INSO
20145
1st. Edition
2014

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

استاندارد ملی ایران
۲۰۱۴۵
چاپ اول
۱۳۹۳

کیفیت هوا- تعیین خصوصیات فیلتراسیون قابل پاکسازی - روش آزمون

Air quality - Test method for filtration charactrerization of cleanable filter media

ICS: 13.040.40

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه 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 یک صد 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند. در کمیتهٔ ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین‌ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته‌شده 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 بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه 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 پیش‌بینی‌شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی 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 سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه 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 آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی 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 for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" کیفیت هوا –تعیین خصوصیات فیلتراسیون فیلتر قابل پاکسازی- روش آزمون "

رئیس:	**سمت و/یا نمایندگی**
یزدانی، ژیلا (فوق‌لیسانس شیمی فیزیک)	اداره کل استاندارد استان کردستان
دبیر:	
عبدی، کمال (فوق‌لیسانس شیمی معدنی)	اداره کل استاندارد استان کردستان
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
جواهری، هومن (فوق‌لیسانس مهندسی شیمی)	اداره کل استاندارد استان کردستان
جهانگیر، علی (لیسانس شیمی محض)	اداره کل استاندارد استان کردستان
جهان‌نمای، آرمین (لیسانس شیمی محض)	اداره کل استاندارد استان کردستان
حسینی، حمید (فوق لیسانس شیمی تجزیه)	اداره کل استاندارد استان کردستان
حنفی، قربان محمد (فوق لیسانس صنایع غذایی)	اداره کل استاندارد استان کردستان
زاهدی، محمد سعید (لیسانس مهندسی نساجی)	اداره کل استاندارد استان کردستان
ساعد پناه، وریا (لیسانس علوم و صنایع غذایی)	اداره کل استاندارد استان کردستان
صمدی، سعدی (دکترای شیمی آلی)	دانشگاه کردستان

عبدی، عطاء (لیسانس بهداشت محیط)	مرکز بهداشت شهرستان سنندج
محمدی، حمید (فوق لیسانس صنایع غذایی)	اداره کل استاندارد استان کردستان
معین افشار، اشکان (فوق لیسانس شیمی کاربردی)	اداره کل استاندارد استان کردستان

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش‌گفتار		ه
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	اصطلاحات و تعاریف	۱
۳	مراجع الزامی	۶
۴	اصول روش	۶
۵	مواد و/ واکنش‌گرها	۷
۶	**روشها و تجهیزات استاندارد مرجع**	۷
۷	**روش و فیلتر برای تست تجهیزات معادل و انتخاب آزمایشگاه‌ها**	۲۱
۸	**پردازش داده هاو بیان نتایج**	۲۲
پیوست الف (اطلاعاتی) تجهیزات آزمون		۲۹
پیوست ب (اطلاعاتی) سایر اطلاعات و ملاحظات		۳۴
کتابنامه		۳۷

پیش‌گفتار

استاندارد "کیفیت هوا –تعیین خصوصیات فیلتراسیون فیلتر قابل پاکسازی-روش آزمون" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در سی ویکمین جلسه کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۳/۲/۳۱ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادۀ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد، مصوب بهمن‌ماه 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 مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد، و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوطه مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 11057: 2011, Air quality - Test method for filtration charactrerization of cleanable filter medi

کیفیت هوا –تعیین خصوصیات فیلتراسیون، فیلتر قابل پاکسازی- روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف ازتدوین روش آزمون مرجع استاندارد برای توصیف مقایسه خصوصیات فیلتر پاک سازی به روش پالس جت، استفاده شده در اجزاء فیلتر (به عنوان مثال فیلتر های کیسه ای، فیلترهای پاکتی، فیلترهای کارتریجی) بکار رفته در پاک سازی گاز خشک تحت شرایط آزمون استاندارد شده را مشخص میکند. هدف اصلی از انجام آزمون به دست آوردن اطلاعات در مورد کارکرد عملی و انتشار ذرات فیلتر قابل پاکسازی است.

لازم به ذکر است، زمانی که یک دستگاه تست و روش عملی توصیف منعکس می شوداستفاده شود، مشخص شده است که دستگاه ها ی دیگر با ترتیبات عملیاتی قابل قبول میتواند یافت شود. برای انتخاب یک دستگاه معادل، باید با دستگاه مرجع استاندارد با توجه به یک روش مشخص شده (مطابق بند ۶-۱) مقایسه شود. روش آزمون، ویژگی های امکانات مورد نیاز و شرایط آزمون نیز مانند ارزیابی و بیان نتایج، مشخص شود.

نتایج به دست آمده از این روش برای پیش بینی کارکرد مطلق امکانات فیلتر در مقیاس کامل بکار نمی رود. با این حال، آنها در انتخاب و توسعه فیلترهای مناسب قابل پاکسازی و شناسایی پارامترهای عملی مناسب کمک کننده هستند.

عملیات اضافی مانند تایید فیلتر در مورد انتشار $PM_{2,5}$ ، طبقه بندی فیلترهای مختلف با توجه به عملکرد فیلتراسیون خود و یا قابلیت پاکسازی و دوام اجزاء فیلتر (به عنوان مثال پروژه طول عمر کیسه) را می توان با استفاده از روش آزمون مشخص شده در اینجا معین کرد.

۲ مراجع الزامی

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

در صورتی‌که 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 آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مرجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

1- ISO 4225:1994 [2], 3.2

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌روند:

۳-۱ آئروسل[1]، تعلیق ذرات جامد، ذرات مایع و یا ذرات جامد و مایع با سرعت سقوط قابل اغماض در محیط گازی.

[ISO 4225:1994 [2], 3.2]

۳- ۲ پیرشدگی[2]، (کیفیت هوا) فرآیند اعمال شده در یک فیلتر برای شبیه سازی طولانی مدت عملیات فیلتراسیون.

یادآوری- نمونه هایی از تغییرت در رفتار، فرایند افت فشار و دوره زمانی هستند.

۳- ۳ سرعت مواجه با فیلتر، سرعت جریان (تحت شرایط عملیاتی) گازی که از ناحیه فیلتر عبور می کند و در همان ناحیه تقسیم می شود.

یادآوری ۱- سایر واژه های رایج مورد استفاده نسبت هوا به پارچه و نسبت گاز به پارچه هستند.

یادآوری۲- سرعت سرعت مواجه با فیلتر اغلب بر حسب متر مکعب برساعت متر مربع، یعنی متر در ساعت بیان شده است. واحد های جایگزین، متر در هر دقیقه و یا فیت در هر دقیقه می باشد.

۳-۴ واسنجی، (خصوصیات تصفیه هوا) مقایسه یک وسیله اندازه گیری (به عنوان مثال شمارنده نوری ذرات) با ابزار دیگر برای اندازه گیری مرجع، برای مثال، با استفاده از یک آئروسل آزمون مرجع با هدف تعیین دقیق یک پارامتر تجربی.

۳-۵ گاز پاک، جریان گاز خروجی فیلتر.

۳- ۶ فیلتر قابل پاکسازی، قسمتی از فیلتر که ویژگی آیرودینامیکی و ویژگی جمع آوری ذرات در آن قابل احیاء و یا قابل بازیابی هستند.

۳-۷ غلظت ذرات

۳-۷-۱ غلظت تعداد ذرات،(خصوصیات تصفیه هوا) تعداد ذرات در حجم گاز حامل.

یادآوری- غلظت تعداد ذرات بر حسب تعداد ذرات در هر متر مکعب یا متر مکعب متقابل بیان می شود.

۳-۷-۲ غلظت جرمی ذرات، جرم ذرات در حجم گاز حامل.

یادآوری- غلظت تعداد ذرات بر حسب گرم در متر مکعب بیان می شود.

۳- ۴ دوره زمانی (چرخه زمانی)، (کیفیت هوا) زمان بین دو پالس پاکیزه‌سازی تحت شرایط عملیاتی تعریف شده.

---

[1] - aerosol
[2] -ageing

۳- ۵ حد تشخیص غلظت گاز خالص،(خصوصیات تصفیه هوا) حداقل غلظت در گاز پاکسازی شده که می تواند به روشنی با روش وزن سنجی توصیف شده تعیین شود.

۳-۶ گاز کثیف[1] (پاکسازی نشده)، گاز دارای گرد و غبار که به سمت ورودی فیلتر تغذیه هدایت می‌شود.

۳- ۷ پراکندگی هوا، جریان گاز لازم برای پراکندگی گرد و غبار آزمون ، یعنی برای تغییر حالت گرد و غبار آزمون به صورت آئروسل.

یادآوری- برای پراکندگی، هوا باید خشک، بدون روغن بوده و درجه حرارت و سرعت جریان گاز نیز ثابت باشد.

۳-۸ کارآیی (راندمان) جمع اوری گرد و غبار، نسبت جرم ذرات جمع آوری شده توسط فیلتر به جرم ذرات ورودی به فیلتر

۳- ۹ قطر معادل ذرات، (خصوصیات تصفیه هوا) اندازه ذرات به دست آمده بر اساس یک روش خاص اندازه‌گیری است و با اصطلاح قطر " معادل " برای آن روش مربوطه بیان می شود.

یادآوری ۱- نمونه هایی از اندازه گیری های خاص عبارتند از: منطقه پیش بینی شده ، مساحت سطح ، حجم، جرم ، سرعت جریان یا زمان استراحت ، حرکت الکتریکی، شدت تفرق نور ، و میزان انتشار.

یادآوری۲- ذات این تعریف است که روش های اندازه گیری مختلف می تواند قطر معادل که لزوما منطبق نیست را تولید کند. برخی از قطرهای معادل مربوطه در بندهای ۲-۱۴ تا ۲-۱۶ تعریف شده است.

۳-۱۰ قطر آئرو دینامیکی، (خصوصیات تصفیه هوا) اندازه ذرات با شکل نا معین و دانسیته معین بر اساس سرعت یا رفتار بدون حرکت (هر دو منجر به قطر معادل مشابه میشود) ، نیز مربوط به رفتار جداسازی ذرات توسط اثرات انرسی[2] است.

یادآوری ۱- قطر آیرودینامیکی بر پایه دانسیته معادل $\rho=1000\ Kg/m^3$ است.

یادآوری۲- روش اندازه گیری شاخص، طبقه بندی ذرات یا جداسازی است.

۳-۱۱ پراکندگی نور معادل قطر ذرات، مقداراندازه یک ذره با شکل نامشخص، بر اساس سیگنال تفرق نور که توسط شمارنده ذرات نوری، تشخیص داده شده است و منعکس کننده قطر کروی معادل ذرات آئروسل (معمولا ذرات لاتکس) مورد استفاده برای واسنجی دستگاه اندازه گیری می‌باشد.

۳-۱۲ حجم معادل قطر ذرات، قطر یک کره با همان حجم به صورت ذره ناشناخته.

۳-۱۳ ناحیه (قسمت یا بخش) در معرض فیلتر، ناحیه سطح مقطع یک فیلتر که در طول آزمون به صورت مستقیم در معرض جریان گاز قرار دارد.

---

[1] -dirty gas

2 - aerodynamic diameter

۳- ۱۴ پایداری سرعت تغذیه، میزان اندازه انحراف از سرعت جریان توده جامد از مقدار اسمی.

یادآوری- مقدار به دست آمده برای پایداری سرعت تغذیه به طول مدت زمان اندازه گیری بستگی دارد، که خود می تواند بطور قابل ملاحظه ای از موردی به موردی دیگر متفاوت است (تغذیه با زمان کوتاه یا زمان طولانی).

۳-۱۵ سطح فیلتر، سمت بالای فیلتر جاییکه در آن گرد و غبار در طول عملیات تخلیه می شود.

۳-۱۶ فیلتر، ماده ای با ساختار جدا کنندگی و ویژگی های ساختاری و/ یا سایر ویژگی تکنولوژیکی بافتی، ذرات مواد را از گازها جدا میکنند.

۳-۱۷ تعیین خصوصیات فیلتراسیون، (خصوصیات تصفیه هوا) تعیین رفتار آیرودینامیکی ویژه یک فیلتر به صورت جمع آوری یا پس دادن گرد و غبار ذرات مواد از جریان گاز با اندازه گیری پارامترهایی، مانند ویژگی افت فشار ، توسعه افت فشار باقی مانده ، دوره زمانی ، بارگیری گرد و غبار باقی مانده ، و پراکنده سازی گرد و غبار در جریان گاز است.

۳-۱۸ سرعت اسمی جریان گاز،(کیفیت هوا) سرعت جریان (در بیشتر قسمت ها توسط سازنده) گاز در یک فیلتر مورد آزمون.

۳-۱۹ سرعت واقعی جریان گاز، سرعت جریان در شرایط واقعی با توجه به به دما، فشار ، رطوبت، ترکیب گاز یا غلظت گرد و غبار موجود

۳-۲۰ سرعت استاندارد جریان گاز، سرعت جریان تحت شرایط استاندارد ، مثلا درجه حرارت استاندارد T_n=273.15K (0 °c) و فشار استاندارد P_n=1013.25 hPa.

یادآوری- مشخصات بیشتر ، به عنوان مثال، برای رطوبت گازها ، به طور جداگانه مشخص شده است.

۳-۲۱ بخش مخلوط کردن، بخشی از تجهیزات آزمون (اغلب مجرای گازکشیف) ، که تضمین می کند ، در طول آزمون، غلظت و پراکندگی گرد و غبار آزمون در جریان گاز (به عنوان مثال ذرات معلق آزمون) هنگامی که فیلتر آزمون میرسد ثابت و همگن باقی می ماند.

یادآوری- توزیع اندازه ذرات و غلظت می تواند به علت تغییر در خواص گرد و غبار و یا در پارامترهای منبع تولید غبار متفاوت باشد و این می تواند یکنواختی توزیع گرد و غبار بر روی سطح فیلتر را تحت تاثیر قرار دهد.

۳-۲۲ ذره، (خصوصیات تصفیه هوا) جسم به هم پیوسته کوچک در حالت جامد یا مایع از تجمع که می تواند در جریان گاز به عنوان یک واحد منفرد حمل شود.

یادآوری- از آنجا که ذرات اغلب یک شکل نامنظم را دارند، تعیین ابعاد ساده هندسی برای آنها دشوار است. این مشکل می تواند با تعیین یک قطر معادل برای یک ذره سبب انشعاب شود.

۳-۲۳ جدا کننده ذرات، جمع آوری کننده ذرات، (خصوصیات تصفیه هوا) دستگاهی برای حذف ذرات از محیط گازی

۳-۲۴ توزیع اندازه ذرات، (کیفیت هوا) ارتباط بین میزان کمیت اجزاء اندازه و اندازه ذرات.

یادآوری ۱- توزیع به اندازه کافی تنها با تعیین پارامترهای مشخص کننده موقعیت توزیع، مانند میانه ، مد یا توده قطر آیرودینامیکی متوسط مشخص نیست. علاوه بر این، حداقل یک مشخصه مرتبط با عرض توزیع برای انحراف استاندارد از جفت متغیرها مورد نیاز است ، مانند حداقل ، xmin ، و حداکثر ، xmax ، قطر ذرات و یا (چون آنها به اندازه گیری دقیق تر اجازه می دهند) $X_{0.05}$ و $X_{0.95}$ بهتر می تواند استفاده شود .

یادآوری۲- علاوه بر این، برای ارزیابی بدون ابهام از یک توزیع، نوع کمیت اندازه گیری شده لازم است دقیقا تعریف شود.همچنین، قطر معادل ، روش های اندازه گیری و تجهیزات تست مشخص شود. این به عنوان مثال برای بیان " شمارشگر ذرات نور با تشخیص ۹۰ درجه " کافی نیست. در این مورد، ماهیت منبع نور (لیزر یا نور سفید) و جزئیات مربوط به شکل ، اندازه گیری در جریان مایع یا جسم بصورت گرد و گاز در هوا گم شده است

۳-۲۵ شمارشگر نوری ذرات، OPC[1]

وسیله اندازه گیری اندازه ذرات با تقسیم بندی ریز مطابق استاندارد.

۳- ۲۶ نور سنج، (کیفیت هوا) وسیله اندازه گیری نور برای نظارت و ضبط نوسانات نسبی غلظت ذرات و توزیع اندازه در آئروسل بر اساس چند انهدام نور ذرات.

یادآوری- استفاده از نور سنج برای ضبط تغییرات غلظت بیانگر توزیع ثابت اندازه ذرات است.

۳-۲۷ افت فشار، اختلاف فشار استاتیک در ورود و خروج از سیستم نا محدود مواجه با جریان گاز، که در این مورد فیلتر است.

یادآوری- این اختلاف فشار به منظور انتقال یک مقدار مشخصی از ماده سیال از طریق سیستم در طول عملیات پایدار باید حفظ شود.

۳- ۲۸ افت فشار باقی مانده، تفاوت پایدار فشار استاتیک در سراسر فیلتر، که مدت کوتاهی پس از (پالس جت) پاکسازی تعیین میشود.

یادآوری- از آنجا که پاکسازی به روش پالس جت آنلاین یک روش دینامیک است ، تعیین دوره زمانی بین پاکسازی توسط پالس فشار و قرائت افت فشار باقی لازم می باشد (به عنوان مثال ۴ ثانیه). این کار می تواند با مقایسه افت فشار بلافاصله پس از پاکسازی به روش پالس جت با افت فشار ناشی از قطع تهیه غبار انجام شود.

۳- ۲۹ شرایط تکرار پذیری، شرایط مشاهده ای جاییکه در آن نتایج اندازه گیری ها با روش مشابه در فیلتر یکسان با تجهیزات مشابه، توسط اپراتور مشابه، با استفاده از تجهیزات مشابه در فواصل زمانی کوتاه به دست آمده اند.

[1] - optical particle counter

یادآوری ۱- اقتباس از [ISO 3534-2:2006 [1], 3.3.6]

یادآوری ۲- شرایط اندازه گیری شامل روش مشابه اندازه گیری، اپراتورهای مشابه ، سیستم اندازه گیری مشابه ، شرایط عملیاتی مشابه و محل مشابه، و تکرار اندازه گیری بر روی همان مواد در طی یک دوره کوتاه از زمان است.

یادآوری ۳- تکرار پذیری از چندین اندازه گیری فردی تکرار شده بدست می آید: هر چه پراکندگی کمتر باشد، تکرار پذیری بهتر است.

۳-۳۰ شرایط تجدید پذیری، شرایط مشاهده جاییکه در آن نتایج اندازه گیری ها با همان روش در فیلتر یکسان در دستگاه آزمون های مختلف با اپراتورهای مختلف با استفاده از تجهیزات مختلف به دست آمده است.

یادآوری ۱- اقتباس از [ISO 3534-2:2006 [1], 3.3.11]

یادآوری ۲- شرایط اندازه گیری شامل موقعیت های اپراتورها مشابه، سیستم اندازه گیری مختلف، و تکرار اندازه گیری بر روی همان مواد مشابه است.

یادآوری ۳- تجدیدپذیری روش آزمون فیلتر، برای مثال، می تواند تنها با یک آزمون کتبی تعیین شود.

۳-۳۱ غبار باقی مانده، ذرات مواد باقی مانده در سطح فیلتر پس از پاکسازی.

۳- ۳۲ گرد و غبار مورد آزمون، (کیفیت هوا) ذرات مواد با خواص فیزیکی و شیمیایی و پراکندگی معین است.

۳-۳۳ دقت توزین، خصوصیات ترازوی تولید شده توسط کارخانه سازنده در ارتباط با محدوده اندازه گیری خاص.

مثال: یک ترازوی آزمایشگاهی با دقت وانحراف d = ۰٫۰۱ با محدوده اندازه گیری ۶۰ گرم، دقت توزین معمولاًیک عدد صحیح ضرب در حد تشخیص ابزار است.

۴ اصول روش

هنگام انتخاب یک روش آزمون درست، عملی بودن و انعطاف پذیری آزمون های فیلتر در نظر گرفته شود. در همان زمان ، اجرای آزمون نباید بیش از حد وقت گیر باشد و باید به آسانی اجرا شود. تجربیات کسب شده در طول سالیان متمادی با روشهای موجود آزمون فیلتر نشان دهنده این موضوع است که نتایج، اطلاعات عملکردی مفیدی را راجع به قابل مقایسه بودن فیلترهای مختلف تحت شرایط استاندارد ارائه می کنند، نشان دهنده رفتار عملی و جداسازی فیلترهای مختلف در طول استفاده عملی هستند.مراجع [۳][۴][۱۲][۱۸] تا [۲۳]).

روش آزمون برای فیلترهای مورد استفاده در فیلترهای قابل پاکسازی (به عنوان مثال، فیلتر های کیسه، فیلتر جیب، فیلتر کارتریج[1]) با استفاده از این نوع فیلتر در ذهن توسعه یافته است. این روشها طوری طراحی شده اند که شرایط تصفیه و تمیز کردن در محل از یک جزء فیلتر تا جایی که ممکن است بطور دقیق شبیه سازی شده اند. شبیه سازی شده اند.بارگذاری نمونه فیلتر با گرد و غبار مورد آزمون به شیوه ثابت و تجدید پذیر اجرا شده است. آزمون بر روی سمپلرهای نمونه مسطح، گرد از فیلتر آزمون در آزمایشگاه تست فیلتر انجام شده است.

در طول آزمون، نمونه فیلتر در معرض جریان ثابت گاز و غلظت ثابت گرد و غبار قرار گرفته است. هنگامی که حداکثر افت فشار از پیش تعیین شده حاصل شود، یک پالس پاکیزه‌سازی برای حذف کیک گرد و غبار در جهت گاز کثیف فعال می شود. پالس پاکیزه‌سازی باید یک پالس فشار خوب و تجدید پذیر باشد و منجر به فشار یکنواخت در سطح نمونه فیلتر شود.

فیلتر آزمون بر اساس توسعه ویژگی، داده فیلتراسیون ، که به شکل منحنی افت فشار، توسعه افت فشار باقی مانده دوره زمانی فیلتراسیو/تمیز کردن ، باقی مانده جرم توده گرد و غبار، و نفوذ گرد و غبار از طریق نمونه آزمون با هم مقایسه و ارزیابی می شود. شرایط آزمون و مواد (گرد و غبار به عنوان مثال آزمون) برای این روش دقیقا در این استاندارد بین المللی مشخص شده است.

1- cartridge

۵ مواد و/ واکنش‌گرها

۵-۱ هوای فشرده، هوای فشرده مورد استفاده در تغذیه کننده گرد و غبار باید خشک و عاری از روغن باشد. استفاده از یک خنک کننده با قابلیت خشک کنندگی هوا دارای یک نقطه شبنم بخار آب با دمای ثابت $3\ ^{\circ}C$ و فشار ۰/۶ مگاپاسکال پیشنهاد می شود.

۵-۲ مواد فیلتر برای هوای فشرده، هوای فشرده عاری از رطوبت با استفاده از یک فیلتر دو مرحله‌ای شامل یک پیش فیلتر با قطر منافذ ۰/۳ میکرومتر و یک فیلتر با منافذ ریزتر ۰/۰۱میکرون پاکسازی شود.

۵-۳ گرد و غبار مورد آزمون، Pural NF1 شامل boehmite ، هیدروکسید اکسید آلومینیوم معدنی است. میانگین جرمی اندازه ذرات $50.3\ x$ ،تقریبا ۴،۵ میکرومتر است (مشخصات بیشتر توسط سازنده ، برد ، ۱۵ میکرومتر تا ۲۰ میکرومتر، توسط طیف سنجی تفرق نور در تعلیق آب بعد از ۲ دقیقه فرایند توسط امواج فراصوت اندازه گیری میشود). تولید کننده ی این بخش خاص از محصول Pural برای فیلترهای تست مناسب مشخص شده است، اما مشخصات را در اندازه ذرات برای هر دسته تضمین نمی کند، آنها موضوعی در تغییرات تولیدی و در نتیجه ارزش اسمی هستند. برای هر دسته تولید آنها باید دوباره و به ویژه برای تست فیلتر انتخاب شده بررسی شوند. تست های مقایسه ای باید همیشه با دسته ی مرجع مشابه انجام شود.

۵-۴ فیلتر، برای اندازه گیری گاز به روش وزنی، فیلتر، فیبر شیشه ای بایستی به عنوان فیلتر مطلق برای اندازه گیری میزان جرم ذرات در گاز استفاده شود. آنها باید راندمان جداسازی حداقل ۹۹،۹۵ ٪ را ارائه دهند.

۶ روشها و تجهیزات استاندارد مرجع

۶-۱ کلیات

دستگاه استاندارد مرجع و روش آزمون استاندارد برای اطمینان از تکرارپذیری خوب و تجدید پذیری آزمون انتخاب می شود. شکل ۱ یک طرح شماتیک از دستگاه استاندارد مرجع را نشان می‌دهد. برای تولید یک جریان کثیف گاز و گرد و غبار انباشته، هوای محیط برای اولین بار به داکت عمودی کثیف گاز وارد می شود. گرد و غبار در این جریان با کمک یک تغذیه کننده گرد و غبار و استفاده از هوای فشرده خشک و بدون روغن پراکنده می شود به طوری که غلظت یکنواخت گرد و غبار در معرض تمام سطح فیلتر قرار گیرد.

بخشی از جریان گاز کثیف به داخل نمونه فیلتر مکیده می‌شودکه تراز با دیوار داکت نصب شده است. گرد و غبار به کیک فیلتر شکل می دهد که باعث افزایش افت فشار میشود. هنگامی که افت فشار از پیش تعیین شده در سراسر نمونه فیلتر بدست آمده ، نمونه آزمون(توده گرد و غبار حذف شده) با استفاده از پالس تعریف شده از هوای فشرده از سمت گاز تمیز بدون قطع جریان (پاکسازی آنلاین) پاک می‌شود. کپه فیلتر حذف شده، و مثل هر نوع گرد و غبار اضافی، به صورت عمودی رو به پایین با جریان کشیده می شود. آنها در یک فضای پذیرش قرار گرفته و در زیر مجرای گاز کثیف و در فیلتر پشتیبان گاز کثیف برای جلوگیری از

دریافت دوباره گرد و غبار و در نتیجه اختلال در غلظت گرد و غبار در مجاورت نمونه فیلتر آزمـون در طـول فیلتراسیون جمع آوری می‌شود.

دستگاه آزمایش شامل اجزای اصلی زیر است:

الف) تغذیه کننده مداوم و یکنواخت گرد و غبار مستقر در سیستم توزین؛

ب) یک بخش در ورودی گرد و غبار برای مخلوط کردن هوای محیط و گاز مملو از گرد و غبار حاصل از تغذیه کننده؛

پ) مجرا عمودی گاز کثیف برای گرد و غبار یکنواخت توزیع شده و با جریان پایدار نسبت به سمت فیلتراسیون؛

ت) یک سیستم کنترل غلظت شامل نور سنج برای گاز کثیف مستقیماً بالادست فیلتر؛

ث) مجرا استوانه‌ای و افقی گاز پاکیزه، با نگهدارنده فیلتر، تراز با دیوار داکت گاز کثیف؛

ج) یک سیستم تمیزکننده پالسی، متشکل از یک مخزن تحت فشار، دریچه دیافراگم سریع و یک لوله وزش با نازل معین؛

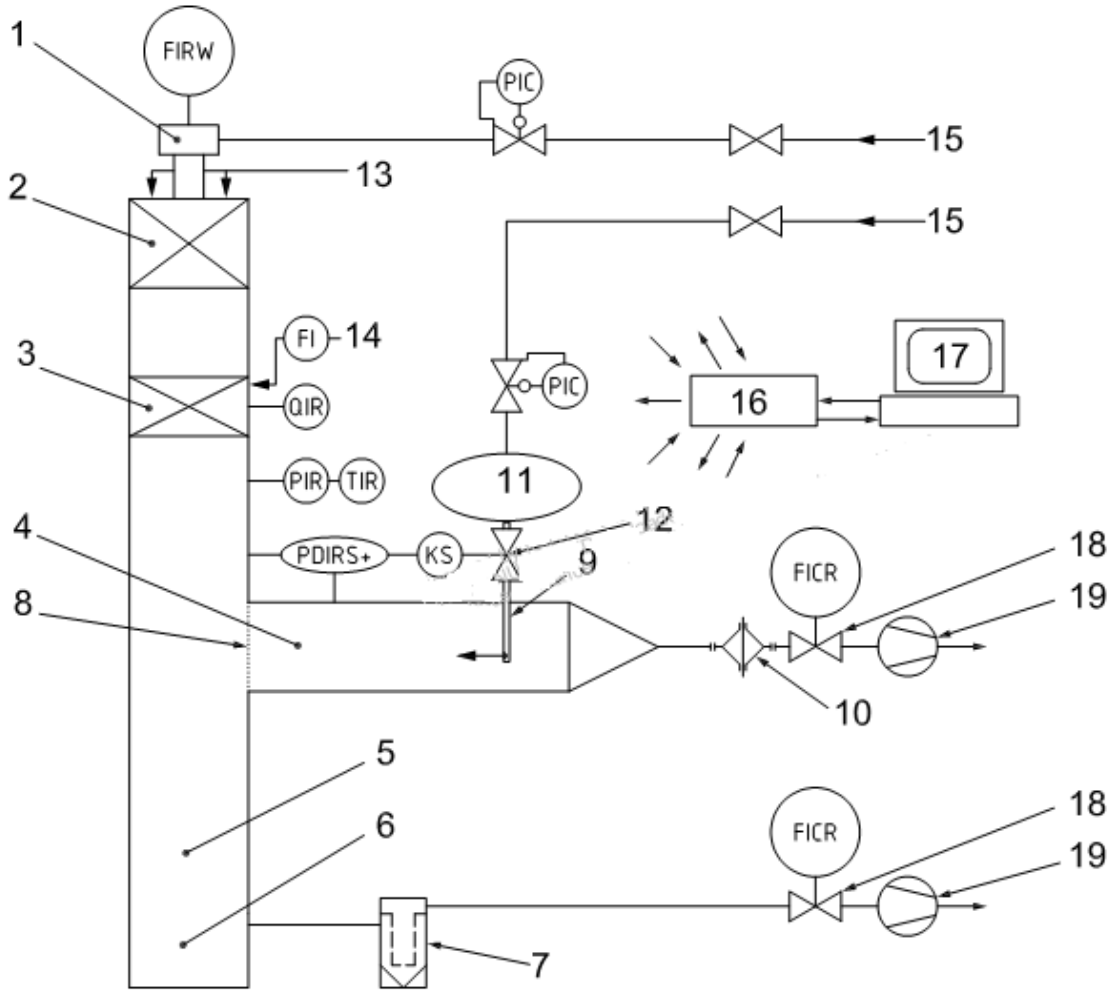
چ) یک وسیله برای اندازه گیری مبتنی بر جرم از غلظت گرد و غبار در گاز تمیز (فیلتراسیون کامل)؛

ح) مبدل برای اندازه گیری درجه حرارت گاز و فشار استاتیک در مجرای گاز کثیف و فشار جزئی در سراسر نمونه فیلتر؛

خ) یک پمپ و کنترل و دستگاه اندازه گیری برای جریان گاز از طریق فیلتر؛

د) استخراج جریان دوم در پایین داکت گاز کثیف با فیلتر نهایی و همچنین یک دستگاه کنترل جریان گاز و وسیله اندازه گیری؛

۶-۲ قطعات دستگاه استاندارد مرجع



شکل ۱-نمایش شماتیک دستگاه آزمون مرجع

راهنما:

ردیف

۱	تغذیه کننده گرد غبار در سکوی بالایی	FI	اندازه گیری سرعت و نشانه جریان
۲	لوله مخلوط کننده	FIRW	اندازه گیری خودکار سرعت جریان، نشانه، کنترل و ضبط
۳	مانیتور نورسنجی غلظت	KS	سیگنال ژنراتور و زمان سنج
۴	داکت افقی گاز تمیز	PDIRS+	اندازه گیری فشار جزئی، نشانه، ضبط، و دنده سوئیچ (راه اندازی پالس)
۵	داکت عمودی گاز تمیز	PIC	نشانه و کنترل فشار
۶	ظرف گرد غبار	PIR	نشانه و ضبط فشار
۷	فیلتر پشتیبان گاز کثیف	QIR	اندازه گیری غلظت، نشانه و ضبط
۸	نمونه فیلتر آزمون	TIR	اندازه گیری دما، نشانه و ضبط
۹	لوله وزش		
۱۰	فیلتر مطلق برای اندازه گیری گاز تمیز به روش وزنی		
۱۱	مخزن هوای فشرده		

۱۲ دریچه دیافراگم
۱۳ ورودی هوای محیط
۱۴ تصفیه هوای پاک
۱۵ هوای فشرده ۰/۶ مگاپاسکال
۱۶ کنترل و سیستم کسب داده ها
۱۷ PC های صنعتی
۱۸ کنترل جرمی جریان
۱۹ پمپ

۶-۲-۱ کلیات

اجزاء یک دستگاه تست مرجع در بندهای ۵-۲-۲ تا ۵-۲-۱۲ مشخص شده است. مشخص شده که ترتیبات دیگر دستگاه می تواند قابل قبول باشد. زمانیکه نتایج آزمون برای یک دستگاه مورد آزمون با نتایج آزمون دستگاه استاندارد مرجع معادل باشند، دستگاه مورد قبول است. الزامات هم ارزی در بند ۶-۱ تعریف شده است.

۶-۲-۲ غلظت گرد و غبار و تغذیه کننده گرد و غبار

دستگاه تغذیه گرد و غبار (مرجع [۲۴]) بایستی به طور متوسط از غلظت توده گرد و غبار، بلافاصله در بالادست فیلتر آزمون g/m3 ۵ با انحراف حداکثر ۷ ± درصد اطمینان یافت. علاوه بر این، سه اندازه گیری غلظت متوالی در یک آزمون تنها باید در ۵ درصد محدوده یکدیگر باشند. هوای فشرده مورد استفاده در تغذیه کننده گرد و غبار باید خشک و بدون روغن باشد (همچنین به ۳.۱ و ۳.۲ نگاه کنید).

متوسط غلظت توده گرد و غبار باید توسط وزن توده گرد و غبار خالی شده در روی یک نمونه فیلتر در طی یک دوره ثابت از زمان و نسبت به حجم گاز تمیز مشخص شود (همچنین به ۵.۶.۶ رجوع کنید).

۶-۲-۳ نظارت بر غلظت گاز کثیف

به طور مداوم بر یکنواختی پراکندگی گرد و غبار و غلظت گرد و غبار گاز کثیف را قبل از فیلتر آزمون با ابزار مناسب مانند نور سنج نظارت کند. برای موقعیت نور سنج، یک محل شاخص با توجه به نظارت بر غلظت گرد و غبار کثیف گاز مربوط به فیلتر آزمون انتخاب کنید. مطمئن شوید که دوره ادغام نور سنج از مقدار ۱۰ ثانیه تجاوز نمی کند، به طوری که نوسانات موقت هنوز هم ایجاد نمی شود.

۶-۲-۴ داکت گاز کثیف

از مجرا گاز کثیف باید اطمینان حاصل شود که جریان گاز دارای گرد و غبار فیلتر تحت آزمایش به شیوه ی ثابت و تجدید پذیر منتقل می شود. غلظت گرد و غبار و تشکیل کیک گرد و غبار نباید توسط جداسازی یا تعلیق مجدد از کیک فیلتر در زمان تمیز کردن نمونه فیلتر مختل شود. دو ضربه‌زن برای اندازه گیری فشار و افت فشار و یک ضربه‌زن برای اندازه گیری درجه حرارت در ۳۰۰ میلی متر بالادست نمونه فیلتر واقع شده است.

در دستگاه مرجع استاندارد، تنها بخشی از جریان گاز کثیف از طریق فیلتر آزمون را منتقل می‌شود که به انعطاف پذیری بیشتر در طراحی و انتخاب تغذیه کننده گرد و غبار و تامین هوا برای رسیدن به غلظت گرد و غبار آزمون اجازه میدهد. همچنین گرد و غبار تعلیق مجدد را از مجاورت نمونه فیلتر در طول تمیز کردن بر می‌دارد و از رسوب گیری مجدد گرد و غبار تمیز در نمونه فیلتر جلوگیری می‌کند. این کار به یک پمپ دوم و اندازه گیری جریان و دستگاه کنترل و فیلتر پشتیبان گاز کثیف نیاز دارد، اما تست بلند مدت و بدون وقفه توسط پاکسازی مداوم از داکت جانبی کثیف را اجازه میدهد.

۶-۲-۵ نگهدارنده فیلتر

نگهدارنده فیلتر آزمون باید قطر فیلتر ۱۴۰ میلی متری در داکت گاز کثیف را نشان دهد و باید نصب و راه اندازی صاف و بدون چین فیلتر را مطمئن سازد. در سمت گاز تمیز نگهدارنده فیلتر، سه میله به فاصله های موازی در آن قرار دارد که شبیه سیمهای قفس است، از نصب یک کیسه فیلتر و توسط آن نمونه فیلترها از فیلتراسیون پشتیبانی می کند. حداکثر فاصله محوری مجاز بین سطح قرار دادی یک نمونه فیلتر و پشتیبانی آن ۲ میلی متر است. طرح پیشنهادی برای نگهدارنده نمونه فیلتر در شکل الف-۲ نشان داده شده است.

یک ترازو، با توانایی قرائت حداقل ۰/۰۱ گرم ، برای توزین نگهدارنده فیلتر با نمونه فیلتر قرار داده شده باید در دسترس باشد.

۶-۲-۶ راه اندازی و کالیبراسیون تجهیزات استاندارد مرجع، توسعه (افزایش) افت فشار

علاوه بر غلظت گرد و غبار، افزایش در افت فشار فیلتر نیز تحت تاثیر توزیع اندازه ذرات ، یعنی حالت تراکم از گرد و غبار قرار می گیرد. با استفاده از یک فیلتری که از شکل گیری یک کیک گرد و غبار همگن پشتیبانی میکند، افزایش افت فشار در مدت کوتاهی پس از تمیز کردن باید خطی شود و شیب باید با سرعت ثابت، غلظت ثابت و توزیع اندازه ذرات یکنواخت از گرد و غبار جمع آوری شده ثابت باشد. توصیه می شود که یک فیلتر سطحی، به عنوان مثال غشائی یا سطح فیبری میکرو، برای ایجاد یک منحنی افت فشار خطی بیش از افزایش فشار از حداقل ۱۰۰۰ پاسکال مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از Pural NF به عنوان گرد و غبار آزمون (مطابق بند ۳-۳) ، سرعت فیلتر برابر ۲ متر دردقیقه، و غلظت گرد و غبار ۵ g/m3، شیب منحنی افت فشار باید Pa/100 (پاسکال) ۱۸۰ با انحراف حداکثر ۷ ± درصد باشد. علاوه بر این، سه زمان متوالی در یک آزمون منفرد باید در محدوده ۵ درصداز یکدیگر باشند.

اگر این نیازها برآورده نشود، مراحل زیر انجام میشود:

الف) تنظیم غلظت در محدوده مشخص (مطابق جدول۱)، و یا

ب) بهر[1] گرد و غبار جایگزین کنید.

۶-۲-۷ داکت گاز پاک

1 - bach

در طرف گاز پاک، یک جریان داکت افقی، استوانه ای فیلتر به شرح زیراست؛ قطر داخلی آن با قطر ناحیه نمونه فیلتر در معرض جریان گاز، یعنی ۱۴۰ میلی متر برابر است. حداقل چهار ضربه با قطر ۴ میلی متر برای اندازه گیری افت فشار در اطراف محیط های توزیع شده است و به طور مستقیم در پایین دست نمونه فیلتر واقع شده است.

به دنبال دستگاه پاکسازی، بلافاصله کانال استوانه ای در لبه چرخه برای ارتباط فیلتر تجزیه کننده[1] مخروطی شده است. طراحی دستگاه تست مرجع در شکل الف-۱ نشان داده شده است.

۶-۲-۸ سیستم پاکسازی

نمونه فیلتر بصورت پنوماتیکی[2](فشارهوا)توسط یک پالس هوای فشرده تمیز میشود. سیستم پاکسازی شامل یک مخزن هوای فشرده با حجم حداقل ۲،۵ لیتر است، عملکرد سریع دریچه دیافراگم با زمان باز شدن ، و یک لوله وزش قابل تنظیم است.

فاصله بین لوله باز و نمونه فیلتر۶ D±۰/۵ D (که در آن۱۴۰mm = D میلی‌متر) است.

فشار در مخزن توسط یک فشار قابل تنظیم و ثابت نگه داشته شده تنظیم شده است. لوله ضربه به طول ۲۱۰ میلی متر و حداقل قطر داخلی ۲۸ میلی متر (با قطر خارجی نمونه ۳۳،۷ میلی متری) با یک قطر نازل از ۳ میلی متری به سوی نمونه فیلتر اشاره می‌کند و یک محور عمود بر سطح فیلتر نمونه را ارائه می‌دهد.

با استفاده از یک صفحه سوراخ (شکل الف-۳ را ببینید) برای کالیبره کردن سیستم پاک سازی، پالس فشار[3] ناگهانی پاکسازی با مقادیر مرجع با استفاده از مبدل فشار با سرعت بالا اندازه گیری و تنظیم می‌شود (مبدل با سرعت بالا و داده نگار داده:

سرعت نمونه برداری ۱ کیلوهرتز). علامت پالس فشار باید مقادیر مرزی زیر را نشان می دهد : فشار اوج تقریباً 3200 Pa ± 160 Pa، مدت زمان پالس مکانیکی حدودا 700ms ± 70 ms همانطور که در شکل الف-۴نشان داده شده است.

۶-۲-۹ دستگاههای اندازه گیری توزین غلظت گرد غبار در حال بارگذاری گاز پاک با فیلتر مطلق

به منظور اندازه گیری غلظت گرد و غبار کل در (تمیز) گاز از نمونه فیلتر آزمون ساطع شده است، نگهدارنده فیلتر در پایان داکت تمیز گاز به پایه این فیلتر مطلق متصل شده است. مواد فیلتر باید حداکثر قطر ۵۰ میلی‌متری و قطر حداقل ۴۰ میلی‌متر نمایشی را ارائه کنند. به منظور حفظ محدودیت تشخیص کم هنگام وزن کردن فیلتر، تنها از فیلتر مطلق جرم کمتر از ۰/۳گرم استفاده میشود (بند۳-۴ را ببینید). از یک فیلتر جدید مطلق برای هر آزمون استفاده کنید. ترازوی مورد استفاده برای توزین فیلتر مطلق باید قادر به قرائت حداقل ۰/۰۱ میلی‌گرم باشد.

1- analytical
2 -pneumatically
3 - pressure pulse

۶-۲-۱۰ سنجش گر دیفرانسیلی

حسگر فشار دیفرانسیل با نشانگر(عقربه) آنالوگ یا دیجیتال برای اندازه گیری و ثبت اختلاف فشار استاتیک در نمونه فیلتر به کار گرفته می شود. محدوده اندازه گیری باید بین صفر پاسکال و ۲۰۰۰ پاسکال با دقت سیستم اندازه گیری ۰٫۵ درصد از انحراف در مقیاس کامل (FSD) باشد.

این سنسور باید دارای ویژگی های زیر باشد: مرحله مقیاس کامل زمان پاسخ تابع ۲٫۵> (FS) ، دقت تکرارپذیری FSD ۰٫۱± درصد ، ثبات دراز مدت FSD/year ۰٫۵ ± درصد ، حداکثر خطای دما ۱± درصد از FS برای ۰° C تا ۵۰° C.

۶-۲-۱۱ مبدلهای فشار و دما برای گاز کثیف

دما و فشار استاتیک در داکت گاز کثیف در نمونه فیلتر آزمون باید برای محاسبه و تنظیم درست فیلتر در مواجهه با سرعت اندازه گیری شود. مبدل های استاندارد با دقت° C ۰٫۵ برای دما و ۵۰۰ پاسکال برای فشار ممکن است برای این منظور استفاده شود. پیشنهاد می شود از ضربه ها برای اندازه گیری فشار دیفرانسیل برای این منظور نیز استفاده شود (بند ۵-۲-۴را ببینید).

۶-۲-۱۲ اندازه گیری جریان گاز و دستگاه کنترل

کنترل کننده جریان جرمی برای اندازه گیری و کنترل مقدار توصیه می شود. این کار بطور مستقل از شرایط عملیاتی دستگاه آزمون و اطمینان از کنترل سریع و دقیق و ضبط مقادیر از پیش تعیین شده است. توصیه می شود که کنترل کننده های جریان جرمی توسط پیش فیلترهایی با کارایی بالا حمایت شود (به عنوان مثال مطابق با EN 1822-1 [6], H13 : 99، ۹۵ درصد، یا معادل آن) برای جلوگیری از گرفتگی حمایت شود. دستگاه‌های دیگر با نتایج قابل قبول سرعت جریان گاز در مواجهه با مطابق با حدود تغییرات در جدول ۱ در نظر گرفته شده و ارائه شده است.

توصیه می شود که طیف اندازه گیری و محدوده ی کنترل دستگاه انتخابی بین صفر لیتر در دقیقه و ۵۰ لیتر در دقیقه یا صفر لیتر در دقیقه و ۱۰۰ لیتر در دقیقه برای جریان از مسیر نمونه فیلتر و بین صفر لیتر دقیقه و۲۰۰ لیتر دقیقه را برای سمت کثیف گاز (مقادیر تحت شرایط استاندارد : ۱۰۱۳٫۲۵ hPa و 0C °) با دقت ۱ درصد از مقدار اندازه گیری شده انتخاب شده‌اند. کنترل کننده های جریان جرمی برای شرایط استاندارد کالیبره شده اند، بنابراین برای محاسبه سرعت جریان گاز واقعی، مقادیر واقعی برای فشار و دما در سراسر فیلتر آزمون برای اصلاح مورد استفاده قرار میگیرد. دقت برای اندازه گیری جریان واقعی و در نتیجه سرعت فیلتر صورت باید ۳± درصد و یا بهتر باشد (به جدول ۱ رجوع کنید).

۶-۳ پارامترهای عملیاتی برای آزمون

نمونه فیلتر آزمون با سرعت ثابت مواجهه با فیلتر ۲ در دقیقه در کل آزمون انجام می شود. سیستم کنترل جریان باید قادر به واکنش در تغییرات افت فشار باشد، اما نباید توسط پالس فشار پاکسازی مختل شود. آزمون استاندارد با گرد و غبار آلومینیوم (آلومینا) (مطابق بند ۳-۳) با غلظت g/m3 ۵ استفاده می‌کند.

پالس جت پاکسازی در فشار هوای فشرده از MPa ۰/۵ و زمان باز شدن دریچه الکتریکی در ۶۰ میلی‌ثانیه عمل میکند و توسط افت فشار بیش از حد در سراسر نمونه فیلتر از Pa ۱۰۰۰ (به جدول ۱ رجوع کنید) تحریک می‌شود. رطوبت نسبی در دستگاه مرجع استاندارد نباید از ۵۰ درصد تجاوز کند.

به طور معمول، این عمل تضمین شده است هنگامیکه کار با تغذیه کننده گرد و غبار با هوای فشرده شده توسط خنک کننده سرد شده در نتیجه منجر به نقطه شبنم ° C ۳ + (بند ۳-۱را ببینید) خشک شده باشد. پارامترهای آزمون انتخابی باید در طی دامنه تغییرات مشخص شده در جدول ۱ مشاهده شود.

جدول ۱ - پارامترهای آزمون اولیه و دامنه تغییرات

پارامتر	واحد	مقدار	رواداری
سرعت مواجهه با فیلتر	m/min	۲	۳ ± درصد
غلظت غبار وارد شده به نمونه فیلتر	g/m^3	۵	۷ ± درصد
غبار آزمون		Pural NF	به بند۳-۳ مراجعه شود
افت فشارقبل از پالس پاکیزه‌سازی	Pa	۱۰۰۰	۱ ± درصد
فشار تانک	MPa	۰/۵	۳ ± درصد
زمان باز شدن شیر (الکتریکی)	ms	۶۰	ممکن است با دوره پالس پاکیزه‌سازی درست تنظیم شود. به بند۵-۲-۸ و A.3 مراجعه شود

۶-۴ پارامترهای اندازه گیری شده

قبل از هر آزمون، غلظت گرد و غبار کثیف گاز بطور وزنی تعیین می‌شود و پس از آن در محدوده های باریک در طول کل مدت آزمون ثابت نگه داشته می‌شود (به جدول ۱ رجوع کنید). برای این منظور، یک فیلتر مناسب در نگهدارنده نمونه قرار داده شده است و در شرایط تست با گرد و غبار آزمون برای مدت زمان از پیش تعیین شده (حداقل ۶ دقیقه) بارگذاری شود. متوسط غلظت گرد و غبار گاز کثیف از افزایش در نسبت جرم به حجم هوا در شرایط آزمون انتقالی از طریق نمونه در حال بارگذاری مشخص شود.

علاوه بر غلظت گرد و غبار، توزیع موثر اندازه ذرات نیز باید ثابت نگه داشته شود. اگر لازم باشد، خواص تغذیه کننده باید مجدداً ارزیابی شود. در طول تست فیلتر ، فشار و دما در گاز کثیف، افت فشار در نمونه فیلتر و سرعت حجمی جریان گاز از طریق نمونه ها به طور مداوم اندازه گیری و ثبت شود. افت فشار باقی مانده باید به طور جداگانه ثبت شود. برای این منظور، این زمان بین شروع پالس پاکسازی و تشخیص افت فشار باقی مانده ۴ ثانیه است به طوری که افت فشار دینامیکی باقی مانده یافته های زمان بهره برداری از سیستم بدون تغذیه گرد و غبار بوده به دست آید.

برای اندازه گیری دستی افت فشار باقی مانده از نمونه فیلتر تمیز در پایان یک دوره آزمون ، جریان از طریق فیلتر آزمون به بلافاصله بعد از پالس پاکسازی با جریان هوا اصلی متوقف می‌شود. پس از زمانی که گرد و غبار از مجرای گاز کثیف (بعد از ~ ۳ دقیقه و یا زمانی که نور سنج قرائت بیشتری را نشان نمی‌دهد) برداشته شده جریان هوا از طریق فیلتر برقرار کنید و باقی مانده مقدار افت فشار بعد از یک (دستی باعث)

پالس فشار اضافی ثبت کنید. برای هر آزمون خاص، متوسط غلظت ذرات در گاز پاک با استفاده از دستگاه های شرح داده شده در بند ۵-۲-۹ تعیین می‌شود.

متوسط غلظت جرمی، بر حسب میلی‌گرم در هر متر مکعب با افزایش جرم فیلتر آنالیتیکی تقسیم بر مقدار کل هوا در شرایط واقعی عبور از فیلتر در طول آزمون محاسبه می‌شود (همچنین به بند ۵-۷ نگاه کنید). اگر تفاوت بین جرم کل فیلتر مطلق در آغاز و پایان بخش آزمون زیر ۰٫۱میلی‌گرم باشد، در عوض حد تشخیص مربوط به غلظت جرمی ممکن است مشخص شده باشد. یک خطای ۰٫۱ میلی‌گرمی در تجزیه و تحلیل وزنی در طول مدت آزمون به مدت ۲ ساعت و مطابق با حجم کل عبوری حدوداً ۳٫۷ متر مکعب از منجر به حد تشخیص ۰٫۰۳ میلی گرم بر متر مکعب می‌شود.

۵-۶ ترتیب[1] آزمون

در طول آزمون استاندارد، نمونه فیلتر آزمون با گرد و غبار آزمون در شرایط تست همانطور که قبلا مشخص شده بارگذاری می‌شود. هر بار زمانیکه حداکثر افت فشار Pa ۱ ۰۰۰ از پیش تعیین شده بدست آید، یک پالس فشار تمیز کردن اعمال می شود. پالس در همان لحظه اعمال می شود یعنی اینکه در حالی که گاز کثیف هنوز هم همانند نمونه در جریان است،.

دوره ۴ ثانیه بعد از سی‌مین پالس پاکسازی، تغذیه گرد و غبار و جریان گاز در طول کانال افقی نمونه، یعنی اینکه از طریق نمونه فیلتر، متوقف شده‌اند بنابر این فاز اول آزمون استاندارد تکمیل می‌شود. اولین مرحله آزمون از مرحله پیر شدگی(کهنگی) پیروی میکند (به جدول ۲ مراجعه کنید). فیلتر در معرض ۵۰۰ ۲ پالس پاکیزه‌سازی در فواصل زمانی ۲۰ ثانیه قرار می‌گیرد.

در طول این مرحله، ارزیابی وزنی از فیلتر پشتیبان فقط برای نظارت انجام می شود بنابر این تعیین غلظت گرد و غبار گاز تمیز در دوران رسش (کهنگی) مورد نیاز نمی‌باشد.

بین فاز رسش و فاز دوم اندازه‌گیری ، فاز تثبیت (بازیابی ۱۰ چرخه بارگذاری با فشار دیفرانسیل پاکسازی کنترل شده) به منظور ایجاد ثبات در شرایط عملیاتی و رفتار نمونه فیلتر آزمون اجرا می‌شود. این مرحله نیز به ارزیابی وزنی نیاز ندارند. به دنبال دوره رسش پس از دوره بهبودی ، حداقل ۳۰ چرخه بارگذاری با فشار پاکسازی کنترل شده دیفرانسیل دوباره در خطوط مرحله اول آزمون برای اجرا می‌شود. در حین آخرین مرحله از آزمون، یک ارزیابی وزنی از غلظت پاک گاز برای بار دوم انجام می شود. مرحله آخر آزمون باید حداقل ۲ ساعت به منظور دستیابی به جرم نمونه قابل قبول در فیلتر مطلق برای محاسبه غلظت گرد و غبار در سمت گاز تمیز انجام شود.

فاز اندازه گیری پنجم به عنوان یک گزینه، ممکن است اضافه شود اگر زمان چرخه فیلتراسیون در مرحله فاز چهارم برای مقادیر بسیار کوتاه (S<۳۰) انجام گیرد و یک افت فشار خطی را نشان دهد، که طولی نمی‌کشد که برقرار می‌شود (به عنوان مثال فشار منحنی افت یک شکل محدب مجزا را نشان می‌دهد). در این مورد، پیشنهاد می‌شود مرحله پنجم اضافه شود و یک مجموعه پاکسازی بالاتر از نقطه Pa ۱۸۰۰ را انتخاب کنید.

1 - test sequences

در طول این مرحله از آزمون، یک ارزیابی وزنی از غلظت گاز تمیز نیز انجام می‌شود و زمان اندازه‌گیری ممکن است با توجه به دقت اندازه‌گیری مورد نظر انتخاب شود، اما باید حداقل ۲ ساعت را پوشش دهد.

جدول ۲ - توالی مراحل آزمون استاندارد

فاز اندازه‌گیری	شرایط	اندازه‌گیری غلظت گاز تمیز
فاز اول: مشروط کردن	۳۰ چرخه بارگذاری همراه با پالس پاکیزه‌سازی کنترل شده فشار جزئی	بله
فاز دوم: رساندن	۲۵۰۰ پالس پاکیزه‌سازی با فاصله ۲۰ ثانیه‌ای	بله
فاز سوم: پایدار کردن	۱۰ چرخه بارگذاری همراه با پالس پاکیزه‌سازی کنترل شده فشار جزئی	بله
فاز چهارم: اندازه‌گیری	۳۰ چرخه بارگذاری با حداقل زمان اندازه‌گیری ۲ ساعته همراه با پالس پاکیزه‌سازی کنترل شده فشار دیفرانسیلی با نقطه تنظیم فشار ۱۰۰۰پاسکالی	بله
فاز پنجم: اندازه‌گیری اختیاری	چرخه بارگذاری ۲ ساعته همراه با نقطه تنظیم پاکیزه‌سازی در فشار ۱۸۰۰ پاسکالی	بله

۶-۶ آماده سازی آزمون ومحیط

۶-۶-۱ انتقال گرد و غبار آزمون و فیلتر مطلق

گرد و غبار باید در یک جای خشک ذخیره شود، اگرچه Pural NF رطوبت پسند نیست. پیشنهاد می‌شود که گرد و غبار آزمون برای مقایسه مستقیم نمونه های صافی های مختلف استفاده می‌شود به دلیل اینکه ویژگی‌های گرد و غبار آزمون، یعنی توزیع اندازه ذرات، می‌تواند به میزان مختصری میان بهرهای مختلف تولید تغییر کند. فیلتر مطلق با استفاده از یک ترازوی آزمایشگاهی با دقت بالا توزین می‌شود. آنها پس از اینکه در آون به مدت حدود ۲ ساعت در ۲۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شدند باید در یک خشکانه نگهداری شوند. فقط فیلترهای بدون چسب باید استفاده شود.

۶-۶-۲ ترازوی آزمایشگاهی

ترازوی آزمایشگاهی، بایست در یک اتاق دارای تهویه مطابق با دستورالعمل سازنده قرار گیرد. این امر به ویژه برای فیلترهای بسیار کارآمد که به تشخیص دقیق تغییرات جرم به فیلتر مطلق نیاز دارند مهم است.

۶-۶-۳ دما و فشار و رطوبت

قبل و بعد از دمای آزمون، فشار اتمسفر و رطوبت در آزمایشگاه بایست اندازه گیری و ثبت شود. علاوه بر این، در طول اجرای آزمون، دما و فشار گاز کثیف باید به طور مداوم مستقیما در بالادست نمونه فیلتر اندازه گیری شود. اینها متغیرهای ساکن هستند و باید برای محاسبه سرعت فیلتراسیون واقعی از قرائت کنترل جریان جرمی شناخته شوند.

یادآوری- در سکوهای مدرن این اصلاحات بصورت خودکار توسط واحد کنترل انجام می‌شود.رطوبت نسبی در دستگاه مرجع استاندارد نباید از ۵۰ درصد تجاوز کند. در بیشتر محیط‌ها، این کار زمانی تضمین می‌شود که تغذیه کننده گرد و غبار با هوای فشرده بوسیله خنک کننده مبرد خشک شده در نتیجه منجر به نقطه شبنم $+3\ ^{\circ}C$ شود (همچنین به بند ۳-۱ و ۳-۲ نگاه کنید). این کار به این معنی است که حدود ۴ متر مکعب در ساعت هوای فشرده خشک داخل دستگاه از طریق تغذیه کننده

گرد و غبار و هوای جلد نورسنج دمیده شده است. جریان هوای اضافی مکیده شده از محیط که با هوای فشرده در بالای دکل و به مقدار حدود ۱/۸ متر مکعب در ساعت می‌رسد. اگر ، در موارد خاص، رطوبت هوا از محیط بیش از حد بالایی شود، این جریان اضافی باید از اتاق مطبوع و یا محفظه کشیده شود.

۶-۶-۴ تعمیر و نگهداری و واسنجی خود دستگاه استاندارد مرجع و اجزاء آن

دستگاه آزمون باید سالی یک بار توسط تولید کننده و یا سایر کارکنان ماهر چک و تعمیر و نگهداری شود.

الف) اجزای کلیدی سکو (دکل) ، به عنوان مثال، مبدل چک و یا به طور منظم دوباره واسنجی کردن.

ب) کنترل کننده جریان جرمی "صفر" قبل از هر استفاده بررسی کنید.

پ) کنترل کننده جریان جرمی " طول" سه ماهه و یا سالانه را بررسی کنید.

ت) مبدل فشار دیفرانسیل برای نمونه "صفر" قبل از هر استفاده بررسی کنید.

ث) مبدل فشار دیفرانسیل برای نمونه "طول" سه ماهه و یا سالانه را بررسی کنید.

ج) مبدل ها برای دما، فشار و رطوبت سالیانه بررسی کنید.

چ) بارگذاری تغذیه کننده گرد و غبار سلول "صفر"سه ماهه و یا سالانه بررسی کنید.

ح) بارگذاری تغذیه کننده گرد و غبار سلول " طول " سالانه بررسی کنید.

خ) نور سنج "صفر" قبل از هر استفاده بررسی کنید.

د) " قابلیت " نور سنج قبل از هر استفاده بررسی کنید.

ذ) " قابلیت " سیستم پاکسازی-سالانه بررسی کنید.

ر) " نشت آزمون " برای مکش قسمت گاز تمیز سه ماهه و یا سالانه بررسی کنید.

ز) ترازوها - با توجه به دستورالعمل نگهداری از کارخانه سازنده - سالانه بررسی کنید.) فیلترها که در سراسر دستگاه استفاده می‌شود، به عنوان مثال فیلترهای ایمنی برای کنترل جریان جرمی ، فیلتر داخلی پمپ ، کارتریج فیلتر در فیلتر پشتیبان و فیلتر هوای ثانویه - هر سال بررسی کنید و در صورت لزوم جایگزین کنید.

۶-۶-۵ روش پاکسازی طرف گاز کثیف و تمیز

برای عملکرد بدون دردسر دستگاه استاندارد مرجع ، انجام پاکسازی به طور روزانه ضروری است. داکت گاز تمیز بین نمونه فیلتر و فیلتر مطلق باید قبل از هر اندازه گیری بر حسب وزنی غلظت گرد و غبار گاز تمیز برای جلوگیری از تاثیر بر روی حافظه توسط رسوب گرد و غبار بر روی دیوارها تمیز شود.

زمانی که نمونه فیلتر حذف شود و لوله مکش از داکت عمودی توسط بازکردن نگهدارنده فیلتر مطلق و نصب قطعه آداپتور به سمت بالادست برای اتصال جارو برقی قوی جدا شود این کار انجام می‌شود. در حالی که با جارو برقی مکیده می‌شود، هوای فشرده به داخل داکت از سمت نمونه برای حذف تمام انباشته ها دمیده می‌شود. برای سمت گاز کثیف، یک روش پاکسازی کوتاه وجود دارد که همیشه بایست پس از اتمام فاز رسش آزمون انجام شود، زیرا، در دوران رسش، گرد و غبار در داخل شلنگ های آب منتهی به فیلتر هوای ثانویه و در داخل فیلتر رانده می‌شود. برای پاکسازی، شلنگ آب از بالای سکو(دکل) با فیلتر ورودی هوای ثانویه جدا شده و یک جارو برقی برای مکش هر دو طرف استفاده می‌شود. در همان زمان، در حالی که

دستگاه مرجع استاندارد مکش می‌شود، فیلتر پشتیبان گاز کثیف به صورت دستی تمیز کنید و پالس پاکسازی برای چندین بار روشن شود.
این کار باعث می‌شود که گرد و غبار دمیده شده از کارتریج فیلتر و از شلنگ اتصال به سمت داکت عمودی توسط جارو برقی مکیده شود. بایستی بطور هفتگی بررسی شود که آیا ظروف گرد و غبار در زیر داکت عمودی و زیر فیلتر پشتیبان خالی باشد.
تخلیه نیز با استفاده از جارو برقی انجام می شود. تغذیه کننده گرد و غبار بایست مطابق با دستورالعمل سازنده تمیز شود.

۶-۶-۶ تنظیم غلظت گرد و غبار گاز کثیف

تنظیم غلظت گرد و غبار ورودی به نمونه فیلتر یکی از مهم ترین وظایف روزانه است. در ادامه به شرح زیر است.
الف) برای تعیین وزنی غلظت گرد و غبار، یک نمونه فیلتر به داخل نگهدارنده وارد کنید و آن را وزن کنید (پیشنهاد می‌شود که یک سوزن همراه نمونه فیلتر با یک سطح ظاهری دست نخورده به منظور از دست ندادن هر گونه گرد و غبار در زمان برداشتن نمونه پیشنهاد می‌شود).
ب) فیلتر را در طول حداقل ۶ دقیقه بارگیری کنید. پیشنهاد می‌شود که ۳۰ ثانیه به زمان بار گذاری ۶ دقیقه به منظور محاسبه دوره شروع تغذیه گرد و غبار جاییکه در آن غلظت گرد و غبار هنوز در حال افزایش است اضافه شود.
برای محاسبه غلظت گرد و غبار، تنها ۶ دقیقه استفاده می‌شود.
پ) پس از خاموش کردن، نگهدارنده فیلتر را بردارید و جرم آن را تعیین کنید (مطمئن شوید که هیچ گرد و غباری از فیلتر قبل از وزن کردن نیفتد).
ت) غلظت گرد و غبار گاز کثیف ، γ، بر حسب گرم در هر متر مکعب، از معادله زیر:

$$\gamma = \frac{\Delta m}{\Delta V}$$

(۱)

که درآن:
Δ_m افزایش جرم است؛
Δ_v حجم هوا در شرایط واقعی کشیده شده از نمونه است؛
ث) در صورت لزوم تغذیه کننده گرد و غبار را تنظیم کنید و روش را تکرار کنید.
لطفا توجه داشته باشید که غلظت گرد و غبار با استفاده از این روش ممکن است از میانگین غلظت گرد و غبار (بسته به نوع توزیع اندازه ذرات) مشخص شده بر سطح مقطع داکت گاز کثیف انحراف داشته باشد. با این وجود، غلظت اندازه‌گیری شده با استفاده از روش فوق و توسط نمونه فیلتر تجریه می‌شود و، به عنوان یک قرارداد، در اینجا به عنوان مقدار غلظت درست استفاده می‌شود.

۶-۶-۷ آزمون کارکردی برای دستگاههای استاندارد مرجع

۶-۶-۷-۱ تست نشتی

انجام آزمون نشتی ، حداقل سه ماه یکبار، اکیداً به شرح زیر توصیه می‌شود:

الف) از یک ظرف به قطر ۱۸۰ میلی متر برای آب بندی ورودی از لوله افقی گاز پاک استفاده می‌شود (به عنوان مثال آلومینیوم، به ضخامت ۵ میلی‌متر ، به جای نگهدارنده فیلتر).

ب) یک فیلتر جدید مطلق جدید قرار دهید.

پ) شلنگ منتهی به مبدل فشار جزئی (برای محافظت از مبدل) را بردارید وسیله ضربه زن طرف لوله را ببندید.

ت) پمپ را برای شروع جریان روشن کنید (نقطه تنظیم ۲ متر مکعب در ساعت) .

ث) در خلاء کامل پمپ جریان به سرعت کاهش می‌یابد (زمانی که کنترل کننده جریان جرمی به طورکامل باز می‌شود).

ج) رسیدن به یک جریان کمتر از ۰/۱ متر مکعب در ساعت باید امکان داشته باشد.

چ) اگر جریان به این مقدار حجم کاهش نیابد، نشتی موجود بر نتایج اندازه‌گیری موثر است.

ح) در پایان آزمون، خلاء با خاموش کردن پمپ شکسنه شده و با استفاده از مبدل به آرامی اجازه ورود هوا به لوله افقی گاز تمیز را بدهد.

احتیاط - اگر یک دستگاه غیر از دستگاه استاندارد مرجع استفاده شود، بررسی کنید که آیا خلاء می‌تواند بدون آسیب اعمال شود.

۶-۶-۷-۲ شیب منحنی افت فشار

این آزمون سریع نشان می‌دهد که آیا تمام اجزاء و همچنین کنترل و اصلاح جریان از طریق نمونه فیلتر، شامل پراکندگی گرد و غبار توسط تغذیه کننده به درستی کار می‌کنند. این تست کوتاه را بایست پس از انجام روال پاکسازی استاندارد و پس از چک کردن مبدل ، غلظت گرد و غبار و تنظیم تغذیه انجام شود. این روش به شرح زیر است.

الف) از غشاء توسعه یافته با جنس پلی تترافلوئورواتیلن[1] اصلاح شده (ePTFE) در سوزن (نه در بافت مواد) به عنوان یک نمونه و یا نمونه با سطح فیبر میکرو، تشکیل دهنده کیک فیلتر همگن دست نخورده استفاده کنید.

ب) گرد و غبار آزمون (مطابق بند ۳-۳) Pural NF است (شماره سری ساخت را گزارش دهید مقادیر برای سری مختلف ممکن است متفاوت باشد).

پ) مطمئن شوید که غلظت گرد و غبار در فیلتر۵ گرم بر متر مکعب است .

ت) مطمئن شوید که سرعت مواجهه با فیلتر۲ متر بر دقیقه (محاسبه شده در شرایط واقعی) در دمای محیط است.

1 - polytetrafluoroethylene

ث) فاصله اندازه‌گیری تا ۱S، زمان باز شدن دریچه پاکسازی تا ۶۰ میلی ثانیه، و فشار مخزن را روی ۰/۵ مگاپاسکال تنظیم کنید (فشار مازاد).
ج) آزمون استاندارد را شروع کنید و حداقل یک چرخه تا ۱۸۰۰ پاسکال انجام دهید.
منحنی افت فشار بین ۸۰۰ پاسکال و ۱۸۰۰ پاسکال بایستی خطی باشد و همیشه بایست همان شیب را با سرعت فیلتراسیون ثابت غلظت گرد و غبار را نشان دهد (همچنین به بند ۵-۲-۶ نگاه کنید).

۶-۶-۷-۳ سیگنالهای پالس پاکسازی

سیستم پاکسازی در بند ۵-۲-۸ مشخص شده است و پالس فشار پس از رسیدن به نمونه فیلتر توسط هندسه لوله گاز افقی تمیز، یعنی لوله گاز تمیز، لوله وزش و سوراخ وزش ، مخزن تحت فشار و طراحی دریچه و زمان باز کردن تعریف شده است. پالس فشار می‌تواند تغییر کند، به عنوان مثال، اگر عملکرد دریچه مختل شود.
بنابراین عملکرد آن باید به صورت دوره ای حداقل هر ساله مورد آزمایش قرار گیرد. این تست به یک ظرف مشبک (شکل الف-۳ مراجعه کنید) و یک سیستم اندازه گیری با یک مبدل با عملکرد سریع نیازمند است و بایست توسط تولید کننده و یا پرسنل اجرایی نگهداری بطورسالانه انجام شود. ظرف مشبک داخل نگهدارنده فیلتر به جای یک فیلتر آزمون قرار داده می‌شود، سرعت مواجه با فیلتر به مقدار استاندارد ۲ متر بر دقیقه تنظیم شده است و یک پالس فشار با مجموعه پارامترهای متناسب با مقادیر استاندارد شروع می‌شود.

۶-۷ روشهای گام به گام آزمون استاندارد

روش‌های گام به گام از آزمون استاندارد به شرح زیر است.
الف) لگاریتم شرایط محیط اتاق آزمون (فشار جو، درجه حرارت، رطوبت نسبی).
ب) پارامترهای عملیاتی دستگاه آزمون را تنظیم کنید: میزان حجمی سرعت جریان گاز ، تنظیمات تغذیه کننده گرد و غبار، نقطه تنظیم فشار پاکسازی، تعداد پالسهای پاکسازی ، فشار مخزن، مدت زمان باز شدن دریچه.
پ) محتوای تغذیه کننده گرد و غبار را بررسی کنید.
ت) غلظت گرد و غبار گاز کثیف (به بند ۵-۲-۲ نگاه کنید) را بررسی کنید.
ث) نگهدارنده فیلتررا با فیلتر جدید مورد آزمون در دستگاه تست قرار دهید.
ج) فیلتر کاملاً تمیز را توزین کنید و در داخل نگهدارنده فیلتر مطلق قرار دهید.
چ) افت فشار اولیه را بدون تغذیه گرد و غبار تعیین کنید. ابتدا جریان هوای داکت عمودی را بطور دستی روشن کنید و صبر کنید تا نور سنج هیچ گونه گرد و غبار در جریان گاز را نشان ندهد. سپس جریان را از طریق نمونه شروع کنید و افت فشار اولیه را اندازه‌گیری کنید.
ح) فاز اول امتحان، تست فیلتر را شروع کنید.
- پس از خاموش کردن تغذیه کننده گرد و غبار و جریان از طریق نمونه فیلتر آزمون در پایان مرحله اول اندازه‌گیری ، صبر کنید تا گاز کثیف بدون گرد و غبار شود، سپس جریان گاز را از طریق نمونه فیلتر

آزمون دوباره راه‌اندازی کنید و افت فشار باقی مانده فیلتررا مشخص کنید، یک پالس پاکسازی اضافی دستی را قبل از قرائت مقدار افت فشار اجرا کنید.

- نگهدارنده فیلتر را با نمونه فیلتر آزمون بردارید و برای تعیین جرم گرد و غبار باقی مانده در نمونه فیلتر تست پس از پاکسازی توزین کنید.

خ) فیلتر مطلق را بردارید و وزن آن را به منظور تعیین غلظت گرد و غبار گاز تمیز تعیین کنید.

د) نمونه فیلتر آزمون و یک فیلتر مطلق جدید جداسازی کنید، و سپس مرحله رسش را دوباره شروع کنید.

ذ) بلافاصله پس از آن (بدون تغییر فیلتر مطلق) فاز تثبیت با ۱۰ چرخه‌ی پاکسازی فیلتر با فشار دیفرانسیل فیلتر کنترل می‌شود، شروع کنید.

ر) جرم گرد و غبار باقی مانده را تعیین کنید و افت فشار باقی مانده توصیف شده فوق را اندازه‌گیری کنید.

ز) یک روش پاکسازی از جمله تمیز کردن تغذیه کننده گرد و غبار توصیف شده در بند ۵-۶-۵ را انجام دهید.

س) نمونه فیلتر آزمون را دوباره وارد کنید و جرم یک فیلتر جدید مطلق را تعیین کنید و آن را در نگهدارنده فیلتر قرار دهید.

ش) فاز چهارم آزمون فیلتر را شروع کنید.

ص) بعد از خاموش کردن تغذیه کننده گرد و غبار در پایان مرحله چهارم، بعد از آن فاز اندازه‌گیری مرحله اول را همانطور که در بالا شرح داده شد اجرا کنید.

ض) در صورت لزوم، مرحله پنجم آزمون فیلتر را شروع کنید.

ط) پس از خاموشکردن تغذیه کننده گرد و غبار در پایان مرحله پنجم، بعد از آن فاز اندازه‌گیری مرحله اول را همانطور که در بالا شرح داده شده اجرا کنید.

ظ) لگاریتم شرایط محیط داخل اتاق آزمون در پایان آزمون (فشار جو، درجه حرارت، رطوبت نسبی).

۷ روش و فیلتر برای تست تجهیزات معادل و انتخاب آزمایشگاه‌ها

۷-۱ روش و فیلتر **برای تست تجهیزات معادل با دستگاه استاندارد مرجع**

برای انتخاب یک دستگاه به عنوان دستگاه معادل (جایگزین)، یک مقایسه باید با دستگاه مرجع استاندارد با توجه به روش زیر انجام شود: سه فیلتر باید بر روی هر دو دستگاه به طور همزمان (همان محل و همان زمان) با همان بهر از گرد و غبار آزمون تست انجام شود:

الف: غشای ePTFE بر روی سوزن پلی استر ، حدود اسمی ۵۵۰ گرم بر متر مکعب و ۵۰ لیتر بر دسی‌متر مربع دردقیقه؛

ب: سوزن پلی استر غلتک زنی، حدود اسمی ۵۵۰ گرم بر متر مکعب و ۵۰ لیتر بر دسی‌متر مربع دردقیقه؛

ج: سوزن پلی استر ، حدود اسمی ۵۰۰ گرم بر متر مکعب و ۲۰۰ لیتر بر دسی‌متر مربع دردقیقه؛

از این مواد، نمونه ها را برای تست که جرم فضاییش در یک محدوده حداکثر ۱± درصد است و نفوذ پذیری هوا آن در محدوده حداکثر ۲± درصد از مقادیر متوسط است. هر یک از فیلترهای الف، ب، ج، سه نمونه

باید تست شوند یک بار بر روی دستگاه مرجع استاندارد و یک بار بر روی دستگاه معادل در شرایط عملیاتی تعریف شده در جدول (۱).
برای یک دستگاه انتخاب شده به عنوان یک دستگاه معادل، نتایج دستگاه انتخاب شده برای هر سه آزمون باید با نتایج حاصل از دستگاه مرجع استاندارد برای پارامترها و در محدوده های مشخص شده در جدول ۳ منطبق باشند.

جدول ۳ - شرایط تعادل: انحراف قابل قبول خواندن از دستگاه استاندارد مرجع

پارامتر مورد اندازه‌گیری	انحراف معیار قابل قبول
افت فشار باقی مانده	± ۱۰
چرخه زمانی پاکسازی	± ۱۰
مقدار جرم غبار باقی مانده	± ۱۰
غلظت غبار گاز تمیز	± ۱۰

۲-۷ انتخاب آزمایشگاههای آزمون

آزمایشگاههای آزمون باید:
الف) مطابق با استاندارد ISO/IEC 17025 ؛
یادآوری- اعتباربخشی آزمایشگاههای آزمون در ISO/IEC 17025[5] یکی از راه های افزایش اعتماد به نفس در عملکردشان است.
ب) از لحاظ تجاری مستقل از ساخت، فروش، و بهره برداری از دستگاه معادل آن هستند؛

۸ پردازش داده هاو بیان نتایج

۱-۸ پردازش داده ها

پردازش داده های آزمون فیلتر به دو قسمت تقسیم میشود: ۱- جمع آوری مداوم مجموعه داده های ثبت شده توسط نرم افزار عامل با توجه به افت فشار و مدت زمان چرخه پردازش داده ها در طول آزمون تست فیلتر مانند تغییر جرم نمونه فیلتر آزمون و فیلتر مطلق بصورت دستی.
دوره افت فشار می‌تواند از مجموعه داده تولید شده توسط نرم افزار عملیاتی تعیین شود. افت فشار باقی مانده در یک فاصله زمانی از پیش تعیین شده بعد از هر سیکل پاکسازی ثبت شده و به صورت یک نمودار یا تعداد چرخه نمایش داده می‌شود. ارائه طول چرخه های مختلف فیلتراسیون بصورت نمودار تعداد چرخه یا دوره زمانی، همچنین دوره آزمون، منطقی است.
با افزایش نسبت جرم به مساحت موثر فیلتر ، جرم گرد و غبار تخلیه شده روی نمونه فیلتر آزمون بر حسب گرم در هر متر مربع محاسبه می‌شود. توسعه این مقدار به عنوان معیار ارزیابی توانایی فیلتر برای ایجاد ویژگی های عملیاتی آن بکار می‌رود. این مقدار به صورت مکرر بعد از هر مرحله آزمون تعیین می‌شود.

غلظت گرد و غبار در جهت گاز پاک به صورت مقدار میانگین هر یک از مراحل ۱، ۴ و ۵ بر حسب میلی‌گرم در هر متر مکعب (برای شرایط جریان واقعی) بیان می‌شود.

۸-۲ بیان نتایج

افت فشار باقی مانده در مقابل زمان (شکل ۲) و طول چرخه در برابر زمان (شکل ۳): نتایج آزمون در گزارش آزمون شامل یک جدول (به مثال جدول ۴ رجوع کنید) از داده های اندازه‌گیری شده و بعلاوه نمودارهای مختلف با ویژگی داده شاخص ثبت می‌کند.

یک راه دیگر ارزیابی با اطلاعات بسیار زیاد و نمایش افت فشار در طول زمان برای چرخه های بارگذاری است (به شکل ۴ رجوع کنید). منبع هر منحنی همزمان با افت فشار باقی مانده از پالس پاکسازی قبلی است.

قالبها برای نتایج آزمون عددی و گرافیکی در زیر آورده شده است (داده ها فقط به عنوان مثال داده شده است).

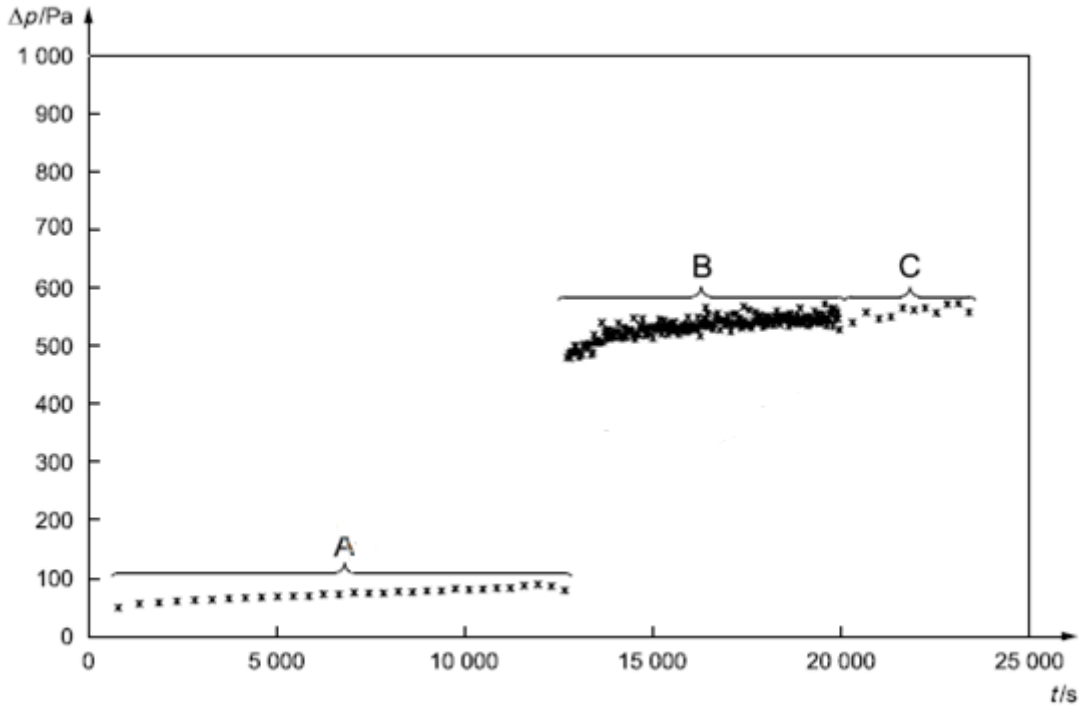
همچنین با استانداردهای VDI 3926 قسمت اول [۱۳], ASTM D6830-02[8]، JIS Z 8909-1[10] و GB/T 6719[9], و موارد اضافه را در صورت لزوم مقایسه کنید.

جدول ۴ - نمونه ای از یک آزمون کلی داده

شماره گزارش آزمون			
مشتری:		آزمایشگاه آزمون :	
پروژه:		آزمایش کننده:	
شماره آزمون مرجع:		تاریخ:	

پارامترهای آزمون			
غبار آزمون:	Pural NF	زمان چرخه در طول رساندن(ثانیه):	۵(ثانیه)
غلظت غبار (گرم بر متر مکعب)	۵/۱	فشار هوای پاکیزه سازی(مگاپاسکال)	۰/۵
سرعت مواجهه فیلتر(متر بر ساعت)	۱۲۰	زمان باز شدن شیر(میلی‌ثانیه)	۶۰
نقطه تنظیم فشار پاکیزه سازی/پاسکال	۱۰۰۰ و۱۸۰۰	رطوبت شروع/پایان آزمون (درصد)	۳۸/۴۰
مساحت نمونه (متر مربع)	۰/۰۱۷۷	دمای شروع/پایان آزمون (°ا)	۲۲/۲۴

مساحت نمونه تحت تماس (متر مربع)	۰٫۰۱۵۴	فشار هوای شروع/پایان آزمون (ساعت پاسکال)			/۱۰۰۳ ۱۰۰۸
فازهای آزمون: ۳۰چرخه+۲۵۰۰چرخه رساندن+۱۰چرخه پایداری+۲ساعت (۱۸۰۰پاسکال)+۲ساعت (۱۰۰۰پاسکال)					
فیلتر					
شازنده:		تجهیزات:			
نوع:		شماره بهر:			
توصیف فیلتر:		وضعیت:			
توصیف فیلتر:		میزان نفوذپذیری در ۲۰۰ پاسکال؛			
جرم هوا (گرم بر متر مکعب)	۲۹۷٫۴	ضخامت؛			
جرم فیلتر (گرم)	۸٫۷۹				
نتیجه آزمون					
	شروع	بعد از چرخه ۳۰ ساعته	رساندن	اندازه‌گیر ی	اندازه‌گیری
جرم نگهدارنده فیلتر+ فیلتر (گرم)	۵۳۳٫۰۷	۵۳۳٫۹۴	۵۳۴٫۸۲	۵۳۴٫۸۸	۵۳۴٫۹۳
جرم حاصل شده فیلتر(گرم)	-	۰٫۸۷	۱٫۷۵	۱٫۸۱	۱٫۸۶
	پاکیزه سازی در	۱۰۰۰پاسکال	هر ۲۰ثانیه	۱۰۰۰ پاسکال	۱۸۰۰ پاسکال
شروع آزمون/چرخه ها	۰	۳۰		۲۴۱	۲۵
افت فشار (باقی‌مانده)؛ (پاسکال)	۴۷	۹۱		۶۱۰	۶۲۰
جرم غبار باقی‌مانده؛ (گرم بر متر مربع)	۰	۵۶٫۵	رساندن: ۲۵۰۰ پالس پاکیزه سازی	۱۱۷٫۶	۱۲۰٫۸
زمان چرخه؛ (ثانیه)	-	۳۵۵		۲۸	۲۸۹
فاز آزمون:		اولین ۳۰ چرخه		۲ ساعت	۲ ساعت
نفوذ غبار؛ (میلی‌گرم)		۲۱٫۵۸		۶٫۰۲	۰٫۵۰
زمان اندازه‌گیری (ثانیه)		۱۲۶۴۲		۷۲۰۰	۷۲۰۰
غلظت گاز تمیز؛ (میلی‌گرم بر متر مکعب)		۳٫۳۲		۱٫۶۰	۰٫۱۳



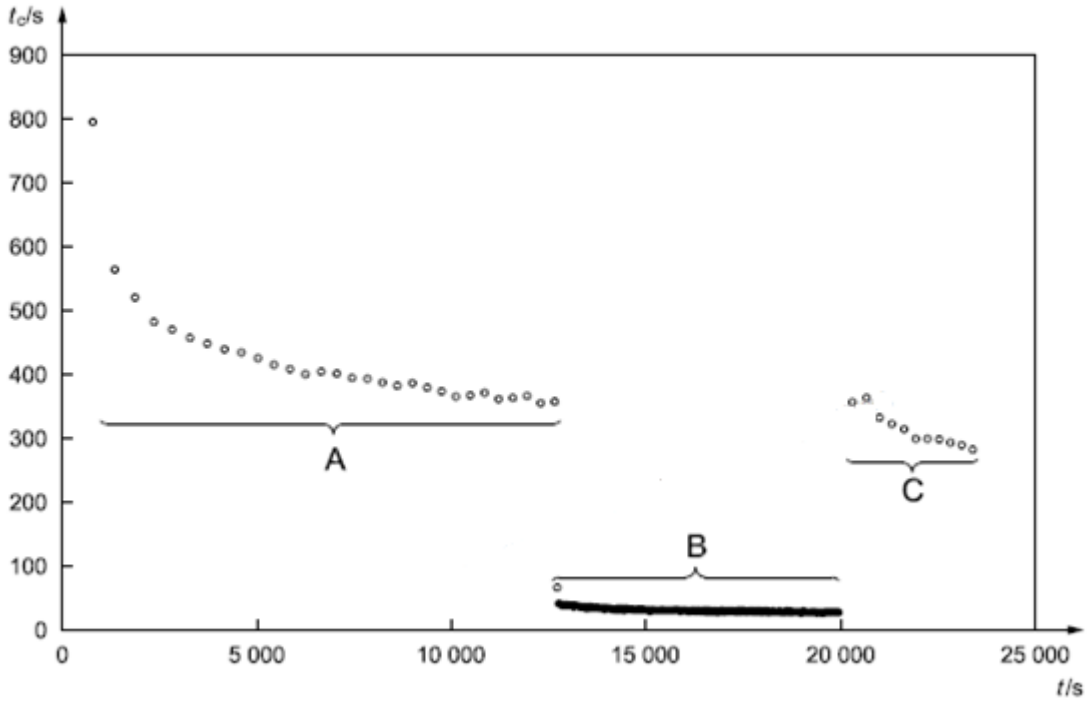
شکل ۲ – توسعه افت فشار باقی مانده در برابر زمان قبل و بعد از کهنگی

راهنما:

Δ_p	افت فشار باقی مانده
t	زمان
A	قبل از پیرشدگی، ۳۰ چرخه اول ، پاکسازی در ۱۰۰۰ پاسکال
B	بعد از پیرشدگی ، ۳۰ چرخه اول، پاکسازی در ۱۰۰۰ پاسکال
C	بعد از پیرشدگی ، ۳۰ چرخه اول، پاکسازی در ۱۸۰۰ پاسکال

شرایط آزمون:

دما	۲۰ درجه سانتیگراد
غبار	Pural NF
فشار مخزن	۰٫۵ مگاپاسکال
سرعت جریان	۲ متر در دقیقه
پاکسازی در	۱۰۰۰پاسکال و ۱۸۰۰پاسکال



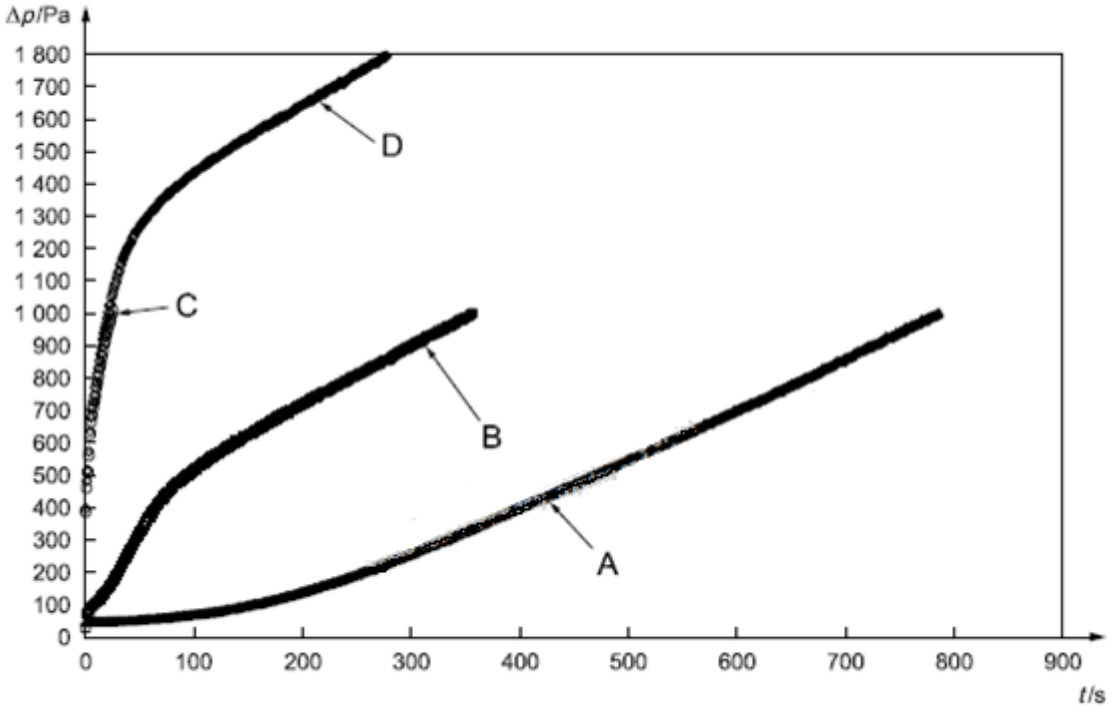
شکل ۳ – توسعه طول مدت چرخه در برابر زمان قبل و بعد از رسش

راهنما:

Δ_p	افت فشار باقی مانده
t	زمان
A	قبل از پیرشدگی، ۳۰ چرخه اول ، پاکسازی در ۱۰۰۰ پاسکال
B	بعد از پیرشدگی ، ۳۰ چرخه اول، پاکسازی در ۱۰۰۰ پاسکال
C	بعد از پیرشدگی ، ۳۰ چرخه اول، پاکسازی در ۱۸۰۰ پاسکال

شرایط آزمون:

دما	۲۰ درجه سانتیگراد
غبار	Pural NF
فشار مخزن	۰/۵ مگاپاسکال
سرعت جریان	۲ متر در دقیقه
پاکسازی در	۱۰۰۰پاسکال و ۱۸۰۰پاسکال



شکل ۴ – نمایش مازاد بر احتیاج از منحنی افت فشار در برابر زمان سیکلهای بارگذاری انتخاب شده (مبدا هر منحنی همزمان با قبل از افت فشار باقی مانده)

راهنما:

Δ_p	افت فشار باقی مانده
t	زمان
A	قبل از رسش، ۳۰ چرخه اول ، پاکسازی در ۱۰۰۰ پاسکال
B	بعد از رسش، ۳۰ چرخه اول، پاکسازی در ۱۰۰۰ پاسکال
C	بعد از رسش، ۳۰ چرخه اول، پاکسازی در ۱۸۰۰ پاسکال

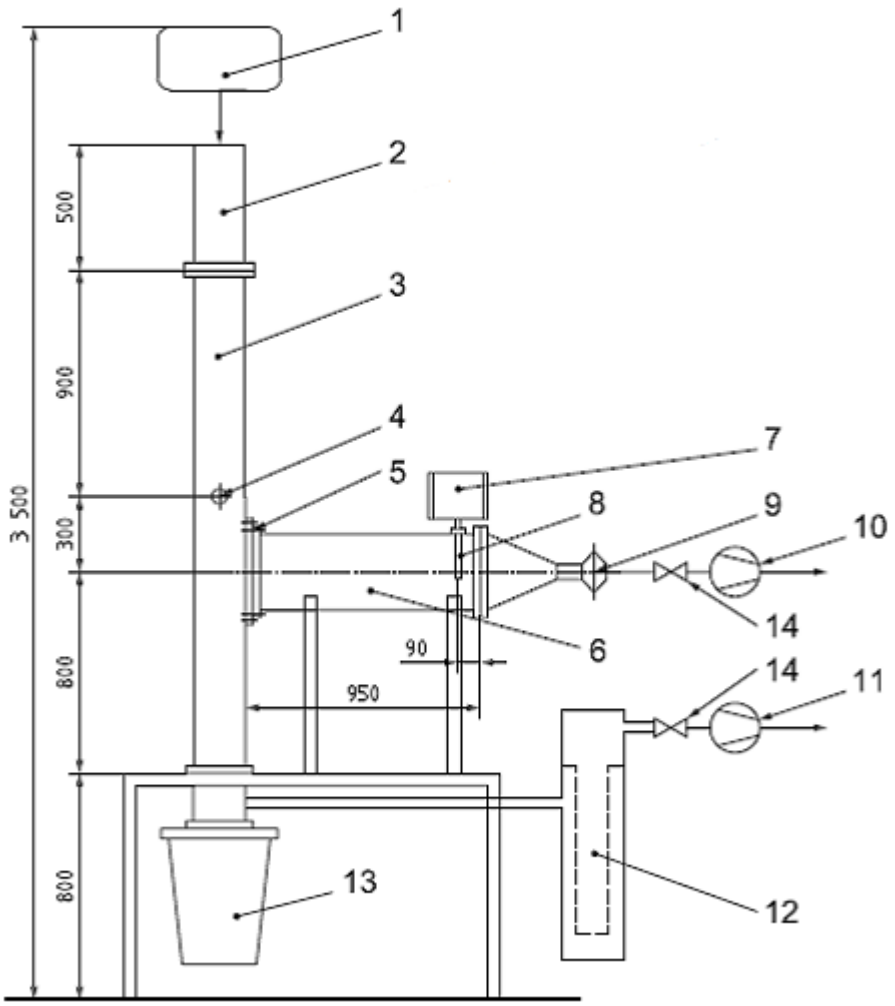
شرایط آزمون:

دما	۲۰ درجه سانتیگراد
غبار	Pural NF
فشار مخزن	۰٫۵ مگاپاسکال
سرعت جریان	۲ متر در دقیقه
پاکسازی در	۱۰۰۰پاسکال و ۱۸۰۰پاسکال

پیوست الف

(الزامی)

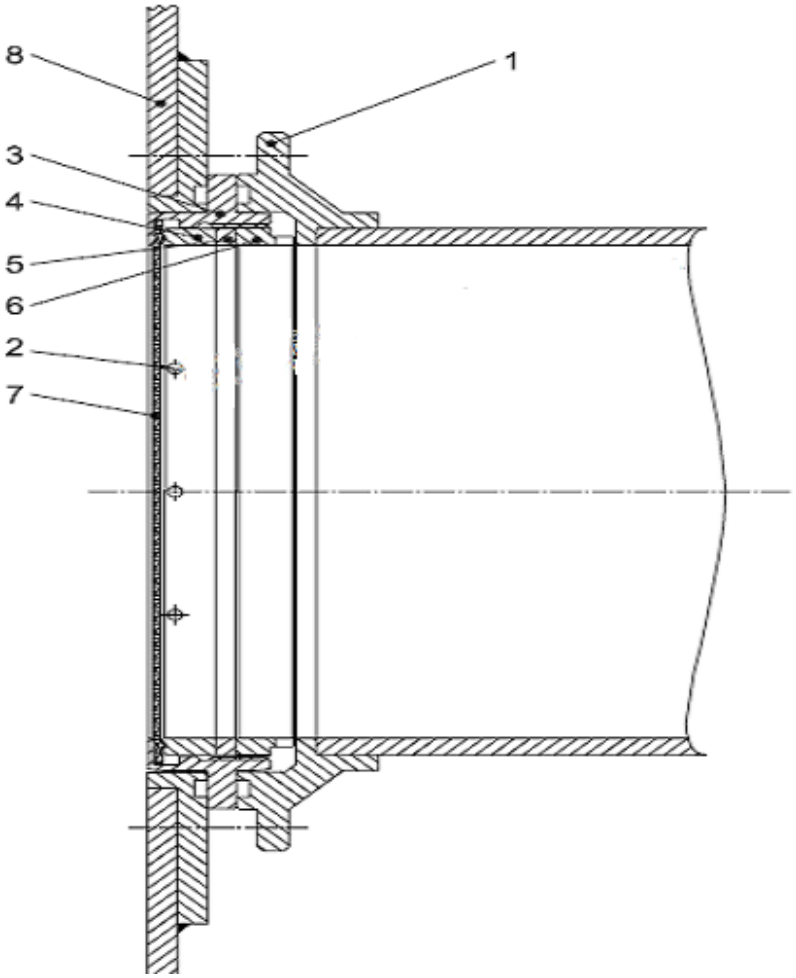
تجهیزات آزمون



شکل الف ۱ - دیاگرام شماتیک از دستگاه استاندارد مرجع

راهنما:

۱ تغذیه کننده گرد و غبار در تعادل سکو
۲ مخلوط کردن لوله
۳ داکت عمودی گاز کثیف ، سطح مقطع 120 mm x 300 mm
۴ مانیتور غلظت فتومتریک
۵ نگهدارنده فیلتر آزمون، قطر نمونه آزاد ۱۴۰ میلی متر
۶ داکت تمیز گاز افقی ، قطر ۱۵۰ میلی متر
۷ مخزن هوای فشرده (2.5 l/2.5 MPa)
۸ لوله ضربه
۹ فیلتر مطلق برای وزن سنجی اندازه گیری تمیز گاز
۱۰ مکش تمیز گاز (پمپ)
۱۱ مکش از داکت کثیف گاز عمودی (پمپ)
۱۲ فیلتر پشتیبان کثیف گاز
۱۳ ظرف گرد و غبار داکت عمودی
۱۴ کنترل جریان جرم



شکل الف ۲ – طراحی نگهدارنده نمونه فیلتر برای دستگاه استاندارد مرجع

راهنما:

۱ داکت افقی فلنج

۲ حمایت از میله ها

۳ بدنه نگهدارنده فیلتر

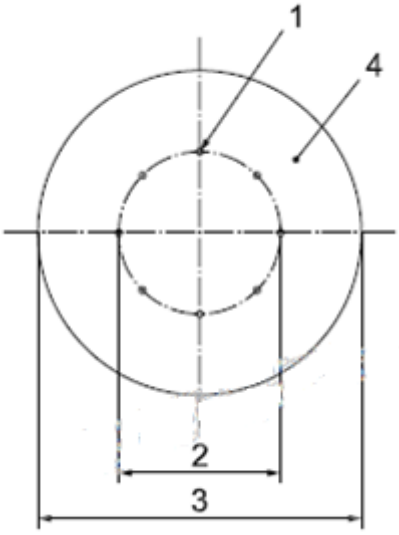
۴ بستن میدان، قطر داخلی ۱۴۰ میلی‌متر

۵ میدان راه دور

۶ بستن مهره

۷ نمونه فیلتر آزمون

۸ مجرای عمودی دیواره و فلنج



شکل الف ۳ - صفحه سوراخ شده برای واسنجی سیستم پاکسازی دستگاه استاندارد مرجع

راهنما:

۱ یکی از هشت سوراخ، قطر ۳ میلی متر، توزیع ۴۵ × ۸ درجه

۲ دایره زمین از قطر سوراخ ۷۵ میلی‌متر

۳ قطر صفحه ۱۵۰ میلی‌متر

۴ ضخامت ورق آلومینیوم ۲ میلی‌متر

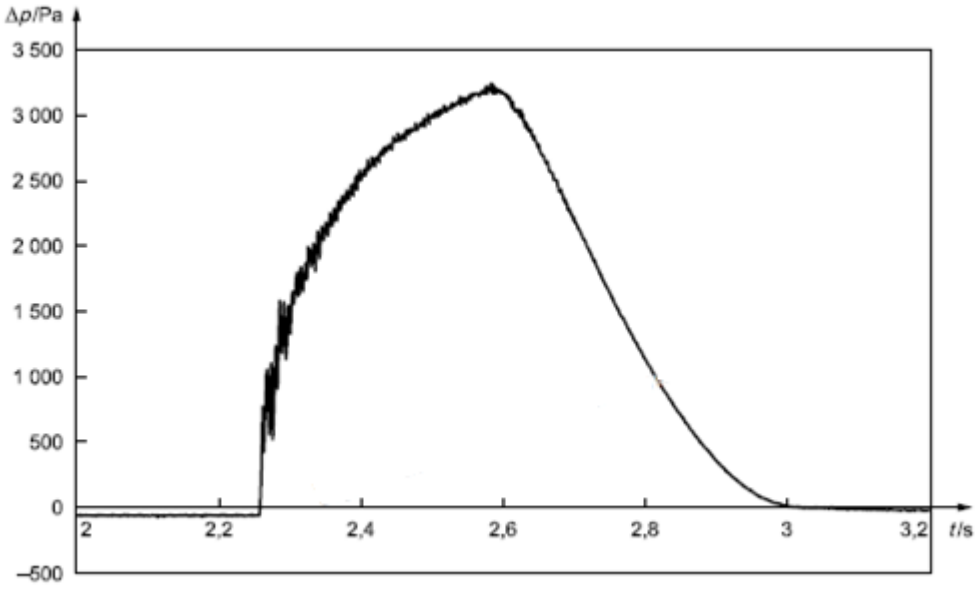
واسنجی سیستم پاکسازی معمولا توسط کارخانه سازنده دستگاه مرجع استاندارد (یا پرسنل مناسب ماهر) انجام می‌شود و باید در طول نگهداری سالانه بررسی شود.

برای این منظور، یک بشقاب سوراخ شده همانطور که در شکل الف-۳ نشان داده شده در نگهدارنده فیلتر قرار داده شده است و با واشر لاستیک یا سیلیکون بسته (مهر و موم شده) است.

سرعت جریان فیلتراسیون ۲ متر در دقیقه از طریق صفحه کشیده شده است و با یک پالس پاکسازی استاندارد فعال می‌شود.

پالس با استفاده از مبدل فشار با سرعت بالا (مبدل با سرعت بالا با واقعه نگار داده با سرعت نمونه برداری، ۱ کیلو هرتز) اندازه گیری می‌شود.

سیگنال پالس فشار باید مقادیر مرزی زیر را نشان دهد: فشار اوج حدود ۱۶۰±۳۲۰۰ پاسکال مدت زمان پالس مکانیکی حدود ۷۰ ±۷۰۰ میلی‌ثانیه همانطور که در شکل الف-۴ نشان داده شده است.



شکل الف ۴ - سیگنال فشار پالس با استفاده از صفحه سوراخ شده در شکل الف-۳ برای کالیبراسیون

راهنما:

Δ_p اختلاف فشار

t زمان

شرایط آزمون:

سرعت جریان لحظه ای	۲ متر در دقیقه
جریان جانبی	۱٫۸۵ متر مکعب در ساعت
جریان اصلی	۴ متر مکعب در ساعت
دما	۲۴ درجه سانتیگراد
فشار مخزن	۵۰۰ کیلو پاسکال
زمان باز شدن دریچه	۶۰ میلی‌ثانیه
قطر حفره وزش	۳ میلی‌متر

پیوست ب
(اطلاعاتی)
سایر اطلاعات و ملاحظات

ب ۱- تست فیلتر بافته شده

فیلتر بافته شده در بازار وجود دارد که به صراحت برای استفاده از فیلترهای جت پالس طراحی شده است؛ سایر فیلترها برای جریان معکوس طراحی شده است.

اگر فیلتر مورد آزمایش از لحاظ، ساختاری قادر به استقامت در برابر پالسهای پاکسازی ویژه مورد استفاده در این استاندارد ملی نباشد، امکان انجام تست تحت شرایط مشابه وجود دارد، اما یک پالس پاکسازی (ضعیف تر) سازگار با قابلیتهای این نمونه وجود دارد.

همچنین امکان تغییر مرجع سکوی آزمون استاندارد مرجع برای استفاده در پاکسازی جریان معکوس وجود دارد. پاکسازی مورد استفاده در فیلتر های تکان دهنده نمی تواند در طراحی سکوی آزمون شده انتخاب شبیه سازی شود.

یکی دیگر از مشکلات خاص مواجه با فیلتر بافته شده درزبندی نمونه در نگهدارنده فیلتر بدون ایجاد نشتی در اطراف آن می باشد.

راه حل های مختلفی برای رفع مشکل درزبندی نمونه هایی که به اندازه کافی مانند سوزن، متراکم و خوب درزبندی نمی شوند درجاییکه امکان استفاده از لاستیک سیلیکون و یا حلقه درزبندی صاف برش داده شده از یک سوزن مناسب وجود دارد،

ب ۲- تست فیلتر سخت و محکم

فیلتر سفت و سخت را می توان به شیوه‌ی مشابه همانند پارچه (بافته) انعطاف پذیر آزمایش کرد، اما باید مراقبت های اضافی برای درز بندی نمونه ها در نگهدارنده فیلتر اعمال شود. در اغلب موارد، ممکن است درزبندی انعطاف پذیر بسیار شبیه به کاربرد ب-۱ مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به خصوصیات خاص مواد سفت و سخت، فشار دیفرانسیلی مورد استفاده در آزمون، قبل از تحریک پالس پاکسازی، ممکن است در یک سطح بالاتری تنظیم شود.

ب ۳- دستگاههای اندازه گیری اختیاری $PM_{2,5}$

غلظت گرد و غبار $PM_{2,5}$، به طور متوسط در یک تعداد مناسب از چرخه، ممکن است توسط یکی از دستگاه های قابل قبول تعیین شود.

غلظت گرد و غبار $PM_{2,5}$، بر حسب میلی‌گرم در هر متر مکعب بیان می‌شود، بر اساس جرم کل گرد و غبار در محدوده اندازه ذرات آیرودینامیکی توسط منحنی استاندارد $PM_{2,5}$ مشخص شده است.

دستگاه های قابل قبول عبارتند از:

الف) تاثیرات سکون (به استاندارد[۸]02 -ASTM D6830 مراجعه شود)؛

ب) چرخنده هایی با ویژگی قطع $PM_{2,5}$ با فیلتر تحلیلی پشتیبان گیری (مراجع [۱۱] [۲۵] [۲۶])؛

ج) شمارنده نوری ذرات (OPCs) با اصطلاح جرم در برابر قطر ایرودینامیکی و با استفاده از منحنی توزین $PM_{2,5}$، (مرجع [۲۵]) کالیبره می شود - این شمارنده نوری باید محدوده اندازه ذرات ۰/۳میکرومتر تا ۱۷ میکرومتر را پوشش دهد و باید وضوح مناسبی داشته باشد.

برای هر یک از این دستگاه ها، سیستم استخراج نمونه ایزوکنتیک مناسب متصل به داکت گاز تمیز باید با توجه به خود سرعت نمونه گیری جریان گاز ارائه شود. ترکیب $PM_{2,5}$، (و یا یک سیکلون PM1) در دستگاه استاندارد مرجع توسعه یافته اند و به صورت روتین استفاده می‌باشد.

ب ۴- طبقه بندی و انتخاب فیلتر

انتخاب فیلتر در برنامه ریزی سیستم جایگاه ویژه ای دارد ، و در زمان انتشار اغلب اساس معیارهای تجربی است.

طبقه بندی رسانه های فیلتر کمک بزرگی برای انتخاب مواد فیلتر برای یک کار خاص است و در زمان انتشار هنوز هم بر اساس تست کارایی در مواد جدید و یا عناصر انجام شده است.

داده بر روی مواد خاص و یا بافت مانند داده دارای جداسازی ذرات (به بند [7] EN 60335-2-69 مراجعه کنید [۷]) معمولا توسط تولید کنندگان اطلاع رسانی شده است و داده در مورد افت فشار فیلتر جدید اطلاعات کافی در مورد رفتار بلند مدت فیلتراسیون آنها نمی‌دهد. بنابراین استفاده از نتایج حاصل از این روش تست ارائه شده برای تقسیم بندی فیلتر قابل پاکسازی با عملکرد چندین طبقه واضح است.

ب ۵- قابلیت پاکسازی و ماندگاری اجزای فیلتر

پیش بینی و طرح ریزی از طول عمر در طراحی فیلتر یکی از نگرانی های عمده تولید کنندگان و اپراتورها است، زیرا تغییر مجموعه ای کیسه ها اغلب شامل سرمایه گذاری قابل توجهی است.

چندین روش در توسعه و/یا استفاده برای کسب اطلاعات در مورد قابلیت پاکسازی به صورت پنوماتیک عناصر فیلتر و کسب داده های بیشتر راجع به امکان تاثیر شستو بر آنها وجود دارد.

داده های دیگر در رابطه با توسعه استحکام کششی مواد، از نظر پایداری حرارتی و شیمیایی آن، به عنوان مثال تحت تأثیر افزایش درجه حرارت، SOx و یا NOx جمع آوری شد.

دستگاه استاندارد مرجع معرفی شده در این استاندارد ممکن است برای تعیین کمیت قابلیت پاکسازی و یا عوارض ناشی از کهنگی توسط مواد گوناگون ، به عنوان مثال گاز و ترکیب گرد و غبار استفاده شود.

کتابنامه

[1] ISO 3534-2, Statistics - Vocabulary and symbols - Part 2: Applied statistics.

[2] ISO 4225:1994, Air quality - General aspects – Vocabulary.

[3] ISO 21501-1, Determination of particle size distribution - Single particle light interaction methods - Part 1: Light scattering aerosol spectrometer.

[4] ISO 21501-4, Determination of particle size distribution - Single particle light interaction methods - Part 4: Light scattering airborne particle counter for clean spaces.

[5] ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

[6] EN 1822-1, High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) - Part 1: Classification, performance testing, marking.

[7] EN 60335-2-69, Household and similar electrical appliances. Safety. Particular requirements for wet and dry vacuum cleaners, including power brush, for commercial use.

[8] ASTM D6830-02:2008, Standard test method for characterizing the pressure drop and filtrationperformance of cleanable filter media.

[9] GB/T 6719:2009, Specifications for bag house.

[10] JIS Z 8909-1:2005, Test method of filter media for dust collection - Part 1: Filter efficiency.

[11] USEPA, Ambient air monitoring reference and equivalent methods, United States Environment Protection Agency, Federal Register 40 CFR Parts 50, 53 and 58 (1997).

[12] VDI 3867 Blatt 4, Messen von Partikeln in der Außenluft - Charakterisierung von Prüfaerosolen -Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung - Optisches Aerosolspektrometer [Measurement of particles in ambient air - Methods for characterizing test aerosols - Determination of the particle number concentration and particle size distribution - Optical aerosols spectrometer].

[13] VDI 3926 Part 1:2004, Testing of cleanable filter media - Standard test for the evaluation of cleanable filter media.

[14] LÖFFLER, F. Staubabscheiden [Dust separation]. Stuttgart: Thieme, 1988. 354 p.

[15] KLINGEL, R. Untersuchung der Partikelabscheidung aus Gasen an einem Schlauchfilter mit Druckstoßabreinigung [Study of particle separation from gases on a bag filter using pressure pulse cleaning].Dissertation, University of Karlsruhe (TH), 1983. (VDI-Fortschritts-Berichte [VDI Progress Reports] Series 3, No. 76.).

[16] SIEVERT, J., LÖFFLER, F. Dust-cake release from non-woven fabrics. Filtr. Separat. 1987, 24, pp. 424-427.

[17] SIEVERT, J. Physikalische Vorgänge bei der Regenerierung des Filtermediums in Schlauchfiltern mit Druckstoßabreinigung [Physical procedures during filter medium recovery in bag filters with pressure pulse cleaning].Dissertation, University of Karlsruhe (TH), 1988. (VDI-Fortschritts-Berichte [VDI Progress Reports] Series 3, No. 161.).

[18] GÄNG, P., LÖFFLER, F. New procedure and test-rig for the characterization of cleanable filter media. In: Preprints 9th World Clean Air Congress, Montreal, 1992-08-30/09-04.

[19] GÄNG, P.New approach to filter-testing and measuring of data for the design and operation of cleanable filters. In: Preprints AFS Conference, Minneapolis, 1997-04/05.

[20] Prüfung von Filtermedien - Erfahrungsberichte aus der Anwendung der Richtlinie VDI 3926 Blatt 1 [Testing of filter media - Empirical reports of the application of VDI 3926 Part 1], Kolloquium Prüfung von Filtermedien, 1999-06-07/08, Karlsruhe. Schriftenreihe d. VDI/KRdL 29, ISSN 1435-1633.

[21] GÄNG, P. Test method for cleanable filters under laboratory and operational conditions. In: Preprints AFS Conference, Boston, 1999-04-06/09.

[22] GÄNG, P. Testing and selection of filter media for dedusting, Part 1: Standard laboratory tests in accordance with VDI 3926 Part 1.F & S Filtrieren und Separieren, International edition, 2009, No. 9.

[23] SCHMIDT, M. Test of cleanable filter media under operational conditions - Test system for cleanable filter media better than requirements of VDI 3926 Part 1, type 2. In: AFS - 12th Annual Technical Conference, 1999-04, Boston.

[24] DITTLER, A., KASPER, G. Kontinuierliche Dosierung und Dispergierung feindisperser, kohäsiver Feststoffe mit einem neuartigen Staubdosierer [Continuous metering and dispersion of finely cohesive solids with a novel powder dosage device]. Chemieingenieurtechnik 1999, 71, pp. 685-688.

[25] BINNIG, J., MEYER, J., KASPER, G. Calibration of an optical particle counter to provide PM2.5 mass for well-defined particle materials. Aerosol Sci. 2007, 38, pp. 325-332.

[26] KENNY, L.C., GUSSMAN, R., MEYER, M. Development of a sharp-cut cyclone for ambient aerosol monitoring applications. Aerosol Sci. Technol. 2000, 32(4), pp. 338-358.