INSO
11044-2
1st. Edition
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۱۰۴۴-۲
چاپ اول
۱۳۹۳

آزمون‌های واکنش در برابر آتش – رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم
قسمت ۲: شدت تولید دود (اندازه‌گیری دینامیکی)

Reaction to fire tests - Heat release, Smoke production and mass loss rate
Part 2: Smoke production rate (Dynamic Measurement)

ICS:13.220.50

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ 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 می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

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 درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل 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، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«آزمون‌های واکنش در برابر آتش – رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم – قسمت ۲: شدت تولید دود (اندازه‌گیری دینامیکی)»

رئیس:	**سمت و / یا نمایندگی**
سعید بختیاری (دکتری مهندسی شیمی)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
دبیر:	
لیلا تقی‌اکبری (فوق لیسانس شیمی آلی)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
مسعود جمالی آشتیانی (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
زهرا درودیانی (لیسانس مهندسی عمران)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مهوین دلنواز (فوق لیسانس معماری)	شرکت نماد ایمن
شریتا شهیدی (فوق لیسانس شیمی آلی)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش‌گفتار و	
مقدمه ز	
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها	۲
۳-۱ اصلاحات و تعاریف	۲
۳-۲ نمادها	۲
۴ اصول	۴
۵ دستگاه	۴
۵-۱ سامانه اندازه‌گیری تیرگی دود	۴
۵-۲ گرماجفت اضافی	۶
۵-۳ صافی‌های نوری	۶
۶ مناسب بودن محصول برای آزمون	۷
۷ ساختار آزمونه و آماده‌سازی	۷
۸ شرایط محیطی آزمون	۷
۹ واسنجی	۷
۹-۱ کلیات	۷
۹-۲ واسنجی دودسنج	۷
۹-۲-۱ واسنجی با صافی‌های چگالی خنثی	۷
۹-۲-۲ واسنجی قبل از آزمون	۸
۱۰ روش انجام آزمون	۸
۱۱ روش محاسبه	۸
۱۱-۱ کلیات	۸
۱۱-۲ تیرگی دود	۸
۱۲ گزارش آزمون	۱۰

پیوست الف (اطلاعاتی) محاسبات تکمیلی – نرمال کردن نسبت به شدت افت جرم برای سطح تیرگی ویـژه آزمونه ۱۲
پیوست ب (اطلاعاتی) تفسیر و راهنما برای کاربران ۱۴
پیوست پ (اطلاعاتی) دقت و اریبی ۱۹
پیوست ت (اطلاعاتی) کتاب‌نامه ۲۱

پیش‌گفتار

استاندارد « آزمون‌های واکنش در برابر آتش – رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم – قسمت ۲: شدت تولید دود (اندازه‌گیری دینامیکی)»، که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های مربوط توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تهیه و تدوین شده و در پانصد و هفتاد و یکمین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۰۵ تصویب شد، اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ 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 زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع 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. بنابر این، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 5660-2: 2002(E), Reaction to fire tests - Heat release, smoke production and mass loss rate - Part 2: Smoke production rate (dynamic measurement)

مقدمه

این استاندارد، یکی از مجموعه استانداردهای واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی ـ روش‌های آزمون ـ رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم می باشد و شامل قسمت‌های زیر است:

۱- واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی ـ روش‌های آزمون – رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم - قسمت ۱: شدت رهایش گرما (روش گرماسنج مخروطی)

۲- واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی ـــ روش‌های آزمون ـ رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم - قسمت ۲: شدت تولید دود (اندازه گیری دینامیکی)

۳- واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده های ساختمانی ـ روش‌های آزمون ـ رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم - قسمت ۳: راهنمای اندازه‌گیری

۴- واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی – روش‌های آزمون ـ رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم ـ قسمت ۴: اندازه‌گیری رهایش گرما به منظور تعیین ترازهای پایین قابلیت سوختن

آزمون‌های واکنش در برابر آتش – رهایش گرما، تولید دود و شدت افت جرم – قسمت ۲: شدت تولید دود (اندازه‌گیری دینامیکی)

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 آزمونه‌ها توجه کنند.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ISO ۵۶۶۰ تعیین یک روش مقیاس کوچک برای ارزیابی شدت تولید دینامیکی دود می‌باشد که اساساً از طریق آزمونه‌های مسطحی انجام می‌شود که در معرض ترازهای کنترل شده‌ای از گرمای تابشی، تحت شرایط تهویه مناسب با جرقه‌زن خارجی یا بدون آن قرار گرفته است. شدت تولید دود از اندازه‌گیری تضعیف[1] پرتو نور لیزر به وسیله جریان محصول احتراق محاسبه می‌شود. تیرگی[2] دود صرف نظر از اینکه آزمونه هنوز شعله‌ور است یا خیر، برای کل آزمون ثبت می‌شود.
این سامانه اندازه‌گیری ارائه شده در این قسمت از استاندارد، قسمت الحاقی دستگاهی است که در استاندارد ملی توصیف شده است. بنابراین، این قسمت از استاندارد همراه با استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۷۲۷۱ استفاده می‌شود.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.
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 تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.
استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

1- Attenuation
2- Obscuration

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱ـ۷۲۷۱، «واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی، روش‌های آزمون ـ قسمت اول ـ اندازه‌گیری شدت رهایش گرما ناشی از سوختن مصالح و فرآورده‌های ساختمانی»، ۱۳۸۲

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۲۴،«ایمنی آتش- واژه نامه»، ۱۳۸۷.

۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها

۳-۱ اصلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۳-۱ و استاندارد بند ۳-۲ اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۳-۱-۱

تیرگی دود (Smoke obscuration)

کاهش، که معمولاً به صورت درصدی از شدت نور عبور کرده از میان دود تعریف می‌شود.

۳-۱-۲

ضریب خاموشی (Extinction coefficient)

لگاریتم طبیعی نسبت شدت نور برخوردی[1] به شدت نور منتقل شده بر واحد طول مسیر نور.

۳-۱-۳

تولید دود (Smoke production)

انتگرال شدت تولید دود در سراسر بازه زمانی در نظر گرفته شده.

۳-۱-۴

شدت تولید دود (Smoke production rate)

حاصل ضرب شدت جریان حجمی دود در ضریب خاموشی آن در نقطه اندازه‌گیری.

۳-۲ نمادها

به جدول ۱ مراجعه شود.

1- Incident

جدول ۱- نمادها و اختصارات

نماد	عنوان نماد	واحد
A	مساحت سطح در معرض آزمونه	m^2
D'	چگالی نوری	۱
$\dot{m}_e$	شدت جریان جرمی در کانال خروجی	$kg.s^{-1}$
F	ضریب واسنجی	m^{-1}
I_0/I	نسبت نور برخوردی به نور منتقل شده	۱
k	ضریب جذب خطی نپرین (معمولاً ضریب خاموشی نامیده می‌شود)	m^{-1}
k_1	ضریب خاموشی واسنجی اندازه‌گیری شده	m^{-1}
k_2	ضریب خاموش واسنجی محاسبه شده	m
k_m	ضریب خاموشی اندازه‌گیری شده	m^{-1}
L	طول مسیر نور از میان دود	m
m_{ig}	جرم آزمونه در لحظه افروزش (شعله‌وری پایدار)	kg
m_f	جرم آزمونه در پایان آزمون	kg
$\dot{m}$	شدت افت جرم آزمونه	$kg.s^{-1}$
Δm	افت جرمی آزمونه	kg
M	جرم مولکولی جریان گازها از میان کانال خروجی	$kg.mol^{-1}$
S	کل تولید دود	m^2
S_A	کل تولید دود بر واحد سطح	$m^2.m^{-2}$
$S_{A.1}$	کل تولید دود بر واحد سطح قبل از افروزش	$m^2.m^{-2}$
$S_{A.2}$	کل تولید دود بر واحد سطح پس از افروزش	$m^2.m^{-2}$
P_s	شدت تولید دود	$m^2.s^{-1}$
$P_{s.A}$	شدت نرمال شده تولید دود به سطح آزمونه	$s^{-1}\left[=\left(m^2.s^{-1}\right)/m^2\right]$
Δt	بازه زمانی نمونه‌برداری	s
T_s	دمای دود در نقطه اندازه‌گیری	K
$\dot{V}_s$	شدت جریان حجمی دود در نقطه اندازه‌گیری	$m^2.s^{-1}$
ρ	چگالی	$kg.m^{-3}$
σ	سطح تیرگی ویژه	$m^2.kg^{-1}$
یادآوری ــ شرح جزئیات برخی از پارامترها و واحدهای آن‌ها در مرجع [۱۲] ارائه شده است.		

۴ اصول

به طور کلی این روش آزمون براساس مشاهدات مرتبط با شدت نوری است که از میان حجمی از محصولات احتراق عبور کرده و تابع نزولی نمایی فاصله می‌باشد. این موضوع معمولاً به عنوان قانون بوگوئر[1] اشاره می‌شود. آزمونه‌ها در شرایط هوای محیط، در حالی که در معرض تابش خارجی با محدوده از پیش تعیین شده $0kW.m^{-2}$ تا $۱۰۰kW.m^{-2}$ قرار گرفته‌اند، سوزانده می‌شوند و تیرگی دود، شدت جریان گاز خروجی و افت جرمی آزمونه، اندازه‌گیری می‌شود. تیرگی دود به عنوان کسری از شدت نور لیزر، از طریق دود منتقل شده در کانال خروجی اندازه‌گیری می‌شود. این کسر برای محاسبه ضریب خاموشی مطابق قانون بوگوئر استفاده می شود. نتایج آزمون بر حسب تولید دود و شدت آن، هر دو به صورت نرمال شده نسبت به مساحت سطح آزمونه در معرض، گزارش می‌شود. شدت تولید دود به صورت حاصل ضرب ضریب خاموشی در شدت جریان حجمی دود در کانال خروجی محاسبه می‌شود. تولید دود با انتگرال‌گیری عددی شدت تولید دود در کل بازه زمانی در نظر گرفته شده، محاسبه می‌شود. متغیرهای گزارش شده به دلیل اینکه تولید دود متناسب با سطح می‌باشد، نسبت به سطح نرمال می‌شوند.

این روش آزمون برای ارزیابی مشارکتی است که فرآورده مورد آزمون می‌تواند در شدت خروج دود و مقدار دود تولید شده در مدت درگیر شدن آن در آتش با تهویه مناسب داشته باشد. این خواص، در آزمونه‌های کوچکِ نماینده نمونه اصلی تعیین می‌شوند.

۵ دستگاه

دستگاه آزمون، غیر از تجهیزات اضافی توصیف شده که در زیر شرح داده شده است، مشابه همان دستگاهی است که در بند ۶ استاندارد بند ۳-۱ مشخص شده است.

۵-۱ سامانه اندازه‌گیری تیرگی دود

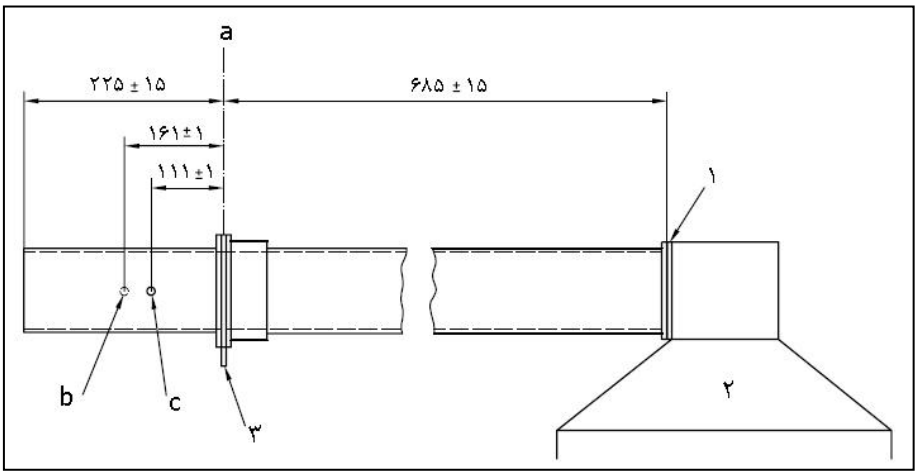
این سامانه برای اندازه‌گیری تضعیف نور لیزر در کانال خروجی استفاده می‌شود. این سامانه شامل یک لیزر هلیم – نئون (بین $0/5mW$ و $2mW$، قطبی شده)، فتودیودهای سیلیکون به عنوان پرتو اصلی و آشکارسازهای مرجع و قسمت‌های الکترونیکی مناسب برای استخراج ضریب خاموشی و تنظیم قرائت صفر می‌باشد. اندازه‌گیر به صورت افقی در فاصله $۱۱۰mm \pm 1mm$ در سمت پایین حلقه نمونه‌برداری گاز، مطابق شکل ۱ واقع شده است. دو تیوب با قطر کوچک که در هر طرف کانال خروجی جوش شده‌اند، به عنوان بخشی از جهت‌دهنده نور، برای تخلیه هوا به کار می‌روند و همچنین اجازه می‌دهند دودی که ممکن است

1-Bouguer's law

وارد شود، با وجود جریان تخلیه، قبل از رسیدن به اجزای نوری در دیواره‌های تیوب رسوب کند. چیدمان مناسب یک سامانه اندازه‌گیری دود در شکل ۲ نشان داده شده است.

یادآوری ــ کار آزمایشگاهی با سامانه‌هایی با استفاده از منبع نور سفید با تجهیزات موازی‌کننده نور انجام شده است [۱]. چنین سامانه‌هایی نشان داده‌اند که معمولاً، ولی نه در تمام شرایط [۵]، نتایج مشابهی می‌دهند [۲] ،[۳]،[۴]. پیش‌بینی‌های نظری به طور آزمایشگاهی تأیید شده‌اند. سامانه‌های نور سفید در صورتی که دقتی معادل را داشته باشند، ممکن است استفاده شوند.

ابعاد برحسب میلی‌متر

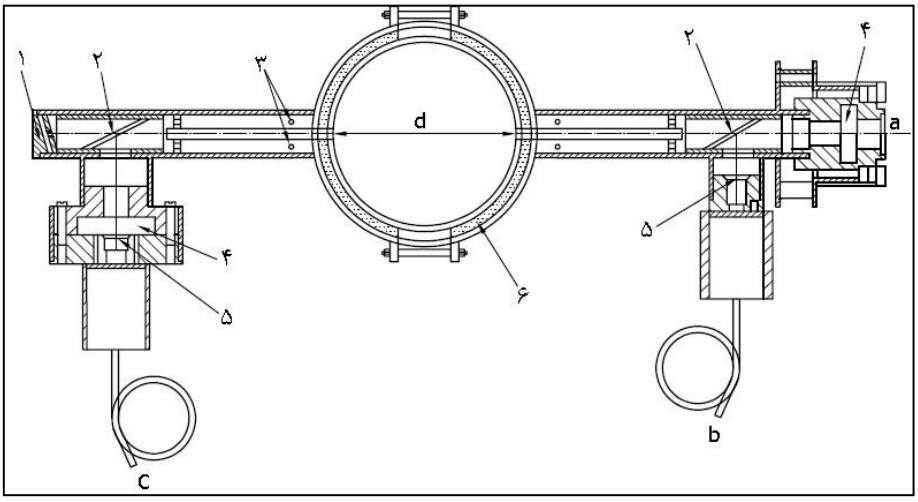


راهنما:

۱ صفحه روزنه
۲ هود
۳ پروب حلقوی نمونه‌برداری گاز (نمای سوارخ‌های نمونه در سمت پایین)
a مرکز
b محل گرماجفت دود
c محل دودسنج

شکل ۱- نمایش شماتیک دودسنج و محل‌های گرماجفت دود

ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما:

۱ کلاهک	۴ شکاف صافی	a پرتو لیزر He-Ne (۰٫۵mW)
۲ شکاف‌دهنده پرتو	۵ شیشه اوپال	b به سمت کاشف تصحیح
۳ روزنه‌های هوای خروجی	۶ بسته الیاف سرامیک	c به سمت کاشف اصلی
		d مسیر نور

شکل ۲- سطح مقطع چیدمان نوعی سامانه اندازه‌گیری دود

۵-۲ گرماجفت[1] اضافی

این وسیله برای اندازه‌گیری دمای جریان گاز نزدیک دودسنج به کار می‌رود. این دما باید با استفاده از یک گرماجفت با اتصال صفحه‌ای بدون اتصال به زمین[2] با قطر خارجی به اندازه ۱٫۰mm تا ۱٫۶mm یا یک گرماجفت متصل در معرض با قطر خارجی ۳mm در دودکش خارجی، روی خط مرکزی و ۵۰mm زیر دودسنج مطابق شکل ۱ اندازه‌گیری شود.

۵-۳ صافی‌های نوری

این صافی‌ها برای واسنجی سامانه اندازه‌گیری تیرگی دود استفاده می‌شوند. دو صافی تفرق با چگالی خنثی شیشه[3] [۷]، واسنجی شده با دقت در طول موج لیزری ۶۳۲٫۸nm، مورد نیاز است. صافیهای به کار رفته نباید از نوع پوشش داده شده باشند، زیرا این نوع صافی‌ها می‌توانند باعث افزایش اثرات تداخل با نور لیزر شده و به مرور زمان فرسوده شوند. صافی‌ها باید چگالی‌های نوری اسمی ۰٫۳و ۰٫۸ داشته باشند. مقادیر متناظر ضریب خاموشی k ، از معادله (۱) به دست می‌آید:

1-Termocouple
2-Unearthed sheathed – junction
3-Glass neutral density dispersion

$$k = \left(2.303.D'\right)L^{-1} \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن:

k ضریب جذب خطی نپرین؛

D' مقدار عددی چگالی نوری؛

L مقدار عددی طول مسیر نور از میان دود؛

۶ مناسب بودن محصول برای آزمون

مقرراتی مشابه بند ۵ استاندارد بند ۳-۱ به کار می‌روند.

۷ ساختار آزمونه و آماده‌سازی

مقرراتی مشابه بند ۶ استاندارد بند ۳-۱ به کار می‌روند.

۸ شرایط محیطی آزمون

مقرراتی مشابه بند ۹ استاندارد بند ۳-۱ به کار می‌روند.

۹ واسنجی

۹-۱ کلیات

سامانه‌های گرم‌کننده، آنالیزور (تحلیل‌کننده)[1] اکسیژن و وسایل توزین مطابق با بند ۱۰ استاندارد بند ۳-۱ باید واسنجی شوند. واسنجی سامانه اندازه‌گیری تیرگی دود باید به شرح زیر انجام شود.

در صورت دستیابی به یک دقت معادل، اقدامات جایگزین واسنجی سامانه توزین ممکن است به کار گرفته شوند.

۹-۲ واسنجی دودسنج

۹-۲-۱ واسنجی با صافی‌های چگالی خنثی

دودسنج باید با دو صافی با چگالی خنثی مطابق بند ۶-۳ با دقت قرائت (k در محدوده $۰/۱\mathrm{m}^{-1}$) و همچنین ۱۰۰ درصد عبور، واسنجی شود. واسنجی با صافی چگالی خنثی باید حداقل در هر ۱۰۰ روز کاری یا به محض نصب دوباره سامانه نوری پس از تمیز کردن، انجام شود.

1-Analyzor

۹-۲-۲ واسنجی قبل از آزمون

بلافاصله قبل از هر آزمون، مقدار صفر تیرگی دود (۱۰۰ درصد عبور) باید به طور مناسب به وسیله سخت‌افراز یا نرم‌افراز تنظیم شود.

۱۰ روش انجام آزمون

روش‌های آزمون شامل فرآیندهایی با دماهای بالا و احتراق است. بنابراین خطراتی مانند سوختن یا افروزش اشیای خارجی یا پوشش‌ها می‌تواند وجود داشته باشد. کاربر باید از دستکش‌های محافظ برای جابجایی آزمونه‌ها استفاده کند. گرماسنج مخروطی و دیگر وسایل همراه هیچ‌کدام نباید در حالی که داغ هستند، بدون دستکش لمس شوند. باید مراقب بود که جرقه‌زن مشعل که دارای پتانسیل قابل توجهی به اندازه ۱۰kV می‌باشد، لمس نشود. قبل از آزمون، سامانه خروجی دستگاه باید برای عملکرد صحیح مورد بررسی قرار گیرد و باید از داخل به سامانه خروجی ساختمان با ظرفیت کافی تخلیه شود. امکان خروج شدید مواد داغ مذاب یا تکه‌های تیز از بعضی از انواع آزمونه‌ها وجود دارد که در هنگام تابش نمی‌توانند نادیده گرفته شوند؛ بنابراین ضروری است که از چشم‌ها محافظت شود.

این روش آزمون مشابه با روش شرح داده شده در بند ۱۱ استاندارد بند ۳-۱ است. با وجود این، داده‌های آزمون در صورت عدم افروزش پیلوت نباید کنار گذاشته شوند زیرا داده‌های شدت تولید دود ممکن است تحت شرایط غیر شعله وری باشد. مقدار صفر ضریب خاموشی قبل از هر آزمون به عنوان قسمتی از روش‌های مشخص شده در بند ۱۱-۲ استاندارد بند ۳-۱ تأیید شود.

یادآوری ـ اندازه‌گیری‌های شدت رهایش گرما شرح داده شده در استاندارد بند ۲-۱ معمولاً افروزش پیلوت را به کار می‌برد. آزمون‌های غیراستاندارد جداگانه ممکن است برای اهداف تحقیقاتی بدون افروزش از طریق پیلوت برای ارزیابی شدت‌های تولید دود تحت شرایط بدون شعله‌وری انجام شود.

۱۱ روش محاسبه

۱-۱۱ کلیات

محاسبات شدت افت جرم در پیوست د استاندارد بند ۳-۱ ارائه شده است. محاسبه تیرگی دود در زیر ارائه شده است.

۲-۱۱ تیرگی دود

۱-۲-۱۱ ضریب تیرگی، k، با وسایل الکترونیکی سنجش دود طبق معادله ۲ تعیین می‌شود:

$$k = ln(I_0/I)L^{-1}$$ معادله (۲)

که در آن:

k ضریب جذب خطی نپرین؛

I_0 نور برخوردی؛

I نور منتقل شده؛

L طول مسیر نور از میان دود؛

۱۱-۲-۲ شدت تولید دود بر واحد سطحِ در معرض آزمونه مطابق معادلهٔ ۳ دست می‌آید:

$$P_{S,A} = A^{-1}k\dot{V}_S$$ معادله (۳)

که در آن:

$P_{S,A}$ شدت نرمال شده تولید دود به سطح آزمونه؛

A مساحت سطح در معرض آزمونه؛

k ضریب جذب خطی نپرین؛

$\dot{V}_S$ شدت جریان حجمی دود در نقطه اندازه‌گیری؛

شدت جریان حجمی در دودسنج، $\dot{V}_S$ ، از شدت جریان جرم اندازه‌گیری شده با صفحه روزنه $\dot{m}_e$ مطابق معادلهٔ (۴) محاسبه می‌شود:

$$\dot{V}_S = \left(\dot{m}_e T_S\right)\left(12.2\times10^3 M\right)^{-1}$$ معادله (۴)

که در آن:

$\dot{V}_S$ شدت جریان حجمی دود در نقطه اندازه‌گیری؛

$\dot{m}_e$ شدت جریان جرمی در کانال خروجی؛

T_S دمای دود در نقطه اندازه‌گیری؛

M جرم مولکولی جریان گازها از میان کانال خروجی؛

مقدار T_S از گرماجفت توصیف شده در بند ۶-۲ به دست می‌آید و نه از گرماجفت مرتبط با اندازه‌گیری جریان جرمی صفحه روزنه.

اگر آنالیزورهای O_2،CO_2، CO و H_2O آماده باشد، $\dot{m}_e$ و M از معادلات (ز-۸) و (ز-۹) به ترتیب در پیوست ز استاندارد ملی بند ۱-۳ به دست می‌آید. برای دیگر پیکربندی های آنالیزور باید طبق معادلات ارائه شده در پیوست ز استاندارد بند ۱-۳ محاسبه شود و M باید معادل $۰/۰۲۹ kg.mol^{-1}$ تخمین زده شود (مقدار هوا).

۱۱-۲-۳ شدت کلی تولید دود بر واحد سطح آزمونه در معرض، طی دوره زمانی آزمون بدون شعله‌وری (پیش از افروزش) مطابق معادلهٔ (۵) محاسبه می‌شود:

$$S_{A,1} = A^{-1}\sum_{i=S}^{i=f}\dot{V}_S\, k\Delta t \quad \text{معادله (۵)}$$

که در آن:

$S_{A,1}$ کل تولید دود بر واحد سطح قبل از افروزش؛

A مساحت سطح در معرض آزمونه؛

$\dot{V}_S$ شدت جریان حجمی دود در نقطه اندازه‌گیری؛

k ضریب جذب خطی نپرین؛

Δt بازه زمانی نمونه‌برداری؛

و به طور مشابه، تولید دود بر واحد سطحِ در معرض آزمونه طی دوره زمانی آزمون شعله‌وری (پس از افروزش) مطابق معادلهٔ (۶) محاسبه می‌شود:

$$S_{A,2} = A^{-1}\sum_{i=s}^{i=f}\dot{V}_S\, k\Delta t \qquad \text{معادله (۶)}$$

که در آن

$S_{A,2}$ کل تولید دود بر واحد سطح پس از افروزش؛

A مساحت سطحِ در معرض آزمونه؛

$\dot{V}_S$ شدت جریان حجمی دود در نقطه اندازه‌گیری؛

k ضریب جذب خطی نپرین؛

Δt بازه زمانی نمونه‌برداری؛

که مقادیر در نظر گرفته شده s و f برای i مربوط به شروع و پایان دوره زمانی آزمون است که به صورت میانگین محاسبه می‌شود. بنابراین برای مرحله بدون شعله‌وری، s، شروع آزمون و f، زمان شروع شعله‌وری پایدار می‌باشد. برای مرحله شعله‌وری (در صورت وجود)، s، متناظر با زمان شروع شعله‌وری پایدار و f، متناظر با پایان فاز شعله‌وری است.

۱۲ گزارش آزمون

حتی‌الامکان گزارش آزمون باید به صورت جامع تهیه شود و شامل تمام مشاهدات و توضیح مشکلات به وجود آمده طی آزمون باشد. واحدها در پایان اندازه‌گیری‌ها باید به صورت واضح در گزارش اعلام شوند. واحدهای مناسب توصیه شده در گزارش، در جدول ۱ ارائه شده است.

علاوه بر موارد فهرست شده در بند ۱۳ استاندارد بند ۳-۱ ، اطلاعات ضروری زیر نیز باید در گزارش آزمـون ارائه شود.

الف) ارجاع به این استاندارد ملی ایران

ب) کل تولید دود بر واحد سطح آزمونه در معرض در مرحله بدون شعله‌وری برای هر آزمونه ($S_{A,1}$)

پ) کل تولید دود بر واحد سطح آزمونه در معرض در مرحله شعله‌وری برای هر آزمونه ($S_{A,2}$)

ت) کل تولید دود بر واحد سطح آزمونه در معرض برای هر آزمونه ($S_A=S_{A,1}+S_{A,2}$)

ث) یک گراف که نشان‌دهنده شدت تولید دود بر واحد سطح به عنوان تابعی از زمان برای هر آزمونه (Ps,A برحسب زمان) که زمان اولین افروزش را نشان می‌دهد.

ج) مساحت سطح در معرض آزمونه (A)

پیوست الف

(اطلاعاتی)

محاسبات تکمیلی – نرمال کردن نسبت به شدت افت جرم برای سطح تیرگی ویژه آزمونه

به منظور استفاده از داده‌های دود برای مدل‌های آتش، در بعضی مواقع مطلوب است که داده‌ها بر حسب بازده دود بر واحد افت جرمی آزمونه، مستقل از شرایط جریان دستگاه و جرم آزمونه، گزارش شوند. برای این کار سطح تیرگی ویژه به عنوان نسبت سطح تیرگی دود به افت جرمی آزمونه که در ارتباط با تولید آن دود است، طبق معادلهٔ الف-۱ تعریف می‌شود.

$$\sigma = k.\dot{V}_S .\Delta m^{-1}.t$$ معادله (الف-۱)

که در آن:

σ سطح تیرگی ویژه، برحسب مترمربع بر کیلوگرم؛

k ضریب خاموشی، برحسب متر؛

$\dot{V}_S$ شدت جریان حجمی دود در نقطه اندازه‌گیری در یک دوره زمانی مشخص، برحسب متر مکعب بر ثانیه؛

Δm افت جرمی آزمونه در یک دوره زمانی مشخص، برحسب کیلوگرم؛

t دوره زمانی برای Δm، برحسب ثانیه؛

در هر زمان معین در طول مرحله شعله‌وری آزمون، سطح تیرگی ویژه می‌تواند با تقسیم شدت تولید دود بر شدت افت جرم طبق معادلهٔ الف-۲محاسبه شود.

$$\sigma = k\dot{V}_S\left(-\dot{m}\right)^{-1}$$ معادله (الف-۲)

که در آن:

σ سطح تیرگی ویژه، برحسب مترمربع بر کیلوگرم؛

k ضریب خاموشی، برحسب متر؛

$\dot{V}_S$ شدت جریان حجمی دود در نقطه اندازه‌گیری در یک دوره زمانی مشخص، برحسب متر مکعب بر ثانیه؛

$\dot{m}$ شدت افت جرم آزمونه،

با وجود این، این معادله در صورتی که ضریب شدت افت جرمی برابر با صفر یا کمتر باشد، نباید استفاده شود.
محاسبه شدت افت جرم، m ، در بند ۱۲-۵ استاندارد بند ۳-۱ ارائه شده است.

میانگین سطح تیرگی ویژه در فاز شعله‌وری آزمون مطابق معادلهٔ الف-۳ به دست می‌آید:

$$\bar{\sigma}_f = (m_{ig} - m_f)^{-1} \sum_{i=t_{ig}} k\dot{V}_S \, \Delta t \qquad \text{معادله (الف-۳)}$$

که در آن:
m_{ig} جرم آزمونه در زمان افروزش،
m_f جرم آزمونه در پایان آزمون؛
متغیرهای گزارش شده باید به صورت زیر باشند:
الف) $\bar{\sigma}_f$ در کل مرحله شعله‌وری برای هر آزمونه و
ب) یک گراف از σ به عنوان تابعی از زمان برای هر آزمونه

میانگین سطح تیرگی ویژه پارامتری مفید برای مدل‌سازی آتش است، زیرا به مقیاس آتش حساس نمی‌باشد. بنابراین، به شرطی که شرایط احتراق مشابه باشد، مقدار σ به دست آمده از آزمون مقیاس کوچک[1] نزدیک به آنچه که به طور واقعی در یک آتش‌سوزی به دست می‌آید، می‌باشد.
اطلاعات اضافی برای متغیرهای دود و کاربردشان در مراجع [۱۲] و [۱۳] ارائه شده است.

یادآوری ــ برای مصالح حاوی آب جذب شده یا آب پیوند شده مولکولی[2]، افت جرم اندازه‌گیری شده به طور کامل نماینده افت جرمی احتراق نمی‌باشد.

1-bench - scale
2-molecularly bound

پیوست ب

(اطلاعاتی)

تفسیر و راهنما برای کاربران

ب-۱ منابع نور

تیرگی نور به وسیله آئروسلی[1] مانند دود با دو پدیده مختلف جذب و تفرق رخ می‌دهد. برای مطالعات علمی بسیار جامع آئروسل، این دو مورد می‌توانند جداگانه اندازه‌گیری شوند. با وجود این، برای نگرانی‌های ایمنی در برابر آتش، معمولاً فقط کل تیرگی دود اندازه‌گیری می‌شود. تیرگی دود، طبق تعریف، کل تضعیف نور ناشی از هر دو عامل جذب و تفرق می‌باشد.

غالباً در روش‌های آزمون قدیمی، مثل [۸] از یک منبع نور سفید و برخی تجهیزات نوری موازی‌کننده[2]، با یک کاشف نوری برای کشف انرژی نور استفاده می‌شد. با وجود این، از جنبه نظری، نور چندرنگ برای چنین اندازه‌گیری‌هایی نامناسب است، زیرا قانون بوگوئر فقط برای نور تک‌رنگ[3] معتبر است [۶]. اخیراً مطالعات آزمایشگاهی [۵]، پیش‌بینی‌های نظری درباره اشتباهات ناشی از استفاده نور سفید را تأیید کرده است.

برای اجتناب از این نوع خطاها می‌توان از تابش تک‌رنگ استفاده نمود. یک منبع نور تک‌رنگ را می‌توان با صافی یا وسیله ایجاد کننده نور تک‌رنگ (مونوکروماتور) ایجاد کرد. با وجود این، مناسب‌تر است که با نور لیزر که ذاتاً یک منبع تک‌رنگ است، انجام شود. لیزرهای هلیم – نئون موجود به راحتی چنین تابش تک‌رنگی را در طول موج قرمز ایجاد می‌کنند. یک منبع لیزر مزایای دیگری هم دارد. به دلیل اینکه این منبع، اصولاً موازی‌سازی بالایی به حد کافی دارد، نیازی به هیچ گونه عدسی نمی‌باشد. همچنین یک پرتو باریک دارد که مقدار خطاهای ناشی از تفرق چندگانه را کاهش می‌دهد.

ب-۲ رسوب دوده‌ها در سیستم نور

تجهیزات متعارف اندازه‌گیری دود عموماً از دریچه‌های تعبیه شده برای خارج کردن دود از سیستم نور استفاده می‌کنند. این مسئله پیامدهای ناخواسته‌ای دارد، زیرا در طول آزمون، دوده بر روی دریچه ها رسوب می‌کند. در نتیجه این ابزار دچار یک انحراف از خط مبنا می‌شود و گاه تصحیحات تقریبی پس از آزمون مورد نیاز می‌باشد. در دسترس بودن منبع لیزری با قطر بسیار کوچک اجازه می‌دهد که رویکرد متفاوتی در طراحی دستگاه اتخاذ شود [۹] که در این قسمت از استاندارد ارائه شده است. برای جلوگیری از رسوب ذرات

1-Aerosol
2-collimating optics
3-Monochromatic

روی سیستم نور، تخلیه با استفاده از این واقعیت که داخل کانال نسبت به بیرون اتاق فشار منفی دارد، انجام می‌شود. علاوه بر این، تیوب‌های پرتو نور، بلند و باریک ساخته شده‌اند با هدف این که هرگونه ذرات ورودی بر روی دیواره تیوب به جای تجهیزات نوری در سمت جلوی بیرون از کانال رسوب کنند.

ب–۳ طراحی نورسنج

نورسنج دود معمول یک ابزار تک‌پرتوی است. بنابراین، هرگونه تغییری در هر شدت از منبع نور به دلیل نوسانات برق، زمان‌مندی[1] و غیره مستقیماً به عنوان یک خطا در سیگنال اندازه‌گیری شده، منعکس می‌شود. پایداری بهتر، با استفاده از طراحی دو پرتوی به دست می‌آید،که به موجب آن دو کاشف نوری وجود دارند. یکی از کاشف‌ها، تابش نور تضعیف شده به وسیله دود را اندازه‌گیری می‌کند، در صورتی که کاشف دوم تنها شدت منبع نور را، بدون هرگونه مداخله دود اندازه‌گیری می‌کند. با در نظر گرفتن نسبت این دو سیگنال، درجه بالایی از پایداری داخل سامانه اندازه‌گیری القا می‌شود. چنین آرایش دو پرتوی در دستگاه موجود فراهم شده است [۱۰].

مجموعه نورسنج لیزری از دو قطعه که محکم به هم متصل شده‌اند، ساخته شده است، اما به طور مکانیکی تنها با واشرهای انعطاف‌پذیر به کانال خروجی به هم متصل شده‌اند. این روش، نورسنج را از ارتعاشات فن تخلیه ایزوله می‌کند. نورسنج می‌تواند یا با یک مدار الکترونیکی که از دو سیگنال کاشف ، استفاده می‌کند، به کار برده شود و یک خروجی نهایی را به طور مستقیم بر حسب ضریب خاموشی k بدهد، یا با دو سیگنال کاشف داخل سامانه جمع‌آوری داده‌ها و انجام عملیات محاسباتی در فرآیند کاهش داده‌ها، به کار رود.

واسنجی نورسنج با استفاده از دو صافی نوری با مقادیر مختلف تضعیف که در داخل شکاف کوچک با طراحی خاص در نورسنج قرار گرفته است، انجام می‌شود. استفاده از دو مقدار متفاوت به تأیید اینکه واسنجی خطی است، کمک می‌کند. این نورسنج شامل یک شکاف صافی ثانویه است که در جلوی منبع لیزر قرار داده شده است. این شکاف صافی برای نشان دادن این که دو پرتو نوری در تعادل هستند، به کار می‌رود. اگر کاشف‌ها به درستی تنظیم شده باشند، بنابراین تضعیف منبع نباید بر قرائت نهایی تأثیر بگذارد؛ زیرا هر دو پرتو به طور معادل تضعیف می‌شوند.

همچنین سامانه جریان عبوری به کار رفته در دستگاه توصیف شده در این قسمت از استاندارد، سایر مشکلات معمول تجهیزات اندازه‌گیری دود، مثل افت بیش از حد دیواره و تأثیرات غیرخطی ناشی از جمع شدن بیش از حد دوده که در سامانه‌های اندازه‌گیری دود اطاقک بسته رایج است، به حداقل می‌رساند. این موضوع با مقایسه‌های گسترده انجام شده توسط مؤسسه تحقیقات آتش [۱۱] نشان داده که آرایش موجود، کمتر در معرض چنین خطاهایی است.

1-Ageing

ب-۴ اصول اندازه‌گیری شدت تولید دود

داده‌های اولیه از نورسنج به عنوان ضریب خاموشی k تعریف شده است. ایـن تعریـف مطـابق معادلـهٔ (ب-۱) ارائه شده است:

$$k = ln(I_0/I)L^{-1} \quad \text{معادله (ب-۱)}$$

که در آن:

I شدت پرتو تضعیف شده؛

I_0 شدت پرتو در نبود دود؛

L طول مسیر نوری در سراسر کانال خروجی؛

شدت تولید دود، P_s ، مطابق معادلهٔ ب-۲ محاسبه می‌شود:

$$P_S = k\dot{V}_S \quad \text{معادله (ب-۲)}$$

که در آن:

$\dot{V}_S$ شدت جریان حجمی است.

شدت تولید دود بر واحد سطح در معرض آزمونه، $P_{S,A}$ مطابق معادلهٔ ب-۳ محاسبه می‌شود:

$$P_{S,A} = P_S A^{-1} \quad \text{معادله (ب-۳)}$$

که در آن:

A مساحت سطح در معرض آزمونه است.

ب-۵ محاسبه شدت جریان حجمی

محاسبه شدت جریان جرمی، $\dot{m}_e$، در کانال خروجی طبق بند ۱۲ استاندارد بند ۳-۱ می‌باشد. هـر چنـد بـه منظور محاسبه مقدار تولید دود، ضروری است تا شدت جریان حجمی را بدانیم. این مـورد از شـدت جریـان جرمی مطابق معادلهٔ ب-۴ مشتق شده است:

$$\dot{V}_S = \dot{m}_e \rho^{-1} = \dot{m}_e \frac{T_S}{\rho_0 T_0} \quad \text{معادله (ب-۴)}$$

که در آن:

$\dot{V}_S$ شدت جریان حجمی؛

$\dot{m}_e$ شدت جریان جرمی در کانال خروجی؛
T_S دمای دود در نقطه اندازه‌گیری؛
ρ_0 چگالی هوا در دما و فشار استاندارد؛
T_0 دمای هوا در دما و فشار استاندارد؛
ρ چگالی هوا در نورسنج و مطابق معادلهٔ ب-۵ محاسبه می‌شود:

$$\rho = 1.29kg.m^{-3}(273K/T_S) \qquad \text{معادله (ب—۵)}$$

که در آن:
T_S دما در کانال نزدیک به نورسنج لیزری است.
چگالی هوا در دما و فشار استاندارد، ρ_0 ، $1/29 kg/m^{-3}$ است. T_S به وسیله اندازه‌گیری گرماجفت در آن محل تعیین می‌شود. هیچگونه تصحیحی برای تغییرات فشار در نظر گرفته نشده است.

ب-۶ واسنجی دودسنج با استفاده از یک ضریب واسنجی

در واسنجی با استفاده از صافیها، فرض می‌شود که سامانه مورد استفاده برای واسنجی برتر از سامانه نوری دودسنج است. فتودیودهای به کار رفته در دودسنج، درجه بالایی از خطی بودن را مشخص می‌کنند. چگالی نوری تعریف شده برای یک صافی تجاری، معمولاً به طور متوسط در بالای محدوده طول موج‌هاست و این مقدار در فرکانس لیزر، ممکن است که این مقدار میانگین نباشد. بنابراین بهتر است کاربرد یک صافی به کنترل روزمره معمول عملکرد سامانه محدود شود تا به عنوان واسنجی اولیه. در نتیجه کاربر ممکن است با کنترل کردن مقادیر عبور صفر و ٪۱۰۰ و استفاده از خطی بودن فتودیودها واسنجی انجام دهد.
در صورت استفاده از صافیهای واسنجی شده در طول موج صحیح، روند معمول زیر ممکن است دنبال شود:
یک صافی در پرتو بین کانال و کاشف قرار دهید. داده‌ها را برای یک دوره زمانی ۶۰ ثانیه جمع‌آوری کنید.
ضریب خاموشی واسنجی اندازه‌گیری شده ،k_1، مطابق معادلهٔ ب-۶ به دست می‌آید:

$$k_1 = ln(I_0/I)L^{-1} \qquad \text{معادله (ب—۶)}$$

که در آن:
L طول مسیر نور از میان دود؛
I_0 شدت پرتو در نبود دود؛
I شدت پرتو تضعیف شده؛

مقدار تصحیح، k_2 ، مطابق معادلهٔ ب-۷ به دست می‌آید:

$$k_2 = (2.303D')L^{-1} \qquad \text{معادله (ب—۷)}$$

که درآن:
D' چگالی نوری صافی واسنجی؛
L طول مسیر نور از میان دود؛

یک ضریب تصحیح ، k_2 / k_1، از این دو مقدار، محاسبه شده و برای تصحیح تمام مقادیر اندازه‌گیری شـده k پس از آن استفاده می‌شود. بنابر این:

$$k = (k_2/k_1)k_m$$ معادله (ب—۸)

که در آن
k_m مقدار اندازه‌گیری شده می‌باشد.

در جایی که یک ضریب واسنجی F استفاده می‌شود، این ضریب مطابق معادلهٔ ب-۹ محاسبه می‌شود:

$$F = (k_2/k_1)L^{-1}$$ معادله (ب—۹)

که در آن:
F ضریب واسنجی؛
k_2 ضریب خاموش واسنجی اندازه‌گیری شده؛
k_1 ضریب خاموشی واسنجی محاسبه شده؛
L طول مسیر نور از میان دود؛

و مقادیر بعدی k مطابق معادلهٔ ب-۱۰ محاسبه می‌شوند:

$$k = F\ln(I_0/I)$$ معادله(ب—۱۰)

که در آن:
k
F ضریب واسنجی؛
I_0 شدت پرتو در نبود دود؛
I شدت پرتو تضعیف شده؛

پیوست پ

(اطلاعاتی)

دقت و اریبی

پ-۱ دقت

یک سری از آزمون‌های بین آزمایشگاهی در استاندارد ملی بند ۳-۱ در هفت آزمایشگاه، بر روی پنج آزمونه که کامپوزیت‌های مبلمان روکش شده را شبیه‌سازی می‌کند، در پروژه‌های تحقیقاتی آتش در اروپا CBUF انجام شده است. در این آزمون‌ها، یک سطح تیرگی ویژه (m^2/kg) که براساس اندازه‌گیری ضریب خاموشی دود و افت جرم آزمونه در طول آزمون‌ها می‌باشد، که علاوه بر داده رهایش گرما به دست آمده است. اگرچه این پارامتر به عنوان یک پارامتر اطلاعاتی مشخص شده است، نتایج آزمون‌های بین آزمایشگاهی، داده‌های دقیقی از روش اندازه‌گیری تولید دود ارائه می‌کنند.

جدول پ -۱ ترکیبات مواد مبلمان روکش شده

ترکیب	توصیف
۱	محصول مصنوعی با پوشش آکریلیک در پشت آن، $۵۴۶g.m^{-2}$ فوم پلی‌یورتان با حالت ارتجاعی زیاد غیرکندسوز، $۲۱kg.m^{-3}$
۲	پارچه کندسوز مصنوعی $۴۲۲g.m^{-2}$، فوم با حالت بسیار ارتجاعی که سوختن آن تعدیل شده است، $۳۰\ kg.m^{-3}$
۳	پلی‌پروپیلن مصنوعی، $۲۶۴g.m^{-2}$، فوم پلی‌یورتان غیرکندسوز $۲۱kg.m^{-3}$
۴	پشم مصنوعی ، $۴۳۲g.m^{-2}$، فوم با حالت ارتجاعی زیاد که سوختن آن تعدیل شده است، $۳۰kg.m^{-3}$
۵	همان ترکیب ردیف یک، ولی شامل کولار بین ردیف‌ها، $۶۵gm^{-2}$

جدول پ-۲ داده‌هایی برای حد تکرارپذیری r و حد تجدیدپذیری R و همچنین مقادیر متوسط m می‌باشد. تجزیه و تحلیل مطابق [۱۴] انجام می‌شود، که هنگامی معتبر می‌باشد که آزمون‌ها انجام شده باشند.

جدول پ-۲ قابلیت تکرارپذیری و تجدیدپذیری سطح تیرگی ویژه ($kg.m^2$)

آزمونه	گزارش آزمایشگاه‌ها	m	r	R
ترکیب ۱	۶	۳۹۹	۹۳	۳۶۶
ترکیب ۲	۵	۱۰۸	۶۰	۰۷۶
ترکیب ۳	۶	۴۹۹	۹۱	۱۱۲
ترکیب ۴	۵	۲۴۱	۲۷	۰۵۶
ترکیب ۵	۵	۳۴۱	۹۳	۳۳۳

یک مدل رگرسیون خطی ارائه شده در [۱۴] می‌تواند برای توصیف r و R به عنوان توابع میانگین استفاده شود.

معادلات از داده‌های جدول پ-۲ به دست آمده‌اند:

$$r = 28.83 + 0.14m \qquad \text{معادله (پ—۱)}$$

$$R = 15.03 + 0.56m \qquad \text{معادله (پ—۲)}$$

پ-۲ اریبی

برای این روش آزمون، اریبی ارائه نشده است.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

کتاب‌نامه

[1] DIN 50055:1989, Light measuring system for testing smoke development

[2] ÖSTMAN, B. A.-L.and TSANTARIDIS, L.D. Smoke Production in the Cone Calorimeter and the Room Fire Test, Fire Safety Journal, 17, 1991, pp. 27-43

[3] LAUREYS, K. and SCHOONACKER F. Wetenschappelijke evaluatie van opaciteitsmeetsystemen voor pyrolyse enverbrandingsgassen. (Scientific Evaluation of Smoke Opacity Measuring Systems for Pyrolysis and Combustion Gases), University of Gent Faculty of Applied Sciences, 1989

[4] MARNIX SENNESAEL P. Wiskundige studie van het dynamisch gedrag van rookopaciteitsme etsystemen. (Mathematical Study of the Dynamical Behaviour of Smoke Opacity measuring Systems), University of Gent Faculty of Applied Sciences, 1989

[5] CHOW, W. K. and LAI, K. F. Optical Measurement of Smoke. Fire and Materials, 16, 1992, pp. 135-139

[6] MULHOLLAND, G. How Well Are We Measuring Smoke? Fire and Materials, 6, 1982, pp. 65-67

[7] BABRAUSKAS, V. and WETTERLUND, I. Choice of Optical Calibration Filters for Laser Photometers, Fire Safety Journal, 24, 1995, pp. 197-199

[8] ASTM E 662, Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials

[9] BABRAUSKAS, V. and MULHOLLAND, G. Smoke and Soot Data Determinations in the Cone Calorimeter, pp. 83-104, in Mathematical Modeling of Fires (ASTM STP 983). American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1987

[10] BABRAUSKAS, V. The Cone Calorimeter (Section 3/Chapter 3), pp. 3-37 – 3-52, in the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Second Edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1995

[11] MARSHALL, N. R. and HARRISON, R. Comparison of Smoke Particles Generated within a Small Scale Hood and Duct Smoke Test Apparatus with those in a Cumulative Apparatus, BRE Note N67/91. Fire Research Station,Borehamwood, 1991

[12] BS 7904:1998, Guide to smoke measurement units — their basis and use in smoke capacity test methods

[13] SUNDSTRÖM, B., Fire Safety of Upholstered Furniture. Final report on the CBUF (Combustion Behaviour of Upholstered Furniture), (Appendix A5), pp. 307-325, Interscience Communications, London, UK

[14] ISO 5725:1986, Precision of test methods — Determination of repeatability and reproducibility for a standard test method by inter-laboratory tests (now withdrawn)

[15] ISO 5725-1:1994, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions

[16] ISO 5725-2:1994, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method