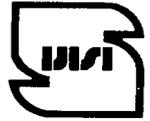




جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standard Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۱۵۴

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20154

1st.Edition
2016

کیفیت هوا- نشرهای منبع ثابت - نمونه
برداری به منظور تعیین خودکار غلظت‌های
نشر گاز در سیستم‌های پایش به‌طور ثابت
نصب شده- آئین کار

**Air quality- Stationary source emissions -
Sampling
for the automated determination of gas
emission concentrations for permanently
installed monitoring systems- Guideline**

ICS:13.040.40

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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.

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 پیشنهادهای 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 ذیصلاح 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 شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد 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. هم چنین 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 (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان استاندارد 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 (کالیبراسیون) 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 Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

((کیفیت هوا- نشرهای منبع ثابت - نمونه برداری به منظور تعیین خودکار غلظت های نشر گاز در سیستم های پایش به طور ثابت نصب شده - آئین کار))

سمت و / یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

رئیس:

شریعتی، فاطمه
(دکتری بیولوژی دریا)

دبیر:

رئیس اداره هماهنگی و تدوین ادرا کل استاندارد استان
گیلان

صادقی پور شیجانی، معصومه
(فوق لیسانس علوم محیط زیست)

اعضاء: (به ترتیب حروف الفبائی)

مدیر عامل شرکت پویندگان بهبود کیفیت

آبادیان، محمدرضا
(لیسانس شیمی)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت کامپوره خزر

ابراهیمی، سیده مریم
(فوق لیسانس صنایع غذایی)

کارشناس مسئول - معاونت بهداشتی دانشگاه علوم
پزشکی گیلان

اسلامی، محمد صادق
(فوق لیسانس مهندسی محیط زیست)

مدیر دفتر محیط زیست و کیفیت منابع آب شرکت آب
منطقه استان گیلان

باقرزاده، آسان
(دکتری محیط زیست و توسعه پایدار)

کارشناس شرکت نگین آسای معتمد

پورحسن گیسمی، ریحانه
(فوق لیسانس شیمی آلی)

مدیر کنترل کیفیت - واحد تولیدی لویه

زبده، نسیم
(فوق لیسانس شیمی)

اعضاء: (به ترتیب حروف الفبائی)

زلفی نژاد، کامران
(فوق لیسانس شیلات)

فرحناک شهرستانی، لچیا
(فوق لیسانس شیمی آلی)

فلاح اسکندرپور، افشین
(فوق لیسانس بیولوژی دریا)

قماش پسند، مریم
(دانشجوی دکتری شیمی)

موقر حسنی، فرحناز
(لیسانس مهندسی مکانیک)

میر روشندل، اعظم السادات
(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

نجدی، یاسمن
(فوق لیسانس شیمی آلی)

ویراستار:

سیروسی، آریادات
(لیسانس متالورژی)

سمت و/ یا محل اشتغال:

کارشناس مرکز ملی تحقیقات آبریزان استان گیلان

کارشناس تدوین- اداره کل استاندارد گیلان

کارشناس مدیریت پسماند- شهرداری رشت

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

کارشناس شرکت آب و فاضلاب شهری استان گیلان

رئیس اداره امور آزمایشگاه‌های اداره کل حفاظت محیط
زیست استان گیلان

مسئول کنترل کیفیت شرکت کارتن پلاست نفیس

کارشناس مسئول صنایع فلزی- اداره کل استاندارد
گیلان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ اصول کلی
۴	۱-۴ کلیات
۴	۲-۴ نمونه‌برداری استخراجی
۴	۳-۴ نمونه‌برداری غیر استخراجی
۴	۵ نمونه‌برداری معرف
۵	۱-۵ ماهیت منبع
۵	۱-۱-۵ عوامل مهم
۵	۲-۱-۵ مناطق دشوار در نمونه‌برداری معرف
۵	۳-۱-۵ خصوصیات منبع
۶	۲-۵ مکان
۶	۱-۲-۵ عوامل بازرسی
۷	۲-۲-۵ موقعیت محل نمونه‌برداری
۸	۳-۵ عوامل دیگر
۸	۶ دستگاه‌ها و تجهیزات
۸	۱-۶ مصالح ساختمانی
۸	۲-۶ اجزای تجهیزات نمونه‌برداری استخراجی
۹	۱-۲-۶ پالایه اولیه
۹	۲-۲-۶ پروب
۱۰	۳-۲-۶ مسیرنمونه‌برداری گرم متصل به تجهیزات حذف رطوبت
۱۱	۴-۲-۶ پالایه ثانویه
۱۱	۵-۲-۶ سیستم‌های حذف بخار آب
۱۲	۶-۲-۶ پمپ نمونه‌برداری
۱۲	۷-۲-۶ مسیر نمونه‌برداری متصل به آنالیزور
۱۲	۸-۲-۶ چندراهه گاز
۱۲	۹-۲-۶ خلاء سنج (اختیاری)

۱۳	۱۰-۲-۶ دستگاه‌های سیستم رقیق‌سازی
۱۴	۳-۶ اجزای تجهیزات غیراستخراجی
۱۴	۱-۳-۶ پایش‌گرهای نقطه‌ای
۱۵	۲-۳-۶ پایش‌گرهای مسیر
۱۷	۷ عملیات سیستم
۱۷	۱-۷ بررسی نشت‌ها
۱۷	۲-۷ کالیبراسیون، عملکرد و تنظیم کردن
۱۸	۳-۷ تعمیر و نگهداری سیستم‌های نمونه‌برداری
۱۸	۸ مستندات
۲۶	پیوست الف(الزامی) مواد ساختمانی توصیه شده
۳۸	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد " نشرهای منبع ثابت - نمونه‌برداری به منظور تعیین خودکار غلظت‌های نشر گاز برای سیستم‌های پایش به‌طور ثابت نصب شده - آئین کار " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یکصد و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد ملی محیط زیست مورخ ۹۴/۱۲/۱۰ تصویب شد، این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ISO 10396:2007(E), Stationary source emissions — Sampling for the automated determination of gas emission concentrations for permanently installed monitoring systems.

کیفیت هوا- نشرهای منبع ثابت - نمونه برداری به منظور تعیین خودکار غلظت‌های نشر گاز در سیستم‌های پایش به‌طور ثابت نصب شده- آئین کار

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روش‌ها و تجهیزاتی است که در محدوده‌های مشخص، نمونه‌برداری نمایان‌گر از جریان‌های گازی خروجی را امکان‌پذیر و غلظت‌های گاز را به صورت خودکار تعیین می‌کند.

۲-۱ این استاندارد در موارد زیر کاربرد دارد:

۱-۲-۱ تعیین روش‌ها و تجهیزات لازم برای نمونه‌برداری نمایان‌گر در تعیین خودکار غلظت جریان‌های گازی خروجی شامل اندازه‌گیری اکسیژن (O_2)، دی‌اکسید کربن (CO_2)، مونوکسید کربن (CO)، دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، مونوکسید نیتروژن (NO) و دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)، یا مجموع NO و NO_2 به صورت اکسیدهای نیتروژن است.

۳-۱ این استاندارد در موارد زیر کاربرد ندارد:

برخی از فرایندهای احتراق و موقعیت‌ها می‌تواند کاربرد این استاندارد را محدود کند. که در صورت وجود این شرایط، احتیاط و قضاوت فنی کارآمد لازم است، به ویژه هنگامی که با هر یک از موارد زیر برخورد می‌کنیم:

۱-۳-۱ اجزای خورنده یا بسیار واکنش‌پذیر مانند آمونیاک، هیدروژن کلرید و سولفوریک اسید؛

۲-۳-۱ خلاء، فشار بالا یا جریان‌های گازی با دمای بالا؛

۳-۳-۱ گازهای مرطوب دودکش؛

۴-۳-۱ نوسانات در سرعت، دما یا غلظت به علت تغییر غیرقابل کنترل در فرایند؛

۵-۳-۱ لایه‌شدگی گاز ناشی از مخلوط نشدن جریان‌های گاز؛

۶-۳-۱ اندازه‌گیری‌های انجام شده با دستگاه‌های کنترل محیطی؛

۷-۳-۱ سطوح به طور نسبی پایین غلظت‌های گاز.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 9096:2003, Stationary source emissions — Manual determination of mass concentration of particulate matter

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۳۶۹: سال ۱۳۹۲، انتشار از منابع ساکن - دستورالعمل تعیین غلظت جرمی ذرات معلق، با استفاده از استاندارد ISO 9096، تدوین شده است.

2-2 ISO 10780:1994, Stationary source emissions -Measurement of velocity and volume flowrate of gas streams in ducts.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

میعانات گازی

condensate

ماده‌ای که در تجهیزات آماده‌سازی نمونه، مایع می‌شود.

۲-۳

خورندگی

corrosiveness

تمایل یک جریان گازی محصور برای واکنش با قطعات تجهیزات نمونه‌برداری یا سایر سطوح در معرض، تحت شرایط نمونه‌برداری است.

۳-۳

غلظت جرمی

mass concentration

جرم یک گاز خاص در واحد حجم گاز خشک در جریان گازی محصور، مگر آن که به گونه‌ای دیگر بیان شود. یادآوری - اگر غلظت بر حسب غلظت حجمی بیان شود، می‌توان با استفاده از افزایش سطح هوای مرجع (برای مثال، اکسیژن % ۳)، این غلظت‌ها را استاندارد کرد.

۴-۳

جزء بسیار واکنش پذیر

highly reactive component

آلاینده موجود در جریان گازی که قادر است برای تشکیل اجزای شیمیایی دیگر واکنش دهد.

۵-۳

گاز مرطوب دودکش

wet flue gas

جریان گازی موجود در یا زیر نقطه اشباع که ممکن است، حاوی قطرات آب باشد.

۶-۳

یکپارچگی نمونه

sample integrity

حفظ نمایانگری نمونه از طریق حذف نشت‌ها یا واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی در نمونه گازی بین مجرای ورودی نمونه و وسیله اندازه‌گیری است.

۷-۳

لایه‌شدگی گاز

gas stratification

جریان گازی یک لایه ساکن بدون تلاطم یا وضعیتی است که غلظت در هر نقطه، بیش از ۱۰٪ نسبت به غلظت میانگین در تمام سطح مقطع جریان تفاوت دارد.

۸-۳

سیستم نمونه برداری در محل

in-situ sampling system

سیستم غیراستخراجی که غلظت گاز را به طور مستقیم اندازه گیری می کند. یادآوری - سیستم های در محل، سراسر دودکش یا مجرا و/یا یک نقطه را داخل مجرا یا دودکش، اندازه گیری می کند.

۹-۳

مخلوط گاز کالیبراسیون (واسنجی)

calibration gas mixture

گازی است با ترکیب معلوم، پایا و پایدار، که می تواند برای بررسی پاسخ سیستم اندازه گیری خودکار^۱ (AMS) استفاده شود و بهتر است، برای کالیبراسیون AMS به کار رود.

۴ اصول کلی

۱-۴ کلیات

این استاندارد، آیین کار نمونه برداری نمایان گر گازها در یک مجرا است که شامل روش های استخراجی و/یا غیراستخراجی می باشد. در نمونه برداری استخراجی، این گازها، قبل از انتقال به دستگاه ها، به منظور حذف آئروسول ها، ذرات معلق و سایر مواد مزاحم، آماده سازی می شود. در نمونه برداری غیر استخراجی، اندازه گیری ها در محل انجام می شود، بنابراین، هیچ گونه آماده سازی نمونه، غیر از پالایه کردن مواد قابل پالایه در نوک لوله نمونه برداری (پروب^۲)، لازم نیست.

۲-۴ نمونه برداری استخراجی

نمونه برداری استخراجی شامل استخراج نمونه، حذف مواد مزاحم و حفظ غلظت گاز نمایان گر در سراسر سیستم نمونه برداری با ابزار مناسب برای آنالیز بعدی است (به شکل ۱ مراجعه شود).

۳-۴ نمونه برداری غیراستخراجی

1 - Automated Measuring System

۲- هواویز - ذرات بسیار ریز جامد یا مایع معلق در هوا

2- Aerosol

۳- کاوشگر - حس گر

3 - Probe

نمونه‌برداری غیراستخراجی مستلزم برداشت نمونه نیست و نمونه‌برداری به جریان گاز محبوس در مجرا محدود می‌شود (به شکل‌های ۲ تا ۴ مراجعه شود).

۵ نمونه‌برداری نمایان‌گر

عواملی که باید در نظر گرفته شود، به شرح زیر است:

۱-۵ ماهیت منبع

۱-۱-۵ عوامل مهم

برای اطمینان از این‌که غلظت گازها در جریان گاز نمونه نمایان‌گر گاز دودکش است، چندین عامل باید در نظر گرفته شود:

الف) ناهمگن بودن جریان فرایند، مانند تغییرات در غلظت، دما، یا سرعت در سراسر مجرا به علت رطوبت یا لایه‌شدگی گاز؛

ب) نشت گاز یا نفوذ هوا و واکنش‌های پیوسته گاز؛

ج) خطاهای تصادفی به علت ماهیت محدود نمونه و روش کار نمونه‌برداری پذیرفته شده برای به دست آوردن یک نمونه نمایان‌گر.

۲-۱-۵ مناطق دشوار در نمونه‌برداری نمایان‌گر

ممکن است، به دست آوردن نمونه نمایان‌گر به دلایل زیر دشوار باشد:

الف) عدم پایداری در عملکرد منبع؛

ب) بیش از حد پایین یا بالا بودن سطح غلظت گاز تحت اندازه‌گیری؛

ج) زیاد بزرگ بودن اندازه دودکش یا مجرا؛

د) به هم پیچیدگی پیکربندی مجرای که در آن نمونه‌ها استخراج می‌شوند.

در مواردی که با توجه به ماهیت منبع اشاره شده در بند ۵-۱-۱، مشکلاتی وجود دارد، به منظور تعیین بهترین مکان نمونه برداری برای هر شرایط عملیاتی، باید مشخصات غلظت محرز شود.

ممکن است برخی منابع تغییرپذیری بیشتری در فرایند (برای مثال، تغییر چرخه‌ای) داشته باشند و در نتیجه، اگر در یک چرخه کامل تغییرپذیری، نمونه برداری نشود، هرگونه اندازه‌گیری وابسته به زمان، میزان نمایان‌گری کمتری از غلظت میانگین می‌تواند داشته باشد.

۵-۱-۳ خصوصیات منبع

قبل از انجام هرگونه اندازه‌گیری، لازم است با خصوصیات بهره‌برداری مربوط به فرایندی که از آن نرها نمونه برداری و اندازه‌گیری می‌شوند، آشنا شویم. توصیه می‌شود خصوصیات بهره‌برداری شامل موارد زیر باشد، اما به طور الزامی محدود به آن‌ها نیست:

(الف) روش بهره‌برداری فرایند (چرخه‌ای، سفارشی^۱ یا پیوسته).

(ب) ترکیب و نرخ ورودی فرایند؛

(پ) ترکیب و میزان سوخت ورودی؛

(ت) فشار و دمای گاز بهره‌برداری معمول؛

(ث) کارایی حذف و عملکردی تجهیزات کنترل آلودگی؛

(ج) پیکربندی مجراهای تحت نمونه برداری که ممکن است به منجر لایه‌شدگی گاز یا اختلالات جریان شود؛

(چ) نرخ حجمی جریان گاز؛

(ح) ترکیب گاز موردانتظار و مواد مزاحم احتمالی.

یادآوری - اگر مجرای نمونه برداری تحت فشار یا خلاء یا در دمای بالا است، احتیاط کنید.

۵-۲ مکان

۵-۲-۱ عوامل بازرسی

بازرسی خصوصیات فیزیکی محل آزمون به منظور ارزیابی عوامل زیر باید انجام شود، مانند:

الف) ایمنی کارکنان؛

ب) مکان اختلالات جریان.

پ) دسترسی به درگاه^۱ نمونه برداری؛

ت) فضای موجود برای تجهیزات نمونه برداری، آنالیزور و الزامات سکوی نمونه برداری احتمالی؛

ث) دسترسی به جریان برق، هوای فشرده، آب، بخار و غیره؛

ج) موقعیت درگاه نمونه برداری.

یادآوری - تجهیزات الکتریکی مورد استفاده باید با الزامات ایمنی استانداردهای ملی مطابقت داشته باشند. در موارد مشکوک به محیط انفجاری و مخاطره آمیز، توجه ویژه‌ای نیاز است و برای حصول اطمینان از ایمنی عملیات، اقدامات احتیاطی باید صورت گیرد.

۵-۲-۲ موقعیت محل نمونه برداری

لازم است هرگونه نوسانات مکانی یا زمانی در غلظت‌های گاز، قبل از انجام هرگونه نمونه برداری، تعیین شود و یک بررسی مقدماتی از غلظت گاز، دما و سرعت صورت گیرد.

زمانی که نرخ جریان توده‌ای گازها باید تعیین شود، اندازه‌گیری‌های دقیق سرعت (به استاندارد ISO 10780 مراجعه شود) ضروری است.

غلظت، دما و سرعت را چند بار برای به دست آوردن نمودار مکانی و زمانی آنها در نقاط نمونه برداری، اندازه‌گیری نمایید. این بررسی را در زمان عملیات ماشین‌آلات، به منظور تعیین این که آیا موقعیت انتخاب شده نمونه برداری مناسب است و این که آیا شرایط در مجرای رضایت بخش است، تحت شرایطی که در طول آزمون توافق خواهد شد، انجام دهید (به بند ۵-۱-۲ مراجعه شود).

چنانچه نوسانات مکانی یا زمانی مجرا را بتوان از طریق بررسی مالک، سوابق تحقیقات مشابه موجود یا ویژگی‌های فرایند پیش از بررسی مشخص نمود، انجام این تحقیق ضروری نیست. در این حالت اطلاعات مربوط به روش کارهای قبلی برای تعیین نقطه نمونه برداری و انتخاب یک نقطه نمونه برداری باید در گزارش تشریح شود.

لازم است اطمینان حاصل شود که غلظت‌های گاز اندازه‌گیری شده نمایان‌گر شرایط میانگین داخل مجرا یا دودکش است. الزامات نمونه‌برداری استخراجی گاز ممکن است مانند ذرات معلق سخت‌گیرانه نباشد. مهم است که نقطه نمونه‌برداری در نزدیکی هر مانعی که می‌تواند به طور جدی جریان گاز را در مجرا یا دودکش آشفته کند، قرار نگیرد. ممکن است غلظت آلاینده در سطح مقطع متغیر^۱ باشد. در ابتدا باید غلظت در نقاط مختلف سطح مقطع، به منظور بررسی وجود لایه‌شدگی گاز یا نفوذ هوایی که نشان می‌دهد گاز تحت اندازه‌گیری، لایه‌بندی می‌شود، کنترل شود و اگر مکان قابل قبول جایگزین در دسترس نباشد، نمونه‌برداری چند نقطه‌ای مورد نیاز است.

آزمون لایه‌بندی را به صورت زیر انجام دهید:

در واحد(های) عملیاتی تحت شرایط حالت یکنواخت و بار عادی، نوک پروب گازی پیمایشی را برای اندازه‌گیری آلاینده و غلظت‌های (O_2 و CO_2) رقیق شده، در حداقل دوازده نقطه واقع در مکان‌های نمونه‌برداری، همان‌طوری که در استاندارد ISO 9096 مشخص شده است، به کار ببرید. برای اندازه‌گیری غلظت‌های گاز، از روش‌های تجزیه‌ای خودکار، استفاده کنید. به مدت حداقل ۲ min در هر نقطه پیمایش، اندازه‌گیری نمایید. طی پیمایش، غلظت‌های آلاینده و گاز رقیق‌کننده از مرکز دودکش را به منظور تعیین تغییرات زمانی، نه مکانی، در غلظت گازهای دودکش اندازه‌گیری کنید.

غلظت‌های متوسط آلاینده و رقیق شده را در هر یک از نقاط پیمایش مجزا، محاسبه کنید. سپس میانگین حسابی غلظت‌های گاز در تمام نقاط مورد پیمایش را، محاسبه کنید. اگر غلظت در هر نقطه پیمایش مجزا بیش از $\pm 10\%$ با غلظت میانگین حسابی برای تمام نقاط پیمایش تفاوت داشته باشد، گفته می‌شود آلاینده یا گاز رقیق‌کننده لایه‌بندی نشده است.

به طور معمول، به دلیل نفوذ و اختلاط متلاطم، غلظت آلاینده‌های گازی در سطح مقطع یکنواخت است. در این مورد، تنها لازم است، از یک نقطه در داخل دودکش یا مجرا برای تعیین غلظت میانگین، نمونه‌برداری شود. بهتر است، نمونه گازی در نزدیکی مرکز محل نمونه‌برداری، یک سوم تا یک دوم در دودکش یا مجرای موقعیتیابی شده استخراج شود. در سیستم‌های غیر استخراجی، بهتر است، موقعیت نمایان‌گر به همین ترتیب انتخاب شود.

۳-۵ سایر عوامل

اصول بهره‌برداری و اجزای سیستم‌های ابزار دقیق می‌تواند به طور قابل توجهی بر نمایان‌گری نمونه جمع‌آوری شده از گاز در منبع، تاثیر بگذارد. برای مثال، برای موقعیت محل نمونه‌برداری، سیستم استخراجی نمونه‌برداری نقطه‌ای نسبت به سیستم نمونه‌برداری در سراسر دودکش، نیاز به توجه بیشتر دارد. علاوه بر این، بهتر است،

مسیرهای نمونه برداری از مواد با ویژگی‌های جذب گاز ساخته شود که بتواند بر زمان واکنش بخش اندازه‌گیری تاثیر بگذارد (به جداول الف-۱ تا الف-۴ مراجعه شود).

توصیه می‌شود، مراقبت شود تا یکپارچگی نمونه برداشت شده، با انتخاب خوب تجهیزات، گرمایش، خشک کردن مناسب و انجام آزمون نشت، و غیره، حفظ شود. علاوه بر این، ممکن است، عوامل دیگری مانند خوردگی، هم-افزایی، واکنش با اجزا، تجزیه و جذب سطحی بر یکپارچگی نمونه تاثیر داشته باشد (به بند ۶ مراجعه شود).

۶ دستگاه‌ها و تجهیزات

۱-۶ مصالح ساختمانی

مصالح ساختمانی توصیه شده در پیوست الف فهرست شده است.

۲-۶ اجزای تجهیزات نمونه برداری استخراجی

۱-۲-۶ پالایه اولیه

پالایه باید از آلیاژ مناسب (مانند آلیاژ ریخته‌گری فولاد ضد زنگ ویژه)، شیشه بوروسیلیکات، سیلیس شیشه‌ای، سرامیک یا مواد مناسب دیگر، ساخته شده باشد. پالایه با قدرت حفظ ذرات بزرگ‌تر از $10\ \mu\text{m}$ ، توصیه می‌شود. ممکن است، پالایه ثانویه نیز موردنیاز باشد (به بند ۲-۶-۴ مراجعه شود). این پالایه می‌تواند خارج از مجرا یا در پروب نمونه (به بند ۲-۶-۲ مراجعه شود) قرار گیرد. اگر این پالایه در نوک پروب قرار گیرد، صفحه منحرف کننده برای جلوگیری از تشکیل ذره روی لبه ابتدایی پالایه، توصیه می‌شود. این عمل از انسداد پالایه، جلوگیری می‌کند. بهتر است، مراقبت لازم برای جلوگیری از آلودگی پالایه با ذرات معلق که می‌تواند با واکنش محصول میعان با گازها، منجر به نتیجه نادرست شود، صورت گیرد. سیستم‌های پس‌زنی^۱ خودکار می‌تواند با استفاده از فشار بالای هوا، برای پراندن ذرات معلق اطراف پالایه به‌طور مرتب، مورد استفاده قرار گیرد. بهتر است، مراقب باشید تا از هوای گرم، تمیز، خشک در این چنین روش کارهایی استفاده شود و از جرم گرفتگی پروب یا میعان در سیستم استخراجی جلوگیری شود.

۲-۲-۶ پروب

۱-۲-۲-۶ پروب‌های فلزی

پروب‌های فلزی به طور گسترده‌ای برای نمونه‌های گاز، استفاده می‌شود. به طور اساسی، انتخاب فلز بستگی به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه برداشت شده و ماهیت گاز تحت اندازه‌گیری، دارد.

فولاد نرم به وسیله گازهای اکسیدکننده در معرض خوردگی قرار می‌گیرد و ممکن است، با هیدروژن متخلخل شود. بنابراین، بهتر است، از فولاد ضدزنگ یا فولادهای کروم با قابلیت استفاده تا بالای دمای $901/85^{\circ}\text{C}$ ، استفاده شود. سایر فولادها یا آلیاژهای ویژه را می‌توان بالاتر از این دما، استفاده کرد. در صورت وقوع میعان در فضای داخلی لوله نمونه‌برداری، پروب باید گرم شود (به شکل‌های ۵ و ۶ مراجعه شود). هنگامی که نمونه‌برداری در گازهای بسیار گرم انجام می‌شود، پروب هم‌چنین باید از طریق پوشش هوا یا آب، خنک گردد، اما نباید زیر نقطه شبنم اسید باشد. قطر پروب باید با الزامات مسیر نمونه‌برداری (به بند ۶-۲-۳ مراجعه شود) مطابقت داشته باشد.

هنگام استفاده پروب‌های فلزی در یک فضای قابل انفجار، بهتر است، آنها به درستی یا به طور ایمن جاسازی شوند.

۶-۲-۲-۲ پروب‌های نسوز (به پیوست الف مراجعه شود).

به طور کلی، پروب‌های نسوز از سیلیس شیشه‌ای، چینی، مولیت^۱ یا آلومینای بلوری ساخته می‌شود. آنها شکننده هستند و ممکن است در دماهای بالا، به جز سیلیس شیشه‌ای، تاب بردارند. آنها هم‌چنین ممکن است، با شوک حرارتی، ترک بردارند.

پروب‌های شیشه‌ای بوروسیلیکات می‌تواند تا بالای دمای $501/85^{\circ}\text{C}$ و پروب‌های سیلیس شیشه‌ای تا بالای دمای $1026/85^{\circ}\text{C}$ را تحمل می‌کنند. سایر فرآورده‌های نسوز مواد سرامیکی می‌تواند دماهای بسیار بالاتر را، تحمل کند.

۶-۲-۲-۳ پروب‌های پلیمری

برای نمونه‌برداری جریان گاز اشباع شده از قبیل موارد موجود در پایین دست سیستم‌های مرطوب گوگردزایی، می‌توان لوله‌های نمونه‌برداری ساخته شده از پلی پروپیلن، پلی‌تترافلورواتیلن (PTFE)^۲، PFA^۳ یا سایر پلیمرهای واکنش‌ناپذیر، استفاده کرد. به طور معمول، برای حذف قطرات آب از جریان گازی، به این نوع پروب‌ها

۱- مولیت نوعی کانی دگرگونی است که در درجه حرارت بالا و فشار پایین تشکیل می‌شود. مولیت در سه پاره‌های آجر، ظروف مسی و دیگر سرامیک‌ها و دیرگدازه‌ها تشکیل می‌شود.

1- Mullite
2- Poly Tetra Fluoro Ethylene (PTFE)
3- Per Fluoro Alkoxy Alkane(PFA)

درپوش پشم کوارتزی یا غشای PTFE متصل می‌شود. پروب‌های پلیمری، با دماهای بالای گاز تا دمای 90°C قابل استفاده هستند.

۳-۲-۶ مسیر نمونه برداری گرم متصل به تجهیزات حذف رطوبت

مسیر نمونه برداری باید از فولاد ضدزنگ، پلی‌تترافلورواتیلن (PTFE)، پرفلوئوروآلکوکسی آلکان (PFA) یا سایر مواد بی‌اثر مناسب، ساخته شود.

بهتر است، قطر لوله طوری درجه بندی شود تا نرخ جریان را مطابق الزامات آنالیزور طبق طول مسیر انتخاب شده و مشخصات فشار پمپ نمونه برداری (بند ۶-۲-۶) مورد استفاده، فراهم کند. مسیر نمونه برداری گرم، برای جلوگیری از هدررفت اجزای گازی محلول در آب یا میعانات اسیدی مورد نیاز است. اگر آب و اسیدها در پروب (به طور مثال با رقیق سازی، غشای نافیونی^۱ یا خنک کننده گازی) حذف می‌شوند یا اگر تنها گازهای نامحلول (به طور مثال: CO ، O_2)، اندازه گیری می‌شوند، به گرم کردن نیازی نیست.

بهتر است، مسیرهای نمونه گرم نشده فقط هنگامی استفاده شود که دمای محیط هرگز برای منجمد شدن، به اندازه کافی پایین، نخواهد بود.

بهتر است، مسیرهای نمونه گرم نشده در دمای حداقل $258,15^{\circ}\text{C}$ بالاتر از دمای گاز دودکش یا آب و نقطه شبنم اسید، نگهداری شود. این دما باید تحت پایش و کنترل باشد.

به منظور کاهش زمان ماندگاری در مسیر نمونه برداری و خطر انتقال فیزیکی و شیمیایی نمونه، جریان گاز می‌تواند بیشتر از مقدار مورد نیاز برای آنالیزور باشد. سپس تنها بخشی از نمونه، تجزیه شده و جریان اضافی از طریق یک شیر کنارگذر^۲ دور انداخته می‌شود (به شکل ۱ مراجعه شود). ممکن است، برای جلوگیری از میعان، گرم کردن مسیر انتقال، لازم باشد.

۴-۲-۶ پالایه ثانویه

ممکن است، پالایه ثانویه به منظور حذف ذرات معلق باقی مانده، حفاظت از پمپ (به بند ۶-۲-۶ مراجعه شود) و آنالیزور مورد نیاز باشد. این پالایه باید بلافاصله پس از مسیر نمونه برداری (به بند ۳-۲-۶ مراجعه شود) پایین

۱- اساس این غشاها از پلیمرهای تبادل کننده یونی ساخته شده است. این پلیمرها معمولاً از هیدروکربن perfluorinated ساخته می‌شوند و پایداری حرارتی و مقاومت در مقابل مواد شیمیایی بالایی دارند.

1- Nafion membrane

2- Bypass valve

دست پروب قرار گیرد. توصیه می‌شود، پالایه‌ای که ذرات بزرگ‌تر از $1 \mu\text{m}$ را نگه می‌دارد، استفاده شود. مواد قابل قبول PTFE یا شیشه بوریسیلیکات است. اندازه پالایه باید از جریان نمونه موردنیاز و داده‌های تولیدکننده در خصوص (مربوط به) نرخ جریان برای هر واحد سطح، تعیین شود.

پالایه باید تا دمای $258,15^\circ\text{C}$ - بیشتر از نقطه شبنم آب و اسید گاز نمونه برداری شده، گرم شود. پالایه ثانویه هم‌چنین ممکن است، یک پالایه گرم نشده باشد. در چنین مواردی پالایه بلافاصله پس از وسیله حذف بخار آب (خنک کننده) قرار می‌گیرد.

۵-۲-۶ سیستم‌های حذف بخار آب

اگر روش حذف آب به کار می‌رود، باید یا میعان / سردسازی یا روش خشک کردن نفوذی^۱ یا ترکیبی از هر دو باشد (به شکل ۷ مراجعه شود). استفاده از خشک‌کننده در صورتی مجاز خواهد بود که آن روی غلظت واقعی گازهایی مانند CO تاثیر نداشته باشد. هر روشی مزیت‌های خاص خود را دارد و نکات زیر باید مدنظر قرار گیرد:

الف) هنگامی که روش میعان / سردسازی استفاده می‌شود، حذف باید بیرون از جعبه گرم شده صورت گیرد.

ب) در مواردی که خشک کردن نفوذی استفاده می‌شود، نیمی از لوله خشک‌کننده (انتهای مرطوب) باید تا یک دمای حداقل $258,15^\circ\text{C}$ - بالاتر از نقطه شبنم گاز، گرم شود. هنگامی که در نمونه، اسید وجود دارد، تعیین نقطه شبنم اسید، ممکن است لازم باشد. مقدار هوای پاک‌سازی خشک استفاده شده باید طبق توصیه‌های سازنده باشد.

پ) می‌توان از رقیق‌سازی برای کاهش غلظت آب تا سطحی که در آن حذف آب لازم نیست، استفاده کرد. یادآوری - استفاده از روش‌های چند مرحله‌ای کاهش آب می‌تواند مطلوب باشد، به این دلیل که، ممکن است با میعان سریع آب، در صورت کاهش ناگهانی دما، نمونه‌برداری مختل شود. مقداری از دی‌اکسید گوگرد به علت انحلال در آب متراکم شده، از بین خواهد رفت.

۶-۲-۶ پمپ نمونه‌برداری

یک پمپ غیرقابل نفوذ نسبت به گاز برای برداشتن نمونه پیوسته از سراسر مجرای سیستم نمونه‌برداری استفاده می‌شود. ممکن است، این پمپ، پمپ دیافراگمی^۲، پمپ دمشی فلزی^۳، پمپ تخلیه، یا از سایر پمپ‌ها باشد. این پمپ باید از مواد مقاوم در برابر خوردگی ساخته شده باشد.

1 - Permeation drying
2 - Diaphragm pump
3 - Metal bellows pump

ظرفیت پمپ باید به گونه‌ای باشد که بتواند حجم‌های کافی گاز دودکش و نرخ جریان گاز موردنیاز را برای تمام آنالیزورها، تامین کند. برای کنترل نرخ جریان، شیر فرعی می‌تواند در یک طرف پمپ قرار گیرد. اگر این شیر، در نرخ جریان پایین استفاده شود، عمر پمپ را افزایش خواهد داد.

۶-۲-۷ مسیر نمونه‌برداری متصل به آنالیزور

مسیر نمونه‌برداری متصل به آنالیزور، باید از مواد مناسب و با اندازه صحیح مطابق با الزامات دستگاه‌ها، ساخته شود.

باتوجه به اینکه آیا روش خشک کردن یا رقیق‌سازی استفاده می‌شود، در جایی که پایش وجود گازهای مرطوب را نشان می‌دهد، ردیابی گرما ضروری است. ممکن است، در موارد دیگر نیز، جلوگیری از میعان بالادست چگالنده که در آن سیستم، گازهای داغ را استخراج می‌کند، لازم باشد. اگر یک سیستم پس‌زنی گاز تحت فشار استفاده می‌شود، پالایه(های) پروب را تمیز کنید، اقدامات احتیاطی مناسب برای حفاظت از بقیه تجهیزات، از آسیب ناشی از پالس فشار، باید در نظر گرفته شود.

۶-۲-۸ چندراهه^۱ گاز

چندراهه گاز باید از یک ماده مناسب با پخش‌کننده (تقسیم‌کننده گاز) مجزا برای هر تجزیه‌کننده، ساخته شده باشد. آن باید با اندازه مناسب مطابق با الزامات نرخ جریان تمام دستگاه‌ها، باشد، با این وجود به اندازه کافی کوچک باشد تا حداقل زمان ماند گاز را حفظ شود. گاز خروجی باید به طور ایمن به بیرون هدایت شود.

۶-۲-۹ خلاء سنج (فشارسنج و کیوم)(اختیاری)

خلأسنج، ۰kPa تا ۱۰۰ kPa، می‌تواند روی مکنده پمپ نمونه‌برداری (بند ۶-۲-۶) نصب شود تا عملکرد مناسب پمپ را نشان دهد و هنگامی که تغییر(تعویض) پالایه یا تمیز کردن موردنیاز است، گرفتگی یا نشت را نشان می‌دهد. به جای خلأسنج، می‌توان از یک جریان سنج با پایش هشدار- نقطه‌ای نصب شده در مسیر اندازه‌گیری گاز، قبل از آنالیزور استفاده کرد.

لازم است اطمینان حاصل شود تا فشار گاز که به‌طور کافی کالیبره شده برای ایجاد نرخ جریان مناسب برای تمام وسایل، استفاده گردد. بهتر است، جریان گاز کالیبره‌کننده مشابه جریان مورد استفاده در طول آنالیز نمونه پیوسته باشد. توصیه می‌شود، مراقبت لازم برای جلوگیری از فشار بیش از حد بر آنالیزور، صورت گیرد. بهتر است، تخلیه گازهای مازاد از چند راهه و وسایل، به درستی و دور از محل کار، انجام گیرد.

۶-۲-۱۰ وسایل سیستم رقیق‌سازی

روش رقیق‌سازی، جایگزینی برای پایش گاز داغ یا خشک کردن نمونه گاز است که به طور نمونه برای موارد زیر استفاده می‌شود (به شکل ۸ مراجعه شود):

– کاهش غلظت اجزای تشکیل دهنده گاز تحت اندازه‌گیری، تا یک سطح سازگار با طیف وسیعی از واحد آنالیزی؛

– کاهش نقطهٔ شبنم "آب"، به وسیلهٔ رقیق‌سازی نمونه با گاز حامل خشک، به منظور کاهش احتمال خطر میعان در سیستم پایش گاز؛

– به حداقل رساندن مزاحمت ترکیبات ویژه موجود در نمونه، که حذف آن‌ها به طور ویژه‌ای دشوار خواهد بود، با کاهش تغییرات نسبی آنها در غلظت (برای مثال، هنگامی که تغییرات در محتوای اکسیژن موجود در نمونه، موجب اشتباه در اندازه‌گیری اجزای دیگر می‌شود، رقیق‌سازی با هوای خشک انجام می‌شود)؛

– کاهش سرعت تغییر فیزیکوشیمیایی نمونه ناشی از کاهش سرعت واکنش در غلظت‌ها و دماهای پایین.

نسبت رقیق‌سازی باید با توجه به اهداف اندازه‌گیری، انتخاب شود. این نسبت باید ثابت باقی بماند، زیرا فرکانس کالیبراسیون واحد اندازه‌گیری، علاوه بر عوامل دیگر، به ثبات نسبت رقیق‌سازی بستگی دارد.

اندازه‌گیری رطوبت برای محاسبهٔ غلظت گاز بر پایهٔ گاز خشک، ضروری است.

انواع زیادی از دستگاه‌ها، برای استفاده در سیستم‌های رقیق‌سازی، مناسب هستند، از جمله:

– دهانه‌های کالیبره شده (مویی‌ها، نازل‌های صوتی، شیر فلکه‌های سوزنی، و غیره)؛

– جریان‌سنج‌های حجمی یا جرمی؛

– تنظیم‌کننده‌های فشار و/یا جریان؛

– در صورت امکان، دستگاه‌های منظور شده برای اصلاح تاثیر خواص فیزیکی نمونه در نسبت رقیق‌سازی. **یادآوری** – نسبت‌های رقیق‌سازی، به تغییرات در چگالی گاز دودکش وابسته است. تغییرات در دمای گاز دودکش، وزن مولکولی و فشار کل مجموع چند دودکش، می‌تواند بر نسبت و اندازه‌گیری‌های غلظت برآیند تاثیر داشته باشد.

ماهیت و خلوص گاز رقیق‌سازی، باید به عنوان تابعی از هر کاربرد، انتخاب شود. مهم این است که گاز تحت اندازه‌گیری، در گاز رقیق‌سازی وجود نداشته باشد و این گاز با اجزای در حال آنالیز، واکنش ندهد.

علاوه بر این، ممکن است، نسبت‌های رقیق‌سازی بزرگ شامل غلظت‌های بسیار کم اجزای تحت اندازه‌گیری شود که در نتیجه آن، پدیده جذب سطحی می‌تواند منجر به خطاهای عمده در اندازه‌گیری شود. در این مورد، توصیه می‌شود، مواد مناسبی برای حذف این پدیده انتخاب شود.

۳-۶ اجزای تجهیزات غیراستخراجی

۱-۳-۶ پایش‌گرهای نقطه‌ای

پایش‌گرهای نقطه‌ای غیراستخراجی، از جریان گاز مجرا، در نقطه انتهایی پروب نمونه‌برداری می‌کنند (به بند ۳-۱-۳-۶ مراجعه شود). گاز در یک نقطه یا در طول مسیری کوتاه (کمتر از ۱۰ cm)، با توجه به اصول اندازه‌گیری (به شکل ۲ مراجعه شود)، نمایش داده می‌شود. پایش‌گرهای نقطه باید به اجزای تشریح شده در بندهای ۳-۶-۱ تا ۳-۶-۱-۷ متصل باشند.

۱-۱-۳-۶ دستگاه فرستنده و گیرنده

بخشی از یک دستگاه که پاسخ سلول‌های اندازه‌گیری (به بند ۳-۱-۳-۶ مراجعه شود) را دریافت و مطابق با غلظت گاز در حال اندازه‌گیری، سیگنال الکتریکی تولید می‌کند.

۲-۱-۳-۶ پروب

این وسیله، پایه‌ای برای سلول‌های اندازه‌گیری تا ابزار فرستنده و گیرنده (به بند ۱-۱-۳-۶ مراجعه شود) است. پروب‌های پایش‌گر نقطه‌ای غیراستخراجی باید ویژگی‌های بیان شده در بند ۲-۲-۳-۶ را برآورده سازند.

۳-۱-۳-۶ سلول‌های اندازه‌گیری

یک سلول یا حفره، به منظور تولید یک پاسخ الکترونی یا شیمیایی به غلظت گاز در نوک پروب (۳-۱-۳-۶)، در معرض جریان گاز قرار می‌گیرد.

۴-۱-۳-۶ پالایه پروب

لوله سرامیکی دارای خلل و فرج یا لوله فلزی متخلخل یا غربالی که مزاحمت ذرات معلق را با اندازه‌گیری گاز به حداقل می‌رساند.

۵-۱-۳-۶ پایه پروب

فلنج^۱ نصب شده در درگاه نمونه برداری که به منظور تقویت مجموعه دستگاه فرستنده و گیرنده (۶-۳-۱-۱) و پروب (۶-۳-۱-۲)، استفاده می شود.

۶-۳-۱-۶ مسیر کالیبراسیون گاز

لوله‌ای که برای تزریق گاز کالیبراسیون، گاز مرجع، یا گاز صفر^۲ به سلول اندازه‌گیری (۶-۳-۱-۳)، به منظور کالیبراسیون دستگاه‌ها، استفاده می شود.

۶-۳-۱-۷ درپوش محافظ (اختیاری)

پوششی که ابزار فرستنده و گیرنده را از محیط پیرامون، محافظت می کند.
یادآوری ۱- به منظور محاسبه غلظت‌های گاز خشک معادل، غلظت آب باید اندازه‌گیری شود.
یادآوری ۲- در برخی از سیستم‌ها، نمونه برداری از کل سطح مقطع مجرا ممکن نیست و بهتر است، مراقب بود که نمونه نمایان-گر باشد، به عنوان مثال، مشابه با نمونه برداری استخراجی.

۶-۳-۲ پایش گرهای مسیر

پایش گرهای مسیر غیراستخراجی از جریان گاز در مجرای یک مسیر عبوری از بخش اصلی قطر مجرا در مکان نمونه برداری (به شکل‌های ۳ و ۴ مراجعه شود) نمونه برداری می کند. پایش گرهای مسیر می تواند به اجزای تشریح شده در بندهای ۶-۳-۲-۱ تا ۶-۳-۲-۵ متصل باشند.
یادآوری ۱- به منظور محاسبه غلظت‌های گاز خشک معادل، غلظت آب باید اندازه‌گیری شود.
یادآوری ۲- در برخی از سیستم‌ها، نمونه برداری از کل سطح مقطع مجرا ممکن نیست و بهتر است، مراقب بود که نمونه نمایان‌گر باشد، به عنوان مثال، با نمونه برداری استخراجی.

۶-۳-۱-۱ مجموعه فرستنده

بخشی از سیستم پایش که شامل منبع نشر نور و اجزای الکترونیکی مرتبط است. فرستنده نور را از طریق گاز دودکش، به مجموعه گیرنده (بند ۶-۳-۲-۲) واقع در طرف مقابل مجرا در روش مسیر مجزا می تاباند. در روش انعکاس نور، منبع نشر نور و آشکارساز در یک سمت مجرا قرار می گیرد (به شکل‌های ۳ و ۴ مراجعه شود).

۱- اتصال دهنده‌های لوله‌ها، شیر آلات، پمپ‌ها و دستگاه‌ها به یکدیگر می باشد.

1- Flange

۲ - گاز یا مخلوط گازی است، که برای تعیین نقطه صفر در یک منحنی کالیبراسیون در گستره غلظت داده شده، مورد استفاده قرار می گیرد. گازی خالص که تا حد امکان مشابه با ماتریس نمونه اندازه‌گیری شده است - معمولاً نیتروژن یا هوای خشک است.

۶-۳-۲-۲ مجموعه گیرنده

بخشی از یک سیستم وسیله اندازه‌گیری که شامل آشکارساز و جزء الکترو نوری مرتبط است. آشکارساز تابش ظاهر شده از مجموعه فرستنده (۶-۳-۲-۱) را دریافت و مطابق با غلظت جزء گازی پایش شده سیگنال تولید می‌کند.

در روش انعکاس نور (به شکل ۴ مراجعه شود)، مجموعه گیرنده با مجموعه پس‌بازتابگر، جایگزین می‌شود. پس‌بازتابگر، پرتو نور برگشتی به دستگاه فرستنده و گیرنده می‌تاباند که در آن یک آشکارساز به نور انعکاسی پاسخ می‌دهد.

۶-۳-۳-۳ پنجره‌های محافظ

پنجره‌ها یا لنزهای واقع در سطح مشترک بین گاز دودکش و مجموعه‌های الکترو نوری است، که برای جلوگیری از ورود گاز دودکش به مجموعه‌ها استفاده می‌شود.

۶-۳-۳-۴ دمنده هوای پاک

دستگاهی است که به منظور به حداقل رساندن رسوب ذرات، هوای پاک را بر روی پنجره‌های محافظ می‌دمد.

۶-۳-۲-۵ سلول گاز داخلی کالیبراسیون (جذب)

سلولی که برای ورود گازها به منظور کالیبراسیون دستگاه طراحی شده است. یادآوری ۱- مجموعه لوله می‌تواند برای مقاصد پشتیبانی و/یا کالیبراسیون، استفاده شود. وقتی که مجموعه لوله با گاز کالیبراسیون پاک و برای جلوگیری از ورود گاز دودکش بسته می‌شود، سیستم پایش‌گر در حالت کالیبراسیون است. یک سیستم ضدارتعاش که مجموعه‌های فرستنده (بند ۶-۳-۲-۱) و گیرنده (بند ۶-۳-۲-۲) را از ارتعاشات مجرا جدا می‌کند، نیز می‌توان استفاده کرد (در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده نمی‌شود).

مشکلات پیچیدگی امتداد محور نور و غیره ناشی از افزایش دما، در مورد سیستم‌های پایش مسیر باید در نظر گرفته شود.

یادآوری ۲- کالیبراسیون پایش‌گرهای مسیر، دشوار است.

۷ عملیات سیستم

۷-۱ بررسی نشت‌ها

بررسی نشت‌ها در سیستم‌های استخراجی باید با قطع مسیر نمونه‌برداری در خروجی پروب، اتصال مسیر و تنظیم خلاء تا ۵۰ kPa با استفاده از شیر کنارگذر انجام شود. هیچ نشتی نباید تشخیص داده شود. به عنوان مثال، جریان نشت اندازه‌گیری شده از طریق تغییر فشار که پس از تخلیه مسیر جریان کار تحت بیشینه فشار رسیده، در طول نمونه‌برداری باید زیر ۲٪ نرخ جریان طبیعی باشد. بررسی نشت می‌تواند در طول نمونه‌برداری، از طریق اندازه‌گیری مداوم غلظت جزء گازی مربوطه (CO₂، O₂، و غیره) به طور مستقیم در مجرا و پس از مسیر جریان نمونه‌برداری، پایش شود. هرگونه تفاوت قابل تشخیص بین این غلظت‌ها، نشت را در قطعات تجهیزات نمونه‌برداری واقع در خارج از دودکش‌ها نشان می‌دهد. این نشت، سپس باید بررسی و رفع شود.

۲-۷ کالیبراسیون، عملکرد و تنظیم کردن

کالیبراسیون نمونه‌برداری استخراجی، برای آنالیزور و/یا مسیر نمونه‌برداری، ضروری است. در این مورد، کالیبراسیون مناسب درگاه تزریق گاز، ضروری است. اغلب لازم است تا دو نقطه تزریق گاز برای کالیبراسیون ایجاد شود، یکی از آنها تا حد ممکن نزدیک به نقطه‌ای که نمونه گرفته می‌شود و دیگری در ورودی تجزیه‌کننده، باشد (به شکل ۱ مراجعه شود).

سیستم‌های نمونه‌برداری غیراستخراجی نیز باید با استفاده از گازهای کالیبراسیون، کالیبره شود. ممکن است، سلول کالیبراسیون برای پایش‌گرهای مسیر، موردنیاز باشد.

کالیبراسیون سیستم‌های استخراجی و/یا غیراستخراجی با روش‌های استاندارد دستی استخراجی (مواد شیمیایی مرطوب) (برای مثال استانداردهای ISO 7934 و ISO 11564) یا روش‌های استاندارد دستگاهی (برای مثال، استانداردهای ISO 7935، ISO 10849 و ISO 12039)، اگرچه هزینه‌بردار است، اما با تشخیص کاربر امکان‌پذیر، است.

گاز صفر و گاز کالیبراسیون تا حد ممکن نزدیک به نقطه‌ای که نمونه گرفته می‌شود و بدون اعمال فشار بیش از حد، وارد می‌شود. می‌توان از نیتروژن به عنوان گاز صفر، استفاده کرد.

به منظور کالیبراسیون سیستم پایش، گاز صفر و گاز کالیبراسیون (با غلظت حدود ۸۰٪ مقیاس کامل)، به طور ترجیحی تا حد امکان نزدیک به پروب، وارد می‌شود.

برای اندازه‌گیری تجهیزات با عملکرد کالیبراسیون خطی، چهار غلظت گاز کالیبراسیون توزیع شده یکنواخت (حدود ۲۰٪، ۴۰٪، ۶۰٪ و ۸۰٪ از مقیاس کل)، به منظور بررسی مقیاس کل، استفاده می‌شود. گاز کالیبراسیون مورد استفاده به منظور تنظیم، می‌تواند به تدریج رقیق شود. در مورد یک تابع کالیبراسیون غیرخطی، حداقل ۱۰ نقطه اندازه‌گیری، مورد نیاز است.

تابع کالیبراسیون آنالیزورها، می‌تواند با وارد کردن مستقیم گازهای کالیبراسیون به دستگاه‌ها یا کالیبراسیون سیستم با وارد کردن گاز کالیبراسیون در نقطه‌ای تا حد امکان نزدیک به پروب، بررسی شود. برای سیستم رقیق‌سازی، گازهای کالیبراسیون باید قبل از رقیق‌سازی وارد شود. تنظیم آنالیزور به صورت منظم، برای مثال، هفتگی (فاصله زمانی تعمیرات و نگهداری غیرحضور)، باید بررسی شود.

عملکرد کالیبراسیون در فواصل طولانی‌تر (برای مثال، سالانه) یا پس از تعمیرات آنالیزور، باید بررسی شود.

۷-۳ تعمیر و نگهداری سیستم‌های نمونه‌برداری

تعمیر و نگهداری سیستم نمونه‌برداری به طور معمول شامل انجام عملیات زیر است:

- تصدیق انطباق با مقررات ایمنی؛
 - تصدیق بهره‌برداری از دستگاه‌های ایمنی؛
 - جایگزینی اجزای مصرف شده (استفاده شده) واحد تصفیه (پالایه، خشک کن، و غیره)؛
 - تنظیم عامل عملیاتی؛
 - بررسی تاسیسات (آب، برق، گازهای کالیبراسیون و غیره)؛
 - تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی شده پروب.
- تعمیر و نگهداری سیستم نمونه‌برداری باید به صورت مکرر انجام شود.

۸ مستندات

برای گزارش نمونه‌برداری باید به این استاندارد مراجعه شود و باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- الف)** تشریح هدف نمونه‌برداری، شناسایی محل، تاریخ نمونه‌برداری و دستگاه‌های کنترل محیطی؛
- ب)** تشریح شرایط عملیاتی کار ماشین‌آلات و هر گونه تغییر در طول نمونه‌برداری؛
- پ)** شناسایی مکان نمونه‌برداری:

- ابعاد مجرا؛

- تعداد و موقعیت نقاط نمونه‌برداری؛
- شواهد تعیین نقاط نمونه‌برداری.
- ت) شناسایی عوامل گازی در مجرا:
 - فشار دودکش؛
 - سرعت و شرایط لایه‌شدگی گاز؛
 - دما؛
 - حجم گازها و نوسانات در سرعت.
- ث) اجزای گاز دودکش در مجرا:
 - غلظت‌های نمونه‌گازی جریان‌های گاز خروجی؛
 - مقادیر آب؛
 - غلظت O_2 ؛
 - اجزای خورنده یا بسیار واکنش‌پذیر؛
 - اجزای محصول میعان.
- ج) ویژگی‌ها و دمای به کارگیری تجهیزات:
 - مشخصات پروب (ماده، اندازه، نوع) و دمای به کارگیری؛
 - مشخصات پالایه (ماده، اندازه، نوع) و دمای به کارگیری؛
 - مسیر نمونه‌برداری، مشخصات چندراهه‌گاز (ماده، اندازه، نوع) و دمای به کارگیری،
 - روش حذف بخار آب و مشخصات،
 - روش رقیق‌سازی و مشخصات (در صورتی که مرتبط است).

چ) تضمین کیفیت:

- نتایج آزمون‌های نشت؛

- واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی در نمونه گاز؛

- آیا بهره‌برداری از منبع، پایدار است؟

- نتیجه کالیبراسیون.

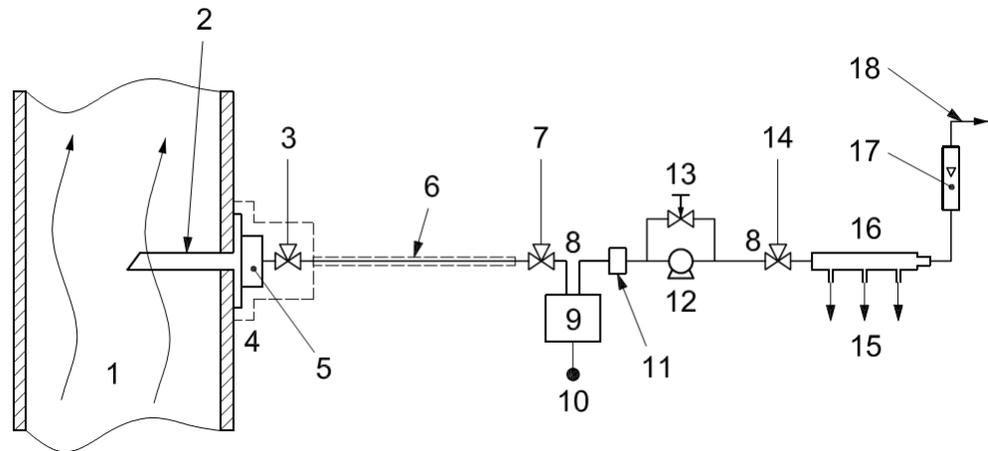
ح) نظرات

- گزارش نمونه‌برداری همچنین باید هرگونه شرایط خاصی را که ممکن است نتایج و هر اطلاعات مربوط به عدم اطمینان نتایج را تحت تاثیر قرار دهد، نشان دهد؛

- به هر دلیلی اگر اصلاح روش انجام شد، مراتب اصلاح باید گزارش شود؛

- اگر دستیابی به نمونه نمایان‌گر به دلایل ماهیت منبع و مشخصات عملیات مرتبط با فرایند، مشکل است، آن-گاه دلایل و تغییرات، باید گزارش شود.

به‌منظور قابلیت ردیابی اندازه‌گیری‌ها، این برگه‌ها باید توسط آزمایشگاه نگه‌داری شود.

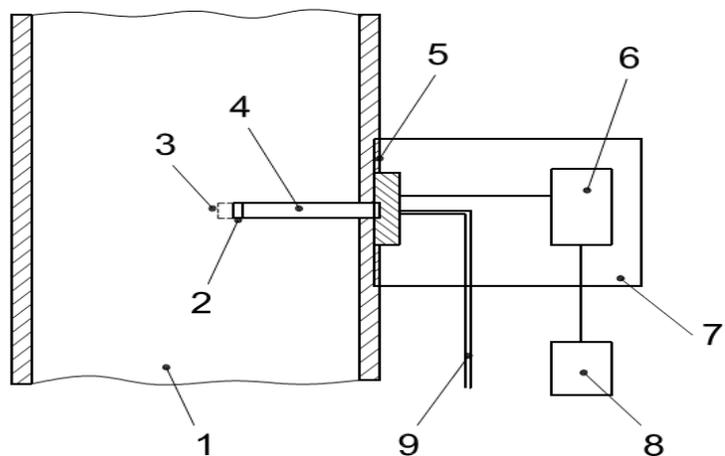


راهنمای شکل:

۱۰ تخلیه آب	۱ گاز دودکش
۱۱ پالایه ثانویه	۲ پروب
۱۲ پمپ نمونه برداری	۳ ورودی گاز کالیبراسیون (الف)
۱۳ شیر کنارگذر	۴ گرم کننده
۱۴ ورودی گاز کالیبراسیون (ج)	۵ پالایه اولیه
۱۵ به طرف آنالیزور(ها)	۶ مسیر نمونه برداری گرم شده
۱۶ چندراهه گاز	۷ ورودی گاز کالیبراسیون (ب)
۱۷ جریان سنج	۸ شیر
۱۸ خروجی گاز	۹ دستگاه رطوبت گیر

شکل ۱ - نمونه‌ای از یک سیستم آمایش و نمونه برداری استخراجی

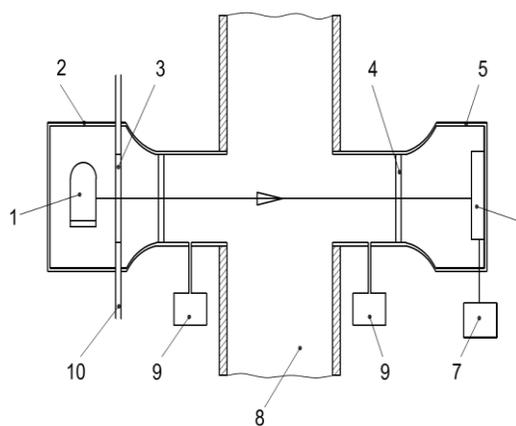
با توجه به نوع طراحی سیستم، پمپ می‌تواند، قبل یا بعد از دستگاه رطوبت گیر قرار گیرد.



راهنما:

- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| ۱ مجرا یا دودکش | ۶ فرستنده و گیرنده اندازه گیری |
| ۲ سلول اندازه گیری | ۷ درپوش محافظت |
| ۳ پایه پروب | ۸ ثبت کننده داده ها |
| ۴ پروب | ۹ مسیر گاز کالیبراسیون |
| ۵ پایه پروب | |

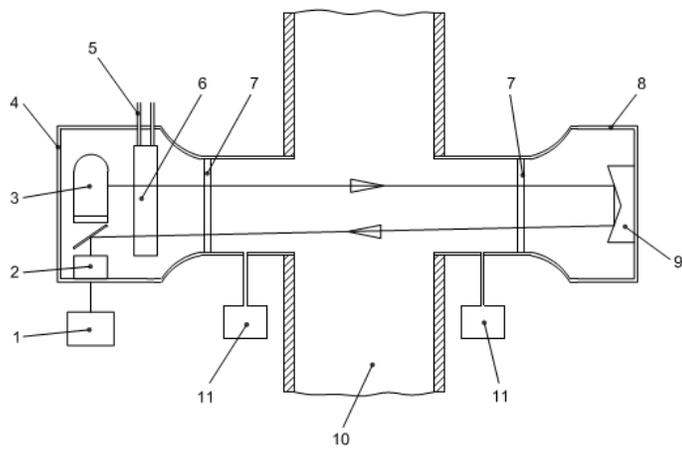
شکل ۲ - نمونه ای از پایش گر نقطه ای غیراستخراجی



راهنمای شکل:

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| ۱ لامپ | ۶ آشکارساز و مازول برقی |
| ۲ مجموعه فرستنده | ۷ ثبت کننده داده ها |
| ۳ سلول داخلی گاز کالیبراسیون | ۸ دودکش یا مجرا |
| ۴ پنجره محافظ | ۹ دمنده هوای پاک |
| ۵ مجموعه گیرنده | ۱۰ مسیر گاز کالیبراسیون |

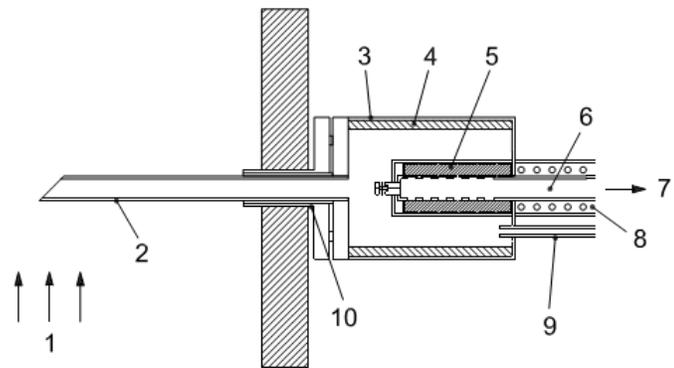
شکل ۳ - نمونه ای از یک پایش گر مسیر غیراستخراجی (روش مسیر تک نوری)



راهنمای شکل:

- | | | | |
|---|----------------------------|----|-----------------------|
| ۱ | ثابت کننده داده | ۷ | پنجره محافظ |
| ۲ | آشکارساز و ماژول | ۸ | مجموعه بازتابنده |
| ۳ | لامپ | ۹ | بازتابنده |
| ۴ | مجموعه فرستنده و گیرنده | ۱۰ | دودکش یا مجرا |
| ۵ | مسیر گاز کالیبراسیون | ۱۱ | دستگاه دمنده هوای پاک |
| ۶ | سلول داخلی گاز کالیبراسیون | | |

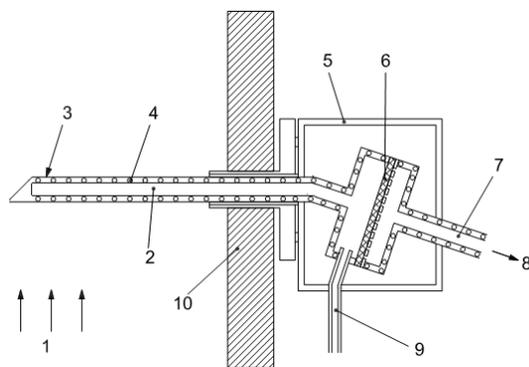
شکل ۴ - نمونه‌ای از یک پایش‌گر مسیر غیراستخراجی (روش انعکاس نور)



راهنمای شکل:

- | | | | |
|---|-----------------|----|----------------------|
| ۱ | جریان گاز دودکش | ۶ | مسیر نمونه |
| ۲ | پروپ | ۷ | گاز |
| ۳ | پوشش ضد آب | ۸ | گرم کننده |
| ۴ | گرم کننده | ۹ | مسیر گاز کالیبراسیون |
| ۵ | پالایه | ۱۰ | مجرای نمونه برداری |

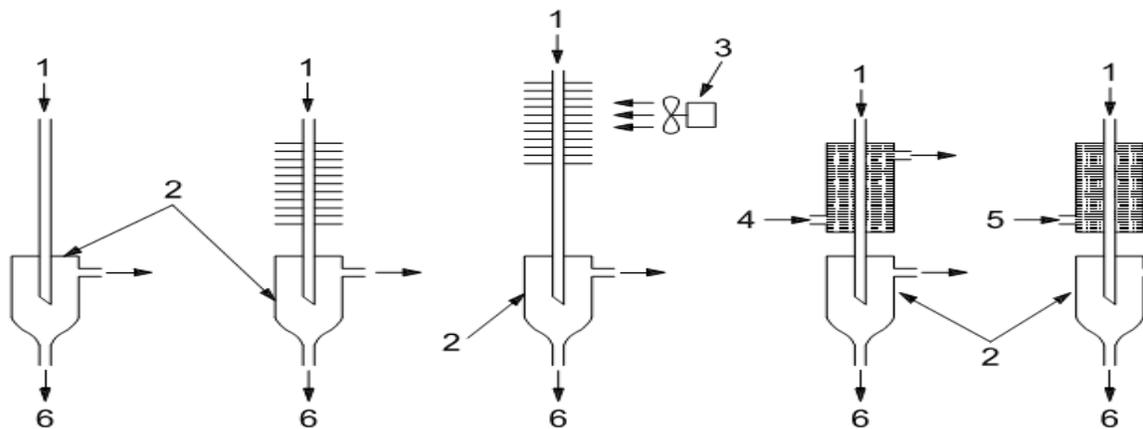
شکل ۵ - نمونه وضعیتی که در آن ماده پالایه شده در عقب پروپ سیستم نمونه برداری استخراجی، متصل می‌شود.



راهنمای شکل:

- | | |
|--------------------|------------------------|
| ۱ جریان گاز دودکش | ۶ پالایه |
| ۲ پروب | ۷ مسیر نمونه |
| ۳ لوله حفاظت کننده | ۸ گاز |
| ۴ گرم کننده | ۹ مسیر گاز کالیبراسیون |
| ۵ پوشش ضدآب | ۱۰ دیواره مجرا |

شکل ۶ - نمونه یک پروب که به صورت الکتریکی گرم شده با یک لوله حفاظت کننده پروب های سیستم نمونه برداری استخراجی



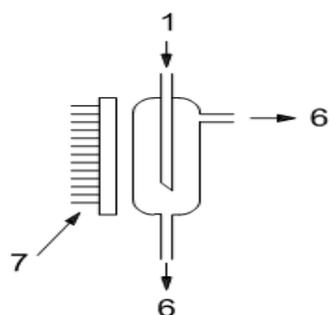
الف- نوع خنک کننده دمای اتاق

ب- نوع خنک کننده دمای اتاق

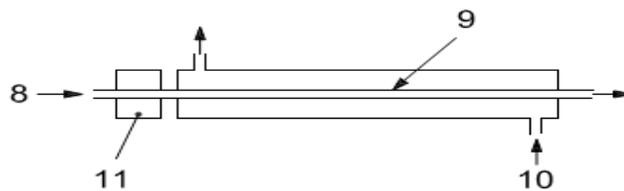
ج- نوع خنک کننده هوای تحت فشار

د- نوع آبی دو لوله‌ای

ه- نوع خنک کننده یخچال



ب- نوع خنک کننده الکتریکی

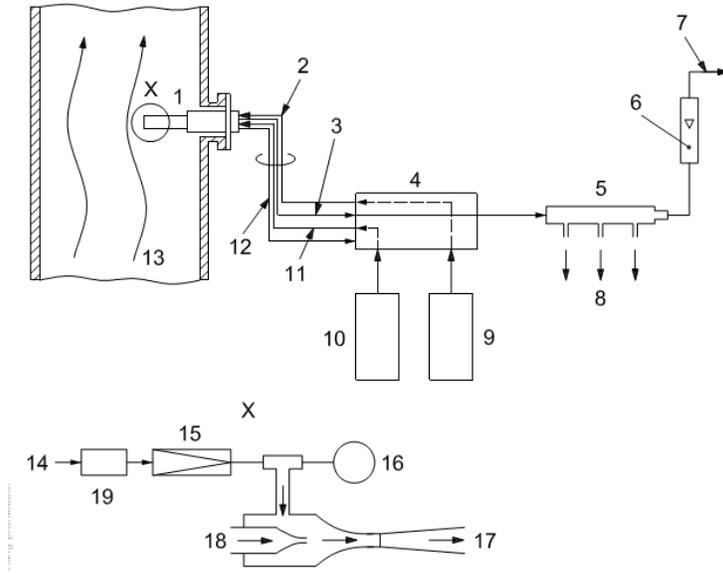


ث- از نوع ماده نیمه تراوا، تفلون یا معادل

راهنمای شکل:

- | | | | |
|---|--|----|--|
| ۱ | نمونه گاز | ۷ | ماژول خنک کننده (عنصر پلتیر) |
| ۲ | جداکننده گاز مایع | ۸ | نمونه گاز (یا هوا خشک شده) |
| ۳ | دمنده برای خنک سازی | ۹ | لوله نفوذ |
| ۴ | آب | ۱۰ | هوا خشک شده (یا گاز نمونه) |
| ۵ | خنک کننده با مایع خنک کننده اتیلن گلیکول یا دیگر | ۱۱ | گرم کننده با حداقل دمای ۱۵ K بالاتر از نقطه شبنم گاز |
| ۶ | آب مقطر | | |

شکل ۷- نمونه‌هایی از سیستم‌های حذف رطوبت



راهنمای شکل:

- | | | | |
|----|-------------------------|----|--------------------------|
| ۱ | پروب رقیق‌سازی | ۱۱ | مسیر گاز کالیبراسیون |
| ۲ | مسیر هوای رقیق‌سازی | ۱۲ | مسیر خلاء سنج |
| ۳ | مسیر نمونه رقیق‌شده | ۱۳ | گاز دودکش |
| ۴ | واحد کنترل | ۱۴ | گاز نمونه (Q2) |
| ۵ | چندراهه گاز | ۱۵ | روزنه بحرانی |
| ۶ | جریان سنج | ۱۶ | خلاء سنج |
| ۷ | خروجی گاز | ۱۷ | نمونه رقیق‌شده (Q1 + Q2) |
| ۸ | به طرف آنالیزور(ها) | ۱۸ | هوای رقیق‌شده (Q1) |
| ۹ | هوای تحت فشار (گاز صفر) | ۱۹ | پالایه |
| ۱۰ | گاز کالیبراسیون | | |

Q1 = نرخ جریان (هوای رقیق‌شده)

Q2 = نرخ جریان (گاز نمونه)

نسبت رقیق‌سازی = $Q1 + Q2 / Q2$

غلظت اندازه‌گیری $\times Q2 / Q1 + Q2$ = غلظت منبع اصلی

شکل ۸ - نمونه‌ای از یک پروب رقیق‌سازی

پیوست الف

(الزامی)

مواد ساختاری توصیه شده

الف-۱ اجزای نمونه

انتخاب مناسب مواد ساختاری بخش بسیار مهمی از طراحی اجزای نمونه برداری است. مواد ساختاری قابل قبول باید سه معیار زیر را برآورده سازند:

الف) این مواد باید دارای مقاومت شیمیایی کافی باشند تا در برابر اجزای خورنده تشکیل دهنده نمونه مقاوم باشند؛

ب) این مواد نباید با گازهای نمونه برهم کنش اضافی (از جمله، واکنش، جذب، جذب سطحی) نشان دهند.

پ) مواد مورد استفاده در دودکش یا نزدیک آن باید در برابر گرما مقاوم باشند.

باید از لحاظ هزینه‌های مواد، برای یک سیستم نمونه برداری با حداقل طراحی، معیارهای بالا بررسی شود.

الف-۲ مقاومت در برابر مواد شیمیایی

اجزای خورنده‌ای که در منابع پایش با آنها مواجه هستیم عبارت‌اند از: گاز قلیایی یا گاز اسیدی مانند نیتروژن دی‌اکسید، گوگرد دی‌اکسید، نیتریک اسید رقیق، سولفورو اسید رقیق، سولفوریک اسید رقیق یا غلیظ (گوگرد تری اکسید مرطوب (SO_3) یا غبار اسید)، آمونیاک و هیدروژن کلرید. مقاومت شیمیایی مواد مختلف به این اجزا از عدد (۸ تا ۱۲) منابع جمع‌آوری شده است و در جداول الف-۱ و الف-۲، خلاصه می‌شود. همه این مواد در دمای اتاق ارزیابی شده‌اند و ممکن است در دماهای بالاتر، به‌طور قابل توجهی مقاومت کمتری داشته باشند.

در میان فلزات، فولاد ضدزنگ SS ۲۰ و آلیاژهای هاست^۱ (آلیاژ نیکل، مولیبدن و کروم به علاوه تنگستن)، پس از آنها SS ۳۱۶، SS ۳۰۴ و در نهایت آلومینیوم، دارای بیشترین مقاومت هستند. شیشه بوروسیلیکات و PTFE در برابر تمام اجزای نمونه به‌طور کامل، مقاوم هستند. پلی وینیل کلرید (PVC)^۲ تا حدودی در برابر تمام اجزاء به جز نیتریک اسید غلیظی که پیش‌بینی می‌شود در سطح مشترک نمونه برداری وجود نداشته باشد، مقاوم

1 - Hastelloys

2 - Polyvinyl Chloride

کمتری دارد. PVC در برابر خوردگی مقاوم است، اما ممکن است با اجزای خورنده واکنش دهد. در غلظت‌های پایین نمونه‌های مرطوب و به منظور اندازه‌گیری‌های نیتروژن دی‌اکسید و گوگرد دی‌اکسید، PTFE، شیشه بوریسیلیکات و سیلیس شیشه‌ای، توصیه می‌شود. پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن، با مقاومت شیمیایی مشابه خیلی نزدیک، مورد استفاده قرار می‌گیرند، به جز مواردی که در آن با نیتریک اسید غلیظ مواجه می‌شویم (غبار اسید ناشی از کارخانه‌های تولید سولفوریک‌اسید). در سیستم‌های نمونه‌برداری، نایلون از مواد با قابلیت استفاده محدودتر است، در حالی که منابع در مورد عملکرد Viton®^۱ طی آزمون‌های مقاومت، متفاوت است.

^۱ - تفلون، Polyflon®، Aflor®، Neoflon® و Dyflon® نمونه‌هایی از محصولات مناسب در دسترس تجاری، هستند.

جدول الف-۱ - مقاومت شیمیایی مواد مختلف (مسیرها و پروب نمونه برداری)

بیشینه دما	رقیق							غلیظ	غلیظ ^b	رقیق	رقیق	رقیق	خشک	خشک	ماده
	°C	Mercaptan	HF	HCl	Cl	NH ₃	HCN	H ₂ S	H ₂ SO ₄	HNO ₃	H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₃	HNO ₃	NO ₂ ^a	
۸۰/۱,۸۵	S	S	S	U	S	S	S	U	S	U	Q	S	S	S	فولاد ضد زنگ، نوع ۳۰۴ SS (تعدادی سوراخ مشاهده شد)
۸۰/۱,۸۵	S	S	S	U	S	S	S	>)U (۱/۲۷)	>)S (۰/۵۰۸)	S یا Q >) (۰/۵۰۸)	S	S (۰/۵۱>) ^c	S	S	فولاد ضد زنگ، نوع ۳۱۶ SS ^d
۸۰/۱,۸۵	S	S	S	U	S	S	S	S	S	S یا Q	S	S	S	S	فولاد ضد زنگ، نوع .. ۲۰ SS ^d
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	آلیاژ نیکل، مولیبدن و کروم به علاوه تنگستن
	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	U (>۱/۲۷)	(>۱/۲۷)U	Q (۰/۵۰۸) تا (۱/۲۷)	S (۰/۱۲۷) تا (۰/۵۰۸)	S (۰/۱۲۷) تا (۰/۵۰۸)	N/A	S	آلومینیوم

۴۰۱/۸۵	S	S	S	S	S	S	S	S (>۰/۱۲۷)	(>۰/۱۲۷)S	(<۰/۱۲۷)S	N/A	(<۰/۱۲۷)S	S	S	شیشه بوروسیلیکات
۱۰۰۱/۸۵	S	U	S	S	S	S	S	S (>۰/۱۲۷)	S (>۰/۱۲۷)	(<۰/۱۲۷)S	N/A	(<۰/۱۲۷)S	S	S	سیلیس شیشه- ای
۲۰۱/۸۵	S	S	S	U	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	پلی- تترافلوئورواتیلن
	N/A	Q یا S	U	Q	S	S	S	S	پلی وینیل کلرید پلاستیک نشده						
۷۱/۸۵	U	S	S	S	U	S	S	Q یا S	U یا Q	S	S	Q یا S	S	S	پلی وینیل کلرید
	N/A	U یا Q	U	S	S	Q یا S	S	S	پلی اتیلن						
	N/A	U یا Q	U	S	S	S	S	S	پلی پروپیلن						
	N/A	U	U	U	U	S	S	-	نایلون						
	N/A	Q یا S	Q یا S	S	S	S	S	U یا S	ویتون						

S = رضایت بخش ، Q = نامعلوم، U = عدم رضایت، N/A = عدم دسترسی به داده‌ها

^a پیشنهاد: اگر خوردگی نقش دارد، می‌توان از پلی‌تترافلوئورواتیلن برای SO₂ و NO₂ خشک استفاده نمود.

^b غلظت‌های بالای HNO₃ در سطح مشترک نمونه‌برداری، پیش‌بینی نمی‌شود.

^c مقادیر داخل پرانتز، میزان خوردگی را بر حسب میلی‌متر در سال، نشان می‌دهد.

^d هنگامی که NH₃ در اندازه‌گیری NO₂، وجود دارد، فولاد ضد زنگ دارای MO، به دلیل عمل کاتالیزی MO موجود در فولاد ضد زنگ روی آمونیاک، خطای مثبتی را نشان می‌دهد.

جدول الف-۲- مقاومت در برابر مواد شیمیایی مختلف (مسیر ارتباطی و پالایه)

بیشینه دما °C	رقیق							خشک	خشک	ماده	بخش‌ها
	Mercaptan	HF	HCl	Cl ₂	NH ₃	HCN	H ₂ S	NO ₂ ^a	SO ₂ ^a		
۴۰۱٫۸	S	U	S	S	S	S	S	S	S	شیشه بوروسیلیکات سینتر شده ^۱	پالایه
۷۰۱٫۸۵	U	U	U	U	S	S	S	S	S	شبه فولاد ضد زنگ ^b	
۷۰۱٫۸۵	U	U	U	U	S	S	S	S	S	فولاد ضد زنگ سینتر شده ^b	
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	آلیاژ نیکل، مولیبدن و کروم به علاوه تنگستن	
۱۰۰۱٫۸۵	U	U	S	U	S	S	S	S	S	سرامیک متخلخل	
۲۰۱٫۸۵	U	S	S	U	S	S	S	S	S	پلی تترافلوئورواتیلن	مسیر ارتباطی
۱۸۱٫۸۵	S	S	S	S	S	S	S	S	S	لاستیک فلوئوردار	
۱۵۱٫۸۵	S	S	S	U	S	S	S	S	S	لاستیک سیلیکونی	
۸۱٫۸۵	U	U	U	U	U	U	U	S	S	لاستیک کلروپرن	
S = رضایت بخش ، Q = نامعلوم، U = عدم رضایت											
^a پیشنهاد: اگر خوردگی نقش دارد، می‌توان از پلی تترافلوئورواتیلن برای SO ₂ و NO ₂ خشک استفاده نمود.											
^b هنگامی که در اندازه‌گیری NO ₂ ، NH ₃ وجود دارد، فولاد ضد زنگ دارای MO، به دلیل عمل کاتالیزی MO موجود در فولاد ضد زنگ روی آمونیاک، خطای مثبتی را نشان می‌دهد.											

^۱ - تفجوشی یا سینتر یکی از روش‌های شکل‌دهی مواد فلزی و سرامیکی است. تفجوشی چسباندن یا چسبیدن ذرات یک یا چند ماده به یکدیگر از طریق ذوب سطحی بر اثر حرارت، همراه با فشار یا بدون آن، به طوری که به صورت یک توده جامد (solid mass) درآیند. اساس کار این روش کاهش انرژی آزاد سطحی ذرات در اثر چسبیدن به یکدیگر است.

الف-۳ جدول الف-۲ - اطلاعات تکمیلی

الف) SUS ۳۱۶ و SUS ۳۱۶ L هنگامی که در اندازه‌گیری NO_2 ، NH_3 وجود دارد، فولاد ضد زنگ دارای MO، به دلیل عمل کاتالیزی MO موجود در فولاد ضدزنگ روی آمونیاک، خطای مثبتی را نشان می‌دهد.

ب) برای زمان کاربردهای کوتاه مدت، رزین اتیلن تترافلورئورید می‌تواند تا دماهای بالای $261,85^\circ\text{C}$ را، تحمل کند.

پ) از آنجایی که در میان فولاد ضد زنگ، انواع مختلفی از مواد، مانند SS ۳۰۴، SS ۳۱۶، SS ۲۰ و غیره، وجود دارد، بهتر است، آنها مطابق نوع گاز و مواد همراه آن انتخاب شوند.

ت) دلیل استفاده از شیشه بوروسیلیکات به جای سیلیس شیشه‌ای برای پروب فلورید هیدروژن، این است که، هر چند هر دو این مواد پس از خوردگی در جاذب تترافلورئورید سیلیکونی جمع‌آوری می‌شوند، اما سیلیس شیشه‌ای نسبت به شیشه بوروسیلیکات خورنده‌تر و بسیار گران‌تر است. علاوه بر این، دلیل استفاده از فولاد ضدزنگ برای پروب به جای استفاده از فولاد ضدزنگ تف جوشی‌شده برای مواد پالایه این است که این مواد با سوراخی به قطر $8,0\ \mu\text{m}$ باید به عنوان مواد پالایه‌کننده برای ترکیبات فلوریدار، استفاده شود.

ث) دلیل استفاده از تیتانیوم برای کلرید هیدروژن، اما نه برای استفاده از کلر این است که، هر چند تیتانیوم در برابر کلر مرطوب مقاوم است، اما آن به صورت انفجاری با گاز کلر خشک، واکنش می‌دهد.

ج) بیشینه دمای به‌کارگیری فولاد ضد زنگ و شیشه بوروسیلیکات به صورت $173,15^\circ\text{C}$ - کمتر از دمای به‌کارگیری عمومی یعنی به‌ترتیب $90,1,85^\circ\text{C}$ و $50,1,85^\circ\text{C}$ تجویز می‌شوند. دلیل آن این است چون فولاد ضدزنگ تمایل به افزایش تعداد سوراخ‌های پین در دمای بالا دارد و تحت شرایط $90,1,85^\circ\text{C}$ و بیشتر، شکننده‌تر می‌شود. از آنجایی که برای شیشه بوروسیلیکات، $50,1,85^\circ\text{C}$ دمای مرزی فاز مایع و فاز جامد است، پروب قرار داده شده در نقطه نمونه‌برداری، با توجه به سرعت گاز دودکش تمایل به خم شدن و/یا مواجهه با انسداد را دارد. این رویه‌ها برای اهداف ایمنی هستند. در هر دو صورت، دماهای $90,1,85^\circ\text{C}$ و $50,1,85^\circ\text{C}$ ناشی از فرایندهای احتراق است و برای انجام نمونه‌برداری گاز دودکش، دمای مناسبی نیست.

جدول الف-۳- اجزا و مشخصات کلی فولاد ضدزنگ

مشخصات و کاربرد	اجزای کلی	فولاد ضدزنگ
به صورت گسترده به عنوان فولاد مقاوم حرارتی برای فراوری مواد غذایی و تاسیسات شیمیایی عمومی، استفاده می شود.	18Cr-8Ni	SUS ۳۰۴
بیش از SUS 304، در برابر خوردگی و سوراخ شدن مقاوم است.	18Cr-12Ni-2.5Mo	SUS ۳۱۶
ماده مقاوم در برابر اسید سولفوریک، بیش از SUS ۳۱۶ در برابر خوردگی و سوراخ شدن مقاوم است.	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu	SUS ۳۱۶ J ۱
نسبت به SUS ۳۱۶ J ۱ دارای ویژگی‌های سوراخ نشدن بیشتری است، برای رنگرزی مواد فراوری استفاده می شود.	18Cr-12Ni-3.5Mo	SUS ۳۱۷
مورد استفاده در مبدل‌های حرارتی، کارخانه تولید نیتریک اسید، فسفریک اسید، فرایند سفید کردن، که در آن از محلول حاوی یون کلر، استفاده می شود.	18Cr-12Ni-5Mo	SUS ۳۱۷ J ۱
دارای دو فاز مواد ساختاری، که بسیار در برابر اسید و سوراخ مقاوم است و با استحکام بالا، به عنوان مواد مقاوم در برابر آب دریا استفاده می شود.	25Cr-4.5Ni-2Mo	SUS ۳۲۹ J ۱
در برابر کلریدهای غلیظ و محیطی مانند آب دریا، و غیره از ویژگی غیرخوردگی بالایی برخوردار است، استحکام و سایر مشخصات مشابه یا بهتر از SUS ۳۲۹ J ۱، است.	25Cr-6Ni-3.5Mo-0.2N	SUS ۳۲۹ J ۲ L
مقاومت بالا در برابر سولفوریک اسید	20Cr-29Ni-2Mo-3Cu	SS ۲۰

در دمای بالا، ویژگی‌های مکانیکی بالایی دارد و از مقاومت بالایی در برابر اکسایش، برخوردار است.	57Ni-20Mo-20Fe	آلیاژ نیکل، مولیبدن و کروم به علاوه تنگستن A
	64Ni-28Mo-6Fe	آلیاژ نیکل، مولیبدن و کروم به علاوه تنگستن B
	57Ni-17Mo-6Fe-15Cr-4W	آلیاژ نیکل، مولیبدن و کروم به علاوه تنگستن C
در مورد اندازه‌گیری مقدار کم، در صورتی که Mo افزوده شود به صورت کاتالیزور عمل می‌کند، به عنوان مثال، در مقدار کمتر از ۵۰ ppm نیتروژن دی‌اکسید در گاز دودکش، خطای منفی در مقدار اندازه‌گیری، رخ می‌دهد.		

جدول الف-۴ - مشخصات رزین فلونور

نام شیمیایی	پلی تترافلورواتین	تترافلورواتین - پروپیل و آکیل وینیل - فلونور	هم پلیمر تترافلورواتین - هگزا فلونورو پروپیلین	پلی کروتوری فلورو- اتین	پلی وینیلیدن فلورید	هم پلیمر تترافلورواتین - اتین	تترافلورواتین - سیلیس شیشه‌ای هم پلیمر: حاوی تترافلورواتین - اتین	کروتوری فلونور - اتین - اتین هم پلیمر	نام تجاری و دیگر		
									مخفف	ASTM	مشخصات
Teflon®	Teflon® vitreous silica contained	Tefzer aftron COP	Kainer KF polymer	Dyflon®	Teflon® Neoflon®	Teflon®	®Teflon ®Polyflon ®Aflor				
ECTFE	ETFE	ETFE	PVDF	PCTFE	FEP	PFA	PTFE				
۵۱۸	۵۴۳	۵۵۳	۴۴۴	۴۹۳	۵۴۸	۵۸۳	۶۰۰	-	K	فیزیکی نقطه ذوب	
۱/۶۸-۱/۶۹	۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۷۸-۱/۷۵	۲/۱-۲/۲	۲/۱۷-۲/۱۲	۲/۱۷-۲/۱۲	-۲/۱۴ ۲/۲۰	D 792		چگالی	
۵/۸	۵/۷	۵/۷	۳/۰	۵/۳-۴/۷	۶/۵	۶/۰	۶/۰	C 177	۱۰ ^{-۴} cal-m- sec-k	حرارتی هدایت گرمایی	

N/A	N/A	۰/۴۷-۰/۴۶	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۲۵	N/A	Cal/k/g	گرمای ویژه
۸	۱/۷-۳/۲	۹-۹/۳	۸/۵	۴/۵-۷/۰	۱۰/۵-۸/۳	۱۲	۱۰	D 696	۱۰ ^{-۵} /k	ضریب انبساط خطی
								D 648		نقطه تغییر شکل حرارتی
۳۵۰	۴۸۳	۳۴۷	۳۶۳	N/A	۳۲۳	۳۲۰	۳۲۸		K	۱۸/۵Kg/cm ²
۳۸۹	۵۳۸	۳۷۷	۴۰۵-۴۲۲	۳۹۹	۳۴۵	۳۴۷	۳۹۴		K	۴/۶ Kg/cm ²
۴۳۸-۴۵۳	۴۷۳	۴۲۳-۴۵۳	۴۲۳	۴۵۰-۴۷۳	۴۷۳	۵۳۳	۵۳۳	بدون بارگیری	K	دمای کار بیشینه
										پایداری و غیر..
۰/۰۰۱	۰/۰۲۲	۰/۰۲۹	۰/۰۴	۰/۰۰	<۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰	D 570	%	جذب آب (۲۴) (h)
V-0	V-0	V-0	N/A	V-0	V-0	V-0	V-0	(UL-94)	-	قابلیت احتراق
۶۰	N/A	۳۰	N/A	>۹۵	>۹۵	>۹۵	>۹۵	D 2863	-	شاخص اکسیژن
بدون اثر	N/A	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	-	-	اثر نور آفتاب(روشنایی)

بدون اثر	N/A	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	D 543	-	اثر اسید ضعیف
بدون اثر	N/A	بدون اثر	با بخار اسید سولفوریک تخریب می‌شود.	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	D 543	-	اثر اسید قوی
بدون اثر	N/A	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	D 543	ندارد	اثر قلیای ضعیف
بدون اثر	N/A	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	D 543	ندارد	اثر قلیای قوی
پایداری خوب	N/A	بدون اثر	در برابر بیشتر حلال‌ها، مقاوم است.	با ترکیبات هالوژنی کمی منبسط می‌شود.	بدون اثر	بدون اثر	بدون اثر	D 543	-	اثر حلال

منابع: به بند آخر کتاب‌نامه مراجعه شود.

مقاومت گرمایی رزین تترافلوئورید اتیلن از دمای کار بیشینه در مورد اندازه‌گیری پیوسته، متفاوت است. توجه داشته باشید که دماهای تفلون PFA زیر ۴۷۳ K ، نئوفلون FEP زیر ۴۲۳ K و دیفلون CTFE زیر ۱۱۹/۸۵ °C است. دمای گرم کردن باید بر اساس مواد مورد استفاده، انتخاب شود.

کتابنامه

- [1] ISO 7934, Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of sulfur dioxide — Hydrogen peroxide/barium perchlorate/Thorin method
- [2] ISO 7935, Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of sulfur dioxide — Performance characteristics of automated measuring methods
- [3] ISO 9096, Stationary source emissions — Manual determination of mass concentration of particulate matter
- [4] ISO 10849, Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of nitrogen oxides — Performance characteristics of automated measuring systems
- [5] ISO 11564, Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of nitrogen oxides — Naphthylethylenediamine photometric method
- [6] ISO 12039, Stationary source emissions — Determination of carbon monoxide, carbon dioxide and oxygen — Performance characteristics and calibration of automated measuring systems
- [7] the Modern Plastics Encyclopedia 76/77