INSO
19694-4
1st.Edition
2016

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

استاندارد ملی ایران
۱۹۶۹۴-۴
چاپ اول
۱۳۹۴

وسایل حفاظت تنفسی – تجهیزات و روش‌های آزمون- قسمت ۴: تعیین ظرفیت فیلتر گاز و مهاجرت، آزمون دینامیکی کربن مونواکسید و واجذبی

Respiratory protective devices - Methods of test and test equipment - Part 4: Determination of gas filter capacity and migration, desorption and carbon monoxide dynamic testing

ICS: 13.340.30

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 کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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 واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع 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 می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند 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 می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می‌کند. 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

«وسایل حفاظت تنفسی- تجهیزات و روش‌های آزمون- قسمت ۴: تعیین ظرفیت فیلتر گاز و مهاجرت، آزمون دینامیکی کربن مونواکسید و واجذبی»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
هاشمی اقدم، اسماعیل (دکترای پزشکی)	مرکز رشد فناوری تجهیزات پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز
دبیر:	
هادی، کاظم (کارشناسی مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اخیاری، شهاب (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
ترکمن، لیلا (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
رنجبریان، لیلی (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت آرمان کاوشگران
سالک‌زمانی، مریم (کارشناسی ارشد علوم تغذیه)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
شیخزاده، داریوش (متخصص بیهوشی و مراقبت‌های ویژه)	دانشگاه علوم پزشکی تبریز- عضو انجمن آنستزیولوژی و مراقبت‌های ویژه ایران
صیادی، سعید (کارشناسی ارشد مهندسی برق و الکترونیک)	شرکت بهساز طب
عبداله‌پور، روح‌انگیز (کارشناسی مهندسی برق و الکترونیک)	شرکت ساتراپ طب مد

غفاری، مجتبی (کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)	مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی
فرجی، رحیم (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	سازمان ملی استاندارد ایران- پژوهشگاه استاندارد
فولادپنجه، اکبر (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
نعیمی، لیلا (کارشناسی فیزیوتراپی)	کلینیک فیزیوتراپی یاس
همت‌جو، یوسف (کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)	مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی
یحیوی، اتابک (کارشناسی علوم تغذیه)	دانشگاه علوم پزشکی تبریز- معاونت غذا و دارو- شبکه بهداشت و درمان جلفا

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش گفتار		ه
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	تعاریف و اصلاحات	۱
۴	پیش‌نیازهای آزمون	۳
۵	الزامات عمومی آزمون	۳
۶	اصول	۴
۶-۱	آزمون‌های جذب	۴
۶-۲	آزمون‌های مهاجرت و واجذبی	۴
۶-۳	آزمون دینامیکی کربن مونواکسید (CO) فیلتر نوع CO	۴
۷	دستگاه	۴
۷-۱	دستگاه جریان ثابت	۴
۷-۲	مولد گاز چالش‌زا	۵
۷-۳	محفظه آزمون	۵
۷-۴	آشکارساز	۵
۷-۵	دستگاه برای جریان دینامیکی	۶
۸	روش‌ها	۸
۸-۱	کلیات	۸
۸-۲	شرایط جریان آزمون	۸
۸-۳	آزمون ظرفیت گاز	۹
۸-۴	آزمون صحه‌گذاری فیلتر گاز در دبی‌های معین	۱۱
۸-۵	آزمون مهاجرت A و آزمون مهاجرت B	۱۱
۸-۶	آزمون واجذبی	۱۲
۹	گزارش آزمون	۱۲

عنوان		صفحه
۹-۱	کلیات	۱۲
۹-۲	آزمون ظرفیت گاز	۱۲
۹-۳	آزمون صحه‌گذاری فیلتر گاز در دبی معین	۱۲
۹-۴	آزمون مهاجرت	۱۲
۹-۵	آزمون واجذبی	۱۲
۹-۶	آزمون دینامیکی CO	۱۳
۱۰	عدم‌قطعیت اندازه‌گیری	۱۳
	پیوست الف (الزامی)- کاربرد عدم‌قطعیت اندازه‌گیری	۱۴
	پیوست ب (اطلاعاتی)- روش جایگزین برای آزمون صحه‌گذاری فیلتر گاز در دبی‌های مشخص‌شده	۱۶
	کتاب‌نامه	۲۰

پیش گفتار

استاندارد "وسایل حفاظت تنفسی- تجهیزات و روش‌های آزمون- قسمت ۴: تعیین ظرفیت فیلتر گاز و مهاجرت، آزمون دینامیکی کربن مونواکسید و واجذبی" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوطه توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و شصت و ششمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۹۴/۱۲/۱۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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 پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 16900-4: 2011، Respiratory protective devices - Methods of test and test equipment - Part 4: Determination of gas filter capacityand migration, desorption and carbonmonoxide dynamic testing

وسایل حفاظت تنفسی- تجهیزات و روش‌های آزمون- قسمت ۴: تعیین ظرفیت فیلتر گاز و مهاجرت، آزمون دینامیکی کربن مونوکسید و واجذبی

۱ هدف ودامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارایه روش‌هایی برای تعیین ظرفیت فیلترهای گاز مجزا یا یکپارچه و فیلترهای ترکیبی برای وسایل حفاظت تنفسی است. که شامل آزمون صحه‌گذاری در دبی‌های معین، آزمون واجذبی[1] برای دستیابی به توانایی فیلتر برای حفظ جذب‌سطحی[2] یا گاز جذب‌شده[3] و آزمون دینامیکی کربن مونواکسید است.

یادآوری – این آزمون‌ها با استفاده از مواد آزمون و تحت شرایط معین در آزمایشگاه‌ها انجام می‌شود و بنابراین نشان‌دهنده عملکرد وسیله در استفاده واقعی نیست.

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 می‌شود.
در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر ایناستاندارد 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:

2-1 ISO 16972, Respiratory protective devices - Terms, definitions, graphical symbols and units of measurement
2-2 ISO/TS 21748, Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurementuncertainty estimation.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO 16972، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به‌کار می‌روند.

1- Desorption
2- Adsorbed
3- Absorbed

۱-۳

جذب[1]

فرآیندی که در آن یک ماده (محیط فیلتر)[2]، ماده دیگری (گاز آزمون) را از طریق جذب یا جذب سطحی در خود نگه می‌دارد.

۲-۳

واجذبی

فرآیندی که در آن یک ماده (محیط فیلتر)، ماده جذب‌شده یا جذب سطحی‌شده دیگر را آزاد می‌کند.

۳-۳

زمان شکست

زمان شروع آزمون تا زمانی که گاز آزمون و محصولات واکنش معین در غلظت شکست مشخص‌شده در قسمت پایینی فیلتر تحت آزمون، شناسایی می‌شوند.

۴-۳

ظرفیت فیلتر گاز

جرم یا حجم ماده آزمون مشخص که به‌وسیله یک فیلتر گاز یا فیلتر ترکیبی تحت شرایط معین دما، رطوبت، غلظت گاز آزمون چالش‌زا[3] و دبی، دفع یا نگه داشته می‌شود.

یادآوری- جرم یا حجم با اندازه‌گیری زمان شکست در یک غلظت شکست تعریف شده، تعیین می‌شود. معادله ریاضی زیر برای محاسبه ظرفیت گاز است:

$$\boldsymbol{C = V_{\mathrm{fl}} \times c_{\mathrm{gas}} \times t_{\mathrm{br}} \times 10^{-6}}$$

که در آن:

C ظرفیت گاز برحسب لیتر (l)؛

V_{fl} دبی حجمی بر حسب لیتر بر دقیقه (l/min)؛

C_{gas} غلظت گاز میلی لیتر بر متر مکعب (ml/m^3)؛

t_{br} زمان شکست بر حسب دقیقه (min)؛

مثال:

$V_{\mathrm{fl}} = 30$ l/min
$c_{\mathrm{gas}} = 1000$ ml/m^3
$t_{\mathrm{br}} = 30$ min
$C = 30$ l/min × 1000 ml/m^3 × 30 min × 10^{-6} = 0.9 l

1- Sorption
2- Filter medium
3- Challenge test gas concentration

۵-۳

آزمون صحه‌گذاری فیلترگاز در دبی‌های معین

آزمونی که برای ارزیابی توانایی فیلتر برای رسیدن به حداقل سطح عملکرد در طبقه‌بندی میزان فعالیت خودش است.

۶-۳

دز تجمعی[1]

حجم گاز آزمون در سمت خروجی فیلتر که در طی آزمون رها می‌شود.

یادآوری- این به‌عنوان انتگرال غلظت لحظه‌ای سیال خروجی (تابعی از زمان) گاز آزمون در مدت زمان آزمون ضرب‌شده در دبی محاسبه‌می‌شود.

۴ پیش‌نیازهای آزمون

استاندارد عملکرد باید شرایط آزمون زیر را مشخص‌کند:

الف- تعداد نمونه‌ها؛

ب- توالی مراحل آماده‌سازی؛

پ- نوع روش آزمون (آزمون ظرفیت گاز، آزمون صحه‌گذاری فیلتر گاز در دبی‌های معین، آزمون مهاجرت A یا آزمون مهاجرت B، آزمون واجذبی)؛

ت- پارامترهای آزمون برای آزمون ظرفیت گاز (گاز آزمون، غلظت، محصولات واکنش درصورت امکان، غلظت شکست، زمان شکست، رطوبت، دما، نوع جریان، دبی، تنظیم سیستم تنفسی)؛

ث- پارامترهای آزمون در آزمون صحه‌گذاری فیلتر گاز در دبی معین (گاز آزمون، غلظت، محصولات واکنش درصورت امکان، غلظت شکست، زمان شکست، رطوبت، دما، دبی)؛

ج- پارامترهای آزمون برای آزمون مهاجرت و واجذبی (مدت زمان انجام آزمون، محصولات آزمون در صورت امکان، پایان دادن، پرتودهی اولیه قبل از واجذبی).

۵ الزامات عمومی آزمون

به‌جز در موارد مشخص‌شده، مقادیر مندرج در این استاندارد، به عنوان مقادیر اسمی بیان شده است. به جز برای محدوده‌های دمایی، مقادیری که به عنوان بیشینه و یا کمینه بیان نشده‌اند، باید دارای رواداری ٪۵± باشند. به‌جز در موارد مشخص‌شده، دمای محیط آزمون باید بین ۱۶°C و ۳۲°C و رطوبت نسبی ٪(۳۰±۵۰) باشد. و هر محدوده دمای مشخص‌شده باید دارای درستی ۱° C± باشد.

1- Integral dose

۶ اصول

۶-۱ آزمون‌های جذب

۶-۱-۱ آزمون ظرفیت گاز

به منظور تعیین زمان شکست گاز به کار رفته در شرایط معین، فیلترهای گاز و ترکیبی، در معرض آزمون گاز تعریف شده تحت شرایط داده‌شده، قرار می‌گیرند.

۶-۱-۲ آزمون صحه‌گذاری فیلترگاز در دبی‌های معین

به منظور ارزیابی این‌که آیا زمان شکست از یک حداقل مشخص‌شده بیشتر شده است یا خیر، فیلترهای گاز و ترکیبی در معرض یک آزمون گاز تعریف‌شده تحت دبی‌های افزایش‌یافته، قرار می‌گیرند.

۶-۲ آزمون‌های مهاجرت و واجذبی

۶-۲-۱ آزمون‌های مهاجرت A و آزمون‌های مهاجرت B

فیلترهای گاز و ترکیبی در معرض آزمون گاز تعریف شده تحت شرایط داده‌شده قرار می‌گیرند. بعد از قرارگیری در معرض آزمون، فیلتر تحت شرایط تعریف‌شده نگهداری می‌شود. بعد از نگهداری، به منظور تعیین توانایی فیلتر برای نگهداری گاز آزمون، هوای تمیز (آزمون مهاجرت A) یا گاز آزمون (آزمون مهاجرت B) از فیلتر عبور داده می‌شود.

۶-۲-۲ آزمون واجذبی

فیلترهای گاز و ترکیبی در معرض آزمون گاز تعریف‌شده تحت شرایط داده‌شده قرار می‌گیرند. بعد از قرارگیری در معرض آزمون، به منظور تعیین توانایی فیلتر برای نگهداری گاز آزمون، بلافاصله هوای تمیز از فیلتر عبور داده می‌شود.

۶-۳ آزمون دینامیکی کربن مونواکسید (CO) فیلتر نوع CO

به منظور تعیین غلظت خروجی CO در زمان اضافه و دز تجمعی، فیلتر گاز CO یا فیلتر ترکیبی دارای نوع CO، تحت شرایط داده‌شده، در معرض CO قرار داده می‌شوند.

۷ دستگاه

۷-۱ دستگاه جریان ثابت

دستگاه آزمون شامل ۳ بخش است:

الف- مولد گاز چالش‌زا؛

ب- محفظه آزمون؛

پ- آشکارساز.

شکل طرح‌واره از دستگاه آزمون به عنوان مثال در شکل ۱ نشان داده‌شده است.

۷-۲ مولد گاز چالش‌زا

غلظت گاز چالش‌زا را می‌توان با استفاده از روش‌های متعدد ایجاد کرد. از جمله این روش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف- با استفاده از گازِ از پیش رقیق شده[1] (در هوا)؛

ب- رقیق‌سازی[2] یک گاز به‌وسیله یک گاز حامل (هوا)؛

پ- تبخیر یک ماده شیمیایی در گاز حامل (هوا)؛

ت- آماده‌سازی در محل[3] از طریق واکنش شیمیایی در جایی‌که محصول داخل گاز حامل می‌شود (هوا).

باید مدنظر قرار داد که به‌دلیل جذب‌سطحی گاز آزمون در دیوارهای سیستم تولید گاز و محفظه آزمون، تثبیت غلظت گاز آزمون مدتی طول می‌کشد.

۷-۳ محفظه آزمون

به‌منظور جادادن سیستم فیلتر تحت آزمون، محفظه آزمون فیلتر باید به اندازه کافی بزرگ باشد و باید قرارگیری درمعرض فیلتر همگن ممکن باشد.

ساختار محفظه باید در برابر گاز آزمون مقاوم باشد، همچنین در برابر نشت محکم بوده و باید به‌طور ایمن، قدرت تحمل هر نوع فشار تولیدی احتمالی، خواه مثبت یا منفی را داشته باشد.

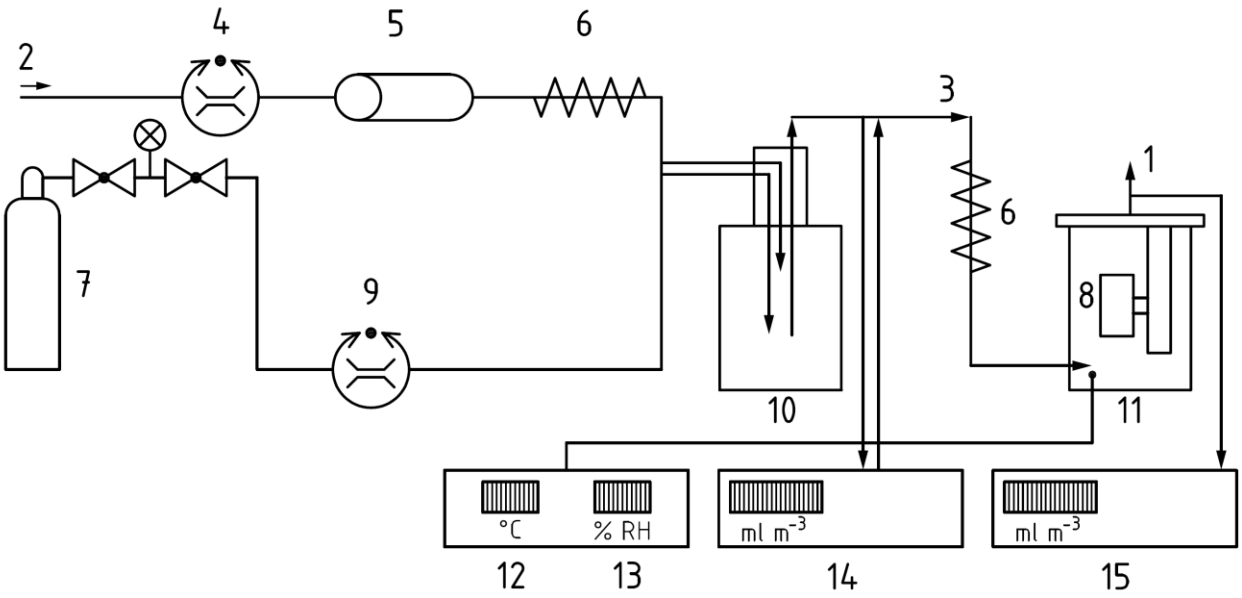
جهت‌گیری نمونه باید طوری باشد که جریان گاز به‌طور افقی و در امتداد خطی در مسیر حداقل عمق بستر فیلتر باشد. جریان گاز نباید به‌طور مستقیم بر روی سطح فیلتر تاثیر داشته باشد.

۷-۴ آشکارساز

زمان پاسخ‌دهی سیستم آشکارساز، شامل خطوط نمونه‌گیری و اتصال، باید شناخته شده و مورد توجه قرارگیرد.

آشکارساز باید دارای قدرت تفکیک و حساسیت کافی برای تعیین درست ٪۱۰ غلظت شکست معین را داشته باشد.

1- Prediluted
2- Dilution
3- Situ preparation



راهنما:

۱ اگزوز (خروجی)	۶ خنک‌کننده آب/ترموستات	۱۱ محفظه آزمون
۲ هوا	۷ گاز چالش‌زا	۱۲ آشکارساز: دما
۳ گاز آزمون	۸ نمونه گاز	۱۳ آشکارساز: رطوبت نسبی
۴ کنترل‌کننده جریان	۹ کنترل‌کننده جریان	۱۴ آشکارساز: گاز آزمون
۵ مرطوب‌کننده	۱۰ ظرف اختلاط	۱۵ آشکارساز: شکست

شکل ۱- نمودار طرح‌واره دستگاه آزمون نوعی برای آزمون ظرفیت گاز جریان ثابت

۷-۵ دستگاه برای جریان دینامیکی

نمودار طرح‌واره چیدمان آزمون، در شکل ۲ ارائه شده است که به‌طور عمده شامل موارد زیر است:

الف- سیستم تنفس مجهز به دریچه‌های کنترل؛

ب- مرطوب‌کننده؛

پ- دبی‌سنج گاز آزمون و هوا؛

ت- محفظه آزمون مجهز به دریچه نمونه و اگزوز (خروجی)؛

ث- آنالایزر گاز آزمون؛

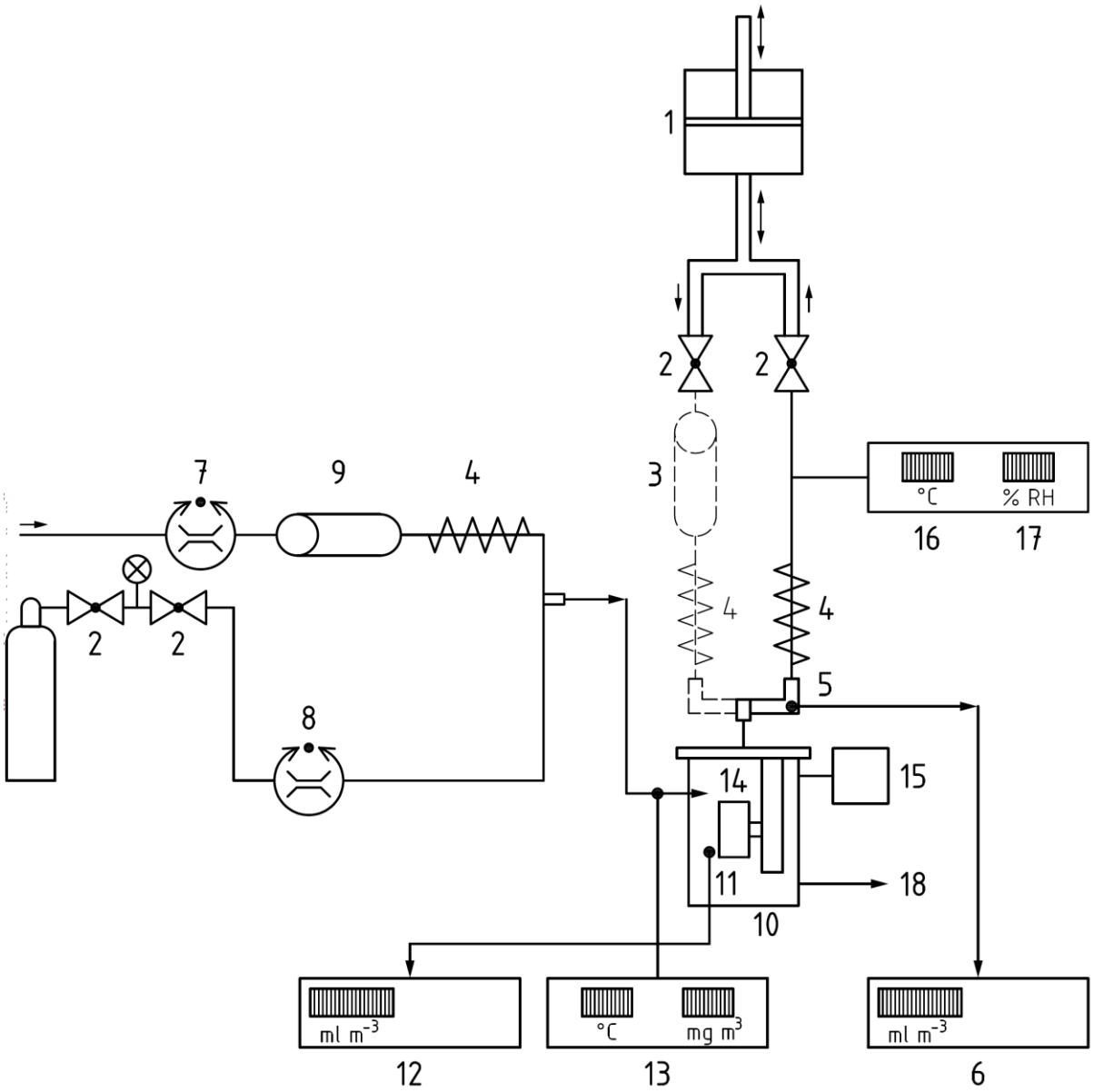
ج- وسیله اندازه‌گیری فشار، دمای حباب تر و حباب خشک و مقدار رطوبت؛

چ- سردیس[1] یا رابط[2] مناسب؛

ح- منبع گاز آزمون؛

خ- مبدل برای شیر قابل‌تعویض دم/بازدم، درصورت امکان.

1- Head form
2- Adapter



راهنما

۱ دستگاه تنفسی
۲ شیرهای کنترل
۳ مرطوب‌کننده و گرم‌کننده (برای روش دوطرفه)
۴ خنک‌کننده گاز
۵ نقطه نمونه‌گیری برای آنالایزر CO
۶ آشکارساز: آنالایزر CO
۷ دبی‌سنج اتمسفر آزمون
۸ دبی‌سنج برای کربن مونواکسید
۹ مرطوب‌کننده
۱۰ محفظه آزمون
۱۱ نقطه نمونه‌گیری محتوی CO در محیط آزمون
۱۲ آشکارساز: آنالایزر CO
۱۳ آشکارساز: حس‌گر رطوبت
۱۴ نمونه آزمون، سردیس یا رابط مناسب
۱۵ حس‌گر فشار
۱۶ آشکارساز: حس‌گر دما
۱۷ آشکارساز: حس‌گر رطوبت
۱۸ اگزوز (خروجی)

شکل ۲- نمودار طرح‌واره تجهیزات آزمون نوعی برای آزمون ظرفیت چرخه CO با استفاده از مبدل فیلتر

۸ روش‌ها

۸-۱ کلیات

جز در موارد مشخص‌شده در استاندارد عملکرد، قبل از انجام آزمون، نمونه آزمون باید حداقل به مدت چهار ساعت در دمای (۳±۲۱)°C، در کوچکترین بسته‌بندی تجاری موجود، نگهداری شود، نمونه آزمون باید در محفظه آزمون نصب شود و در معرض چالش مناسب گاز در جریان معین قرار گیرد.

نمونه و اتصال اولیه آن باید در معرض گاز چالش‌زا قرار گیرد به‌طوری‌که نشتی در نقطه اتصال اولیه تشخیص داده شود. رابط[1] باید در داخل محفظه درزبندی شده باشد به‌طوری‌که در جایی که رابط قرار است به واسط تنفسی متصل‌شود، هیچ نشتی رخ ندهد.

اگر نمونه به رابط استاندارد وصل شود، شرایط فوق به‌راحتی حاصل می‌شود. اگر نمونه به رابط غیراستاندارد مجهز شود، اتصالات مورد نیاز می‌تواند توسط سازنده یا ازطریق جداسازی با وسیله مناسب تامین شود. درجایی‌که فیلتر گاز در قسمت یکپارچه RPD است، برای نصب، تمامی وسیله باید به‌طور موثر در داخل محفظه آزمون، درزبندی شود.

برای به‌دست‌آوردن غلظت سیال ورودی معین و اندازه‌گیری غلظت خروجی، هر روش تجربی ممکن است به‌کار رود. غلظت‌ها را مطابق محدوده‌های زیر تهیه کنید:

الف- غلظت سیال ورودی: ٪۱۰± مقدار چالش‌زای معین؛

ب- غلظت خروجی: ٪۲۰± مقدار شکست معین.

۸-۲ شرایط جریان آزمون

۸-۲-۱ کلیات

تمامی آزمون‌ها باید طوری انجام شوند که جریان گاز آزمون به‌طور افقی و در امتداد خطی با کمینه عمق بستر فیلتر باشد. باید مراقبت‌هایی انجام شود که گاز آزمون ترجیحا روی یک قسمت فیلتر یا سیستم فیلتر هدایت نشود.

غلظت گاز آزمون باید قبل از شروع آزمون تثبیت شود.

۸-۲-۲ فیلترهای چندگانه

وقتی یک فیلتر از فیلترهای چندگانه وسیله، به‌طور جداگانه مورد آزمون قرار می‌گیرد، جریان هوای مشخص‌شده برای آزمون، باید توسط چندین فیلتر که جریان هوا در آنها متناسب است، تقسیم شود. در صورتی‌که امکان استفاده یک فیلتر از فیلتر چندگانه وجود داشته باشد، در این‌صورت باید جریان هوای کامل برای آزمون استفاده شود.

1- Connector

اگر مقاومت فیلتر مطابق معادله (۱) باشد، در این صورت می‌توان فیلتر را به‌عنوان یک فیلتر واحد با جریان متناسب آزمون نمود. اگر مقاومت تنفسی فیلتر مطابق با معادله (۱) نباشد، فیلترها باید در واحد کامل و در دبی کل آزمون شوند.

$$\frac{R_{max}-R_{min}}{\bar{R}} \leq 0.2 \qquad (۱)$$

که در آن:

R_{max} مقاومت حداکثر؛

R_{min} مقاومت حداقل؛

$\bar{R}$ مقاومت میانگین.

هنگام آزمون یک فیلتر از فیلترهای چندگانه با جریان هوای آزمون متناسب، باید الزامات عملکردی مناسب با استاندارد عملکرد، برآورده شود.

۸-۳ آزمون ظرفیت گاز

۸-۳-۱ کلیات

به‌جز موارد مشخص‌شده، آزمون ظرفیت گاز باید با استفاده از جریان ثابت انجام شود. آزمون CO باید با استفاده از جریان دینامیک انجام شود.

۸-۳-۲ آزمون جریان ثابت

گازهای آزمون به‌کار رفته باید مطابق استانداردهای عملکردی باشند.

گاز آزمون باید در حالت جریان پیوسته دبی، رطوبت و دمای مشخص‌شده در استاندارد عملکرد، از فیلتر عبور داده شود.

در صورت امکان، غلظت گاز آزمون و محصولات واکنش مشخص‌شده در هوای خروجی، باید در مدت آزمون تا وقوع شکست، یا تا رسیدن به زمان شکست (شامل تصحیح تغییرات مقادیر اسمی غلظت سیال ورودی) هر کدام که زودتر باشد، ثبت شود.

زمان شکست اندازه‌گیری‌شده، $t_{br(\text{اندازه‌گیری‌شده})}$، باید توسط تناسب خطی، ساده واقعی، $C_{(\text{واقعی})}$ ، و مشخص‌شده $C_{(\text{مشخص‌شده})}$ ، غلظت سیال ورودی مطابق معادله (۲)، به زمان شکست تصحیح‌شده، $t_{br(\text{تصحیح‌شده})}$ تنظیم شود.

$$t_{br(\text{تصحیح‌شده})} = t_{br(\text{اندازه‌گیری‌شده})} \times C_{(\text{واقعی})} / C_{(\text{مشخص‌شده})} \qquad (۲)$$

مثال:

$C_{(\text{مشخص‌شده})}$ = ۵۰۰۰ ml/m^3

$C_{(\text{واقعی})}$ = ۴۷۷۳ ml/m^3

$t_{br(\text{اندازه‌گیری‌شده})}$ = ۴۴ min

$t_{br(\text{تصحیح‌شده})}$ = ۴۴ min ×۴۷۷۳ml/m^3/۵۰۰۰ ml/m^3 = ۴۲ min

۸-۳-۳ آزمون جریان دینامیک

۸-۳-۳-۱ کلیات

نمونه‌ای که آزمون می‌شود، هنگامی که به عنوان یک جز مجزا آزمون می‌شود، باید روی سردیس یا مبدل مناسب نصب شود. هنگامی‌که به عنوان یک جز مجزا آزمون می‌شود، آزمون باید با دریچه‌هایی برای شبیه‌سازی شرایط جریان هوای مربوط، انجام شود.

جزئیات سردیس و روزنه‌های راه‌هوا در قسمت‌های بعدی این استاندارد ارائه خواهد شد.

یادآوری- ممکن است استفاده از یک درزبند برای تضمین درزبندی موثر بین وسیله و سردیس یا مبدل لازم باشد.

تحویل گاز آزمون به محفظه آزمون باید بیشتر از میانگین جریان عبوری از وسیله باشد، به‌طوری‌که در مدت آزمون، اختلاف حداکثر فشار محفظه آزمون نسبت به محیط از ۵۰Pa ± نباید بیشتر شود.

با استفاده از تنظیم سیستم تنفسی نسبت به تعداد نسبی دور بر دقیقه و حجم بر ضربه، باید شرایط زیر در محفظه آزمون به عنوان پیش‌شرط برقرار شود.

- رطوبت (مقدار نم اتمسفر آزمون): RH ٪ (۳۰ ± ۵۰)؛
- دمای اتمسفر آزمون: ۱۶°C تا °C ۳۲؛
- دمای هوای بازدم: °C(۱ ± ۳۷)؛
- رطوبت هوای بازدم: ٪۹۵ تا ٪۱۰۰.

دما و رطوبت هوای بازدم و اتمسفر آزمون باید با استفاده از تثبیت‌کننده‌های مناسب کنترل شود.

غلظت‌های گاز آزمون و بخار آب، همچنین فشار تفاضلی در محفظه آزمون، باید به‌طور پیوسته در مدت آزمون پایش و ثبت شود. اثر رطوبت اتمسفر چالش‌زا توسط هوای بازدم در حال برگشت به محفظه آزمون باید توسط اعمال نقطه اندازه‌گیری رطوبت کافی مورد توجه قرار گیرد.

اثر فشار تفاضلی و رقیق‌شدگی اتمسفر چالش‌زا توسط هوای بازدم در حال برگشت به محفظه آزمون باید مورد توجه قرار گیرد و در نتیجه غلظت گاز آزمون و رطوبت باید تنظیم شود.

باید دقت شود که تاثیر هوای بازدم بر غلظت گاز چالش‌زا در نقطه ورودی هوا به نمونه آزمون حداقل شود. دمای حباب خشک و غلظت گاز چالش‌زا باید ۱۰mm تا ۲۰mm در جلوی ورودی هوای نمونه آزمون، اندازه‌گیری شود.

دمای حباب خشک هوای دم باید با استفاده از ترموکوپل با سرعت پاسخ‌دهی بالا اندازه‌گیری شود (برای مثال: ترموکوپل نیکل کروم- نیکل با قطر ۰٫۲mm).

۸-۳-۳-۲ روش دوطرفه

در روش دوطرفه، جریان گاز آزمون از فیلتر در طول فاز دم و بازدم عبور می‌کند. این روش نیازمند دستگاه آزمونی مطابق شکل ۲ است که در آن باید از مرطوب‌کننده (راهنمای ۳) و سردکننده گاز (راهنمای ۴) استفاده شود.

۸-۳-۳-۳ روش یک‌طرفه

در روش یک‌طرفه، جریان گاز آزمون فقط در طول فاز دم از فیلتر عبور می‌کند. این روش نیازمند دستگاه آزمونی مطابق شکل ۲ است که در آن نباید از مرطوب‌کننده (راهنمای ۳) و سردکننده گاز (راهنمای ۴) استفاده شود.

۸-۴ آزمون صحه‌گذاری فیلتر گاز در دبی‌های معین

گازهای آزمون مورد استفاده باید با آنچه در استانداردهای عملکردی مشخص‌شده است، مطابقت کنند.

گاز آزمون باید در حالت جریان پیوسته در دبی، رطوبت و دمای مشخص‌شده در استاندارد عملکردی از فیلتر عبور داده شود.

در صورت امکان، باید غلظت گاز آزمون و محصولات معین واکنش، در هوای خروجی در مدت آزمون، تا وقوع شکست یا تا رسیدن به حداقل زمان مشخص‌شده (شامل تصحیح تغییرات از مقادیر اسمی غلظت سیال ورودی)، هر کدام که زودتر باشد، ثبت شود.

یک روش جایگزینه برای انجام آزمون صحه‌گذاری در دبی معین بیشتر از ۱۱۰l/min برای انواع فیلترهای غیرکاتالیزی OV، AC، BC و OG، یا ترکیبات آنها، در پیوست ب ارائه‌شده است.

۸-۵ آزمون مهاجرت A و آزمون مهاجرت B

۸-۵-۱ آزمون مهاجرت A

فیلترها باید در معرض گاز آزمون مشخص‌شده در استاندارد عملکردی قرار گیرند.

بعد از قرارگیری در معرض گاز، فیلترهای استفاده‌شده باید به‌مدت (۶ ± ۶۶) ساعت طبق اطلاعات ارائه‌شده توسط سازنده برای استفاده بعدی، انبار شوند. بعد از انبارش، باید هوای تمیز با دبی، رطوبت و دمای اعلام‌شده در استاندارد عملکردی از فیلتر عبور داده شود.

طول آزمون مهاجرت و شرایط پایان آزمون باید در استاندارد عملکردی مشخص‌شود. در صورت امکان، غلظت گاز آزمون و محصولات واکنش مشخص‌شده در هوای خروجی باید به‌طور پیوسته در مدت آزمون ثبت شوند.

۸-۵-۲ آزمون مهاجرت B

فیلترها باید در معرض گاز آزمون مشخص‌شده در استاندارد عملکردی قرار گیرند.

بعد از قرارگیری در معرض گاز، فیلترهای استفاده‌شده باید به‌مدت (۶±۶۶) ساعت طبق اطلاعات ارائه‌شده توسط سازنده برای استفاده بعدی، انبار شوند. بعد از انبارش، باید گاز آزمون با دبی، رطوبت و دمای اعلام‌شده در استاندارد عملکردی از فیلتر عبور داده شود.

مدت آزمون مهاجرت و شرایط پایان آزمون باید در استاندارد عملکردی مشخص شود. در صورت امکان، غلظت گاز آزمون و محصولات واکنش مشخص‌شده در هوای خروجی باید به‌طور پیوسته در مدت آزمون ثبت شوند.

۸-۶ آزمون واجذبی

فیلترها باید در معرض گاز آزمون مشخص‌شده در استاندارد عملکردی قرارگیرند.

بلافاصله پس از قرارگیری در معرض آزمون، باید هوای تمیز در دبی، رطوبت و دمای استفاده‌شده در آزمون ظرفیت فیلتر گاز، از فیلتر عبور داده شود. مدت زمان آزمون واجذبی و شرایط پایان آزمون باید در استاندارد عملکردی مشخص شود. در صورت امکان، غلظت عامل پیش واجذبی و محصولات واکنش مشخص‌شده در هوای خروجی باید به‌طور پیوسته در طول آزمون، ثبت شود.

۹ گزارش آزمون

۹-۱ کلیات

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات موارد مشخص‌شده در بند ۴ به همراه اطلاعات ارائه‌شده در بندهای ۹-۲ تا ۹-۶ باشد.

۹-۲ آزمون ظرفیت گاز

زمان شکست تصحیح‌شده یا زمان آزمون، یا علت عدم وقوع شکست را گزارش کنید.

۹-۳ آزمون صحه‌گذاری فیلتر گاز در دبی معین

وقوع شکست را در هر صورت قبل از حداقل زمان مشخص‌شده گزارش کنید و برای روش‌های جایگزینه، زمان شکست واقعی را گزارش کنید.

۹-۴ آزمون مهاجرت

در صورت امکان، حداکثر غلظت گاز آزمون و محصولات واکنش را در هوای خروجی و زمان مربوط گزارش کنید.

۹-۵ آزمون واجذبی

در صورت امکان، حداکثر غلظت گاز آزمون و محصولات واکنش را در هوای خروجی و زمان مربوط گزارش کنید.

۹-۶ آزمون دینامیکی CO

به مرور غلظت CO خروجی و دز تجمعی را گزارش کنید.

۱۰ عدم قطعیت اندازه‌گیری

تخمین عدم قطعیت اندازه‌گیری این روش آزمون، باید مطابق با استاندارد ISO/TS 21748 انجام شود. مقدار این تخمین نباید از ٪۱۰± بیشتر شود.

یادآوری- استفاده از استانداردهای انتقال[1] می‌تواند به ایجاد عدم‌قطعیت رایج در اندازه‌گیری‌های بین آزمایشگاهی کمک کند.

1- Transfer standards

پیوست الف

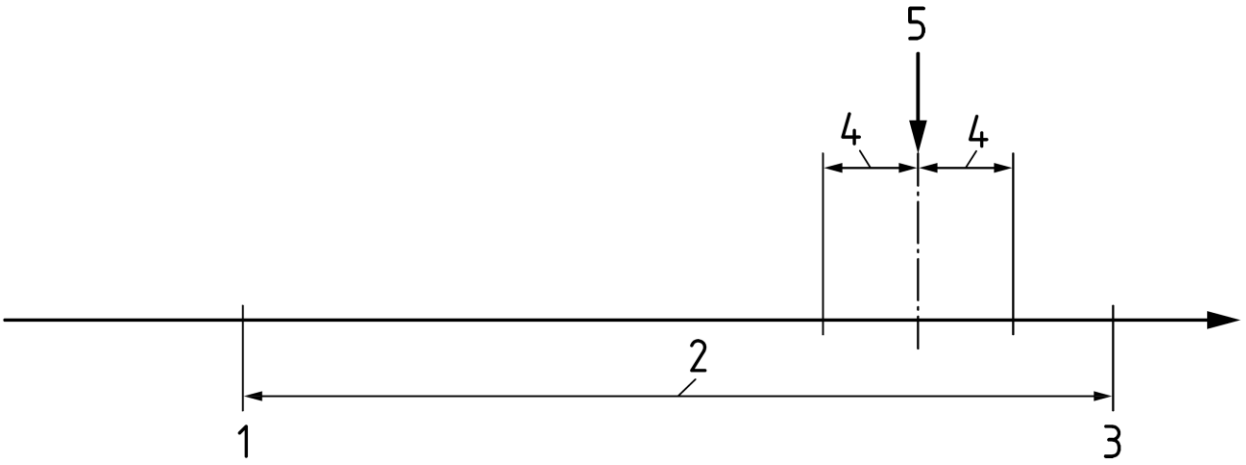
(الزامی)

کاربرد عدم‌قطعیت اندازه‌گیری

الف-۱ تعیین انطباق

برای تعیین انطباق، یا در غیر این‌صورت برای اندازه‌گیری انجام شده مطابق این روش، زمانی که با حدود ویژگی ارائه شده در استاندارد وسایل حفاظت مقایسه می‌شود، قرارداد زیر باید به کار رود.

اگر نتیجه آزمون ± عدم قطعیت اندازه‌گیری، U، کاملا در داخل ناحیهٔ ویژگی‌ها برای آزمون خاص ذکر شده در استاندارد عملکرد قرار گیرد، به منزلهٔ قبولی در آزمون و چنان‌چه در خارج ناحیهٔ ویژگی‌های استاندارد قرار گیرد به منزلهٔ رد نمونه آزمون است (به شکل‌های الف-۱ و الف-۲ مراجعه شود).



راهنما:

۱ حد پایین ویژگی

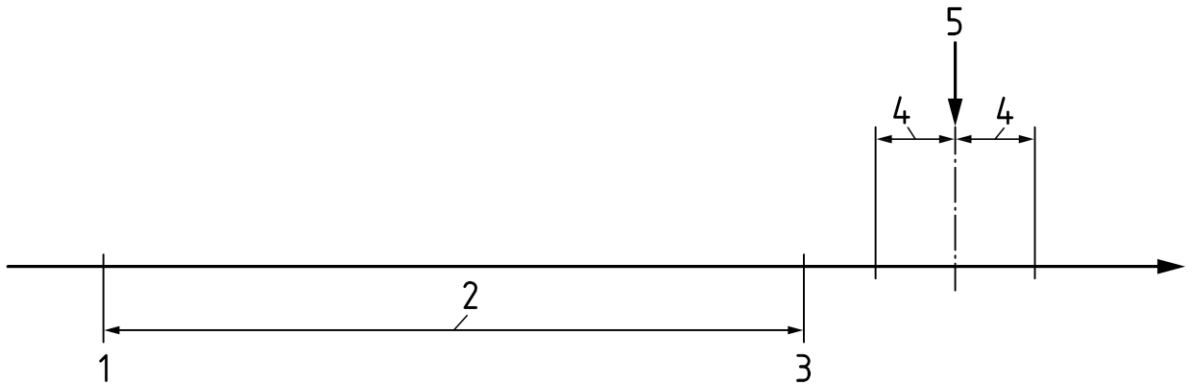
۲ ناحیه ویژگی

۳ حد بالای ویژگی

۴ عدم قطعیت اندازه‌گیری، U

۵ مقدار اندازه‌گیری‌شده

شکل الف۱- نتیجه قبولی



راهنما:

۱ حد پایین ویژگی

۲ ناحیه ویژگی

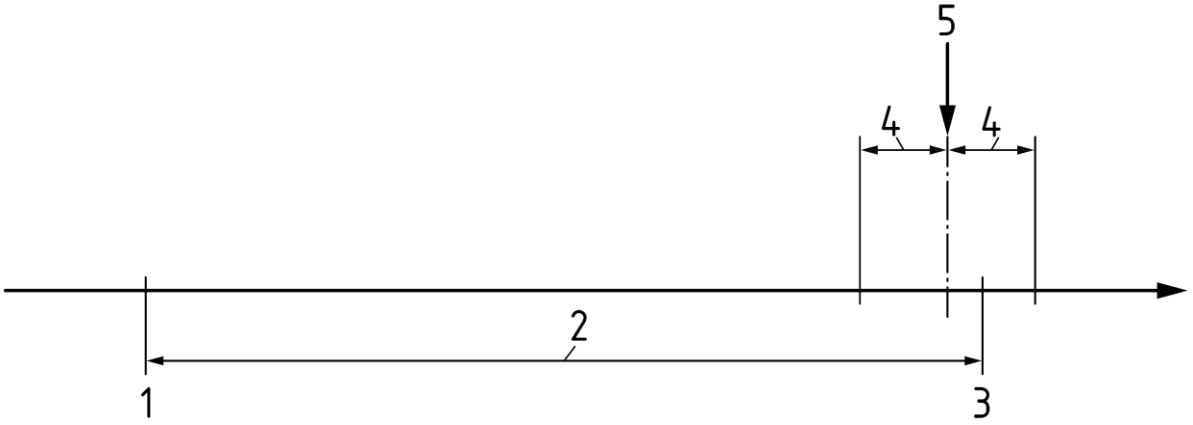
۳ حد بالای ویژگی

۴ عدم قطعیت اندازه‌گیری، U

۵ مقدار اندازه‌گیری‌شده

شکل الف۲- نتیجه ردی

اگر نتیجه آزمون ± عدم قطعیت اندازه‌گیری، U، ، با ناحیهٔ ویژگی‌ها برای آزمون مورد نظر در استاندارد عملکرد، همپوشانی داشته باشد، در این‌صورت باید برای ایمنی بیشتر مصرف‌کننده، نتایج ارزیابی مردود اعلام شود (به شکل الف-۳ مراجعه‌شود).



راهنما:

۱ حد پایین ویژگی

۲ ناحیه ویژگی

۳ حد بالای ویژگی

۴ عدم قطعیت اندازه‌گیری، U

۵ مقدار اندازه‌گیری‌شده

شکل الف۳- نتیجه ردی

پیوست ب

(اطلاعاتی)

روش جایگزینه برای آزمون صحه‌گذاری فیلتر گاز در دبی معین

ب-۱ اصول

برای پیش‌بینی زمان شکست در دبی معین از اندازه به‌دست‌آمده در دبی‌های پایین‌تر، از روش برون‌یابی ریاضی استفاده کنید.

ب-۲ زمان شکست نظری

ب-۲-۱ معادله ویلر- جوناس[1]

زمان شکست نظری می‌تواند با استفاده از معادله پیش‌بینی ویلر- جوناس محاسبه شود:

$$t_{\mathrm{b}} = \frac{W_{\mathrm{e}}}{C_0 Q}\left\{W - \frac{\rho_{\mathrm{B}} Q\, l_{\mathrm{n}}\left[\left(C_0 - C_{\mathrm{x}}\right)/C_{\mathrm{x}}\right]}{k_{\mathrm{v}}}\right\} \qquad \text{ب-۱}$$

که در آن:

t_{b} زمان شکست؛

W_{e} حداکثر جرم ماده جذب‌شده در گرم جاذب سطحی که می‌تواند در غلظت به کار رفته (تعادل) جذب سطحی شود؛

C_0 غلظت گاز به کار رفته؛

C_{X} غلظت سیال خروجی که در آن زمان شکست ثبت می‌شود؛

Q دبی حجمی؛

W جرم جاذب سطحی که در زمان شکست جذب می‌شود، t_{b}؛

ρ_{B} چگالی حجمی جاذب سطحی؛

k_{v} ثابت سرعت شبه مرتبه اول[2] برای فرآیند جذب سطحی؛

ln لگاریتم طبیعی.

ب-۲-۲ ثابت‌های تعریف‌شده

$$A = W_e W$$

$$B = \frac{W_{\mathrm{e}}\rho_{\mathrm{B}}}{k_{\mathrm{V}}}$$

1- Wheeler-Jonas equation
2- Pseudo-first-order rate constant

و

$$t_b = \frac{A}{C_0} \times \frac{1}{Q} - \frac{B\, l_n\left[(C_0 - C_x)/C_x\right]}{C_0} \qquad \text{ب-۲}$$

زمان شکست در دبی معین، از ترسیم t_b نسبت به $\frac{1}{Q}$ یا با استفاده از معادله ب-۲ به‌دست می‌آید.

ب-۳ کاربرد

به انواع فیلتر غیرکاتالیزی OV، AC، BC و OG یا ترکیبات آن‌ها محدود می‌شود.

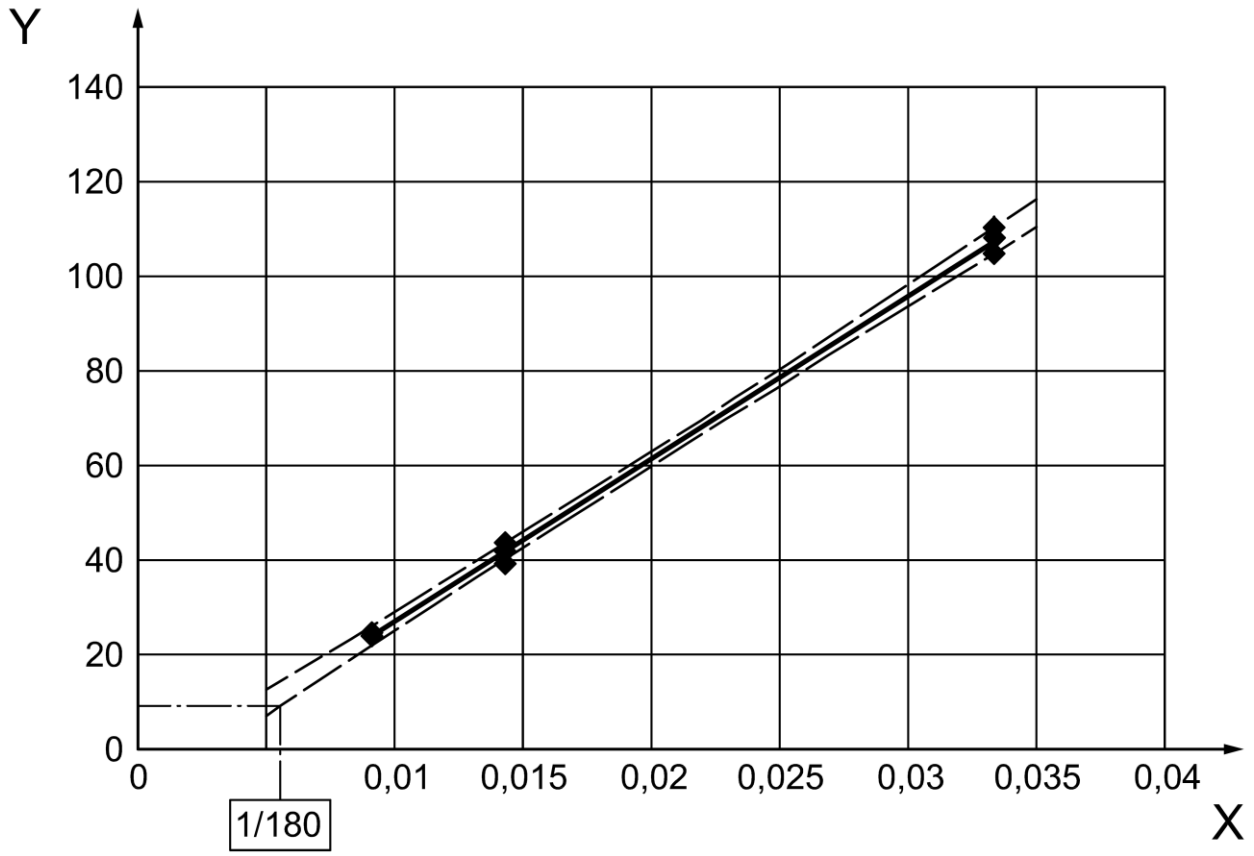
ب-۴ روش انجام آزمون

زمان شکست باید حداقل در ۳ دبی، ترجیحا با فواصل مساوی روی محور $\frac{1}{Q}$، اندازه‌گیری شود.

باید دو دبی آزمون ظرفیت گاز و پایینی برای آزمون صحه‌گذاری باشند. سومین دبی باید ٪(۵ ± ۴۰) دبی معین باشد.

برای هر دبی، حداقل ۳ نمونه باید مورد آزمون قرار گیرد.

برای درستی بیشتر، ممکن است آزمون در دبی‌های دیگر هم انجام شود.



راهنما:

X جریان متقابل[1] (min/l)

Y زمان شکست (min)

معادله تحلیل رگرسیون: $Y = 3442.9\ X - 7.2726$; $R^2 = 0.9977$

♦ زمان شکست اندازه‌گیری‌شده

---------- فاصله اطمینان ٪۹۵

—·—·— سطح اطمینان پایین زمان شکست پیش‌بینی‌شده در ۱۸۰l/min

1- Reciprocal

شکل ب۱- مثالی برای تحلیل رگرسیون و پیش‌بینی زمان شکست

ب-۵ تحلیل داده‌ها

مطابق آنچه در شکل ب-۱ مشخص شده است، تحلیل رگرسیون خطی زمان شکست را به عنوان تابع جریان متقابل انجام دهید. شیب محاسبه‌شده توسط تحلیل رگرسیون برابر با عبارت A/C_0 معادله (ب-۲) است.

عرض محاسبه‌شده توسط تحلیل رگرسیون برابر با عبارت دوم معادله (ب-۲) است.

ب-۶ تعیین زمان شکست

زمان شکست باید به‌عنوان حد اطمینان پایین‌تر ٪۹۵ زمان شکست پیش‌بینی‌شده برای جریان ۱۸۰l/min محاسبه شود. فرمول این محاسبه عبارت است از:

$$y_{LCL} = \hat{y}_{180} - t_{\alpha/2} \times \sqrt{MS_{\text{Res}}} \times \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(1/180 - \overline{1/Q})^2}{\sum_i (1/Q_i - \overline{1/Q})^2}}$$ ب-۳

که در آن:

$\hat{y}_{180}$ زمان شکست پیش‌بینی شده توسط معادله ب-۲ در جریان ۱۸۰l/min؛

$t_{\alpha/2}$ آمار t استودنت[1] فاصله اطمینان بر پایه درجه آزادی n-2؛

n تعداد نقاط داده‌های استفاده‌شده در تحلیل رگرسیون (حداقل ۹ نقطه)؛

$\overline{1/Q}$ میانگین جریان‌های متقابل در تنظیم داده‌ها.

عبارت MS_{Res} واریانس تخمینی زمان شکست پیش‌بینی‌شده است:

$$MS_{\text{Res}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{y}_i\right)^2}{n-2}$$ ب-۴

که در آن:

y_i زمان شکست اندازه‌گیری‌شده برای تعداد i نمونه؛

$\hat{y}i$ زمان شکست پیش‌بینی‌شده توسط معادله (ب-۲) در جریان مشابه.

همچنین عبارت MS_{Res} به‌عنوان خطای استاندارد تخمین y، که به‌عنوان SE[y] طراحی شده است، شناخته می‌شود.

نرم‌افزار تحلیل آماری تجاری، محاسبه مقادیر ذکرشده در این پیوست را می‌تواند آسان‌تر کند.

1- Student's *t* statistic

کتابنامه

[1] Wheeler, A., Performance of Fixed-Bed Catalytic Reactors with poison in the feed, J. Catal. 1969; 13: 299

[2] Jonas, L.A. and Rehrmann, J.A., Predictive Equations in Gas Adsorption Kinetics, Carbon 1973; 11: 59