومت در برابر ضربه / جابجایی ۳-۵-۷-۲-۶ چسبندگی (مقاومت چسبندگی)
۵	۳-۴-۵ محافظت در برابر صوت	۳-۵-۶- به فصل دوم توجه شود.
۶	۳-۴-۶ صرفه‌جوی در مصرف انرژی و حفظ گرما	۳-۵-۷- به فصل دوم توجه شود. ۳-۵-۷-۱ عایق حرارتی ۳-۵-۷-۱-۱ روش برای اندودکاری‌ها با پایه پشم معدنی ۳-۵-۷-۱-۲ روش برای اندودکاری‌ها به غیر از انواع پایه پشم معدنی
۷	۳-۴-۷ جنبه‌های دوام، خدمت‌رسانی و شناسایی ۳-۷-۴-۱ دوام	۳-۵-۸-۱ دوام ۳-۵-۸-۱-۱ کلیات ۳-۵-۸-۱-۲ مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش ۳-۵-۸-۱-۳ مقاومت در برابر تخریب ناشی از گرما و باران ۳-۵-۸-۱-۴ مقاومت در برابر تخریب ناشی از رطوبت بالا ۳-۵-۸-۱-۵ مقاومت در برابر تخریب ناشی از گرما و سرما ۳-۵-۸-۱-۶ مقاومت در برابر تخریب ناشی از سیکل‌های یخ زدن و آب شدن ۳-۵-۸-۱-۷ مقاومت در برابر خوردگی زیرکار فولادی در اثراندودکاری ۳-۵-۸-۱-۸ مقاومت در برابر خوردگی اتصالات در اثر اندودکاری
	۳-۴-۷-۲ خدمت‌رسانی	۳-۵-۸-۲ خدمت‌رسانی، به فصل دوم توجه شود. ۳-۵-۸-۲-۱ مقاومت مکانیکی و پایداری ۳-۵-۸-۲-۲ مقاومت در برابر ضربه / جابجایی ۳-۵-۸-۲-۳ فرسایش ناشی از جریان هوا ۳-۵-۸-۲-۴ نفوذپذیری بخار آب ۳-۵-۸-۲-۵ جذب آب ۳-۵-۸-۲-۶ چسبندگی (مقاومت چسبندگی)
	۳-۴-۷-۳ شناسایی	۳-۵-۸-۳ شناسایی

۳-۵-۰-۱- نمونه‌برداری و آزمونه‌ها

در صورت امکان، نمونه‌های محصول برای تمام آزمون‌های مربوط به تأییدیه باید از محل تولید (تولید، انبار) برداشت شود و باید نماینده پوشش مورد نظر برای صدور تأییدیه باشد.

همه نمونه‌های متعلق به یک محصول به منظور آزمون، باید در یک زمان و از یک محموله به صورت اطمینان‌بخش برداشت شود، به گونه‌ای که نتایج آزمون‌های تأییدیه برای ارزیابی اولیه به منظور گواهی انطباق معتبر باشد. اگر به دلایل اجرایی، نمونه‌برداری در یک زمان غیرممکن باشد، باید برای اطمینان از اینکه تمام نمونه‌های برداشت شده دارای اجزا و ترکیب یکسانی هستند، اقدامات لازم انجام شود. در مرحله آخر، مرجع تأییدکننده لازم است مدارک مربوط به اقدامات انجام شده به منظور گواهی انطباق را تهیه کند (به بخش ۳-۸ توجه شود).

آزمونه‌ها برای آزمون‌های تأییدیه باید تا آنجا که ممکن است در یک زمان و مطابق با روش اجرای متقاضی گواهی‌نامه فنی، آماده‌سازی شوند تا تفاوت‌های ناشی از تغییرات در آماده‌سازی آزمونه‌ها، به حداقل برسد. به طور همزمان، آزمونه‌ها برای تعیین چگالی باید آماده شوند (مطابق روش زیر). این کار به علت ارتباط مشخصه‌های مواد با عملکرد در برابر آتش می‌باشد.

متناوباً چگالی ممکن است با اندازه‌گیری نمونه‌های واقعی تعیین شود.

چگالی:

در اغلب موارد، متقاضیان گواهی‌نامه فنی باید اندودکاری خود را به هر دو روش اجرا شامل پاشش (سطوح بزرگ) و ماله‌کشی (سطوح کوچک) معرفی کنند. بنابراین جز در حالتی که متقاضی گواهی‌نامه فنی روش اجرا را مشخص نماید یا روش اجرای پیچیده‌تری تعیین شود، آزمون‌ها باید بر روی ماده اجرا شده به هر دو روش پاشش و ماله‌کشی انجام شوند و چگالی هر دو حالت، باید اندازه‌گیری شود. در گواهی‌نامه فنی باید مقادیر چگالی و رواداری‌های آن‌ها برای اندودکاری اجرا شده به هر دو روش پاشش و ماله‌کشی ارائه شود (همچنین روش‌های اجرا هم باید معرفی شوند).

چگالی باید با روش‌های مناسب با توجه به نوع اندودکاری تحت ارزیابی، تعیین شود. برای ارزیابی چگالی، روش ارائه شده در فصل چهارم در صورت امکان باید مورد استفاده قرار گیرد.

چگالی تمام آزمونه‌ها لازم است در محدوده ٪۱۵± مقدار متوسط آزمونه‌های مربوط به آزمون‌های آتش باشد. اگر چگالی‌های اندازه‌گیری شده خارج از این رواداری‌های مشخص شده، باشند، آزمون‌های اضافی باید برای ارزیابی طیف گسترده‌تر چگالی انجام شده و در گواهی‌نامه فنی ذکر شود.

چگالی ذکر شده برای اندودکاری اجرا شده همراه بارواداری آن، فرض می شود مقداری است که عملکردهای اعلام شده در گواهی‌نامه فنی شامل مقاومت در برابر آتش، بر اساس آن معتبر هستند.

علاوه بر این، مقدار اعلام شده برای چگالی همراه با رواداری آن، ممکن است در گواهی‌نامه فنی مطابق با سایر روش‌ها، مشخص شود (برحسب مقتضی، EN 1015-6 (INSO 9150-6)، EN 1015-10 (INSO 9150-10) یا سایر

روش‌ها می‌توانند برای تعیین چگالی اعلام شـــده، به کار روند. در این حالت مقدار متوســـط باید بر اســـاس حداقل ۱۰ اندازه‌گیری تعیین شود).

روش توافق شده برای اعلام چگالی همچنین باید به منظور اهداف شناسایی و کنترل تولید کارخانه به کار رود. مقادیر اعلام شده برای چگالی نیز ممکن است به عنوان معیارهایی برای آزمون‌های میدانی باشد، همان طور که در بند ۳-۷-۴-۱ ارجاع داده شده است.

ضخامت:

ضخامت اندودکاری سفت شده برای تمام آزمونه‌ها باید با استفاده از یک میله یا مته به قطر یک میلی‌متر اندازه‌گیری شود، به طوری که میله یا مته در هر وضعیت اندازه‌گیری باید داخل ماده شده تا آنجا که نوک آن با سطح زیرکار آزمونه تماس پیدا کند. برای تعیین دقیق تراز ســـطح، در بالای میله یا مته باید یک صـــفحه مدور فولادی به قطر تقریبی ۵۰ میلی‌متر و حداقل ۳۰ میلی‌متر، موجود باشد.

برای آزمون‌های مقاومت در برابر آتش، ضخامت آزمونه باید در نزدیکی، بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر دور از هر ترموکوپل متصل شده به سطح زیرکار، زیر سیستم محافظت‌کننده در برابر آتش اجرا شده، اندازه‌گیری شود.

برای سایر آزمونه‌ها، اندازه‌گیری‌ها باید به طور یکنواخت از نظر هندسی، بر روی سطح آزمونه توزیع و انجام شود، اما باید شامل اندازه‌گیری هر ضخامت کوچکتر قابل دید باشد. حداقل تعداد اندازه‌گیری در هر آزمونه، برابر ۱۰ می‌باشد.

ضخامت آزمونه نباید بیشتر از ۲۰٪ مقدار متوسط روی کل سطح آن انحراف داشته باشد. در این حالت، مقدار متوسط باید در ارزیابی نتایج و محدودیت‌های کاربرد ارزیابی، استفاده شود. اگر بیش از ۲۰٪ انحراف وجود داشته باشد، حداکثر ضخامت ثبت شده باید در ارزیابی استفاده شود.

سطح زیرکار برای آزمونه‌ها باید منعکس کننده شرایط سطحی اعلام شده توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی باشد همان طور که در دستورالعمل‌های اجرایی محصول، مشخص شده است.

مگر اینکه برای یک آزمون خاص، طور دیگری مشخص شده باشد که در این صورت سطوح زیرکار استاندارد زیر برای آزمون‌ها باید مورد استفاده قرار گیرد:

الف) فولاد مطابق با نوع S در EN 10025 به جز S185، با اندازه اســـمی ۵۰۰ میلی‌متر در ۵۰۰ میلی‌متر و حداقل ضخامت ۵ میلی‌متر.

در جایی که فولاد گالوانیزه به عنوان سطح زیرکار استفاده می‌شود، EN ISO 1460 یا EN ISO 1461 اعمال شود.

ب) بتن مطابق با EN 1323، با حداقل اندازه ۳۰۰ میلی‌متر در ۴۰۰ میلی‌متر و ضخامت اسمی ۴۰ میلی‌متر.

پ) پانل‌های چوبی (همچنین پوشـــش چوبی توپر) و تخته‌های نئوپان مطابق با EN 312:2010 (INSO 9044)، با چگالی (۷۰۰kg/m^3 ±۱۰٪) و اندازه اسمی ۵۰۰ میلی‌متر در ۵۰۰ میلی‌متر و ضخامت (۲±۲۰) میلی‌متر.

ت) برای سایر تخته‌ها به غیر از آن‌هایی که در بند پ ذکر شده، نوع خاص تخته باید استفاده شود.

۳-۵-۱-۲- اثرات خشک شدن

لازم است اندودکاری اجرا شده، با حداقل جمع‌شدگی یا ترک‌خوردگی، سخت شده و عمل‌آوری شود و با حفظ پایداری ابعادی‌اش، در طول عمر مفید خود دچار ترک‌خوردگی‌های قابل توجهی نشود. آزمونه‌های آماده شده برای آزمون‌های اشاره شده در بندهای ۳-۵-۷-۲-۱ و ۳-۵-۷-۲-۲ و همچنین آزمون‌های آتش را می‌توان برای ارزیابی اثرات خشک شدن اندودکاری مورد استفاده قرار داد.

ترک‌های مویی که به دلیل خشک شدن توسعه یافته‌اند، به شرطی قابل قبول است که نتایج مطلوب در آزمون‌های آتش با وجود حضور این ترک‌ها، حاصل شود. باید جمع شدگی و ترک‌خوردگی ناشی از خشک شدن و سخت شدن را مورد مشاهده و توجه قرار داد.

ترک‌ها تا اندازه و مقداری که در آزمونه‌ها قبل از آزمون آتش وجود دارد، قابل قبول هستند. این موضوع باید در گواهی‌نامه فنی به صورت واضح بیان شود.

۳-۵-۱-۳- تثبیت شرایط آزمونه‌ها و شرایط آزمون

آزمونه‌های اندودکاری باید مطابق دستورالعمل‌های متقاضی گواهی‌نامه فنی، اجرا و کاملاً عمل‌آوری شوند.

به جز وقتی که نحوه آماده‌سازی در یک روش آزمون ارجاع داده شده، مشخص شده باشد، آزمونه‌های تهیه شده باید در دمای ۲±۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۵۰ در صد، حداقل به مدت ۲۸ روز نگه‌داری شوند یا تا زمانی که جرم ثابت شود، یعنی تا زمانی که دو اندازه‌گیری متوالی جرم در طی یک دوره ۲۴ ساعته، کمتر از ۱درصد اختلاف داشته باشند.

شرایط آزمایشگاهی باید دارای دمای (۱۰±۲۰) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۲۰±۵۰) درصد باشد.

۳-۵-۱-۴- روش ارزیابی

در صورتی که محصول شامل یک مجموعه متشکل از مخلوط خشک اندود و یک یا چند آستر و یک یا چند لایه روکش می‌باشد، ارزیابی باید متناسب با این موضوع در نظر گرفته شود. آسترها، روکش‌ها، مسلح‌کننده‌ها، اتصالات مکانیکی و افزودنی‌ها، ممکن است به طور خاص (به وسیله نام تجاری و نوع) یا عام (به وسیله یک محصول عام یا یک خانواده متداول در حالت آسترها) مشخص شوند. اجزای مجموعه‌ها همیشه به طور مشخص مورد اشاره قرار می‌گیرند. همه سایر اجزا، خاص یا عام، باید در گواهی‌نامه فنی مطابق با ضوابط فنی موجود (برای مثال استاندارد ملی، اروپایی یا گواهی‌نامه فنی) یا در موارد غیرعملی، با اشاره به خصوصیات اختصاصی مانند ابعاد فیزیکی و عملکرد مصالح، مشخص شوند. در حالت آسترها، زمانی که از نوع خاصی نیستند، ارجاع به خانواده‌های متداول می‌تواند صورت گیرد.

در بسیاری از حالات، اعضای فولادی که در محل اجرا تحویل داده می‌شوند، دارای آستر هستند. در این صورت لازم است کاربر اندودکاری اطمینان حاصل کند که آستر با اندودکاری سازگار است. برای این حالت، ضوابط در بخش ۳-۷ ارائه شده است.

اگر اندودکاری با یا بدون آستر(ها) قابل اجرا است، هر دو حالت باید ارزیابی شود.

۳-۵-۱-۵- ارزیابی آستر (پرایمر)

۳-۵-۱-۵-۱- عوامل چسباننده (پرایمر) فراهم شده برای ایجاد پیوند برای اندودکاری

اگر مورد نظر است که سیستم اندودکاری با یک یا چند عامل چسباننده یا پرایمر مشخص استفاده شود، ارزیابی‌های لازم باید بر روی سیستم (یعنی با استفاده از عامل یا عوامل چسباننده) صورت گیرد. اگر این عامل (عوامل) چسباننده مشخص جزئی از مجموعه اندودکاری هستند، باید در گواهی‌نامه فنی ذکر شده و کنترل‌های لازم در کارخانه نیز بر روی آنها صورت گیرد.

۳-۵-۱-۵-۲- آسترهای محافظ در برابر خوردگی، ویژه یا عمومی

دو گزینه برای ارزیابی و پوشش آسترها در گواهی‌نامه فنی وجود دارد: انواع عمومی یا آسترهای ویژه.

معمول‌ترین انواع آستر به کار رفته با محدوده ضخامت اسمی آن‌ها، در جدول ۳-۲ ارائه شده است. فقط یک آستر از یک خانواده تحت آزمون قرار می‌گیرد و انواع آسترهایی که در انواع عمومی فهرست شده در جدول ۳-۲ ارائه نشده‌اند، باید تحت ارزیابی جداگانه مطابق بند ت-۹ از پیوست ۳- ت قرار گیرند. اگر یک آستر بر روی فولاد بدون روکش، آزمون شده باشد ولی مورد نظر است که بر روی فولاد گالوانیزه استفاده شود، یک ارزیابی جداگانه بر روی فولاد گالوانیزه باید انجام شود. در این صورت حداکثر ضخامت نباید بیشتر از ۵۰ درصد ضخامت آزمون شده باشد.

هر گروه آستر متداول، باید به طور جداگانه ارزیابی شود. در صورتی که متقاضی گواهی‌نامه فنی مشخص کند که مواد با هر دو گروه پایه آب و پایه حلال ممکن است استفاده شوند، هر دو باید مورد آزمون قرار گیرند. مواد بدون حلال باید در همان گروه معادل حامل حلال دسته‌بندی شوند.

جدول ۳-۲- انوع آسترهای متداول

نوع آستر	حداکثر ضخامت قابل قبول- افزایش مجاز از ضخامت آزمون شده (درصد) (رواداری منفی مجاز نیست)
آکریلیک	+۵۰
روغن آلکید کوتاه / متوسط	+۵۰
اپوکسی دو جزئی	+۵۰
اپوکسی غنی شده با روی (دارای حدود ۸۰ درصد جرمی پودر فلز روی)	+۵۰
سیلیکات روی	+۵۰

در تمام موارد، ضخامت خشک آستر نباید از حداکثر ضخامت خشک برای هر محصول که توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی توصیه شده، بیشتر شود.

وقتی که آستر دارای فلز روی باشد، ممکن است نیاز به یک لایه اضافی متصل‌کننده یا پیش آماده‌سازی باشد، که این موضوع باید در سیستم مورد ارزیابی، لحاظ شود.

وقتی که یک آستر از یک گروه عمومی، آزمون شده باشد، تأییدیه عمومی به سایر آسترها در همان گروه محدود می شود به شرطی که حداکثر ضخامت کمتر از حد مجاز ارائه شده در جدول ۳-۲ با شد. هر گونه ضخامت زیر مقادیر آزمون شده، باید مورد پذیرش قرار گیرند به شرطی که ضخامت کوچک‌تر نباید کمتر از مقدار توصیه شده توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی باشد. در صورتی که هیچ آستری استفاده نشود، آماده‌سازی سطح باید مشخص شده و مطابق بند۳- ت-۹ از پیوست ۳- ت ارزیابی شود.

آزمون سازگاری انجام شده بر روی پانل‌های فولادی، برای سایر سطوح زیرکار دارای ترکیبات آهنی، قابل قبول خواهد بود، به جز فولاد زنگ‌نزن که باید به طور جداگانه مطابق بند ۳- ت-۹ از پیوست ۳- ت مورد ارزیابی قرار گیرد.

آسترهایی که در خانواده‌های شناسایی شده در بالا، قرار ندارند، ممکن است در سایر خانواده‌های آسترها بر اساس نوع چسباننده (برای مثال، آلکید روغنی یا اپوکسی)، حامل (آلی، حلال / آب) و رنگدانه (برای مثال، شفاف یا غیرشفاف) گروه‌بندی شوند.

ارزیابی دوام با یک آستر از نوع آستر عمومی اپوکسی غنی شده با روی، فولاد گالوانیزه شده را پوشش نمی‌دهد، مثلاً فولاد گالوانیزه شده از نوع غوطه‌ور شده داغ. با فولاد گالوانیزه شده به عنوان نوع دیگری از آستر تلقی می شود و باید به طور مجزا آزمون شود.

تمام آزمون‌ها / ارزیابی‌های عنوان شده در بندهای ۳-۵-۳ تا ۳-۵-۸ باید همراه با یک آستر انتخاب شده توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی انجام شود. اما زمانی که مورد نظر است که اندودکاری با بیش از یک خانواده آستر، استفاده شود،

انجام یک آزمون کارایی نارسانایی (به صورتی که در بند ۳- ت-۹ از پیوست ۳- ت مشخص شده است)، برای آسترهای اضافی ضروری است. زمانی که آزمون‌های آتش، بدون آستر انجام می شوند، آزمون کارایی نارسانایی همچنین می‌تواند برای ارزیابی تأثیر حضور آسترها، استفاده شود. فقط یک آستر از یک خانواده آستر باید آزمون شود.

این آزمون‌ها برای آسترهایی با یک نوع حامل (حامل آب یا حامل حلال) و برای ضخامت‌های مشابه مربوط (محدوده ضخامت لایه خشک که آزمون شده، باید معین شود) معتبر هستند.

فرض شده است که نتیجه «قبول» در آزمون کارایی نارسانایی، مبنایی برای ارزیابی رفتار در سایر آزمون‌ها است (برای مثال، آزمون‌های مقاومت در برابر آتش، آزمون دوام).

در خصوص معیارهای قبول/مردود به بندهای ۳-۶-۸-۱-۲ تا ۳-۶-۸-۱-۸ توجه شود.

مشخص شده است که در اکثر حالت‌ها، اعضای فولادی که در محل اجرا تحویل داده می شوند، دارای آستر هستند. در چنین حالت‌هایی، لازم است کاربر اندودکاری اطمینان حاصل کند که آستر با اندودکاری سازگار است. برای این حالت، ضوابط در بخش ۳-۷ ارائه شده است.

ولی وقتی که مشخص شود که آستر از نوع درج شده در گواهی‌نامه فنی نیست، در این حالت، گواهی‌نامه فنی استفاده از اندودکاری مورد نظر را پوشش نمی‌دهد و ارزیابی اضافی باید انجام شود.

۳-۵-۱-۵-۳- اطلاعات موجود

برای محصولات موجود، در برخی شرایط، ممکن است ارزیابی عملکرد آتش در سیستم‌هایی با آسترهای جایگزین با استفاده از داده‌های موجود از آزمون‌هایی غیر از موارد مشخص شده در استانداردهای ملی ایران یا اروپایی انجام شود.

اگر داده‌های جایگزین از یک آزمون مقاومت در برابر آتش، بسیار شبیه به آزمون مشخص شده در استانداردهای ملی ایران یا اروپایی باشد، این داده‌ها همراه با داده‌های آزمون استانداردهای ملی ایران یا اروپایی مربوط به یک آستر خاص، ممکن است به منظور ارزیابی برای آستر جایگزین استفاده شود. به طور خاص، در صورتی که آزمون جایگزین بسیار شبیه به آزمون مشخص شده در استانداردهای ملی ایران یا EN از نظر حرارت‌دهی، تنش مکانیکی، مقیاس تغییر شکل و تغییر مکان و غیره باشد، قابلیت چسبندگی و عملکرد کلی سیستم اندودکاری می‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد.

این احتمال وجود دارد که داده‌های آزمایشگاهی موجود ممکن است مربوط به آزمون‌های مقاومت در برابر آتشی باشد که در آن رژیم گرمادهی کوره دقیقاً مشابه آنچه که در آزمون استانداردهای ملی ایران یا اروپایی مشخص شده، نباشد. برای مثال، دما سنج صفحه‌ای ممکن است برای اندازه‌گیری دماهای کوره استفاده نشده باشد. با این وجود، داده‌های موجود می‌تواند همچنان مورد استفاده قرار گیرد، اگر عملکرد بین آسترهای جایگزین مختلف در همان رژیم گرمادهی مقایسه شده و در یک آزمایشگاه معتبر مستقل انجام شده باشد.

۳-۵-۱-۵-۴- ارزیابی روکش رویه

تمامی آزمون‌ها مطابق با بند ۳-۵-۸-۲ باید بدون روکش رویه انجام شوند، مگر اینکه این پوشش برای تأمین عملکرد مورد نیاز تحت شرایط قرارگیری خاصی، ضروری باشد. در این حالت اندودکاری باید با روکش رویه تعیین شده، آزمون شود.

مرجع تأییدکننده باید تصمیم بگیرد که کدام مشخصه‌ها از نظر عملکرد، وابسته به روکش رویه هستند (به عنوان مثال، چسبندگی می‌تواند مستقل از روکش رویه باشد).

۳-۵-۵-۰-۵- مسلح‌کننده‌ها و اتصالات مکانیکی

تمام آزمون‌ها مطابق با بند ۳-۵-۷-۲ باید بدون مسلح‌کننده یا اتصالات مکانیکی انجام شوند، مگر اینکه مسلح‌کننده یا اتصالات مکانیکی برای تأمین عملکرد مورد نیاز تحت شرایط خاص قرارگیری، ضروری باشند. در این حالت، اندودکاری باید همراه با مسلح‌کننده یا اتصالات مکانیکی مشخص شده، آزمون شود و باید در گواهی‌نامه فنی مشخص شود.

تعیین مسلح‌کننده(ها) و یا اتصال(های) مکانیکی که منجر به بدترین عملکرد در هر خانواده از آسترها می‌شود، باید توسط مرجع تأییدکننده و متقاضی گواهی‌نامه فنی، به صورت مورد به مورد، تصمیم‌گیری شود.

۳-۵-۲- مقاومت مکانیکی و پایداری

این الزام اساسی مربوط به این محصولات نمی‌شود.

۳-۵-۳- ایمنی در برابر آتش‌سوزی

۳-۵-۳-۱- واکنش در برابر آتش

به بند ۲-۵-۲-۱ از فصل ۲ توجه شود.

اندودکاری باید مطابق با EN 13501-1 (INSO 8299-1) طبقه‌بندی شود. در صورتی که اندودکاری با روکش یا بدون آن استفاده شود، هر دو وضعیت باید آزمون شود.

راهنمای نصب و آرایش اتصالات برای آزمون‌های مربوطه، در پیوست ۳- الف این دستورالعمل ارائه شده است.

۳-۵-۳-۲- مقاومت در برابر آتش

به بند ۲-۵-۲-۲ از فصل ۲ توجه شود.

برای صدور یک گواهی‌نامه فنی مربوط به اندودکاری یا مجموعه اندودکاری، باید مجموعه‌ای از آزمون‌های مقاومت در برابر آتش (مطابق فصل چهارم) انجام شود و بسته به مورد، باید مطابق با EN 13501-2 (INSO 8299-2) و یا EN 13501-3 طبقه‌بندی شود.

آزمون و طبقه‌بندی جداگانه باید برای هر نوع آستر انجام شود.

همچنین امکان استفاده از روش‌های محاسباتی بر اساس آئین‌نامه‌های اروپایی وجود دارد.

۳-۵-۴- بهداشت، سلامت و محیط زیست

۳-۵-۴-۱- مقدار و یا آزاد شدن مواد خطرناک

در صورت نیاز مرجع صدور گواهی‌نامه فنی نسبت به ارزیابی مقدار و یا رها شدن مواد خطرناک با استفاده از مراجع معتبر از جمله سازمان حفاظت محیط زیست اقدام می‌نماید. متقاضی باید ساختار شیمیایی و ترکیب محصول و یا اجزای محصول را به مرجع صدور گواهی‌نامه فنی ارائه دهد. این اطلاعات به صورت کاملاً محرمانه نزد مرجع صدور گواهی‌نامه فنی باقی می‌ماند.

استفاده از مواد بازیافتی همیشه باید اعلام شود، چون که این موضوع می‌تواند منجر به روش‌های بیشتر ارزیابی و تأیید شود.

۳-۵-۴-۲- نفوذپذیری بخار آب

به بند ۳-۵-۷-۲ توجه شود.

۳-۵-۵- ایمنی در کاربرد

ضوابط این الزام اساسی در بندهای ۳-۵-۸-۲-۱، ۳-۵-۸-۲-۲ و ۳-۵-۸-۲-۶ ارائه شده است.

۳-۵-۶- محافظت در برابر صدا

به بند ۲-۵-۵ توجه شود.

۳-۵-۷- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما

۳-۵-۷-۱- عایق‌بندی حرارتی

علاوه بر مقادیر ارائه شده در جدول، به بند ۲-۵-۶ توجه شود. روش‌های ارائه شده در زیر ممکن است برای تعیین عایق‌بندی حرارتی استفاده شوند.

۳-۵-۷-۱-۱- روش اندودکاری با پایه پشم معدنی (پیوست ۳- ث)

۳-۵-۷-۱-۱-۱- مقدار شکست لاندا در ۱۰ درجه سلسیوس در شرایط خشک

مقدار شکست لاندا در ۱۰ درجه سلسیوس در شرایط خشک ($\lambda_{10,dry,90/90}$)، بیانگر حداقل ٪۹۰ محصول با حد اطمینان ٪۹۰ باید در گواهی‌نامه فنی ذکر شود.

۳-۵-۷-۱-۱-۲- ضریب تبدیل رطوبت ($f_{u,1}$)

ضریب تبدیل رطوبت ($f_{u,1}$) برای تبدیل $\lambda_{10,dry}$ به $\lambda_{23,50}$ باید در گواهی‌نامه فنی اعلام شود.

۳-۵-۷-۱-۱-۳- لانداى اعلام شده در ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰٪ ($\lambda_{D(23,50)}$)

مقدار محاسبه شده لاندا در ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰٪ باید در گواهی‌نامه فنی ذکر شود.

۳-۵-۷-۱-۱-۴- ضریب تبدیل به محتوای رطوبتی بالا ($f_{u,2}$)

ضریب تبدیل به محتوای رطوبتی بالا ($f_{u,2}$) و جرم محتوای رطوبتی در جرم (m/m) در ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰٪ و در ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰٪، باید در گواهی‌نامه فنی ارائه شود.

باید در گواهی‌نامه فنی بیان شود که در مقدار لانداى اعلام شده در ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰٪، تأثیر رطوبت در نظر گرفته شده است.

۳-۵-۷-۱-۲- روش اندودکاری به غیر از مواد با پایه پشم معدنی

تعیین هدایت حرارتی اندودکاری‌هایی که در بند ۳-۵-۷-۱-۱ پوشش داده نشده است باید مطابق با یکی از دو روش زیر انجام شود:

الف) EN 1745:2002، بند ۴-۲-۲

مقدار طرح باید مطابق با EN 1745:2002، بند ۴-۳ تعیین شود.

در گواهی‌نامه فنی باید بیان شود که کاربرد محصول به مکان‌هایی که در معرض رطوبت یا هوازدگی نیستند، محدود می‌شود.

ولی در حالت‌های معینی، ممکن است لازم باشد که تأثیر محتوای رطوبتی بالا در ارتباط با مقدار اعلام شده لاندا در ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰٪ ($\lambda_{D(23,50)}$)، معلوم شود. این ضریب تبدیل به محتوای رطوبتی بالا ($f_{u,2}$) آنگاه باید به عنوان یک آگاهی در نظر گرفته شود.

ب) روش مطابق با بند ۳-۵-۷-۱-۱ (روشی مشابه با حالت اندودکاری‌های پایه پشم معدنی)

۳-۵-۷-۲ - نفوذپذیری بخار آب

ضریب انتقال بخار آب باید بر اساس مقادیر جدول‌بندی شده در EN 12524:2000 (INSO 11055) تعیین شود.

زمانی که متقاضی گواهی‌نامه فنی، مقادیر مشخصی برای ضریب انتقال بخار آب اعلام می‌کند، این موارد باید مطابق با EN ISO 12572، EN 12086 (INSO 7299) یا استانداردهای مشابه اروپایی با همان اصول، مورد آزمون قرار گیرند.

۳-۵-۸- جنبه‌های مربوط به دوام، خدمت‌رسانی و شناسایی

۳-۵-۸-۱- دوام

۳-۵-۸-۱-۱- کلیات

روش‌های ارزیابی زیر باید برای اندودکاری به کار رود و هر گونه اتصالات مکانیکی که به عنوان بخشی از یک مجموعه یا سیستم سرهم‌بندی شده، استفاده می‌شود، نیز لحاظ شود، مگر اینکه آزمون‌های مشابه بر اساس استانداردهای ملی محصول یا سایر گواهی‌نامه‌های فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهر سازی انجام شده باشد. نیاز به انجام هر یک از آزمون‌های زیر بر اساس شرایط قرارگیری و محیطی برای محصول یا سیستم مطابق جدول ۳-۳، تعیین می‌شود.

دوام از مقایسه عملکرد آزمونه‌های غیرمعرض با آزمونه‌های قرار گرفته در معرض شرایط تسریع کننده زمان‌مندی (ageing) ثابت می‌شود. آزمون‌های مناسب برای انواع مختلف قرارگیری در معرض، در جدول ۳-۳ ارائه شده است. ارجاعاتی به الزامات دقیق آزمون، ارائه شده در پیوست ۳- ت، صورت می‌گیرد. در موارد مربوطه، آزمون ارائه شده در بند ۳- ت-۹ از پیوست ۳- ت نیز باید برای مقایسه کارایی نارسانایی اندودکاری با آسترهای اضافی و پوشش‌های رویه مختلف، انجام شود.

جدول ۳-۳- الزامات آزمون برای انواع مختلف در معرض قرار گرفتن

دسته‌بندی‌های کاربرد (۳-۲-۲)	اشعه ماوراء بنفش	رطوبت		دما (زیاد/کم)	یخ زدن / آب شدن
		باران	رطوبت زیاد		
X	بله*، بند ۳- ت-۳ در پیوست ۳- ت	بله، بند ۳- ت-۴ در پیوست ۳- ت	بله، بند ۳- ت-۵ در پیوست -۳- ت	بله، بند ۳- ت-۶ در پیوست ۳-ت	بله، بند ۳- ت-۳-۷-الف در پیوست ۳-ت
Y	خیر	خیر	بله، بند ۳-ت-۵ در پیوست ۳- ت	بله، بند ۳-ت-۶ در پیوست ۳- ت	بله، بند ۳-ت-۷-ب در پیوست ۳-ت
Z_1	خیر	خیر	بله، بند ۳-ت-۵ در پیوست ۳-ت	خیر	خیر
Z_2	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر
* فقط برای اندودکاری‌ها با روکش‌هایی از جنس ترکیبات آلی یا استفاده از چسباننده یا سنگدانه‌های آلی، ضروری است.					

۳-۵-۸-۱-۲- مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش

این شرط برای اندودکاری‌هایی که ادعا شده است برای شرایط محیطی نوع X مناسب هستند، الزامی است. روش آزمون در بند ۳- ت-۳ از پیوست ۳- ت ارائه شده است.

۳-۵-۸-۱-۳- مقاومت در برابر تخریب ناشی از گرما و باران

این شرط برای اندودکاری‌هایی که ادعا شده است برای شرایط محیطی نوع X مناسب هستند، الزامی است. روش آزمون در بند ۳- ت-۴ از پیوست ۳- ت ارائه شده است.

۳-۵-۸-۱-۴- مقاومت در برابر تخریب ناشی از رطوبت بالا

این شرط برای اندودکاری‌هایی که ادعا شده است برای شرایط محیطی نوع Y و Z_1 مناسب هستند، الزامی است. روش آزمون در بند ۳- ت-۵ از پیوست ۳- ت ارائه شده است.

۳-۵-۸-۱-۵- مقاومت در برابر تخریب ناشی از گرما و سرما

این شرط برای اندودکاری‌هایی که ادعا شده است برای شرایط محیطی نوع X و Y مناسب هستند، الزامی است. روش آزمون در بند ۳- ت-۶ از پیوست ۳- ت ارائه شده است.

۳-۵-۸-۱-۶- مقاومت در برابر تخریب ناشی از سیکل‌های یخ زدن و آب شدن

این شرط برای اندودکاری‌هایی که ادعا شده برای شرایط محیطی نوع X و Y مناسب هستند، الزامی است. روش آزمون برای نوع X در بند ۳- ت-۷-الف از پیوست ۳- ت ارائه شده است. روش آزمون برای نوع Y در بند ۳- ت-۷-ب از پیوست ۳- ت ارائه شده است.

۳-۵-۸-۱-۷- مقاومت در برابر خوردگی سطح زیرکار فولادی در اثر اندودکاری

اگر توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی، ادعا می‌شود که اندودکاری برای استفاده مستقیم بر روی فولاد بدون آستر، مناسب است، یک ارزیابی سازگاری و قابلیت محافظت از فولاد، با استفاده از روش آزمون ارائه شده در پیوست ۳- ب، باید انجام شود.

اگر آستر قسمتی از یک مجموعه باشد و ادعا شود که قادر به محافظت در مقابل خوردگی است، عملکرد مورد نظر آستر باید بر اساس آزمون‌های ارائه شده در EN ISO 12944-6:1998 (INSO 6594-6) ثابت شود.

۳-۵-۸-۱-۸- مقاومت در برابر خوردگی اتصالات در اثر اندودکاری

هر گونه اتصال باید به طور کامل داخل ضخامت اندودکاری قرار گیرد و بنابراین پس از نصب در معرض شرایط محیط خارج قرار نخواهد گرفت. باید نشان داده شود که اتصالات با اندودکاری سازگار هستند و هیچ گونه واکنش منفی نمی‌دهند. از آنجا که مناسب بودن اتصالات، بستگی به ماهیت شیمیایی اندودکاری دارد، روش آزمون خاصی را نمی‌توان تجویز کرد. انجام آن چه که برای کنترل سازگاری مورد نیاز است باید توسط مرجع تأییدکننده تعیین شود.

برای مسلح‌کننده فولادی گالوانیزه، حداقل ضخامت مورد نیاز پوشش از جنس روی با استفاده از روش مربوطه EN ISO 1460 یا EN ISO 1461، تأیید می‌شود.

۳-۵-۸-۲- خدمت‌رسانی

۳-۵-۸-۲-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری

آزمون‌های زیر برای اتصالات طراحی شده‌اند تا حداقل مقادیر مورد نیاز برای سیستم اندودکاری به منظور دستیابی به عملکرد تعیین شده، تعریف شود. این آزمون‌ها برای اتصالات فلزی طراحی شده‌اند. برای اتصالات غیرفلزی یا مسلح‌کننده‌های غیرفلزی، ارزیابی بیشتری ممکن است مورد نیاز باشد. اتصالات ممکن است یا به صورت متصل‌کننده‌های مجزا یا شامل اتصالات به کار رفته برای حفظ مش درگیرکننده یا مسلح‌کننده باشند.

۳-۵-۸-۲-۱-۱- مقاومت در برابر بیرون کشیدگی اتصالات ناپیوسته (برای چوب، مصالح بنایی و بتن)

این روش آزمون فقط باید برای سیستم‌ها با اتصالات مکانیکی انجام شود و مقاومت در برابر بیرون کشیدگی یک سیستم اتصال را استخراج می‌کند. این آزمون باید بر روی هر نوع سطح زیرکار (شامل انواع مختلف بتن، چوب نرم و چوب سخت و مصالح بنایی) که اندودکاری روی آن اجرا می‌شود و برای هر نوع اتصال انجام شود.

برای هر نوع سطح زیرکار و اتصال، ۵ آزمونه مورد آزمون قرار می‌گیرد. حداقل اندازه آزمونه باید ۳۰۰ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

دستگاه آزمون شامل یک نیروسنج است.

سیستم اتصال مطابق با دستورالعمل‌های متقاضی گواهی‌نامه فنی نصب می‌شود.

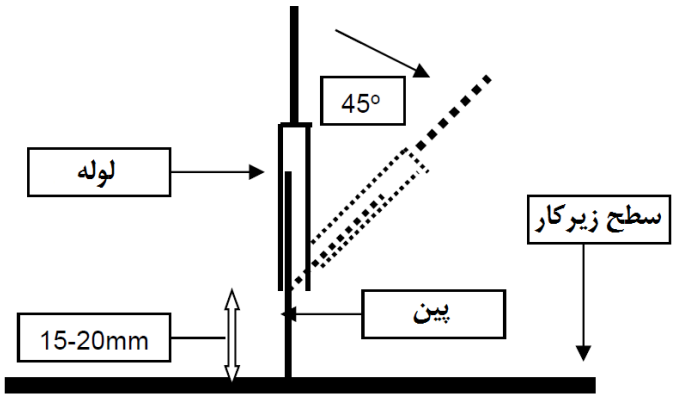
مقاومت کششی برای بیرون کشیدن اتصال باید با یک نیروسنج اندازه‌گیری شود. سرعت کشیدن (۲±۲۰) میلی‌متر بر ثانیه می‌باشد.

در هر آزمون، مقاومت در برابر بیرون کشیدگی بر حسب N (نیوتن) بیان می‌شود. نتایج آزمون، مود شکست و مقدار میانگین در گزارش آزمون ثبت می‌شود.

۳-۵-۸-۲-۱-۲- مقاومت خمشی اتصالات ناپیوسته (برای فولاد)

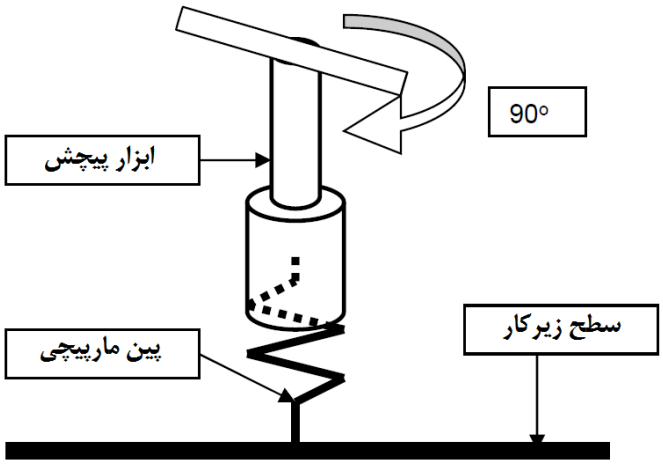
این آزمون‌ها باید برای تأیید مقاومت خمشی اتصالات در هر نوع سطح زیرکار فولادی که مجموعه اندودکاری روی آن اجرا می‌شود، انجام شود.

برای اتصالات پینی مستقیم جوش شده، یک لوله مخصوص (به طول ۱۰۰ میلی‌متر) باید تهیه شود تا اتصال پینی را بپوشاند و یک فاصله ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متری بین انتهای آن و سطح زیرکار فولادی باقی بماند. این وسیله باید به اندازه ۴۵ درجه خم شود و بدون هیچ گونه شکستی در پین یا جوش به حالت قائم برگردد. به شکل ۳-۱ توجه شود. این کار باید حداقل روی ۱۰ اتصال بدون وقوع شکست انجام شود.



شکل ۳-۱- الگوی آزمون خمش برای اتصالات پینی

برای پین‌های مارپیچی جوش شده، یک وسیله پیچشی مخصوص باید استفاده شود تا اتصال را به اندازه ۹۰ درجه بپیچاند و بدون هیچ گونه شکستی در پین یا جوش، به حالت اول برگردد. این کار باید حداقل روی ۱۰ اتصال بدون وقوع شکست انجام شود. این وسیله لازم است قسمت بالایی اتصال را به گونه‌ای درگیر کند که امکان حرکت پیچشی مورد نیاز، فراهم شود.



شکل ۳-۲- الگوی آزمون خمش برای اتصالات پینی

اتصالاتی به غیر از انواع ذکر شده در بالا، باید مطابق اصول دو روش فوق، آزمون شوند. این روش آزمون غیرمخرب علاوه بر اینکه یک آزمون لازم برای تعریف ویژگی تأیید شده است، همچنین برای استفاده در محل به منظور کنترل کارایی اتصالات، مناسب است.

۳-۵-۸-۲-۱-۳- مقاومت در برابر بیرون کشیدگی مش درگیرکننده

این آزمون برای ارزیابی مقاومت جوش (مقاومت در برابر بیرون کشیدگی) مش‌های فلزی منبسط شده که به سطح زیرکار جوش شده‌اند، انجام می‌شود.

یک ابزار T شکل باید زیر مش و مجاور سیم‌های جوش شده، وارد شود به گونه‌ای که دو سیم یک چشمه مش را درگیر کند. یک بار در راستای عمود بر صفحه مش، اعمال شده و با یک ترازوی فنری ساده، اندازه‌گیری می‌شود. مقادیر بار وارد شده برحسب نیوتن ثبت می‌شود.

۳-۵-۸-۲-۱-۴- مقاومت در برابر بیرون کشیدگی اندودکاری

این مشخصه در بند ۳-۵-۸-۲-۶ بیان می‌شود.

۳-۵-۸-۲-۲- مقاومت در برابر ضربه / جابجایی

۳-۵-۸-۲-۲-۱- مقاومت در برابر گسیختگی کارکردی ناشی از بار ضربه جسم سخت - گوی فولادی به وزن ۰٫۵kg

نیاز به ارزیابی مقاومت در برابر ضربه جسم سخت برای محصولاتی محدود می شود که در کاربردهای نهایی احتمال ضربه جسم سخت به اندودکاری وجود دارد و ادعای مقاومت در برابر ضربه مطرح شده است. انجام این آزمون‌ها در جایی که اندودکاری به وسیله ابزارهای مکانیکی مستقل محافظت می‌شود، لازم نیست.

اگر آزمون‌ها انجام نمی‌شوند، گواهی‌نامه فنی باید کاربردها را محدود به جاهایی کند که ضربه اتفاق نخواهد افتاد.

لازم نیست آزمون‌ها بر روی مقاطع فولادی سازه‌ای انجام شوند، به شرطی که مصالح به طور پیوسته به سطح فولادکاری چسبیده باشد، مگر اینکه یک روکش نهایی به منظور بهبود مقاومت در برابر ضربه استفاده شده باشد.

در صورتی که شرایط بالا اعمال نشود، این آزمون باید مطابق با روش آزمون مشخص شده در پیوست ۳-ث برای مشخصه‌های خدمت‌رسانی با اعمال اصلاحات زیر، انجام شود:

الف) برای سطوح تخت یا اساساً تخت بزرگ، آزمونه باید مقطعی از سطح زیرکار با حداقل ابعاد ۱m×۱m باشد.

ب) برای سطوح تخت یا اساساً تخت بزرگ، مقاومت در برابر ضربه باید در نقاط اتصال و در بین اتصالات (اگر باشد)، اندازه‌گیری شود.

ج) برای ارزیابی قطعات فولادی سازه‌ای، آزمونه باید یک ستون فولادی با مقطع مستطیلی توخالی (قوطی) با طول به اندازه اسمی یک متر و مقطعی به ابعاد ۲۰۰mm×۲۰۰mm و A/V (ضریب مقطع) برابر $۱۶۵m^{-1}$ باشد. این اندودکاری باید مطابق با ویژگی‌های اعلام شده توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی، مخلوط و پاشیده شود و اتصالات مکانیکی مشخص شده در صورت وجود، به کار رود. این آزمون باید برای حداقل ضخامت اندودکاری برای هر نوع سطح زیرکار مورد نظر، اتصالات مختلف، در صورت مقتضی بدون اتصالات مکانیکی و برای هر الگوی اتصال، تکرار شود. اگر بدترین حالت اتصالات و الگوی اتصال، قابل شناسایی باشد، فقط آن بدترین حالت، نیاز به آزمون دارد.

د) برای قطعات فولادی سازه‌ای، مقاومت در برابر ضربه باید در سه نقطه تعیین شده که شامل ضعیف‌ترین نقاط، مانند گوشه‌ها و انتهای بال‌ها می‌باشد، اندازه‌گیری شود.

ارتفاع گوی قبل از رها شدن بستگی به ادعاهای متقاضی گواهی‌نامه فنی دارد.

آزمونه باید برای نشانه‌های قابل رویت آسیب‌دیدگی (ترک‌خوردگی، پوسته شدن یا جدا شدن از سطح زیرکار) بازرسی شده و ابعاد تکه‌های جدا شده، اندازه‌گیری شود.

گزارش آزمون باید مقاومت در برابر ضربه (انرژی بر حسب N.m) که سیستم، بدون آسیب قابل مشاهده، تحمل کرده است، دربر بگیرد. در این گزارش آزمون باید تمام آسیب‌های مشاهده شده در ترازهای بالاتر برخورد، ثبت شود.

۳-۵-۸-۲-۲-۲- مقاومت در برابر شکست کارکردی ناشی از بار ضربه‌ای جسم نرم – کیسه ۵۰ کیلوگرمی

نیاز به ارزیابی مقاومت در برابر ضربه جسم نرم به محصولاتی محدود می شود که مورد نظر است برای استفاده روی سطوح تخت قائم بزرگ (بزرگتر از ۱m×۱m) در مناطقی که احتمال ضربه جسم نرم وجود دارد، استفاده شوند. اگر آزمون‌ها انجام نمی‌شوند، گواهی‌نامه فنی باید کاربردها را محدود به جاهایی کند که این نوع ضربه اتفاق نخواهد افتاد. لازم نیست آزمون‌ها بر روی مقاطع فولادی سازه‌ای انجام شوند به شرطی که مصالح به طور پیوسته به سطح فولادکاری چسبیده باشد.

آزمون‌های جداگانه‌ای باید بر روی هر نوع سطح زیرکار که اندودکاری مورد نظر است روی آن اجرا شود، انجام شود به جز نتایج آزمون‌های انجام شده بر روی اندودکاری اجرا شده بر روی ورق فولادی که می‌تواند به سایر سطوح زیرکار تعریف شده در این دستورالعمل اعمال شود. ورق فولادی باید دارای حداقل ضخامت مناسب برای اندودکاری باشد و فولاد باید مطابق روش اجرای واقعی، نگهداشته شود.

این روش آزمون در مطابق پیوست ۳-ث و با اصلاحات زیر انجام شود:

آزمونه باید مقطعی از سطح زیرکار با حداقل ابعاد ۱m×۱m باشد. این اندودکاری باید مطابق با ویژگی‌های اعلام شده توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی، مخلوط و پاشیده شود و اتصالات مکانیکی مشخص شده در صورت وجود، به کار رود. این آزمون باید برای هر نوع سطح زیرکار مورد نظر، حداقل و حداکثر ضخامت اندودکاری، اتصالات مختلف، در صورت مقتضی بدون اتصالات مکانیکی و برای هر الگوی اتصال، تکرار شود. اگر بدترین حالت اتصالات و الگوی اتصال، قابل شناسایی باشد، فقط آن بدترین حالت، نیاز به آزمون دارد.

این کیسه در یک ارتفاع مشخص بالای نقطه ضربه، آویزان و رها می‌شود. نقطه ضربه باید مرکز آزمونه باشد.

ارتفاع کیسه قبل از رها شدن به ادعای متقاضی گواهی‌نامه فنی بستگی دارد. برای جلوگیری از تحت تأثیر قرار گرفتن نتایج آزمون توسط آسیب پیش‌رونده، آزمون مقاومت در برابر ضربه همواره باید بر روی مجموعه‌های جدید انجام شود.

آزمونه باید برای نشانه‌های قابل رویت آسیب (ترک‌خوردگی، پوسته شدن یا جدا شدن از سطح زیرکار) بازرسی شده و ابعاد تکه‌های جدا شده، اندازه‌گیری شود.

گزارش آزمون باید مقاومت در برابر ضربه (انرژی بر حسب N.m) که سیستم، بدون آسیب، تحمل کرده است را دربر بگیرد. در این گزارش آزمون باید تمام آسیب‌های مشاهده شده در ترازهای بالاتر برخورد، ثبت شود.

۳-۵-۸-۲-۳- فرسایش ناشی از جریان هوا

در کاربردهایی که اندودکاری در معرض جریان هوا از قبیل یک کانال هوا یا تهویه قرار دارد، فرسایش مواد باید طبق روش آزمون ارائه شده در پیوست ۳-پ، ارزیابی شود.

ارزیابی فرسایش در اثر هوا فقط برای کاربردهایی که اندودکاری در معرض جریان هوای بیشتر از حد معمول قرار دارد، مانند یک کانال هوا یا تهویه، لازم است. اگر آزمون‌ها انجام نشوند، گواهی‌نامه فنی باید کاربردها را محدود به جاهایی کند که اندودکاری در معرض جریان هوای بیشتر از حد معمول، قرار نمی‌گیرد.

۳-۵-۸-۲-۴- نفوذپذیری بخار آب

آزمون مشخص شده در بند ۳-۵-۷-۲ همچنین قابل کاربرد برای خدمت‌رسانی است.

۳-۵-۸-۲-۵- جذب آب (آزمون موئینگی)

این آزمون فقط برای دسته‌بندی کاربرد نوع X و همچنین اگر کاربرد مورد نظر درگیر شرایطی از قبیل تماس با زمین باشد که ارتباط با موئینگی پیدا می‌کند، نیاز به انجام دارد. در این حالت، روش ارائه شده برای نماهای مرکب عایق حرارتی بیرونی (ETICS) می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اگر آزمون‌ها انجام نمی شوند، گواهی‌نامه فنی باید کاربردها را محدود به جاهایی کند که موئینگی اتفاق نخواهد افتاد.

۳-۵-۸-۲-۶- چسبندگی (مقاومت چسبندگی)

آزمون های زیر برای استخراج حداقل مقادیر لازم برای اندودکاری به منظور برآورده کردن عملکرد آتش مورد نیاز، طراحی شده است. مطابق بند ۳-۵-۱-۱ در خصوص آماده‌سازی آزمونه برای آزمون‌ها، برای موضوع چسبندگی (مقاومت چسبندگی) ممکن است متناوباً آزمون بر روی خود آزمونه مربوط به آزمون آتش انجام شود. فرض می‌شود که چسبندگی (مقاومت چسبندگی) کافی برای عملکرد آتش برای خدمت‌رسانی نیز مناسب خواهد بود. یک حداقل مقدار برای چسبندگی (مقاومت چسبندگی)، باید در کمترین و بیشترین ضخامت مورد نظر برای اندودکاری، تعیین شود. بیشتر سازه‌های چوبی نیازمند اتصالات مکمل هستند ولی اگر هیچ اتصالی به کار نرفته باشد، چسبندگی (مقاومت چسبندگی) باید برای سایر سطوح زیرکار مورد آزمون قرار گیرد.

چسبندگی (مقاومت چسبندگی) برای اندودکاری‌هایی که از مش درگیرکننده یا مسلح‌کننده استفاده نمی شود، باید تعیین شود. مثال‌هایی از روش‌های مناسب آزمون عبارتند از: روش EGOLF EA 5 یا EN 1015-12 و به طور خاص برای محصولات با چسبندگی کم، استاندارد ASTM E 736 می‌باشد.

برای پوشش‌های محافظ حریق مورد استفاده در ساختمان و برای سطوح زیرکار موجود، مقاومت چسبندگی تعیین شده مطابق استاندارد ASTM E 736 و همچنین استاندارد EN 1015-12، باید بیشتر از حداقل مقادیر اعلام شده در جدول ۲-۲، بسته به ارتفاع ساختمان باشد.

برای اندودکاری‌هایی که از یک مش درگیرکننده یا م سلح‌کننده پیو سته ا ستفاده می شود، الزامی برای آزمون وجود ندارد، زیرا فرض می شود که م سلح‌کننده به طور م ستقل به سطح زیرکار مت صل شده و این ات صالات جداگانه ارزیابی شده‌اند.

توجه شود که آزمون چسبندگی (مقاومت اتصال) اجباری ا ست، زیرا ا ستخراج یک مقدار حداقل مقاومت چسبندگی برای مقاومت در برابر آتش برای هر نوع سطح زیرکار، ضروری است.

هنگام انجام آزمون‌های چسبندگی (مقاومت چسبندگی)، نکات زیر باید مد نظر قرار گیرد:

الف) در حداقل و حداکثر ضخامت اندودکاری، اندازه‌گیری باید شود.

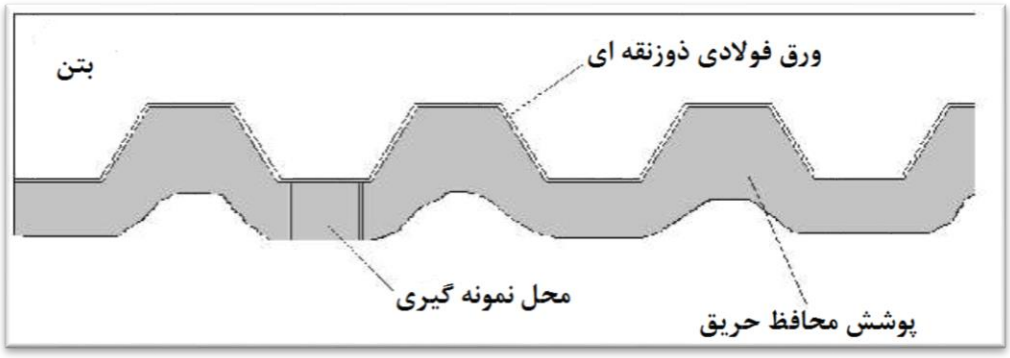
ب) آزمونه‌های اندودکاری با پایه الیاف پشم معدنی به برش بسیار حساس هستند ولی می‌توان با دقت خاص و ابزارهای کافی، این کار را انجام داد.

ج) چسبندگی باید اطمینان دهد که تمام سطح اندودکاری به ورق فولادی مدور متصل شده است. معمولاً اندودکاری‌های محافظت‌کننده در برابر آتش با پایه پشم معدنی، سطوح نامنظمی دارند که می‌تواند منجر به یک چسبندگی ناکارآمد به ورق فولادی مدور شود. بنابراین، برای تضمین یک چسبندگی خوب باید یک مقدار کافی چسب (مطابق مشخصات اعلام شده توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی) بر روی سطح اندودکاری پخش شده تا تمام نامنظمی‌های روی آن پر شود. سپس ورق فولادی باید بر روی آزمونه قرار گرفته و به آرامی فشار داده شود تا آزمونه آسیب نبیند.

قبل از انجام آزمون ضروری است که بررسی شود هیچ چسبی داخل برش بین قطعه آزمونه و مواد اطراف، نفوذ نکرده باشد.

د) سرعت بارگذاری. مطابق با روش آزمون، نیروی کششی باید به صورت دستی یا خودکار، با یک سرعت ثابت مطابق با میزان عملکرد نیروسنج (ظرفیت ۱ تا ۱۰ کیلونیوتن)، یا با استفاده تدریجی از وزنه‌های ثابت قابل افزایش، به آزمونه اعمال شود. د ستگاه اعمال بار (ک شش سنج یا سی ستم وزنه‌های ثابت) باید قادر به اعمال بار تقریباً از صفر با شد. این سرعت بارگذاری باید برای مواد آزمون شده، کافی باشد. مقدار آن باید ثبت و در گزارش آزمون ارائه شود.

ه) ممکن است نیاز شود ابعاد آزمونه کوچک‌تر از مقدار مشخص شده در روش آزمون باشد، مثلاً به دلیل مقطع نمونه (مقاطع داخل‌رونده یا ذوزنقه‌ای، به شکل ۳-۳ توجه شود)، به دلیل ملاحظات وزن یا تنظیم کردن دستگاه آزمون در آزمایشگاه‌ها.



شکل ۳-۳- نمونه‌گیری از مقاطع فولادی ذوزنقه‌ای

توجه شود که گسیختگی در آزمون در محل چسبندگی (چسب) یا پیوستگی (داخل اندود)، بسته به مورد ضعیف‌تر اتفاق خواهد افتاد. امکان ندارد بتوان از قبل مود گسیختگی را تعیین کرد و متعاقباً امکان ندارد چسبندگی بین لایه‌های مختلف را با طراحی مشخص کرد.

برای اندودکاری‌هایی که دارای اتصالات ناپیوسته هستند، این اتصالات باید مطابق با بند ۳-۵-۸-۲-۱ آزمون شوند.

۳-۵-۸-۳- شناسایی

صرف‌نظر از گزینه انتخاب شده برای اندودکاری یا مجموعه اندودکاری، اجزاء و مواد مورد استفاده در اندودهای محافظت‌کننده در برابر آتش، یا از طریق روش‌های مورد تأیید مشخص شده در یک استاندارد ملی محصول، یک گواهی‌نامه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی یا جزییات ارائه شده در این دستورالعمل، باید شناسایی شوند. به بند ۲-۵-۷-۲ از فصل ۲ مراجعه شود. مرجع صدور گواهی‌نامه فنی ممکن است بسته به نیاز از سایر مراجع معتبر بین‌المللی نیز استفاده نماید.

جدول ۳-۴ شامل مثال‌هایی از روش‌هایی ا ست که می‌تواند ا ستفاده شود. روش‌های انتخاب شده باید منا سب نوع اندودکاری مورد ارزیابی با شد و تو سط مرجع تأییدکننده ت صویب شود. اجزاء فرعی شامل مواد افزودنی باید با ارجاع به نام، ا ستانداردهای مرجع، فرمولا سیون، دارنده گواهی‌نامه، تطابق با ا ستاندارد مربوط، محافظت در برابر خوردگی، ابعاد یا دیگر موارد برحسب مقتضی، شناسایی شوند. وقتی که هر گونه از اجزاء اضافه شده به عنوان قسمتی از یک مجموعه، از سایر عر ضه کنندگان تأمین شود، تولیدکننده اندودکاری باید اعلام انطباق با م شخصات توافق شده را از تأمین‌کننده به دست آورد.

جدول ۳-۴- آزمون‌های شناسایی

خواص	مخلوط خشک	ملات تازه	اندودکاری	عوامل چسباننده، آستر(ها)، روکش(ها)	مسلح‌کننده (ها)	اتصالات
شرح	×		×	×		
فرمولاسیون، یا تشخیص ماهیت، فراهم کردن اطلاعات زیر: میزان چسب و رنگدانه، طیف مادون قرمز، میزان جرم ماده غیرفرار	×			×		
تشخیص ماهیت *		×			×	
نسبت اختلاط (در صورت کاربرد)		×		×		
رنگ (تأیید چشمی)	×		×	×		
اندازه ذرات (درجه‌بندی) **	×					
نوع، طول و نسبت ابعادی الیاف (فقط پشم معدنی)	×					
چگالی: - چگالی متوسط (مخلوط خشک) - چگالی حجمی (ملات تازه) - چگالی (ملات سخت شده)	×	×	×			
چگالی (مطابق بخش مربوطه در EN ISO 2811، تعیین شده در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۵۰)٪				×		
مقدار PH		×		×		
عصاره خشک (۱۰۵ درجه سلسیوس)	×			×		
مقدار خاکستر شدن (۴۵۰ یا ۹۰۰ درجه سلسیوس)				×		
مقاومت خمشی و فشاری ملات سخت شده (برای مثال (EN 1015-11 (INSO 9150-11)			×			
اجزاء آلی فرار (ISO 3233، تعیین شده در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۵۰)٪				×		
ضخامت اسمی لایه				×		
تشریح جزء (شامل مقاومت در برابر خوردگی)					×	×
هندسه					×	×
مقاومت کششی					×	×

* اگر از تشخیص ماهیت استفاده می‌شود، برای بیشتر محصولات، FTIR (طیف نمایی مادون قرمز تبدیل فوریه)، TGA (تحلیل حرارتی-ثقلی) یا DTA (تحلیل اختلاف حرارتی) مناسب خواهد بود. روش تجزیه اشعه X هم می‌تواند در نظر گرفته شود.

** برای مواد الیافی: قطر/طول/نسبت ابعادی الیاف، به عنوان مثال برای پشم معدنی.

۳-۶- ارزیابی و داوری مناسب بودن محصولات یا مجموعه‌ها برای کاربرد مورد نظر

۳-۶-۱- کلیات

به جز موارد مشخص شده در زیر، ارزیابی و داوری باید مطابق با بخش ۲-۶ از فصل دوم صورت گیرد.

به جز مشخصات ارائه شده در این فصل، تعمیم کاربرد نتیجه آزمون (در صورت وجود) باید در گواهی‌نامه فنی اعلام شود.

در هر حال، مدرک گواهی‌نامه فنی با وجود همه آزمون‌ها و ارزیابی‌های دوره‌ای، به علت فرآیند پیوسته تولید، رافع مسئولیت تولیدکننده نبوده و مسئولیت اصلی و نهایی تضمین کیفیت پوشش محافظ حریق تولیدی با تولیدکننده می‌باشد. همچنین مسئولیت رعایت و اجرای درست دستورالعمل‌های اجرایی پیوست گواهی‌نامه فنی در هر پروژه‌ای بر عهده مجری پوشش محافظ حریق می‌باشد تا عملکرد مورد انتظار تأمین شود.

مرجع تأییدکننده باید محصول یا مجموعه را با توجه به هر مشخصه ارزیابی شده، از نظر مناسب بودن برای کاربرد مورد نظر، مورد ارزیابی و داوری قرار دهد.

مقدار متوسط چگالی آزمونه‌ها تحت مقاومت در برابر آتش باید به عنوان مقدار اسمی با یک رواداری (±۱۵) در صد که نمایانگر زمینه کاربرد مستقیم است، در نظر گرفته شده و باید در گواهی‌نامه فنی ذکر شود. یک رواداری بالاتری را می‌توان با ملاحظات بیشتر مربوط به جرم افزایش یافته، استخراج کرد. این موضوع زمینه توسعه کاربرد را تشکیل می‌دهد.

۳-۶-۲- مقاومت و پایداری مکانیکی

به این محصولات مربوط نمی‌شود، به بند ۲-۶-۱ از فصل دوم توجه شود.

۳-۶-۳- ایمنی در آتش‌سوزی

به بند ۲-۶-۲ از فصل دوم توجه شود.

۳-۶-۳-۱- واکنش در برابر آتش

اندودکاری محافظت‌کننده در برابر آتش باید یک طبقه‌بندی واکنش در برابر آتش اعلام شده مطابق با EN 13501-1 (INSO 8299-1) داشته باشد.

۳-۶-۳-۲- مقاومت در برابر آتش

مقاومت در برابر آتش بر حسب مقتضی باید مطابق با EN 13501-2 (INSO 8299-2) و یا EN 13501-3 طبقه‌بندی شود و باید اعضای (سطوح زیرکار) مورد محافظت و ویژگی آن‌ها را مانند مقطع فولادی، مشخص نماید.

از آنجا که مقاومت در برابر آتش برای یک اندودکاری معنی ندارد، طبقه‌بندی برای اعضای محافظت شده شامل اندودکاری و نه خود محافظ، به کار می‌رود.

گواهی‌نامه فنی باید شامل داده‌های مربوط به مشخصه‌ها و زمینه کاربرد باشد.

۳-۶-۴- بهداشت، سلامتی و محیط زیست

به فصل دوم توجه شود.

۳-۶-۴-۱- نفوذپذیری بخار آب

به بند ۳-۶-۷-۲ توجه شود.

۳-۶-۵- ایمنی در کاربرد

به بند ۳-۵-۵ توجه شود.

۳-۶-۶- محافظت در برابر صدا

به بند ۲-۶-۵ از فصل دوم توجه شود.

۳-۶-۷- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ گرما

۳-۶-۷-۱- عایق‌بندی حرارتی

به بند ۲-۶-۶ از فصل دوم توجه شود.

مقدار مقاومت حرارتی یا انتقال حرارت جدول‌بندی شده یا اندازه‌گیری شده باید اعلام شود.

۳-۶-۷-۲- نفوذپذیری بخار آب

ضریب انتقال بخار آب باید اعلام شود.

۳-۶-۸- جنبه‌های مرتبط با دوام، خدمت‌رسانی و شناسایی

۳-۶-۸-۱- دوام

۳-۶-۸-۱-۱- کلیات

- حداقل عمر مفید ۲۵ سال:

این موضوع شامل ارزیابی مطلوبی برای تأیید کامل دوام مربوط به اندودکاری است. این تأیید بستگی به کاربرد مورد نظر بر اساس شرایط محیطی دارد و برای محصولات جدید، عملی است اگر

- یک عملکرد رضایت‌بخش برای شرایط در معرض اعلام شده، موجود است یا
- کاربرد مورد نظر به دسته‌بندی کاربرد نوع Z_2 محدود است.
- عمر مفید ۱۰ سال:

اگر عملکرد رضایت‌بخش محصول از طریق آزمون‌های تأیید دوام اثبات نشده باشد، آنگاه یک عمر مفید ۱۰ ساله بر اساس اثبات متقاضی مربوط به عملکرد مطلوب سیستم اندودکاری برای یک دوره ۱۰ ساله در شرایط محیطی مورد نظر، می‌تواند در نظر گرفته شود.

۳-۶-۸-۱-۲- مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش

مربوط به دسته‌بندی کاربرد نوع X؛

پس از در معرض قرار گرفتن مطابق شرایط مقرر در بند ۳-۵-۸-۱-۲، چسبندگی (مقاومت چسبندگی) نباید کمتر از ۸۰ درصد آزمونه‌های قرار نگرفته در معرض این شرایط، باشد. اگر نتیجه، معیار فوق را برآورده نکند، چهار آزمونه اضافی می‌تواند در معرض این شرایط قرار گرفته، آزمون و ارزیابی شوند. هر چهار آزمونه باید معیارهای مورد نظر را برآورده سازند.

۳-۶-۸-۱-۳- مقاومت در برابر تخریب ناشی از گرما و باران

مربوط به دسته‌بندی کاربرد نوع X؛

پس از در معرض قرار گرفتن مطابق شرایط مقرر در بند ۳-۵-۸-۱-۳، چسبندگی (مقاومت چسبندگی) نباید کمتر از ۸۰٪ آزمونه‌های در معرض قرار نگرفته، با شد و همچنین نباید کارایی نار سانایی کمتر از ۸۵٪ مقدار متو سط آزمونه‌های غیر در معرض باشد. اگر نتیجه خارج از محدوده این معیارها قرار گیرد، چهار آزمونه اضافی می‌تواند در معرض این شرایط قرار گرفته، آزمون و ارزیابی شوند. هر چهار آزمونه باید این معیارها را برآورده سازند.

۳-۶-۸-۱-۴- مقاومت در برابر تخریب ناشی از رطوبت بالا

مربوط به دسته‌بندی‌های کاربرد نوع Y و Z_1؛

پس از در معرض قرار گرفتن مطابق شرایط مقرر در بند ۳-۵-۸-۱-۴، چسبندگی (مقاومت چسبندگی) نباید کمتر از ۸۰٪ آزمونه‌های در معرض قرار نگرفته، با شد و همچنین نباید کارایی نار سانایی کمتر از ۸۵٪ مقدار متو سط آزمونه‌های غیر در معرض باشد. اگر نتیجه خارج از محدوده این معیارها قرار گیرد، چهار آزمونه اضافی می‌تواند در معرض این شرایط قرار گرفته، آزمون و ارزیابی شوند. هر چهار آزمونه باید این معیارها را برآورده سازند.

۳-۶-۸-۱-۵- مقاومت در برابر تخریب ناشی از گرما و سرما

مربوط به دسته‌بندی‌های کاربرد نوع X و Y؛

پس از در معرض قرار گرفتن مطابق شرایط مقرر در بند ۳-۵-۸-۱-۵، چسبندگی (مقاومت چسبندگی) نباید کمتر از ۸۰٪ آزمونه‌های در معرض قرار نگرفته، با شد و همچنین نباید کارایی نار سانایی کمتر از ۸۵٪ مقدار متو سط آزمونه‌های غیر در معرض باشد. اگر نتیجه خارج از محدوده این معیارها قرار گیرد، چهار آزمونه اضافی می‌تواند در معرض این شرایط قرار گرفته، آزمون و ارزیابی شوند. هر چهار آزمونه باید این معیارها را برآورده سازند.

۳-۶-۸-۱-۶ - مقاومت در برابر تخریب ناشی از یخ زدن و ذوب شدن

مربوط به دسته‌بندی‌های کاربرد نوع X و Y؛

پس از در معرض قرار گرفتن مطابق شرایط مقرر در بند ۳-۵-۸-۱-۶، چسبندگی (مقاومت چسبندگی) نباید کمتر از ۸۰٪ آزمونه‌های در معرض قرار نگرفته، با شد و همچنین نباید کارایی نار سانایی کمتر از ۸۵٪ مقدار متو سط آزمونه‌های غیر در معرض باشد. اگر نتیجه خارج از محدوده این معیارها قرار گیرد، چهار آزمونه اضافی می‌تواند در معرض این شرایط قرار گرفته، آزمون و ارزیابی شوند. هر چهار آزمونه باید این معیارها را برآورده سازند.

۳-۶-۸-۱-۷- مقاومت در برابر خوردگی سطح زیرکار به علت اندودکاری

مقدار کاهش جرم باید ذکر شود. گزینه «عملکرد تعیین نشده» مجاز است.

۳-۶-۸-۱-۸- مقاومت در برابر خوردگی اتصالات به علت اندودکاری

سازگاری اتصالات و اندودکاری به وسیله یک آزمون ویژه برای ترکیب مشخص اتصال / اندودکاری تعیین می‌شود. برای اتصالات / مسلح‌کننده‌های گالوانیزه، ضخامت پوشش روی باید اعلام شود.

۳-۶-۸-۱-۹- ارائه تجربه عملکرد مطلوب ۱۰ ساله

اگر متقاضی گواهی‌نامه فنی، گزینه ارائه مدارک مستند که محصول به طور رضایت‌بخشی برای حداقل ۱۰ سال استفاده شده است را به کار ببرد، این مدارک باید در فرآیند گواهی‌نامه فنی بررسی شود. مرجع تأییدکننده ممکن است استفاده از محصول را در گواهی‌نامه فنی محدود کند و این تصمیم باید وابسته به عدم تغییر قابل توجه در ترکیب محصول در طی ۱۰ سال با شد. اگر مرجع تأییدکننده مدارک ارائه شده را کافی در نظر بگیرد، عمر مفید در گواهی‌نامه فنی باید ۱۰ سال مشخص شود. مدارک ارائه شده بخشی از فایل محرمانه مرجع تأییدکننده می‌شود.

۳-۶-۸-۲- الزامات قابلیت خدمت‌رسانی

مشخصه‌های دوام ارائه شده در بند ۳-۶-۸-۱ نیز می‌تواند برای تعریف قابلیت خدمت‌رسانی استفاده شود.

۳-۶-۸-۲-۱- مقاومت مکانیکی و پایداری[1]

۳-۶-۸-۲-۱-۱- مقاومت بیرون‌کشیدگی اتصالات ناپیوسته (برای چوب، مصالح بنایی و بتن)

مقدار آن برحسب نیوتن باید در گواهی‌نامه فنی ذکر شود.

۳-۶-۸-۲-۱-۲- مقاومت خمشی اتصالات ناپیوسته (بر روی فولاد)

مقدار آن برحسب نیوتن باید در گواهی‌نامه فنی ذکر شود.

۳-۶-۸-۲-۱-۳- مقاومت بیرون‌کشیدگی مش درگیر کننده

مقدار آن برحسب نیوتن باید در گواهی‌نامه فنی ذکر شود.

۳-۶-۸-۲-۱-۴- مقاومت بیرون‌کشیدگی اندودکاری

به بندهای ۳-۵-۸-۲-۱-۴، ۳-۵-۸-۲-۶ و ۳-۶-۸-۲-۶ توجه شود.

۳-۶-۸-۲-۲- مقاومت در برابر ضربه/جابجایی

۳-۶-۸-۲-۲-۱- مقاومت در برابر شکست کارکردی ناشی از بار ضربه‌ای جسم سخت - گوی فولادی ۰/۵ کیلوگرمی

مقدار انرژی ضربه برحسب N.m که بدون آسیب تحمل شده، باید اعلام شود.

گزینه «عملکرد تعیین نشده» مجاز است.

۳-۶-۸-۲-۲-۲- مقاومت در برابر شکست کارکردی ناشی از بار ضربه‌ای جسم نرم – کیسه ۵۰ کیلوگرمی

مقدار انرژی ضربه برحسب N.m که بدون آسیب تحمل شده، باید اعلام شود.

گزینه «عملکرد تعیین نشده» مجاز است.

۳-۶-۸-۲-۳- فرسایش ناشی از جریان هوا

مقدار آن به عنوان کاهش جرم بر حسب گرم در متر مربع در طی ۲۴ ساعت باید اعلام شود.

گزینه «عملکرد تعیین نشده» مجاز است.

۱- الزامات بندهای ۳-۶-۷-۲-۱-۱ تا ۳-۶-۷-۲-۱-۳ برای محصولاتی که دارای اتصال یا مش درگیرکننده نیستند، مربوط نمی‌شود.

۳-۶-۸-۲-۴- نفوذپذیری بخار آب

مقدار ضریب انتقال بخار آب (مقدار μ) اندازه‌گیری شده یا جدول‌بندی شده، باید اعلام شود.

گزینه «عملکرد تعیین نشده» مجاز است.

۳-۶-۸-۲-۵- جذب آب (آزمون موئینگی)

جذب آب سیستم اندودکاری پس از یک ساعت باید کمتر از $1 kg/m^2$ باشد.

گزینه «عملکرد تعیین نشده» مجاز است.

۳-۶-۸-۲-۶-چسبندگی (مقاومت چسبندگی)

۳-۶-۸-۲-۶-۱- مقاومت چسبندگی

برای اندودکاری‌هایی که دارای مسلح‌کننده یا اتصالات ناپیوسته نیستند، مقاومت چسبندگی بر حسب N/mm2 باید برای هر نوع سطح زیرکار آزمون شده، اعلام شود. گزینه «عملکرد تعیین نشده» مجاز نیست.

مقدار چسبندگی (مقاومت چسبندگی) اندودکاری به سطح زیرکار باید استخراج شود از آنجا که برای تعیین شرایط دقیقی که مقاومت در برابر آتش بدست می‌آید، ضروری است.

۳-۶-۸-۲-۶-۲- مقاومت بیرون‌کشیدگی اتصالات

برای اندودکاری‌هایی که متکی به اتصالات ناپیوسته هستند، مقاومت خمشی یا مقاومت بیرون‌کشیدگی اتصالات باید اعلام شود (به بند ۳-۶-۸-۲-۱ توجه شود).

۳-۶-۸-۲-۶-۳- درگیرکننده پیوسته

مقداری برای اندودکاری‌هایی که از یک مش درگیرکننده یا مسلح‌کننده پیوسته استفاده می‌کنند، مورد نیاز نیست. بنابراین گزینه «عملکرد تعیین نشده» مجاز است.

۳-۶-۸-۳- شناسایی

محصولات و مواد به کار رفته در اندودکاری‌ها و مجموعه‌های اندودکاری محافظت‌کننده در برابر آتش باید یا به وسیله روش مشخص شده در یک استاندارد اروپایی محصول یا یک گواهی‌نامه فنی اروپایی یا روش مشخص شده در این دستورالعمل شناسایی شوند.

اندودکاری باید به وسیله روش‌های مناسب با توجه به گزینه‌های ارائه شده در بند ۳-۵-۸-۳ با اعلام مقادیر و رواداری‌ها، مشخص شود.

۳-۷- فرضیات و توصیه‌هایی برای ارزیابی مناسب بودن استفاده از محصولات

۳-۷-۱ - کلیات

در این فصل فرضیات و توصیه‌هایی برای طراحی، نصب و اجرا، بسته‌بندی، حمل و نقل، انبار، استفاده، تعمیر و نگه‌داری ارائه می شود تا ارزیابی منا سب بودن برای ا ستفاده مطابق با راهنمای گواهی‌نامه فنی قابل انجام شود (تنها در صورت نیاز و تا آنجا که آن‌ها اتکا بر روی ارزیابی یا محصولات داشته باشند).

۳-۷-۲- طراحی کارها

به فصل ۲ مراجعه شود.

اندودکاری‌ها و مجموعه‌های محافظت‌کننده در برابر آتش باید با این فرض ارزیابی شوند که عضو مورد محافظت، سطح زیرکار، برای اندودکاری ضد حریق با روش مورد نظر مناسب است و در تطابق کامل با گواهی‌نامه فنی می‌باشد، به گونه‌ای که اگر به روش مشخص شده در گواهی‌نامه فنی نصب شود، تمامی الزامات ضروری مربوطه برآورده خواهد شد.

مرجع تأییدکننده باید خطرات احتمالی را مورد ارزیابی قرار داده و اگر ضروری تشخیص داده شود، آزمون‌های مربوطه از موارد تشریح شده در بخش ۳-۵ را انجام دهد یا محدودیت‌هایی برای اندودکاری یا مجموعه اندودکاری از نظر مناسب بودن برای استفاده در کاربرد مورد نظر، پیش‌بینی کند.

دارنده گواهی‌نامه فنی ممکن ا ست مح صول را بدون هر گونه اجزای ا ضافی مانند ات صالات یا م سلح‌کننده‌ها، فقط از طریق کیسه‌های مخلوط خشک در بازار ارائه نماید. هرگونه اجزاء دیگر از قبیل اتصالات، مش، مواد افزودنی که لازم است مورد استفاده قرار گیرد باید در گواهی‌نامه فنی از طریق ویژگی‌های فنی (برای مثال استانداردهای ملی یا گواهی‌نامه‌های فنی موجود) یا مواردی از قبیل ابعاد فیزیکی و عملکرد ماده تعیین شود.

از طرف دیگر یک متقا ضی گواهی‌نامه فنی ممکن ا ست علاوه بر کی سه‌های حاوی مخلوط خ شک، یک یا چند جزء مانند عامل چسباننده، مش مسلح‌کننده، اتصالات و مواد افزودنی را در بازار ارائه نماید. در این حالت، این مجموعه (یا کیت) مح صول ا ست که در گواهی‌نامه فنی ارزیابی شده و مورد پو شش قرار می‌گیرد. در این حالت متقا ضی گواهی‌نامه فنی مسئول تطابق ویژگی تمام اجزای مجموعه که او تأمین می‌کند، می‌باشد. بنابراین فرض بر این است که طراحی کارها مطابق مجموعه عرضه شده است و مجموعه به طور کامل به صورتی که مشخص شده، نصب می‌شود.

در جاهایی که کار در معرض م سائلی مانند ارتعاش (در حین ساخت یا در حین بهره‌برداری) ا ست، احتیاط‌های لازم باید صورت گیرد، برای مثال استفاده از یک مش درگیرکننده یا مسلح‌کننده.

حمله بیولوژیکی:

در موارد نادر، تخریب این محصولات ممکن است در اثر حمله بیولوژیکی اتفاق بیفتد مانند رشد کپک روی محصولات و یا محصولات در معرض تخریب ناشی از هجوم حشرات یا حیوانات پستاندار قرار گیرند. این دستورالعمل، ارزیابی محصول برای مقاومت در برابر حمله بیولوژیکی را در نظر نگرفته است.

۳-۷-۳- بسته‌بندی، انتقال و انبار

دارنده گواهی‌نامه فنی برای محدود کردن خطر آسیب یا تخریب محصولات در طی حمل و انبار، احتیاط‌های لازم را باید در نظر گیرد.

۳-۷-۴- اجرای کارها

شرایط محیطی محل اجرا باید از نظر نوع در معرض بودن، دما و رطوبت در محدوده پارامترهای تعیین شده برای کاربرد اندودکاری قرار داشته باشد.

سیستم‌های اندودکاری مورد نظر برای کاربردهای داخلی قبل از اینکه پوشش خارجی ساختمان تمام شود ممکن است به طور موقت در معرض شرایط خارجی قرار گیرند. در صورتی که اندودکاری قادر باشد شرایط خارجی را در مدت زمان کوتاه تحمل کند، این موضوع باید در گواهی‌نامه فنی بیان شود و توصیه‌هایی باید برای چگونگی گذراندن این وضعیت ارائه شود. این موضوع باید شامل مثلاً چگونگی خشک کردن مواد در صورت مرطوب شدن، جزئیات بازرسی مورد نیاز برای ترک‌ها، لایه لایه شدن و رشد کپک، جزئیات اندازه‌گیری ضخامت و چسبندگی (مقاومت چسبندگی) و ارائه روش برای تعمیر مناطق آسیب دیده باشد.

سطوح زیرکار مورد نظر برای محافظت در مقابل حریق، باید به طور مناسب مطابق الزامات مشخص شده در گواهی‌نامه فنی آماده شوند و بر حسب مقتضی، آستر مناسب بر روی آنها اجرا شود.

پرایمر مورد استفاده در آزمون‌های ارزیابی باید در گواهی‌نامه فنی مشخص شود. گواهی‌نامه فنی ممکن است همچنین شامل خانواده‌های کلی پرایمر باشد، اگر سازگاری و چسبندگی (مقاومت چسبندگی) با آزمون اثبات شده باشد.

در جایی که اندودکاری بر روی فولادی اجرا می‌شود که قبلاً آستر شده است، سازگاری آستر باید محرز شود. اگر نوع آستر نامعلوم است، چسبندگی بین آستر و اندودکاری با یک عامل چسباننده، در صورت استفاده، باید ارزیابی شود.

برای آسترهای با محتوای سیمان زیاد، مقدار PH آستر به کار رفته باید آزمون شود و باید در محدوده تعیین شده برای اندودکاری باشد.

در این دستورالعمل، کاربرد اندودکاری بر روی هر گونه پوشش (مانند رنگ قدیمی موجود) یا اندودکاری موجود، پوشش داده نشده است، بنابراین فرض می‌شود که:

الف) هر گونه پوشش یا اندودکاری موجود کاملاً برداشته می‌شود، یا؛

ب) در صورت برداشته نشدن، سازگاری و چسبندگی (مقاومت چسبندگی) بین اندودکاری جدید و پوشش یا اندودکاری موجود نباید کمتر از ۸۰ درصد مقدار چسبندگی بین اندودکاری جدید و سطح زیرکار باشد، یا؛

پ) از اتصال مکانیکی استفاده می شود، برای مثال یک مش درگیرکننده مستقیماً محکم شده به سطح زیرکار بدون استفاده از پوشش یا اندودکاری موجود.

همچنین فرض می‌شود که سطح زیرکار موجود هیچ نقشی در عملکرد ندارد.

آماده سازی محصول و کاربرد آن در عملکرد اندودکاری‌ها و قابلیت آنها در برآورده کردن الزامات ضروری، بسیار مهم است. دارنده گواهی‌نامه فنی باید دستورالعمل‌های جامع اجرا و نصب را ارائه نماید. همچنین آموزش‌های لازم برای مجریان پو شش باید به نحو مقت ضی فراهم و ارائه شود. این موارد باید همراه با مح صول و مدارک مرتبط آن ارائه شده، حداقل شامل اطلاعات مشخص شده در بخش ۳-۸ باشد.

۳-۷-۴-۱- آزمون‌های در محل

در جایی که لازم ا ست از ات صالات مکانیکی ا ستفاده شود، آزمون‌های ارزیابی غیرمخرب پین‌ها و مش درگیرکننده، تشریح شده در بندهای ۳-۵-۸-۲-۱-۱، ۳-۵-۸-۲-۱-۲ و ۳-۵-۸-۲-۱-۳ مناسب هستند تا به عنوان آزمون‌های کنترل کیفیت در محل برای بررسی کارایی اتصالات انجام شود.

در جایی که اندودکاری بدون ا ستفاده از ات صالات مکانیکی روی سطح زیرکار اجرا می شوند، انجام روش شرح داده شده در بند ۳-۵-۸-۲-۶ مناسب است تا اطمینان حاصل شود که حداقل ۸۰٪ مقدار مقاومت چسبندگی لازم در عمل قابل دستیابی است.

ضخامت باید با یک تکرار کافی برای تعیین ضخامت متوسط و حداقل، اندازه‌گیری شود. یک روش مناسب برای اندازه‌گیری ضخامت در بند ۳-۵-۱-۱ (برای آزمون‌های غیرآتش) ارائه شده است.

چگالی اندودکاری باید به روش توصیه شده در گزارش گواهی‌نامه فنی یا این دستورالعمل اندازه‌گیری شود. این مقدار باید در محدوده رواداری مشخص شده در گواهی‌نامه فنی باشد. روش‌های مناسب برای اندازه‌گیری چگالی در بند ۳-۵-۱-۱ ارائه شده است. در صورت استفاده از استانداردهای EN 1015-6 (INSO 9150-6) و EN 1015-10 (INSO 9150-10)، تعداد آزمونه‌ها ممکن است به یک سطح مناسب، کاهش یابد. سایر روش‌ها ممکن است استفاده شود.

پس از خشک شدن و عمل‌آوری اندودکاری‌ها، جمع شدگی مصالح به طور اجتناب‌ناپذیری اتفاق می‌افتد که همراه با مقداری ترک‌خوردگی است. ترک‌های مویی، حداکثر به اندازه و تعداد مقادیر ثبت شده در آزمونه‌های مربوط به آزمون آتش، قابل قبول هستند.

۳-۷-۵- تعمیر و نگه‌داری

به فصل ۲ مراجعه شود.

به طور کلی اندودها، در صورتی که مناطق آسیب‌دیده کوچکی ناشی از اتفاق یا حادثه مربوط به سایر فعالیت‌ها وجود داشته باشد، می‌توانند تعمیر شوند. الزامات مربوط به تعمیر شامل شکل و حداکثر اندازه تعمیر، آماده سازی، مواد مورد نیاز، اتصالات، مسلح‌کننده‌ها و روش اجرا باید در دستورالعمل‌ها مشخص شود. توجه خاصی باید به مشکلات مربوط به چسباندن مواد تعمیری به اندودکاری قدیمی صورت گیرد.

۳-۷-۶- اجزاء کمکی

به فصل ۲ مراجعه شود.

۳-۸- گواهی‌نامه فنی

۳-۸-۱- وظایف مرجع صدور گواهی‌نامه فنی (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)

مرجع صدور گواهی‌نامه فنی برای پوشش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش، نسبت به بازدید، نمونه‌برداری، آزمون و ارزیابی این محصولات بر اساس این دستورالعمل اقدام می‌نماید. کنترل تولید کارخانه باید تحت بازرسی اولیه مرجع صدور گواهی‌نامه فنی قرار گیرد و برای اطمینان از تداوم انطباق با گواهی‌نامه فنی، نظارت مداوم نباید در یک تناوب کمتر از دو بار در سال انجام شود. برای توضیحات بیشتر به بخش ۲-۸ در فصل دوم مراجعه شود.

گواهی‌نامه فنی باید ضخامت‌های مختلف مورد نیاز اندودکاری را برای سطوح زیرکار و زمان‌های متفاوت مقاومت در برابر آتش مشخص کند. برای کاربرد در اعضای سازه‌ای فولادی، ارائه مناسب به شکل یک ماتریس شامل ضریب مقطع در برابر زمان مقاومت در برابر آتش باید صورت گیرد. روش کار در فصول بعدی ارائه شده است.

ویژگی اجزای مجموعه، برای مثال اتصالات و مش مسلح‌کننده، باید همراه با تشریح چگونگی کاربرد آن‌ها ارائه شود.

دستورالعمل‌های نصب / اجرا باید حداقل الزامات برای اجرای رضایت‌بخش محصول را مشخص نمایند. جایی که فروش محصول از طرف دارنده گواهی‌نامه فنی به مجریان متخصص صنعت محافظت در برابر آتش محدود می شود، این موضوع علاوه بر ارائه در دستورالعمل‌های نصب باید به وضوح بر روی بسته‌بندی‌ها نیز مشخص شود.

دستورالعمل‌ها باید به وضوح ابزار و تجهیزات درست برای اجرای اندودکاری یا مجموعه اندودکاری در تمام حالات مختلف کاربرد را مشخص نمایند (به وضوح مشخص کردن تجهیزاتی که ممکن است علاوه بر حالت متداول، مربوط به کاربردهای خاصی باشند).

اگر یک اندودکاری برای کاربردهای محیط داخلی و یا نیمه معرض خارجی، تأیید شده باشد و قبل از اتمام پوسته خارجی ساختمان، موقتاً در معرض شرایط محیط خارجی قرار گیرد، این موضوع باید در گواهی‌نامه فنی توضیح داده شود. دستورالعمل‌ها باید هر گونه ضوابط خاص مانند محافظت موقت از اندودکاری را مشخص نمایند.

دستورالعمل‌های اجرا باید به طور واضح روش نصب و اجرای محصول یا مجموعه را توصیف کرده و حداقل شامل موارد زیر باشند:

- شرایط انبار کردن محصولات، شامل عمر مفید محصول کیسه شده و سایر اجزای مربوطه در صورت وجود، زمان مصرف یا کارایی محصول آماده شده و زمان عمل‌آوری کامل، هر گونه آماده سازی مورد نیاز سطح زیرکار قبل از اجرا (شامل میزان تمیزی سطح زیرکار، سازگاری اندودکاری با سطوح زیرکار مختلف)؛

- هر گونه پوشش درگیرکننده / حفاظتی سطح زیرکار که ممکن است در شرایط خاصی لازم باشد، شامل دستورالعمل‌های دقیق برای اختلاط (بر حسب مورد)، شرایط محیطی مورد نیاز برای اجرا و الزامات برای اجرای درست؛

- جزئیات الزامات مربوط به آسترها بر روی سطوح زیرکار و برای کنترل تطبیق با اندودکاری و ارائه راه حل در صورت عدم تطبیق (مطابق توضیحات زیر)؛

- شرایطی که در آن محصول نیازمند تکیه‌گاه / مسلح‌کننده اضافی است (به فصل‌های بعد مراجعه شود)، به عنوان مثال زمانی که سطح زیرکار با محصول نامناسب یا ناشناخته پوشش داده شده و سازگاری آن با اندودکاری و بنابراین میزان چسبندگی (مقاومت چسبندگی) آن معلوم نیست؛

- جزئیات نوع / اندازه اتصالات مورد نیاز برای مسلح کردن یا اتصال مسلح‌کننده به سطح زیرکار پوشش داده شده. میزان تکرار، الگوی اتصالات و روش نصب اتصالات (در جای مورد نیاز)؛

- روش‌های آزمون یا ارزیابی مورد استفاده در محل برای تعیین کفایت اتصالات و پوشش‌های آستر؛

- روش‌های آزمون مورد استفاده در محل برای تعیین چسبندگی (مقاومت چسبندگی) اندودکاری همراه با حداقل مقادیر ارائه شده در گواهی‌نامه فنی؛

- مقادیر مورد نیاز برای مقاومت پیوستگی / چسبندگی باید مطابق با این دستورالعمل کنترل شود؛

- ویژگی مش مسلح‌کننده (که ممکن است به اتصالات از پیش نصب شده، محکم شود)؛

- دستورالعمل‌های نصب و اجرا برای محل و نگه‌داری مش مسلح‌کننده (شامل وضعیت انتهایی در نظر گرفته شده در داخل ضخامت اندودکاری)؛

- شرایط محیطی که محصول اندودکاری می‌تواند مخلوط (بر حسب مورد) و سپس اجرا شود؛

- دستورالعمل‌هایی برای اختلاط (بر حسب مورد) شامل نسبت‌های کمی ماده به آب؛ کیفیت آب (مثلاً قابل آشامیدن باشد)؛ هر گونه مواد افزودنی مورد نیاز، ویژگی آن‌ها، نسبت و شرایط کاربرد؛ نوع تجهیزات مورد نیاز برای اختلاط درست محصول و زمان اختلاط؛

- تنظیمات فشار و اندازه‌های توصیه شده برای نازل پاشنده به منظور اجرای درست اندودکاری با استفاده از نوع مشخصی از تجهیزات (در جایی که اندودکاری پاشش می‌شود)؛

- در صورت عدم پاشش، روش اجرای محصول؛

- جزئیات ضخامت‌های اندودکاری (همراه با رواداری‌ها) مورد نیاز برای زمان‌های مختلف مقاومت در برابر آتش و نوع سطح زیرکار و شکل مقطع؛

- دستورالعمل‌ها در خصوص زمان‌های پاشش مجدد و محدودیت‌ها (در صورت وجود) در پاشش مجدد؛

- راهنمایی در خصوص مالەکشی، کوبیدن و یا هر شکل دیگری از در ست کردن سطح اندودکاری برای تولید یک سطح کار تمام شده منظم‌تر از آنچه در اجرای اولیه بدست آمده (در صورت لزوم)؛

- جزئیات حداکثر مقدار ترک‌خوردگی مجاز بیان شده در گواهی‌نامه فنی؛

- جزئیات بیشتر در خصوص پوشش اندودکاری با هر گونه پوششهای اختصاصی از سایر تولیدکنندگان یا آن‌هایی که توسط دارنده گواهی‌نامه فنی اندودکاری به عنوان بخشی از یک مجموعه (در صورت لزوم) ساخته می‌شود، به عنوان مثال برای محافظت بهتر در شرایط محیطی؛

- راهنمای محل‌های کار با ماسک در طول اجرای این محصولات.

چگالی متوسط ذکر شده در گواهی‌نامه فنی، مقداری است که آزمون‌های تأییدیه بر آن اساس انجام شده و مشخصه‌های عملکردی برای آن معتبر است. یک رواداری ۱۵± در صد این مقدار متوسط ذکر شده، برای آزمون‌های میدانی قابل قبول است و در این حالت، مشخصه‌های عملکردی ذکر شده، معتبر فرض می‌شوند.

مشخص است که در عمل کنترل چگالی مخلوط پاشش شده، دشوار است. با این وجود، چگالی اندودکاری پاشش شده نباید خارج از روداری پایین‌تر قرار گیرد. اگر چگالی از رواداری بالاتر، بیشتر شود، ضروری است سایر پارامترها مورد بررسی قرار گیرد. این موضوع زمینه‌ای از کاربرد تعمیم یافته را تشکیل می‌دهد. اگر چه احتمال نمی‌رود که مشخصه‌های عملکردی در چگالی‌های بالاتر به خطر بیفتد ولی لازم است اثر افزایش جرم در نظر گرفته شود. در نتیجه، مقاومت چسبندگی (اگر اندودکاری مسلح نشده یا با اتصالات مکانیکی، محکم نشده باشد)، ضخامت اندودکاری و نوع سطح زیرکار مثلاً تخت یا با گوشه‌های داخل رونده، لازم است برای تعیین قابل قبول بودن برای چگالی بالاتر، مورد بررسی قرار گیرد. به عنوان یک راهنما، یک چگالی متوسط به اضافه ۲۰ در صد، ممکن است قابل قبول باشد به جز احتمالاً در حد بالای ضخامت (مثلاً یک زمان مقاومت در برابر آتش بالا همراه با یک مقطع فولاد لاغر با ضریب مقطع بالا)، که جرم اضافی اندودکاری ممکن است باعث نگرانی شود.

به طور مشابه، اگر پاشش در ضخامت‌های بالاتر از مقادیر مشخص شده، باشد در حالی که عملکرد را کاهش ندهد، اثر جرم اضافی باید در نظر گرفته شود، به خصوص اگر با یک چگالی بالاتر همراه شود.

همچنین اطلاعات نصب و اجرا باید به طور واضح هر گونه محدودیت برای کاربرد محصول را مشخص نماید مثلاً عدم سازگاری با شرایط محیطی معین یا سناریوهای محافظت در برابر آتش مشخص.

اگر محصول بدون یک نوع پوشش اضافی معین نتواند آسیب‌های مکانیکی را تحمل کند، این موضوع نیز باید مشخص شود.

توصیه‌هایی باید در خصوص ترتیب کارها ارائه شود به طوری که اندودکاری اجرا نشود تا کارهای مجاور که ممکن است باعث آسیب به آن شود، به اتمام برسند.

توصیه مربوط به تأمین تهویه در اطراف کارهای تمام شده برای جلوگیری از حمله بیولوژیکی مانند رشد کپک در نظر گرفته شود.

اگر کارها، به عنوان مثال، احتمالاً در معرض لرزش باشند، ضوابط ویژه‌ای مانند استفاده از مش درگیرکننده یا مسلح‌کننده، ممکن است لازم باشد.

در جایی که محصول در حال استفاده با دیگر محصولاتی که حفاظت در برابر آتش سازه را به عهده دارند، سازگار نباشد، این موضوع باید مشخص شود.

اطلاعات باید در مورد اینکه چطور با اتصالات بین اعضاء و بین سطوح قبلی و جدید اندودکاری برخورد کنیم، ارائه شود.

راهنمایی باید در مورد نحوه پاشش بر روی اندودکاری موجود ارائه شود (اگر چه این روش توصیه نمی‌شود).

۳-۸-۲- کنترل‌های کارخانه‌ای

همچنین کنترل‌های کارخانه‌ای در مجموعه دارنده گواهی‌نامه فنی باید موجود باشد که به عنوان یک نمونه، جدول ۳-۵ ارائه شده است. دارنده گواهی‌نامه فنی مسئول محصول و هر گونه اجزا تشکیل دهنده یک مجموعه می‌باشد، صرف‌نظر از اینکه دارنده گواهی‌نامه فنی تمام یا بخشی از آنها را تولید نکند. سیستم کنترل کیفیت کارخانه دارنده گواهی‌نامه فنی باید ارزیابی‌هایی که برای اطمینان از کیفیت تولید و اطمینان از همه اجزا، انجام دهد و مسئول انجام ارزیابی در کارخانه مشخص باشد.

اگر محصول یا اجزای مجموعه به دارنده گواهی‌نامه فنی عرضه می‌شود، تأمین کننده باید الزامات کنترل کیفیت کارخانه‌ای را برآورده کند و دارنده گواهی‌نامه فنی باید از اعلام انطباق تأمین‌کننده، مطمئن شود. برای مثال با بازرسی محصول یا اجزای عرضه شده.

اعلام انطباق تأمین کننده باید منطبق با اصول EN ISO 17050-1 و EN ISO 17050-2 باشد.

وقتی که دارنده گواهی‌نامه فنی یک مجموعه اندودکاری را ارائه می‌دهد، کنترل کیفیت کارخانه باید برای اطمینان از عملکرد مناسب و ثابت اندودکاری، آزمون‌های مناسب انطباق یا بازرسی از تمام اجزا در یک مجموعه را به مرجع صدور گواهی‌نامه فنی ارائه کند (ثبات در کیفیت محصولات می‌تواند با کمک یک‌سری روش کنترل شود، برای مثال، کنترل ثابت بودن فرمولاسیون / ترکیب محصول و فرآیند تولید). نمونه‌برداری از محموله اجزا، ممکن است وابسته به حجم تولید چنین اجزایی، مناسب باشد.

در شرایطی که اجزای مجموعه تو سط دارنده گواهی‌نامه فنی تولید می شوند، سی ستم کنترل کیفیت کارخانه باید بازر سی موردی از اجزای ورودی را شامل شود. در جایی که اجزا از ماده‌ای ساخته می شوند که در کاربرد نهایی، مهم و کلیدی است، این معیارها باید در سیستم کنترل کیفیت کارخانه بیان شوند.

در صورتی که مواد وارد شده، قبل از تأیید، با هدف تولید فوری استفاده شده باشند، این موضوع باید ثبت شود تا در صورت عدم انطباق به راحتی قابل تشخیص و مرجوع کردن باشند.

ارزیابی مداوم محصولات نیمه‌آماده و آماده شده باید مطابق سیستم کنترل کیفیت کارخانه که توسط دارنده گواهی‌نامه فنی مستندسازی شده، انجام شود تا انطباق پیوسته با مشخصات مورد نظر محصول تأیید شود. همه مصالح، محصولات نیمه‌آماده و آماده شده تحت ارزیابی و بازرسی، باید از طریق شماره محموله یا سایر روش‌های ارجاع‌دهی مربوط به تولید متعلق به دارنده گواهی‌نامه فنی، قابل ردگیری باشند.

این ارزیابی مربوط به محصول باید به وسیله افراد آموزش دیده / متخصص انجام شود که یا به وسیله دارنده گواهی‌نامه فنی استخدام شده یا از طرف یک مرجع خارجی به نمایندگی از دارنده گواهی‌نامه فنی عمل می‌کنند.

گزارش‌های مربوط به ارزیابی‌ها و بازر سی‌های متعلق به محصولات نیمه‌آماده / آماده شده باید قابل ردگیری و ارتباط با گزارش‌های ارزیابی مواد خام / اجزا مخلوط باشند.

جدول ۳-۵- خواص و طرح آزمون دارنده گواهی‌نامه فنی

ردیف	ویژگی	روش آزمون مربوط	مبنای پذیرش	حداقل تناوب آزمون‌ها
مخلوط خشک و پوشش نهایی (تولید شده توسط دارنده گواهی‌نامه فنی اندودکاری)				
۱	مواد ورودی به کارخانه	اعلام انطباق	ویژگی‌های دارنده گواهی‌نامه فنی	برای هر محموله دریافتی
۲	چگالی حجمی سنگدانه‌ها		ویژگی‌های دارنده گواهی‌نامه فنی	یک بار برای هر محموله
۳	چگالی حجمی مخلوط خشک		ویژگی‌های دارنده گواهی‌نامه فنی	یک بار برای هر محموله یا ۵ بار در روز (۲۴ ساعت) در بازه‌های منظم
اندودکاری (ملات تازه)				
۴	چگالی ظاهری		بر اساس گواهی‌نامه فنی	یک بار در هر محموله یا ۵ بار در روز (۲۴ ساعت) در بازه‌های منظم
۵	زمان گیرش/کارپذیری (زمان مصرف)		ویژگی‌های دارنده گواهی‌نامه فنی	یک بار در هر محموله یا ۵ بار در روز (۲۴ ساعت) در بازه‌های منظم
اندودکاری (ملات سخت شده)				
۶	چگالی		بر اساس گواهی‌نامه فنی	یک بار در ماه
۷	چسبندگی (مقاومت چسبندگی) به سطح زیرکار			یک بار در ماه
اجزاء افزودنی				
۸	عامل چسباننده روکش نهایی (تولید شده توسط دیگران)	مشخصه توافق شده، مثلاً توصیف، نوع ماده، ویسکوزیته، مقدار pH، رنگ، محتوای فرار	ویژگی‌های دارنده گواهی‌نامه فنی	هر تحویل
۹	اتصالات، رابیتس و مسلح‌کننده	مشخصه توافق شده، مثلاً توصیف، نوع ماده، پوشش، ابعاد، شکل هندسی، طراحی	ویژگی‌های دارنده گواهی‌نامه فنی	هر تحویل

۳-۸-۳- تعمیر و نگه‌داری

دارنده گواهی‌نامه فنی باید در دستورالعمل‌های نصب و اجرای پوشش (اندودکاری)، دستورالعمل‌های لازم برای نگه‌داری و تعمیر را تهیه و ارائه نماید.

این دستورالعمل می‌تواند شامل بازرسی‌های عادی برای کنترل آسیب، تمیزکاری، اجرای مجدد پوشش رویه/پوشش درزبندی (برحسب مورد) باشد.

روش تعمیر باید کنترل‌های لازم بر روی عملیات تعمیر به قرار زیر را مشخص نماید:

- آماده‌سازی اندودکاری آسیب دیده برای تعمیر شامل برداشتن مواد آسیب دیده و اصلاح کردن اطراف اندودکاری برای رسیدن به یک سطح پیرامونی بی‌عیب؛

- تمیز کردن سطح زیرکار و باقی ماندن اندودکاری اصلی؛
- دستورالعمل‌هایی مربوط به جایگزینی منطقه مسلح شده (بر حسب مورد)؛
- مشخص کردن اینکه آیا یک ماده تعمیری خاص لازم است یا اینکه اندودکاری اصلی می‌تواند به طور مؤثر استفاده شود؛
- نحوه مخلوط کردن (برحسب مورد) مواد تعمیری؛
- اجرای مواد تعمیری؛
- اجرای مجدد پوشش رویه / پوشش درزبندی (برحسب مورد).

۳-۸-۴- آرم

دارندگان گواهی‌نامه فنی باید بلافاصله هنگام بسته‌بندی محصول خشک، آرم مرجع صدور گواهی‌نامه فنی را بر روی کیسه‌ها حک کنند. اجزاء مجموعه به غیر از کیسه‌های مخلوط خشک نباید دارای آرم مرجع صدور گواهی‌نامه فنی به عنوان جزئی از مجموعه‌ای که مشمول گواهی‌نامه فنی می‌باشد، شوند ولی باید با جزئیات توضیح داده شده و این توضیحات ضمیمه کیسه‌های مخلوط خشک شود.

پیوست ۳- الف- آزمون‌های واکنش در برابر آتش برای محصولات ساختمانی ـــ آرایش‌های نصب و اتصال برای اندودکاری‌ها

در این پیوست شرایط اختصاصی آزمون‌های واکنش در برابر آتش برای پوشش‌ها و اندودکاری‌های معدنی محافظت‌کننده در برابر آتش ارائه شده است. مرجع صدور گواهی‌نامه فنی بر حسب نوع و ترکیبات مصالح، ممکن است یک یا چند آزمون واکنش در برابر آتش را برای تشخیص و شناسایی رفتار محصول انجام دهد.

۳-الف-۱- آزمون SBI مطابق EN 13823 (INSO 13553)

اندودکاری و مجموعه‌های اندودکاری در نظر گرفته شده برای کاربردهای مقاومت در برابر آتش وقتی که به شکل لایه بر روی سطح زیرکار اعمال می شوند، باید مورد آزمون قرار گیرند. این آزمون باید به گونه‌ای که محصول در عمل مورد استفاده قرار می‌گیرد، انجام شود، برای مثال همراه با مش مسلح‌کننده مدفون در اندودکاری و با هر گونه پوشش سطحی.

آزمونه‌ها برای هر بال به طور جداگانه تولید می‌شوند. آزمونه‌ها باید با توجه به بند ۳-۵-۰-۱ آماده‌سازی شده و با توجه به بند ۳-۵-۰-۳، عمل‌آوری شوند. مونتاژ هر دو بال باید بر روی چرخ دستی آزمونه در دستگاه آزمون SBI انجام شود.

یک سطح زیرکار استاندارد مطابق با EN 13238:2010 (INSO 13553) باید مورد استفاده قرار گیرد، به طوری که در یک فاصله بزرگتر یا مساوی ۸۰ میلی‌متر از تخته پشت‌بند، نصب شود. نتیجه اخذ شده برای همه سطوح زیرکار مورد استفاده در اجرا که در این دستورالعمل ارائه شده‌اند، به کار می‌رود. اگر یک سطح زیرکار غیر استاندارد برای آزمون استفاده شود، نتیجه اخذ شده فقط برای آن سطح زیرکار به کار می‌رود.

در سطوح زیرکار طبقه‌های A1 یا A2، اندودکاری‌ها و مجموعه‌های اندودکاری باید با حداکثر ضخامت خشک قابل اعمال، مورد آزمون قرار گیرند. نتیجه اخذ شده برای همه ضخامت‌های اعمال شده تا ضخامت آزمون شده، به کارمی‌رود.

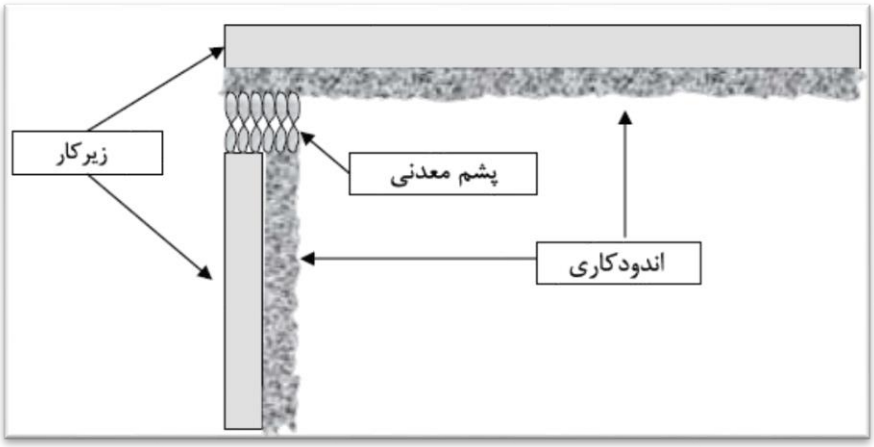
برای سطوح زیرکار طبقه‌های B، C، D یا E، اندودکاری‌ها و مجموعه‌های اندودکاری باید با حداکثر و حداقل ضخامت خشک اعمال شده، آزمون شوند. سه آزمونه باید در هر ضخامت آزمایش شود. نتیجه اخذ شده[۱]، برای همه ضخامت‌ها بین و شامل ضخامت‌های آزمون شده، به کار می‌رود.

۱- اگر نتایج آزمون منجر به دو طبقه‌بندی مختلف شود، بدترین نتیجه در نظر گرفته خواهد شد یا در صورت درخواست متقاضی گواهی‌نامه فنی، آزمون‌های بیشتری قابل انجام است.

اگر اندودکاری‌ها و مجموعه‌های اندودکاری دارای پوشش‌های سطحی باشند، آزمون باید با آن پوششی انجام شود که بر اساس سوابق تجربی در خصوص فرمولاسیون، تجربه موجود یا آزمون، منجر به بدترین نتیجه شود.

در حالت سطوح زیرکار قابل اشتعال (یعنی آن‌هایی که به جز A1 طبقه‌بندی شده‌اند)، درز بین بال‌ها باید با پشم معدنی طبقه‌بندی شده A1 یا مواد مشابه دیگر به منظور جلوگیری از همکاری در آزاد شدن انرژی از سطوح زیرکار که عملاً هرگز اتفاق نخواهد افتاد، محافظت شوند (به شکل الف-۱ توجه شود).

مش سیمی ممکن است لازم باشد به سطح زیرکار متصل شود تا از اینکه اندودکاری به بال‌ها چسبیده است، اطمینان حاصل شود.



شکل ۳- الف-۱- الگوی درز قائم برای آزمون یک سیستم اندودکاری

۳-الف-۲- انجام آزمون مشعل کوچک مطابق با EN ISO 11925-2 (استاندارد ایران INSO 7271-4)

در صورت انجام این آزمون، تهیه آزمونه‌ها و انجام آزمون باید مطابق با الزامات EN ISO 11925-2 (INSO 7271-4) انجام شود.

۳-الف-۳- انجام آزمون مطابق با EN ISO 1716 (INSO 7271-5) و EN ISO 1182 (INSO 7271-2)

تهیه آزمونه‌ها و انجام آزمون‌ها باید مطابق با الزامات EN ISO 1716 (INSO 7271-5) و EN ISO 1182 (INSO 7271-2) انجام شود.

برای یک محصول بخصوص با فرمولاسیون‌های متفاوت (مثلاً یک محصول پایه سیمانی با چگالی یا سبکدانه متفاوت) این آزمون‌ها باید با آن پوششی انجام شود که بر اساس سوابق تجربی، نوع فرمولاسیون یا آزمون، منجر به بدترین نتیجه شود.

پیوست ۳- ب- روش آزمون برای ارزیابی خوردگی سطوح زیرکار فولادی به علت اندودکاری

۳- ب-۱- دامنه کاربرد

این روش آزمون طرز اندازه‌گیری خوردگی فولاد ناشی از اندودکاری‌ها را ارائه می‌کند.

۳- ب-۲- خلاصه روش آزمون

در این روش آزمون پانل‌های فولادی عریان، آ ستر زده شده و گالوانیزه به صورت پا ش شی اندودکاری می شوند و به مدت ۲۴۰ ساعت در معرض دما و رطوبت اتاق و همچنین یک محفظه با دما و رطوبت کنترل شده، قرار می‌گیرند. میزان خوردگی از افت جرم ورق‌ها تعیین می‌شود.

تنها فولاد با پرداخت‌های اعلام شده تو سط دارنده گواهی‌نامه فنی که برای ا ستفاده با اندودکاری منا سب می‌با شد، لازم است آزمایش شود.

۳- ب-۳- اهمیت و کاربرد

هدف از این روش آزمون تعیین خواص ن سبی خورندگی اندودکاری ا ست تا ن شانه‌ای از قابلیت سرویس‌دهی و دوام فراهم شود. عملکرد رضایت‌بخش یک اندودکاری اجرا شده بر روی اعضای سازه‌ای و مجموعه‌ها به قابلیت آن در ای ستادگی در برابر عوامل مختلفی که در طول عمر سازه رخ می‌دهد و همچنین به عملکرد ر ضایت‌بخش آن در شرایط آتش‌سوزی، بستگی دارد.

در این روش آزمون، خوردگی نسبی فولاد ناشی از اندودکاری ارزیابی می‌شود و تعیین می‌شود که آیا وجود اندودکاری باعث افزایش خوردگی فولاد می‌شود یا هیچ تأثیری بر روی آن ندارد.

۳- ب-۴- دستگاه‌ها

- یک اتاقک استاندارد دما و رطوبت، که برای حفظ یک دمای (۲±۳۵) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۹۵) در صد، مجهز شده ا ست. این اتاقک و تمام لوازم باید از ماده‌ای ساخته شده با شند که خورندگی هوای داخل اتاقک را تحت تأثیر قرار ندهد. به علاوه، تمام قسمت‌های در تماس با آزمونه‌ها باید از ماده‌ای ساخته شده باشد که موجب خوردگی الکتریکی نشوند. تهویه کافی هوا روی آزمونه‌ها باید فراهم شود.

- ترازوها، با ظرفیت ۵ کیلوگرم و حساسیت ۰٫۱± گرم.

- برس سیمی، با موهای سیمی برنجی به طول تقریباً ۲۵ میلی‌متر که بر روی یک دسته قرار گرفته است. بخش مودار برس سیمی باید دارای طول ۱۲۷ میلی‌متر در عرض ۱۹ میلی‌متر باشد.

۳- ب-۵- مواد

در این روش آزمون لازم است که اندودکاری مطابق با دستورالعمل‌های متقاضی گواهی‌نامه فنی اجرا شود. دستگاه‌ها، مواد و روش‌های به کار رفته برای اجرای اندودکاری باید نماینده کاربرد برای آزمون آتش و نیز در عمل باشد.

چگالی آزمونه آماده شده باید به اندازه چگالی آزمونه آزمایش شده تحت آتش در محدوده ۱۵±٪ رواداری اعلام شده باشد.

ورق‌های فولادی باید دارای ابعاد ۲۰۰mm×۲۰۰mm×۵mm بوده و باید:

در حالت فولاد عریان مطابق با EN 10025 کلاس S به جز S185

در حالت آستر خورده مطابق با EN 10025 کلاس S به جز S185، فولاد روکش شده با آستر آلکیدی اکسید آهن، یا دیگر موارد مشخص شده توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی

فولاد گالوانیزه مطابق با EN 10025 کلاس S به جز S185 گالوانیزه شده مطابق با EN 10326

۳- ب-۶- آزمونه‌های آزمایشگاهی

باید چهار ورق فولادی از هر نوع، ارزیابی شود مثلاً فولاد عریان، آستر خورده، گالوانیزه.

ورق‌های فولادی در هر مجموعه باید با عنوان الف، ب، ج و د نامگذاری شوند.

ورق‌های فولادی باید بدون هر گونه زنگ‌زدگی باشند.

۳- ب-۷- روش

ورق‌های فولادی را با الکل یا استن شسته تا هرگونه روغن یا گریس از روی آنها پاک شود. سپس در دمای اتاق خشک شوند. هر ورق را با دقت ۰٫۱ گرم وزن کرده و آن را ثبت کنید.

لبه‌های ورق‌ها را محافظت کرده و یک پوشش مناسب روی یک وجه اعمال کنید. این پوشش باید تحت شرایط این روش آزمون پایدار باشد و نباید خوردگی را افزایش دهد. موم پارافین برای این منظور پیشنهاد می‌شود.

اندودکاری را در حداقل ضخامتی که متقاضی گواهی‌نامه فنی، طبقه‌بندی مقاومت در برابر آتش برای آن دارد، اجرا کنید.

چگالی و ضخامت هر آزمونه آزمایشگاهی آماده شده را تعیین کنید.

آزمونه الف و ب از هر مجموعه:

- آزمونه‌ها را برای (۲±۲۴۰) ساعت در دمای اتاق (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حداکثر ۶۰ درصد، تثبیت شرایط نمایید.

- اندودکاری و همچنین پوشش محافظ خوردگی (موم) را از روی ورق‌ها پاک کنید.

- تمام زنگ‌زدگی‌های سطحی را از روی ورق‌ها با برس سیمی مشخص شده در بند ب-۴ پاک کنید و با حلال (الکل یا استن) تمیز کنید.

- ورق‌ها را با دقت ۰٫۱ گرم وزن کرده و این مقادیر را ثبت نمایید.

آزمونه‌های ج و د از هر مجموعه:

- ورق‌ها را در محفظه دما – رطوبت قرار داده و در دمای (۲±۳۵) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۹۵) در صد به مدت (۲±۲۴۰) ساعت نگه‌داری نمایید.

- پس از اتمام دوره زمانی ۲۴۰ ساعته، آزمونه‌ها را از محفظه بیرون آورید.

- اندودکاری و همچنین پوشش محافظ خوردگی (موم) را از روی ورق‌ها پاک کنید.

- تمام زنگ‌زدگی‌های سطحی را از روی ورق‌ها با برس سیمی مشخص شده در بند ۳- ب-۴ پاک کنید و با حلال (الکل یا استن) تمیز کنید.

- ورق‌ها را با دقت ۰٫۱ گرم وزن کرده و این مقادیر را ثبت نمایید.

۳- ب-۸- محاسبه

مقدار متوسط افت جرم در انتهای طول عمر آزمونه‌های الف و ب و افت جرم در انتهای آزمون رطوبت ۲۴۰ ساعته آزمونه‌های ج و د را به روش زیر محاسبه کنید:

برای هر آزمونه:

(مساحت ورق (میلی‌متر مربع))/(جرم آخر (گرم)-جرم اولیه (گرم))=افت جرم (گرم بر میلی‌متر مربع)

مقدار متو سط افت جرم در انتهای طول عمر آزمونه‌های الف و ب و مقدار متو سط افت جرم در انتهای آزمون رطوبت ۲۴۰ ساعته آزمونه‌های ج و د را به روش زیر محاسبه کنید:

۲÷(افت جرم آزمونه ب+افت جرم آزمونه الف)= افت جرم متوسط ۱

۲÷(افت جرم آزمونه د+افت جرم آزمونه ج)= افت جرم متوسط ۲

۳- ب-۹- گزارش

ضخامت اندودکاری را به میلی‌متر، چگالی اندودکاری را به کیلوگرم بر متر مکعب و افت جرم تکی و متوسط مربوط به هر آزمونه و مجموعه را به گرم بر میلی‌متر مربع، گزارش کنید.

همه اطلاعات راجع به فولاد از جمله کلاس، نوع آستر، شامل نام محصول و تولیدکننده، ضخامت لایه خشک اندازه‌گیری شده و زمان سپری شده (تعداد روزها یا ساعت‌ها) بین اجرای آستر و اندودکاری را گزارش کنید.

پیوست ۳- پ- تعیین هدایت حرارتی اعلام شده و ضریب تبدیل به درصد رطوبت بالا (برای اندودکاری‌ها با پایه پشم معدنی)

۳- پ-۱- تعیین مقدار کسر λ در ۱۰ درجه سلسیوس، در شرایط خشک ($\lambda_{10,dry,90/90}$)

۳- پ-۱-۱- اندازه‌گیری λ_{dry} در ۱۰ درجه سلسیوس

۳- پ-۱-۱-۱- آزمونه‌ها برای تعیین هدایت حرارتی λ در ۱۰ درجه سلسیوس باید مطابق با بند ۳-۵-۱-۳ تثبیت شرایط شوند.

۳-پ-۱-۱-۲- هدایت حرارتی آزمونه‌های تثبیت شرایط شده مطابق با بند ۳- پ-۱-۱-۱ باید مطابق با EN 12667 یا EN 12939 (INSO 11520) برای محصولات ضخیم در دمای متوسط (۰٫۳±۱۰) درجه سلسیوس اندازه‌گیری شود.

در طول اندازه‌گیری، احتیاط لازم باید برای جلوگیری از جذب رطوبت به و سیله آزمونه اتخاذ شود. قابل قبول ا ست که برای مثال، آزمونه در داخل یک کیسه پلاستیکی نازک قرار داده شود.

۳- پ-۱-۲- محاسبه مقدار کسر λ در ۱۰ درجه سلسیوس، در شرایط خشک ($\lambda_{10,dry,90/90}$)

۳- پ-۱-۲-۱- کسر λ در ۱۰ درجه سلسیوس، در شرایط خشک ($\lambda_{10,dry,90/90}$) به عنوان یک مقدار حدی نماینده حداقل ۹۰ درصد تولید با یک حد اطمینان ۹۰ درصد باید با استفاده از روش‌های ارائه شده در پیوست ۳-الف از EN 13162:2009 (INSO 8116) محاسبه شود. لازم به ذکر است که λ_D باید مطابق با بند ۳-ث-۳ محاسبه شود.

۳- پ-۲ تعیین ضریب تبدیل رطوبت ($f_{u,1}$)

برای تعیین ضریب تبدیل رطوبت $f_{u,1}$، دو مجموعه اندازه‌گیری مورد نیاز است.

مجموعه ۱ شامل دو اندازه‌گیری بر روی آزمونه‌های خ شک، برای تعیین $\lambda_{10,dry}$ و u_{dry} (محتوای رطوبتی جرم ضربدر جرم).

مجموعه ۲ شامل دو اندازه‌گیری بر روی آزمونه‌های تثبیت شرایط شده در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۵۰) درصد، برای تعیین $\lambda_{10,\ (23,50)}$ و $u_{23,50}$ (محتوای رطوبتی جرم ضربدر جرم).

۳- پ-۲-۱- روش

۳- پ-۲-۱-۱- مجموعه ۱

دو آزمونه را مطابق روش بند ۳- پ-۱-۱-۱ خشک کنید.

برای هر آزمونه مقدار جرم را در شرایط خشک تعیین کنید. متوسط دو مقدار را برای تعیین m_{dry} در نظر بگیرید. u_{dry}، محتوای رطوبت در شرایط خشک بوده و طبق تعریف برابر صفر است.

برای هر آزمونه مقدار λ را در دمای ۱۰ درجه سلسیوس مطابق روش بند ۳-پ-۱-۱-۲ تعیین کنید. متوسط دو مقدار را برای تعیین $\lambda_{10,dry}$ در نظر بگیرید.

۳- پ-۲-۱-۲- مجموعه ۲

۳- پ-۲-۱-۲-۱- دو آزمونه را در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۵۰) در صد مطابق روش‌های ارائه شده در گام ۲ بند ۵-۲ از EN 13169:2008 (INSO 8320) تثبیت شرایط کنید.

۳- پ-۲-۱-۲-۲- برای هر آزمونه، جرم را در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۵۰) در صد تعیین کنید.

متوسط دو مقدار را برای تعیین جرم در دمای ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۵۰) درصد تحت عنوان $m_{23,50}$، در نظر بگیرید.

۳- پ-۲-۱-۲-۳- $u_{23,50}$ را از فرمول ۳-پ-۱ محاسبه کنید:

$$u_{23,50} = \frac{m_{23,50} - m_{dry}}{m_{dry}} \qquad (۳\text{-پ-}۱)$$

که $m_{23,50}$، مقدار جرم در دمای ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰ درصد مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۲-۲ است.

m_{dry}، مقدار جرم مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۱ است.

۳- پ-۲-۱-۲-۴- برای هر آزمونه تثبیت شرایط شده مطابق بند۳- پ-۲-۱-۲-۱، مقدار λ را بر اساس EN 12667 یا EN 12939 (INSO 11520) برای محصولات ضخیم در دمای متوسط (۰٫۳±۱۰) درجه سلسیوس تعیین کنید.

متوسط دو مقدار را برای تعیین $\lambda_{10,(2350)}$ در نظر بگیرید.

۳- پ-۲-۱-۳- محاسبه ضریب تبدیل رطوبت ($f_{u,1}$)

ضریب تبدیل رطوبت $f_{u,1}$ باید از فرمول ۳-پ-۲ (برگرفته از فرمول ۴ از ISO 10456:2010) محاسبه شود:

$$f_{u,1} = \frac{\ln \frac{\lambda_{10,(23,50)}}{\lambda_{10,dry}}}{u_{23,50} - u_{dry}} \qquad (۳-پ-۲)$$

که؛

$\lambda_{10,\ (23,50)}$ = مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۲-۴ تعیین می‌شود،

$\lambda_{10,dry}$ = مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۱ تعیین می‌شود،

$u_{23,50}$ = مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۲-۳ تعیین می‌شود،

u_{dry} = مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۱ تعیین می‌شود و برابر صفر تعریف می‌شود.

۳- پ-۳- محاسبه هدایت حرارتی اعلام شده λ_D

هدایت حرارتی اعلام شده λ_D باید با استفاده از فرمول ۳-پ-۳ محاسبه شود:

$$\lambda_{(23,50)} = \lambda_{10,dry,90/90} * e^{f_{u,1}(u_{23,50}-u_{dry})} \qquad (۳-پ-۳)$$

که؛

$\lambda_{10,dry,90/90}$ مطابق بند ۳- پ-۱-۲ تعیین می‌شود،

$f_{u,1}$ مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۳ تعیین می‌شود،

$u_{23,50}$ مطابق بند ۳-پ -۲-۱-۲-۳ تعیین می‌شود،

u_{dry} مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۱ تعیین می‌شود و برابر صفر تعریف می‌شود.

مقدار محاسبه شده $\lambda_{(23,50)}$ باید به بالاترین حد 0.001W/(m.K) گرد شود و تحت عنوان $\lambda_{D(23,50)}$ اعلام شود.

۳- پ-۴- تعیین ضریب تبدیل به محتوای رطوبتی بالا ($f_{u,2}$)

برای تعیین ضریب تبدیل به محتوای رطوبتی بالای fu,2، دو مجموعه اندازه‌گیری مورد نیاز است.

مجموعه ۱:

دو اندازه‌گیری بر روی آزمونه‌های تثبیت شرایط شده در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۵۰) درصد، برای تعیین $\lambda_{10,\ (23,50)}$ و $u_{23,50}$ (محتوای رطوبتی جرم ضربدر جرم).

مجموعه ۲:

دو اندازه‌گیری بر روی آزمونه‌های تثبیت شرایط شده در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۸۵) درصد، برای تعیین $\lambda_{10,\ (23,80)}$ و $u_{23,80}$ (محتوای رطوبتی جرم ضرب در جرم).

۳- پ-۴-۱- روش

۳- پ-۴-۱-۱- مجموعه ۱

$\lambda_{10,(23,50)}$ و $u_{23,50}$ را مطابق با بند ۳-پ-۲-۱-۲ تعیین کنید.

۳- پ-۴-۱-۲- مجموعه ۲

۳- پ-۴-۱-۲-۱- دو آزمونه را در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۸۰) در صد مطابق با روش‌های ارائه شده در گام ۲ بند ۵-۲ از EN 13169:2008 (INSO 8320)، تثبیت شرایط کنید.

۳- پ-۴-۱-۲-۲- برای هر آزمونه مقدار جرم را در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۸۰) درصد تعیین کنید.

متوسط دو مقدار را برای تعیین جرم در دمای ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰ درصد تحت عنوان $m_{23,80}$، در نظر بگیرید.

۳- پ-۴-۱-۲-۳- مقدار $u_{23,80}$ را از فرمول ۳-پ-۴ محاسبه کنید:

$$u_{23,80} = \frac{m_{23,80} - m_{dry}}{m_{dry}} \qquad (۳-پ-۴)$$

که؛

$m_{23,80}$ مقدار جرم در دمای ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰ درصد مطابق بند ۳- پ-۴-۱-۲-۲ است.

m_{dry} مقدار جرم مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۱ است.

۳- پ-۴-۱-۲-۴- برای هر آزمونه تثبیت شرایط شده مطابق بند ۳-پ-۴-۱-۲-۱، مقدار λ را مطابق با EN 12667 یا EN 12939 (INSO 11520) برای محصولات ضخیم در دمای متوسط (۰٫۳±۱۰) درجه سلسیوس تعیین کنید.

متوسط دو مقدار را برای تعیین $\lambda_{10,(23,80)}$ در نظر بگیرید.

۳- پ-۴-۱-۳- محاسبه ضریب تبدیل به محتوای رطوبتی بالا ($f_{u,2}$)

ضریب تبدیل به محتوای رطوبتی بالا، $f_{u,2}$ باید از فرمول زیر محاسبه شود (بر گرفته از فرمول ۴ از ISO 10456:2010):

$$f_{u,2} = \frac{\ln \frac{\lambda_{10,(23,80)}}{\lambda_{10,(23,50)}}}{u_{23,80} - u_{23,50}} \qquad (۳-پ-۵)$$

که؛

$\lambda_{10,(23,80)}$ مطابق بند ۳- پ-۴-۱-۲-۴ تعیین می‌شود،

$\lambda_{10,(23,50)}$ مطابق بند ۳-پ-۲-۱-۲ تعیین می‌شود،

$u_{23,80}$ مطابق بند ۳- پ -۴-۱-۲-۳ تعیین می‌شود،

$u_{23,50}$ مطابق بند ۳- پ-۲-۱-۲ تعیین می‌شود.

برای تعیین ضـــریب تبدیل رطوبت، $f_{u,1}$ و ضـــریب تبدیل به محتوای رطوبتی بالا، $f_{u,2}$، آزمونه‌ها باید از همان مرحله تولید به دست آیند.

هدایت حرارتی نیز ممکن است در دمای متوسط به غیر از ۱۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شود، به شرطی که دقت ارتباط بین دما و خواص حرارتی به خوبی مستند شده باشد.

پیوست ۳- ت- آزمون دوام برای اندودکاری‌ها

۳-ت-۱- مقدمه

دوام اندودکاری بر اســاس مقایســه داده‌ها بین نمونه‌ها تحت شــرایط مصــنوعی در معرض و نمونه‌های شــاهد تعیین می‌شود.

پارامترهای استفاده شده عبارتند از:

چسبندگی (مقاومت چسبندگی)؛

کارایی نارسانایی؛

مشاهدات چشمی.

در آزمون‌های زیر، چسبندگی (مقاومت چسبندگی) به عنوان یک مشخصه برای تعیین تغییرات قبل و بعد از آزمون به کار می‌رود. بنابراین لازم است چسبندگی (مقاومت چسبندگی) در این آزمون‌ها اندازه‌گیری شوند، حتی اگر در عمل، مش مسلح‌کننده یا اتصالات مکانیکی ممکن است به کار رود.

آزمون کارایی نارســانایی فقط بر روی یک ســطح زیرکار فولادی انجام می‌شــود، زیرا مشــخصــه‌های دوام اندودکاری، مستقل از سطح زیرکار در نظر گرفته می شوند. چسبندگی (مقاومت چسبندگی) و مشاهدات چشمی مربوط به همه سطوح زیرکار هستند.

۳- ت-۲- آزمونه‌ها

مشخصات سطح زیرکار در بند ۳-۵-۱-۱ ارائه شده است.

اگر سیستم اندودکاری نیازمند آن باشد که فولاد دارای آستر باشد، فولاد باید آستر زده شود.

اگر اندودکاری قابلیت استفاده بدون روکش را داشته باشد، باید بدون روکش آزمایش شود.

ضخامت اندودکاری اگر بزرگتر از ۲۵ میلی‌متر باشد باید در یک ضخامت اسمی ۲۵ میلی‌متر یا حداقل ضخامت اجرا شود یا اگر کمتر از ۲۵ میلی‌متر باشد، باید در حداکثر ضخامت اجرا شود. ضخامت اندودکاری باید قبل از آزمون در بیشتر از ۱۰ نقطه توزیع شده یکنواخت، اندازه‌گیری و ثبت شود.

لبه‌های آزمونه‌ها باید درزبندی شود تا از ایجاد درز بین اندودکاری و سطح زیرکار تحت شرایط در معرض جلوگیری شود.

برای پانل‌های به کار رفته برای آزمون دوام، یک پوشش محافظ (آستر) باید در پشت و لبه‌ها (شامل تمام پانل‌های شاهد)، برای جلوگیری از زنگ‌زدگی محفظه، اجرا شود.

برای هر شرایط در معرض مورد نیاز برای آزمایش، چهار آزمونه باید آماده شود: دو تا برای آزمون چسبندگی و دو تا برای کارایی نارسانایی. علاوه بر این، چهار آزمونه باید به عنوان کنترل کننده آماده شود: دو تا برای استخراج مقادیر چسبندگی (مقاومت چسبندگی) و دو تا برای استخراج کارایی نارسانایی.

این آزمونه‌ها باید مطابق با بندهای ۳-۵-۱-۱ و ۳-۵-۱-۳ و دستورالعمل‌های متقاضی گواهی‌نامه فنی برای سیستم اندودکاری، آماده و تثبیت شوند. آزمونه‌های کنترلی باید سپس تحت شرایط و مدت مشخص شده توسط متقاضی گواهی‌نامه فنی نگه‌داری شوند. پس از در معرض قرار گرفتن تحت آزمون‌های دوام مشخص شده، آزمونه‌ها باید در شرایط مشخص شده در بند ۳-۵-۱-۳ تا رسیدن به جرم ثابت نگه‌داری شوند، قبل از اینکه آزمون چسبندگی (مقاومت چسبندگی) یا کارایی نارسانایی انجام شود.

توصیه می‌شود که قبل و بعد از آزمون‌های دوام، از آزمونه‌ها عکس‌برداری شود.

۳- ت-۳- قرارگیری در معرض اشعه ماوراء بنفش

دو آزمونه باید مطابق با EN ISO 4892-3:2006 (INSO 12523-3) برای ۱۱۲ سیکل (معادل ۲۸ روز) آزمایش شود.

مود ۲ قرارگیری در معرض با لامپ‌های ترکیبی باید به کار رود.

۳- ت-۴- گرما – باران

چهار آزمونه با ویژگی بند ۳- ت-۲ باید تحت شرایط مشخص شده در EN 12467:2006، بند ۷-۴-۲ برای ۵۰ سیکل در معرض گیرند.

۳- ت-۵- رطوبت بالا

چهار آزمونه با ویژگی بند ۳- ت-۲ باید به مدت چهار هفته در معرض دمای (۲±۳۵) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۵±۹۵) درصد قرار گیرد.

۳-ت-۶- گرما - سرما

چهار آزمونه با ویژگی بند ۳- ت-۲ باید در معرض شـــرایط زیر قرار گیرد و پنج بار تکرار شـــود. این آزمون باید در رطوبت محیط انجام شود.

دوره زمانی / مدت (ساعت)	دما
۲	اولین سیکل - افزایش از دمای محیط به (۲±۶۰) درجه سلسیوس سیکل‌های بعدی - افزایش از (۲±۱۵-) درجه سلسیوس به (۲±۶۰) درجه سلسیوس
۴	نگه‌داری در دمای (۲±۶۰) درجه سلسیوس
۲	کاهش دما از (۲±۶۰) درجه سلسیوس به (۲±۱۵-) درجه سلسیوس
۱۶	نگه‌داری در دمای (۲±۱۵-) درجه سلسیوس

اگر دماهای حداکثر بالاتر یا دماهای حداقل پایین‌تر مورد انتظار باشـد، دمای حداکثر / حداقل مورد نظر باید آزمایش شود.

۳- ت-۷- یخ زدن و آب شدن

الف) برای دسته‌بندی کاربرد نوع X: چهار آزمونه با ویژگی بند ۳- ت-۲ باید در معرض شرایط زیر قرار گیرد و ۲۵ بار تکرار شود. این آزمون باید در رطوبت محیط انجام شود.

دوره زمانی / مدت (ساعت)	شرایط، دما و غوطه‌ور شدن در آب
۴	غوطه‌ور کردن در آب در دمای (۲±۲۳) درجه سلسیوس
۲	خارج کردن از آب و کاهش دما به (۲±۵-) درجه سلسیوس در مدت دو ساعت
۱۶	نگه‌داری در دمای (۲±۵-) درجه سلسیوس (بیرون از آب)
۲	افزایش دما از (۲±۵-) درجه سلسیوس به (۲±۲۳) درجه سلسیوس (بیرون از آب)

ب) برای دســـته‌بندی کاربرد نوع Y: چهار آزمونه با ویژگی بند ت-۲ باید در معرض شـــرایط زیر قرار گیرد و ۲۵ بار تکرار شود.

دوره زمانی / مدت (ساعت)	دما	رطوبت نسبی
۴	(۲۳±۲)°C	٪۹۵±۵
۲	کاهش دما از (۲۳±۲)°C به (-۱۰±۲)°C	_
۱۶	نگه‌داری در دمای (-۱۰±۲)°C	_
۲	افزایش دما از (-۱۰±۲)°C به (۲۳±۲)°C	٪۹۵±۵

۳- ت-۸- چسبندگی (مقاومت چسبندگی) – روش آزمون

دو آزمونه کنترل‌کننده (آزمونه‌های در معرض قرار نگرفته) مشخص شده در بند ۳-ت-۲ و دو آزمونه بعد از قرارگیری در معرض رژیم‌های آزمون مطابق بندهای ۳- ت-۳ تا ۳- ت-۷ (بر حسب مقتضی) باید مطابق روش EGOLF EA 5 ارزیابی شوند. چهار آزمون چسبندگی کششی باید بر روی هر پانل انجام شود (برای مثال، چهار عدد بر روی هر پانل). مطابق روش EGOLF EA5، برای هر جفت از آزمونه‌ها، باید بالاترین و پایین‌ترین مقادیر اعلام شود و ۶ آزمونه باقی‌مانده، میانگین‌گیری شوند.

نتایج آزمون:

مقدار متوسط مقاومت چسبندگی کششی پس از آزمون دوام نباید کمتر از ۸۰ درصد مقدار آزمونه کنترل کننده باشد. اگر این آزمون برای میلگردهای فولادی، سطوح زیرکار گالوانیزه و غیره انجام شود، نتایج برای فولاد و دال‌های بتنی نیز معتبر است.

۳- ت-۹- کارایی نارسانایی – روش آزمون

۳- ت-۹-۱- کلیات

آزمون آتش کوره با مقیاس کوچک باید تحت شرایط منحنی استاندارد دما – زمان تعریف شده در EN 1363-1 (INSO 12055-1) انجام شود.

آزمونه‌ها باید مطابق با بند ۳-۵-۱-۳ آماده‌سازی، تثبیت شرایط و اندازه‌گیری شوند.

پس از قرارگیری در شرایط محیطی، در صورت وجود، آزمونه‌ها باید دوباره در شرایط مشخص شده در بند ۳-۵-۱-۳ برای مدت حداقل یک هفته قبل از آزمون آتش نگه‌داری شوند.

۳- ت-۹-۲- آزمونه‌ها

دو آزمونه کنترل‌کننده (آزمونه های در معرض قرار نگرفته) مشخص شده در بند ۳- ت-۲ و دو آزمونه پس از قرارگیری تحت رژیم‌های آزمون مطابق بندهای ت-۴ تا ت-۷ (برحسب مقتضی) لازم است مورد ارزیابی قرار گیرند.

۳- ت-۹-۳- روش آزمون

آزمونه‌ها ممکن است به طور مجزا یا در یک آزمون مورد آزمایش قرار گیرند. این آزمونه (ها) باید در کوره در وضعیت قائم یا افقی قرار گیرند به طوری که وجه دارای سیستم اندودکاری در معرض آتش قرار گیرد. آزمونه (ها) باید در یک قاب که قسمتی از یک وجه (دیوار یا سقف) کوره را تشکیل می‌دهد، قرار گیرند. طرف غیر در معرض آتش باید با استفاده از تخته سیلیکات کلسیم یا ورمیکولیت با حداقل ضخامت ۵ میلی‌متر و چگالی حجمی (۲۵±۴۷۵) کیلوگرم بر متر مکعب یا پشم معدنی (پشم سنگ) با چگالی حجمی (۱۰±۱۱۰/۱۲۰) کیلوگرم بر متر مکعب پوشش داده شود.[۱]

دو ترموکوپل باید به وجه غیر در معرض آتش پانل‌های فولادی متصل شوند. این ترموکوپل‌ها باید نزدیک به مرکز و ۲۰ میلی‌متر دور از هم قرار گیرند. ترموکوپل‌ها باید از نوع K مطابق با EN 1363-1 (INSO 12055-1) اما بدون صفحه مسی و بدون لایه عایق‌بندی باشند. ترموکوپل‌ها باید به پشت پانل‌های فولادی به وسیله جوش (نقطه جوش مقاومتی) متصل شوند.

زمان برای طرف غیر در معرض آتش فولاد برای رسیدن به دمای متوسط ۵۰۰ درجه سلسیوس باید ثبت شود.

۳- ت-۹-۴- نتایج آزمون

زمان رسیدن وجه غیر در معرض آتش فولاد به دمای متوسط ۵۰۰ درجه سلسیوس باید ثبت شود. به علاوه برای اطلاعات بیشتر، مشاهدات مربوط به اندودکاری، هر گونه جدا شدگی، لایه لایه شدن یا ترک خوردن باید گزارش شود. زمان متوسط برای طرف غیر در معرض آتش فولاد در آزمونه‌های قرار گرفته تحت آزمون‌های دوام نباید کمتر از ۸۵٪ زمان وجه غیر در معرض آتش فولاد نمونه‌های کنترلی برای رسیدن به دمای متوسط ۵۰۰ درجه سلسیوس باشد. نتیجه هیچ آزمونی نباید کمتر از ۸۰ درصد زمان متوسط رسیدن به ۵۰۰ درجه سلسیوس آزمون اولیه باشد.

وقتی که نتیجه خارج از این معیارها قرار گیرد، چهار آزمونه اضافی ممکن است در معرض قرار گرفته، آزمایش و ارزیابی شود. تمام چهار آزمونه باید معیارها را برآورده سازند.

۳- ت-۹-۵- تفسیر نتایج آزمون

هنگام ارزیابی آسترها/خانواده آسترها:

اگر نتیجه بهتر یا مساوی آستر مرجع باشد، این آستر قابل قبول در نظر گرفته می‌شود.

۱- از آنجا که آزمون کارایی نارسانایی یک آزمون غیرمستقیم برای مقایسه (دوام، آسترهای مختلف، روکش‌های مختلف) است، همه آزمون‌های یک ارزیابی باید تحت شرایط / پارامترهای یکسان انجام شود.

اگر نتیجه به دست آمده با یک آستر جایگزین، بد باشد، معیار مربوط به ارزیابی دوام آزمونه‌ها باید اعمال شود.

۳- ت-۱۰- مشاهدات چشمی

وضعیت همه آزمونه‌ها پس از آزمون باید به طور چشمی بازرسی شود و تغییرات از وضعیت قبل از آزمون باید ثبت شود. این موارد شامل ثبت تمام ترک خوردگی‌ها و شکاف خوردگی‌ها شامل اندازه و عمق شکاف‌ها و ترک‌ها می‌باشد. این موارد باید در گواهی‌نامه فنی به صورت حداکثر عرض ترک و کل طول ترک‌ها در متر مربع اندودکاری باشد.

پیوست ۳- ث- تعیین مقاومت در برابر ضربه پانل‌ها و مجموعه‌های پانلی

۳- ث-۱- مقدمه

این گزارش فنی با علم به اینکه ISO/DIS 7893 ممکن است لغو شود و اینکه مباحث گروه کاری اخیر منجر به بهبودها یا شفاف‌سازی‌های روند آزمون شده است که در چارچوب راهنمای محصولات ساختمانی (89/106/EEC) ضروری در نظر گرفته می‌شوند.

اگرچه این گزارش فنی به طور خاص برای ارزیابی محصولات و مجموعه‌های پانلی (مرکب) توسعه یافته است، این روش آزمون همچنین می‌تواند برای سایر محصولات مفید باشد.

پانل‌های دارا یا فاقد شیشه در این گزارش فنی پوشش داده نمی‌شوند.

در چارچوب این گزارش فنی، پانل‌ها این گونه در نظر گرفته می شوند که محصولات صلب ساخته شده در کارخانه بوده و دارای شکل و مقطع مستطیلی بوده به گونه‌ای که ضخامت، ثابت بوده و به میزان قابل توجهی کوچکتر از سایر ابعاد است. این پانل‌ها ممکن است از لایه‌ها با مصالح مختلف (برای مثال، یک یا دو رویه و یک هسته) تشکیل شده باشند یا ممکن است شامل مسلح‌کننده (برای مثال: ستونک) باشند یا ممکن است شامل اندودها (برای مثال: رنگ‌ها، پوشش‌ها) باشند.

اجزای سازه‌ای بسته به محل‌شان و کاربردشان تحت ضربه قرار می‌گیرند.

ضربه‌ها، مشخصه‌های مختلفی دارند و با فرکانس‌های مختلفی اتفاق می‌افتند. آنها ممکن است بر روی اجزا یک اثر کلی یا موضعی در صفحه برخورد یا هر دو حالت داشته باشند.

این گزارش فنی بین ارزیابی در کاربرد و قابلیت خدمت‌رسانی تمایز قائل می‌شود.

در بند ۳- ث-۳- ۹ این پیوست، پیشنهاداتی در خصوص بار ضربه و تعداد ضربه در هر آزمون ارائه شده است.

در چارچوب راهنمای محصولات ساختمانی، ایمنی در کاربرد به عنوان الزامات اساسی شماره ۴(ER4) در نظر گرفته شده و در مدرک تفسیری شماره ۴ مربوط به ER4، ضربه شامل موارد زیر است:

ضربه‌ها / برخوردها بین کاربران و آن اجزا یا بخش‌هایی از کار که معمولاً تحت تماس یا کاربرد ه ستند (برای مثال: درها، پنجره‌ها، درهای اتوماتیک پارکینگ‌ها و سایر)؛

ضـــربه‌ها / برخوردها بین کاربران و بخش‌هایی از کار به عنوان نتیجه‌ای از حوادث (برای مثال: افتادن از میان یک عضو ترد) یا شرایط خاص (برای مثال: شکست سیستم روشنایی)؛

ضربه‌های اجسام در حال سقوط که بخشی از کار را تشکیل می‌دهند بر روی کاربران

جدا از جنبه ایمنی، ضربه باید همچنین از دیدگاه قابلیت خدمت‌رسانی نیز مورد توجه قرار گیرد یعنی اثرات احتمالی برخوردها بر روی قابلیت خدمات‌رسانی اجزا باید دیده شود (برای مثال: آب‌بندی، بخاربندی)

اعتبار گواهی‌نامه فنی در اثر این گزارش فنی، لغو نخواهد شد.

۳- ث-۲- محدوده کاربرد

این گزارش فنی روش‌های آزمون برای مقاومت در برابر ضـــربه پانل‌ها و مجموعه‌های پانلی را مشـــخص می‌کند و پیشنهاداتی برای کاربرد آنها ارائه می‌دهد. الزامات باید در راهنمای مربوطه وارد شود.

۳- ث-۳- روش آزمون برای تعیین مقاومت در برابر ضربه جسم نرم

۳- ث-۳-۱- مبانی

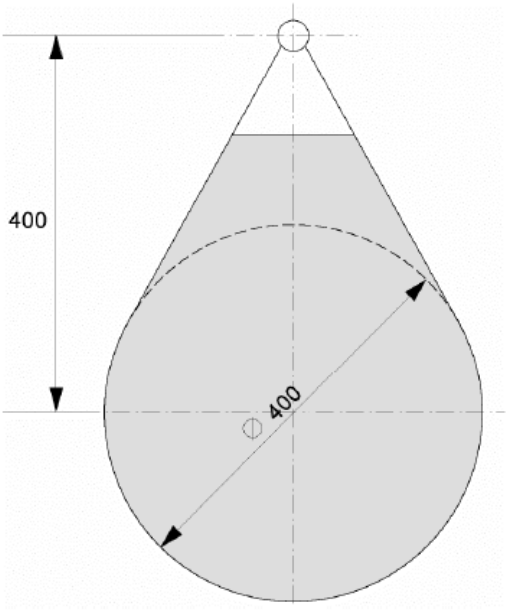
آزمون ضربه جسم نرم، یک ضربه ناشی از یک شخص که تصادفاً بر روی پانل می‌افتد را شبیه‌سازی می‌کند.

جسم نرم از یک ارتفاعی می‌افتد و انرژی ضربه‌ای ایجاد می‌کند که با انرژی ضربه رها شده توسط یک شخص متناظر می‌باشد.

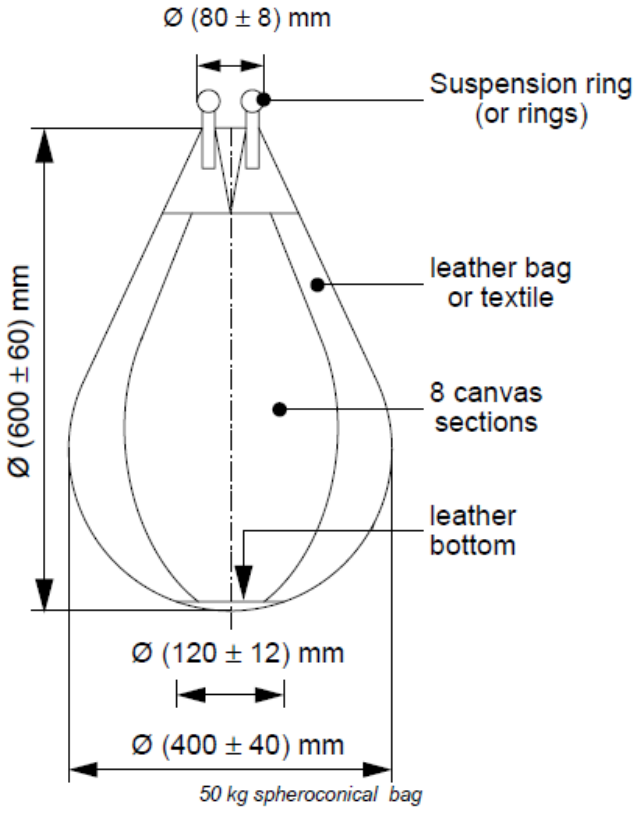
این آزمون با نظر به ایمنی در کاربرد، یعنی تأیید اینکه آیا پانل‌ها یا مجموعه‌های پانلی می‌توانند از ســـقوط شـــخص جلوگیری کنند و با نظر به قابلیت خدمت‌رســـانی، یعنی تأیید اینکه آیا آنها هنوز می‌توانند به نحو موردنظر عمل کنند، انجام می‌شود.

۳- ث-۳-۲- سیستم آزمون

ضربه‌زننده جسم نرم باید یک کیسه کتانی کروی با قطر (۴۰±)۴۰۰mm (به شکل ۳-ث-۱ توجه شود) بوده که با گوی‌های شیشه‌ای با قطر (۰/۳±)۳mm پر شده باشد تا به وزن (۰/۵±)۳mm پر شده باشد تا به وزن (۰/۵±)۵۰kg برسد.



Theoretical size of the bag



50 kg spheroconical bag

شکل ۳- ث-۱- ضربه زننده جسم نرم

۳- ث-۳-۳- تعداد آزمون‌ها

۳- ث-۳-۳-۱- مقاومت در برابر ضربه برای قابلیت خدمت‌رسانی

آزمون باید بر روی یک مجموعه آزمونه انجام شود و عموماً از حداقل سه ضربه با انرژی یکسان در تقریباً نقطه برخورد یکسان تشکیل می‌شود. نقطه برخورد باید محلی باشد که فرض می‌شود بحرانی‌ترین حالت برای پانل مورد ارزیابی ایجاد می‌شود.

اگر انرژی‌های برخورد مختلفی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، مجموعه‌های پانلی جدید باید برای هر انرژی برخورد مورد آزمون قرار گیرند.

۳- ث-۳-۳-۲- مقاومت در برابر ضربه برای ایمنی در کاربرد

آزمون باید بر روی یک مجموعه پانلی انجام شود و از یک برخورد تشکیل می‌شود.

نقطه برخورد باید محلی باشد که فرض می‌شود بحرانی‌ترین حالت برای مجموعه پانلی مورد ارزیابی ایجاد می‌شود.

اگر انرژی‌های برخورد مختلفی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، مجموعه‌های پانلی جدید باید برای هر تراز انرژی برخورد مورد آزمون قرار گیرند.

نکته: آزمون ضربه برای قابلیت خدمت‌رسانی و ایمنی در کاربرد نباید بر روی یک مجموعه پانلی انجام شود مگر آنکه متقاضی گواهی‌نامه درخواست کند.

۳- ث-۳-۲- تثبیت شرایط و شرایط آزمون

روش تثیبیت شرایط پانل باید ثبت شود در جایی که لازم است

دوره تثبیت شرایط باید بین متقاضی گواهی‌نامه فنی و مرجع تأییدکننده مورد توافق قرار گیرد.

آزمون باید در شرایط معمول آزمایشگاه انجام شود.

۳- ث-۳-۳- مجموعه آزمونه

پانل‌ها باید مطابق دستورالعمل نصب تولیدکننده و با توجه به کاربرد مورد نظر (کف، دیوار یا سقف) نصب شوند به گونه‌ای که مجموعه آزمونه تا حد امکان مشابه شرایط کاربرد نهایی باشد.

روشی که اجزا به یکدیگر متصل می‌شوند به طور ویژه با توجه به نوع و امکان اتصالات و فاصله بین آنها، باید منطبق بر شرایط واقعی کاربرد باشد.

اگر دستورالعمل‌های تولیدکننده بیش از یک مجموعه پانلی با کاربرد نهایی را پیش‌بینی می‌کند، مرجع تأییدکننده باید حداقل یک آزمون در بحرانی‌ترین حالت انجام دهد.

تولیدکننده امکان انجام آزمون پانل‌های اضافی ار دارد اگر ادعای عملکرد بهتری را دارد.

اصولاً بحرانی‌ترین مجموعه پانلی باید به قرار زیر باشد:

پانل: پانل با حداکثر نسبت طول (یا ارتفاع) به عرض در حداقل ضخامتش؛

دهانه: حداکثر فاصل بین تکیه‌گاه‌ها

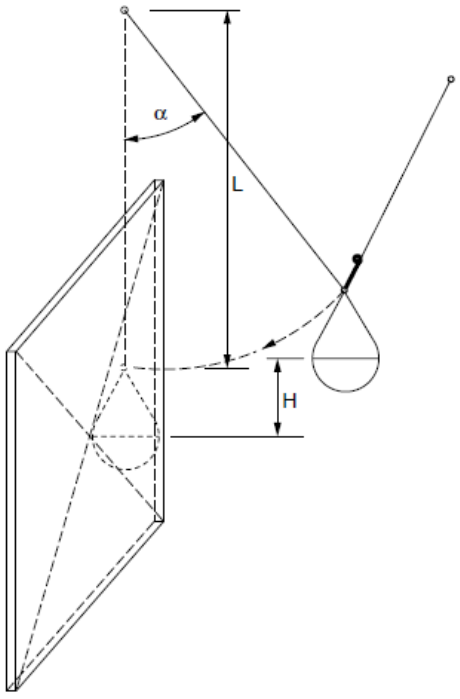
۳- ث-۳-۴- روش آزمون

در این آزمون، ضربه زننده حسم نرم با جرم m از یک ارتفاع h می‌افتد به گونه‌ای که کل انرژی برخورد (E=g×h×m) متناظر با یکی از مقادیر انرژی پیش رو برحسب N.m است: ۶۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۳۰، ۲۰۰، ۲۴۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰، ۹۰۰ و ۱۲۰۰.

ارتفاع h براساس فاصله بین نقطه برخورد و ارتفاع رهاسازی ضربه زننده جسم نرم اندازه‌گیری می‌شود.

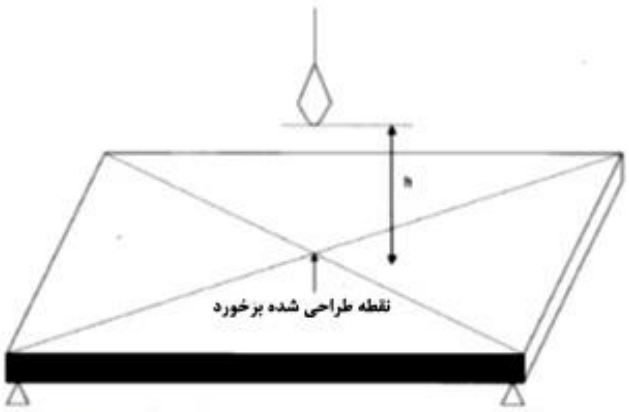
برای آزمون‌های انجام شده بر روی مجموعه‌های دیواری، زاویه α همیشه باید کوچکتر یا مساوی ۶۵ درجه باشد (به شکل ۳- ث-۲ توجه شود).

کیسه هنگام رهاسازی به صورت قائم نگه داشته می‌شود (نه افقی)



شکل ۳- ث-۲- ضربه بر روی مجموعه قائم

برای مجموعه‌های کف و سقف، آزمون بر روی یک مجموعه افقی انجام می‌شود (به شکل ۳-ث-۳ توجه شود).



شکل ۳- ث-۳- برخورد قائم بر روی مجموعه افقی

۳- ث-۳-۵- ارائه نتایج آزمون

نتیجه آزمون، قبول یا رد است وابسته به اینکه آیا مجموعه‌های پانلی معیارهای ترکیبی پیش رو را می‌توانند برآورده کنند یا نه:

برای ایمنی کاربرد:

عدم فروریزش: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، پانل یا مجموعه پانلی، یکپارچگی مکانیکی‌اش را حفظ می‌کند و هنوز مستعد تحمل وزن خود در موقعیت مورد آزمون می‌باشد.

عدم سوراخ‌شدگی: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، ضربه‌زننده از میان آزمونه عبور نکرده است.

عدم بیرون‌زدگی: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، ضربه‌زننده موجب نشود تا بخش‌هایی از پانل (برای مثال: هسته، رویه، مسلح‌کننده) از طرف دیگر پانل بیرون بزند تا لبه‌های برنده تیز یا سطوحی که موجب جراحت اشخاص در اثر تماس شود، پدید آید.

برای قابلیت خدمت‌رسانی:

عدم سوراخ شدگی: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، ضربه‌زننده سمت برخورد نمونه را سوراخ نکرده باشد.

عدم آسیب‌خوردگی: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، ترک‌های قابل مشاهده، تورفتگی‌ها و برآمدگی‌های یا سایر نواقص در مصالح وجود نداشته باشد که ممکن است مناسب بودن کاربرد پانل یا مجموعه پانلی را تحت تأثیر قرار دهد. تغییرشکل‌هایی که فقط ظاهر را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مجاز هستند اما باید در گزارش آزمون درج شود.

برای قابلیت خدمت‌رسانی، تغییرمکان ماندگار بعد از هر برخورد باید گزارش شود.

تغییرمکان ماندگار باید پنج دقیقه بعد از برخورد بر حسب میلی‌متر گزارش شود.

۱ــ در یک گزارش آزمون مطلوب، گزارش باید هرگونه آسیب را نشان دهد (برای مثال: حفرات سطحی محلی با ابعاد کوچک، خراش‌ها، نشانه‌های سایش به شکل شیار و غیره)

۲- برای تعمیم کاربرد نتایج آزمون، قانون کلی آن اســـت که نتایج آزمون برای بحرانی‌ترین مجموعه پانلی می‌تواند برای انعکاس رفتار سایرین استفاده شود.

۳- نکته: یک لیســـت از محصـــولاتی که فرض می‌شـــود بدون نیاز به آزمون، معیارها را برآورده می‌کنند باید در یک مدرک جامع ضمیمه راهنمای گواهی‌نامه فنی شود.

۳- ث-۳-۶- گزارش آزمون

گزارش آزمون باید موارد زیر را دربربگیرد:

- ارجاع به بند ۳- ث-۲ این گزارش فنی؛
- نام آزمایشگاه؛
- نام متقاضی دریافت گواهی‌نامه فنی (و تولیدکننده پانل)؛
- زمان آزمون؛
- توصیف ابزاربندی آزمون؛
- شناسایی محصول آزمون شده (کد، ابعاد و هرگونه مشخصه شناسایی مربوطه)؛
- سازه سطحی (برای مثال: صاف، پروفیلی، قاب‌بندی و ...)؛
- توصیف نمونه آزمون شده و ارجاع به علامت آن؛
- توصیف تثبیت شرایط و آماده‌سازی نمونه (اگر مرتبط است)؛
- توصیف شرایط ازمون (دما و رطوبت نسبی) ، درجایی که لازم است؛
- نتایج آزمون شامل توصیف آسیب‌ها (اگر مرتبط است).

۳- ث-۴- روش‌های آزمون برای تعیین مقاومت در برابر ضربه جسم سخت

۳- ث-۴-۱- مبانی

آزمون ضربه جسم سخت، ضربه‌ای را شبیه‌سازی می‌کند که ناشی از سقوط تصادفی یک شی بر روی پانل است.

جسم سخت از یک ارتفاع سقوط می‌کند و انرژی برخوردی تولید می‌کند که متناظر با انرژی برخورد رها شده هنگام برخورد مبلمان یا سایر اشیاء مشابه به پانل است.

این آزمون با نظر به ایمنی در کاربرد، یعنی تأیید اینکه آیا پانل‌ها یا مجموعه‌های پانلی می‌توانند از سقوط شی جلوگیری کنند و نظر به قابلیت خدمت‌رسانی، یعنی تأیید اینکه آیا آنها هنوز می‌توانند به نحو مورد نظر عمل کنند (برای مثال: بخاربندی)، انجام می‌شود.

۳- ث-۴-۲- سیستم آزمون

برای ایمنی در کاربرد، ضربه‌زننده جسم سخت باید یک گوی فولادی با قطر mm (۱±۶۳٫۵) و جرم gr(۴۰±۱۰۳۰) (یک گوی فولادی یک کیلوگرمی) باشد.

برای قابلیت خدمت‌رسانی، این ضربه‌زننده باید یک گوی فولادی mm(۰٫۵±۵۰) و جرم gr(۴۰±۱۰۳۰) (یک گوی فولادی ۰٫۵ کیلوگرمی) باشد.

۳- ث-۴-۳- تعداد آزمون‌ها

۳- ث-۴-۳-۱- مقاومت در برابر ضربه برای قابلیت خدمت‌رسانی

آزمون باید بر روی یک نمونه پانل انجام شود و عموماً متشکل از حداقل سه برخورد در تقریباً یک نقطه برخورد است. نقطه برخورد باید محلی باشد که بحرانی‌ترین حالت برای پانل مورد ارزیابی، فرض می‌شود.

۳- ث-۴-۳-۲- مقاومت در برابر ضربه برای ایمنی در کاربرد

آزمون باید بر روی یک نمونه پانل انجام شود و شامل یک برخورد است.

نقطه برخورد باید محلی باشد که بحرانی‌ترین حالت برای پانل مورد ارزیابی، فرض می‌شود.

نکته: آزمون ضربه برای قابلیت خدمت‌رسانی و ایمنی در کاربرد نباید بر روی یک پانل انجام شود مگر آنکه متقاضی گواهی‌نام فنی آزمون درخواست کند.

۳- ث-۴-۴-تثبیت شرایط و شرایط آزمون

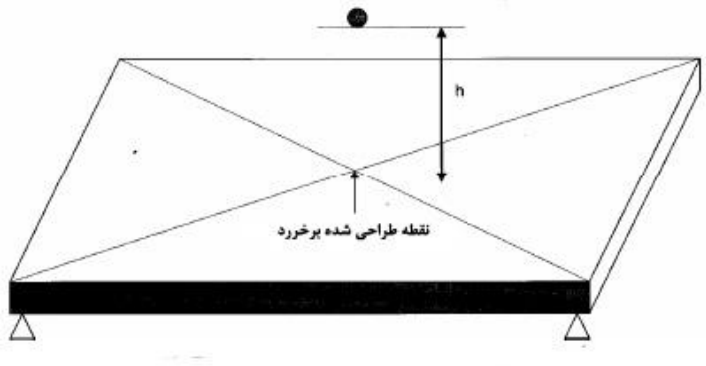
روش تثبیت شرایط پانل باید ثبت شود در جایی که لازم است. دوره تثبیت شرایط در صورت نیاز، باید به توافق بین متقاضی گواهی‌نامه فنی و مرجع تأییدکننده برسد.

آزمون باید در شرایط معمول آزمایشگاه انجام شود.

۳- ث-۴-۵- مجموعه پانلی

پانل باید به طور افقی بر روی تکیه‌گاه قرار گیرد (به شکل ۳-ث-۴ توجه شود) تا اجازه دهد در حالت یک نتیجه آزمون نامطلوب، احتمال عبود ضربه‌زننده از میان پانل وجود داشته باشد.

بحرانی‌ترین نقطه برخورد باید انتخاب شود. در بیشتر حالات، این نقطه مرکز پانل خواهد بود اما برای پانل‌های دارای تقویت‌کننده (ستونک‌ها، پشت‌بندهای سخت‌کننده و....) پشت یک سطح نسبتاً ضعیف، بحرانی‌ترین مکان برخورد (۲±۲۵) میلی‌متری لبه تقویت‌کننده قرار خواهد گرفت.



شکل ۳-ث-۴- مجموعه آزمایشگاهی برای آزمون ضربه جسم سخت

۳- ث-۴-۶- روند آزمون

در این آزمون، ضربه‌زننده جسم سخت با جرم m از یک ارتفاع h سقوط می‌کند به گونه‌ای که کل انرژی برخورد (E=g×h×m) متناظر با یکی از موارد زیر است:

آزمون ضربه جسم سخت (گوی فولادی یک کیلوگرمی): ۳Nm یا ۱۰Nm.

آزمون ضربه جسم سخت (گوی فولادی ۰٫۵ کیلوگرمی): ۱٫۳N.m، ۲٫۵N.m، ۳٫۷۵N.m یا ۶N.m.

ارتفاع h براساس فاصله بین نقطه برخورد و ارتفاع رهایی ضربه زننده جسم سخت اندازه‌گیری می‌شود.

۳- ث- ۴-۷- ارائه نتایج آزمون

نتیجه آزمون، قبول یا رد است وابسته به اینکه آیا مجموعه‌های پانلی می‌توانند معیارهای ترکیبی پیش رو را برآورده کنند یا نه:

برای ایمنی درکاربرد:

عدم فروریزش: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، پانل یا مجموعه پانلی، یکپارچگی مکانیکی‌اش را حفظ می‌کند و هنوز مستعد تحمل وزن خود در موقعیت مورد آزمون می‌باشد.

عدم سوراخ‌شدگی: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، ضربه‌زننده از میان آزمونه عبور نکرده است.

عدم بیرون‌زدگی: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، ضربه‌زننده موجب نشود تا بخش‌هایی از پانل (برای مثال: هسته، رویه، مسلح‌کننده) از طرف دیگر پانل بیرون بزند تا لبه‌های برنده تیز یا سطوحی که موجب جراحت اشخاص در اثر تماس شود، پدید آید.

برای قابلیت خدمت‌رسانی:

عدم سوراخ شدگی: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، ضربه‌زننده سمت برخورد نمونه را سوراخ نکرده باشد.

عدم آسیب‌خوردگی: نتیجه آزمون، مطلوب است هنگامی که بعد از آزمون، ترک‌های قابل مشاهده، تورفتگی‌ها و برآمدگی‌های یا سایر نواقص در مصالح وجود نداشته باشد که ممکن است مناسب بودن کاربرد پانل یا مجموعه پانلی را تحت تأثیر قرار دهد. تغییرشکل‌هایی که فقط ظاهر را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مجاز هستند اما باید در گزارش آزمون درج شود.

برای قابلیت خدمت‌رسانی، قطر و حداکثر تورفتگی بعد از هر برخورد و قطر و تورفتگی ماندگار برحسب میلی‌متر باید گزارش شود.

در یک گزارش آزمون مطلوب، گزارش باید هرگونه آسیب را نشان دهد (برای مثال: حفرات سطحی محلی با ابعاد کوچک، خراش‌ها، نشانه‌های سایش به شکل شیار و غیره)

برای تعمیم کاربرد نتایج آزمون، قانون کلی آن است که نتایج آزمون برای بحرانی‌ترین مجموعه پانلی می‌تواند برای انعکاس رفتار سایرین استفاده شود.

نکته: یک لیست از محصولاتی که فرض می شود بدون نیاز به آزمون، معیارها را برآورده می‌کنند باید در یک مدرک جامع ضمیمه راهنمای گواهی‌نامه فنی شود.

۳- ث-۴-۸- گزارش آزمون

گزارش آزمون باید موارد زیر را دربربگیرد:

۱- ارجاع به بند ۳-ث-۲ این گزارش فنی؛

۲- نام آزمایشگاه؛

۳- نام متقاضی دریافت گواهی‌نامه فنی (و تولیدکننده پانل)؛

۴- زمان آزمون؛

۵- توصیف ابزاربندی آزمون؛

۶- شناسایی محصول آزمون شده (کد، ابعاد و هرگونه مشخصه شناسایی مربوطه)؛

۷- سازه سطحی (برای مثال: صاف، پروفیلی، قاب‌بندی و ...)؛

۸- توصیف نمونه آزمون شده و ارجاع به علامت آن؛

۹- توصیف تثبیت شرایط و آماده‌سازی نمونه (اگر مرتبط است)؛

۱۰-توصیف شرایط ازمون (دما و رطوبت نسبی) ، درجایی که لازم است؛

۱۱-نتایج آزمون شامل توصیف آسیب‌ها (اگر مرتبط است).

۳- ث-۴-۹- پیشنهاداتی در خصوص استفاده از این پیوست

این پیو ست اطلاعاتی در خ صوص ترازهای انرژی مورد ا ستفاده برای آزمون‌های مقاومت در برابر ضربه ارائه می‌دهد. در بعضی حالات، چندین تراز انرژی شناسایی شده است.

۳- ث-۴-۹-۱- دیوارهای داخلی

ایمنی در کاربرد

آزمون	ضربه‌زننده (کیلوگرم)	تعداد ضربه‌ها	انرژی (N.m)	معیارها
ضربه جسم نرم	۵۰	۱	۳۰۰-۴۰۰-۵۰۰ ۱۰۰-۲۰۰	عدم فروریزش و عدم سوراخ‌شدگی و عدم بیرون‌زدگی
ضربه جسم سخت	۱	۱	۱۰	

قابلیت خدمت‌رسانی

آزمون	ضربه‌زننده (کیلوگرم)	تعداد ضربه‌ها	انرژی (N.m)	معیارها
ضربه جسم نرم	۵۰	۳	۶۰ یا ۱۲۰	عدم سوراخ‌شدگی و عدم بیرون‌زدگی
ضربه جسم سخت	۰/۵	۳	۲/۵ یا ۶	

۳- ث-۴-۹-۲- دیوارهای خارجی

ایمنی در کاربرد

آزمون	ضربه‌زننده (کیلوگرم)	تعداد ضربه‌ها	انرژی (N.m)	معیارها
ضربه جسم نرم	۵۰	۱	۷۰۰ یا ۹۰۰	عدم فروریزش و عدم سوراخ‌شدگی و عدم بیرون‌زدگی
ضربه جسم سخت	۱	۱	۱۰	

قابلیت خدمت‌رسانی

آزمون	ضربه‌زننده (کیلوگرم)	تعداد ضربه‌ها	انرژی (N.m)	معیارها
ضربه جسم نرم	۵۰	۳	۱۰۰، ۱۳۰، ۳۰۰ یا ۴۰۰	عدم سوراخ‌شدگی و عدم بیرون‌زدگی
ضربه جسم سخت	۰/۵	۳	۱ الی ۳ یا ۶	

۳- ث-۴-۹-۳- بام‌ها / سقف‌ها

ایمنی در کاربرد

آزمون	ضربه‌زننده (کیلوگرم)	تعداد ضربه‌ها	انرژی (N.m)	معیارها
ضربه جسم نرم	۵۰	۱	۹۰۰ یا ۱۲۰۰	عدم فروریزش و عدم سوراخ‌شدگی و عدم بیرون‌زدگی
ضربه جسم سخت	۱	۱	۱۰	

قابلیت خدمت‌رسانی

آزمون	ضربه‌زننده (کیلوگرم)	تعداد ضربه‌ها	انرژی (N.m)	معیارها
ضربه جسم نرم	۵۰	۱ یا ۵	۷۰۰	عدم سوراخ‌شدگی و عدم بیرون‌زدگی
ضربه جسم سخت	۰/۵	۱	۵ الی ۱۰	

۳- ث-۴-۹-۴- کف‌ها

ایمنی در کاربرد

آزمون	ضربه‌زننده (کیلوگرم)	تعداد ضربه‌ها	انرژی (N.m)	معیارها
ضربه جسم نرم	۵۰	۱	پیشنهادی موجود نیست.	عدم فروریزش و عدم سوراخ‌شدگی و عدم بیرون‌زدگی
ضربه جسم سخت	۱	۱		

قابلیت خدمت‌رسانی

آزمون	ضربه‌زننده (کیلوگرم)	تعداد ضربه‌ها	انرژی (N.m)	معیارها
ضربه جسم نرم	۵۰	۳	پیشنهادی موجود نیست.	عدم سوراخ‌شدگی و عدم بیرون‌زدگی
ضربه جسم سخت	۰/۵	۳		

فصل چهارم

تعیین مشارکت پوشش‌های معدنی پاششی در مقاومت اعضای فولادی سازه‌ای در برابر آتش – روش‌های آزمون

۴-۱- مقدمه

به منظور کامل بودن این دستورالعمل، فصل چهارم اضافه شده است که خلاصه‌ای از مطالب و موضوعات مطرح شده در ا ستاندارد ملی ایران به شماره ۴-۲۲۰۷۲ تحت عنوان "تعیین م شارکت در مقاومت اع ضای سازه‌ای در برابر آتش – قسمت ۴: محافظت غیر عامل به کار رفته برای اعضای فولادی –روش‌های آزمون" می‌باشد که البته برای فهم بهتر، تصاویر و توضیحات مختصری نیز به آن افزوده شده است. لذا خوانندگان محترم در صورت نیاز به کسب اطلاعات بیشتر می‌توانند به استاندارد فوق‌الذکر مراجعه نمایند.

۴-۲- ضریب مقطع یک عضو فولادی

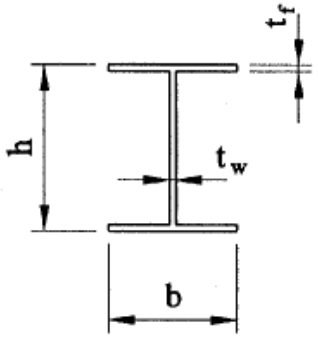
نرخ تغییر دما در یک جسم تابعی از جرم و مساحت سطح در معرض اختلاف دما می‌باشد. بنابراین یک ضریب تعیین کننده مقاومت در برابر آتش عضو فولادی، ضریب مقطع $SF=H_p/A$ می‌باشد که در آن، A، مساحت مقطع عضو فولادی و H_p، محیط داخل سیستم محافظت کننده در برابر آتش است.

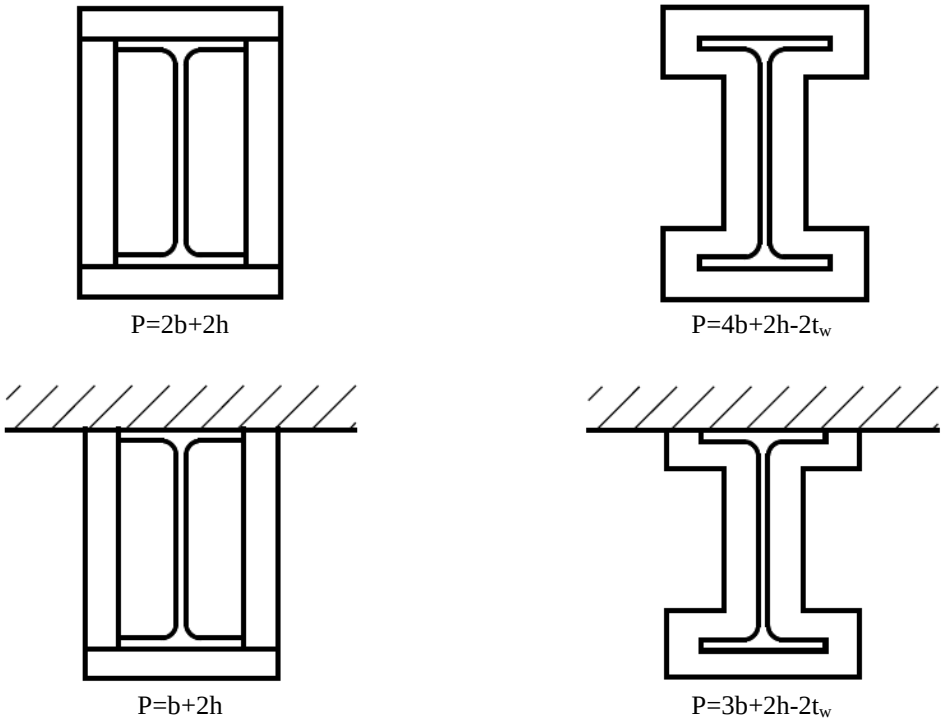
هر چه نسبت H_p/A کوچکتر باشد، نرخ تغییر دما کندتر است. بنابراین به عنوان یک قانون عمومی، مقاطع فولادی با نسبت‌های H_p/A کوچکتر، عملکرد بهتری در آزمون‌های آتش نسبت به مقطع‌های محافظت شده مشابه ولی با H_p/A بزرگتر، دارند.

در شکل‌های ۴-۱ و ۴-۲، نحوه محاسبه ضریب مقطع برای اعضای فولادی با مقطع I و توخالی نشان داده شده است. در شکل ۴-۳ به طور شماتیک نیز اثر ضریب مقطع نمایش داده شده است.

Section Factor= H_p/A

$A=t_w(h-2t_f)+2b\times t_f$

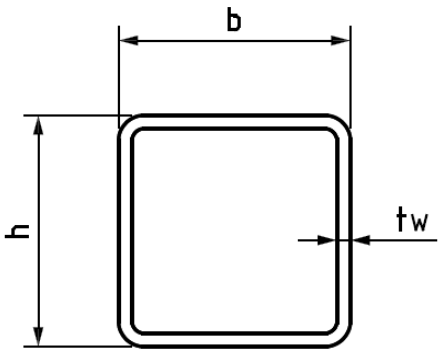


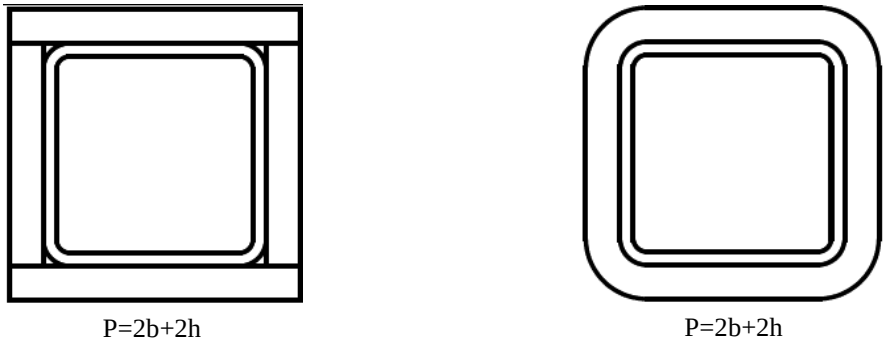


شکل ۴-۱- نحوه تعیین ضریب مقطع برای ستون‌ها و تیرهای فولادی با مقطع I یا H شکل

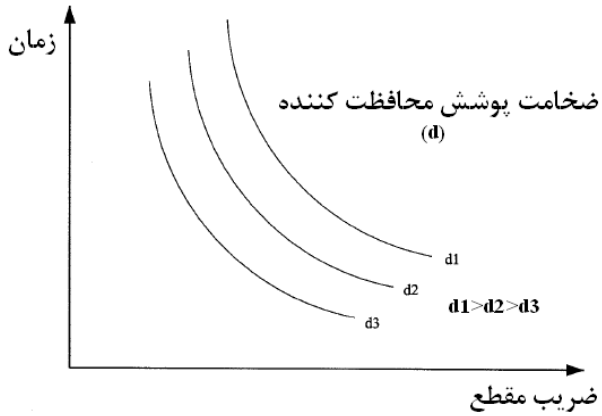
Section Factor=P/A

$A=t_w(2b+2h-4t_w)$





شکل ۴-۲- نحوه تعیین ضریب مقطع برای ستون‌ها با مقطع مستطیلی توخالی



شکل ۴-۳- منحنی تغییرات زمان، ضخامت پوشش محافظت‌کننده و ضریب مقطع برای یک دمای طراحی مشخص

مطابق شکل ۴-۳، برای پوشش محافظ حریق با ضخامت ثابت، با افزایش ضریب مقطع عضو فولادی، زمان مقاومت در برابر آتش کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، برای یک زمان مقاومت در برابر آتش مشخص، با افزایش ضریب مقطع عضو فولادی، ضخامت پوشش محافظ حریق نیز باید افزایش می‌یابد.

۴-۳- جداول ضخامت پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی

پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی عموماً دارای چسباننده سیمانی یا گچی بوده که چسبندگی لازم برای این مواد را تامین می‌کنند. همچنین این مواد عموماً دارای سبکدانه‌های ورمیکولیتی یا پرلیتی بوده که مقاومت حرارتی بالایی دارند. این نوع پوشش‌های محافظ حریق، اغلب به روش پاشش، اجرا شده ولی در کارهای جزئی، به کمک ماله نیز روی سطح مورد نظر، اجرا می‌شوند.

در حالت متداول برای کاربرد پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی در پروژه‌های ساختمانی، با جداول ضخامت این پوشش‌ها سروکار داریم که یک نمونه از آن در جدول ۴-۱ ارائه شده است. برای نمونه مطابق جدول ۴-۱، بر روی یک عضو فولادی با ضریب مقطع $120\ m^{-1}$، اگر پوشش محافظ حریق با ضخامت ۲۴ میلی‌متر اجرا شود، ۱۲۰ دقیقه طول خواهد کشید تا دمای متوسط آن به ۵۴۰ درجه سلسیوس برسد.

جدول ۴-۱- جدول ضخامت یک ماده محافظ حریق پایه معدنی پاششی برای زمان‌های مختلف مقاومت در برابر آتش و ضرایب مقطع مختلف عضو فولادی برای دمای طراحی ۵۴۰ درجه سلسیوس

CRITICAL STEEL TEMPERATURE 540°C

Applicable to I section beams and columns and other sections having a re-entrant profile

Section Factor m-1	Thickness (mm) for fire resistance period of (mins)					
	30	60	90	120	180	240
30	10	10	10	12	17	23
40	10	10	11	15	21	27
50	10	10	13	16	24	31
60	10	10	14	18	26	34
70	10	11	15	19	28	36
80	10	12	16	21	30	38
90	10	12	17	22	31	40
100	10	13	18	23	32	42
110	10	13	18	23	33	44
120	10	14	19	24	34	45
130	10	14	19	25	35	46
140	10	14	20	25	36	47
150	10	15	20	26	37	48
160	10	15	21	26	38	49
170	10	15	21	27	38	50
180	10	15	21	27	39	50
190	10	16	21	27	39	51
200	10	16	22	28	40	52
210	10	16	22	28	40	52
220	10	16	22	28	41	53
230	10	16	22	29	41	53
240	10	16	23	29	41	54
250	10	16	23	29	42	54
260	10	17	23	29	42	55
270	10	17	23	29	42	55
280	10	17	23	30	43	55
290	10	17	23	30	43	56
300	11	17	24	30	43	56
310	11	17	24	30	43	56

با کمک این جداول ضخامت می‌توان ضخامت مورد نیاز برای رسیدن به زمان مقاومت در برابر آتش مورد نظر را برای هر نوع عضو فولادی تعیین نمود. البته باید توجه داشت که در حالت کلی، اگر ستون‌ها و تیرهای فولادی مطابق آئین‌نامه ساختمانی طراحی شده باشند با توجه به مقادیر ضرایب ایمنی این آئین‌نامه‌ها، به طور کلی، دمای بحرانی در حالت ستون‌ها و تیرهای فولادی تنها، برابر ۵۵۰ درجه سلسیوس است ولی در حالت تیر فولادی همراه با دال بتنی، برابر ۶۲۰ درجه سلسیوس خواهد بود. بدیهی است برای اعضای فولادی ضعیف‌تر و قوی‌تر از حد آئین‌نامه، دماهای بحرانی به ترتیب، کاهش و افزایش خواهد یافت که منجر به تغییر ضخامت مورد نیاز از پوشش‌های محافظ حریق خواهد شد (دمای بحرانی کمتر به معنای نیاز به افزایش ضخامت پوشش محافظ حریق و دمای بحرانی بیشتر به معنای نیاز به کاهش ضخامت پوشش محافظ حریق است).

در حال حاضر، مناسب‌ترین روش برای تولید جداول ضخامت پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی، روش استاندارد EN 13381-4 می‌باشد که به طور خلاصه، مراحل مختلف آن به قرار زیر است:

- انتخاب چند ستون کوتاه به عنوان نماینده‌ای از محدوده ضریب مقطع مورد نظر (۱۳ نمونه) طبق جدول ۴-۲ و انجام آزمایش آتش بر روی آنها در حالت بدون بار.

جدول ۴-۲- ستون‌های فولادی کوتاه انتخابی برای آزمون‌های مقاومت در برابر آتش

Section Range Factor (K_s)	Thickness Range factor (K_d)			
	0,0 (d_{min})	0,2 to 0,5	0,5 to 0,8	1,0 (d_{max})
0,0 (s_{min})	✓	✓	✓	
	✓ptp			
0,2 to 0,5	✓		✓	✓
	✓ptp			
	✓ptp	✓ptp		✓ptp
0,5 to 0,8	✓	✓	✓	✓
		✓ptp	✓ptp	✓ptp
		✓ptp	✓ptp	✓ptp
1,0 (s_{max})		✓	✓	✓

- آزمایش آتش دو نمونه تیر با مقیاس واقعی تحت بار و دو نمونه تیر کوتاه بدون بار مشـــابه به طور همزمان در دو حالت حداکثر و حداقل ضخامت پو شش محافظت‌کننده (ضریب مقطع تیر در و سط محدوده مورد نظر ا ست) که برای نمونه در شکل ۴-۴ نشان داده شده است.

شکل ۴-۴- آزمون حریق همزمان دو تیر فولادی محافظت شده در دو حالت با و بدون بار

- تعیین ضـریب اصـلاح زمان از تقسـیم مدت زمان تیر تحت بار به تیر کوتاه بدون بار مشـابه برای رسـیدن به دمای طراحی مورد نظر در دو حالت حداکثر و حداقل ضخامت پو شش محافظت‌کننده به منظور در نظر گرفتن آ سیب و ترک پوشش محافظ ناشی از تغییر شکل تیر.

- تعیین ضریب اصلاح زمان برای هر ضخامت پوشش محافظت‌کننده برای دمای طراحی مورد نظر طبق رابطه زیر:

$$k_i = \left[\frac{k_{max} - k_{min}}{d_{max} - d_{min}}\right](d_i - d_{min}) + k_{min} \qquad (۱-۴)$$

- تصحیح زمان ستونهای کوتاه با توجه به ضریب اصلاح زمان محاسبه شده؛
- انتخاب تحلیل رگرسیون عددی و تعیین ثوابت رابطه زیر:

$$t = a_0 + a_1 d_p + a_2 \frac{d_p}{A_m/V} + a_3\theta_a + a_4 d_p\theta_a + a_5 d_p \frac{\theta_a}{A_m/V} + a_6 \frac{\theta_a}{A_m/V} + a_7 \frac{1}{A_m/V} \qquad (۲-۴)$$

- کنترل معیارهای پذیرش زیر و در صورت نیاز، اصلاح ثوابت رابطه فوق:

الف) در هیچ ستونی نباید زمان پیش‌بینی شده برای ر سیدن به یک دمای طراحی بیش از ۱۵٪ بی شتر از زمان اندازه‌گیری شده در آزمون باشد.

ب) مقدار متوسط همه درصد اختلافات، محاسبه شده مطابق بند (الف)، باید کمتر از صفر باشد.

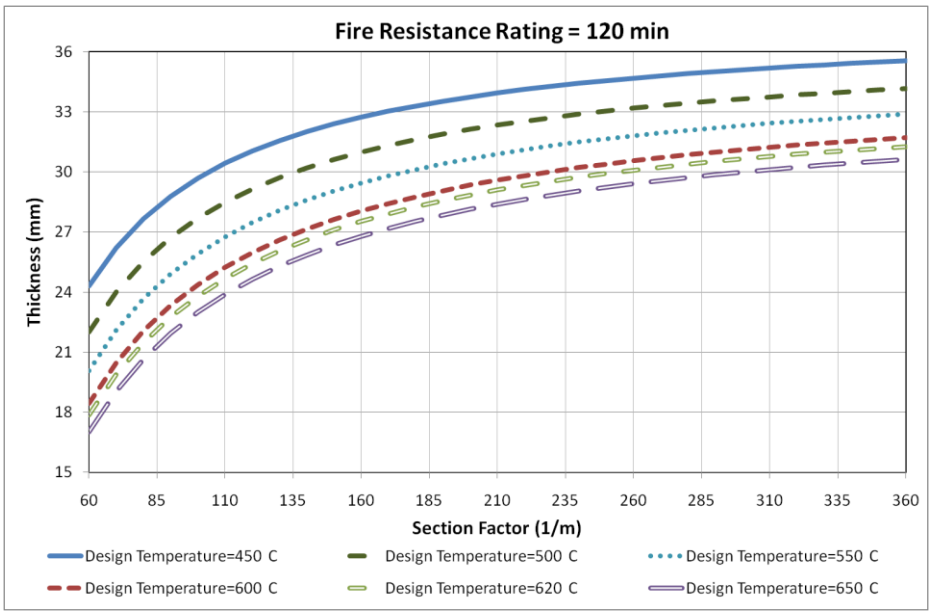
ج) حداکثر ۳۰٪ از مقادیر درصد اختلاف، محاسبه شده مطابق بند (الف)، می‌تواند بزرگتر از صفر باشد.

- تولید جداول ضـخامت پوشـش محافظت‌کننده برای دماهای بحرانی مختلف. در تولید جدول ضـخامت باید توجه داشت که محدوده جدول حداکثر می‌تواند ۵ درصد خارج از محدوده ضخامت‌های انتخابی برای پوشش و ۱۰ درصد خارج از محدوده ضرایب مقاطع پروفیل‌های انتخابی باشد.

برای مثال، یک جدول ضخامت تولید شده بر ا ساس این روش برای یک نوع ماده محافظ حریق پایه معدنی پا ششی برای دو ساعت مقاومت در برابر آتش به همراه گراف‌های آن در جدول ۴-۳ و شکل ۴-۵ ارائه شده است.

جدول ۴-۳- جدول ضخامت پوشش محافظ معدنی برای ۲ ساعت مقاومت در برابر آتش

Thickness (mm)								
Fire Resistance Rating = 120 min								
Section Factor (1/m)	Design Temperature (°C)							
	350	400	450	500	550	600	620	650
60	31	27	24	22	20	18	18	17
70	32	29	26	24	22	20	20	19
80	33	30	28	26	24	22	21	21
90	34	31	29	27	25	23	23	22
100	35	32	30	28	26	24	24	23
110	35	33	30	28	27	25	25	24
120	36	33	31	29	27	26	25	25
130	36	34	32	30	28	27	26	25
140	36	34	32	30	29	27	27	26
150	37	34	32	31	29	28	27	26
160	37	35	33	31	29	28	28	27
170	37	35	33	31	30	28	28	27
180	37	35	33	32	30	29	28	28
190	37	35	34	32	30	29	29	28
200	38	36	34	32	31	29	29	28
210	38	36	34	32	31	30	29	28
220	38	36	34	33	31	30	29	29
230	38	36	34	33	31	30	30	29
240	38	36	34	33	31	30	30	29
250	38	36	35	33	32	30	30	29
260	38	36	35	33	32	31	30	29
270	38	36	35	33	32	31	30	30
280	38	37	35	33	32	31	30	30
290	38	37	35	34	32	31	31	30
300	38	37	35	34	32	31	31	30
310	39	37	35	34	32	31	31	30
320	39	37	35	34	33	31	31	30
330	39	37	35	34	33	31	31	30
340	39	37	35	34	33	32	31	30
350	39	37	35	34	33	32	31	31
360	39	37	36	34	33	32	31	31



شکل ۴-۵- گراف‌های ضخامت پوشش محافظ معدنی برای ۲ ساعت مقاومت در برابر آتش

برای تعیین جدول ضخامت برای مقاطع فولادی قوطی و لوله‌ای، نیاز به انجام مجدد آزمون‌های مقاومت در برابر آتش می‌باشد. به عنوان روش جایگزین، می‌توان ضخامت مورد نیاز برای این مقاطع توخالی را از تصحیح ضخامت‌های مربوط به مقاطع I و H مطابق روابط زیر تعیین کرد:

$$T_B=T_I(1+SF/100) \quad \text{for} \quad SF<250m^{-1}$$
$$T_B=1.25T_I \quad \text{for} \quad SF>250m^{-1} \qquad (۳-۴)$$

در ادامه باید توجه داشت که به طور کلی در خصوص پوشش‌های محافظ حریق پاششی پایه معدنی، لازم است ملاحظات عمومی زیر مد نظر قرار گیرد:

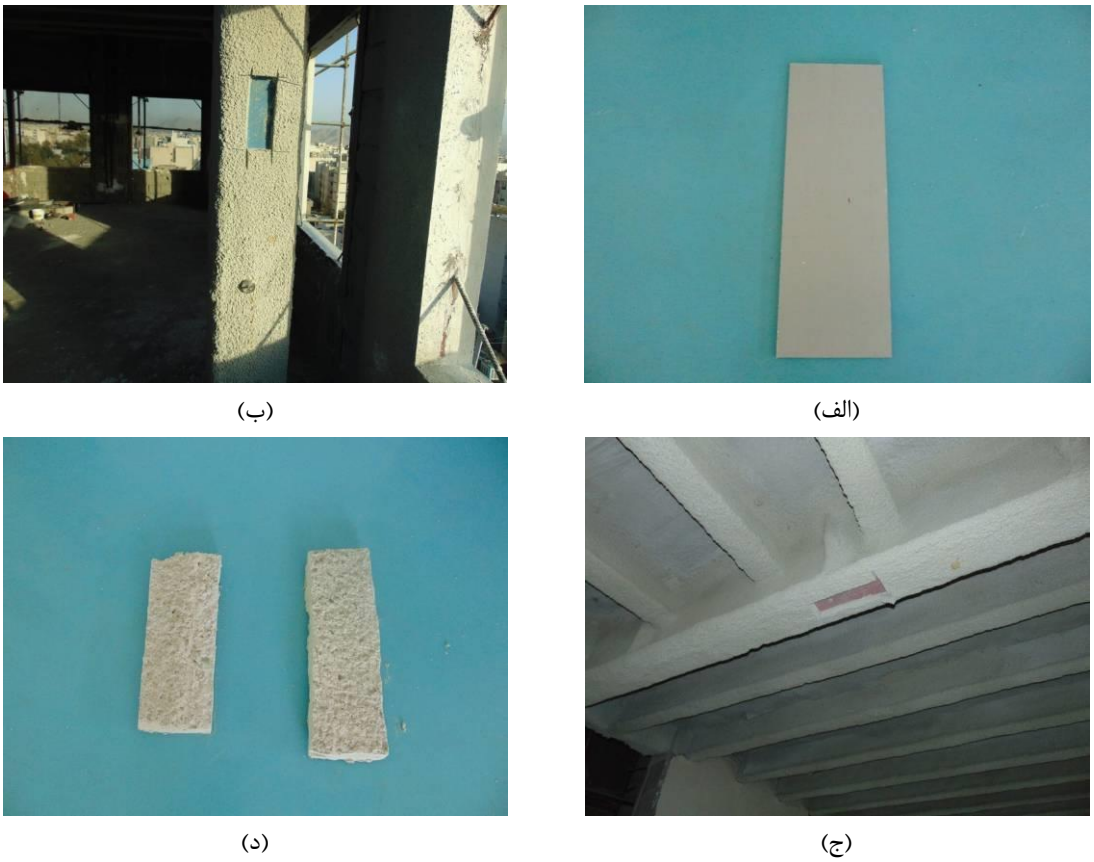
- ملاحظات حفاظت و نگهداری: حفاظت از پوشش‌های پاششی در برابر رطوبت تا قبل از اجرا، لازم است. برخی از مصالح تحت تأثیر فشار زیاد دچار تغییر خواص می‌شوند، لذا رعایت نکات لازم در انبار کردن آنها، ضروری است.
- ملاحظات ایمنی و سلامت حین اجرا: اجرای انواعی از پوشش‌های پاششی ممکن است ذرات ریزی تولید کند که موجب سوزش پوست و چشم و مشکلات تنفسی شود لذا رعایت تمهیدات لازم در این خصوص ضروری است.
- ملاحظات بعد از اجرای پاشش: پوشش پاششی پس از اجرا تا زمان گیرش نهایی، بسیار آسیب‌پذیر بوده و بنابراین در این مدت ضروری است تا پوشش پاششی در معرض خشک شدن سریع، باران، آب جاری، یخ زدن، حرکت سازه‌ای، ارتعاش و ضربه قرار نگیرد.

۴-۴- کنترل چگالی پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی

از آنجا که مقاومت چسبندگی، چگالی و ضخامت از ویژگی‌های مهم پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی هستند که در عملکرد آنها بسیار موثرند، لذا در بازدیدهای انجام شده از پروژه‌ها، لازم است این خصوصیات مدنظر قرار گرفته و کنترل شوند. در خصوص مقاومت چسبندگی، در فصل بعدی توضیحات کافی ارائه خواهد شد. چگالی در این بخش مورد بحث قرار گرفته و نحوه کنترل ضخامت پوشش در بخش بعدی بررسی خواهد شد.

برای اندازه‌گیری و ارزیابی چگالی پوشش محافظ حریق اجرا شده در پروژه‌ها، می‌توان از استاندارد ASTM E 605 استفاده کرد. برای این منظور یک شابلون مطابق شکل ۴-۶، طبق این استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در محل پروژه این شابلون بر روی عضو فولادی محافظت شده مورد نظر، قرار داده شده و در امتداد محیط شابلون بر روی آن عضو، علامت‌گذاری می‌شود و سپس، پوشش محافظ حریق با دستگاه سنگ فرز در مسیر محیط شابلون، بریده و درآورده می‌شود (شکل ۴-۶). مطابق این استاندارد، برای هر طبقه از ساختمان یا ۹۳۰ متر مربع، باید یک ستون، یک تیر اصلی و

یک تیر فرعی برای اندازه‌گیری چگالی پوشش محافظ حریق در نظر گرفته شود. نمونه‌برداری پوشش محافظ حریق، باید از جان یا زیر بال پایین تیر و از جان یا وجه خارجی بال ستون انجام شود.



(الف) (ب)

(ج) (د)

شکل ۴-۶- الف) شابلون مورد استفاده برای نمونه‌برداری، ب) و ج) محل نمونه‌برداری پوشش محافظ حریق بر روی یک ستون و تیر اصلی و د) نمونه‌برداری‌های انجام شده از پوشش به منظور اندازه‌گیری چگالی

به عنوان یک معیار، چگالی خشک اندازه‌گیری شده پوشش محافظ حریق نباید بیش از ۱۵٪± از چگالی خشک طراحی آن متفاوت با شد. چگالی خ شک طراحی یک پو شش، چگالی‌ای ا ست که جداول طراحی ضخامت بر ا ساس آن چگالی، تولید و استخراج شده است.

مطابق ا ستاندارد ASTM E 605، نمونه‌های گرفته شده از پو شش محافظ حریق باید به مدت حداقل ۲۴ ساعت در آون با دمای متوسط ۶±۴۳ درجه سلسیوس قرار داده شود (شکل ۴-۷-الف) تا پوشش، خشک شده و وزن آن ثابت شود. پس از خارج کردن نمونه‌ها، قطعه‌ای از هر نمونه بریده شده و وزن خشک هر قطعه به کمک ترازو (شکل ۴-۷-ب) و حجم خشک هر قطعه به کمک جابجایی دانه‌های ریز گرانول (شکل ۴-۷-ج) اندازه‌گیری می‌شود. از تقسیم وزن خشک به حجم خشک قطعات، چگالی خشک آنها تعیین می‌شود.

(الف) (ب) (ج)

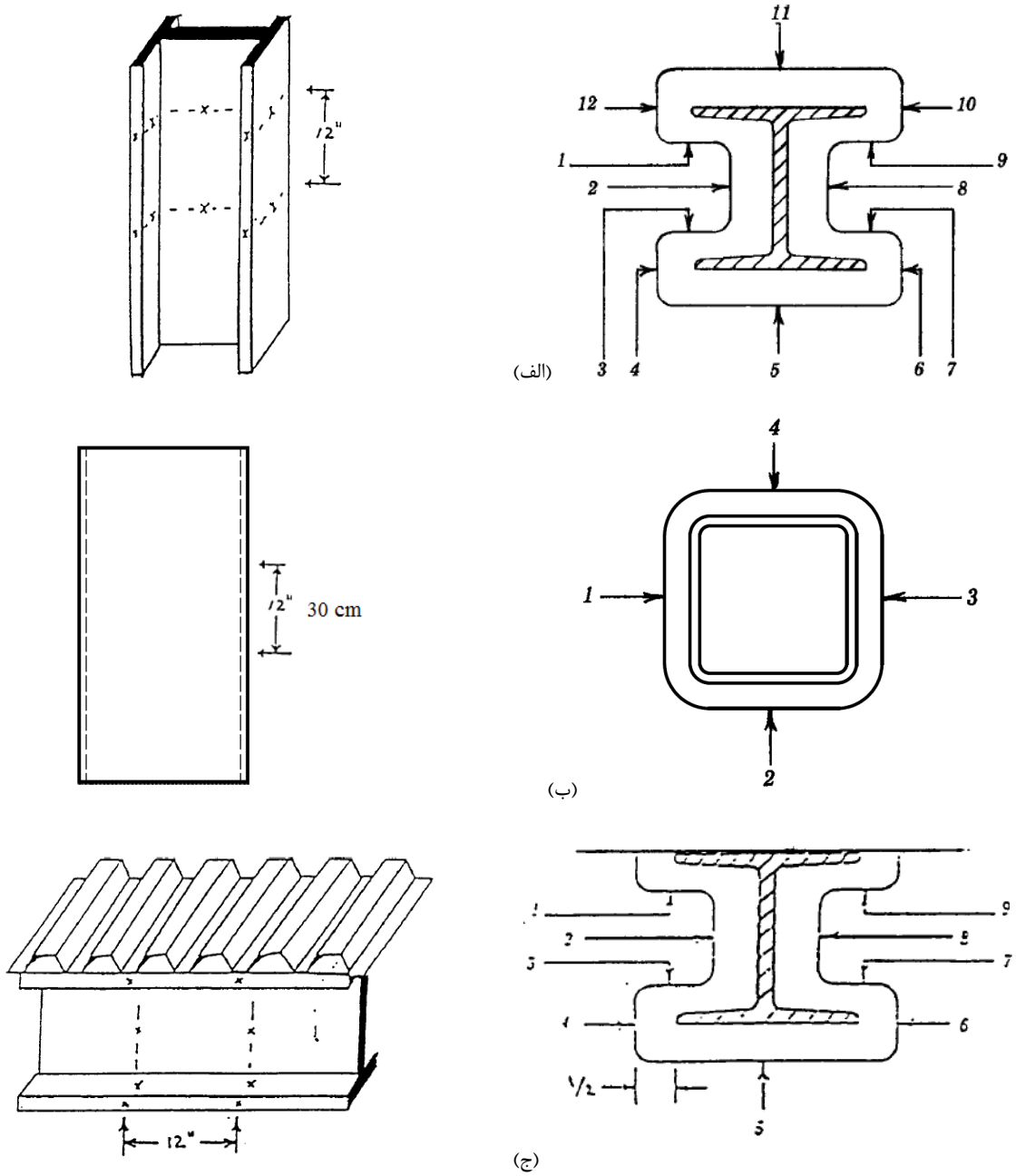
شکل ۴-۷- الف) قرار دادن نمونه‌برداری‌های انجام شده از پوشش محافظ حریق پروژه در آون برای خشک شدن، ب) اندازه‌گیری وزن خشک هر قطعه بریده شده و ج) اندازه‌گیری حجم خشک هر قطعه بریده شده.

۴-۵- کنترل ضخامت پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی

برای اندازه‌گیری و ارزیابی ضخامت پو شش‌های محافظ حریق اجرا شده در پروژه‌ها، می‌توان از ا ستاندارد ASTM E 605 ا ستفاده کرد. با توجه به سفت شدن پو شش‌های محافظ حریق اجرا شده و برای اندازه‌گیری ضخامت، ابتدا محل مورد نظر می‌تواند با دریل سوراخ شده و سپس به کمک سوزن کولیس، ضخامت پو شش محافظ حریق در آن محل را اندازه‌گیری کرد (شکل ۴-۸). مطابق این ا ستاندارد، برای هر طبقه ساختمان یا ۹۳۰ متر مربع، باید یک ستون، یک تیر ا صلی و یک تیر فرعی برای اندازه‌گیری ضخامت پو شش محافظ حریق مد نظر قرار گیرد. در شکل ۴-۹، مکان‌های لازم برای کنترل ضخامت مطابق این استاندارد نمایش داده شده است که لازم است در دو مقطع به فاصله حدود ۳۰ سانتی‌متر، این اندازه‌گیری‌ها انجام شود.

(الف) (ب)

شکل ۴-۸- مراحل مختلف اندازه‌گیری ضخامت پوشش محافظ حریق اجرا شده بر روی یک ستون فولادی توخالی



شکل ۴-۹- نقاط کنترل ضخامت پوشش محافظ حریق: الف) ستون فولادی با مقطع I شکل؛ ب) ستون فولادی با مقطع مستطیلی توخالی و ج) تیر فولادی با مقطع I شکل همراه با دال بتنی

مطابق استاندارد ASTM E 605، اگر ضخامت اندازه‌گیری شده‌ای، بیش از ۶ میلی‌متر بیشتر از ضخامت طراحی باشد، باید این ضخامت، ضخامت طراحی به علاوه ۶ میلی‌متر در ارزیابی‌ها و متوسط‌گیری‌ها در نظر گرفته شود، به عبارت دیگر، اجرای پوشش محافظ حریق با ضخامتی بیش از یک حد معین، دیگر تاثیر مثبتی نخواهد داشت. مطابق این

ا ستاندارد، هیچ ضخامت اندازه‌گیری شده‌ای نباید بیش از ۶ میلی‌متر و ۲۵٪ کمتر از ضخامت طراحی با شد و همچنین ضخامت متوسط اندازه‌گیری شده پوشش محافظ حریق در هر عضو فولادی نباید کمتر از ضخامت طراحی باشد.

اگر در ع ضو سازه، ضخامت اجرا شده پو شش محافظ حریق، کمتر از مقدار مورد نیاز با شد، باید ابتدا آن ضخامت، ا صلاح شده و به حد مورد نظر ر سانده شود و سپس از همان نوع ع ضو فولادی، مجدداً مورد دیگری به صورت ت صادفی انتخاب و ضخامت پوشش محافظ حریق کنترل شود.

فصل پنجم

آیین‌کار اجرای پوشش‌های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش

۵-۱- مقدمه

به منظور کامل بودن این دستورالعمل، فصل پنجم اضافه شده است که خلاصه‌ای از مطالب و موضوعات مطرح شده در ا ستاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۲۲۹۶ تحت عنوان "اجرای پو شش‌های محافظت‌کننده در برابر آتش برای اجزای ساختمانی – قسمت ۱: پو شش‌های معدنی پا ش شی – آئین‌کار" می‌با شد که البته برای فهم بهتر، تصاویر و تو ضیحات مختصری نیز به آن افزوده شده است. لذا خوانندگان محترم در صورت نیاز به کسب اطلاعات بیشتر می‌توانند به استاندارد فوق‌الذکر مراجعه نمایند.

۵-۲- ضوابط و مقررات مربوط به مقاومت چسبندگی

جداول ضخامتی که توسط مراجع معتبر مانند مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برای پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پا ش شی ارائه می شود عموماً بر ا ساس آزمون‌های مقاومت در برابر آتش ا ستخراج شده ا ست که در آنها، پوشش محافظت کننده بر روی سطوح فولادی نمایان (خالص) اجرا شده است. ولی از آنجا که اعضای فولادی مورد استفاده در ساختمان‌های موجود یا در حال ساخت، اکثراً دارای ضد زنگ مانند الکیدی یا اپوکسی بوده و پوشش محافظ حریق باید بر روی آنها اجرا شود، ضروری ا ست تا مقاومت چسبندگی پو شش به ضد زنگ، ارزیابی شده و بر این مبنا، جزئیات اجرایی لازم تعیین شود.

حداقل مقادیر مقاومت چ سبندگی پو شش‌های محافظت کننده در مقابل حریق پایه معدنی پا ش شی مطابق ویرایش سوم مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران تحت عنوان "حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" و همچنین آئین‌نامه IBC، برای ساختمان‌ها با ارتفاع‌های مختلف در جدول ۵-۱ ارائه شده است.

جدول ۵-۱- حداقل مقاومت چسبندگی پوشش‌های محافظ حریق

ارتفاع ساختمان از تراز زمین (متر)	حداقل مقاومت چسبندگی (کیلوپاسکال)
تا ۲۳	۷/۲
۲۳ تا ۱۲۸	۲۱
بیش از ۱۲۸	۴۸

اگر بر مبنای آزمون‌های مقاومت در برابر آتش، اجرای پوشش محافظ حریق بر روی سطح فولاد بدون مش فولادی مورد ارزیابی قرار گرفته باشد، در صورت وجود ضد زنگ بر روی سطح فولاد، لازم است ارزیابی جداگانه‌ای از نظر مقاومت چسبندگی مطابق آئین‌نامه IBC نیز انجام شود.

ضوابط مربوط به اجرای پو شش‌های معدنی پا ش شی بر روی سطوح فولادی دارای ضد زنگ، در آئین‌نامه IBC ذکر شده ا ست. مطابق این مرجع، در حالتی که سطح فولاد با ضد زنگ پو شش داده شده با شد، روش ارزیابی پیش‌رو باید

اتخاذ شود. پوشش‌های پاششی تحت شرایط پیش‌رو می‌توانند بر روی مقاطع فولادی I شکل و ستون‌های لوله‌ای و قوطی دارای ضد زنگ اجرا شوند:

الف) عرض بال تیر از ۳۰ سانتی‌متر تجاوز نکند؛

ب) عرض بال ستون از ۴۰ سانتی‌متر تجاوز نکند؛

ج) عمق جان تیر یا ستون (فاصله داخل به داخل بال بالا و پایین) از ۴۰ سانتی‌متر تجاوز نکند؛

د) قطر خارجی لوله یا عرض قوطی از ۳۰ سانتی‌متر تجاوز نکند؛

هـ) انجام آزمون‌های چسبندگی مطابق استاندارد ASTM E 736 نشان دهد که متوسط مقاومت چسبندگی و حداقل مقاومت چسبندگی به ترتیب حداقل ۸۰ درصد و ۵۰ درصد مقاومت چسبندگی در حالتی باشد که پوشش پاششی بر روی ورق فولادی خالص اجرا شده است. البته در صورت وجود ضد زنگ، حداقل مقادیر مقاومت چسبندگی مطابق جدول ۵-۱ نیز مطابق روش آزمون EN 1015-12 باید تامین شود.

زمانی که مقادیر مقاومت چسبندگی پایین‌تر از حداقل مقادیر قابل قبول هستند، ممکن است از یک عامل چسباننده (پرایمر) بر روی سطح دارای ضد زنگ برای رسیدن به حداقل مقاومت چسبندگی مورد نیاز استفاده شود.

اگر شرط (هـ) فوق برآورده نشود، نیاز به نگهدارنده مکانیکی است که می‌تواند با دورپیچ کردن سرتاسر عضو سازه‌ای با مش یکنواخت فولادی گالوانیزه (که دارای حداقل وزن ۱۶۰ گرم در هر متر مربع می‌باشد) تأمین شود.

اگر هر یک از شرایط (الف) یا (ب) یا (ج) یا (د) برآورده نشود، یک نگهدارنده مکانیکی منقطع باید تأمین شود. یک نگهدارنده مکانیکی منقطع می‌تواند به وسیله یک یا چند نوار شبکه (رابیتس) یکنواخت فولادی گالوانیزه با حداقل وزن ۹۰۰ گرم بر متر مربع که با جوش، پیچ یا میخکوب به سطح بال، جان، لوله یا قوطی متصل شده، تأمین شود. فاصله این اتصالات، مرکز تا مرکز حداکثر ۳۰ سانتی‌متر در هر لبه طولی نوار بوده و فاصله بین نوارها نباید از حدود مشخص شده در شرایط (الف)، (ب)، (ج) یا (د) بسته به موضوع، تجاوز کند. نباید کمتر از ۲۵ درصد عرض بال یا جان بزرگ اندازه با نوار فلزی پوشیده شده باشد. عرض هر نوار رابیتس نباید کمتر از ۹ سانتی‌متر باشد.

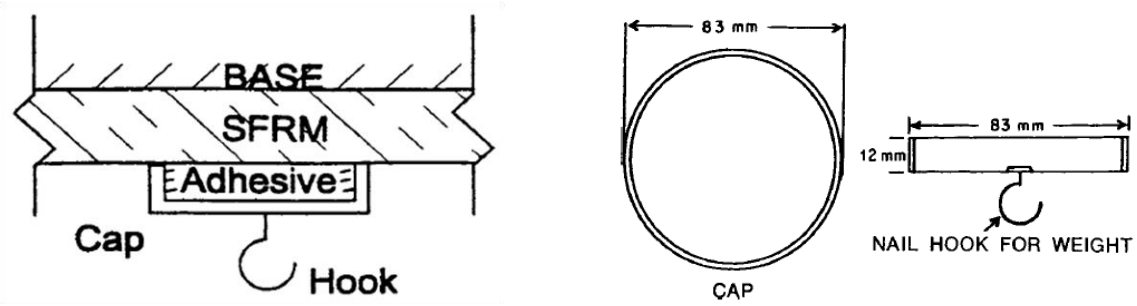
به علت اهمیت مساله چسبندگی پوشش‌های محافظ حریق به سطح زیر کار و همچنین تنوع ضد زنگ‌های استفاده شده در صنعت ساختمان، شرکت مجری پوشش محافظت کننده در برابر آتش موظف است در هر پروژه ساختمانی، قبل از اجرای پوشش محافظ حریق بر روی اعضای فولادی ساختمان، از چسبندگی مناسب پوشش به سطح زیر کار، با اجرای چند نمونه آزمایشی و انجام آزمون‌های چسبندگی، اطمینان حاصل نماید. در صورت عدم انجام این کار یا مقاومت چسبندگی بدست آمده پایین پوشش محافظ حریق به سطح زیر کار، نیاز به اجرای نگهدارنده مکانیکی قبل از پاشش پوشش خواهد بود که لازم است با دورپیچ کردن سرتاسر هر عضو سازه‌ای با مش یکنواخت فولادی گالوانیزه (که دارای حداقل وزن ۱۶۰ گرم در هر متر مربع می‌باشد) فراهم شود.

در اجرای پین‌های (متصل کننده‌های) فولادی نگهدارنده این مش فولادی گالوانیزه سرتاسری (انتخاب محل، تعداد و فاصله پین‌ها) باید به گونه‌ای عمل شود تا این مش فولادی در جای خود کاملاً محکم و تثبیت شده و در فاصله حدود ۶ میلی‌متری از سطح زیرکار قرار گیرد. در این خصوص توصیه می‌شود تا فاصله بین پین‌های فولادی نگهدارنده مش سرتاسری در دو جهت کمتر از حدود ۳۰ سانتی‌متر نباشد.

بر اساس معیارها و ضوابط مربوط به مقاومت چسبندگی، اگر ارتفاع ساختمان بیشتر از ۱۲۸ متر باشد، اجرای مش یکنواخت فولادی گالوانیزه درگیر کننده سراسری (که دارای حداقل وزن ۱۶۰ گرم در هر متر مربع می‌باشد) بر روی سطح زیر کار به منظور محافظت ستون‌ها و تیرهای فولادی در مقابل حریق با پوشش‌های محافظ حریق پایه معدنی پاششی، الزامی است.

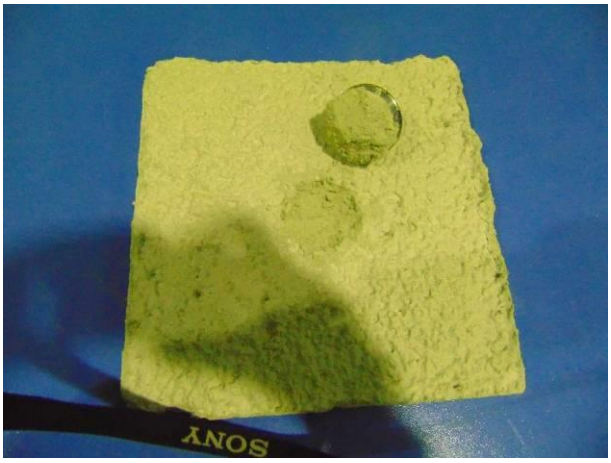
۵-۳- آزمون‌های مربوط به تعیین مقاومت چسبندگی

روش تعیین مقاومت چسبندگی پوشش محافظ حریق پایه معدنی مطابق استاندارد ASTM E 736 در شکل ۵-۱ نشان داده شده است. در این روش، ابتدا پوشش محافظ حریق بر روی ورق فولادی با ابعاد تقریبی ۳۰ سانتی‌متر در ۳۰ سانتی‌متر پاشیده می‌شود. بعد از خشک شدن پوشش، درپوش فولادی با چسب، پر شده و سپس بر روی پوشش محافظ حریق در محل در نظر گرفته شده (وسط نمونه‌ها)، چسبانده می‌شود. بعد از گذشت زمان و سفت شدن چسب، هر نمونه بر روی تکیه‌گاه در طرفین مهار می‌شود. سپس یک ترازوی فنری به قلاب انتهایی درپوش‌های فولادی، متصل شده و به آرامی، ترازو کشیده می‌شود (شکل ۵-۲) تا درپوش از ورق فولادی محافظت شده در مقابل حریق، جدا شود (شکل ۵-۳).



شکل ۵-۱- آزمون تعیین مقاومت چسبندگی مطابق استاندارد ASTM E 736

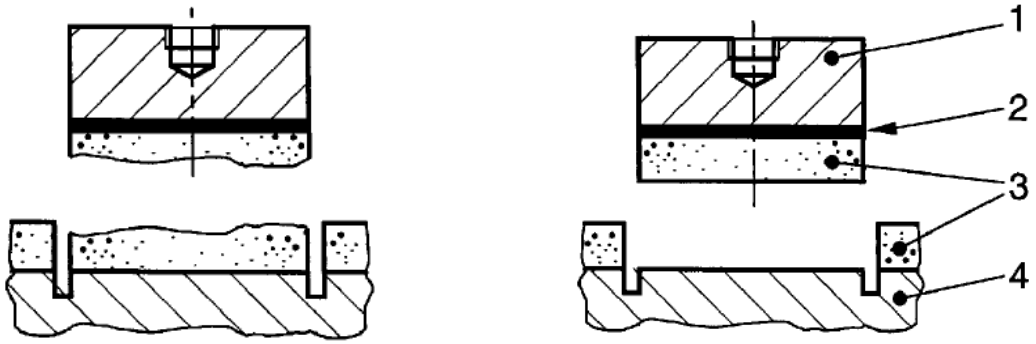
شکل ۵-۲- نحوه انجام آزمون تعیین مقاومت چسبندگی



شکل ۵-۳- انتهای آزمون تعیین مقاومت چسبندگی

در این آزمون، عموماً درپوش فلزی از پوشش محافظ حریق جدا می‌شود که شامل قلوه‌کن شدن و جدا شدن لایه‌ای از پوشش محافظ حریق است (شکل ۵-۳). با توجه به مود گسیختگی در نمونه‌ها در این آزمون که شامل وقوع شکست در خود پوشش محافظ حریق می‌باشد، نتیجه می‌شود که مود خرابی از نوع پیوستگی (جداشدگی داخل پوشش) بوده و نتایج این آزمون مربوط به مقاومت پیوستگی پوشش (مقاومت چسبندگی داخل پوشش) می‌باشد.

از طرف دیگر، در روش استاندارد EN 1015-12 لازم است که ابتدا مطابق شکل ۵-۴ اطراف پوشش محافظ حریق، برش خورده و سپس آزمون چسبندگی انجام شود.



(ب) (الف)

شکل ۵-۴- روش تعیین مقاومت چسبندگی پوشش محافظ حریق بر اساس روش اروپایی: الف) جداشدگی در فصل مشترک پوشش محافظ حریق و سطح زیرکار و ب) جداشدگی در خود پوشش محافظ حریق

در روش تعیین مقاومت چسبندگی پوشش محافظ حریق بر اساس روش EN 1015-12، اگر چسبندگی پوشش به سطح زیرکار ضعیف باشد، بعد از آزمون، صفحه شکست مطابق شکل ۵-۴-الف در فصل مشترک پوشش و سطح زیرکار اتفاق خواهد افتاد و نتیجه بدست آمده از آزمون، مقاومت چسبندگی پوشش به سطح زیرکار است. در غیر اینصورت، اگر چسبندگی پوشش به سطح زیرکار قوی باشد، بعد از آزمون، فصفحه شکست مطابق شکل ۵-۴-ب در خود پوشش اتفاق خواهد افتاد و نتیجه بدست آمده از آزمون، مقاومت پیوستگی پوشش (مقاومت چسبندگی داخل پوشش) است.

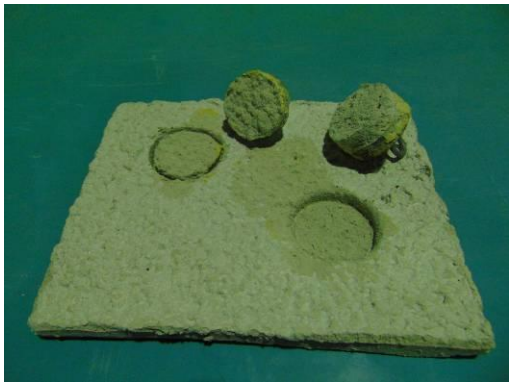
به عنوان مثال نتایج انجام آزمون تعیین مقاومت چسبندگی مطابق این استاندارد برای یک پوشش محافظ حریق پایه معدنی پاششی بر روی سطوح زیرکار فولادی دارای ضد زنگ الکیدی و اپوکسی در شکل ۵-۵ نمایش داده شده است. مطابق این شکل، پوشش محافظ حریق به ضد زنگ الکیدی، چسبندگی خوبی نداشت و باعث شد تا صفحه شکست در یک تراز بار اندک و در فصل مشترک پوشش و ضد زنگ الکیدی رخ دهد ولی در حالت ضد زنگ اپوکسی، چسبندگی پوشش، مناسب بود و باعث شد تا صفحه شکست در یک تراز بار بالا و در خود پوشش رخ دهد.

بنابراین آماده‌سازی سطح زیرکار قبل از اجرای پوشش محافظ حریق به منظور اطمینان از موارد زیر ضروری است:

- یک اتصال یا چسبندگی کافی بین پوشش پاششی و سطح زیرکار حاصل شود. لذا لازم است تا سطح زیرکار، عاری از هر گونه روغن، گریس، گرد و غبار، آلودگی، لایه یا رنگ سست یا ... که به چسبندگی لطمه می‌زند، باشد. برای افزایش چسبندگی می‌توان از پرایمرهای مربوط استفاده کرد. همچنین در موارد مشخص شده در ضوابط، اجرای نگهدارنده مکانیکی نیز لازم است.

- پوشش پاششی با مصالحی که روی آن اجرا می‌شود، سازگار باشد. مثلاً در حالتی که ضد زنگ از نظر شیمیایی با پوشش پاششی پایه سیمانی سازگار نیست، حتی در صورت استفاده از نگهدارنده‌های مکانیکی، باز هم لازم است که از یک پرایمر مقاوم در مقابل قلیایی استفاده شود. مقدار pH سیمان پرتلند در حالت مرطوب حدود ۱۲ است و بنابراین پوشش‌های پایه سیمانی به ضد زنگ‌های حساس به قلیا (مانند رنگ‌های الکیدی) آسیب می‌زنند.

(الف)



(ب)

شکل ۵-۵- مقایسه وضعیت نمونه‌ها در انتهای آزمون مقاومت چسبندگی در دو حالت مختلف: الف) ضد زنگ الکیدی و ب) ضد زنگ اپوکسی

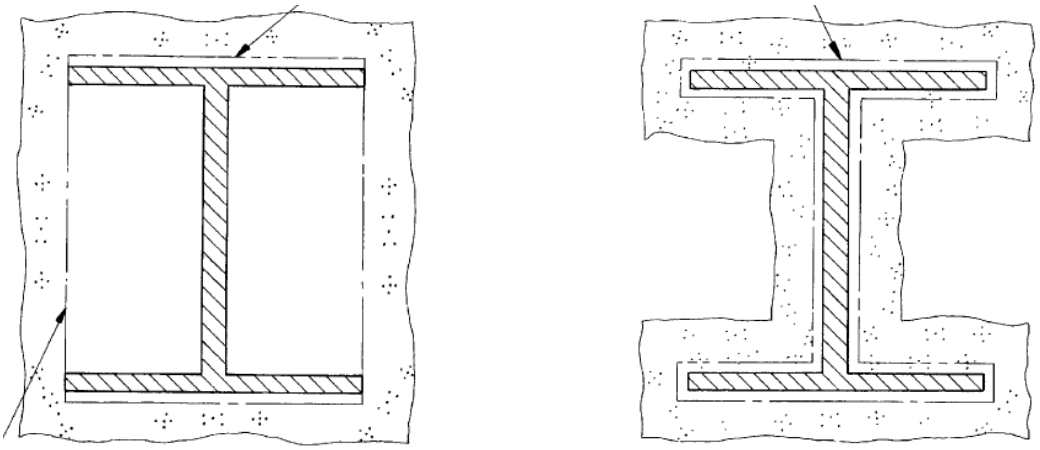
۵-۴- انواع نگهدارنده‌های مکانیکی

انواع عمومی نگهدارنده‌های مکانیکی در جدول ۵-۲ نشـــان داده اســـت. این نگهدارنده‌های مکانیکی بهتر اســـت تا از جنس فولاد گالوانیزه بوده تا دوام بالایی داشـــته و دارای مقاومت خوب در برابر دماهای بالا و خوردگی باشـــند. در موارد ترمیم محلی پوشـــش، امکان اســـتفاده از پین‌های فولادی با کلاهک فولادی اســـتاندارد به عنوان نگهدارنده مکانیکی نیز وجود دارد.

مثال‌هایی از کاربرد مش درگیر کننده در شـکل ۵-۶ نشـان داده شـده اسـت. در شـکل ۵-۶-الف، از مش فولادی به منظور اتصال پوشش به سطح زیرکار استفاده شده است در جایی که پوشش به سطح زیرکار، چسبندگی خوبی ندارد. در شکل ۵-۶-ب، از مش فولادی به منظور تامین سطح زیرکار برای اجرای پوشش استفاده شده است تا بتوان مقطع I شکل را به روش جعبه‌ای در مقابل آتش محافظت کرد.

جدول ۵-۲- انواع نگهدارنده‌های مکانیکی

مجموعه	نوع	کاربردها
مش درگیرکننده مش با چشمه‌های نسبتاً کوچک حدود۱۰ الی ۲۵ میلی‌متر	شبکه فلزی رابیتس شبکه سیمی جوش شده شبکه سیمی بافته شده شش ضلعی (توری مرغی)	در مجاورت سطح زیرکار (حدود ۶ میلی‌متر) نصب می‌شود و درگیری مناسبی ایجاد می‌کند یا یک تکیه‌گاه برای پوشش پاششی روی فضای خالی بین سازه‌ها فراهم می‌کند.
مش مسلح کننده مش با چشمه‌های نسبتاً بزرگ حدود ۵۰ میلی‌متر	شبکه سیمی جوش شده شبکه سیمی بافته شده شش ضلعی (توری مرغی)	داخل پوشش پاششی قرار می‌گیرد (یک سوم میانی) و امکان نفوذ کامل پوشش پاششی را فراهم می‌کند و بنابراین پوشش پاششی را مسلح می‌کند.



(ب) (الف)

شکل ۵-۶- مواردی از کاربرد مش فولادی درگیر کننده

در شکل ۵-۷ نیز ریزش پوشش محافظ حریق پایه معدنی پاششی در اثر عدم کاربرد مش فولادی درگیر کننده در حالت چسبندگی ناکافی پوشش و همچنین اجرای نادرست مش فولادی درگیر کننده، مشاهده می‌شود.

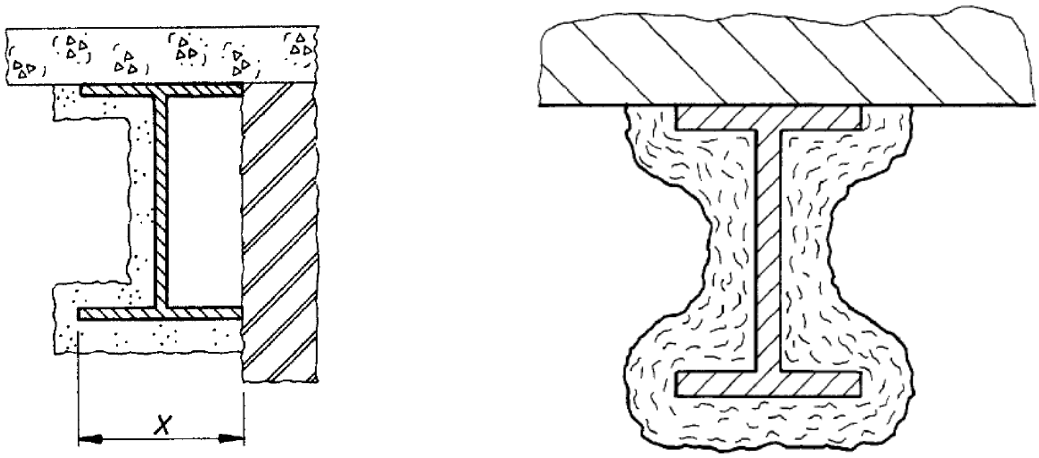
(ب) (الف)

شکل ۵-۷- الف) تبعات منفی عدم کاربرد مش درگیرکننده در موارد لازم و ب) تبعات منفی اجرای نادرست مش درگیرکننده

از طرف دیگر، موارد کاربرد مش مسلح کننده در جایی است که ابعاد مقطع خیلی بزرگ است (مثلاً برای مقطع I شکل، جان بزرگتر از ۶۵۰ میلی‌متر و بال بزرگتر از ۴۰۰ میلی‌متر است) و همچنین ضخامت پوشش محافظ حریق بیش از ۳۰ میلی‌متر است. در مواردی که پوشش کامل دور مقطع را نمی‌پوشاند، این ابعاد کاهش خواهد یافت. به عنوان مثال، در شکل ۵-۸ در حالت (الف)، معیار کنترل ابعادی برای عرض بال تیر، ۴۰ سانتی‌متر بوده ولی در حالت (ب)، معیار

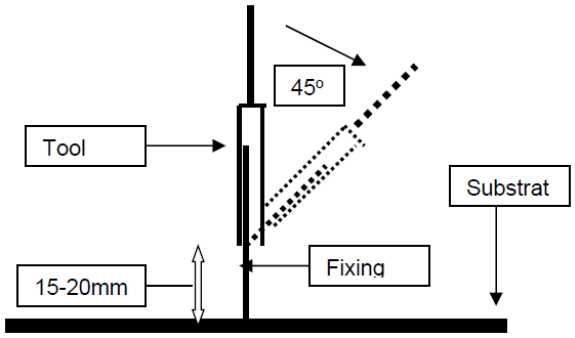
کنترل ابعاد برای عرض بال تیر که به علت حضـور دیوار در یک طرف تیر، امکان پوشـش کامل تیر وجود ندارد، برابر ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد.

فلسفه کاربرد مش مسلح کننده، جلوگیری از ریزش و جدایی در داخل خود پوشش محافظ حریق می‌باشد در مواردی که با سـطوح زیرکار بزرگ و ضـخامت بالای پوشـش مواجه هسـتیم. در حالی که یکی از کاربردهای اصـلی مش درگیر کننده، جلوگیری از جدایی پوشش از سطح زیرکار می‌باشد.



شکل ۵-۸- شرایط مختلف اجرای پوشش محافظ حریق یک تیر فولادی

در صورتی که از پین‌های فولادی برای نگهدا شتن مش فولادی و اتـصال آن به سطح زیرکار ا ستفاده می شود، لازم اسـت تا پین‌های مورد اسـتفاده از نظر ترد و شـکننده نبودن، مورد آزمون قرار گیرند. برای این منظور مطابق راهنمای اروپایی ETAG 018-3، لازم است پین‌ها یکبار به طور کامل خم شده و مجدداً به حالت قائم اولیه برگردانده شوند (شکل ۵-۹). در این صورت نباید پین‌ها بشکنند و همچنین جوش آنها دچار خرابی شود.



شکل ۵-۹- نحوه کنترل شکل‌پذیری پین‌های فولادی

باید توجه داشـت اگر مش فولادی درگیر کننده بر روی سـطح زیرکار و قبل از پاشـش پوشـش محافظ حریق پایه معدنی، به نحو درستی اجرا شده باشد، بعد از خشک شدن پوشش محافظ حریق، اتصال مناسب و کافی بین پوشش و

سطح زیرکار برقرار خواهد شد. هر گونه طبله کردن و جدا شدگی پوشش محافظ حریق در این شرایط، نشان از اجرای نادرست مش فولادی درگیر کننده دارد که می‌تواند ناشی از عواملی همچون ضعیف بودن مش فولادی (تراکم و وزن کم آن در واحد سطح)، محل نادرست یا تعداد ناکافی متصل کننده‌های مش فولادی به سطح زیرکار (مثلاً موقعیت نامناسب و تعداد کم پین‌های فولادی اجرا شده)، آسیب‌دیدگی یا خوردگی مش فولادی یا متصل کننده‌های آن و ... دارد. لذا در اجرای مش فولادی درگیر کننده در هر پروژه‌ای، لازم است کنترل‌ها و نظارت‌های لازم برای تضمین کیفیت مناسب اجرا صورت گیرد.

خواننده گرامی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هشتصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی nezamfanni.ir قابل دستیابی می‌باشد.

Code of practice for evaluation, design, inspection, and application of mineral based fire protective coatings for steel structures[No. 830]

Members of the editorial committee:

Saeed Bakhtiyari	Road, Housing & Urban Development Research Center	Ph.D. of Chemical Engineering
Masoud Jamali Ashtiyani	Road, Housing & Urban Development Research Center	M.Sc. of Mechanical Engineering
Arsalan Kalali	Road, Housing & Urban Development Research Center	Ph.D. of Civil Engineering

Members of technical and re- reading committee:

Saeed Bakhtiyari	Road, Housing & Urban Development Research Center	Ph.D. of Chemical Engineering
Masoud Jamali Ashtiyani	Road, Housing & Urban Development Research Center	M.Sc. of Mechanical Engineering
Arsalan Kalali	Road, Housing & Urban Development Research Center	Ph.D. of Civil Engineering
Mahvin Delnavaz	Consulting Engineer	M.Sc. of Architecture
Ali Mazroei	Islamic Azad University of Tehran	Ph.D. of Civil Engineering
Leila Taghiakbari	Road, Housing & Urban Development Research Center	M.Sc. of Organic Chemistry
Zahra Dorudiani	Road, Housing & Urban Development Research Center	B.Sc. of Civil Engineering
Elham Askari Moghaddam	Road, Housing & Urban Development Research Center	B.Sc. of Chemistry

Members approval committee:

Saeed Bakhtiyari	Head of the third part of national building code	Ph.D. of Chemical Engineering
Mohammad Bayat	Expert Fire Brigade	B.Sc. of English Language
Amir Naser Biglari	Municipal Electronic Services Office	M.Sc. of Architecture
Masoud Jamali Ashtiyani	Road, Housing & Urban Development Research Center	M.Sc. of Mechanical Engineering
Mohammad Reza Hafezi	Shahid Beheshti University	Ph.D. Of. Architecture
Saber Faturechian	Tehran Municipality safety services organization	M.Sc. of Architecture
Masud Ghasemzadeh Mahaleh	Road, Housing & Urban Development Research Center	M.Sc. of Architecture
Mahmoud Ghadiri	Tehran Municipality safety services organization	M.Sc. of Electrical Engineering
Arsalan Kalali	Road, Housing & Urban Development Research Center	Ph.D. of Civil Engineering

Steering committee: (Plan and Budget Organization)

Alireza Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive affairs, Consultants and Contractors
Mohammad Reza Siadat	Expert in Architecture, Department of Technical & Executive affairs, Consultants and Contractors

Abstract:

Code No. 112 of Plan and Budget Org., "**Instructions for Protecting Buildings Against Fire**", is the main sourse for fire regulation in public buildings of Iran and this code is to be revised periodicaly.

Also, according to the last edition (3rd edition) of the part 3 of National Building Regulations of Iran, namely "Fire Protection of Buildings"; buildings are classified in five construction types regarding the fire resistance rating of the building elements and the non-combustibility of the materials used in constructing the building. Then the building area and height limitations are given for each construction type based on occupancy groups. For each construction type, the minimum required fire resistances of building elements are given, including columns, beams, walls, and floors.

However, it is clear that steel structures are severely vulnerable to fire, since the yield strength and the elastic modulus of the steel decreases when the temperature increases that causes a reduction in the load bearing capacity of the steel member. The amount of the reduction in the yield strength and the elastic modulus of the steel at 600 °C are about 52% and 69%, respectively. Therefore, in most cases, the steel structure elements need to be protected with proper fire protective coatings. Sprayed mineral fire protective coatings are the most applied materials used for this purpose in Iran. On the other side, there are many complexities and even common mistakes in the use of these kinds of products in the construction industry. So a uniform code was needed for introducing the evaluation methods of performance and properties of coatings and the production methods of the related design thickness tables, and other features. The method of application is also important for achieving a proper expected performance. Therefore, best practices and supervision methods of the good application was needed to be introduced.

In this code of practice, an engineering basis has been established for the above mentioned aims. The basic method of determining design tables, i.e. the thickness of spray-applied mineral fire protective coatings according to critical temperature (s) and section factor of the steel elements have been given. The critical temperature is defined as the point in which the load bearing capacity of the section would reach failure. In the other words, the critical temperature is the temperature in which its resulted resistance loss is to the extent that the steel beam or column cannot support imposed loads.

The required specification and also the evaluation test methods for specifying the properties of the coatings have been defined. This includes both mandatory and optional tests and evaluations, among them, fire resistance, reaction to fire, adhesion and durability can be mentioned.

At the end, the last chapter is allocated to code of practice of application including the needed controls in the construction site.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Instruction for the evaluation, design, inspection, and application of mineral based fire protective coatings for steel structures

No.830

Last Edition: 03-12-2020

Deputy of Technical, Infrastructure and Production Affairs

Department of Technical & Executive affairs, Consultants and Contractors

nezamfanni.ir

Ministry of Road & Urban Development

Road, Housing & Urban Development Research Center

www.bhrc.ac.ir

2021

این ضابطه

با عنوان «دستورالعمل ارزیابی، طراحی، نظارت و اجرای پوشش های معدنی پاششی محافظت‌کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی» به معیارهای ارزیابی پوشش‌های معدنی محافظت‌کننده در برابر آتش، روش تولید جداول ضخامت و چگونگی استفاده از این جداول می‌پردازد. هم چنین روش ارزیابی و کنترل کیفی میدانی پوشش‌های معدنی در پروژه‌های ساختمانی بیان شده است.