



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

INSO
19281-2
1st. Edition
2015

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران
۱۹۲۸۱-۲
چاپ اول
۱۳۹۳

آزمون‌های واکنش در برابر آتش – پیشروی
شعله – قسمت ۲:
پیشروی جانبی شعله روی فرآورده‌های
ساختمانی و حمل و نقل در موضع عمودی

**Reaction to fire tests-Spread of flame-
Part 2:Lateral spread on building and
transport products in vertical configuration**

ICS:13.220.50

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرفکنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکترونیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطای و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکaha، کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«آزمون‌های واکنش در برابر آتش – پیشروی شعله – قسمت ۲: پیشروی جانبی شعله روی فرآورده‌های ساختمانی و حمل و نقل در موضع عمودی»

سمت و / یا نمایندگی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

رئیس:

سعید بختیاری

(دکتری مهندسی شیمی)

دبیر:

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

لیلا تقی‌اکبری

(فوق لیسانس شیمی آلی)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مؤسسه رده‌بندی ایرانیان

مهدى باجاقلى

(لیسانس مهندسی مکانیک)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فاطمه جعفرپور

(لیسانس شیمی محض)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مسعود جمالی آشتیانی

(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

زهراء درودیانی

(لیسانس مهندسی عمران)

شرکت نماد ایمن

مهوبن دلنواز

(فوق لیسانس معماری)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شريتا شهيدى

(فوق لیسانس شیمی آلی)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

الهام عسکری مقدم

(لیسانس شیمی محض)

فهرست مندرجات

صفحه

عنوان

ج

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

و

پیش‌گفتار

ز

مقدمه

۱

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱

۲ مراجع الزامی

۲

۳ اصطلاحات و تعاریف

۵

۴ اصول آزمون

۶

۵ مناسب بودن فرآورده برای آزمون

۶

۱-۵ مشخصه‌های سطح

۷

۲-۵ فرآورده‌های ناپایدار حرارتی

۷

۶ آزمونهای آزمونهای

۷

۱۶ سطح در معرض

۸

۲-۶ تعداد و اندازه آزمونهای آزمونهای

۱۰

۳-۶ ساختار آزمونهای آزمونهای

۱۰

۴-۶ تثبیت شرایط آزمون آزمون

۱۰

۵-۶ آماده‌سازی آماده‌سازی

۱۰

۱-۵-۶ خط مرجع

۱۱

۲-۵-۶ فرآوردهای بدون فاصله هوایی

۱۱

۳-۵-۶ فرآوردهای با درز هوایی

۱۲

۴-۵-۶ نگهداری آزمونهای آزمون

۱۳

۷ دستگاه

۱۳

۱-۷ کلیات

۱۴

۲-۷ قاب نگهدارنده پانل تابشی

۱۴

۱-۲-۷ قاب فولادی لوله‌ای

۱۴

۲-۲-۷ پانل تابشی

۱۴

۳-۲-۷ مخازن گاز و هوای

۱۵

۳-۷ قاب نگهدارنده آزمونهای آزمون

۱۵

۱-۳-۷ کلیات

۱۵

۲-۳-۷ قاب لوله‌ای فولادی

۱۵	۳-۳-۷ راهنمای نگهدارنده آزمونه
۱۶	۴-۳-۷ آینه مشاهده
۱۶	۵-۳-۷ قاب کنترل چشمی
۱۶	۴-۷ نگهدارنده آزمونه
۱۷	۵-۷ مشعل شعله پیلوت
۲۱	۸ محیط آزمون
۲۱	۹ وسایل اندازه‌گیری و تجهیزات اضافی
۲۱	۱-۹ شارسنجد گرمایی
۲۲	۲-۹ گرماسنج تابشی کل
۲۲	۳-۹ ثبت‌کننده
۲۲	۴-۹ زمان‌سنج
۲۳	۵-۹ آزمونه ساختگی
۲۳	۶-۹ تخته واسنجی
۲۳	۷-۹ فاصله‌دهنده‌ها و تخته‌های پشت‌بند
۲۴	۱۰ چیدمان و روش واسنجی
۲۴	۱-۱۰ چیدمان
۲۷	۲-۱۰ تأیید
۲۷	۳-۱۰ تنظیم شعله پیلوت
۲۸	۱۱ روش انجام آزمون
۳۰	۱۲ شرح عملکرد فرآورده در برابر آتش
۳۰	۱۳ گزارش آزمون
۳۲	پیوست الف احتیاط‌های ایمنی (الزامی)
۳۴	پیوست ب ساختار آزمونه (اطلاعاتی)
۳۵	پیوست پ واسنجی شارسنجد در حال کار (اطلاعاتی)
۳۶	پیوست ت راهنمای گزارش‌دهی و پیگیری نتایج روش‌های آزمون آتش (اطلاعاتی)
۳۷	پیوست ث تغییرپذیری نتایج آزمون (اطلاعاتی)
۴۰	پیوست ج روش آزمون برای پیشروی شعله روی لوله‌های پلاستیکی (الزامی)
۴۲	پیوست چ کتابنامه (اطلاعاتی)

استاندارد «آزمون‌های واکنش در برابر آتش - رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم - قسمت ۲: شدت تولید دود (اندازه‌گیری دینامیکی)»، که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تهیه و تدوین شده و در پانصد و هفتاد و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فراورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۰۵ تصویب شد، اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در موقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارایه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS ISO 5658-2:2006-Reaction to fire tests-Spread of flame-Part 2: Lateral spread on building and transport products in vertical configuration.

این قسمت از استاندارد بر اساس روش آزمون سازمان بین‌المللی دریایی است (IMO)¹ که توسط A.653 منشر شده است و به عنوان استاندارد بین‌المللی توسعه یافته است تا کاربرد گسترده‌تر آن را مجاز نماید. تفاوت‌های اصلی بین استاندارد ایزو و IMO این است که ایزو در هدف و دامنه کاربرد محدود به آزمون پیشروی شعله بر روی آزمونهای عمودی می‌شود و شامل دودکش² برای برآورد شدت رهایش گرما نمی‌شود. ویرایش دوم این استاندارد از کاربرد شعله استیلن برای شعله پیلوت اجتناب می‌کند و از شعله پیلوت پروپان در حالت تماس استفاده می‌کند. روش پیشروی شعله در حال حاضر برای IMO هنوز بر اساس ویرایش اول استاندارد ایزو است.

این استاندارد توسعه آزمون‌های ایزو را برای پیشروی شعله توضیح می‌دهد و تئوری پیشروی شعله برای جهت‌گیری‌های مختلف را شرح می‌دهد. این قسمت از استاندارد روشی ساده ارائه می‌کند که توسط آن پیشروی سطحی جانبی شعله در آزمونهای قائم را می‌توان برای اهداف مقایسه‌ای تعیین کرد. این روش به خصوص برای اهداف تحقیق، توسعه و کنترل کیفیت مفید است.

آتش پدیده پیچیده‌ای است: رفتار و اثرات آن به تعدادی از عوامل مرتبط بستگی دارد. رفتار مواد و فرآورده‌ها بستگی به مشخصه‌های آتش، روش استفاده از مواد و محیطی دارد که آنها در معرض قرار می‌گیرند. آزمونی مانند آنچه در این بخش از استاندارد مشخص شده است، تنها نمایشی ساده از جنبه خاصی از وضعیت آتش‌سوزی بالقوه معین شده توسط یک منبع تابشی حرارت و شعله است، که به تنها‌ی راهنمای مستقیمی برای رفتار یا ایمنی در برابر آتش نمی‌تواند ارائه کند.

پیوست‌های الف و ج بخش‌های یکپارچه‌ای از این قسمت از استاندارد را تشکیل می‌دهند. پیوست‌های ب تا ث تنها اطلاعاتی می‌باشند. بیانیه دقیقی بر اساس آزمون‌های بین آزمایشگاهی با استفاده از این روش آزمون در پیوست داده شده است. این روش آزمون بر استفاده از مواد مبتنی بر آربست وابسته نیست. همه کاربران آزمون، به هشدار احتیاطی مقدمه توجه کنند.

1- IMO: International Maritime Organization
2 Stack

آزمون‌های واکنش در برابر آتش - پیشروی شعله - قسمت ۲:

پیشروی جانبی شعله روی فرآورده‌های ساختمانی و حمل و نقل در وضعیت قائم

هشدار ۱- این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند. بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده تا قبل از استفاده محدوده اجرایی آن را رعایت نماید.

هشدار ۲- از آنجا که احتیاط‌های مناسب برای حفظ سلامتی لازم است، تمام افراد مرتبط با آزمون‌های آتش باید به احتمال خروج گازهای زیان‌آور و سمی طی در معرض قرار گرفتن آزمونهای آتش توجه کنند.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد اندازه‌گیری پیشروی جانبی شعله در امتداد سطح آزمونهای از فرآورده است که در وضعیت قائم قرار دارد و داده‌های مناسب را برای مقایسه عملکرد موادی اساساً مسطح، کامپوزیت‌ها یا مجموعه‌هایی که اصولاً به عنوان سطوح نمایان دیوارها در ساختمان‌ها و وسایل نقلیه مانند کشتی‌ها و قطارها استفاده می‌شوند، فراهم می‌کند. بعضی از محصولات (فرآوردهای) پروفیل شده (مثل لوله‌ها) را نیز می‌توان تحت شرایط نصب و ثبیت مشخص شده آزمایش کرد.

این قسمت از استاندارد برای اندازه‌گیری و توصیف خواص مواد، فرآوردها یا مجموعه‌ها در پاسخ به گرمای تابشی در حضور شعله پیلوت تحت شرایط آزمایشگاهی کنترل شده به کار می‌رود. نتایج حاصل از این روش نباید به تنها‌ی برای توصیف یا آگاهی از خطر یا ریسک حریق مواد، فرآوردها یا مجموعه‌ها تحت شرایط آتش‌سوزی واقعی به کار رود.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی (به علاوه هر پشنهد اصلاحی) آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف استانداردهای بند ۱-۲، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳ مجموعه

مواد ساخته شده، فرآوردها و یا کامپوزیت‌ها هستند.

مثال: پانل‌های ساندویچی

یادآوری - مجموعه ممکن است شامل فاصله هوایی باشد.

۲-۳ میانگین گرما برای سوختن پایدار

میانگین مقادیر گرما برای سوختن پایدار، که در چند موضع معین اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری - میانگین گرما برای سوختن پایدار مگاژول بر متر مربع (MJ/m^2) بیان می‌شود.

۳-۳ تخته پشت‌بند

تخته غیرقابل سوختن با همان عرض و طول آزمونه و ضخامت $(12,5\pm3)mm$ ، که در هر آزمون در پشت آزمونه به کار می‌رود.

یادآوری ۱- به بند ۷-۹ مراجعه شود.

یادآوری ۲- تخته غیر قابل سوختن تخته‌ای است که وقتی مطابق استاندارد ملی بند ۱-۲ آزمون می‌شود، پتانسیل گرمایی ناخالص (PCS) کمتر یا مساوی $2,0 MJ/Kg$ باشد.

۴-۳ کامپوزیت

ترکیبی از مواد و مصالح که معمولاً در ساختار ساختمان، ماهیت‌های مجزا دارند.

مثال مواد ورقه‌ای یا پوشش‌دار

۵-۳ شار گرمایی بحرانی در نقطه خاموشی^۱

شار گرمایی برخوردکننده به سطح آزمونه در نقطه‌ای در امتداد خط افقی مرکزی جایی که شعله پیشروی نمی‌کند و پس از آن ممکن است خاموش شود.

یادآوری ۱- مقدار شار گرمایی گزارش شده بر اساس برون‌یابی اندازه‌گیری‌ها با تخته واسنجی^۲ غیرقابل سوختن است.

یادآوری ۲- شار گرمایی بحرانی در نقطه خاموشی بحسب کیلووات بر مترمربع اعلام می‌شود (KW/m²).

۶-۳ سطح در معرض

سطحی از آزمونه که در معرض شرایط حرارتی آزمون است.

۷-۳ جبهه شعله

دورترین محدوده حرکت شعله پایدار که در امتداد مرکزی طول آزمونه است.

۸-۳ شعله‌زنی

وجود شعله در بالا یا روی سطح آزمونه برای مدت زمان کمتر از یک ثانیه.

۹-۳ گرمای سوختن پایدار

حاصل ضرب زمان شروع قرارگیری آزمونه در معرض شعله تا رسیدن جبهه شعله به یک موضع مشخص در شار گرمایی تابشی برخوردکننده متناظر با موضعی که روی تخته واسنجی غیر قابل سوختن اندازه‌گیری شده است.

یادآوری ۱- گرما برای سوختن پایدار بحسب MJ/m² اعلام می‌شود.

یادآوری ۲- محل‌ها در جدول شماره ۱ مشخص شده‌اند.

1 CFE

2 Calibration

۱۰-۳ تابش

(در نقطه‌ای از سطح) خارج قسمت شار گرمای تابشی برخورد کننده بر روی عنصر بسیار کوچک از سطح شامل آن نقطه بر مساحت آن عنصر.

۱۱-۳ مصالح یا ماده

یک ماده منفرد یا مخلوطی با پراکندگی یکنواخت می‌باشد.
مثال: فلز، سنگ، الوار، بتون، الیاف معدنی و پلیمرها.

۱۲-۳ فرآورده

ماده، کامپوزیت یا مجموعه‌ای که اطلاعاتی در مورد آن لازم است.

۱۳-۳ شار گرمایی تابشی

توان منتشر شده، انتقال یافته یا دریافت شده به صورت تابش

۱۴-۳ آزمونه

قطعه‌ای که نمایانگر فرآورده‌ای است که با هر گونه زیرکار یا پرداختی آزمون شود.

یادآوری - آزمونه ممکن است دارای فاصله هوایی باشد.

۱۵-۳ پیشروی شعله

گسترش جبهه شعله روی سطح فرآورده تحت تأثیر تابش اعمال شده

۱۶-۳ زیرکار

ماده‌ای که استفاده می‌شود یا نمایانگر ماده‌ای است که در عمل استفاده شده یا بلافصله در زیر فرآورده سطحی استفاده شده است.

مثال تخته گچی زیرکار، زیر پوشش دیوار.

۱۷-۳ شعله‌وری پایدار

وجود شعله بالا یا روی سطح آزمونه در مدت بیشتر از چهار ثانیه.

۱۸-۳ شعله‌وری گذرا

وجود شعله رو یا بالای سطح آزمونه در مدت بین یک تا چهار ثانیه.

۱۹-۳ پیشروی جانبی شعله

پیشرفت جبهه شعله در جهت جانبی در طول آزمونه.

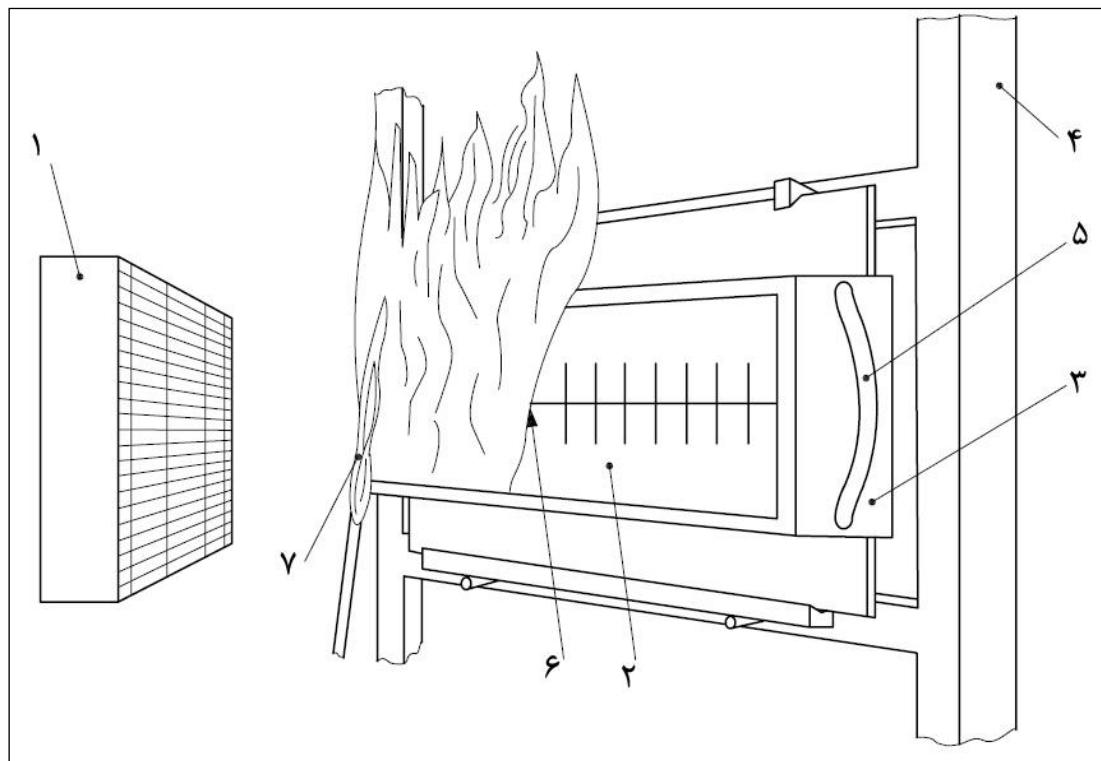
۴ اصول آزمون

۱-۴ روش آزمون شامل آزمونه‌های تثبیت شرایط شده که در معرض قرار می‌گیرند، حوزه معینی از شار گرمایی تابشی و اندازه‌گیری زمان افروزش، پیشروی جانبی شعله و نقطه خاموش شدن نهایی آن است.

۲-۴ آزمونه در وضعیت قائم در مجاورت پانل تابشی که منبع آتش آن گاز می‌باشد، قرار داده می‌شود که این منبع در معرض دامنه معینی از شار حرارتی تابشی قرار می‌گیرد. یک شعله پیلوت نزدیک انتهای داغ‌تر آزمونه برای افروزش گازهای فرار خارج شده از سطح قرار داده می‌شود (شکل ۱ را ببینید).

۳-۴ به دنبال افروزش، هرگونه توسعه جبهه شعله باید یادداشت شود و پیشروی جبهه شعله به صورت افقی در امتداد طولی آزمونه بر حسب زمان‌هایی که به فواصل گوناگون می‌رسد ثبت گردد.

۴-۴ نتایج بر حسب فاصله پیشروی شعله بر حسب زمان، سرعت جبهه شعله بر حسب شار گرمایی، شار گرمای بحرانی در نقطه خاموشی و میانگین گرما برای سوختن پایدار بیان می‌شود.



راهنمای:

- ۱ پانل تابشی عمودی با زاویه درجه ۱۵ نسبت به آزمونه
- ۲ آزمونه
- ۳ نگهدارنده آزمونه
- ۴ قاب پشتیبان نگهدارنده آزمونه
- ۵ دسته
- ۶ جبهه شعله
- ۷ شعله پیلوت

شکل ۱- شمای آزمون

۵ مناسب بودن فرآورده برای آزمون

۱-۵ مشخصه های سطح

- ۱-۱-۵ یک فرآورده با یکی از مشخصه های زیر برای ارزیابی با این روش مناسب است:
- الف) یک سطح کاملاً تخت، یعنی همه بی نظمی های سطح در محدوده $1\text{mm} \pm 1\text{mm}$ از صفحه باشد؛
- ب) بی نظمی سطحی که به صورت یکنواخت در سرتاسر سطح در معرض پخش شده به گونه ای که:
- (۱) حداقل ۵۰٪ از سطح نمایانگر سطح مربع، $155\text{mm} \times 155\text{mm}$ ، در عمق شش میلی متری از صفحه ای در عرض بالاترین نقاط سطح در معرض قرار گیرد و / یا

۲) همه ترک‌ها، شکاف‌ها یا حفرات، عرض بیش از ۱۰mm یا عمق بیش از ۸mm نداشته باشند و مساحت کل چنین ترک‌ها، شکاف‌ها یا حفراتی در سطح بیش از ۳۰ درصد از سطح مربع نماینده سطح در معرض بابعاد $155\text{mm} \times 155\text{mm}$ نباشد.

۲-۱-۵ در جایی که مناطقی از سطح فرآورده به طور واضح متفاوت هستند، اما هر یک از این مناطق جدا مشخصه‌های سطحی مذکور در بند ۱-۱-۵ را برآورده می‌کند، در این صورت هر یک از این نواحی مجرزا باید برای ارزیابی فرآورده به طور کامل آزمایش شوند.

۳-۱-۵ وقتی سطح در معرض با الزامات یکی از بندهای ۱-۱-۵-الف یا ۱-۱-۵-ب انطباق ندارد این امکان وجود دارد که فرآورده به صورت اصلاح شده با یک سطح در معرض کاملاً تخت آزمایش شود. این اصلاح باید در گزارش آزمون بیان شود.

۲-۵ فرآورده‌های ناپایدار حرارتی

روش آزمون ممکن است برای ارزیابی فرآورده‌هایی که به روش‌های خاصی تحت قرارگیری در معرض شرایط حرارتی معینی واکنش نشان می‌دهند، مناسب نباشد (به بند ۱۲-۱۱ مراجعه شود). فرآورده‌هایی که این مشخصه‌ها را نشان می‌دهند، باید با استفاده از روش‌های دیگر آزمون، همان طور که برای مثال در مرجع [۳] ارزیابی شوند.

۶ آزمونه‌ها

۱-۶ سطح در معرض

آن سطحی از فرآورده که معمولاً موقع کاربرد در معرض قرار دارد، باید با در نظر گرفتن موارد زیر آزمون شود:

الف) اگر این امکان وجود دارد که یک وجه یا هر دو وجه موقع کاربرد در معرض قرار گیرند، اگر مغزه یک وجه نامتقارن باشد، هر دو وجه باید آزمون شوند.

ب) اگر یک وجه فرآورده بی‌نظمی سطحی جهت‌دار داشته باشد مثلًاً موج‌دار، ناهموار یا جهت ماشین‌کاری شده‌ای داشته باشد که موقع استفاده باعث حرکت به صورت افقی یا عمودی آن می‌شود، در این صورت نیز فرآورده باید در هر دو جهت آزمون شود.

پ) اگر سطح در معرض شامل مناطقی مجزا با بافت یا نازک‌کاری سطحی متفاوت باشد، تعداد لازم از آزمونه‌ها برای هر منطقه مجزا با بافت یا نازک‌کاری خاص باید آماده و ارزیابی شوند.

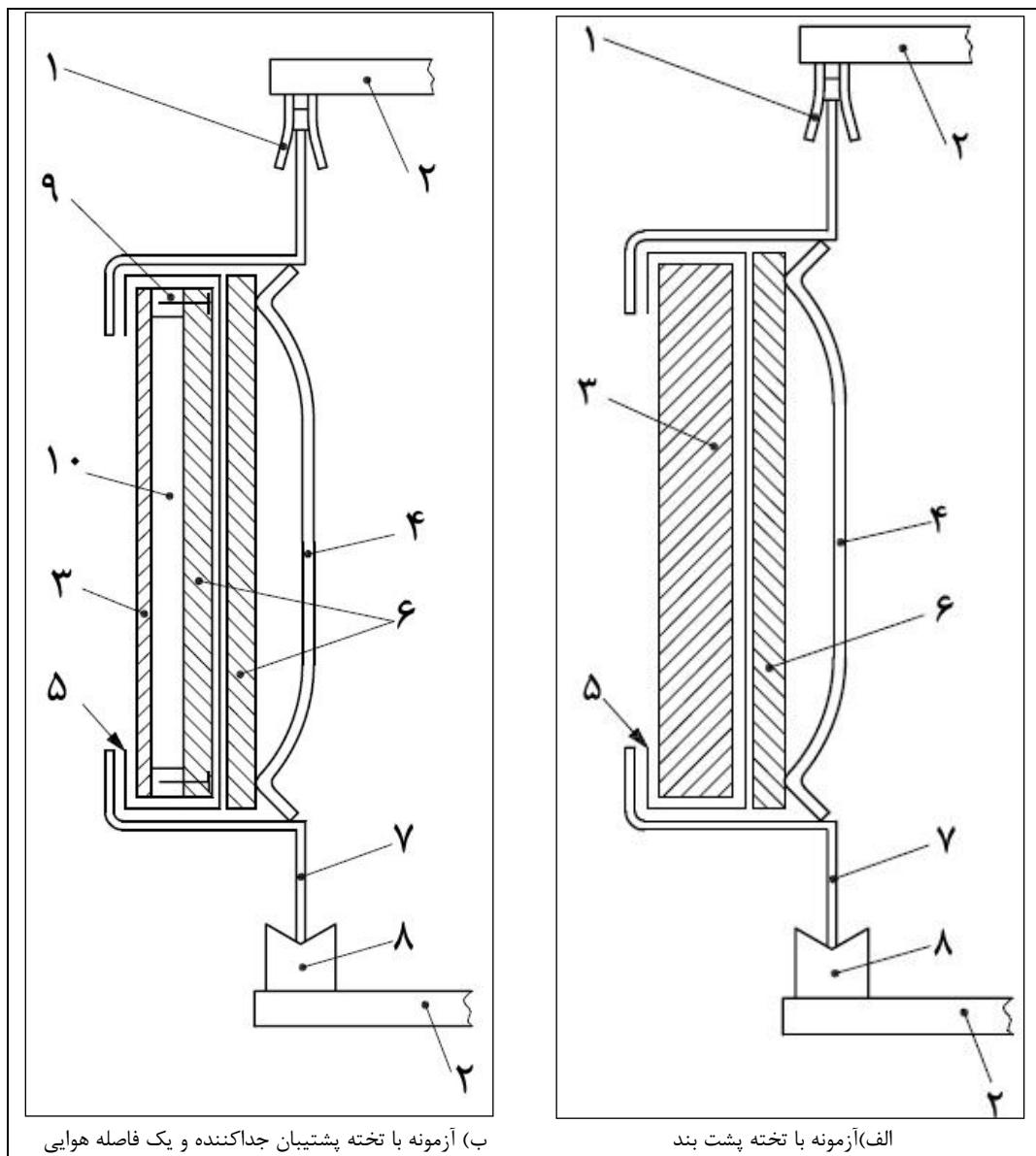
ت) برای بررسی گسترش شعله در منسوجات، آزمون باید در هر دو جهت تار و پود انجام شود.

ث) اگر آزمونه‌ای با سطح فلزی درخشنan باید آزمون شود، آزمونه باید هم به صورتی که دریافت شده و هم پوشش‌دهی شده با پوشش نازکی از گرافیت کلوئیدی یا سیاه که قبل از تثبیت شرایط آزمون به کار رفته، پوشیده شود. به گونه دیگر، یک پوشش سیاه مسطح که برای تحمل دماهای $C(10 \pm 540)$ طراحی شده

است، در بالای سطح در معرض آزمونه افشاره کنید. قبل از آزمون، پوشش رنگ را به وسیله تثبیت شرایط آزمونه در درجه حرارت $(23 \pm 3)^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی $(50 \pm 5)\%$ برای ۴۸ ساعت، عملآوری نمایید. این پوشش برای اطمینان از جذب سطحی شار حرارتی تابشی اعمال شده، به کار می‌رود.

۲-۶ تعداد و اندازه آزمونه‌ها

- ۲-۶-۱ حداقل شش آزمونه باید برای آزمون آماده شود.
- ۲-۶-۲ سه آزمونه برای هر سطح در معرض یا هر جهت احتمالی باید آزمون شود.
- با فرآورده‌های که می‌تواند از یک طرف در معرض قرار گیرند و همچنین فقط دارای بی‌نظمی‌های جهت‌دار از یک طرف هستند، حداقل نه آزمونه لازم است (مطابق بند ۱۰-۱۱).
- ۲-۶-۳ آزمونه‌ها باید $(155 \times 80)_\text{mm}^0$ طول \times عرض داشته باشند و باید معرف فرآورده باشند.
- ۲-۶-۴ ضخامت آزمونه‌های فرآورده با سطوح بی‌نظم (به بند ۱-۶ مراجعه شود) باید از بالاترین نقطه سطح اندازه‌گیری شود. فرآورده‌هایی با ضخامت 50 mm یا کمتر باید با استفاده از ضخامت واقعی خود آزمون شوند. برای فرآورده‌هایی با ضخامت معمول بزرگتر از 50 mm ، سطح غیر در معرض، باید بریده شود تا ضخامت به 50_mm^0 کاهش یابد.
- برای فرآورده‌های با ضخامت‌های در حدود 50 mm تا 70 mm لازم است که از یک گیره انبساطی یا مانعی در پشت نگهدارنده آزمونه استفاده شود. (شکل ۲ را ببینید).



راهنمای:

۱	دو شاخه
۲	راهنمای نگهدارنده آزمونه
۳	آزمونه
۴	گیره فنری یا مانع
۵	فویل آلومینیوم
۶	تخته های پشتیبان
۷	نگهدارنده آزمونه
۸	شیار
۹	فاصله گذار پیچ شده به تخته پشت بند
۱۰	فاصله هواپی

شکل ۲ - نصب معمول آزمونه ها

۳-۶ ساختار آزمونهای

۱-۳-۶ برای مواد نازک یا کامپوزیت‌های به کار رفته در ساخت یک مجموعه حضور هوا یا فاصله هوایی یا هرگونه ساختار زیرلایه‌ای می‌تواند به میزان زیاد روی مشخصه‌های سطح در معرض اثر بگذارد. تأثیر لایه‌های زیرین باید مورد توجه قرار گیرد و باید در نظر داشت که نتایج آزمون حاصل از هر مجموعه مناسب و مربوط به کاربرد آن در عمل باشد.

۲-۳-۶ وقتی که فرآورده یک پوشش سطحی است باید با زیرکار با استفاده از روش و مقدار کاربرد توصیه شده برای استفاده آن در شرایط واقعی به کار برد شود.

۳-۳-۶ وقتی فرآورده یک ماده یا کامپوزیتی است که معمولاً به زیرکار چسبانده می‌شود، در این صورت باید با زیرکار خاص خود با استفاده از شیوه تثبیت پیشنهادی، آزمون شود. برای مثال چسباندن با چسب مناسب یا اتصال مکانیکی.

روش برای اتصال آزمونهایی به زیرکار به طور واضح باید در گزارش آزمون بیان شود (مطابق بند ۱۳-ج).

۴-۳-۶ قسمت‌های یک آزمونه ممکن است به روش‌های گوناگونی مطابق با جهت درز در شرایط کاربرد نهایی متصل شوند. اگر فرآورده‌ای با درزهای افقی ساخته می‌شود، درز افقی باید به صورت خط مرکزی افقی از آزمونه قرار داده شود. اگر فرآورده‌ای با درزهای قائم ساخته می‌شود، درز قائم باید در ۱۰۰ میلی‌متری انتهای داغ آزمونه قرار داده شود.

۴-۱ تثبیت شرایط آزمون

۱-۴-۶ همه آزمونهای باید تا رسیدن به جرم ثابت در دمای ${}^{\circ}\text{C}$ (23 ± 2) و رطوبت نسبی٪ (50 ± 5) تثبیت شرایط شوند و در این شرایط تا زمان مورد نیاز جهت آزمون نگهداری شوند. جرم ثابت به این صورت منظور می‌شود که دو بار اندازه‌گیری وزنی در فاصله زمانی ۲۴ ساعت انجام گیرد و بیشتر از٪ $(10/0)$ جرم آزمونه یا gr (۰/۱) (هر کدام بزرگتر است) تغییری نکند.

۲-۴-۶ تخته‌های پشت‌بند (مطابق بند ۷-۹) باید حداقل ۱۲ ساعت قبل از استفاده در شرایط معین شده در بند ۴-۶-۱ تثبیت شرایط شوند.

۵-۱ آماده‌سازی

۶-۱-۵ خط مرجع

یک خط افقی از مرکز در نصف ارتفاع در امتداد طولی هر آزمونه علامت بگذارد. هر 50 mm در امتداد خط مذکور، خطوط عمودی رسم کنید. خط صفر باید با شروع سطح در معرض آزمونه منطبق باشد. (مطابق بند ۴-۷) از علامت‌گذاری که عملکرد آزمونه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، مثلًاً با آسیب زدن به سطح آزمونه یا افزایش جذب آن اجتناب کنید.

یادآوری- بعضی مواد دچار رنگ پریدگی می‌شوند یا می‌سوزند بنابراین خط و نشانه‌ها محو می‌شوند. استفاده از شبکه فولادی زنگنزن تقریباً ۱۰ mm بالای سطح آزمونه این امکان را می‌دهد که محل جبهه شعله تعیین شود.

۶-۵ فرآورده‌های بدون فاصله هوایی

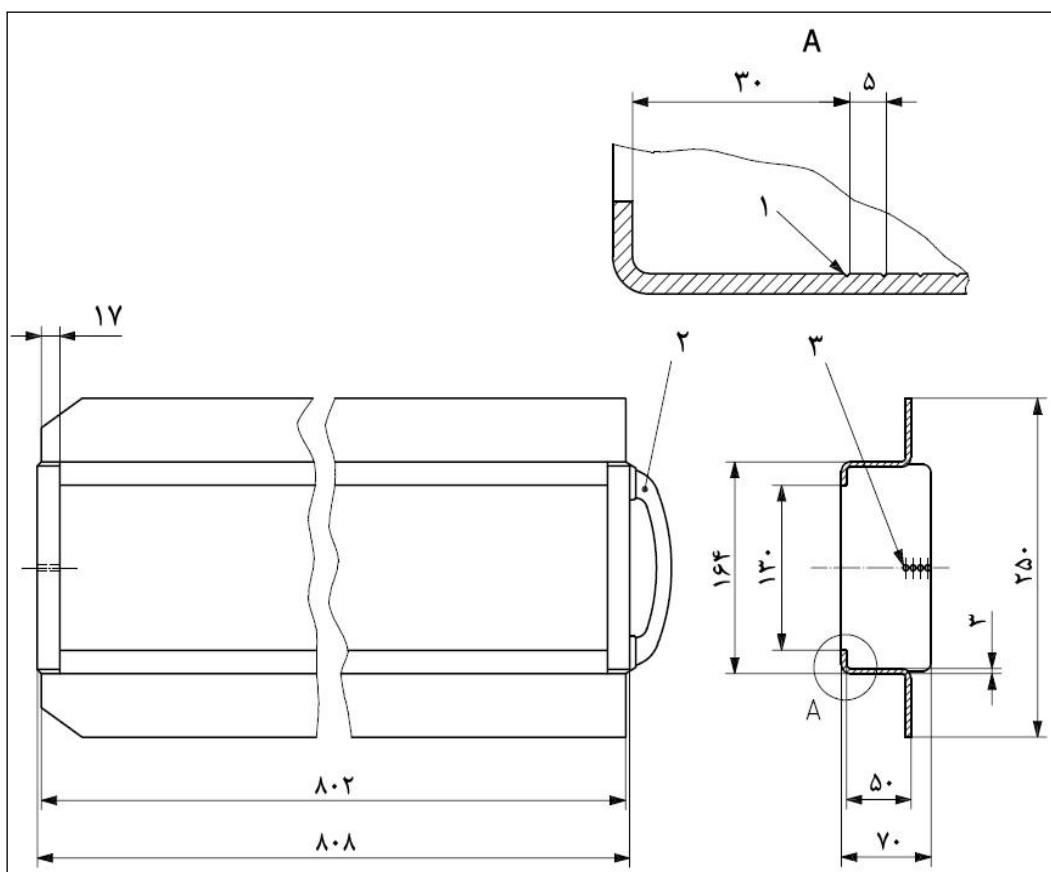
در حالتی که فرآورده معمولاً بدون درز هوا در پشت آن استفاده می‌شود، پس از روش‌های تثبیت شرایط الزامی معین در بند ۴-۶، لبه‌ها و سطح پشتی آزمونه باید در ورقه‌ای مستطیل شکل از ورقه آلومینیوم با ضخامت $0,03\text{ mm}$ تا $0,02\text{ mm}$ و ابعاد $(175+2a)\text{ mm} \times (820+2a)\text{ mm}$ ، که a ضخامت آزمونه است، پیچیده شود به گونه‌ای که حدود 10 mm از پوشش ورقه آلومینیوم بطور یکنواخت بالای لبه‌های وجه جلوی آزمونه پیچیده می‌شود. ورقه آلومینیوم باید به صورت صاف به سمت رویه جلوی آزمونه فشرده شود (شکل الف-۲ را ببینید). آزمونه در ورقه آلومینیوم پیچیده شده روی تخته پشت‌بند قرار داده می‌شود و هر دو در نگهدارنده آزمونه قرار می‌گیرند (شکل ۳ را ببینید).

۶-۵ فرآورده‌های با درز هوا

در حالتی که فرآورده معمولاً با درز هوا در پشت آن به کار می‌رود، پس از روش‌های تثبیت شرایط معین شده مطابق بند ۴-۶ آزمونه باید به همراه فاصله‌دهنده‌های تثبیت شرایط شده که اطراف آن قرار گرفته (شکل ب-۲ را ببینید) روی تخته پشت‌بند نصب شود بنابراین یک درز هوا $(25 \pm 2)\text{ mm}$ بین سطح غیر معرض آزمونه (سطح پشتی) و تخته پشت‌بند ایجاد می‌شود (مطابق بند ۷-۹ لبه‌های پشتی کل مجموعه باید در ورقه ورقه آلومینیوم آلومینیومی با ضخامت $0,02\text{ mm}$ تا $0,03\text{ mm}$ و ابعاد $(175 \pm 2b)\text{ mm} \times (820 \pm 2b)\text{ mm}$ که b ضخامت کل مجموعه آزمونه، فاصله‌گذارها و تخته پشت‌بند است پیچیده شوند، به گونه‌ای که حدود 10 mm ورقه آلومینیوم به صورت یکنواخت بالای لبه‌های وجه جلوی آزمونه پیچیده می‌شود. ورقه آلومینیوم باید به سمت سطح جلوی آزمونه به صورت یکنواخت (مطابق شکل ۲-ب) پیچیده شود. مجموعه مذکور که در ورقه آلومینیوم پیچیده شده جلوی تخته پشت‌بند قرار داده می‌شود و هر دو نگهدارنده آزمونه قرار می‌گیرند (شکل ۳ را ببینید).

فرآورده‌ای با درزهای هوا کمتر از 25 mm باید ترجیحاً تحت شرایط نهایی کاربرد خود آزمون شوند یک تکنیک مناسب برای نصب مواد انعطاف‌پذیر نازک، مفتول دوزی آزمونه به دقت در طول لبه‌ها نسبت به فاصله‌گذار اطراف تخته پشت‌بند است.

بعاد بر حسب میلی متر



راهنمای:

- ۱ چهار شیار $60^{\circ} \times 0.5\text{mm}$ عمق برای جاسازی فنر
- ۲ دستگیره
- ۳ حفره هایی در انتهای صفحه برای ایمنی فنر

شکل ۳- ساختار یک ظرف آزمونه نوعی

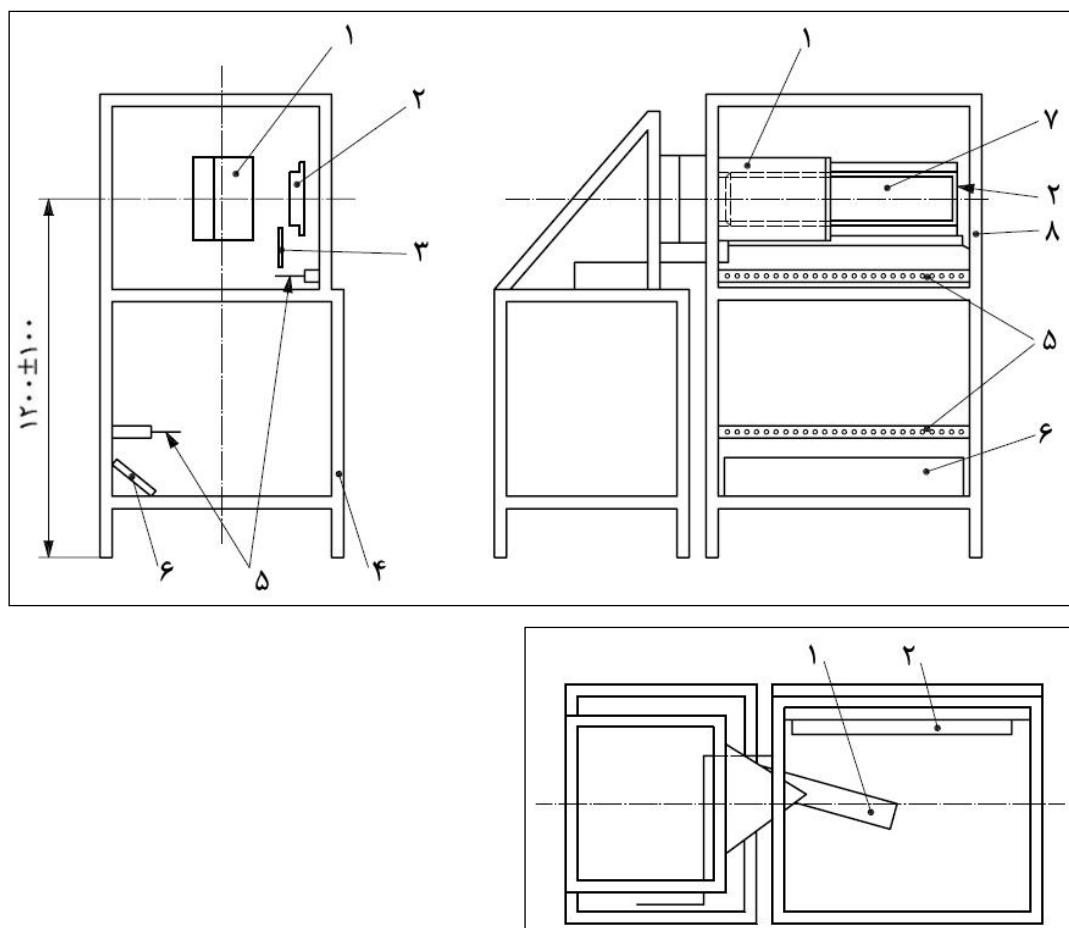
۴-۵-۶ نگه داری آزمونه ها

مجموعه های پیچیده شده آزمونه، تخته پشت بند و فاصله دهنده های آماده شده همان طور که در بند های ۴-۵-۶ یا ۳-۵-۶ شرح داده شده است، باید تحت شرایط اتمسفری معین شده مطابق بند ۶-۴-۱ نگه داری شوند.

۱-۷ کلیات

دستگاه آزمون (شکل ۴ را ببینید) شامل چهار بخش اصلی است: قاب نگهدارنده پانل تابشی و قاب نگهدارنده آزمونه که برای ایجاد وضعیت لازم آزمونه در ارتباط با پانل تابشی، نگهدارنده آزمونه و مشعل پیلوت به هم وصل می‌شوند.

بعاد بر حسب میلی‌متر



راهنمای:

۱	پانل تابشی
۲	نگهدارنده آزمونه
۳	مشعل پیلوت
۴	قاب فولادی خالی با مقطع چهارگوش
۵	قاب کنترل چشمی
۶	آینه
۷	آزمونه
۸	تکیه‌گاه نگهدارنده

شکل ۴ - شماتی دستگاه آزمون

۲-۷ قاب نگه‌دارنده پانل تابشی

این قاب، تکیه‌گاهی برای پانل تابشی با ساختار لوله‌ای مقتضی برای هوا و گاز، تجهیزات ایمنی، تنظیم کننده‌ها و جریان‌سنج‌ها فراهم می‌کند.

۱-۲-۷ قاب فولادی لوله‌ای

این قاب در ابعاد $40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ ، لوله فولادی با مقطع مربع به صورتی است که در شکل شماره ۴ مشخص شده و باید پانل تابشی را در مرکز آن ($120 \pm 100\text{ mm}$) بالای سطح کف، همراه رویه تابشی پانل قائم، نگه دارد. زاویه بین سطح پانل و سطح جلویی قاب پشتیبان باید $(15 \pm 3)^\circ$ باشد.

۲-۲-۷ پانل تابشی

این پانل باید شامل مجموعه‌ای از آجرهای خلل و فرج‌دار نسوز باشد که در بالای سطح تابش کننده، در جلوی اتاقک پلنوم فولاد زنگ‌زن برای ایجاد سطح یکنواخت تابشی با ابعاد تقریبی $280\text{ mm} \times 480\text{ mm}$ نصب شده است. محفظه پلنوم باید شامل صفحات بافل و توزیع کننده برای پخش مخلوط گاز / هوا در سطح تابشی باشد. یک صفحه سیم پیچی شده باید بلافصله در جلوی وجه تابشی پانل به منظور افزایش تابش تعییه شود.

۳-۲-۷ مخازن گاز و هوا

گاز احتراق و هوا باید با فشار مناسب از طریق تنظیم کننده‌های جریان، تجهیزات ایمنی و سیم کنترل جریان به پانل تابشی وارد شوند.

یادآوری ۱- مخلوط گاز / هوا از طریق یکی از کناره‌های کوتاه‌تر به منظور سهولت اتصال محفظه پلنوم وارد می‌شود.

یک سامانه منبع مناسب شامل موارد زیر است:

الف) مخزن گاز طبیعی، متان یا پروپان با سرعت جریان حداقل $1.01/\text{s}$ در فشار لازم برای غلبه بر افت ناشی از اصطکاک در سراسر خطوط تغذیه، تنظیم کننده‌ها، شیر کنترل، سیم کنترل جریان، پانل تابشی و غیره؛
ب) مخزن هوا با سرعت جریان حداقل $91/\text{s}$ با فشار مناسب جهت غلبه بر افت ناشی از اصطکاک در سراسر خطوط تغذیه، تنظیم کننده‌ها، شیر کنترل، سامانه کنترل جریان، پانل تابشی و غیره.

پ) شیرهای عایق شده جدا برای گاز و هوا

ت) شیر یک طرفه و تنظیم کننده فشار در خط تغذیه گاز

ث) شیر برقی، برای قطع تغذیه گاز به صورت خودکار در صورت قطع برق، افت فشار هوا یا کاهش دما در سطح مشعل

ج) صافی ریز و شیر کنترل جریان در منبع هوا
ج) سامانه کنترل جریان گاز طبیعی، متان یا پروپان برای نشان دادن جریان‌ها $0,5 \text{ l/s}$ تا $1,5 \text{ l/s}$ در دما و فشار محیط با قدرت تفکیک یک درصد یا بهتر (واسنجی مطلق لازم نیست).

یادآوری - به بند ۴-۲-۷ قسمت ج برای کمک به تنظیم جریان گاز به شیری که برای رسیدن به دمای لازم در پانل تابشی مراجعه شود.

ح) سامانه کنترل جریان هوای مناسب برای نشان دادن جریان‌های $0,5 \text{ l/s}$ تا $1,5 \text{ l/s}$ در دما و فشار محیط با قدرت یک درصد یا بهتر واسنجی مطلق لازم نیست.

یادآوری - تمام بخش‌های مذکور می‌توانند در قاب فولادی لوله‌ای قرار گیرند.

۳-۷ قاب نگهدارنده آزمونه

۱-۳-۷ کلیات

این قاب متشکل از یک سری خطوط راهنمای است که از نگهدارنده آزمونه پشتیبانی می‌کند و آن را در محل مورد نیاز آزمون نسبت به مشعل پیلوت، آینه و رکهای کنترل چشمی قرار می‌دهد.

۲-۳-۷ قاب لوله‌ای فولادی

این قاب باید در ابعاد $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ لوله فولادی باشد که در شکل ۴ نشان داده شده و باید به قاب نگهدارنده پانل تابشی با پیچ‌های ثابت قابل تنظیم و لوله‌های فاصله‌گذار وصل شود.
این قاب باید بتواند برای تغییر زاویه بین پانل و سطح جلویی آزمونه از 12° تا 18° تنظیم شود.

۳-۳-۷ راهنمای نگهدارنده آزمونه

راهنما مطابق شکل ۲، باید برای قرار دادن لبه‌ای بالا و پائین نگهدارنده آزمونه فراهم شود. جنس آن از فولاد مقاوم در برابر حرارت و خوردگی بوده که پس از آزمون‌های زیاد در این مورد انتخاب می‌شود. راهنمای پائین‌تر باید طول 700 mm داشته و دارای شیار ماشین‌کاری شده‌ای در یکی از وجوده باریک آن باشد لبه بالای نگهدارنده آزمونه باید توسط یک یا دو انشعاب در محل قرار گیرد.

راهنمایها باید از یک طرف قاب فولادی لوله‌ای توسط ستونک‌های فولادی و مهره‌های تثبیت‌کننده که محلشان قابل تنظیم است (نسبت به قاب نگهدارنده و نسبت به یکدیگر) نصب شوند.

۴-۳-۷ آینه مشاهده

آینه‌ای به طول ۷۵۰ mm و عرض ۱۲۰ mm روی محوری از پائین کناره قاب در جهت مخالف پایه نگه‌دارنده آزمونه نصب می‌شود. محل آینه و زاویه باید به گونه‌ای باشد که دیدن آزمونه در آینه زیر پانل تابشی با رک‌های کنترل چشمی قرار گرفته در عرض نمای آزمونه امکان‌پذیر باشد (مطابق بند ۵-۳-۷ و شکل ۵)

یادآوری – یک دوربین ویدئویی نصب شده در محل، که بررسی واضحی از کل سطح نمای آزمونه را فراهم می‌کند، همراه با یک ابزار ثبت‌کننده مناسب برای تکمیل مشاهده کاربر از طریق آینه و رک‌ها می‌تواند استفاده شود.

۵-۳-۷ قاب کنترل چشمی

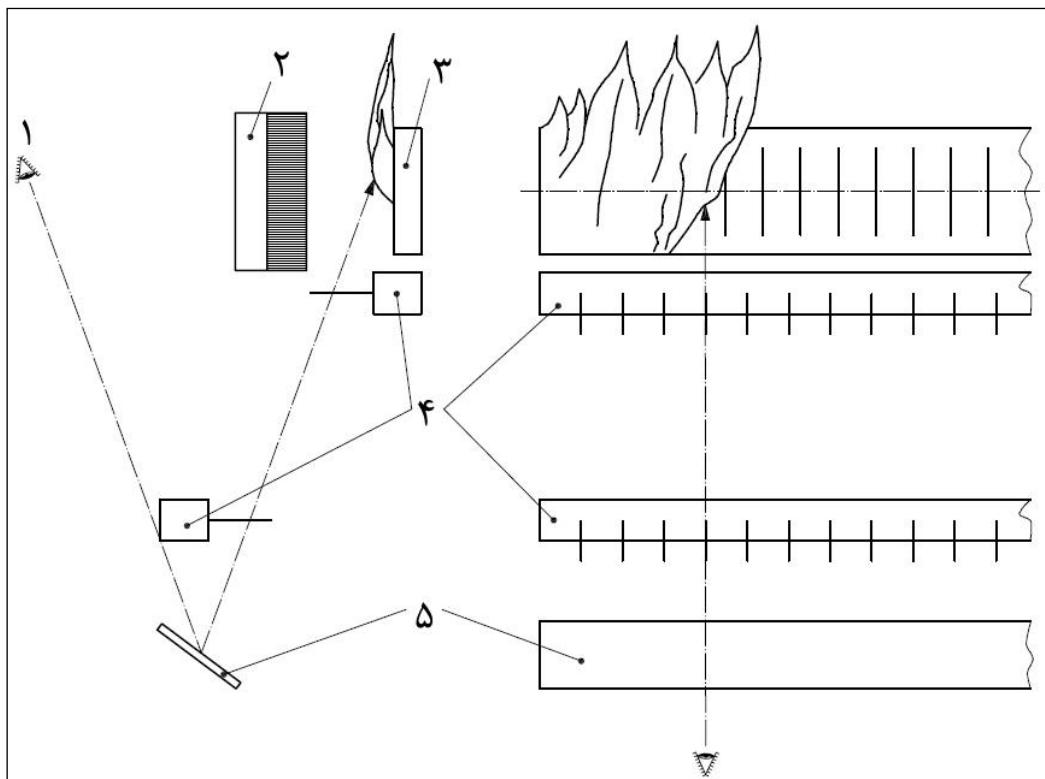
این قاب برای افزایش دقیقت مشاهده و ثبت زمان پیشرفت جبهه شعله در امتداد آزمونه است. جنس بدنه آن از فولاد مقاوم حرارتی به طول ۷۰۰ mm بوده با مفتول‌های فولادی به طول ۱۰۰ mm یک لبه در فواصل ۵۰۰ mm تثبیت می‌شوند. این قاب باید از پائین راهنمای نگه‌دارنده آزمونه تثبیت شوند به گونه‌ای که تصویر مفتول‌ها به صورت افقی جلوی خط آزمونه قرار گرفته باشد.

یادآوری – در برخی از شرایط استفاده از علامت‌های ۷ روی نگه‌دارنده‌های آزمونه برای سهولت مشاهده پیشروی شعله می‌تواند مطلوب‌تر باشد.

۴-۷ نگه‌دارنده آزمونه

نگه‌دارنده آزمونه باید از فولاد زنگ نزن به ضخامت $(3\pm0,2) \text{ mm}$ مطابق ابعاد داده شده در شکل ۳ ساخته شود و با گیرهای برای نگه داشتن آزمونه در محل آزمون و برای فشار دادن آن جلوی بال‌های روی رو آماده شود.

فلنج‌های جلویی روی رو با لبه‌های دندانه‌دار با علامت ۷ در فواصل ۵۰ mm برای سهولت مشاهده گسترش شعله باید آماده شوند. نشان صفر باید مطابق با لبه فلنچ قائم در انتهای آزمونه نزدیک پانل تابشی باشد. تعداد نگه‌دارنده‌های آزمونه موردنیاز به تعداد آزمون مورد انتظار وابسته است ولی حداقل سه عدد، علاوه بر یکی که برای نگه داشتن آزمونه ساختگی استفاده می‌شود، توصیه می‌شود.



راهنمای:

- ۱- موقعیت دید
- ۲- پانل تابشی
- ۳- آزمونه
- ۴- قاب کنترل چشمی
- ۵- آینه

شکل ۵ - شمای کلی دستگاه برای اندازه‌گیری زمان رسیدن جبهه شعله

۵-۷ مشعل شعله پیلوت

این مشعل باید تقریباً ۲۰۰ mm طول داشته از جنس چینی با دو حفره به قطر ۶mm با هر حفره طولی به قطر ۱,۵mm باشد.

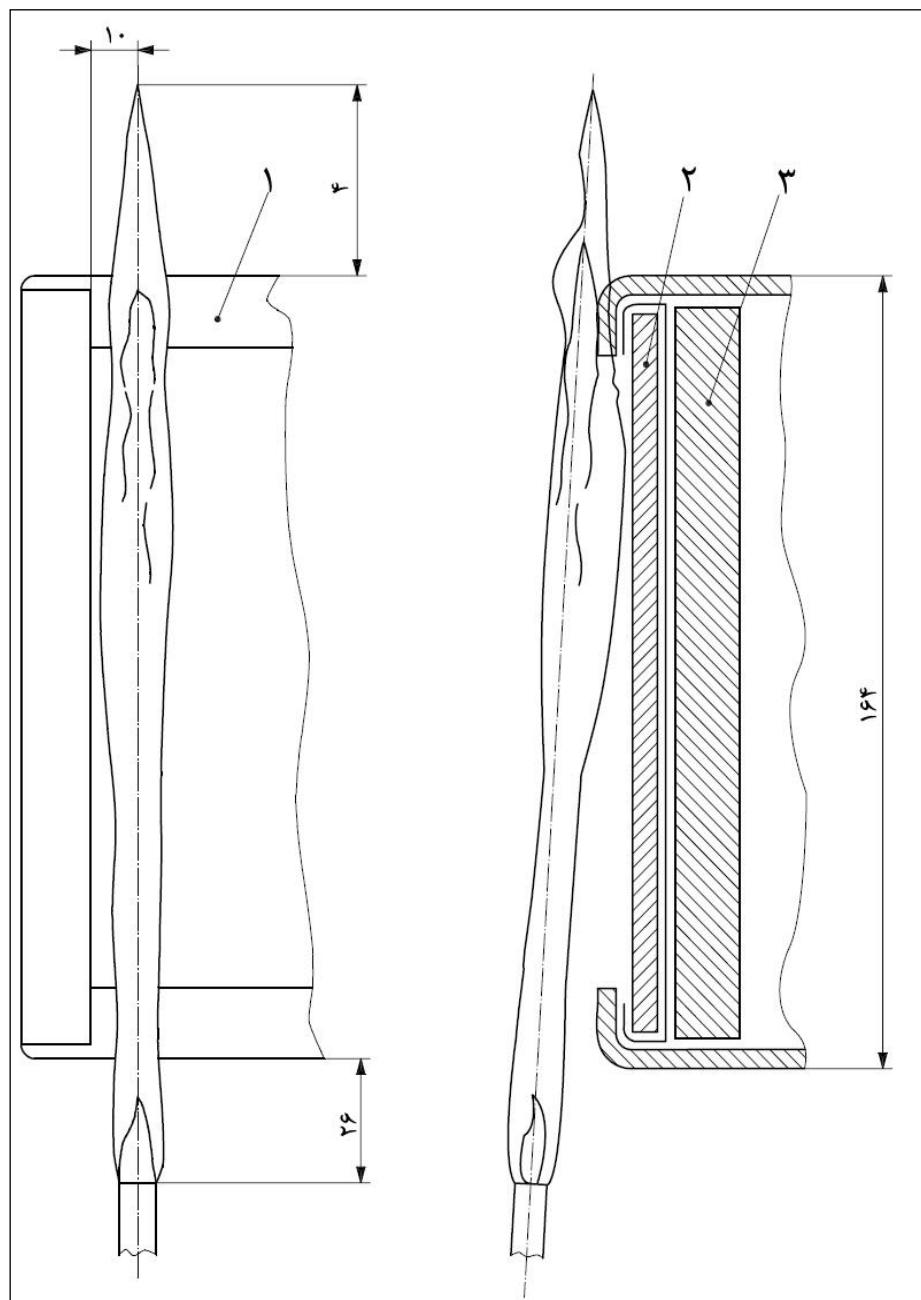
یادآوری - عایق چینی به کار رفته معمولاً برای غلاف سیم پیچ بندآور^۱ مناسب است.

این مشعل باید روی پایه قاب فولادی لوله‌ای مربوط به قاب نگهدارنده آزمونه (مطابق بند ۲-۳-۷) نصب شود به طوری که در شکل شماره ۶ موضع آن نسبت به سطح آزمونه نشان داده شده است.

1- Thermocouple

مشعل باید با مخلوط پروپان و هوا تغذیه شده باشد و کنترل مناسب و با شیر تنظیم و جریان سنج‌ها ارتباط داشته باشد (بشكل ۷ را ببینید). خلوص گاز پروپان استفاده شده باید برابر یا بیش از ۹۵ درصد باشد. گازهای دیگر (مثل متان) ممکن است به جای پروپان جایگزین شوند ولی مشخصه‌های مربوط به شعله فرق می‌کند و ممکن است بر رفتار افروزش آزمونه‌ها تأثیر بگذارند. در موارد بحث‌انگیز لازم است که از پروپان استفاده شود.

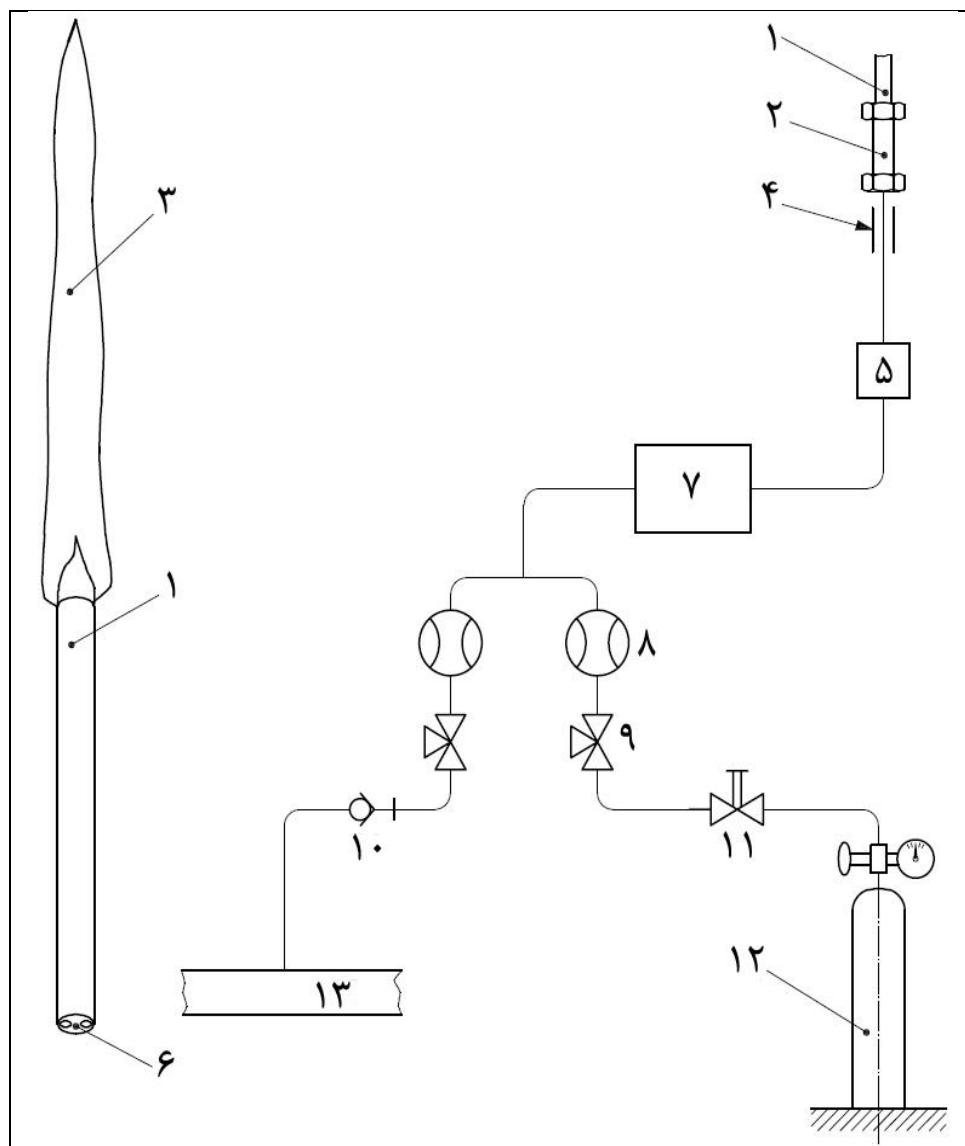
بعاد بر حسب میلی متر



راهنمای:

- ۱- نگهدارنده آزمونه
- ۲- آزمونه
- ۳- تخته پشت بند

شکل ۶- موقعیت مشعل پیلوت افروزش و قاب پیلوت در تماس



راهنمای:

- ۱- مشعل شعلهوری پیلوت
- ۲- رابط
- ۳- طول شعله (230 ± 20) mm
- ۴- موقعیت محافظ مشعل
- ۵- سیم نگهدارنده مشعل
- ۶- لوله از جنس چینی با دو سوراخ به طول (200 ± 10) mm
- ۷- کوره با فشار متعادل
- ۸- جریان سنج
- ۹- شیر سوزنی
- ۱۰- شیر یکطرفه
- ۱۱- شیر روشن و خاموش کردن
- ۱۲- سیلندر گاز پروپان
- ۱۳- خط هوا به پال

شکل ۷- اتصالات هوا / گاز و مشعل، مشعل پیلوت (شماییک)

۸ محیط آزمون

۱-۸ ابعاد اتاقی که برای آزمون استفاده می‌شود بحرانی نیست و باید به حد کافی بزرگ باشد. اتاقی به حجم $45m^3$ با ارتفاع سقف $2,4m$ (نه کمتر) و سامانه خروج بخارات مناسب است. سامانه خروج بخار باید بالای سقف نصب شده حداقل ظرفیت $0,5m^3/s$ داشته باشد. بازشوی سقف نسبت به این سامانه خروجی باید به وسیله پرده مصنوعی از جنس الیاف نسوز احاطه شود که این پرده از ناحیه‌ای روی سقف به ابعاد $1,3m \times 1,3m$ تا پائین به اندازه‌ی $(1,7 \pm 0,1)m$ از کف اتاق آویخته شود. قاب نگهدارنده آزمونه و پانل تابشی باید پائین این هود طوری قرار داده شود که همه بخارات احتراق از اتاق خارج شوند.

۲-۸ دستگاه باید در محیطی دور از جریانات هوا با فاصله‌ای حداقل یک متر بین خود دستگاه و دیوارهای اتاق آزمون قرار گیرد. ماده روی سقف، کف یا دیوارها که دارای ماده قابل احتراق باشد نباید در دو متر منبع تابشی گرمما قرار گیرد.

۳-۸ ذخیره هوای بیرون برای جایگزین شدن که توسط سامانه خروجی بخار جابجا می‌شود باید به گونه‌ای تنظیم شود که دمای محیط پایدار و ثابت در محدوده $10^{\circ}C$ تا $30^{\circ}C$ باقی بماند.

۴-۸ اندازه‌گیری‌های مربوط به سرعت هوا نزدیک آزمونه ساختگی در حالی که سامانه خروج بخار کار می‌کند ولی پانل تابشی و ذخیره هوای آن قطع است باید انجام گیرد. جریان هوا عمود بر لبه پائین‌تر و در نصف طول آزمونه نباید بیش از $0,2m/s$ در هر جهت باشد وقتی که در فاصله $100mm$ از آزمونه اندازه‌گیری می‌شود.

۹ وسایل اندازه‌گیری و تجهیزات اضافی

۱-۹ شارسنجد گرمایی

حداقل سه شارسنجد گرمایی از نوع اشمیت - بولتر (ترموپیل) با دامنه اسمی $0kW/m^2$ تا $50kW/m^2$ باید فراهم شود. یکی به صورت ابزار عملگر و دو تا برای این‌که استانداردهای مرجع حفظ شوند.

یادآوری ۱- ابزارهای مناسب به صورت تجاری در دسترس قرار گرفته و گاه به عنوان «مبدل‌های شار گرمما» یا «شارسنجهای گرمایی» نام برده می‌شوند.

سطح حساس باید مسطح بوده و ناحیه‌ای با حداکثر قطر $10mm$ اشغال کند و با نازک‌کاری سیاه مات و با دوام پوشیده شود. این سطح باید با بدنه‌ای که با آب خنک شده، احاطه شود، وجه جلوی این بدنه باید زیاد صاف و مدور با قطر حداقل $25mm$ و منطبق با صفحه سطح حساس باشد. جلوی بدنه خنک شده با آب باید کاملاً جلا داده شود. تابش نباید قبل از رسیدن به سطح حساس از پنجره بگذرد. دمای خنک کردن آب باید کنترل شود به گونه‌ای که دمای بدنه سنجش گر شار گرمایی بالای دمای نقطه شبنم آن محل باقی بماند.

یادآوری ۲- خنک کردن شارسنچ گرمایی برای استاندارد کردن و اندازه‌گیری لازم است. رابطه بین ولتاژ خروجی و شار گرمایی کل که هنگام واسنجی اندازه‌گیر برقرار می‌شود، وابسته به دمای آب خنک‌کننده است. بنابراین لازم است که دمای واسنجی و کاربرد یکسان باشد. آب خنک‌کننده برای محافظت شارسنچ نیز لازم است. نقص مربوط به تأمین آب خنک‌کننده می‌تواند منجر به گرم شدن بیش از حد و آسیب به گیرنده و از دست رفتن واسنجی شارسنچش گرمایی شود. در برخی موارد تعمیر و واسنجی مجدد لازم است.

اگر شارسنچ‌های گرمایی با قطر کمتر از ۲۵mm به کار روند، باید درون غلاف مسی با قطر خارجی ۲۵mm قرار گیرد به طوری که اتصال گرمایی خوبی بین غلاف و بدنه شارسنچ گرمایی خنک شده با آب تأمین شود. جلوی غلاف و وجه گیرنده شارسنچ گرمایی باید در یک صفحه قرار گیرد. این شارسنچ‌ها باید مقاوم، با نصب و کاربرد ساده و پایدار در واسنجی باشند. آنها باید در $\pm 3\%$ درستی داشته، تکرارپذیری تا $\pm 5\%$ داشته باشد مطابق مرجع [۸] واسنجی شارسنچ گرمایی در حال کار باید هر دو ماه به وسیله مقایسه با دو مرجع استاندارد شارسنچ (به پیوست پ مراجعه شود) کنترل شود، آنها باید محفوظ نگه داشته شوند و نباید برای هیچ منظور دیگری استفاده شوند.

۲-۹ گرماسنج^۱ تابشی کل

گرماسنج به کار رفته باید اساساً حساسیت ثابت بین طول موج‌های $1\mu\text{m}$ تا $9\mu\text{m}$ داشته باشد.

۳-۹ ثبت‌کننده

خروجی گرماسنج تابشی و شارسنچ‌های گرمایی باید با کاربرد روش مناسبی ثبت شود. یک میلی‌ولت‌متر ثبات نواری با مقاومت ورودی حداقل $1M\Omega$ مناسب است. حساسیت باید تا میزان مورد نیاز کمتر از انحراف مقیاس واقعی نسبت به گرماسنج تابش کل و یا شارسنچ انتخاب شود. دمای کارکرد مؤثر پانل تابشی معمولاً بیش از 935°C نمی‌شود.

یادآوری - میلی‌ولت‌متر دیجیتالی کوچک که بتواند تغییرات سیگنال $10\mu\text{V}$ یا کمتر را نشان دهد برای نشان دادن تغییرات در شرایط کارکرد پانل تابشی مناسب است.

۴-۹ زمان‌سنجد

یک کرونوگراف یا ساعت الکترونیکی با روبش‌گر دستی ثانیه یا ساعت دیجیتالی برای سنجش زمان افزایش و پیشروی شعله باید تهیه شود.

کرونوگراف برای زمان افزایش و پیشرفت ابتدایی شعله می‌تواند شامل ثبات نواری با سرعت کاغذ حداقل ۵mm/s باشد. کاغذ کرونوگراف و ساعت الکتریکی باید وقتی که آزمونه در معرض شعله قرار می‌گیرد با یک کلید معمولی به منظور عملیات همزمان به کار بیفتدند. این عملیات می‌تواند به صورت خودکار یا دستی پس از تکمیل قرار دادن آزمونه انجام شود.

۵-۹ آزمونه ساختگی

آزمونه ساختگی باید از یک تخته غیر قابل سوختن (برای مثال تخته سیلیکات کلسیم) با چگالی خشک (950 ± 100) kg/m³ بریده شده و طول ۸۰۰ mm و عرض ۱۵۵mm و ضخامت ۲۵±۲ mm داشته باشد. تخته‌های نازکتر غیر قابل سوختن با همان چگالی نیز می‌توانند استفاده شوند در صورتی که آنها با ضخامت ۲۵±۲ mm بدون هیچ‌گونه درز محسوسی ثبیت شده باشند. آزمونه ساختگی باید هنگام کارکرد تجهیزات در محل آزمونه باقی بماند و تنها وقتی که آزمونه آزمون در محل قرار می‌گیرد، برداشته شود.

۶-۹ تخته واسنجی

این تخته باید از جنس تخته غیر قابل سوختن (مثل سیلیکات کلسیم) با ضخامت mm(۲۵±۲) و چگالی خشک (950 ± 100) kg/m³ باشد. لایه‌های غیر قابل سوختن نازک‌تری با همان چگالی نیز می‌توانند به کار روند اگر با یک ساختار به ضخامت mm(۲۵±۲) بدون هیچ‌گونه درز محسوسی ثبیت شده باشند. این تخته باید با هشت حفره به قطر ۲۵mm در مواضع داده شده مطابق شکل ۸ تهیه شود که برای جای دادن شارسنج گرمایی جهت اندازه‌گیری شار حرارتی تابشی در صفحه‌ای منطبق بر سطح در معرض آزمونه به کار می‌رود. یا یک شارسنج گرمایی تک ممکن است استفاده شود (به نوبت در ارتباط با هر حفره)، یا تعدادی شارسنج‌های گرمایی، ولی حفراتی که با شارسنج‌های حرارتی اشغال نمی‌شوند باید با درپوش‌های قابل جابجا کردن از جنس همان ماده تخته واسنجی پر شوند. وجود گیرنده شارسنج‌های گرمایی باید همه در صفحه وجه در معرض تخته واسنجی باشد؛ این تخته باید در نگهدارنده آزمونه مطابق شکل ۳ نصب شود که نخستین محل شارسنج گرمایی به فاصله ۵۰ mm از انتهای در معرض تخته باشد که نسبت به مرکز گیرنده شارسنج اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری – تقریباً ۱۴mm، از انتهای گرم‌تر تخته توسط فلاز لبه پوشیده خواهد شد.

۷-۹ فاصله دهنده‌ها و تخته‌های پشت‌بند

تخته‌های پشت‌بند باید از لایه غیر قابل سوختن (مثل سیلیکات کلسیم) با ضخامت mm(۱۲,۵±۳) با همان ابعاد آزمونه ساختگی و چگالی خشک (950 ± 100) kg/m³ باشند.

فاصله‌دهنده‌های به کاررفته برای ایجاد درز هوای مشخص شده در بند ۳-۵-۶ باید از جنس همان ماده‌ای باشند که تخته پشت‌بند ساخته شده و با عرض $mm(25\pm2)$ بریده شوند و به سرتاسر تخته پشت‌بند متصل شوند.

تخته‌های پشت‌بند و فاصله‌دهنده‌ها در صورتی که توسط پسمانده‌های قابل سوختن آلوده نشده باشند، امکان دارد که دوباره استفاده مجدد، آنها باید در شرایط اتمسفری مشخص شده در بند ۶-۴-۱ به مدت حداقل ۲۴ ساعت قرار گیرند. در صورتی که هرگونه تردیدی در تمیز بودن تخته پشت‌بند یا فاصله‌گذار وجود داشته باشد، تخته پشت‌بند یا فاصله‌دهنده باید در آون تهويه با دمای تقریباً $250^{\circ}C$ به مدت دو ساعت جهت حذف هرگونه باقیمانده قرار داده شود. اگر باز هم تردیدی در تمیز بودن و شرایط استفاده وجود داشته باشد، باید رد شود.

۱۰ چیدمان و روش واسنجی

۱-۱۰ چیدمان

اغلب تنظیم دستگاه آزمون می‌تواند در شرایط سرد صورت گیرد؛ هم تنظیم مقدماتی (اصلی) شرایط عملی آزمون و هم در طول تصدیق دوره‌ای، این تنظیم شار گرمایی در سطح آزمونه، معیار کنترل است. باید توجه نمود که مقادیر خوانده شده مربوط به شارسنج گرمایی به وسیله جریانات صعودی هوا ناشی از گرم شدن تخته واسنجی کاملاً تحت تأثیر قرار می‌گیرد؛

- این شار گرمایی توسط شارسنج گرمایی نصب شده در تخته واسنجی (شکل شماره ۸) اندازه‌گیری می‌شود. موضع اولیه سطح نسوز پانل تابشی نسبت به آزمونه باید مطابق ابعاد نشان داده شده در شکل شماره ۹ باشد. روشی برای تنظیم شرایط اولیه آزمون به صورت زیر است:

الف) سرعت جریان هوا را در حدود $s/8l$ در تمام پانل تنظیم کنید. شیر مخزن گاز را باز کنید، پانل تابشی را روشن کنید و اجازه دهید با آزمونه ساختگی نصب شده در جلوی آن به تعادل گرمایی برسد.

یادآوری ۱- وقتی که عملکرد صحیح باشد شعله‌ور شدن از پانل مرئی نخواهد بود به جز وقتی که از یک سمت به طور موازی به آن سطح نگاه کنید. از این جهت یک شعله آبی باریک خیلی نزدیک به سطح پانل مشاهده خواهد شد. در نمای مایل پانل پس از ۱۵ دقیقه گرم شدن در طول زمان مذکور یک سطح تابشی نارنجی روشن معمولاً دیده می‌شود.

سرعت جریان گاز را تا شار گرمایی سنجش شده با شارسنج گرمایی خنک شده با آب نصب شده روی تخته واسنجی مطابق مقادیر جدول ۱ برای موضع $50mm$ و $350mm$ تنظیم کنید. در صورت لزوم تغییراتی کوچک در سرعت جریان هوا ایجاد کنید تا هیچ شعله‌وری محسوسی از سطح پانل دیده نشود. پس از هر تنظیم اجازه دهید تخته واسنجی قبل از اندازه‌گیری شار گرمایی تابشی به تعادل دمایی برسد. ممکن است لازم باشد تغییرات کوچکی در موضع طولی آزمونه انجام دهید.

پ) به محض این که به مقادیر نشان داده شده برای 50 mm و 350 mm رسیدید، شار گرمایی را برای هر یک از موضع دیگر در جدول ۱ تعیین کنید و اطمینان یابید که مقادیر در محدوده رواداری‌های داده شده هستند.

یادآوری ۲ – در پردازش نتایج آزمون فرض می‌شود که شار گرمایی در محل داده شده روی آزمونه واقعی معادل با آن مقداری است که در همان محل با تخته واسنجی اندازه‌گیری می‌شود.

اگر تغییری در موضع محوری آزمونه پانل لازم باشد تا الزامات برای شار گرمایی در موضع 50 mm و 350 mm ، این عمل برآورده شود به این کار باید توسط تنظیم پیچ‌های متصل به دو قاب صورت گیرد به گونه‌ای که محل شعله پیلوت در ارتباط با آزمونه بی‌تغییر بماند.

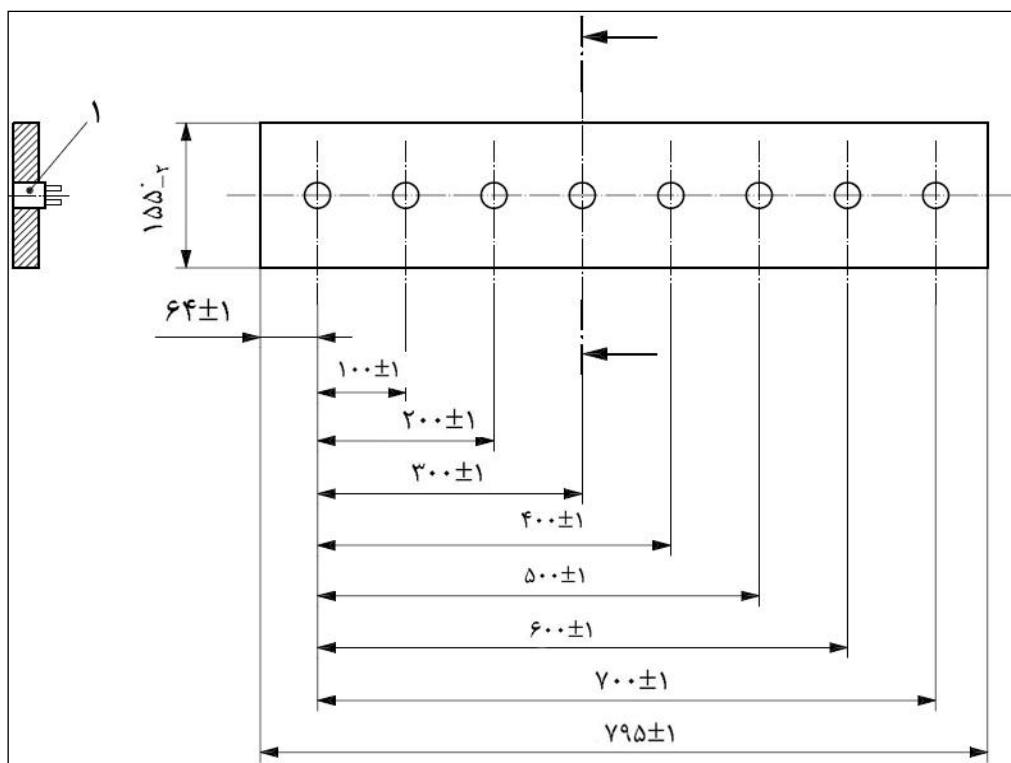
یادآوری ۳ – تنظیم پیچ نگهدارنده آزمونه برای برآوردن الزامات شار گرمایی ممکن است دچار تغییر شود که در این صورت محل نصب مشعل پیلوت ممکن است برای حفظ تنظیم مشعل پیلوت به میزان $(10 \pm 2)\text{ mm}$ از جلوی سطح آزمونه داشته باشد.

به محض برقراری شرایط کارکرد، عملکرد پانل نیز باید با سرعت جريان هوای مورد نیاز برای رسیدن به آن و سرعت جريان گاز به صورت متفاوت جهت دست‌یابی به شار گرمایی مورد نیاز تنظیم شود. اگر گرماسنج تابشی کل به کار رود. وسیله اندازه‌گیری باید روی قاب نگهدارنده آزمونه به گونه‌ای نصب شود که سطح قرار گرفته به طور مرکزی روی سطح پانل با ابعاد حدود $150\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ را بتوان دید. (برای نمایش طرز عمل پانل)، ثبت سیگنال آن باید به صورت تأییدی در تکمیل روش واسنجی باشد. جدول ۱ استانداردسازی شار گرمایی در طول تخته واسنجی را نشان می‌دهد.

جدول ۱ – شارهای گرمایی برخورده به آزمونه در فواصل معین شده

شار گرمایی (kW/m^2)	فاصله شارسنج از لبه داغ آزمون (mm)	شار گرمایی (kW/m^2)	فاصله شارسنج از لبه داغ آزمون (mm)
۱۳,۲	۴۵۰	۵۰,۵	۵۰
۹,۲	۵۰۰	۴۹,۵	۱۰۰
۶,۲	۵۵۰	۴۷,۱	۱۵۰
۴,۳	۶۰۰	۴۳,۱	۲۰۰
۳,۱	۶۵۰	۳۷,۸	۲۵۰
۲,۲	۷۰۰	۳۰,۹	۳۰۰
۱,۵	۷۵۰	۲۳,۹	۳۵۰
		۱۸,۲	۴۰۰

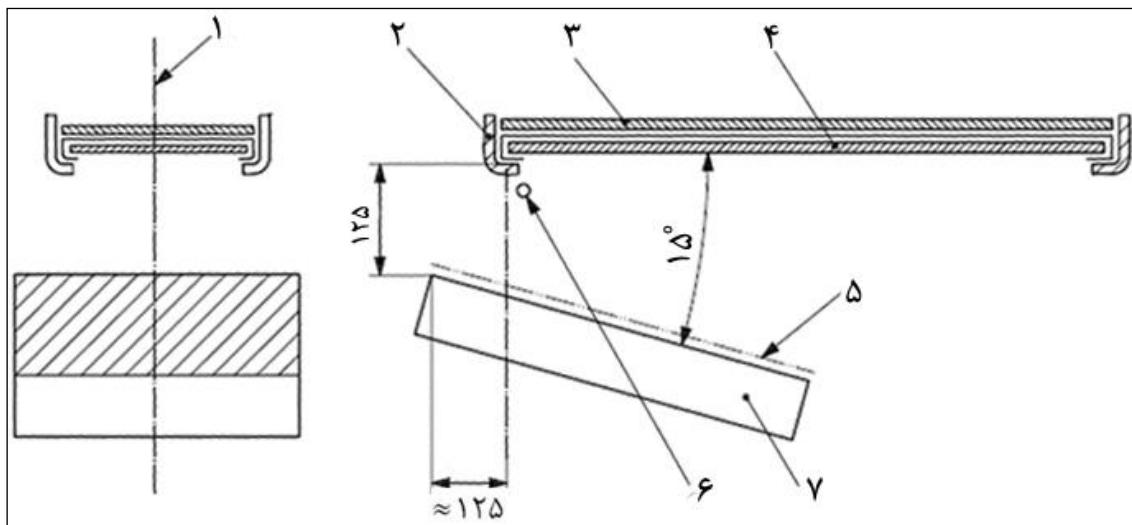
بعاد بر حسب میلی متر



راهنمای:

- 1 شارسنگ حرارتی که تقریباً در سوارخ با قطر 25mm جاگیر می‌شود (مانند اندازه‌گیری در 300 mm)

شکل ۸ - تخته واسنجی برای اندازه‌گیری‌های شار حرارتی



راهنما

- ۱ خط مرکز آزمونه و پانل
- ۲ نگهدارنده آزمونه
- ۳ تخته پشت‌بند
- ۴ آزمونه
- ۵ حفاظ سیمی
- ۶ مشعل افزویش پیلوت
- ۷ پانل تابشی

شکل ۹- موقعیت پانل تابشی نسبت به آزمونه

۲-۱۰ تأیید

توزیع شار گرمایی (جدول ۱) تخته واسنجی را به وسیله واسنجی‌های روزانه و ماهانه به صورت زیر تأیید کنید.

- (الف) تأیید روزانه: شار گرمایی را در موضع ۵۰ mm و ۳۵۰ mm، از انتهای در معرض اندازه بگیرید؛
- (ب) تأیید ماهانه: شار گرمایی را در ۵۰ mm، ۱۵۰ mm، ۲۵۰ mm، ۳۵۰ mm، ۴۵۰ mm، ۵۵۰ mm و ۶۵۰ mm ۷۵۰ mm میلی‌متر از انتهای در معرض اندازه بگیرید.

۳-۱۰ تنظیم شعله پیلوت

شدت‌های جریان گاز و هوا را تا حدود ۰/۴ l/min و ۱ l/min به ترتیب برای تأمین برای ایجاد شعله‌ای به طول تقریبی ۲۳۰ mm تنظیم کنید، طوری که وقتی در یک اتاق تاریک نگاه می‌کنید میزان پیشروی شعله در حدود ۴۰ mm بالای نگهدارنده عمودی آزمونه باشد (شکل ۶ را ببینید). شدت‌های پروپان و هوا را مشعل پیلوت را ثبت کنید.

ناحیه برخورد شعله به آزمونه را با حرکت دادن مشعل به طرف نزدیک یا دور از سطح در معرض آزمونه ساختگی تنظیم کنید. لوله مشعل پیلوت را در نگهدارنده آن بچرخانید تا نقاط برخورد شعله بالای نصف ارتفاع آزمونه در معرض باشد.

شعله پیلوت باید کنترل و در صورت لزوم هر روز تنظیم شود. ماهیت برخی از نمونه‌ها اغلب، این لزوم را ایجاب می‌کند.

۱۱ روش انجام آزمون

۱-۱۱ آزمونه ساختگی را در محل نگهدارنده آزمونه در محلی جلوی پانل تابشی نصب کنید و سامانه خروج بخارات را روش کنید.

۲-۱۱ پانل تابشی را برای ایجاد شرایط آزمون مشخص شده مطابق جدول ۱ فعال کنید.

۳-۱۱ وقتی که پانل به تعادل گرمایی رسید، مشعل پیلوت را روشن کنید، سرعت‌های جریان معمول سوخت و هوا را نسبت به آن تنظیم کنید، طول شعله را کنترل کنید و اگر لازم باشد سرعت جریان سوخت و هوا را تنظیم کنید.

۴-۱۱ یک آزمونه ثبیت شرایط شده را برداشته، در ورقه آلومینیوم بپیچید و روی تخته پشت‌بند قرار دهید مطابق بندهای ۶-۵-۲ و ۶-۵-۳ مشخص شده و در نگهدارنده سرد آزمونه دور از گرمایی پانل بگذارید و گیره را برای فشردن آزمونه به جلوی فلاژهای بگذارید.

۵-۱۱ نگهدارنده آزمونه ساختگی را بردارید و آزمونه را در محل آزمون قرار دهید و بیش از ۱۵۸ برای این کار وقت نگذارید. بلافصله زمان گیری را با کرونوگراف آغاز کنید و در صورت استفاده از یکی، ساعت دوربین ویدئویی را به کار ببرید (به یادآوری بند ۷-۳-۴ مراجعه شود)

۶-۱۱ کرونوگراف را جهت نشان دادن زمان افروزش و رسیدن جبهه شعله به اولین مواضع طی سوختن سریع ابتدایی در آزمونه به کار اندازید. زمان رسیدن (به هر موضع مشخص) جبهه شعله را به عنوان زمانی که جبهه شعله منطبق بر خط مرکزی طولی آزمونه و محل دو مفتول قاب کنترل چشمی هم‌تراز می‌شود، ثبت کنید.

این زمان‌ها را به صورت طور دستی هم با اندازه‌گیری‌های روی نمودار کرونوگراف و هم با مشاهده ساعت ثبت کنید؛ تا جای ممکن که جبهه شعله در هر ۵۰ میلی‌متر طول آزمونه می‌رسد باید ثبت شود. هم‌زمان و هم محل رادر طول خط مرکزی آزمونه جایی که شعله دیگر پیش روی نمی‌کند ثبت کنید.

در مواردی که خط نشان دیده نمی‌شود (به خاطر سطحی از آزمونه که ذوب می‌شود) کاربر باید خط مرکزی آزمونه را با چشم تخمین بزند.

۷-۱۱ در تمام مدت در معرض قرار گرفتن آزمونه هیچ تغییری در سرعت جریان سوخت در پانل تابشی، برای جبران تغییرات آن در سطح کارکرد ایجاد نکنید.

۸-۱۱ آزمون را پایان دهید در صورتی که:

الف- آزمونه پس از ده دقیقه در معرض شعله قرار گرفتن نقصی مربوط به افروزش داشته باشد؛

ب- شعله در طول آزمونه پیشروی نکند و خاموش شود و دیگر هیچ نوع شعلهوری طی ۱۰ دقیقه بعدی روی ندهد.

پ- شعلهوری سطح به انتهای آزمونه برسد.

ت- آزمونه فقط در یک موضع بسوزد و جبهه شعله از این محل پس از ۳۰ دقیقه از شروع آزمون گسترش نیابد.

۹-۱۱ وقتی که آزمون تمام شد، آزمونه را بردارید و دوباره آزمونه ساختگی را در محل نگهدارنده اش قرار دهید.

۱۰-۱۱ عملیات ارائه شده مطابق بندهای ۱۱-۹ تا ۱۱-۴ را برای هر دو آزمونه اضافه تکرار کنید، قبل از هر آزمون اجازه دهید پانل تابشی به دمای تعادل دمایی برسد.

الف- اگر آزمونهای هیچ گونه بی نظمی جهت دار و در سمت در معرض نداشته باشند، دو آزمونه اضافی در همان جهت آزمون کنید.

ب- اگر آزمونهای بی نظمی جهت دار در سطح در معرض داشته باشند، یک آزمونه اضافی در جهت عمود بر اولی، آزمایش کنید. آزمونی که پایین ترین CFE (مطابق بند ۳-۵) را می دهد باید در آن جهت چهار بار تکرار شود.

۱۱-۱۱ شرایط مربوط به آزمون مجدد به صورت زیر است:

الف- اگر یکی از سه آزمونه افروزش نیابد یک آزمونه بیشتر آزمایش کنید.

ب- اگر دو یا سه تا از اولین سری آزمونهای طی ۱۰ دقیقه قرار گرفتن در معرض حرارت افروخته نشوند، یک آزمونه بیشتر آزمایش کنید (مطابق بند ۱۰-۴) اگر این آزمونه افروخته شود، دو آزمونه اضافه را تحت این شرط آزمایش کنید.

در مورد بند ب، در گزارش آزمون باید به طور واضح بیان شود که تکرار افروزش با شعله به دست نمی آید. اگر آزمونه افت زیادی به دلیل سوختن ناقص آزمونه حین آزمون نشان دهد، حداقل یک آزمونه اضافی که در شبکه سیمی با سیمی به قطر تقریبی 0.3 mm و شبکه 25mm در قاب مقید شود، باید آزمایش شود. داده های به دست آمده با استفاده از این شبکه سیمی باید جداگانه گزارش شوند.

۱۲-۱۱ در صورتی که آزمونه به گونه ای رفتار کند که سطح در معرضی برای اندازه گیری پیشروی شعله در دسترس نباشد، روش آزمون باید نامناسب لحاظ شود. مثل:

الف) هر گونه نرم شدن، ذوب یا فروپاشیدن ماده در نتیجه سست شدن نگهدارنده آن، یا جدا شدن رویه از زیر کارها

با وجود این، روش آزمون در صورتی مناسب است که افروزش سطح در معرض در محدوده نتایج جبهه شعله قبل از رفتار نامناسب مذکور در الف و ب رخ دهد.

۱۳-۱۱ در سراسر آزمون، رفتار فرآورده باید به طور دقیق مشاهده و به پدیده های زیر توجه شود:

الف- شعله زنی

ب- شعله زودگذر (جبهه شعله ناپایدار)

پ- مشاهدات مربوط به دیگر پدیده‌ها نظیر افتادن واریزه دور از آزمونه و رخداد یا عدم رخداد شعله‌وری (پایدار یا ناپایدار) با پف کردن و یا با تغییرشکل آزمونه، جداشده‌گی، پوسته پوسته (ورقه ورقه) شدن، شکاف‌ها، ترک‌ها، جرقه‌ها، ذوب شدن و غیره.
راهنمای گزارش رفتار غیرمعمول در پیوست ت آمده است.

۱۲ شرح عملکرد فرآورده در برابر آتش

نتایج آزمون را در عبارات مربوط به شار گرمایی اندازه‌گیری شده با تخته واسنجی در محل معین گزارش دهید. تغییرات گرمای خروجی از پانل تابشی طی در معرض قرار گرفتن آزمونه را جبران نکنید. داده‌های زیر را از نتایج آزمون برای هر آزمونه فهرست کنید:

الف- میانگین گرمای سوختن پیوسته (Qsb): میانگین مقادیر گرمای سوختن پیوسته (مطابق بندهای ۲-۳ و ۹-۳) که در فواصل ۵۰ mm، ابتدا از ۱۵۰ mm و بعد به ترتیب تا محل‌های بعد از آن ۴۰۰ mm اندازه‌گیری شده (یا محل نهایی قبل از ۴۰۰ mm باشد که آزمون در آن نقطه به پایان رسیده است)

ب- شار گرمای بحرانی در نقطه خاموشی (CFE): وقتی که افروزش در آزمونه‌ها رخ ندهد، این آزمونه‌ها باید با CFE برابر با 50 kW.m^{-2} در نظر گرفته شوند.

پ- برای آزمونه‌هایی با بی‌نظمی‌های جهت‌دار، میانگین از مجموع نتایج برای پنج آزمونه با جهت یکشسان محاسبه کنید. اگر این محاسبه انجام می‌شود، دو حد کرانی (بالاترین و پایین ترین) را برای هر پارامتر کنار بگذارید.

۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل زمان‌هایی باشد که جبهه شعله از موضع ۵۰ mm استاندارد می‌گذرد، مشاهدات مربوط به هر آزمونه و مشخصه آتش مربوط به آن ذکر و اطلاعات زیر ذخیره شود:

الف- ارجاع به این استاندارد ملی ایران

ب- نام و آدرس آزمایشگاه؛

پ- نام و آدرس متقارضی؛

ت- نام و آدرس سازنده / عرضه‌کننده؛

ث- شرح کامل محصول آزمون شامل نام تجاری همراه با ساختار آن، جهت‌گیری، ضخامت، چگالی و در صورت لزوم وجه در معرض آزمون در صورت وجود آزمونه‌هایی که رنگ شده‌اند یا جلا داده شده‌اند، میزان و تعداد پوشش‌های به کار رفته باید همراه با ماهیت مواد محافظ ثبت شوند؛

ج- شرح زیرکار به کار رفته و روش ثبیت آزمونه بر روی آن، شامل ساخت هر اتصال.
داده‌های آزمون شامل:

تعداد آزمونهای آزمون شده
نوع گاز به کار رفته در شعله پیلوت (مطابق بند ۱۱-۱۱)
زمانهای افزایش
مدت زمان هر آزمون (مطابق بند ۸-۱۱)
مشاهدات مربوط به حرکت جبهه شعله ثبت شده (مطابق بند ۶-۱۱)
دیگر مشاهدات مربوط به رفتار محصول (مطابق بندهای ۱۲-۱۱ و ۱۳-۱۱) شامل مدت واریزهای
شعلهور در صورت رخداد.

مشخصهای آتش به دست آمده همان طورکه در بند ۱۲ شرح داده شده است.
ح- محدود کردن عبارت به کار رفته مثل «نتایج این آزمون فقط مربوط به رفتار محصول / فرآورده تحت
شرایط ویژه این آزمون است و نباید آن را به عنوان تنها معیار پتانسیل خطر آتش محصول / فرآورده هنگام
کاربرد نهایی در نظر گرفت.»
خ- شرح هر دلیلی برای آزمونهایی که غیرمعتبر در نظر گرفته می‌شوند.

پیوست الف

احتیاط‌های ایمنی

(الزامی)

الف - خطرات گازها

گازها می‌توانند با هوا در محدوده‌ایی از غلظتها مخلوط‌های انفجاری تشکیل دهند (به جدول الف-۱ مراجعه شود).

جدول الف-۱ میزان خطر ایمنی انفجار و آتش‌گیری گازها

دهمای افزایش (°C)	محدوده‌های قابل انفجار		گاز
	حد بالاتر	حد پایین‌تر	
۵۳۷	۱۵	۵	متان
۴۶۸	۹/۵	۲/۲	پروپان

الف - ۲ خطرات افزایش

کاربرد این روش آزمون مستلزم تولید شارهای تابشی بالایی است که می‌تواند سبب افزایش بعضی مواد مثل لباس حتی با در معرض قرار گرفتن به مدت کوتاه گردد. در نظر گرفتن نکات ایمنی برای اجتناب از افزایش‌های تصادفی از این نوع، مهم است.

الف - ۳ خطرات بخارات سمی

باید به این واقعیت توجه نمود که بخارات حاصل از سوختن مواد معمولاً حاوی مونوکسیدکربن (CO) و دیگر گازهای سمی هستند. در بسیاری از موارد فرآورده‌های سمی دیگری ممکن است تولید شوند. موارد احتیاطی لازم جهت اجتناب از قرار گرفتن در معرض این بخارات، مهم است.

الف - ۴ حفاظت از چشم

امکان دفع شدید مواد داغ گداخته یا قطعات تیز شکسته شده از بعضی انواع آزمونهایی که تحت تابش قرار می‌گیرند وجود دارد و به طور کامل نمی‌تواند میزان آن کاهش داده شود و نکات اینمی مربوط به چشم توسط کاربر باید رعایت شود.

پیوست ب

ساختار آزمونه

(اطلاعاتی)

ب-۱ اثر مشخصه‌های حرارتی روی عملکرد مجموعه‌ها

وجود درز هوا و ماهیت هرگونه ساختار زیرلایه‌ای می‌تواند به میزان قابل توجه روی افزایش و گسترش شعله سطح در معرض مواد نازک یا کامپوزیت‌ها به ویژه آنها که هدایت حرارتی بالای دارند، اثر بگذارد. افزایش ظرفیت گرمایی ساختار زیرلایه‌ای اثر «چاه گرمایی» را افزایش می‌دهد و ممکن است افزایش سطح در معرض را به تأخیر اندازد و گسترش شعله را کنده نماید. هرگونه پشت‌بند فراهم شده برای آزمونه و در تماس با آن، مثل فاصله‌گذارهای غیرقابل سوختن (مطابق بند ۷-۹) ممکن است اثر «چاه گرمایی» را تغییر دهد و عاملی اساسی در نتیجه آزمون باشد.

تأثیر ساختارهای زیرلایه‌ای در عملکرد مجموعه باید بررسی شود و مراقب باشید که این اطمینان حاصل شود که نتیجه حاصل از هر مجموعه متناسب با کاربرد آن در عمل است.

ب-۲ آماده‌سازی آزمونه‌ها

توصیه‌های زیر در مورد ساختار و آماده‌سازی آزمونه‌ها پیشنهاد می‌شود:

الف- در حالتی که خواص حرارتی محصول چندان اهمیت ندارد، اتلاف حرارتی به لایه‌های زیرین می‌تواند رخ دهد، مثلاً یک ماده / کامپوزیت بزرگتر از ضخامت تقریباً ۶mm با ظرفیت گرمایی بالا یا هدایت گرمایی کم. بنابراین محصول باید توسط تخته پشت‌بند در پشت آن آزمون شود.

ب- در حالتی که محصول معمولاً به صورت ورقه‌های خودایستا به کار می‌رود و مشخصه‌های مذکور در بند بالا استفاده نمی‌شوند، بنابر این فضای خالی در پشت فرآورده به وسیله فاصله‌گذارهای تخته عایق غیرقابل سوختن باید فراهم شود (مطابق بند ۳-۵-۶).

پ- در حالتی که فرآورده با زیرکار غیر قابل سوختن با چگالی کم استفاده می‌شود و مشخصه‌های مذکور در الف به کار نمی‌روند، فرآورده باید همراه با آن زیرکار آزمون شود.

ت- در حالتی که فرآورده با یک زیرکار قابل سوختن استفاده می‌شود و مشخصه‌های مذکور در الف به کار نمی‌روند، محصول باید همراه با آن زیرکار آزمون شود.

پیوست پ

واسنجی شارسنج در حال کار

(اطلاعاتی)

کاربرد دو ابزار اندازه‌گیری مرجع استاندارد، حاشیه امنیتی در برابر تغییر حساسیت ابزار مرجع طبق استاندارد مرجع [۸] فراهم می‌کند. یکی از ابزارهای استاندارد مرجع باید در فواصل سالانه مطابق یکی از روش‌های استاندارد مرجع [۷] کاملاً واسنجی شود.

پیوست ت

راهنمای گزارش دهی و پیگیری نتایج روش های آزمون آتش

(اطلاعاتی)

ت-۱ هدف از این پیوست تهیه راهنمایی برای گزارش دهی، پیگیری و نتایج آزمون است.

ت-۳ راهنمایی برای گزارش و پیگیری

- بیشترین میزان پیشرفت شعله و زمان مربوط را گزارش دهید و این که آیا شعله زنی در خط مرکزی بوده یا خیر؛ میزان سختی تراشه ها (واریزه ها) را گزارش دهید.
- نتیجه را برای هر دو جبهه شعله گزارش دهید.
- رفتار و میزان آسیب وارد شده به آزمونه را گزارش کنید. همچنین وجود قطرات شعله ور مشاهده شده را گزارش کنید.
- شعله پیلوت را برای ادامه پیشروی مجدد قرار دهید.

ت-۲ رفتار غیرمعمول

- ۱- شعله زنی یا شعله گذرا
- ۲- پوسته شدن انفجاری، بدون شعله زنی یا بدون شعله پایدار
- ۳- شعله زنی سریع یا شعله گذرا روی سطح، پیشرفت جانبی شعله پایدار
- ۴- ذوب شدن آزمونه یا پوشش سطح و چکیدن قطرات ذوب شده، بدون شعله
- ۵- پوسته شدن انفجاری و شعله وری بخش در معرض قرار گرفته آزمونه
- ۶- ذوب شدن، سوختن و چکیدن آزمونه یا پوشش سطح دهید [مطابق بند ۸-۱۱-ت]
- ۷- خاموش شدن شعله پیلوت
- ۸- تأخیر خیلی کوتاه در افزایش که به وسیله پیشروی آزمونه بالای سطح نگه دارنده و کاهش فاصله نسبت به شعله پیلوت ایجاد می شود.
- ۹- شکستن آزمونه و افتادن از نگه دارنده
- ۱۰- رها شدن ناگهانی گازهای پیروزی قابل احتراق از آزمونه، عوامل پیوندی یا چسباننده
- ۱۱- باقی ماندن شعله کوچک در طول لبه آزمونه
- ۱۲- شعله وری آزمونه در مناطق مجازی دور از خط مرکزی

پیوست ث

تغییرپذیری نتایج آزمون

(اطلاعاتی)

ث-۱ یک آزمون بین آزمایشگاهی انجام شده است که در آن دسته‌های تعدادی از مواد مورد آزمون که به وسیله چند آزمایشگاه مطابق با روش آزمون مشابه با این بخش از استاندارد انجام شده‌اند، با استفاده از یک شعله پیلوت استیلن غیر برخوردکننده داده شده است.

جدول ث-۱ نتایج این آزمون اولیه را بر حسب «تکرارپذیری» و «تجددیدپذیری» آزمون‌ها در مورد شش ماده مختلف بررسی کرده است. نتایج خوب تکرارپذیری و تجدیدیدپذیری در آزمون‌ها روی آزمونه‌های پلی‌متیل‌مترکریلات-PMMA به دست می‌آید.

آزمون روی دو نوع تخته چندلایه تفاوت‌های جزئی بین مقادیر تکرارپذیری و تجدیدیدپذیری می‌دهد که منجر به برخی تفاوت‌های کوچک بین آزمایشگاهی می‌شود. به دلیل این که ماهیت مکانیکی پلی‌استایرن منبسط شده (ذوب پلیمر پشت تخته پشت‌زن تولید یک فیلم نازک می‌کند)، منجر به تغییر زیادی در نتایج می‌شود. در بعضی آزمایشگاه‌ها اندودهای گچی با سطوح پلی‌وینیل‌کلرید (PVC) و آزمونه‌های پلاستیکی فنلیک تقویت شده با شیشه (GRP) دچار افروزش نشدند و بنابراین با شعله پیلوتی برخوردي مجددآ آزمون شدند. این مسئله سبب تغییر در نتایج بین آزمایشگاه‌ها می‌شود. با GRP فنلیک و فوم‌پلی‌ایزو‌سیانورات با رویه آلومینیومی افروزش رخ نمی‌دهد؛ ارزیابی شاخص‌های گسترش شعله آنها دور از دیدگاه این آزمون قرار می‌گیرد.

اگرچه محدوده مواد آزمون شده در این آزمون در حد خاصی است می‌توان نتیجه گرفت که تکرارپذیری و تجدیدیدپذیری آزمون در محدوده هر نوع آزمونی قابل قبول است و این که روش بیان شده در این بخش از استاندارد می‌تواند بدون تغییر بین آزمایشگاهی زیادی برای موادی که گسترش جانبی شعله را تحت این شرایط آزمون نشان می‌دهند، اجرا شود.

جدول ث-۱ تکرارپذیری و تجدیدپذیری حرارت برای سوختن پایدار (Qsb) و شار حرارتی بحرانی در در نقطه خاموشی (CFE)

تجددپذیری R/m %	R	تکرارپذیری r/m %	r	متوسط m	تعداد آزمایشگاهها	پارامتر a	مواد
۲۲,۴	۰/۴۵	۹,۲	۰,۱۹	۲,۰۲	۷	Qsb	پلی متیل متاکریلات
۱۰۵,۰	۳/۶۰	۹۴,۸	۳,۲۵	۳,۴۳	۸	CFE	تحته چندلایی با روکش درخت غان
۳۷,۰	۰/۷۰	۲۶,۹	۰,۵۱	۱,۹۰	۸	Qsb	
۵۴,۸	۶/۱۹	۴۵,۸	۵,۱۷	۱۱,۳۰	۸	CFE	تحته چندلایی مقاوم در برابر آتش
۲۸,۵	۰/۴۳	۲۷,۵	۰,۴۱	۱,۴۹	۸	Qsb	
۳۳,۵	۷/۹۸	۹,۳	۲,۲۰	۲۳,۷۰	۶	CFE	تحته گچی با روکش PVC شده به تحته سیلیکات کلسیم
۶۲,۸	۱/۷۱	۴۲,۴	۱,۱۸	۲,۷۳	۶	Qsb	
۸۴,۸	۱۱,۷۰	۴۸,۰	۶,۶۳	۱۳,۸۰	۷	CFE	
۵۶,۴	۴,۸۶	۳۲,۱	۲,۷۷	۸,۶۳	۷	Qsb	پلی استایرن منبسط چسبانده شده به تحته سیلیکات کلسیم
۴۴,۲	۱۵,۵۰	۳۵,۰	۱۲,۳۰	۳۵,۱۰	۵	CFE	
۷۶,۵	۸,۵۳	۴۰,۹	۴,۵۷	۱۱,۱۵	۵	Qsb	GRP فنلیک

a حرارت برای سوختن پایدار (Qsb) بر حسب مگاژول بر متر مربع (MJ/m^2) بیان می‌شود. شار حرارتی بحرانی در نقطه خاموشی (CEF) بر حسب کیلووات بر مترمربع (kW/m^2) بیان می‌شود

یک آزمون بین آزمایشگاهی محدود ثانویه به وسیله ISO/TC92/SC1/WG3 طی بازبینی نسخه قبلی استاندارد انجام شد. هفت آزمایشگاه در این مطالعه مشارکت کردند، که روش آزمون استاندارد حاضر با استفاده از شعله پیلوت استیلن غیر تماسی مقایسه شد. همه آزمایشگاهها خرده چوب - NFR را آزمایش کردند و نتایج آنها در جدول ث-۲ آورده شده است. همچنین هر آزمایشگاه ماده دوم را با هر دو روش آزمایش کرد. این نتایج در جدول ث-۳ داده شده است. مقایسه خوبی بین نتایج خرده چوب برای CFE و Qsb برای دو مدل شعله پیلوت انجام شد و آنها نشان دادند که یک شعله پیلوتی تماسی ممکن است به وسیله شعله پیلوت غیر تماسی در نسخه قبلی این استاندارد جایگزین شود.

جدول ث-۲ خلاصه نتایج با خرده‌چوب کندسوز نشده

(MJ/m ²) Qsb		(kW/m ²) CFE		زمان افروزش (s)		آزمایشگاه
پروپان، تماس	استیلن، بدون تماس	پروپان، تماس	استیلن، بدون تماس	پروپان، تماس	استیلن، بدون تماس	
۱,۸	۲,۰	۴,۷	۵,۳	۱۱	۳۵	A
۲,۰	۲,۱	۵,۱	۸,۳	۱۵	۲۸	B
۲,۹	۲,۹	۶,۷	۶,۰	۲۰	۳۲	C
۲,۱	۲,۱	۵,۷	۵,۷	۰,۹	۲۷	D
۲,۲	۲,۲	۵,۴	۶,۱	۱۸	۴۳	E
۲,۳	۲,۴	۳,۹	۲,۴	۲۱	۳۲	F
۱,۴	۱,۷	۴,۶	۵,۵	۱۳	۳۱	G
۲,۱	۲,۲	۵,۲	۵,۶	۱۵,۳	۳۲,۶	متوسط کلی
۰,۱	۰,۱	۰,۷	۰,۸	۳,۸	۴,۳	sr ^b
۴,۹	۵,۲	۱۳,۳	۱۴,۵	۲۶,۲	۱۳,۱	COV(sr) ^c
۰,۵	۰,۴	۱,۱	۱,۹	۵,۴	۶,۸	sR ^d
%۲۲,۸	%۱۸,۶	%۲۰,۶	%۳۳,۲	%۳۷,۲	%۲۰,۸	COV(sR) ^e

^a ضخامت $1,5 kg/m^2$ ، $1,2 mm$
^b انحراف معیار تکرارپذیری
^c = ضریب تکرارپذیری واریاسیون (تفییر)
^d = انحراف معیار تجدیدپذیری
^e = ضریب تجدیدپذیری واریاسیون (تفییر)

جدول ث-۳ خلاصه نتایج برای هشت محصول که در آزمون بین آزمایشگاهی ثانویه آزمایش شدند.

(MJ/m ²) Qsb		(kW/m ²) CFE		زمان افروزش (s)		محصول (فرآورده)
پروپان، تماس	استیلن، بدون تماس	پروپان، تماس	استیلن، بدون تماس	پروپان، تماس	استیلن، بدون تماس	
۲,۰۳	۲,۱۵	۵,۳۵	۶,۱۷	۱۲	۳۰	همه
۱,۸۶	۱,۷۲	۷,۳۳	۸,۵۰	۹	۳۹	A
۰,۴۹	۰,۷۸	۲۶,۲۱	۲۴,۴۰	۳	۷	B
۱۷/۹۰	۱۷,۹۰	۳۱,۲۰	۳۶,۹۰	۱۳۹	۱۸۴	C
۱/۸۰	۱,۸۰	۳۵,۷۰	۳۵,۸۰	۴	۲۵	D
۱,۰	۱,۲	۱۲,۵	۱۳,۷	۹	۱۹	E
۱,۰	۰,۹	۷,۱	۴,۰	۷	۹	F
۸,۱۳	۹,۸۴	۱۴,۵۷	۱۴,۶۱	۳۹	۷۱	G
روکش عرشه		PUR روی تخته CaSil				
فرش پلاستیکی		PVC				

پیوست ج

روش آزمون برای پیش روی شعله روی لوله های پلاستیکی

(الزامی)

ج-۱ روش تثبیت و نصب زیر که در IMO [۹] مشخص شده است، باید هنگام تعیین پیش روی شعله روی لوله های پلاستیکی مطابق با این قسمت از استاندارد استفاده شود. آزمون ها باید روی هر ماده لوله و هر اندازه لوله انجام شوند.

الف- آزمونه را با برش لوله ها به بخش های منفرد به طول 800 ± 5 mm بسازید و بخش ها را به طور طولی در صورت یک آزمونه سرهم کنید که تا حد ممکن نمایانگر یک سطح صاف باشد. آزمونه باید شامل حداقل دو بخش باشد. آزمونه سرهم شده باید طول 800 ± 5 mm داشته باشد. همه برش ها باید عمود بر دیواره لوله انجام شوند. برای تثبیت و نصب معمول بخش های لوله شکل ج-۱ را ببینید.

ب- تعداد بخش هایی که باید با هم به شکل آزمونه سرهم شوند متناظر با نزدیک ترین تعداد یکپارچه بخش هایی است که آزمونه ای با عرض سطح خطی معادل بین ۱۸۰ mm و ۱۵۵ mm را تشکیل دهد. عرض سطح به صورت جمع شرایط خارجی تر اندازه گیری شده بخش های لوله سرهم شده که در معرض شار حرارتی پانل تابشی است تعریف می شود.

پ- آزمونه باید به گونه ای سرهم شود که هیچ فاصله هوایی بین بخش های منفرد لوله وجود نداشته باشد. به علاوه، لبه های دو بخش مجاور باید با خط مرکزی نگه داری آزمونه هم پوشانی داشته باشد.

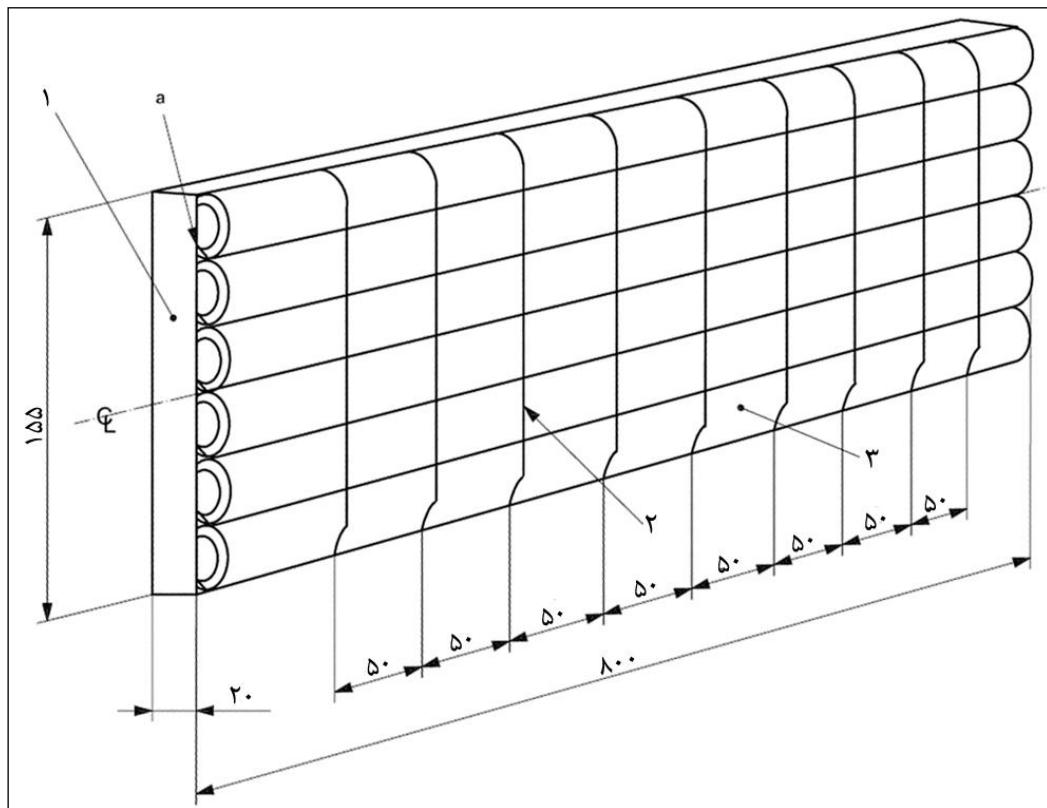
ت) بخش های منفرد لوله باید به تخته پشت بند سیلیکات کلسیم، با ضخامت 11 ± 2 mm با استفاده از سیمی که در فواصل 50 mm گذاشته شده در سراسر تخته وصل و به وسیله چرخاندن در پشت محکم شوند.

یادآوری- سیم آلیاژ نیکل - کروم به قطر 0.55 ± 0.05 mm می تواند برای نگه داری از بخش های لوله روی تخته سیلیکات کلسیم استفاده شود.

ث- بخش های منفرد لوله باید به گونه ای نصب شوند که بالاترین منطقه سطح در معرض آنها در همان صفحه سطح تخت در معرض برای آزمونه عمودی باشد.

ج- فاصله هوایی بین سطح غیر در معرض مقعر آزمونه و سطح تخته پشت بند سیلیکات کلسیم باید خالی گذاشته شود.

- ج- اگر عرض بخش‌های لوله به زیر لبه‌های نگهدارنده آزمونه امتداد یابد، فاصله خالی بین سر سطح در معرض لوله و لبه پایین نگهدارنده آزمونه باید با پشم معدنی عایق در برابر حرارت زیاد پر شود.
- ح- هر گونه تغییری نسبت به روش نصب و تثبیت فوق را گزارش کنید.



راهنمای:

- ۱ تخته سیلیکات کلسیم (زیرکار)
- ۲ سیم
- ۳ لوله آزمونه

a هر دو لبه آزمونه باید با پشم معدنی درزبندی شوند.

شکل ج-۱ نصب نمونهوار و محکم کردن آزمونهای که از بخش‌های لوله تشکیل شده است.

پیوست چ

کتابنامه

(اطلاعاتی)

- [1] ISO/TR 3814:1989, Tests for measuring “reaction-to-fire of building materials — their development and application”
- [2] ISO/TS 5658-1, Reaction to fire tests — spread of flame — Part 1: Guidance on flame spread
- [3] ISO 9705:1993, Fire tests — Full-scale room test for surface products
- [4] IMO Resolution A.653 (16), International Code for Application of Fire Test Procedures, 1998 Edition
- [5] BS 6809:1987, Method for calibration of radiometers for use in fire testing
- [6] ISO/TS 14934-1, Fire tests — Calibration and use of radiometers and heat flux meters — Part 1: General principles
- [7] ISO 14934-2, Fire tests — Calibration and use of heat flux meters — Part 2: Primary calibration methods
- [8] ISO 14934-3:2006, Fire tests — Calibration and use of heat flux meters — Part 3: Secondary Calibration method
- [9] IMO Resolution A.753 (18), International Code for Application of Fire Test Procedures, 1998 Edition, Guidelines for the application of plastic pipes on ships
- ۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ISO ۱۷۱۶ « برای مصالح و فرآوردهای ساختمانی، روش‌های آزمون- قسمت پنجم - تعیین گرمای ناشی از سوختن مواد"، ۱۳۸۵.
- [11] ISO 5658-2:1996, Reaction to fire tests