



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۳۶۹

چاپ اول

فروردین ۱۳۹۳

INSO
17369
1st.Edition
Apr.2014

انتشار از منابع ساکن - دستورالعمل تعیین غلظت
جرمی ذرات معلق

Stationary source emissions — Manual
determination of mass concentration of
particulate matter

ICS: 13.040.40

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

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

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

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

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

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

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"انتشار از منابع ساکن - دستورالعمل تعیین غلظت جرمی ذرات معلق"

رئیس:

جواهری، هومن

(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

سمت و / یا نمایندگی

اداره کل استاندارد استان کردستان

دبیر:

حسن‌زاده، شهرناز

(لیسانس بیولوژی)

اداره کل استاندارد استان کردستان

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ابراهیمی، بهرام

(دکتر شیمی تجزیه)

دانشگاه آزاد اسلامی - واحد سنندج

نبی، احسنی

(کارشناس ارشد محیط زیست)

اداره کل محیط زیست استان کردستان

بطی، فرید

(کارشناس شیمی)

اداره کل استاندارد استان کردستان

حسینی، حمید

(کارشناس ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد استان کردستان

حیدری، حمید رضا

(دکتر بهداشت حرفه‌ای)

دانشگاه علوم پزشکی قم

خاکپور، امیر

(دکتر مهندسی محیط زیست)

شرکت عمران زیست آزما

ظروفچی، خالد

(فوق لیسانس مهندسی شیمی گرایش محیط زیست)

دانشگاه صنعتی سهند تبریز

فاتحی فر، اسماعیل
(دکترای مهندسی شیمی گرایش محیط زیست)

دانشگاه صنعتی سهند تبریز

فیاضی، فریبا
(کارشناس ارشد شیمی تجزیه)

شرکت سبک لوله نوین کردستان

محمدی آذر، سیروان
(دکتری شیمی تجزیه)

دانشگاه آزاد اسلامی – واحد سنندج

مرادی، هیرش
(کارشناس ارشد شیمی کاربردی)

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مروت، زهرا
(کارشناس ارشد محیط زیست)

شرکت تولیدی کوهدانه

منصوری، هوشنگ
(کارشناس بهداشت حرفه‌ای)

شرکت سلامت اندیشان صنعت غرب

نصری، فریبرز
(دکتری شیمی تجزیه)

دانشگاه آزاد اسلامی ایران – واحد سنندج

یزدانی، ژیلا
(کارشناس ارشد شیمی فیزیک)

اداره کل استاندارد استان کردستان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۷	۴ اصول
۸	۵ صفحه نمونه‌برداری و نقاط نمونه‌برداری
۱۲	۶ وسایل و مواد
۲۱	۷ روش‌های نمونه‌برداری و وزن کردن
۳۴	۸ سایر جنبه‌ها
۳۷	۹ محاسبات
۴۰	۱۰ ویژگی‌های عملکرد
۴۱	۱۱ گزارش آزمون
۴۴	پیوست الف (الزامی) طراحی آزمایش شده نازل ورودی
۴۶	پیوست ب (الزامی) تعیین موقعیت نقاط نمونه‌برداری در کانال‌های حلقوی و مستطیلی
۵۳	پیوست پ (اطلاعاتی) مثال‌هایی از خطاهای توزین
۵۵	پیوست ت (اطلاعاتی) شرایط نمونه‌برداری ایزوکینتیک
۵۷	پیوست ث (اطلاعاتی) خلاصه اطلاعات تصدیق
۶۱	پیوست ج (اطلاعاتی) مثال‌هایی از انواع مناسب ورودی‌های دسترسی برای الزامات نمونه‌برداری

پیش‌گفتار

استاندارد "انتشار از منابع ساکن- دستورالعمل تعیین غلظت جرمی ذرات معلق " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در نوزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۲/۱۲/۲۱ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 9096:2003, Stationary source emissions — Manual determination of mass concentration of particulate matter

انتشار از منابع ساکن - دستورالعمل تعیین غلظت جرمی ذرات معلق

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تشریح یک روش مرجع برای اندازه‌گیری غلظت ذرات (غبار) در شرایط استاندارد در گازهای آلوده و در غلظت‌های 20 mg/m^3 تا 100 mg/m^3 است.

این استاندارد برای کالیبراسیون سیستم‌های پایش خودکار (AMS)^۱ کاربرد دارد.

اگر گاز منتشره حاوی مواد ناپایدار، واکنش‌دهنده یا نیمه فرار باشد، اندازه‌گیری به دمای فیلتراسیون بستگی خواهد داشت. برای کالیبراسیون سیستم‌های پایش خودکار ممکن است روش‌های داخل دودکشی، کاربرد بیشتری نسبت به روش‌های خارج دودکشی داشته باشند.

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 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 مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- 1-1 ISO 5725 (all parts), Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results
- 1-2 ISO 10780, Stationary source emissions Measurement of velocity and volume flowrate of gas streams inducts
- 1-3 ISO 12141, Stationary source emissions - Determination of mass concentration of particulate matter (dust) at low concentrations - Manual gravimetric method

1 - Automated monitoring systems

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می رود:

۱-۳

ذرات معلق^۱

غبار^۲

به ذراتی گفته می شود که با هر شکل، ساختار و چگالی، تحت شرایط نمونه برداری در فاز گازی پراکنده شده اند.

یادآوری ۱- در روش تشریح شده، همه ترکیباتی که ممکن است در شرایط معین بعد از نمونه برداری گاز معرف، آنالیز شوند و به وسیله فیلتراسیون جمع آوری شوند و بقایای بالا و روی فیلتر بعد از خشک کردن در شرایط مشخص به عنوان غبار و/یا (ذرات) مطرح می شوند. اگر چه، در مفاد برخی از استانداردهای ملی تعریف ذرات ممکن است به محصولات واکنشی یا میعان پذیر که در شرایط مشخصی جمع شده اند، (مثلاً دماهای پایین تر از دمای گاز دودکش) بسط داده شود.

یادآوری ۲- این روش تعریف ذرات را به موادی که در سیستم نمونه برداری تحت شرایط دمایی خاص قبل از فیلتر و روی فیلتر جمع می شوند، محدود می کند. روش های اندازه گیری ذرات ثانویه (مواد میعان پذیر) شکل گرفته و تجمع یافته ی بعد از فیلتر در دامنه کاربرد این استاندارد نیستند.

۲-۳

دمای فیلتراسیون^۳

به دمای گاز نمونه برداری شده بلافاصله بعد از فیلتر گفته می شود.

۳-۳

فیلتراسیون داخل دودکش^۴

فیلتراسیون داخل دودکش به وسیله فیلتری که به همراه نگه دارنده آن بلافاصله بعد از نازل نمونه برداری قرار گرفته است.

۴-۳

فیلتراسیون خارج دودکش^۵

-
- 1 - Particulate matter
 - 2 - Dust
 - 3 - Filtration temperature
 - 4 - In-Stack filtration
 - 5 - Out-stackfiltration

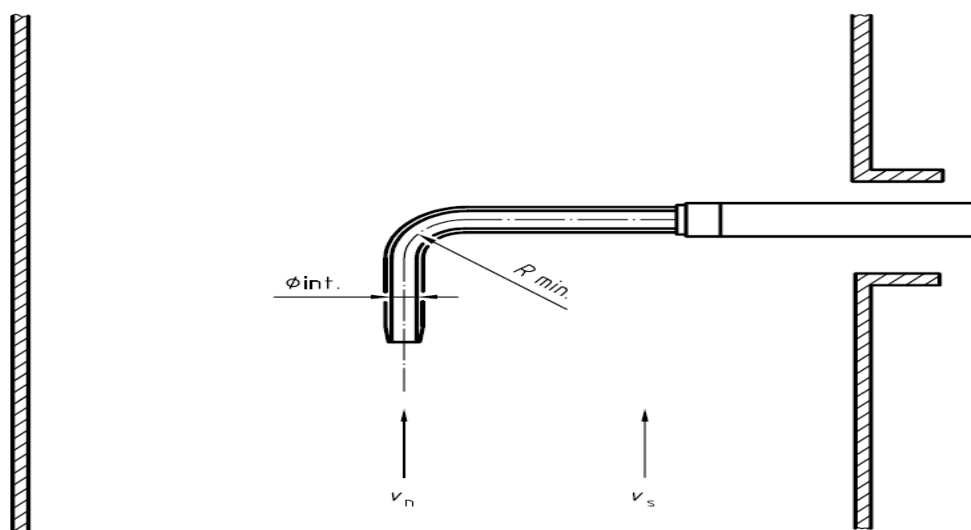
فیلتراسیون خارج از کانال به وسیله فیلتر تعبیه شده در نگه دارنده گرم که بعد از نازل نمونه برداری و لوله مکش (پراب^۱ نمونه برداری) قرار دارد.

۵-۳

نمونه برداری ایزوکینتیک^۲

نمونه برداری در شدت جریانی که در آن، سرعت و جهت گاز ورودی به نازل نمونه برداری (V_n) با سرعت و جهت گاز در داخل کانال در نقطه نمونه برداری (V_s) به یک اندازه است. به شکل ۱ مراجعه شود.

یادآوری - نسبت سرعت V_n/V_s که به صورت درصد بیان شود، انحراف از نمونه برداری ایزوکینتیک را نشان می دهد.



$$V_s = V_n$$

راهنما

V_s سرعت گاز داخل دودکش
 V_n سرعت گاز در نازل

شکل ۱- نمونه برداری ایزوکینتیک

۶-۳

قطر هیدرولیکی^۳

d_h به قطر مشخصه سطح مقطع کانال گفته می شود که از رابطه ۱ بدست می آید.

-
- 1 -probe
 - 2- Isokinetic sampling
 - 3 - Hydraulic Diameter

(۱)

$$d_h = \frac{4 \times A_S}{I_S}$$

که در آن:

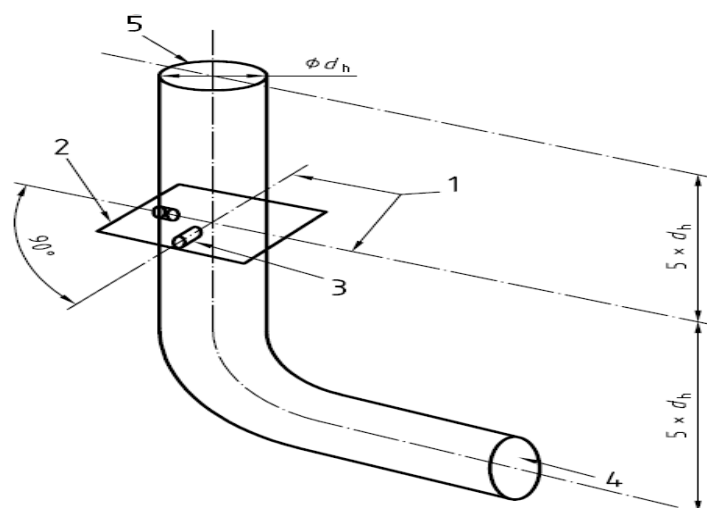
A_S سطح مقطع صفحه نمونه برداری؛

I_S طول فضای احاطه کننده صفحه نمونه برداری است.

۷-۳

صفحه نمونه برداری^۱

به صفحه عمود بر خط میانی کانال در مکان نمونه برداری گفته می شود. به شکل ۲ مراجعه شود.



راهنما

۱- خطوط نمونه برداری

۲- صفحه نمونه برداری

۳- درگاه دسترسی

۴- جریان

۵- بالای کانال

شکل ۲- تصویر مشخصات مربوط به یک کانال دایره ای

خط نمونه برداری^۱

خطی در امتداد صفحه نمونه برداری، که نقاط نمونه برداری روی آن قرار دارند و به دیواره داخلی کانال محدود شده است. به شکل ۲ مراجعه شود.

۸-۳

نقطه نمونه برداری^۲

محل مشخص در خط نمونه برداری که نمونه از آنجا استخراج می شود. به شکل ۲ مراجعه شود.

۹-۳

شرایط استاندارد^۳

ثابت های دما و فشار گاز و شرایطی که برای محاسبات حجم سنجی استفاده می شوند.

یادآوری - جهت نیل به اهداف این استاندارد، شرایط استاندارد گاز خشک 101325 kPa به 1013 kPa و 273.15 K به

273 K گرد شدند.

۱۰-۳

شاهد کلی^۴

به نمونه آزمایشی گفته می شود که در محل تاسیسات در شرایط یکسان با سری نمونه های معمولی گرفته می شود با این تفاوت که هیچ نمونه گازی در مدت آزمون نمونه برداری نشده است.

یادآوری - تغییر جرم اندازه گیری شده تخمینی از عدم قطعیت ارائه می دهد. مقدار شاهد کلی که به میانگین حجم نمونه برداری شده در سری های اندازه گیری تقسیم شده، تخمینی از حد آشکارسازی (میلی گرم بر مترمکعب) کل فرآیند اندازه گیری انجام شده توسط کاربر را فراهم می سازد. شاهد کلی شامل مواد ته نشین شده موجود بر روی فیلتر و تمامی بخش های انجام شده بالادستی می شود.

۱۱-۳

روش های کنترل وزن کردن^۱

-
- 1 - Sampling line
 - 2 - Sampling point
 - 3 - Standard conditions
 - 4 - Overall blank

روش‌های کنترل کیفی مورد استفاده برای آشکارسازی/تصحیح سازی تغییرات واضح جرم ناشی از تغییرات آب و هوا یا تغییرات محیطی بین سری وزن سنجی‌های قبل و بعد از نمونه‌برداری به کار می‌روند.

یادآوری- در این روش‌ها بخش‌های کنترلی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، مشابه بخش‌هایی است که برای نمونه‌های وزن شده استفاده می‌شوند و جهت اندازه‌گیری غبار در شرایط دما و رطوبت یکسان از قبل جمع‌آوری شده‌اند (به بند ۷-۲ مراجعه شود). بخش‌های کنترلی دور از آلودگی غبار نگهداری می‌شوند.

۱۲-۳

سری‌های اندازه‌گیری^۲

به اندازه‌گیری‌های متوالی انجام شده در یک صفحه نمونه‌برداری و تحت شرایط یکسان گفته می‌شود.

۱۳-۳

حد مجاز^۳

آن مقدار از غلظت ذرات که توسط اولیای امور (یا متخصصین) در یک فرآیند صنعتی مجاز شمرده می‌شوند (برای مثال: میانگین حد مجاز).

یادآوری- برای اهدافی غیر از مصارف تنظیمی، میزان اندازه‌گیری شده و میزان اظهار شده با یک مرجع رسمی مقایسه می‌شود.

۴ اصول

۱-۴ کلیات

یک جریان نمونه از گاز که از جریان اصلی گاز، در نقاط نمونه‌برداری خاص، برای یک دوره زمانی اندازه‌گیری، با شدت جریانی که به صورت ایزوکینتیکی کنترل می‌شود، استخراج می‌گردد. حجم گاز جمع شده اندازه‌گیری می‌شود و فیلتری که از پیش وزن شده، سپس خشک شده و مجدداً وزن شده است، مواد ذره‌ای (ذرات) وارد شده به نمونه‌ی گاز را جداسازی می‌نماید. مواد ته‌نشین شده بالای فیلتر در دستگاه نمونه‌گیر بازیابی و وزن می‌شود. افزایش جرم فیلتر و جرم ته‌نشین شده بالای فیلتر به ذرات جمع شده موجود در گاز نمونه نسبت داده می‌شود. غلظت ذرات گاز دودکش از نسبت جرم ذرات جمع شده به حجم گاز جمع شده، محاسبه می‌شود.

اندازه‌گیری معتبر تنها زمانی می‌تواند انجام شود که:

1 - Weighing control procedures

2 - Measurement Series

3 - Limit Value

۴-۱-۱ مقدار کافی از غبار در طول نمونه‌برداری جمع شود و این مقدار حداقل ۵ برابر میزان متناظر شاهد کل باشد؛

۴-۱-۲ جریان گاز داخل کانال در محل نمونه‌برداری به‌قدر کافی پایدار باشد و سرعت، دما و فشار مشخص داشته‌باشد و به‌اندازه کافی دارای ترکیبی همگن باشد؛

۴-۱-۳ جریان گاز موازی با محور نازل باشد؛

۴-۱-۴ نمونه‌برداری بدون ایجاد اختلال توسط جریان گاز و با استفاده از لبه تیز نازل که در تماس با جریان داخل دودکش است، انجام شود؛

۴-۱-۵ شرایط نمونه‌برداری ایزوکینتیک در طول آزمایش حفظ شود؛

۴-۱-۶ نمونه‌ها به تعداد از پیش انتخاب شده، از موقعیت‌های خاص صفحه نمونه‌برداری، برداشته شوند، تا نمونه‌ای مناسب که معرف توزیع غیر یکنواخت ذرات در کانال یا دودکش است بدست آید؛

۴-۱-۷ ترتیب نمونه‌برداری به گونه‌ای طراحی و انجام گردد که از چگالش و نشی جلوگیری به عمل آورد.

۴-۱-۸ معیارهای کالیبراسیون رضایت بخش باشند؛

۴-۱-۹ معیارهای نمونه‌برداری شاهد و بررسی نشی مناسب باشند؛

۴-۱-۱۰ رسوبات غبار بالا دست فیلتر بازیابی شوند و در محاسبات در نظر گرفته شوند؛

۴-۱-۱۱ روش‌های نمونه‌برداری و وزن کردن که در این استاندارد تعیین شده‌اند، به مقادیر غبار مورد انتظار تطبیق داده شوند.

۴-۲ تداخل

۴-۲-۱ تداخل مثبت

گونه‌های گازی موجود در گازهای دودکش که مستعد واکنش با ذرات موجود در داخل مسیر جریان نمونه هستند می‌توانند منجر به تداخل مثبت شوند. مثال‌ها شامل پتانسیل واکنش مجدد دی اکسید گوگرد (SO_2) برای تشکیل ترکیبات نامحلول سولفات در قسمت‌هایی از سیستم است که رطوبت بالایی دارند، برای مثال واکنش با سنگ آهک داخل گاز دودکش و به دنبال آن یک سیستم سولفورزدایی گاز مرطوب^۱ (FGDS) برای تشکیل کلسیم سولفات ($CaSO_4$) و/یا واکنش گاز با آمونیاک (NH_3) برای تشکیل آمونیوم سولفات (NH_4SO_4). (به بند ۷-۱-۱ مراجعه شود).

۲-۲-۴ تداخل منفی

۱-۲-۲-۴ گونه‌های معین گاز اسیدی می‌توانند باعث فرسایش مواد فیلتر شوند که منجر به تداخل منفی خواهد شد. برای مثال واکنش فلورید هیدروژن (HF) با ترکیبات شیشه‌ای در مسیر جریان نمونه (به بند ۶-۲-۵ مراجعه شود).

۲-۲-۲-۴ مواد فرار جامد یا مایع موجود در گاز دودکش، ممکن است بعد از تجمع روی مواد فیلتراسیون مسیر جریان نمونه، به دلیل مواجهه با جریان نمونه گرم در طول نمونه‌برداری دوده، تبخیر شوند. این رویداد ممکن است منجر به تداخل منفی شود (به بند ۸-۱ مراجعه شود).

۵ صفحه نمونه‌برداری و نقاط نمونه‌برداری

۱-۵ کلیات

نمونه‌برداری معرف زمانی ممکن می‌شود که یک محل مناسب در دسترس باشد و سرعت گاز در صفحه نمونه‌برداری به قدر کافی یکنواخت باشد.

نمونه‌برداری باید در تعداد کافی نقاط نمونه‌برداری که معمولاً روی چندین خط نمونه‌برداری قرار دارند، انجام گیرد. ورودی‌های دسترسی مناسب و یک محفظه کار^۱ برای آزمایش باید در دسترس باشد.

۲-۵ صفحه نمونه‌برداری

صفحه نمونه‌برداری باید در طول مستقیم کانال با یک شکل ثابت و سطح مقطع عرضی واقع شده باشد. صفحه نمونه‌برداری در بالادست و پایین دست باید به قدر کافی از هر مانعی که ممکن است اختلال ایجاد کند و تغییری در مسیر جریان به وجود آورد (برای مثال اختلال ایجاد شده به وسیله انحنای لوله‌های زانویی، فن‌ها یا تجهیزات کاهش آلودگی) دور باشد.

1 -Working platform

۳-۵ الزامات نقاط نمونه برداری

اندازه گیری های اولیه که در تمام نقاط نمونه برداری در بند ۴-۵ و پیوست ب تعیین شده است، باید اثبات کند که جریان گاز در صفحه نمونه برداری الزامات زیر را تامین می کند:

۱-۳-۵ زاویه جریان گاز با محور مجرای جریان کمتر از ۱۵ درجه باشد (یک روش توصیه شده برای تخمین در پیوست پ استاندارد ISO10780 بیان شده است)؛

۲-۳-۵ هیچ جریان منفی داخلی وجود نداشته باشد؛

۳-۳-۵ حداقل سرعت، بالاتر از حد تشخیص روش استفاده شده برای اندازه گیری نرخ جریان باشد (برای لوله های پیتو^۱ اختلاف فشار بالاتر از ۵ Pa است)^۲؛

۴-۳-۵ نسبت حداکثر به حداقل سرعت گاز در محل کمتر از ۳ به ۱ باشد.

در صورتی که الزامات بالا رعایت نشوند، عدم قطعیت، بالاتر از حد تعیین شده توسط این استاندارد ملی خواهد شد و محل نمونه برداری مورد قبول این استاندارد نخواهد بود (به بند ۶-۴-۷ مراجعه شود).

الزامات فوق معمولاً در قسمتی هایی از کانال با حداقل ۵ برابر قطر هیدرولیکی از کانال مستقیم در بالادست صفحه نمونه برداری و دو برابر قطر هیدرولیکی از پایین دست (۵ برابر قطر هیدرولیکی از بالای دودکش) برآورد می شود، بنابراین قویاً توصیه می شود که محل های نمونه برداری بر این اساس انتخاب شوند.

۴-۵ حداقل تعداد و محل نقاط نمونه برداری

حداقل تعداد نقاط نمونه برداری با توجه به ابعاد صفحه نمونه برداری مشخص می شود. عموماً این تعداد با افزایش ابعاد کانال افزایش می یابد.

جدول ۱ و ۲ حداقل تعداد نقاط نمونه برداری را که برای کانال دایره ای و مستطیلی استفاده می شوند، ارائه می کند. نقاط نمونه برداری باید در مرکز سطوح مساوی در صفحه نمونه برداری قرار داشته باشند (به پیوست ب مراجعه شود).

نقاط نمونه برداری نباید در کمتر از ۳٪ طول خط نمونه برداری (d بزرگتر از ۱٫۵ متر) یا ۵ cm (d کوچکتر از ۱٫۵ متر) از دیواره داخلی کانال قرار داشته باشند. لبه داخلی را در ناحیه ای انتخاب کنید که محاسبات در موقعیت نقطه نمونه برداری در آن ناحیه نتیجه بدهد. این امر ممکن است زمانی رخ دهد که حداقل تعداد نقاط نمونه برداری

1 - Pitot tubes

۲- لوله پیتو لوله ای در مسیر جریان سیال است که فشار داخلی آن با فشار کل محیط برابر است.

بیش از مقادیر اشاره شده در جدول‌های ۱ و ۲ باشد. برای مثال در مورد کانال‌های با شکل غیر معمول ممکن است رخ دهد.

یادآوری- هنگامی که الزامات صفحه نمونه‌برداری (به بند ۵-۲ مراجعه شود) تامین نمی‌شوند، بهبود نمونه‌برداری معرف با افزایش تعداد نقاط نمونه‌برداری به بالاتر از حد مشخص شده در جدول‌های ۱ و ۲ ممکن خواهد بود. همچنین برای روش‌های پیش اندازه‌گیری به بند ۷-۳-۲ مراجعه شود.

جدول ۱- حداقل تعداد نقاط نمونه‌برداری برای کانال‌های دایره‌ای

گستره قطر کانال m	حداقل تعداد خطوط نمونه‌برداری (قطرها)	حداقل تعداد نقاط نمونه‌برداری در هر خط		حداقل تعداد نقاط نمونه‌برداری در هر صفحه	
		با نقطه مرکزی	بدون نقطه مرکزی	با نقطه مرکزی	بدون نقطه مرکزی
کمتر از ۰/۳۵	-	۱ ^a	-	۱ ^a	-
۰/۳۵ تا ۰/۷۰	۲	۳	۲	۵	۴
۰/۷۰ تا ۱/۰۰	۲	۵	۴	۹	۸
۱/۰۰ تا ۲/۰۰	۲	۷	۶	۱۳	۱۲
بیشتر از ۲/۰۰	۲	۹	۸	۱۷	۱۶

^a استفاده از فقط یک نقطه نمونه‌برداری می‌تواند موجب خطاهای بزرگ‌تر از آنچه که در این استاندارد مشخص شده، شود.

جدول ۲- حداقل تعداد نقاط نمونه‌برداری برای کانال‌های مستطیلی

دامنه‌ی سطح مقطع صفحات نمونه‌برداری بر حسب متر مربع	حداقل تعداد تقسیمات جانبی (ضلع) ^a	حداقل تعداد نقاط نمونه‌برداری در هر صفحه
کمتر از ۰/۰۹	-	۱ ^b
۰/۰۹ تا ۰/۳۸	۲	۴
۰/۳۸ تا ۱/۵۰	۳	۹
بیشتر از ۱/۵۰	۴	۱۶

^a سایر تقسیمات جانبی ممکن است لازم باشد، برای مثال اگر طول ضلع بزرگ‌تر کانال بیشتر از دو برابر طول ضلع کوچک‌تر کانال باشد.

^b استفاده از فقط یک نقطه نمونه‌برداری می‌تواند موجب خطاهای بزرگ‌تر از آنچه که در این استاندارد مشخص شده، بشود.

۵-۵ ورودی‌های قابل دسترسی^۱

برای دسترسی به نقاط نمونه‌برداری انتخاب شده، باید ورودی‌هایی، مطابق با پیوست ب فراهم شوند. ابعاد ورودی‌ها باید فضای لازم برای تعبیه و جداکردن تجهیزات نمونه‌برداری و دستگاه‌های مرتبط را فراهم کند و این امکان را فراهم کند که تجهیزات نمونه برداری به آن محل متصل و محکم شود.

حداقل قطر ۱۲۵ mm یا سطح مقطع ۱۰۰ mm × ۲۵۰ mm به‌غیر از کانال‌های کوچک (با قطر کمتر از ۰/۷ m) که نیاز به دریچه کوچکتر دارند، توصیه شده است (به مثال‌های پیوست ج مراجعه شود).

۵-۶ زمان نمونه‌برداری

با در نظر داشتن ویژگی شدت جریان حجمی مسیر جریان نمونه‌برداری مورد استفاده، در صورتی که غلظت تقریبی ذرات معلق از قبل معلوم باشد، می‌تواند مدت زمان نمونه‌برداری محاسبه شود که منجر به بدست آوردن جرم مطلوب یا مورد نیاز مواد ریزذرات خواهد شد.

اگر غلظت غبار مورد انتظار (e_{exp}) از قبل تعیین شده یا فرض شده باشد و جرم ذرات (V_n) تجمع یافته معلوم باشد، حجم مورد نیاز گاز دودکش برای نمونه‌برداری برابر است با:

(۲)

$$V_n = \frac{m}{e_{exp}}$$

اگرچه حجم نمونه، V_n (لیتر) برابر با کل زمان نمونه‌برداری t (دقیقه) ضرب در شدت جریان حجمی نازل تحت شرایط واقعی Qa (l/min) یعنی: $V_n = tQa$ است، زمان کل نمونه‌برداری در صفحه نمونه‌برداری از رابطه ۳ تخمین زده می‌شود:

(۳)

$$t = \frac{V_n}{Qa} \text{ یا } t = \frac{m}{e_{exp} \times Qa}$$

۶ وسایل و مواد

1 - Access ports

۱-۶ تجهیزات اندازه‌گیری سرعت گاز، دما، فشار و ترکیب گاز

اندازه‌گیری‌های سرعت باید با استفاده از لوله‌های پیتو استاندارد و یا سایر وسایل اندازه‌گیری مانند لوله‌های پیتو نوع S که با لوله‌های پیتو استاندارد مطابق با استاندارد ISO10780 کالیبره شده‌اند، انجام گیرد. دما و فشار در کانال جریان باید به منظور محاسبه دانسیته واقعی گاز در محدوده $\pm 0.5 \text{ kg/m}^3$ اندازه‌گیری شود. همچنین ترکیب گاز نیز در محاسبه باید مد نظر قرار گیرد. هنگام بیان غلظت‌های غبار بر پایه خشک و/یا هنگامی که غلظت‌ها در رابطه با اکسیژن مرجع یا غلظت CO_2 بیان می‌شوند، اندازه‌گیری میزان رطوبت و یا میزان اکسیژن / CO_2 باید در مجاورت صفحه نمونه‌برداری انجام شوند. مشخصات این دستگاه‌ها در جدول ۳ داده شده‌است.

۲-۶ دستگاه‌های نمونه‌برداری

اصولاً ترتیب قرار گرفتن نمونه‌برداری sampling train به صورت زیر می باشد:

- یک لوله مکش (پراپ نمونه‌برداری^۱) با نازل ورودی؛
- یک محفظه‌ی فیلتر شامل نگه‌دارنده فیلتر و یک فیلتر که در کانال (فیلتراسیون داخل دودکش) و یا خارج از کانال (فیلتراسیون خارج دودکش) قرار گرفته و انواع مختلف مسیر جریان‌های نمونه‌برداری را انجام می‌دهد. در حضور قطرات ریز آب باید از فیلتراسیون خارج از دودکش، استفاده شود؛
- واحد مکش با سیستم اندازه‌گیری گاز^۲.

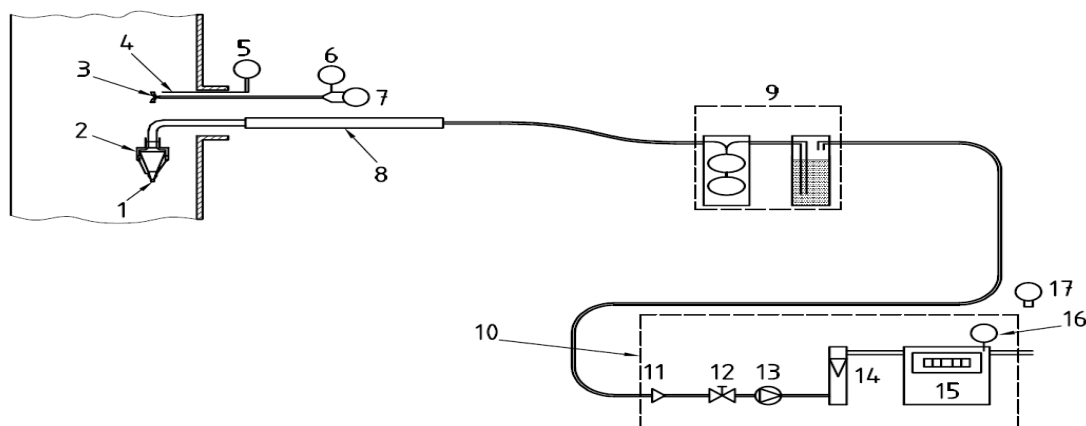
۱-۲-۶ دستگاه فیلتراسیون

۱-۱-۲-۶ دستگاه فیلتراسیون داخل دودکش (طبق شکل ۳): بخشی از لوله که بین نازل و فیلتر قرار دارد باید بسیار کوتاه باشد تا رسوب غبار را در بالادست فیلتر به حداقل برساند. لوله بعد از فیلتر (لوله مکش) باید به‌منظور حرکت کانال به‌طرف نقاط نمونه‌برداری مورد نیاز، به اندازه کافی بلند باشد. به دلیل این که عموماً دمای فیلتراسیون مانند دمای گاز موجود در کانال است، اگر گاز حاوی قطرات آب باشد، ممکن است منجر به مسدود شدن فیلتر شود.

1-Sampling probe

2- Gas metering system

به منظور عبور از کانال، یک لوله سخت و فاقد نشتی (لوله نگه‌دارنده) با طول کافی در پایین دست محفظه فیلتر به منظور نگهداری مکانیکی نازل و محفظه فیلتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.



راهنما

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ۱- ورودی نازل | ۱۰- قسمت مکش و دستگاه اندازه‌گیری گاز |
| ۲- نگه‌دارنده فیلتر | ۱۱- شیر انسداد |
| ۳- لوله پیتوت | ۱۲- شیر تنظیم |
| ۴- پراب دما | ۱۳- پمپ |
| ۵- اندازه‌گیری دما | ۱۴- جریان سنج |
| ۶- اندازه‌گیری فشار استاتیک | ۱۵- حجم سنج گاز خشک |
| ۷- اندازه‌گیری اختلاف فشار | ۱۶- اندازه‌گیری دما |
| ۸- لوله نگه‌دارنده (وسایل داخل دودکش) | ۱۷- فشارسنج |
| ۹- سیستم خنک کننده و خشک کننده | |

شکل ۳- مثال نمونه‌برداری بر پایه خشک و با فیلتراسیون داخل دودکش

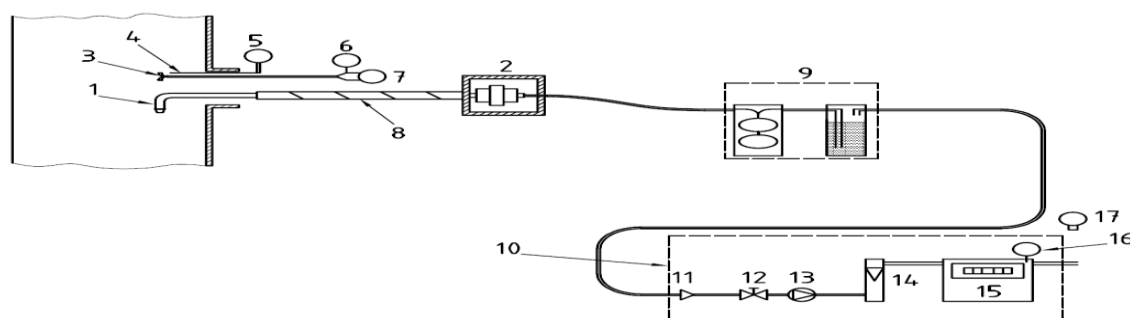
۶-۲-۱-۲ دستگاه فیلتراسیون خارج دودکش (طبق شکل ۴): بخشی از لوله که بین نازل و فیلتر (لوله مکش) قرار دارد باید طول کافی داشته باشد، تا جریان از نقاط نمونه‌برداری مورد نیاز عبور کند. لوله مکش و محفظه‌ی فیلتر از نظر دما تحت کنترل هستند تا تبخیر احتمالی قطرات آب انجام گیرد و از مشکلات فیلتراسیون در ارتباط با گازهای اسیدی دارای نقاط شبنم بالا جلوگیری شود.

قطرات ریز آب در برخی فرآیندهای خاص وجود دارند، برای مثال بعد از یک سیستم کاهش رطوبت، شناسایی دمای پایین (کمتر از نقطه شبنم فرآیند) از الزامات این استاندارد ملی است. اگر احتمال وجود قطرات آب وجود داشته باشد، توصیه می‌شود فیلتراسیون خارج دودکش مورد استفاده قرار گیرد.

قسمت‌های مختلف دستگاه نمونه‌برداری باید از مواد ضدزنگ و در صورت نیاز مقاوم به حرارت مانند استیل ضد زنگ، تیتانیوم، کوارتز یا شیشه ساخته شوند. در هر صورت اگر برنامه آنالیز بعدی شامل غبار جمع شده در کانال باشد، (مثلاً برای فلزات سنگین)، توصیه می‌شود از تماس قطعات با نمونه گازی جلوگیری شود.

سطح قسمت‌های بالا دست فیلتر باید صیقلی و به‌خوبی پرداخت شده باشند و تعداد اتصالات حداقل باشد.

تجهیزات نمونه‌برداری باید طوری طراحی شوند که تمیز کردن قسمت‌های داخلی بالا دست فیلتر آسان باشد. همه‌ی بخش‌های تجهیزات که در تماس با نمونه قرار خواهند گرفت، باید از آلودگی در حین انتقال و نگهداری محافظت شوند.



راهنما

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ۱- ورودی نازل | ۱۰- قسمت مکش و دستگاه اندازه‌گیری گاز |
| ۲- نگه‌دارنده فیلتر | ۱۱- شیر انسداد |
| ۳- لوله پیتو | ۱۲- شیر تنظیم |
| ۴- میله دما | ۱۳- پمپ |
| ۵- اندازه‌گیری دما | ۱۴- جریان سنج |
| ۶- اندازه‌گیری فشار ثابت | ۱۵- حجم سنج گاز خشک |
| ۷- اندازه‌گیری اختلاف فشار | ۱۶- اندازه‌گیری دما |
| ۸- لوله نگه‌دارنده (وسایل خارج دودکش) | ۱۷- فشارسنج |
| ۹- سیستم سردکننده و خشک کننده | |

شکل ۴- مثال برای نمونه‌برداری بر پایه خشک و با فیلتراسیون خارج دودکش

۶-۲-۲ مجموعه نازل‌های ورودی

در ابعاد مختلف، نوک تیز و لبه‌دار، دارای جریان خطی شکل و به‌اندازه کافی بدون موانع و آزاد باشد، تا باعث اختلال در جریان گاز اصلی نشود.

نازل به لوله مکش (پروب نمونه‌برداری) یا محفظه‌ی فیلتر متصل می‌شود، پیوست الف جزئیات سه طرح آزمایش شده را بیان می‌کند. سایر طرح‌ها نیز در صورتی که نتایج مشابهی داشته باشند، قابل کاربرد هستند.

برای جلوگیری از اختلال جریان گاز در نزدیکی رأس نازل، الزامات زیر به کار می‌رود:

۶-۲-۲-۱ قطر ثابت داخلی نازل، در امتداد طول باید حداقل برابر یک قطر داخلی یا حداقل ۱۰ mm از رأس نازل (هرکدام که بزرگ‌تر است) باشد. برای محاسبه‌ی قطر به بند ۷-۳-۳ مراجعه شود.

۶-۲-۲-۲ هرگونه تغییر در ابعاد منفذ باید با زاویه مخروطی کمتر از ۳۰ درجه باریک شود.

۶-۲-۲-۳ انحناءها باید حداقل در فاصله ۳۰ mm از رأس نازل قرار داشته باشند.

۶-۲-۲-۴ هرگونه تغییر در قطر خارجی بخش‌های رأس تجهیزات نمونه‌برداری که در فاصله کمتر از

۵۰ mm از رأس نازل قرار دارند، باید باریک شود و با زاویه کمتر از ۳۰° مخروطی گردند.

۶-۲-۲-۵ موانع مربوط به تجهیزات نمونه‌برداری به صورت زیر است:

۶-۲-۲-۵-۱ بالا دست رأس نازل ممنوع است.

۶-۲-۲-۵-۲ در مجاورت و پایین دست رأس نازل زمانی که بیشتر از ۵۰ mm یا حداقل یک برابر اندازه مانع (که بزرگ‌تر است) فاصله داشته باشد، مجاز است.

از آنجایی که به دلایل مکانیکی داشتن ضخامت کافی نازل شیب‌دار ضروری است، این امر موجب عدم قطعیت اثربخش سطح نمونه‌برداری می‌شود. توصیه می‌شود، این عدم قطعیت به منظور تأمین اصول نمونه‌برداری ایزوکینتیک کمتر از ۱۰٪ باشد. به همین دلیل، توصیه شده است که نازل از با قطر داخلی بیشتر از ۸ mm استفاده شود و از به کار گرفتن قطر نازل کمتر از ۴ mm ممانعت بعمل آید.

۶-۲-۳ لوله مکش (پراب نمونه) برای سیستم‌های فیلتراسیون خارج دودکش

لوله مکش باید دارای سطح داخلی صاف و صیقلی باشد و به گونه‌ای طراحی شود که با استفاده از یک برس یا سایر وسایل مکانیکی به آسانی تمیز شده و شرایط ضروری را برای نمونه‌برداری فراهم آورد (به بند ۷-۳-۱ مراجعه شود).

دیواره‌های لوله مکش باید گرم شده باشد و به منظور به حداقل رساندن میعان یا تشکیل محصولات زائد از نظر دمایی کنترل گردند (به بند ۷-۳-۴ مراجعه شود).

۴-۲-۶ محفظه فیلتر، که در آن فیلتر و نگه‌دارنده فیلتر نصب شده‌اند.

هنگامی که محفظه فیلتر در خارج دودکش قرار می‌گیرد، باید گرمادهی شود و برای جلوگیری از میعان دمای آن تحت کنترل باشد (به بند ۷-۳-۴ مراجعه شود).

محفظه فیلتر و نگه‌دارنده فیلتر باید به گونه‌ای طراحی شوند که هیچ گونه اختلال گاز در نزدیکی درزبندی اتفاق نیافتد.

برای تقلیل افت فشار فیلتر و بهبود توزیع ذرات غبار روی فیلتر یک نگه‌دارنده فیلتر با بافت درشت توصیه می‌شود.

۴-۲-۵ فیلترها، با کارایی بهتر از ۹۹٪ برای یک آئروسول آزمایشی^۱ (ذرات ریز معلق در هوا) با میانگین ابعاد ذرات $0.3\mu\text{m}$ در حداکثر سرعت جریان بررسی شود. این کارایی باید توسط تولید کننده فیلتر تصدیق گردد.

مواد فیلتر نباید با ترکیبات گازدار موجود در نمونه گازی واکنش دهد، یا جذب سطحی داشته باشند و باید از نظر گرمایی پایدار باشند و تحمل حداکثر دمای پیش بینی شده را داشته باشند (به بند ۷-۳-۳ مراجعه شود).

همچنین در انتخاب فیلتر باید به نکات زیر توجه کرد:

۴-۲-۵-۱ فیلترهای فیبر شیشه‌ای ممکن است با ترکیبات اسیدی نظیر SO_3 واکنش داده و منجر به افزایش جرم فیلتر شوند. استفاده از فیلترهای فیبر شیشه‌ای در صورتی که منجر به افزایش جرم شوند، توصیه نمی‌شود.

۴-۲-۵-۲ فیلترهای فیبر کوارتز با وجود مقاومت مکانیکی ضعیف آن‌ها، در اکثر موارد کارایی مناسبی داشته‌اند.

۴-۲-۵-۳ کارایی فیلترهای PTFE (پلی تترا فلورو اتیلن) نیز آزمایش شده است، اگرچه باید دمای گاز عبوری از فیلتر بیشتر از دمای تعیین شده توسط تولید کننده باشد.

1 -Test aerosol

۴-۵-۲-۶ اندازه فیلتر باید نسبت به حداکثر جرم مجاز ذرات تجمع یافته روی فیلتر انتخاب شود، تا از اتلاف مواد ریزذرات به دلیل تحمیل بیش از حد بار روی کاغذ فیلتر ممانعت شود، حداکثر مقداری که می‌تواند توسط یک فیلتر جمع گردد، باید توسط تولیدکننده فیلتر گواهی شود.

۵-۵-۲-۶ کاهش و افزایش فشار در سراسر فیلتر به دلیل تجمع مواد ریزذرات در هنگام نمونه‌برداری است، که به نوع فیلتر بستگی دارد (برای مثال یک افت فشار ۳ kpa تا ۱۰ kpa در سرعت فیلتراسیون (محدوده‌ی ۰/۵ m/s) قابل پیش بینی است.

۶-۵-۲-۶ هنگام استفاده از فیلترهای حاوی مواد چسب‌های آلی باید مواظب کم شدن جرم به دلیل تبخیر سطحی ماده‌ی چسبنده هنگام گرمایش بود.

۷-۵-۲-۶ اندازه‌گیری‌های "مقدار شاهد کل" تا حدی به انتخاب فیلتر بستگی خواهد داشت (خواص مکانیکی، تمایل به رطوبت و غیره).

۸-۵-۲-۶ اگر تعیین ترکیب غبار جمع شده مدنظر باشد، یک شاهد از مواد فیلتر باید برای تعیین وجود و میزان جرم هر نوع ماده‌ی مورد آنالیز، تحت آزمون قرار گیرد.

۹-۵-۲-۶ هنگام توزین برخی از انواع مواد فیلتر (مانند PTFE و غیره) توجه شود، تا از خطای ناشی از بار الکترواستاتیک اجتناب شود.

۶-۲-۶ سلسه ترکیبی نمونه‌برداری گاز و ذرات (طراحی اختیاری)، برای تعیین نشرهای گاز دودکش

۷-۲-۶ هنگامی که ترکیبات گازی در پایین دست فیلتر حبس شوند، هرگونه افت حجم، تغییرات دما یا تغییرات فشار باید برای محاسبه‌ی سرعت نمونه‌برداری ایزوکینتیک و محاسبه‌ی حجم نمونه گازی جمع شده، در نظر گرفته شود.

۸-۲-۶ واحد مکش و وسایل اندازه‌گیری گاز، باید نسبت به گاز نفوذ ناپذیر، مقاوم به خوردگی و قادر به باقی ماندن در حالت خلاء و نمونه‌برداری در سرعت نمونه‌برداری ایزوکینتیک مناسب با اندازه نازل و شرایط گاز دودکش باشد،

سیستم باید دارای تعدادی دستگاه کنترل سرعت جریان نمونه باشد، برای مثال، یک پمپ با شیر کمکی یا شیر تنظیم کننده. وسیله انسداد نیز باید برای توقف جریان گاز در سراسر مسیر جریان نمونه‌برداری در داخل سیستم وجود داشته باشد.

بسته به شیوه‌ی اندازه‌گیری نمونه (بر پایه مرطوب یا بر پایه خشک) سه نوع ترتیب عمده ممکن است مورد استفاده قرار گیرند. سایر ترتیب‌ها نیز در صورتی‌که برای همان دقت سیستم‌های معرفی‌شده ذیل آزمایش شده‌باشند، مجاز خواهد بود:

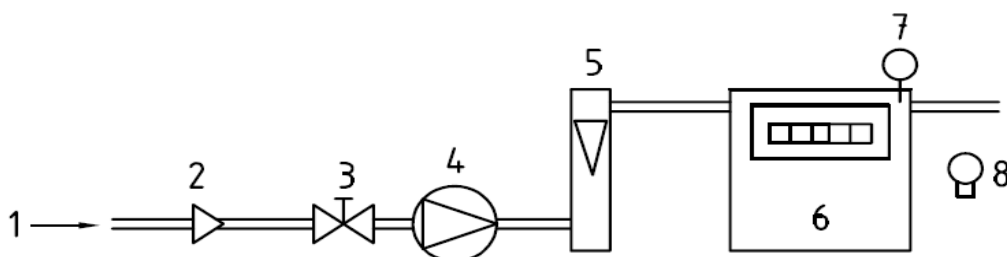
۱-۷-۲-۶ نمونه‌برداری بر پایه خشک با فیلتر داخل دودکش (مطابق شکل ۵) شامل:

۱-۱-۷-۲-۶ کندانسور و/یا برج خشک کننده گاز که در بالاترین سرعت جریان، رطوبت باقیمانده کمتر از 10 g/m^3 را فراهم می‌کند.

۲-۱-۷-۲-۶ پمپ درزبندی شده (غیر قابل نشت) یا مکنده هوای فشرده که به عنوان وسیله مکش عمل می‌کند.

۳-۱-۷-۲-۶ جریان‌سنج، برای آسان کردن تنظیم سرعت جریان که با حجم‌سنج گاز خشک یا صفحه روزنه‌دار اندازه‌گیری، کالیبره شده‌است.

۴-۱-۷-۲-۶ حجم‌سنج گاز خشک یا صفحه روزنه‌دار^۱، با دقت حدود ۲٪ در سرعت جریان مورد انتظار، که وابسته به اندازه‌گیری‌های فشار مطلق و دمای مطلق با دقت حدود ۱٪ است.



راهنما

۱- جریان نمونه گاز خشک

۲- شیر یک‌طرفه

۳- شیر قطع کننده

۴- پمپ

۵- جریان سنج

۶- گاز سنج خشک

۷- اندازه گیر دما

۸- فشارسنج هوا

شکل ۵- کنترل نمونه‌برداری با استفاده از جریان سنج و اندازه‌گیر گاز خشک

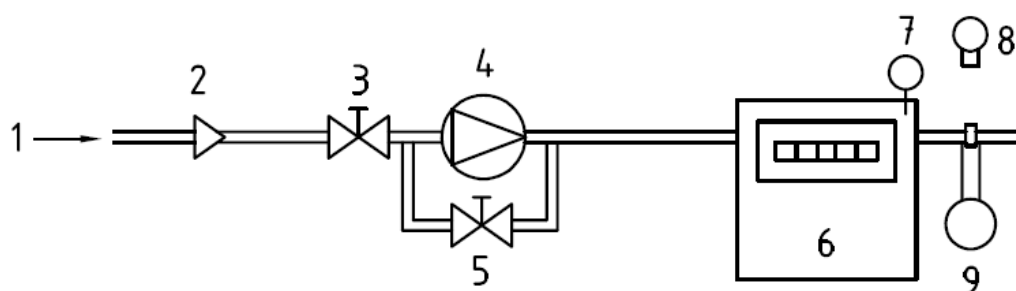
۲-۷-۲-۶ نمونه‌برداری بر پایه خشک با استفاده از فیلتر خارج دودکش و سیستم کندانسور (به شکل ۶مراجعه شود) شامل:

۱-۲-۷-۲-۶ کندانسور و/یا برج خشک کننده گاز که در بالاترین سرعت جریان رطوبت باقیمانده کمتر از 10 g/m^3 را فراهم می کند؛

۲-۲-۷-۲-۶ پمپ درزبندی شده (غیر قابل نشت) یا مکنده هوای فشرده که به عنوان وسیله مکش عمل می کند؛

۳-۲-۷-۲-۶ حجم سنج گاز خشک با دقت حدود ۲٪ در سرعت جریان پیش بینی شده، که دقت آن در فشار مطلق و دمای مطلق حدود ۱٪ است؛

۴-۲-۷-۲-۶ جریان سنج یا صفحه روزنه دار، برای آسان کردن تنظیم سرعت جریان که با حجم سنج گاز خشک یا صفحه روزنه دار اندازه گیری، کالیبره شده است.



راهنما

- | | |
|------------------------|------------------------|
| ۱- جریان نمونه گاز خشک | ۶- گازسنج خشک |
| ۲- شیر یک طرفه | ۷- اندازه گیر دما |
| ۳- شیر قطع کننده | ۸- فشارسنج هوا |
| ۴- پمپ | ۹- جریان سنج متغیر سطح |
| ۵- شیر کنترل فرعی | |

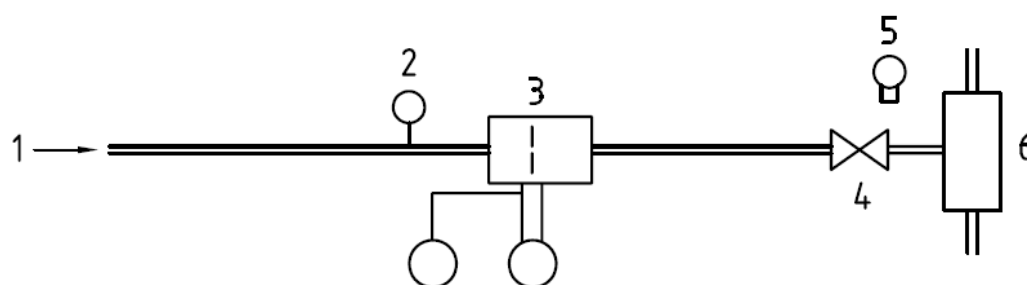
شکل ۶- کنترل نمونه برداری با استفاده از گازسنج خشک و جریان سنج روزنه دار دوم

۳-۷-۲-۶ نمونه برداری بر پایه مرطوب با فیلتر خارج دودکش (به شکل ۷ مراجعه شود) شامل بخش های زیر می باشد:

۱-۳-۷-۲-۶ لوله های قابل انعطاف عایق دار و گرم شده (جهت جلوگیری از میعان رطوبت جریان بالادست استفاده می شود)؛

۲-۳-۷-۲-۶ پمپ درزبندی شده (غیر قابل نشت) که به عنوان وسیله مکش عمل می کند؛

۳-۳-۷-۲-۶ میعان گاز فاقد صفحه روزنه دار یا یک وسیله معادل که به عنوان جریان سنج عمل می کند، اندازه گیری های دما و فشار (مطلق و نسبی) در صفحه روزنه دار (جریان سنج) باید دقیق و در حدود ۱٪ باشند و پلیت دهانه تنگ باید در حدود ۲٪ سرعت جریان پیش بینی شده کالیبره شود.



راهنما

۱- جریان نمونه گاز خشک

۲- اندازه گیر دما

۳- صفحه روزنه دار گرم شده

۴- شیر قطع کننده

۵- فشارسنج

۶- تزریق کننده هوا

شکل ۷- کنترل نمونه برداری بر پایه رطوبت با الزام فیلتراسیون خارج دودکش

۳-۶ مواد مورد استفاده برای بازیافت ذرات معلق، شامل:

۱-۳-۶ آب تصفیه شده، دیونیزه و فیلتر شده؛

۲-۳-۶ استون قوی، با یک پسماند کمتر از ۱۰ mg/l؛

۳-۳-۶ محفظه های تمیز با اندازه مناسب (مثلاً ۲۵۰ mg) برای نگهداری و انتقال محلول پسماند آبکشی؛

۴-۳-۶ درپوش برای بستن لوله مکش، درپوش های مورد استفاده نباید منبعی برای ایجاد آلودگی نمونه باشند.

۴-۶ دستگاه های آماده سازی و توزین

۱-۴-۶ ظروف توزین

ظروف توزین، در فرایند خشک کردن محلول های شستشو با جرم مناسب برای توزین استفاده می شود و شیشه و سرامیک مواد مناسبی برای این ظروف هستند. مواد پلیمری توصیه نمی شوند.

۲-۴-۶ دسیکاتورها (خشکانه‌ها)

دسیکاتورها، با عامل رطوبت‌گیر مربوط (سیلیکاژل، کلرید کلسیم و غیره) که در اتاق توزین قرار می‌گیرند.

۳-۴-۶ آون خشک کردن

آون خشک کردن، نوع سنتی آزمایشگاهی با کنترل دمایی در محدوده $\pm 5^{\circ}\text{C}$

۴-۴-۶ ترازو

ترازو، با دقت 0.1mg تا 0.1mg دارای محدوده مناسب با جرم اجزایی که قرار است توزین شوند. با توجه به مکان ترازو، باید توجه ویژه برای جلوگیری از قرائت در حالت ناپایدار به دلیل لرزش، خشکی هوا، تغییرات دما و رطوبت انجام گیرد.

۵-۴-۶ ترمومتر و رطوبت سنج در نزدیکی ترازو باشد.

۶-۴-۶ فشارسنج

۷-۴-۶ یک هود استخراج و صفحه گرمایش با توجه به روش تبخیر، برای تبخیر محلول‌های پسمانده آبکشی.

۷ روش‌های نمونه‌برداری و توزین

۱-۷ جنبه‌های کلی

پیش از انجام هرگونه اندازه‌گیری، باید هدف نمونه‌برداری و روش‌های نمونه‌برداری با کارکنان مرتبط واحد صنعتی به بحث گذاشته شود. ماهیت فرآیند واحد صنعتی برای مثال حالت دائمی یا چرخشی می‌تواند برنامه نمونه‌برداری را تحت تأثیر قرار دهد. در صورتی که امکان اجرای فرآیند در حالت دائمی وجود دارد، نگهداری این حالت در حین نمونه‌برداری حائز اهمیت است.

تاریخ‌ها، زمان‌های شروع، استمرار بررسی و دوره‌های نمونه‌برداری و همچنین شرایط کاری کارگاه در طول این دوره‌ها باید مورد موافقت مدیر کارگاه قرار گیرد.

محاسبات اولیه به منظور تعیین ابعاد مناسب نازل و/یا مدت زمان نمونه‌برداری باید انجام شود. زمان‌های طولانی‌تر نمونه‌برداری با استفاده از یک نازل بزرگتر و شدت جریان بالاتر نمونه، ممکن است برای به‌دست آوردن جرم‌های فیلتر نمونه به اندازه کافی بزرگتر از جرم‌های فیلتر شاهد ضروری باشد

با در نظر گرفتن اهمیت اندازه‌گیری‌ها و ویژگی‌های گاز دودکش، استفاده کننده باید:

۷-۱-۱ یکی از وسایل فیلتراسیون داخل دودکشی و خارج دودکشی را انتخاب کنید.

در صورتی که گاز دودکش با آب اشباع شده باشد، یا حاوی مقادیر قابل ارزیابی SO_3 باشد، دستگاه‌های فیلتراسیون خارج دودکشی توصیه می‌شوند.

۷-۱-۲ یک دمای نسبی برای آماده سازی و خشک کردن فیلتر قبل و بعد از نمونه‌برداری انتخاب کند.

هنگام استفاده از دستگاه فیلتراسیون خارج دودکشی، دمای فیلتر خارج دودکشی در دمایی که توسط عامل تنظیمی مشخص شده یا به دلایل فنی تعیین شده، تنظیم می‌شود.

۷-۱-۳ یک نمونه شاهد کل را بعد از هر مسیر جریان اندازه‌گیری و حداقل بعد از هر روز نمونه‌برداری، نمونه‌برداری کند و روش‌های نمونه‌برداری توضیح داده شده در بند ۷-۳-۵ را یا بدون روشن کردن دستگاه مکش یا برای یک نمونه به مدت کمتر از یک دقیقه انجام دهد.

این امر موجب تخمین توزیع نتایج مربوط به کل روش انجام شده توسط کاربرها برای غلظت غبار نزدیک به صفر، به دلیل آلودگی فیلترها و محلول‌های پس‌ماند آبکشی در حین دستکاری در محل، انتقال، نگهداری، دستکاری در آزمایشگاه، روش‌های توزین و غیره می‌گردد.

هنگام نمونه‌برداری، سرعت در صفحه نمونه‌برداری به دلیل بررسی امکان تغییر شدت جریان در طول کانال همزمان باید به دقت پایش شود.

به منظور محاسبه نمونه‌برداری ایزوکینتیک و تصحیح اطلاعات انتشار از شرایط واقعی به شرایط استاندارد باید دما، فشار، میزان رطوبت و جرم مولکولی گاز دودکش در محل نمونه‌برداری تعیین گردد. این پارامترها باید در هر نقطه نمونه‌برداری پایش شوند، اگر تغییر از نظر فاصله‌ای یا در حین دوره آزمایش موقتی باشند، الزامات ایزوکینتیکی متجاوز از $\pm 10\%$ است (به بند ۷-۴-۳ مراجعه شود).

هنگام بیان غلظت ذرات بر پایه خشک، میزان رطوبت گاز دودکش باید تعیین گردد. در صورتی که غلظت ذرات با تنظیم غلظت اکسیژن یا دی اکسید کربن، تصحیح شود، غلظت اکسیژن یا دی اکسید کربن نیز باید اندازه گیری شوند.

۲-۷ روش توزین

۱-۲-۷ بخش هایی که توزین می شوند

۱-۱-۲-۷ بسته به تنظیمات داخلی، بخش هایی از سیستم فیلتر که ممکن است قبل و بعد از نمونه برداری توزین شوند عبارتند از:

۱-۱-۲-۷ فقط فیلتر؛

۲-۱-۲-۷ فیلتر و نگه دارنده فیلتر؛

۳-۱-۲-۷ فیلتر، نگه دارنده فیلتر و قسمت های ورودی محفظه فیلتر شامل نازل (بسته به طراحی سیستم)؛

در نوع اول و دوم رسوبات غبار رأس فیلتر باید جمع آوری و توزین شود.

در نوع سوم ذرات بالادست فیلتر جهت توزین محاسبه می شود، اما استفاده از ترازویی که جرم های بزرگ تر این بخش ها را تا سطح دقت مشخصی توزین کند، ضروری است. سطوح خارجی باید با استفاده از روش های خوب آزمایشگاهی، برای توزین تمیز شوند.

۲-۱-۲-۷ بسته به نوع وسیله نمونه برداری مورد استفاده، بخش‌هایی که توزین می‌شوند، ممکن است فیلتر (با یا بدون نگه‌دارنده آن) باشد، یا همچنین ممکن است تمام بخش‌های بالادست فیلتر را در بر بگیرد. انتخاب‌ها شامل موارد زیر است:

۱-۲-۱-۲-۷ فیلتر و ذرات معلق جمع شده در روی فیلتر؛

۲-۲-۱-۲-۷ فیلتر و محفظه آن (و ذرات جمع‌شده بالادست محفظه)؛

۳-۲-۱-۲-۷ نازل، فیلتر و محفظه آن و هر گونه اجزایی که نازل را به محفظه مربوط می‌کند.

برای دو طراحی اخیر اشاره شده در بالا، همه‌ی بخش‌های مربوطه باید مطابق با روش توضیح داده شده در بند ۳-۸ پیش و پس از استفاده و بدون مجزا کردن، باهم توزین شوند.

۳-۱-۲-۷ بسته به سیستم مورد استفاده، محلول‌های بدست آمده از پس‌مانده‌های آبکشی می‌توانند در همان محفظه، تبخیر و توزین شوند یا به محفظه کوچک‌تر انتقال داده شوند و با استفاده از روش‌های خوب آزمایشگاهی توزین گردند.

۲-۲-۷ عمل‌آوری پیش از نمونه‌برداری بخش‌های توزین شده

اجزاء توزین شده باید در یک آون خشک‌کن به مدت حداقل یک ساعت در دمای 160°C خشک شوند (برای موارد خاص به بند ۸ مراجعه شود).

بعد از خشک کردن، فیلترها و/یا استوانه‌های توزین باید در دسیکاتور واقع در اتاق توزین به مدت حداقل ۸ ساعت قرار گیرند، تا از واجد شرایط شدن فیلتر با روش مشابه در طول استفاده از آن (یعنی آماده سازی و توزین نهایی) اطمینان حاصل شود. آماده سازی برای بخش‌های بزرگتر و محفظه‌های توزین، ممکن است تا ۱۲ ساعت ضروری باشد.

۳-۲-۷ توزین

فیلتر را در ترازوی الکترونیکی مناسب با دقت حداقل $0.1 \text{ mg} \pm$ وزن کنید.

از آنجایی که جرم‌های نمونه با محاسبه‌ی تفاوت بین داده‌هایی تعیین می‌گردد که اغلب در فواصل زمانی یک یا دو هفته‌ای به دست می‌آید، توجه ویژه برای اجتناب از خطاهای توزین مربوط به لرزش ترازو، تعادل دمایی ناکافی اجزای توزین شده و تغییرات آب و هوایی الزامی است (به مثال‌های پیوست پ مراجعه شود). بنابراین پیش از اجرای هر گونه توزین، تجزیه‌کننده باید روش توزین را تصدیق کند.

پیش از هر سری توزین:

۱-۳-۲-۷ ترازو توسط وزنه‌های استاندارد کالیبره شود؛

۲-۳-۲-۷ بازرسی‌های اضافی توزین (بخش‌های کنترل) معادل با سایر بخش‌های عمل‌آوری شده در همان شرایط اما فاقد آلودگی اعمال شود؛

۳-۳-۲-۷ شرایط آب و هوایی اتاق ثبت شود.

هنگام توزین اجزای حجیم (مانند بشر)، دما و فشار بارومتري ممکن است جرم ظاهري را تحت تاثیر قرار دهد. این امر ممکن است با استفاده از جرم مرجع بخش‌های کنترل مشخص شود. در این شرایط اصلاح توزین باید به کاربرده شود. تصحیح توزین براساس تغییر جرم ظاهري سه بخش کنترل شامل هر نوع (فیلتر، نگه‌دارنده، محفظه و غیره) تعیین شود (به پیوست پ مراجعه شود).

خطاهای تصنعی توزین مربوط به موارد زیر نیز باید در نظر گرفته شوند:

- بارهای الکترواستاتیکی که ممکن است تخلیه یا خنثی شود؛
- ویژگی‌های جاذب رطوبتی و فراریت مواد فیلتر و/یا غبار که ممکن است باعث افزایش یا کاهش جرم شود. به همین دلیل توزین باید به سرعت در مدت یک دقیقه بعد از خروج از دسیکاتور انجام شود. قرائت بعدی به فاصله ۵ ثانیه از توزین اولیه انجام شود. اگر به دلیل ماهیت ماده در قرائت‌ها افزایش یا کاهش قابل توجهی در واحد زمان وجود داشت، روش‌های ویژه مانند برون‌یابی شرایط اولیه قرائت ممکن است ضروری باشد؛
- اختلافات کوچک دمایی بین بخش‌های توزین شده و محیط ممکن است باعث برهم خوردن تعادل شود.

۴-۲-۷ عمل‌آوری بخش‌های توزین شده پس از نمونه‌برداری

بخش‌های توزین شده را در آن به مدت حداقل یک ساعت در 160°C خشک کنید (برای موارد خاص به بند ۸ مراجعه شود).

پس از خشک کردن، آن‌ها را مطابق توضیحات بند ۲-۲-۷ به دمای محیط برسانید.

در صورتی که امکان حضور ترکیبات فرار یا واکنش‌پذیر وجود داشته باشد، خشک کردن را در دمای نمونه‌برداری با استفاده از جریان گاز نیتروژن خشک انجام دهید.

۵-۲-۷ عمل‌آوری محلول‌های پس مانده آبکشی بعد از نمونه‌برداری

تمام محلول‌های پس مانده آبکشی (آب و استون) از تمام اجزای بالادست فیلتر، که در بند ۵-۳-۷ توضیح داده شده‌اند برای عملیات مجدد به آزمایشگاه برده می‌شوند. باید توجه داشت آلودگی رخ ندهد.

محلول‌های تعیین کمیت شده را به استوانه‌های خشک شده و از پیش توزین‌شده انتقال دهید. در طول تبخیر، مخلوط حلال جوشانده نشود. چون حجم محلول در طول فرآیند تبخیر کاهش می‌یابد، ممکن است ظروف کوچکتر استفاده شود.

یادآوری - دو روش برای تبخیر مورد آزمایش قرار گرفته است:

۱- تبخیر در آون در دمای 120°C و در فشار محیط. یک سیستم تهویه کارآمد با هوای تمیز یا نیتروژن جهت رقیق کردن بخار استون تا سطح ایمن لازم است.

۲- تبخیر در یک سیستم بسته (دسیکاتور). دمای اولیه در 90°C تنظیم می‌شود و فشار تا 40 kPa (مطلق) کاهش داده می‌شود. همچنین دما و فشار به صورت دوره‌ای افزایش می‌یابند. برای دوره نهایی دما 140°C درجه سانتیگراد و فشار 20 kPa حفظ می‌شود.

بعد از تبخیر، محفظه‌های توزین را در آون خشک‌کن به مدت یک ساعت در 160°C قرار دهید (برای موارد خاص به بند ۸ مراجعه شود). محفظه‌های توزین را به دسیکاتور انتقال داده و بعد از تعادل دمایی در اتاق توزین، که در بند ۷-۲-۱ توضیح داده شد، استوانه‌های توزین حاوی رسوب باقیمانده پس از تبخیر وزن شود.

بسته به جرم نسبتاً بالا و حجم محفظه‌های توزین در مقایسه با رسوبات تحت بررسی، ممکن است تغییر در فشار بارومتری، توزین را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین حداقل سه محفظه خالی توزین با اندازه مشابه را در هر مسیر جریان وزن کنید، زیرا هر گونه تغییرات در جرم ممکن است برای تصحیح استفاده شود.

حداقل یک شاهد برای هر حلال با استفاده از حجم مشابه مورد استفاده در پس‌ماند آبکشی به دست آورید.

۳-۷ نمونه‌برداری

۱-۳-۷ آماده سازی

تجهیزات باید تمیز شوند (برس‌زنی و شستشو شوند)، کالیبره شوند و پیش از انتقال به محل آزمون بررسی شوند. باید به عدم استفاده از قطعه نمونه‌بردار مسیر نمونه‌برداری که قبلاً برای نمونه‌برداری غلظت بالای غبار استفاده شده‌اند و تمیز و عاری از آلودگی نشده‌اند، توجه شود.

بسته به برنامه اندازه‌گیری، برای هر نمونه، فیلتر و بخش‌های توزین شده مرتبط، باید آماده سازی شوند. این مورد شامل بخش‌هایی برای آزمون‌های شاهد کل و بخش‌های اضافی اصلاح فرایند و تجهیزات دارای نقص فنی می‌باشد.

فرآیند توزین را مطابق بند ۳-۲-۷ انجام دهید.

تمام اجزای توزین شده، شامل لوله مکش و سایر اجزای تجهیزات که در تماس با نمونه قرار خواهند گرفت (و سپس شسته خواهند شد) باید در طول انتقال و نگهداری از آلودگی محافظت شوند.

۲-۳-۷ اندازه‌گیری اولیه

با استفاده از میله اندازه‌گیری، مسیر عبور و/یا سایر موارد ابعاد کانال نمونه‌برداری را بازرسی کنید. تعداد و محل نقاط نمونه‌برداری را مطابق با بند ۴-۵ و پیوست ب تعیین کنید. فاصله نقاط نمونه‌برداری به سمت نقطه ورود از ورودی دسترسی روی لوله پیتو و لوله نمونه‌برداری را علامت‌گذاری کنید.

در نقاط آزمون انتخاب شده در کانال، دما و سرعت جریان اندازه‌گیری شود. تغییر احتمالی جریان گاز با توجه به محور کانال بازرسی شود و از تأمین شرایط لازم در بند ۳-۵ اطمینان حاصل شود. در غیر این صورت به بند ۴-۷-۱ مراجعه شود.

جرم مولکولی و مقدار رطوبت گاز دودکش را اندازه‌گیری شود.

برای بررسی تغییر احتمالی جریان موقت در کانال، یک لوله پیتو مجزا، در یک نقطه ثابت مناسب در بخش نمونه‌برداری جهت پایش و کنترل سرعت جریان گاز دودکش در طول دوره نمونه‌برداری قرارداد شده. پایش دما و غلظت CO_2/O_2 در کانال (یا سایر پارامترهای مربوطه) ممکن است نشانه‌ای از ثبات عملیاتی منابع ساکن را فراهم کند.

با در نظر گرفتن محاسبات اولیه برای زمان نمونه‌برداری و سرعت جریان‌های اندازه‌گیری‌شده، یک نازل مناسب که با الزامات بندهای ۲-۲-۶ و ۳-۳-۷ مطابقت دارد، انتخاب شود.

۳-۳-۷ محاسبه قطر نازل

۱-۳-۳-۷ توصیف نازل

به منظور نمونه‌برداری ایزوکینتیک گازهای جریان یافته در محدوده وسیعی از سرعت جریان، تجهیزات نمونه‌برداری باید شامل نازل‌هایی با ابعاد مختلف باشد.

قطر نازل از هر یک از ویژگی‌های سرعت جریان حجمی و یا مفروضات اولیه از جرم ذرات تجمع یافته مورد انتظار (که از تخمین فرآیند یا نمونه‌برداری اولیه به دست آمده) تعیین می‌گردد.

۲-۳-۳-۷ محاسبه قطر نازل به وسیله ویژگی سرعت جریان در نمونه بردار

بر اساس سرعت جریان گاز از پیش تعیین شده (V_s) در هر نقطه نمونه برداری و الزام $V_n = V_s$ (که در آن V_n سرعت جریان گاز در طول نازل است) سطح نازل A_n (و سپس قطر نازل D_n) به سادگی از معادله زیر محاسبه می شود:

(۴)

$$A_n = \frac{\pi(D_n)^2}{4} = \frac{q_V}{v_n}$$

اگر ابعاد نازل (D_n) مناسب نباشد، سرعت جریان حجمی متفاوت q_V (یا سری نمونه برداری متفاوت) ضروری است.

۳-۳-۳-۷ محاسبه قطر نازل برای یک زمان نمونه برداری ثابت

تحت برخی شرایط، زمان نمونه برداری مشخص است. در چنین شرایطی ممکن است افزایش سرعت جریان حجمی به منظور تجمع کافی جرم ذرات برای توزین، ضروری باشد. سرعت جریان حجمی ممکن است با افزایش اندازه نازل افزایش یابد، اگرچه تغییر طراحی قطعه نمونه بردار برای دستیابی به الزامات افزایش جریان ممکن است ضروری باشد.

سرعت جریان حجمی در طول نازل (q_V) مساوی $q_V = A_n v_n$ است که در آن A_n سطح نازل و v_n سرعت جریان گاز در نازل است.

در شرایط ایزوکینتیک، v_n مساوی با سرعت گاز (V_s) است یا $v_n = V_s$

بنابراین از بند ۶ و تحت شرایط نمونه برداری ایزوکینتیک داریم:

(۵)

$$q_V = \frac{V_n}{t} = A_n v_n = A_n v_s$$

و

(۶)

$$A_n = \frac{V_n}{t \times v_s}$$

یا از معادله ۶ داریم:

$$A_n = \frac{m}{c_{\text{exp}} \times t \times v_s} \quad (7)$$

که در آن:

A_n	سطح نازل؛
c_{exp}	غلظت پیش‌بینی شده غبار؛
m	جرم ذرات معلق؛
t	زمان؛
q_v	سرعت جریان حجمی در طول نازل؛
v_s	سرعت گاز در طول دودکش؛
v_n	سرعت گاز در طول نازل؛
V_n	حجم گاز در طول نازل است.

۴-۳-۷ شاهد کل

نمونه شاهد کل، بعد از هر مسیر جریان نمونه‌برداری یا حداقل روزی یک‌بار به شرح روش‌های نمونه‌برداری توصیف شده در بند ۷-۳-۵ بدون دستگاه مکش و با نگهداری نازل نمونه‌برداری در کانال به مدت ۱۵ دقیقه در 180°C تهیه شود. این امر موجب تخمین توزیع نتایج مربوط به کل روش انجام شده توسط کاربرها برای غلظت غبار صفر می‌شود، یعنی آلودگی فیلترها و محلول‌های پسماند آبکشی در حین جابجایی در محل، انتقال، نگهداری، جابجایی در آزمایشگاه و روش‌های توزین، مقادیر اعداد شاهد کل باید به صورت مجزا گزارش شوند.

میزان شاهد کل باید در واحد میلی‌گرم بر متر مکعب گزارش شود و با استفاده از زمان متوسط نمونه‌برداری که در طول مسیر جریان‌های اندازه‌گیری به دست آمده محاسبه شود.

۵-۳-۷ روش نمونه برداری

هنگام نمونه برداری مراحل زیر باید انجام شود:

۱-۵-۳-۷ تجهیزات نمونه برداری را سرهم کنید و هرگونه نشتی احتمالی با درزبندی نازل و روشن کردن دستگاه مکش بازرسی شود. (سرعت جریان نشتی که باید کمتر از ۲٪ سرعت جریان نرمال باشد از اندازه گیری تغییرات فشار بعد از حداکثر تبخیر مسیر جریان تحت شرایط فشاری در طول نمونه برداری به دست می آید). در طول نمونه برداری، بررسی نشتی با اندازه گیری مداوم غلظت ترکیب گاز مربوطه (CO_2, O_2 و غیره) می تواند به دو صورت مستقیم در کانال و یا در پایین دست مسیر جریان نمونه برداری پایش شود. هر گونه اختلاف بین غلظت ها نشان دهنده نشتی در قسمتهایی از تجهیزات نمونه برداری است که خارج از دودکش قرار گرفته اند. این نشتی بعداً باید به طور کامل بررسی شده و برطرف گردد.

۲-۵-۳-۷ اجزای مربوط به قطعه نمونه برداری تا دمای منتخب فیلتراسیون از قبل گرم شود، برای مثال دمای دودکش یا دمای توصیه شده $160^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ است. قطعه نمونه برداری به وسیله نازل، داخل کانال قرار داده شود و در صورت امکان از تماس پوشش پایین دستی با بخش های کانال جلوگیری شود.

ورودی درگاه دسترسی به منظور به حداقل رساندن ورود هوا یا مواجهه کاربران با گاز سمی، درزبندی شود.

۳-۵-۳-۷ پراب نمونه برداری تا جایی چرخانیده شود، که نازل ورودی و جریان بالادست کمتر از $\pm 10^\circ$ درجه، باشد شیر انسداد باز شده و دستگاه مکش به کار بیافتد و به منظور دستیابی به نمونه برداری ایزوکینتیک نرخ جریان بین ۵٪- تا ۱۵٪+ تنظیم شود.

۴-۵-۳-۷ زمان نمونه برداری در هر نقطه انتخاب شده، باید یکسان باشد.

۵-۵-۳-۷ مجموع زمان نمونه برداری باید حداقل ۳۰ دقیقه باشد.

۶-۵-۳-۷ در طول نمونه برداری حداقل هر ۵ دقیقه شدت جریان بررسی و تنظیم شود تا شرایط نمونه برداری ایزوکینتیک در حدود ۵٪- تا ۱۵٪+ باقی بماند. به صورت مداوم و حداقل هر ۵ دقیقه فشار دینامیک اندازه گیری شده توسط لوله پیتو یا سایر سیستم های اندازه گیری مناسب، که در یک نقطه ثابت شده اند یا روی تجهیزات نمونه برداری سوار شده اند، پایش و ثبت شود (به بند ۳-۸ مراجعه شود).

یادآوری- عملیات خوب آزمایشگاهی هنگام استفاده از یک گاز سنج خشک برای ثبت دما و فشار گاز سنج حداقل هر ۵ دقیقه یکبار و استفاده از نتایج برای محاسبه نهایی میزان نمونه برداری شده است.

۷-۳-۵-۷ هنگام انتقال قطعه نمونه بردار به نقطه نمونه برداری بعدی، نمونه برداری متوقف نشود و برای مهیا کردن شرایط ایزوکینتیک بلافاصله شدت جریان تنظیم شود.

۷-۳-۵-۸ در زمان نمونه برداری، حجم نمونه گیری شده با شدت جریان هر نقطه نمونه برداری گزارش شود. در هر نقطه نمونه برداری مدت زمان نمونه برداری و حجم نمونه برداشت شده یا شدت جریان مربوط به آن نقطه ثبت شود.

۷-۳-۵-۹ هنگام اتمام نمونه برداری تمام نقاط انتخاب شده از خط نمونه برداری، شیر قطع کن و دستگاه مکش بسته شود. قطعه نمونه برداری از کانال جریان خارج شده و در خط نمونه برداری بعدی قرار داده شود. برای اندازه گیری غلظت پایین غبار، بهتر است فقط از یک فیلتر برای اندازه گیری کامل (نمونه برداری تراکمی) استفاده شود.

بار فیلتر و حداکثر سرعت گاز نباید بیشتر از مقدار توصیه شده توسط تولید کننده فیلتر باشد.

۷-۳-۵-۱۰ در پایان نمونه برداری در تمام نقاط نمونه برداری موارد زیر را انجام دهید:

۷-۳-۵-۱۱ سری نمونه برداری را بعد از بستن شیر انسداد و دستگاه مکش خارج نمایید.

۷-۳-۵-۱۲ اگر بر میزان نشستی در طول نمونه برداری، نظارت نشده بود، تجهیزات مطابق بند ۷-۳-۵-۱ از نظر نشستی بررسی شود.

۷-۳-۵-۱۳ تجهیزات نمونه برداری پیاده شود و به صورت چشمی فیلتر و نگه دارنده فیلتر از نظر علائم شکستگی یا خوردگی به دلیل فشار یا غلظت رطوبت بررسی شود (تجهیزات نمونه برداری در شرایطی پایین تر از نقطه شبنم یا خیلی نزدیک به آن به کار می افتند). اگر چنین نشانه هایی یافت شد، آزمایش معتبر نخواهد بود. همچنین توزیع غیریکنواخت غبار روی فیلتر بازرسی شود.

۷-۳-۵-۱۱ فشار بارومتریک، اندازه گیری و ثبت شود.

۷-۳-۵-۱۲ بخش هایی که باید توزین شوند، جهت حمل به آزمایشگاه توزین در یک محفظه بسته بندی شده فاقد نیروی الکترواستاتیک قرار داده شود (به بند ۷ مراجعه شود).

۷-۳-۶ بازیابی رسوبات اجزای بالادست فیلتر

همه ی اجزای توزین نشده در تماس با گاز نمونه بالادست فیلتر را شستشو داده تا رسوبات بازیابی شوند. اگر شستشو در محل انجام شود به منظور جلوگیری از آلودگی باید با دقت ویژه انجام گیرد. شستشو مطابق با روش زیر انجام شود:

۷-۳-۶-۱ سطح داخلی نازل، خمیدگی و بخش جلویی نگه‌دارنده‌ی فیلتر با استفاده از آب موجود در بطری نگه‌داری به دقت شستشو شود. اجازه ورود هیچ‌گونه غبار بیرونی به بطری داده نشود. این سطوح با استون شستشو شود و استون در همان بطری جمع‌آوری شود.

۷-۳-۶-۲ برای شستشوی لوله مکش (میله نمونه‌برداری) یک انتهای آن بسته شده و با آب کافی پر شود. (یک دوم تا یک سوم حجم لوله مکش)، تا سطح داخلی مرطوب و تمیز شود و سپس انتهای دیگر بسته شود. میله در امتداد محور طولانی‌تر آن چرخانیده شده و چندین مرتبه هم زده شود. آب به ستون نگه‌داری انتقال داده شود. عمل شستشو و آب کشی با استون برای بار دوم تکرار شود.

به منظور بازیابی رسوبات اجزای بالادست فیلتر بعد از نمونه‌برداری سطح، به صورت مکانیکی تمیز نشود (اگرچه تمیز کردن مکانیکی و آب کشی تجهیزات قبل از هر مسیر جریان نمونه‌برداری ضروری است).

هر شاهد کل باید شامل یک محلول شستشوی شاهد، از یک سیستم نمونه‌برداری از پیش تمیز شده باشد. امکان شستشوی شاهد با استفاده از روش‌های ارائه شده در بالا فراهم شود و تبخیر و توزین با روش‌های مشابه نمونه شسته‌شده انجام شود.

۷-۴-۲ درستی نتایج

۷-۴-۱ پارامترهای وابسته به منبع ساکن

در صورتی‌که آزمایش در یک مکان نامناسب یا تحت شرایط کاری چرخشی کارگاه انجام شود، اعتبار نمونه ممکن است زیر سوال برود و نتایج اندازه‌گیری شده مشکوک خواهند بود. در چنین حالتی گزارش آزمایش باید به روشنی نشان دهد، که آزمون مطابق با شرایط خاص این استاندارد انجام نشده است.

جزئیات ویژگی‌های جریان در محل نمونه‌برداری و/یا تغییرات سرعت جریان در کانال در هنگام نمونه‌برداری باید شامل گزارش آزمون به همراه هرگونه توضیحات باشد.

۷-۴-۲ بررسی نشتی

خطاهای قابل توجه می‌تواند به علت وجود نشتی در قطعه نمونه‌برداری به‌خصوص در بخش‌های تحت خلاء وجود داشته باشد، بنابراین قبل و بعد از هر آزمایش، مسیر جریان نمونه‌برداری باید از طریق درزبندی نازل و دستگاه مکش از نظر نشتی بررسی شود. سرعت جریان باید بیشتر از ۲٪ سرعت جریان معمول در بیشترین خلاء حاصل شده در طول نمونه‌برداری باشد، در غیر این صورت اندازه‌گیری معتبر نخواهد بود.

۳-۴-۷ شدت جریان ایزوکینتیک

اگر اختلاف سرعت جریان واقعی در نازل بیشتر از $\pm 10\%$ از سرعت جریان نظری ایزوکینتیک در طول نمونه‌برداری باشد، اندازه‌گیری سرعت جریان باید تکرار شود.

در صورتی که این میزان به دلیل تغییر سرعت جریان در کانال هنوز تامین نشده باشد به بند ۱-۴-۷ مراجعه شود.

۴-۴-۷ رسوبات غبار روی بخش‌های توزین نشده بالادست فیلتر

جرم رسوبات اجزای توزین شده بالادست فیلتر باید به جرم رسوبات به دست آمده از فیلتر و اجزای توزین شده افزوده شود.

اگر فیلتر داخل دودکش طوری مورد استفاده قرار گیرد، که هیچ‌گونه خمیدگی بین نازل و فیلتر وجود نداشته باشد، این الزامات ممکن است نادیده گرفته شود، به شرط آن که در گازهای غیر اشباع کاربرد داشته‌باشد، دما به اندازه کافی بالاتر از نقطه شبنم گاز دودکش بوده و اگر یک تصدیق در شرایط مشابه فرآیند انجام شده باشد، رسوبات از 10% میانگین حد مجموع روزانه برای فرآیند تجاوز نکند.

۵-۴-۷ تصدیق جمع آوری نمونه

یک سری نمونه‌برداری فقط زمانی دارای اعتبار است که مقدار غبار جمع شده در طول نمونه‌برداری حداقل ۵ برابر شاهد کل مربوط باشد.

۶-۴-۷ خلاصه الزامات این استاندارد ملی

خلاصه‌ای از الزامات بند ۴ و ۵ این استاندارد ملی در جدول شماره ۳ آورده شده است.

۸ سایر جنبه‌ها

۱-۸ رفتار دمایی ذرات

ذرات غبار منتشر شده عموماً از نظر گرمایی پایدار هستند. اگرچه در برخی از فرآیندها، گازهای نمونه‌گیری شده دارای ترکیبات ناپایدار یا نیمه فرار هستند (یعنی در دمای پایین به شکل ذره و در دماهای بالاتر به فرم گاز هستند). در این موارد غلظت اندازه‌گیری شده به دمای فیلتراسیون و یا دمای خشک کردن قبل از توزین نهایی بستگی دارد.

این پدیده در صنایع مختلفی گزارش شده است. برای مثال:

- نیروگاه برق مجهز به فرآیندهای سولفورزدایی به دلیل وجود هیدرات‌ها؛

- نیروگاه برق با سوخت نفت سنگین یا موتورهای دیزلی به دلیل حضور SO_3 و/ یا ترکیبات آلی؛

- کوره‌های شیشه‌ای به دلیل حضور ترکیبات بور نیمه فرار؛

- زباله سوز با فرآیندهای عمل‌آوری گازی مرطوب و نیمه خشک.

تفاوت در غلظت‌های غبار اندازه‌گیری شده (تا ضریب ۱۰) آزمایش شده است و بنابراین در چنین مواردی نتایج اندازه‌گیری شده باید با یک دمای معین (بالاترین دمایی که غبار نمونه‌برداری شده قبل از توزین به آن می‌رسد) همراه باشد.

به دلیل تفاوت بسیار زیاد موقعیت‌هایی که ممکن است پیش بیایند، تعیین یک دمای متفاوت که در همه‌ی موارد قابل کاربرد باشد ممکن نخواهد بود.

به دام انداختن کامل ترکیبات فرار، مستلزم یک دمای فیلتراسیون بسیار پایین و توجه ویژه در طول نمونه‌برداری است، ولی در صورتی که این ترکیبات به دام نیافتند یا بیشتر آن‌ها در طول خشک کردن تبخیر شوند، ممکن است تکرارپذیری نتایج انجام شود. به همین دلیل به‌طور کلی دمای $160^{\circ}C$ که از به دام افتادن بسیاری از ترکیبات فرار جلوگیری می‌کند و بیشتر هیدرات‌ها را تجزیه می‌کند، معمول است. بر این اساس بخش‌هایی از مسیر جریان نمونه‌برداری که توزین می‌شوند باید:

۱-۱-۸ قبل از نمونه‌برداری در $180^{\circ}C$ واجد شرایط گردند؛

۲-۱-۸ در طول نمونه‌برداری در دمای مساوی یا کمتر از $160^{\circ}C$ نگه‌داشته شوند،

۳-۱-۸ بعد از نمونه‌برداری در دمای $160^{\circ}C$ واجد شرایط گردند.

جدول ۳ - خلاصه الزامات - دستگاه‌ها و شرایط نمونه‌برداری

مقدار	الزامات جمع‌آوری غبار
بیشتر از ۴ mm	قطر داخلی نازل
±۱۰٪	مساحت نازل: اندازه‌گیری عدم قطعیت
بیشتر از ۱۰ mm	نازل: طولی با قطر داخلی ثابت
کمتر از ۳۰°	نازل: تغییرات در قطر زاویه
بیشتر از ۱/۵ d	زانویی: شعاع انحنای لوله زانویی
بیشتر از ۳۰ mm	طول قسمت مستقیم نازل قبل از زانویی اول
بیشتر از ۵۰ mm	رأس نازل: فاصله از موانع
بیشتر از ۹۵/۵٪	کارایی فیلتر (آزمون هواسل ۰/۳μm)
بدون فعالیت و بدون جذب	ماده فیلتر (جذب ترکیبات)
کمتر از ۱۰ g/m ³	تغلیظ کننده، برج خشک‌کن: باقیمانده رطوبت گاز
±۲٪	اندازه‌گیری عدم قطعیت حجم گاز سنج
± ۱٪	اندازه‌گیری عدم قطعیت فشار مطلق
±۱٪	اندازه‌گیری عدم قطعیت دمای مطلق
±۱۰٪	تنظیم نازل
±۱۰٪	معیارهای ایزو کینتیک (میانگین اندازه‌گیری عدم قطعیت)
کمتر از ۲٪	آزمون نشتی
۰/۱mg تا ۰/۱mg	دقت ترازو (mg)
کمتر از ۵٪ از LV ^a مجموعه فرایند (به بند ۴-۴-۷ مراجعه شود)	عدم قطعیت‌های توزین
بیشتر از ۸ ساعت	تداوم پایداری دمایی محفظه گرم شده میله فیلتر
کمتر از ۱۰٪ LV ^a مجموعه فرایند یا ۲mg/m ³ هرکدام که کوچک‌تر است.	مقدار شاهد کل
±۵s	عدم قطعیت اندازه‌گیری زمان نمونه‌برداری
±۱٪	عدم قطعیت اندازه‌گیری خطی (قطر کانال)
±۵٪ یا ±۰/۲ mm	(قطر نازل)

ادامه جدول ۳- خلاصه الزامات - دستگاه‌ها و شرایط نمونه‌برداری

مقدار	الزامات جمع‌آوری غبار
	محل نمونه‌برداری
کمتر از ۱۵°	زاویه جریان
ندارد	جریان منفی
۳ به ۱	نسبت حداکثر سرعت گاز به حداقل سرعت گاز
بزرگتر از ۵ pa	اختلاف فشار (لوله پیتو)
بیشتر از ۵ برابر قطر هیدرولیک (توصیه می‌شود)	طول قسمت مستقیم قبل از صفحه نمونه‌برداری
بیشتر از ۲ برابر قطر هیدرولیک (توصیه می‌شود)	طول قسمت مستقیم بعد از صفحه نمونه‌برداری
قطرهای هیدرولیکی بزرگتر از ۵ (توصیه می‌شود)	طول قسمت مستقیم قبل از نقطه نشر
به جدول ۱ و ۲ مراجعه شود	تعداد نقاط نمونه‌برداری
	ویژگی‌های دستگاه گاز دودکش
±۱٪	دمای مطلق
± ۰٫۰۵ kg/m ³	چگالی گاز دودکش
	LV ^α همان حد مجاز است.

بسته به الزامات تنظیم شده‌ی احتمالی و اختیارات واحد صنعتی و همچنین انواع مخصوص منتشرشونده یا هدف به‌خصوص اندازه‌گیری، عملیات سایر دماهای معمول نیز می‌توانند پذیرفته شوند. مثلاً اگر آئرس‌ها یا ترکیبات قابل میعان در نظر گرفته شوند، دما باید در طول عملیات نمونه‌برداری کاهش داده شود.

در هر شرایطی:

- اجزاء توزین شده باید قبل از نمونه‌برداری (به بند ۷-۲-۱ مراجعه شود) در دمای حداقل ۲۰ °C بالاتر از بیشترین دمای طول نمونه‌برداری و عمل‌آوری پس از نمونه‌برداری، واجد شرایط شوند.
- دمای مورد استفاده هنگام نمونه‌برداری و واجد شرایط کردن قبل از توزین باید در گزارش آزمایش قید شود.

۸-۲ رسوبات اجزای بالادست فیلتر

کار آزمایشگاهی نشان داده است که نمی‌توان رسوبات ذرات بالادست فیلتر را هنگام نمونه‌برداری غلظت‌های غبار نادیده گرفت. مشخص شده، اگر رسوبات با دقت بازیافت نشوند خطاهای قابل توجهی در اندازه‌گیری می‌تواند پیش‌بیابد.

رسوبات حاوی ذرات ریز به طراحی تجهیزات نمونه‌برداری و ویژگی‌های ذرات نمونه‌برداری شده بستگی دارند. بنابراین تمام بخش‌های توزین نشده باید از نظر حضور ذرات در صورت موجود بودن مورد بررسی قرارگیرند و ذرات جمع‌آوری شوند.

ذرات ممکن است با استفاده از روش‌های شستشوی ارائه شده در بند ۷-۳-۶ بعد از هر آزمون مسیر جریان‌های اندازه‌گیری یا حداقل بعد از هر مسیر جریان اندازه‌گیری در همان صفحه نمونه‌برداری و حداقل یک‌بار در هفته جمع‌آوری شوند. اگر مواد در انتهای مسیر جریان‌های اندازه‌گیری جمع‌آوری شوند جرم بازیافت شده نسبت به جرم جمع‌آوری شده روی هر فیلتر، مورد آزمون‌های اختصاصی قرار خواهد گرفت.

۸-۳ بهبود روش‌های توزین

تجربه نشان داده‌است که عدم قطعیت توزین تنها به تعادل عملکرد بستگی ندارد، بلکه به کل روش به کار برده شده نیز مربوط است. بنابراین قبل از انجام هر گونه اندازه‌گیری، کاربر باید روش خود را پایدار و تصدیق نماید و تجهیزات نمونه‌برداری و فیلترهای مورد استفاده را نیز در نظر بگیرد. تکرار توزین اجزاء در طول چندین هفته تحت شرایط مختلف برای مثال از نظر دمای خارجی، رطوبت و غیره باعث تخمین دقت واقعی توزین می‌شود، شامل: عدم قطعیت‌های مربوط به دستکاری فیلترها، زمان تعادل و غیره. نتایج باید به عنوان میزان تخمین اولیه شاهد کل در نظر گرفته شوند و می‌توانند به عنوان وسیله‌ای برای محاسبه حجم گاز نمونه‌برداری شده به منظور دستیابی به داده‌های اساسی با در نظر گرفتن محدوده مورد انتظار غلظت ذرات به کار برده شوند.

۹ محاسبات

۹-۱ سرعت جریان ایزوکینتیک

جهت انجام نمونه‌برداری ایزوکینتیک سرعت جریان سیستم نمونه‌برداری باید به گونه‌ای محاسبه شود که سرعت نمونه گاز ورودی به نازل، V_n مساوی سرعت گاز دودکش در نقطه نمونه‌برداری، V_s باشد:

(۸)

$$V_n = V_s$$

سرعت جریان در نازل، Q_v در شرایط واقعی به صورت زیر بیان می‌شود:

(۹)

$$qV = A_n \times v_n$$

بر اساس معادله ۵، نمونه‌برداری ایزوکینتیک زمانی انجام‌پذیر است که:

(۱۰)

$$qV = A_n \times v_s$$

که در آن A_n سطح نازل است.

چون سرعت جریان در شرایط (دما، فشار و مقدار رطوبت) اندازه‌گیری می‌شود، که معمولاً متفاوت از شرایط واقعی گاز در کانال q_v است و باید به صورت زیر تصحیح شود:

(۱۱)

$$q_m = q_{v,a} \frac{(100 - H_a)T_m \times p_a}{(100 - H_M)T_a \times p_m}$$

که در آن:

q_m سرعت جریان حجمی^۱ نمونه‌ی اندازه‌گیری شده؛

$q_{v,a}$ سرعت جریان حجمی نمونه‌ی است که در شرایط واقعی در نقطه نمونه‌برداری بیان می‌شود؛

H_a و H_M مقدار نم موجود (رطوبت)، به صورت درصد حجمی گازها در شرایط اندازه‌گیری شده، (m) و واقعی (a)؛

T_a و T_m دمای (اندازه‌گیری شده و واقعی) گاز بر حسب کلوین؛

P_a و P_m فشار مطلق گاز (اندازه‌گیری شده و واقعی) می‌باشند.

برای تعیین مطابقت نمونه‌برداری انجام شده با اصول نمونه‌برداری ایزوکینتیک این استاندارد ملی، مقادیر q_v و $q_{v,a}$ را باهم مقایسه کنید. اختلاف این مقادیر باید در محدوده $\pm 10\%$ باشند.

۲-۹ غلظت غبار

۱-۲-۹ کلیات

برای هر آزمون پارامترهای زیر محاسبه شود:

1 -Volumetric flowrate

- ۱-۱-۲-۹ حجم نمونه برداری شده، V که بر پایه خشک یا مرطوب و تحت شرایط نرمال مشخص شده است؛
- ۲-۱-۲-۹ جرم کلی غبار جمع آوری شده (m) روی فیلتر و اجزاء بالا دست فیلتر حاصل از شستشوی فیلتر؛
- ۳-۱-۲-۹ غلظت غبار، C که مطابق فرمول زیر به دست می آید :
- (۱۲)

$$C = \frac{m}{V}$$

ممکن است بیان غلظت ذرات مربوط به محتوای O_2 مرجع موجود و به منظور تصحیح در شرایط رقیق سازی و یا رطوبت، ضروری باشد.

این امر می تواند با ضرب فاکتورهای تصحیح اکسیژن و دی اکسید کربن، f_{c,O_2} و f_{c,CO_2} به دست آید (به ترتیب به بندهای ۲-۲-۹ و ۳-۲-۹ مراجعه شود).

۲-۲-۹ فاکتور تصحیح اکسیژن

(۱۳)

$$f_{c,O_2} = \frac{21 - \varphi O_{2,ref}}{21 - \varphi O_{2,m}}$$

که در آن:

- $\varphi O_{2,ref}$ درصد کسر حجمی O_2 در شرایط مرجع؛
- $\varphi O_{2,m}$ درصد کسر حجمی O_2 در شرایط اندازه گیری شده است؛
- ۲۱ درصد اکسیژن در هوا است.

۳-۲-۹ فاکتور تصحیح دی اکسید کربن

(۱۴)

$$f_{c,CO_2} = \frac{21 - \varphi CO_{2,ref}}{21 - \varphi CO_{2,m}}$$

که در آن:

$\varphi_{CO_2,ref}$ درصد کسر حجمی CO₂ در شرایط مرجع؛

$\varphi_{CO_2,m}$ درصد کسر حجمی CO₂ در شرایط اندازه‌گیری شده‌است.

۱۰ ویژگی‌های عملکردی

۱-۱۰ جنبه‌های کلی

چون ترکیب گاز آلاینده با گذشت زمان تغییر می‌کند، تعیین تکرارپذیری و تکثیرپذیری روش بر اساس ISO5725 (تمامی بخش‌ها) امکان پذیر نیست.

با این وجود، اگر یک تیم، آزمایشات موازی و پی‌درپی را با دو سیستم نمونه‌برداری مشابه انجام دهد، این چنین روشی امکان مقایسه آماری هردو مقادیر X_1 و X_2 را فراهم می‌کند.

انحراف معیار، S، هردو مقادیر به صورت زیر به دست می‌آید:

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{i,1} - x_{i,2})^2}}{2n} \quad (15)$$

که در آن:

n تعداد جفت‌های X_1 و X_2 نمونه است.

انحراف معیار ممکن است برای محاسبه موارد زیر استفاده شود:

۱-۱-۱۰ عدم قطعیت داخلی u (یا فاصله اطمینان داخلی) مرتبط شده به یک اندازه‌گیری اختصاصی که توسط تیم انجام شده‌است.

$$u = t_{0.95; n-1 \times s}$$

که در آن $t_{0.95; n-1 \times s}$ فاکتور استاندارد برای سطح اطمینان ۹۵٪ و درجه آزادی $n-1$ است.

۲-۱-۱۰ تکرارپذیری مطابق با تمامی بخش‌های ISO5725 یعنی بیشترین تفاوت بین دو اندازه‌گیری انجام شده توسط همان تیم برای سطح اطمینان ۹۵٪ مطابق فرمول زیر:

(۱۶)

$$r = \sqrt{2} t_{0.95n-1} \times s$$

این اطلاعات باید به عنوان دستگاهی برای مؤسسات اندازه‌گیری در قالب تضمین کیفیت در نظر گرفته شوند. هنگامی که اطلاعات توسط چندین تیم مستقل که با هم کار می‌کنند، فراهم شده باشد، محاسبات مشابه می‌تواند برای تخمین موارد زیر به کار رود:

۳-۱-۱۰ عدم قطعیت صوری مربوط به یک اندازه‌گیری اختصاصی که توسط هر تیمی که الزامات استاندارد را تأمین کرده باشد، انجام شده‌است. این عدم قطعیت هنگام بیان مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر حد انتشار، به کار برده می‌شود.

۴-۱-۱۰ تکثیرپذیری (R) مطابق با [(ISO5725) تمام بخش‌ها]، یعنی بیشترین تفاوت مورد انتظار در سطح اطمینان ۹۵٪ که بین دو اندازه‌گیری انجام شده، توسط تیم‌های مختلفی که مطابق استاندارد در شرایط فرایند کار می‌کنند، وجود دارد.

۵-۱-۱۰ هنگامی که انجام اندازه‌گیری در غلظت‌های پایین حد آشکارسازی انجام می‌شود ممکن است به صورت زیر تخمین زده شود:

۶-۱-۱۰ به وسیله اندازه‌گیری موازی و محاسبه عدم قطعیت.

۷-۱-۱۰ به وسیله اندازه‌گیری‌های متوالی در نزدیکی غلظت صفر. حد آشکارسازی ۳ برابر انحراف معیار در نظر گرفته می‌شود.

۲-۱۰ داده‌های آزمایشی برای نمونه‌برداری

برای مشاهده اطلاعاتی راجع به تصدیق روش نمونه‌برداری به پیوست ۳ مراجعه شود.

۱۱ گزارش آزمایش

گزارش آزمایش باید به این استاندارد ملی ارجاع داده شود و حاوی اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۱۱ توصیف هدف آزمایش‌ها، شناسایی مکان و تاریخ نمونه‌برداری؛
- ۲-۱۱ توصیف شرایط اجرای فرآیند و هر گونه تغییر در طول اندازه‌گیری.
- ۳-۱۱ شناسایی موقعیت نمونه‌برداری و پارامترهای گاز در کانال:
- ۱-۳-۱۱ ابعاد کانال، تعداد و محل خطوط و نقاط نمونه‌برداری؛
- ۲-۳-۱۱ فشار دودکش؛
- ۳-۳-۱۱ نمودار سرعت و دما؛
- ۴-۳-۱۱ غلظت رطوبت و حجم گازهای O_2 / CO_2 (در صورت مربوط بودن)؛
- ۴-۱۱ روش‌های اندازه‌گیری باید شامل:
- ۱-۴-۱۱ اندازه‌گیری سرعت (کالیبراسیون لوله‌های اس-پیتو و غیره)؛
- ۲-۴-۱۱ ویژگی‌های تجهیزات نمونه‌برداری؛
- ۳-۴-۱۱ ساخت (تولید مسیر جریان نمونه‌برداری)؛
- ۴-۴-۱۱ ابعاد نازل، ویژگی‌های فیلتر (مواد، اندازه، نوع)؛
- ۵-۴-۱۱ کالیبراسیون دستگاه اندازه‌گیری نرخ جریان؛
- ۶-۴-۱۱ دمای فیلتراسیون؛
- ۷-۴-۱۱ روش‌های توزین؛
- ۸-۴-۱۱ دمای واجد شرایط کردن؛
- ۹-۴-۱۱ تصحیح جرم‌های ظاهری.
- ۵-۱۱ نتایج آزمون، برای هر تست شامل:
- ۱-۵-۱۱ شماره و تاریخ آزمایش؛
- ۲-۵-۱۱ جرم ذرات جمع‌آوری شده؛
- ۳-۵-۱۱ دما و فشار گاز در مسیر جریان نمونه‌برداری؛
- ۴-۵-۱۱ ترکیب گاز (شامل مقدار رطوبت)؛

- ۵-۵-۱۱ زمان نمونه برداری؛
- ۶-۵-۱۱ حجم نمونه برداری شده و سرعت جریان؛
- ۷-۵-۱۱ هر گونه رویداد یا واقعه ویژه؛
- ۸-۵-۱۱ نتایج تصحیح شده (شرایط استاندارد)؛
- ۹-۵-۱۱ هر گونه نتیجه حد واسط یا نهایی محاسبه شده؛
- ۱۰-۵-۱۱ نام و نام خانوادگی و امضاء آزمایش کننده
- ۶-۱۱ تضمین کیفیت:
- ۱-۶-۱۱ نتایج آزمون نشتی؛
- ۲-۶-۱۱ مقدار شاهد کل؛
- ۳-۶-۱۱ معیارهای ایزو کینتیک؛
- ۴-۶-۱۱ رسوبات غبار اجزاء بالا دست فیلتر.
- ۷-۱۱ توضیحات:
- ۱-۷-۱۱ نسبت مقادیر اندازه گیری شده (mg غبار) به مقدار شاهد کل (mg غبار) در نتایج آزمون بیان شود.
- ۲-۷-۱۱ گزارش آزمون همچنین باید هرگونه رویداد خاصی را که ممکن است بر نتیجه مؤثر باشد و هرگونه اطلاعات مؤثر بر عدم قطعیت نتایج را بیان کند.
- ۳-۷-۱۱ در صورتی که بنا به هر دلیلی تغییر روش ضروری باشد، این تغییر روش باید گزارش شود.

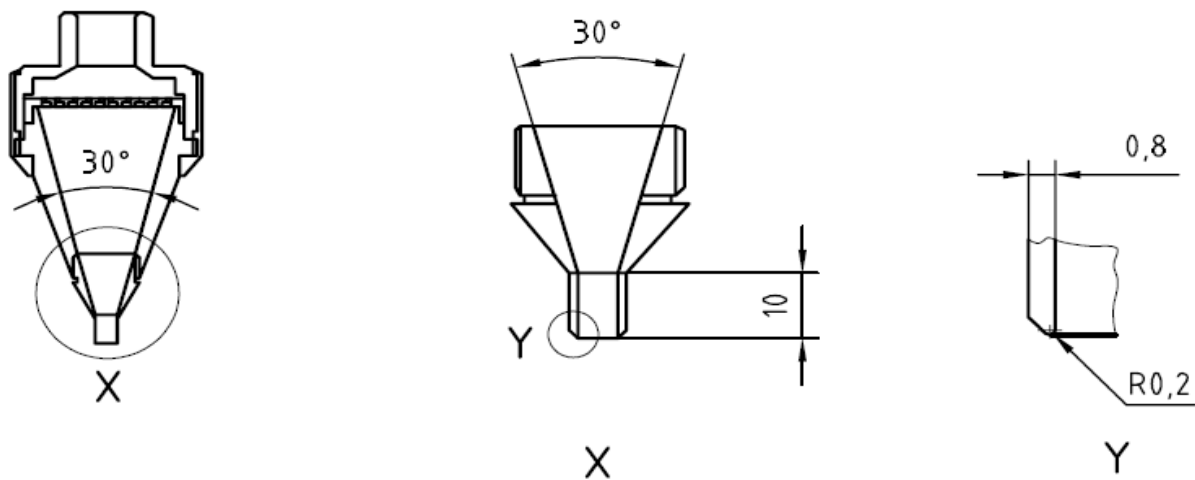
پیوست الف

(اطلاعاتی)

طراحی آزمایش شده نازل ورودی

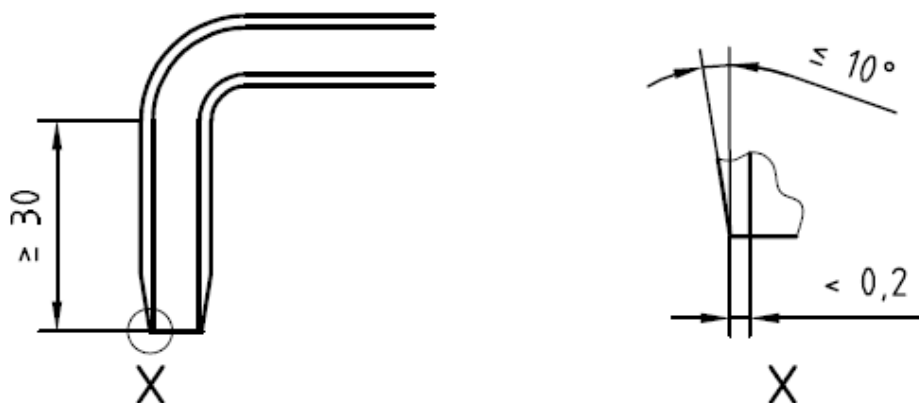
یکی از طراحی‌های نشان داده شده در شکل‌های الف-۱ تا الف-۳ باید برای نازل ورودی استفاده شود.

ابعاد به میلی‌متر



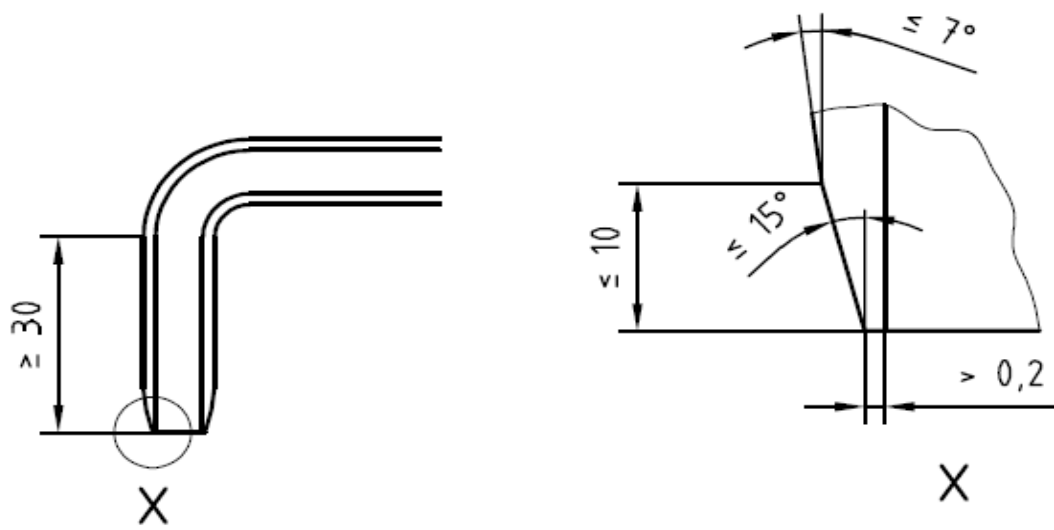
شکل الف-۱- ورودی نازل با نگهدارنده فیلتر مرکب

ابعاد به میلی‌متر



شکل الف-۲- ورودی نازل تک زاویه‌ای^۱

ابعاد به میلی‌متر



شکل الف-۳- ورودی نازل دو زاویه‌ای^۱

پیوست ب

(اطلاعاتی)

تعیین موقعیت نقاط نمونه برداری در کانال های حلقوی و مستطیلی

ب-۱ الزامات کانال های حلقوی

ب-۱-۱ قاعده کلی برای کانال های حلقوی

در قاعده کلی قابل اجرا در کانال های حلقوی صفحه ی نمونه برداری به سطوح مساوی تقسیم بندی شده است. یکی از نقاط نمونه برداری، باید در مرکز هر سطح روی دو قطر یا بیشتر (خطوط نمونه برداری) قرار داده شود و یکی در مرکز کانال قرار بگیرد (به شکل ب-۱ مراجعه شود).

محل نقاط نمونه برداری به تعداد نقاط نمونه برداری انتخاب شده بستگی دارد.

برای کانال های حلقوی دو خط نمونه برداری (قطرها) کافی است. فاصله X از هر نقطه نمونه برداری i از دیواره کانال باید به صورت زیر بیان شود:

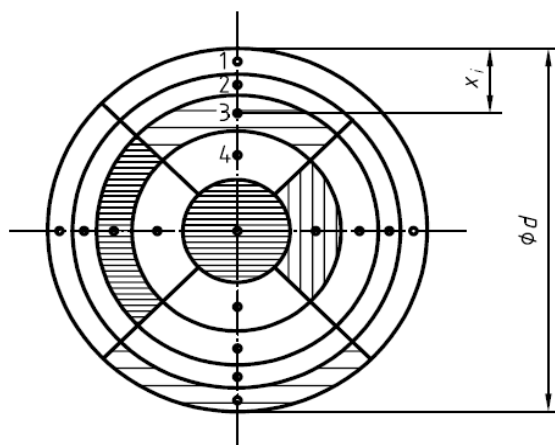
(ب-۱)

$$x_i = K_i \times d$$

که در آن:

K_i فاکتوری است، بر حسب درصد که با جدول ب-۱ مطابقت دارد؛

d طول قطر کانال جریان است.



شکل ب-۱- موقعیت‌های نقاط نمونه‌برداری در کانال‌های حلقوی - قاعده کلی برای کانال‌های با ابعاد بالای ۲m
(قسمت‌های هاشور خورده برابر مساحت هستند)

جدول ب-۱ مقادیر K_i را بر حسب درصد نشان می‌دهد که در آن n_d تعداد نقاط نمونه‌برداری در هر خط (قطر) نمونه‌برداری و i تعداد موقعیت (شاخص) نقاط نمونه‌برداری اختصاصی در امتداد قطراست.

جدول ب-۱- جدول ب-۲ مقادیر K_i بر حسب درصد - قاعده کلی برای کانال‌های حلقوی

K_i				شاخص نقطه نمونه‌برداری
$n = 9$	$n = 7$	$n = 5$	$n = 3$	i
۳٫۰	۴٫۰	۵٫۹	۱۱٫۳	۱
۹٫۸	۱۳٫۳	۲۱٫۱	۵۰٫۰	۲
۱۷٫۸	۲۶٫۰	۵۰٫۰	۸۸٫۷	۳
۲۹٫۰	۵۰٫۰	۷۸٫۹		۴
۵۰٫۰	۷۴٫۰	۹۴٫۱		۵
۷۱٫۰	۸۶٫۷			۶
۸۲٫۲	۹۶٫۰			۷
۹۰٫۲				۸
۹۷٫۰				۹

اگر لازم باشد برای کانال‌های حلقوی، جهت افزایش تعداد خطوط نمونه‌برداری (قطرها) یا تعداد نقاط نمونه‌برداری (برای مثال: در روند شرایط نامطلوب) برای محاسبه فاصله نقاط نمونه‌برداری از دیواره کانال در امتداد قطر، فرمول کلی ب-۱ استفاده می‌شود:

(ب-۲)

$$x_1 = \frac{d}{2} \left[1 - \sqrt{\frac{n_d(n_i - 2i) + 1}{n_d(n_i - 1) + 1}} \right] \quad \text{برای} \quad i < \frac{n_i + 2}{2}$$

(ب-۳)

$$x_i = \frac{d}{2} \quad \text{برای} \quad i = \frac{n_i + 2}{2}$$

(ب-۴)

$$x_1 = \frac{d}{2} \left[1 + \sqrt{\frac{n_d(2i - 2 - n_i) + 1}{n_d(n_i - 1) + 1}} \right] \quad i > \frac{n_i + 2}{2}$$

که در آن:

i شاخص نقطه نمونه برداری در امتداد قطر؛

x_i فاصله نقطه i از دیواره کانال؛

n_i تعداد نقاط نمونه برداری در طول هر خط نمونه برداری (شامل مرکز)؛

n_d تعداد خطوط نمونه برداری (قطرها)؛

d قطر کانال است.

ب-۱-۲ قاعده‌ی مماسی^۱ برای کانال‌های حلقوی

در "قاعده‌ی مماسی" قابل اجرا برای کانال‌های حلقوی، صفحه‌ی نمونه برداری به سطوح مساوی تقسیم می‌شود. یک نقطه در مرکز هر سطح، روی دو قطر یا بیشتر (خطوط نمونه برداری) قرار گرفته‌اند. هیچ نقطه نمونه برداری در مرکز کانال وجود ندارد، به شکل ب-۲ مراجعه شود.

1 -Tangential rule

موقعیت‌های نقاط نمونه‌برداری روی هر قطر بستگی به تعداد نقاط نمونه‌برداری روی هر قطر دارد، اما مستقل از تعداد قطرهای نمونه‌برداری است.

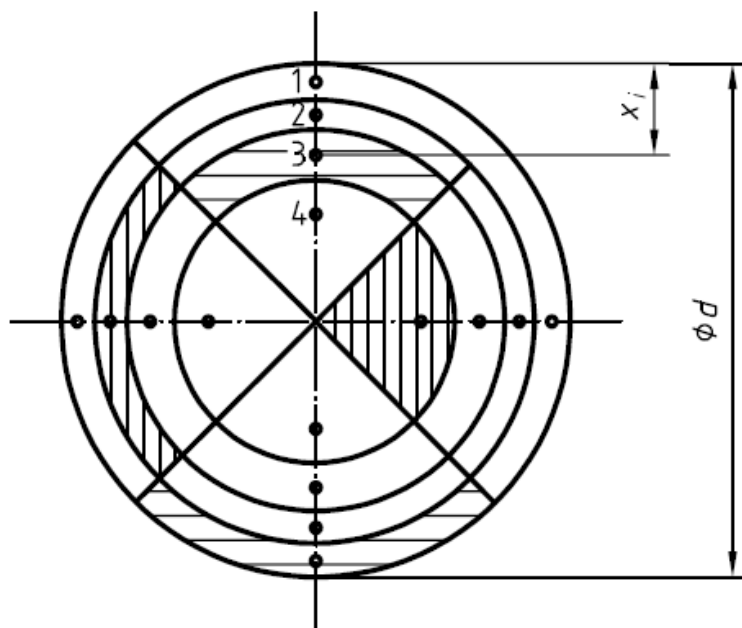
برای کانال‌های حلقوی که دو خط (قطر) نمونه‌برداری کافی است، فاصله هر نقطه نمونه‌برداری به تعداد نقاط نمونه‌برداری از دیواره کانال ممکن است، به صورت ساده زیر بیان شود:

(ب-۵)

$$x_i = K_i \times d$$

که در آن K_i فاکتوری است که به صورت درصد بیان می‌شود و مطابق با جدول ب-۲ است.

جدول ب-۲ مقدار K_i را بر حسب درصد نشان می‌دهد که در آن n_d تعداد نقاط نمونه‌برداری در هر خط نمونه‌برداری (قطر) و i عدد موقعیت (شاخص) نقطه نمونه‌برداری اختصاصی در طول قطر می‌باشند.



شکل ب-۲ موقعیت نقاط نمونه‌برداری در کانال‌های حلقوی - قاعده مماسی برای کانال‌های با ابعاد بیش از ۲ m (بخش‌های هاشور زده مساوی سطح است).

جدول ب-۲- مقادیر K_i بر حسب درصد- قاعده مماسی برای کانال‌های حلقوی جدول

K_i				شاخص نقطه نمونه برداری
n=۸	n=۶	n=۴	n=۲	i
۳٫۳	۴٫۴	۶٫۷	۱۴٫۶	۱
۱۰٫۵	۱۴٫۶	۲۵٫۰	۸۵٫۴	۲
۱۹٫۴	۲۹٫۶	۷۵٫۰		۳
۳۲٫۳	۷۰٫۴	۹۳٫۳		۴
۶۷٫۷	۸۵٫۴			۵
۸۰٫۶	۹۵٫۶			۶
۸۹٫۵				۷
۹۶٫۷				۸

برای کانال حلقوی افزایش تعداد خطوط نمونه برداری (قطرها) یا تعداد نقاط نمونه برداری ضروری است. فرمول مماسی ب-۲ برای محاسبه فاصله از دیواره کانال در طول قطر به صورت زیر است.

(ب-۶)

$$x_1 = \frac{d}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{(2i-1)}{n_i}} \right] \quad \text{برای} \quad i < \frac{n_i}{2}$$

(ب-۷)

$$x_1 = \frac{d}{2} \left[1 + \sqrt{1 - \frac{(2i-1)}{n_i}} \right] \quad \text{برای} \quad i > \frac{n_i}{2}$$

که در آن نمادها همان معانی معادله ب-۲ را دارند.

این روش به خصوص برای کانال‌های بزرگ که رسیدن به مرکز کانال دشوار است، کاربرد دارد.

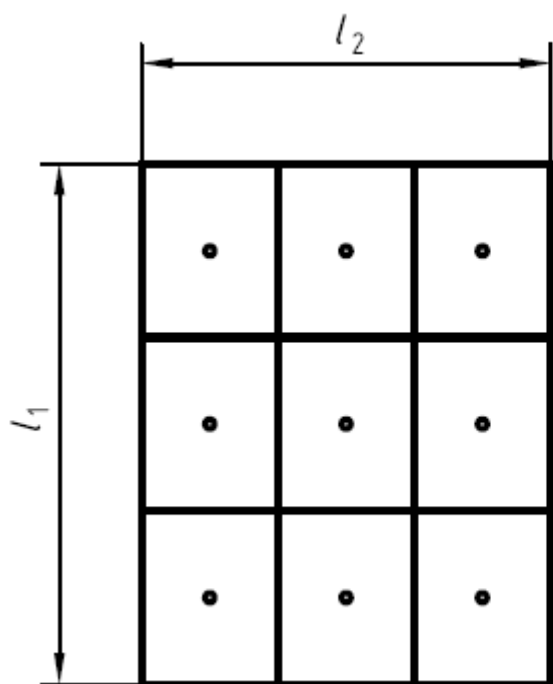
ب-۲ الزامات کانال‌های مستطیلی (و مربعی)

در قاعده کاربردی برای کانال‌های مستطیلی که شامل کانال‌های مربعی نیز هستند، صفحه‌ی نمونه‌برداری باید به وسیله خطوط موازی به کناره‌های کانال به مساحت‌های مساوی تقسیم شود و یک نقطه نمونه‌برداری در مرکز هر بخش قرار گیرد. به شکل ب-۳ مراجعه شود.

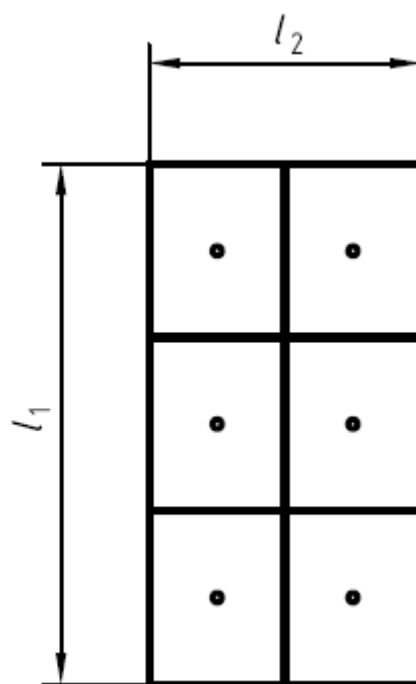
به‌طور کلی دو کناره عمودی کانال مستطیلی به بخش‌های مساوی تقسیم می‌شوند و سطوحی به شکل مشابه کانال به وجود می‌آورند بدین‌سان تعداد اجزاء سطوح مساوی با مربع ۱ و ۲ و ۳ و غیره خواهد بود، که به تعداد تقسیم‌بندی‌های هر بخش بستگی دارد به شکل ب-۳-۱ مراجعه شود.

اگر طول بخش‌های صفحه نمونه‌برداری l_1 و l_2 به گونه‌ای باشد که l_2 بزرگتر از l_1 باشد، نسبت $\frac{l_1}{l_2} > 2$ است و کناره l_1 باید به تعداد بیشتر از l_2 تقسیم‌بندی شود. بنابراین هر یک از سطوح کوچک‌تر این مقیاس را رعایت می‌کنند، طوری که دیواره کناره بلندتر نباید بیش از دو برابر طول کناره کوتاه‌تر، بلندتر باشد. به شکل ب-۳-۱ مراجعه شود.

اگر طول کناره‌های صفحه‌ی نمونه‌برداری l_1 و l_2 به ترتیب به دو بخش n_1 و n_2 تقسیم شوند، تعداد نقاط نمونه‌برداری n_1 و n_2 خواهد شد و کوچک‌ترین فاصله از یک دیواره کانال $\frac{l_1}{2n_1}$ و $\frac{l_2}{2n_2}$ خواهد بود.



$$l_1/l_2 \leq 2 \quad \text{ب-۳-۱}$$



$$l_1/l_2 > 2 \quad \text{ب-۳-۲}$$

شکل ب-۳- تصویر موقعیت‌های نقطه نمونه‌برداری در کانال‌های مستطیلی و مربعی

پیوست پ

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از خطاهای توزین^۱

پ-۱ کلیات

خطاهای توزین مربوط به تعادل دمایی ناکافی و تغییرات آب و هوایی پیش و پس از توزین نمونه‌برداری در مثال زیر نشان داده شده‌اند:

در این مثال‌ها فیلتر در داخل یک پتری دیش در بسته به جرم ۲۵g و حجم هوای درونی ۴۰ml قرار داده می‌شود و ترازو در برابر یک جرم ۲۵ گرمی استاندارد (جرم حجمی ۸ g/ml)، جرم حجمی پتری^۲ ۲ g/ml و جرم حجمی هوا ۱/۲ mg/ml کالیبره می‌شود.

پ-۲ تأثیر تعادل دمایی ناکافی

به دلیل زمان ناکافی تعادل دمایی بعد از خشک کردن، فرض می‌شود که دمایی هوای داخل پلیت ۲K بالاتر از اتاق توزین (۳۰۰ درجه کلون) است. به علت تغییر در خاصیت شناوری^۳ هوا این اختلاف دمایی هوا باعث تغییر ظاهری جرم خواهد شد:

$$(40 \times 1/2 \times 2) \div 300 = 0.3 \text{ mg}$$

پ-۳ تأثیر تغییرات دمایی

دمای اتاق توزین به میزان ۱۵° C در زمان توزین قبل از نمونه‌برداری و ۲۵° C به هنگام توزین بعد از نمونه‌برداری تعیین می‌شود.

اختلاف بین حجم هوای جایگزین شده با (جرم استاندارد ۲۵ گرم و حجم ۳/۱) و با پتری دیش با (جرم ۲۵ گرم و حجم ۱۲/۵ ml) معادل ۹/۴ ml است.

به دلیل تغییر دمایی (۱۰ درجه کلون) این حجم دما باعث تغییر جرم ظاهری زیر می‌شود:

$$9/4 \times 1/2 \times 10 / 300 = 0.4 \text{ mg}$$

1-Weighing bias

2 -Petri

3-Buoyancy

پ-۴ تأثیر تغییرات فشار بارومتری

فشار بارومتری به صورت زیر تعیین می‌شود:

هنگام توزین قبل از نمونه‌برداری ۹۸٫۵ kPs (۷۴۰ mmHg)

هنگام توزین بعد از نمونه‌برداری ۱۰۴ kPs (۷۸۰ mmHg)

بنابراین یک تغییر نسبی ۵٫۵٪ وجود دارد.

به دلیل این تغییر نسبی ۹٫۴ ml از حجم هوا باعث تغییر جرم ظاهری زیر خواهد شد:

$$۹٫۴ \times ۱٫۲ \times ۰٫۰۵۵ = ۰٫۶ \text{ mg}$$

پ-۵ نتیجه‌گیری‌ها

پ-۵-۱ هنگام توزین اجزای دارای حجم داخلی بالا تأمل برای متعادل شدن دمای محیط و دمای داخلی قبل از توزین اجباری است.

پ-۵-۱ اگر اتاق توزین از نظر دمایی کنترل شده باشد نیازی به تصحیح تأثیرات دمایی نیست. اما در نظر داشتن تأثیر تغییر فشار بارومتری به ویژه اگر جرم حجمی بخش‌های توزین شده بسیار متفاوت از جرم‌های استاندارد مورد استفاده برای کالیبراسیون باشد، ضروری است. تصحیح مورد نیاز ممکن است با توزین "بخش‌های کنترل" بیان شده در بخش ۷-۲-۲ صورت گیرد.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

شرایط نمونه برداری ایزوکینتیک

هنگامی که سرعت جریان گازهای ورودی به رأس نازل (V_n) دقیقاً مساوی با سرعت جریان گازهای دودکش

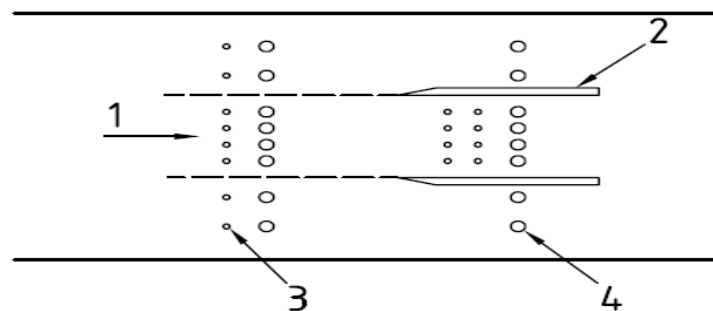
(V_s) باشد، یعنی $V_n = V_s$ شرایط ایزوکینتیک وجود دارد. درصد ایزوکینتیک مشخص است و فقط زمانی ۱۰۰٪ است که $V_n = V_s$ باشد.

به دلیل اینرسی ذرات هنگامی که V_n مساوی V_s نباشد (شرایط غیر ایزوکینتیک)، غلظت‌های نمونه دچار خطا خواهد شد.

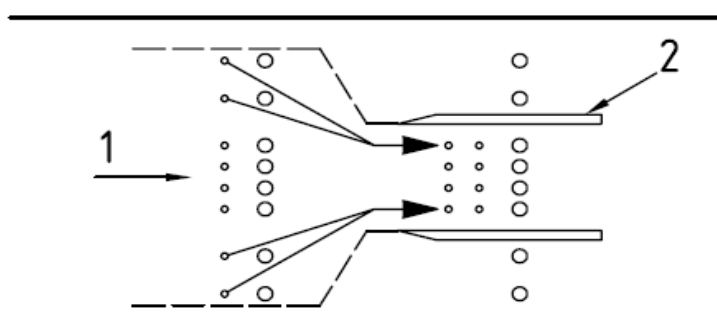
اگر خط جریان گاز دچار اغتشاش شود در شرایط ایزوکینتیک:

- ذرات بزرگ‌تر تمایل به حرکت در مسیر اولیه دارند؛
- ذرات کوچک تمایل به پیروی از جریان خطی دارند؛
- ذرات حد واسط تا حدی منحرف می‌شوند.

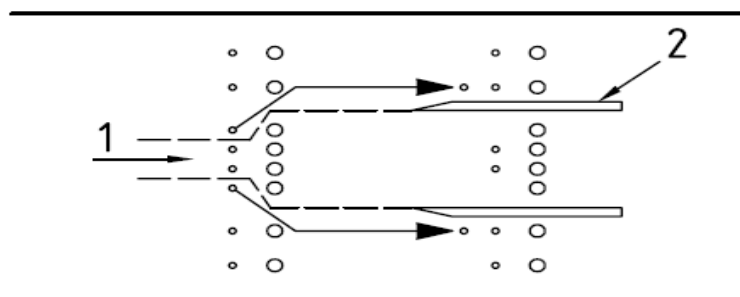
برای مشاهده مثال‌هایی از شرایط ایزوکینتیک و غیر ایزوکینتیک به شکل ت-۱ مراجعه شود.



الف - شرایط ۱۰۰٪ ایزو کینتیک



ب - شرایط ۲۰۰٪ ایزو کینتیک



ج - شرایط ۵۰٪ ایزو کینتیک

راهنما:

- ۱- جریان
- ۲- نازل
- ۳- ذرات کوچک
- ۴- ذرات بزرگ

شکل ت-۱- مثال هایی برای شرایط ایزو کینتیک و غیر ایزو کینتیک

پیوست ث

(اطلاعاتی)

خلاصه اطلاعات تصدیق

ث-۱ مقدمه

در کمیسیون شرکت KEMA هلند، عملکرد مشخصه‌های تکرارپذیری، تکثیرپذیری، صحت و حد آشکارسازی در ویرایش اول استاندارد بین‌المللی ISO 9096:1992 تعیین شده است.

ث-۲ مطالعات کتابخانه‌ای

پیش از اندازه‌گیری‌های میدانی واقعی، جنبه‌های فنی سند، ارزیابی شده است. این ارزیابی نشان داده که تعدادی از اقلام این استاندارد می‌تواند بهبود داده شوند. مثلاً روش آزمون نشتی، روش دنبال شده برای تعیین رسوب غبار در بخش‌های آماده شده برای نمونه‌برداری که در جلوی فیلتر قرار دارند و تصحیح فرمول‌هایی که به اشتباه بیان شده‌اند.

همچنین در پیش اندازه‌گیری‌های میدانی یک آنالیز حساسیت عدم قطعیت در کل مدرک انجام شد. مسیر اندازه‌گیری که منجر به تعیین سرعت جریان گاز آلاینده (یعنی جای‌گذاری نادرست لوله پیتو) شد، به اندازه‌گیری عدم قطعیت کل کمک کرده است. در مثال‌های مورد استفاده در آنالیز حساسیت، بیشترین عدم قطعیت اندازه‌گیری تئوری در مورد مکش زیر کینتیک^۱ تا ۲۶٪ است در حالی که در مکش سوپرکینتیک^۲ ۱۹٪ بود.

انتخاب منابع برای کار میدانی در موقعیت هلندی و با پارامترهای بیان شده برای برآورد الزامات تعیین شده در ISO 9096:1992 موضوع کوچکی نبود.

ب-۳ تکرارپذیری

در تعیین تکرارپذیری تأثیر مسیر در محاسبه در نظر گرفته شد. اگر چه نتایج منجر به این نتیجه شد که تأثیر مسیر بر روی تعیین تکرارپذیری نمی‌تواند اثبات شود.

تکرارپذیری با استفاده از میانگین دو نمونه‌برداری مشابه راه‌اندازی شد، که با استفاده از مجموع ۲۰ اندازه‌گیری دوتایی (۱۰ نقطه و ۱۰ اندازه‌گیری متقاطع) نزدیک هر منبع انجام شد. پس از محاسبه تمام نتایج، از لحاظ

1- Subkinetic

2-Superkinetic

آماري معلوم شد كه تركيب تمامي انحراف معيارهاي تكرارپذيريها در يك انحراف معيار منفرد غيرممکن است. نتيجه نهايي تعيين تكرارپذيري در جدول ث-۱ و ث-۲ آمده است.

جدول ث-۱- نتايج تعيين تكرارپذيري r بر اساس اندازه گيريهاي نقطه اي

پارامتر	منبع A	منبع B	منبع C
r (mg/m ³)	۵٫۷	۱۴	۱٫۶
r (%)	۴۵	۵٫۷	۲۴
دامنه غلظت (mg/m ³)	۳۰ تا ۵	۴۰۰ تا ۱۴۰	۱۰ تا ۴
شماره اندازه گيريهاي دوتايي	۱۰	۱۱	۹

جدول ث-۲ نتايج تعيين تكرارپذيري r بر اساس اندازه گيريهاي عرضي

پارامتر	منبع A	منبع B	منبع C
r (mg/m ³)	۶٫۲	۲۴	۱٫۲
r (%)	۴۲	۱۴	۱۲
دامنه غلظت (mg/m ³)	۲۵ تا ۱۰	۲۶۰ تا ۱۰۰	۱۴ تا ۷
شماره اندازه گيريهاي دوتايي	۷	۱۱	۱۰

ث-۴ تکثيرپذيري

تکثيرپذيري بر اساس ۲۲ اندازه گيري مرکب و با کمک ۶ موسسه اندازه گيري انجام شد. با توجه به شرايط مختلف، مجموع ۱۴ مورد، براي استفاده محاسبه تکثيرپذيري مناسب بود. تکثيرپذيري نهايي در دامنه غلظت حدود (mg/m³) ۲٫۴ و (mg/m³) ۲۴ (متوسط ۹٫۹ mg/m³) بيشتر از ٪ ۱۲۳ است.

ث-۵ حد آشكارسازي

حد آشكارسازي تجزيه اي با ۱۰ بار تكرار روش توزين نشان داده شد. حد آشكارسازي تجزيه اي با استفاده از فيبر کوارتز با سطح مقطع ۱۱۰ mm براي يك حجم ۱٫۲ m³ از گاز آلوده خروجي ۱٫۴ mg/m³ شد. حد آشكارسازي تجزيه اي با استفاده از فيبر کوارتز با سطح مقطع عرضي ۴۷ mm كه در محفظه تيتانيومي فيلتر تثبيت شده (كاربرد مناسب براي غلظت هاي پايين غبار) و براي يك حجم گاز خروجي آلوده مثلاً ۱٫۲ m³ تعيين شده بود، m³ ۰٫۴ شد.

حد آشکارسازی تجزیه‌ای کل روش اندازه‌گیری با استفاده از میانگین به اصطلاح جفت‌های راه‌اندازی شده، که در آن دو فیلتر داخل دودکش در سری‌ها جاسازی شده، تعیین شد. حد آشکارسازی تجزیه‌ای کل روش اندازه‌گیری با استفاده از فیبر کوارتز که در نگه‌دارنده تیتانیومی فیلتر تثبیت شده‌است، برای یک حجم تقریباً $1/2 \text{ m}^3$ از گاز خروجی آلوده، 0.3 mg/m^3 شد.

ث-۶ رسوبات غبار

مطابق تعیین کل رسوبات غبار (در بخش جلویی فیلتر)، کاملاً آشکار است که درصد شستشوی ذرات نسبت به کل مقدار نمونه‌برداری شده بین 23% تا 77% است. مقادیر منفی به عنوان مقادیر بالای شاهد محاسبه شدند. تجربیات بدست‌آمده نشان می‌دهند که تست نشتی و فرآیند شستشو در اصل کافی می‌باشند. برای بهینه‌سازی اجرای کاربردی این روش‌ها هنوز تعدادی اصلاحات کوچک مورد نیاز است.

ث-۷ تکثیرپذیری و صحت اندازه‌گیری‌های کاسل

نظر به نتایج ناامیدکننده‌ی تعیین تکثیرپذیری بر اساس منبع هلندی، مشورت‌هایی در ۱۴ جولای ۱۹۹۸ با اعضای کمیته پشتیبانی پروژه و بعضی از اعضای کمیته‌ی کیفیت انجام شد. در طی این مشورت‌ها، معلوم شد که ویژگی‌های کارکردی ISO 9096:1992 باید با ویژگی‌های گازهای آلوده مرتبط باشد. این همفکری بیشتر بر اساس اختلافات نتایج تکرارپذیری تعیین شده در ۳ منبع می‌باشد. وقتی که سومین منبع به‌طور قابل توجهی تکرارپذیری بالایی داشت، ۲ منبع از ۳ منبع، تکرارپذیری تقریبی 12% تا 14% نشان دادند (و سرانجام یک تکرارپذیری ناامیدکننده). تفاوت بزرگ بین منبع اولی و سومی در مواردی مشاهده شد، که میزان بخار آب بالا بود. علاوه بر این، ممکن است در ترکیب فیزیکی ذرات گاز آلوده تفاوت وجود داشته‌باشد. همفکری‌ها براساس اختلافات در گازهای آلوده، ظاهراً یک برتری بین منابع آسان و مشکل بوجود آورده‌است. به نظر می‌رسد، برای منابع سخت، روش‌های اندازه‌گیری متعدد پیشنهاد شود.

بر اساس پیشنهاد کمیته پشتیبانی پروژه و پس از تایید آن توسط کمیته کیفیت، شرکت مجاز عملکرد تکمیلی اندازه‌گیری ذرات در روی طرح شبیه‌سازی انتشار در $HLFU^1$ در کاسل آلمان مستقر شد.

هدف، اثبات تکثیرپذیری و درستی اندازه‌گیری منابع ساده بود که به موجب آن، ممکن است نتایج به عنوان پایه‌ای برای مسائل منابع مشکل به‌کار رود.

1 -Hessische Landesanstalt für Umwelt

در این طرح نه فقط تکثیرپذیری روش اندازه‌گیری تعیین شد، بلکه درستی آن به خوبی با شرکت موسسات اندازه‌گیری Dutch نیز تعیین گردید. تکثیرپذیری در دو سطح غلظت (تقریباً 10 mg/m^3 و 20 mg/m^3) تعیین شد.

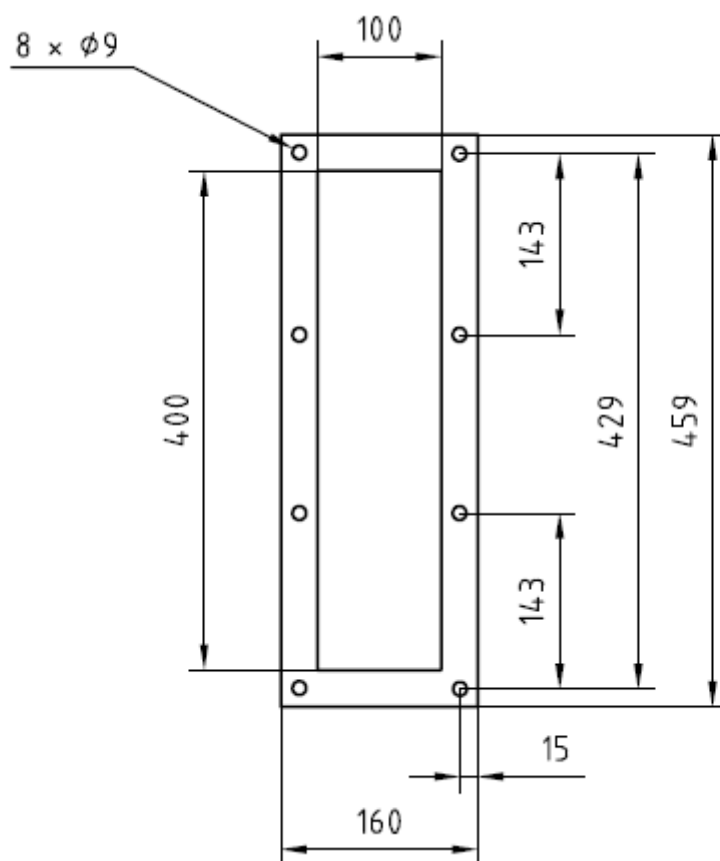
براساس اندازه‌گیری‌ها در این طرح، تکثیرپذیری $4/5 \text{ mg/m}^3$ (45%) در سطح غلظت 10 mg/m^3 تعیین شد. در سطح غلظت 20 mg/m^3 ، تکثیرپذیری $8/2 \text{ mg/m}^3$ (41%) تعیین گردید.

در سطح غلظت 10 mg/m^3 ، درستی $0/1 \text{ mg/m}^3$ (10%) با انحراف معیار $0/25 \text{ mg/m}^3$ تعیین گردید. در سطح غلظت 20 mg/m^3 ، درستی $1/0 \text{ mg/m}^3$ ($5/2\%$) با انحراف معیار $1/1 \text{ mg/m}^3$ تعیین گردید.

پیوست ج

(اطلاعاتی)

مثالهایی از انواع مناسب ورودی‌های دسترسی برای الزامات نمونه‌برداری

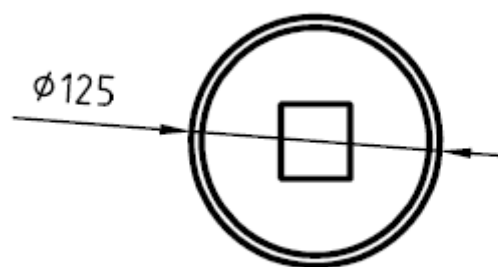


الف - نمای جلوی

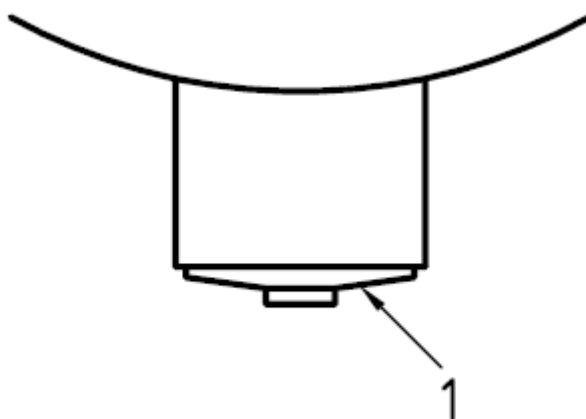


ب - نمای کناری

شکل ج-۱- مثالی از ورودی دسترسی مستطیلی



الف - نمای جلوی



ب - نمای کناری

شکل ج-۲- مثالی از ورودی دسترسی حلقوی