INSO
21750
1st.Edition
2017
Identical with
ISO 3530:
1979

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

استاندارد ملی ایران
۲۱۷۵۰
چاپ اول
۱۳۹۵

فناوری خلأ - کالیبراسیون دستگاه نشت‌یاب نوع طیف‌سنج جرمی

Vacuum technology - Mass-spectrometer leak-detector calibration

ICS: 23.160

shaghool.ir

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: 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: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

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 .gov.ir

shaghool.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

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

shaghool.ir

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«فناوری خلأ - کالیبراسیون دستگاه نشت‌یاب نوع طیف‌سنج جرمی»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
عربلو، رضا (کارشناسی فیزیک اتمی)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
دبیران:	
مظاهری، امیر (کارشناسی مهندسی مکانیک)	سازمان انرژی اتمی ایران
اسکندری، مهدی (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	سازمان انرژی اتمی ایران
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
بیطرفان، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی برق- کنترل)	سازمان انرژی اتمی ایران
جانعلی‌پورشهرانی، محمدرضا (کارشناسی ارشد فیزیک)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
رشیدی، عباس (دکتری مهندسی شیمی)	دانشگاه مازندران
سادات‌نیا ، سید سیروس (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	سازمان انرژی اتمی ایران
سمیع‌پور، فرهاد (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
سورچی، حبیب (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	سازمان انرژی اتمی ایران
قزل سفلو، هادی (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	سازمان انرژی اتمی ایران
مهیاری، احمد رضا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	سازمان انرژی اتمی ایران

shaghool.ir

اعضا:

میرزائی پوئینک، محمد
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

سمت و/یا محل اشتغال:

سازمان انرژی اتمی ایران

ویراستار:

شاه محمودی، بهزاد
(کارشناسی فیزیک)

کارشناس استاندارد - بازنشسته سازمان ملی استاندارد ایران

shaghool.ir

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	ز
مقدمه	ح
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد	۱
۲ اصطلاحات و تعاریف	۱
۳ شرایط آزمون	۱۱
۳-۱ دمای محیط	۱۱
۳-۲ فشار محیط	۱۱
۳-۳ نشت‌ها	۱۲
۳-۴ گاز هلیوم	۱۲
۳-۵ مخلوط هلیوم	۱۳
۴ دستگاه	۱۳
۴-۱ کلیات	۱۳
۴-۲ چیدمان آزمون	۱۴
۴-۳ آماده‌سازی جهت آزمون	۱۵
۵ روش اجرایی آزمون	۱۵
۵-۱ کلیات	۱۵
۵-۲ نشت کمینه قابل تشخیص	۱۵
۵-۳ نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص	۱۸
۶ بیان نتایج	۲۱
۶-۱ روش تعیین نشت کمینه قابل تشخیص	۲۱
۶-۲ روش تعیین نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص	۲۳
۷ گزارش آزمون	۲۴
۷-۱ نتایج آزمون	۲۴
۷-۲ شرایط آزمون	۲۴

shaghool.ir

پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری خلأ - کالیبراسیون دستگاه نشت‌یاب نوع طیف‌سنج جرمی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در سیصد و هفتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ 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 بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم وخدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 3530: 1979, Vacuum technology - Mass-spectrometer leak-detector calibration.

shaghool.ir

مقدمه

این استاندارد روش‌های اجرایی مورد استفاده جهت کالیبراسیون نشت‌یاب طیف‌سنج جرمی را مشخص می‌نماید، یعنی مقدار حساسیت این نشت‌یاب‌ها را معین می‌نماید.

در این روش‌های اجرایی به یک نشت کالیبره و مخلوط گاز استاندارد نیاز می‌باشد. البته تهیه و استانداردسازی این اقلام خارج از اهداف این استاندارد می‌باشد. از این به بعد به جای عبارت «نشت‌یاب طیف‌سنج جرمی» از واژه «نشت‌یاب» استفاده می‌شود.

برای نشت‌یاب، نشت مربوط به منافذ مکانیکی مثل سوراخ‌های سوزنی و نشت‌های مربوط به تراوایی مانند آنچه که برای بسیاری از مواد پلیمری رخ می‌دهد، قابل تشخیص می‌باشد. نشت مجازی مانند دفع سطحی، تبخیر و گازهای محبوس[1] را به طور معمول نمی‌توان به وسیله نشت‌یاب تشخیص داد.

محدوده کالیبره کردن نرخ نشت به یک سطح خاص محدود می‌شود، زیرا فاکتورهایی که برای نشت‌های بزرگ‌تر بی‌اهمیت هستند، برای نرخ نشت‌های کوچک‌تر از 10^{-12} $Pa.m^3.s^{-1}$ با اهمیت می‌شوند.

اقلامی که باید به وسیله نشت‌یاب مورد آزمون قرار بگیرند، ممکن است تحت خلأ بالا یا تحت فشار بیشتر از اتمسفر باشند. روش‌های نشت‌یابی به طور کلی در دو حالت انجام می‌گیرد. در حالت اول، نشت‌یاب معمولاً، نزدیک به حد پایین فشار نهایی خود عمل می‌کند. در حالت دوم، نشت‌یاب غالباً در بیشینه فشار عملکردی و یا فشار نزدیک به آن استفاده می‌گردد. مطابق با این دو وضعیت عملکردی، دو اصطلاح حساسیت تعریف می‌شود، «نرخ نشت کمینه قابل تشخیص» و «نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص» (به بند ۲ مراجعه شود).

این دو کمیت با یکدیگر مرتبط می‌باشند، اما عملاً به دست آوردن یکی از آن‌ها به وسیله محاسبات از دیگری امکان‌پذیر نمی‌باشد، لذا روش‌هایی برای تعیین هر دوی آنها مشخص شده است.

کاربردهای این استاندارد در این دسته‌بندی‌ها قرار می‌گیرند: نشت‌بندی[2]، کالیبراسیون نشت‌یاب، کالیبراسیون مربوط به نشت‌ها[3]، مخلوط‌های گازی، معیارهای پذیرش برای تجهیزات نشت‌یابی و روش اجرایی کلی جهت نشت‌بندی در زمینه خلأ.

1- Gas pockets
2- Leak tightness
3- Calibration of leaks

shaghool.ir

فناوری خلأ - کالیبراسیون دستگاه نشت‌یاب نوع طیف‌سنج جرمی

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های اجرایی به منظورکالیبراسیون نشت‌یاب‌های طیف‌سنج جرمی می‌باشد.

این استاندارد فقط در مورد نشت‌یاب‌هایی که برای نگهداری المان حسگر (تیوب طیف‌سنج جرمی) در فشار پایین، دارای سیستم خلأ بالای یکپارچه می‌باشند، کاربرد دارد. این استاندارد برای نشت‌یاب‌های با المان‌های حسگر بدون چنین سیستم خلأیی، کاربرد ندارد. همچنین باید درنظر داشت که روش‌های اجرایی ارائه شده در این استاندارد، آزمون کاملی جهت پذیرش را ارائه نمی‌کند.

این استاندارد در خصوص استفاده از گاز هلیوم-۴ به عنوان گاز ردیاب، کاربرد دارد. با وجود این، روش‌های اجرایی شرح داده شده در این استاندارد، می‌تواند برای دیگر گازهای ردیاب، مانند آرگون-۴۰، مشروط به رعایت احتیاط‌های مناسب، استفاده شود.

کاربرد این استاندارد به نشت‌یاب‌هایی که قادر به تشخیص نشت‌های کوچکتر از $10^{-12}\ Pa.m^3.s^{-1}$ نمی‌باشد، محدود می‌شود.

در این استاندارد دو روش اجرایی ارائه شده است؛ که روش اجرایی نخست برای تعیین نرخ نشت کمینه قابل تشخیص و روش اجرایی دیگر برای تعیین نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص می‌باشد. این دو روش اجرایی به ترتیب در «نشت‌یاب‌های برای خلأ بالا» و «نشت‌یاب‌های برای فشار بزرگتر از اتمسفر»، کاربرد دارد.

۲ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌روند.

۱-۲

زمینه (سیگنال پسماند)

background (residual signal)

shaghool.ir

۲-۱-۱

زمینه

background

در حالت کلی، مقدار غیرواقعی نشان‌داده شده به وسیله نشت‌یاب، بدون تزریق گاز ردیاب، می‌باشد. زمینه می‌تواند از تیوب طیف‌سنج جرمی (به بند ۲-۲-۸ مراجعه شود) یا مدارهای الکتریکی و الکترونیکی و یا هر دوی آن‌ها ناشی شود. (غالباً از این واژه برای بیان مقدار نشان‌داده شده ناشی از یون‌هایی غیر از یون‌های تولید شده از گاز ردیاب تزریق شده، به کار می‌رود).

۲-۱-۲

راندگی

drift

تغییرات نسبتاً آهسته در زمینه می‌باشد. پارامتر مهم، بیشینه راندگی اندازه‌گیری شده در یک بازه زمانی مشخص می‌باشد.

۲-۱-۳

نوفه

noise

تغییرات نسبتاً سریع در زمینه می‌باشد. پارامتر مهم، نوفه اندازه‌گیری‌شده در یک دوره زمانی مشخص می‌باشد.

۲-۱-۴

زمینه هلیوم

helium background

زمینه مرتبط با میزان هلیوم آزاد شده از دیواره‌های نشت‌یاب یا سیستم نشت‌یابی می‌باشد.

۲-۲

اجزاء

components

shaghool.ir

۱-۲-۲

مسیر ورودی یا مسیر ورودی نمونه

inlet line or sample inlet line

مسیری که گاز ردیاب از قطعه تحت آزمون تا نشت‌یاب طی می‌کند.

۲-۲-۲

شیر ورودی

inlet valve

شیری که در انتهای مسیر ورودی نمونه و نزدیک نشت‌یاب قرار می‌گیرد (به شکل ۱ مراجعه شود). عموماً شیر ورودی بخشی از نشت‌یاب می‌باشد.

۳-۲-۲

شیر ایزوله نشت

leak isolation valve

شیری که بین نشت مورد استفاده جهت آزمون نشت‌یاب و مسیر ورودی نمونه قرار می‌گیرد (به شکل ۱ مراجعه شود).

۴-۲-۲

شیر پمپ

pump valve

شیری که بین پمپ مورد استفاده جهت تخلیه مسیر ورودی و همان مسیر قرار می‌گیرد (به شکل ۱ مراجعه شود).

۵-۲-۲

شیر هواکش

vent valve

شیری که به هوا یا هر گاز دیگری اجازه ورود به فضای خلأ شده به منظور افزایش فشار آن فضا تا فشار اتمسفر را می‌دهد (به شکل ۱ مراجعه شود).

shaghool.ir

۶-۲-۲

کنترل برگشت به قبل؛ کنترل صفر

backing-off control; zero control

کنترل الکتریکی (موجود در بیشتر نشت‌یاب‌ها) که جهت جابه‌جایی نشان‌گر خروجی تجهیز، می‌تواند استفاده گردد. اغلب اوقات کنترل صفر به معنی کنترل برگشت به قبل جهت برگرداندن نشان‌گر خروجی به عدد صفر می‌باشد.

۷-۲-۲

فیلامان

filament

منبع الکترون‌ها (گرمایی) که گاز را در تیوب طیف‌سنج جرمی یونیزه می‌کند؛ فیلامان در داخل این تیوب قرار می‌گیرد.

۸-۲-۲

تیوب طیف‌سنج جرمی

mass spectrometer tube

آن بخشی از نشت‌یاب که در آن گاز ردیاب یونیزه و تشخیص داده می‌شود.

۳-۲

گاز ردیاب

search gas

گازی که در آزمون خلأ به سطح بیرونی تجهیز تحت آزمون نشت اعمال شده و بعد از ورود به تجهیز از محل نشت، تشخیص داده می‌شود. این گاز در آزمون فشار به داخل تجهیز تحت آزمون وارد شده و پس از خروج از محل نشت، تشخیص داده می‌شود.

۴-۲

نشت‌ها

leaks

shaghool.ir

۲-۴-۱

نشت (اسم)

Leak (*n*)

در فناوری خلأ، سوراخ، تخلخل، المان تراوا یا ساختار دیگری در دیواره یک محفظه که قادر به عبور گاز از یک طرف دیواره به سمت دیگر به علت اختلاف فشار یا غلظت می‌باشد.

همچنین، وسیله‌ای است که می تواند برای ورود گاز به یک سیستم تحت خلأ استفاده گردد.

۲-۴-۲

نشت مجرایی

channel leak

نشتی که شامل یک یا چند مسیر مجزا بوده به گونه‌ای که در حالت ایده‌آل ممکن است مانند یک لوله موئین بلند رفتار کند.

۲-۴-۳

نشت غشائی

membrance leak

نشتی که اجازه می‌دهد گاز، از طریق تراوش از یک دیواره غیر متخلخل، جریان یابد. این دیواره، برای گاز هلیوم ممکن است از جنس شیشه، کوارتز و یا دیگر مواد مناسب باشد.

۲-۴-۴

نشت مولکولی

molecular leak

نشتی که در آن نرخ جرمی شارش[1] با ریشه دوم جرم مولکولی گاز شارش شونده، نسبت معکوس دارد.

۲-۴-۵

نشت گرانرو

viscous leak

نشتی که در آن نرخ جرمی شارش با گرانروی گاز نسبت معکوس دارد.

1- Mass rate of flow

shaghool.ir

۶-۴-۲

نشت کالیبره

calibrated leak

وسیله نشتی که یک نرخ جرمی شارش مشخص از یک گاز خاص و تحت شرایط مشخص را فراهم می‌سازد.

۷-۴-۲

نشت استاندارد

standard leak

نشت کالیبره شده‌ای که نرخ نشت آن تحت شرایط استاندارد مشخص شده است یعنی، دمای °C (۷ ± ۲۳)، فشار ٪ ۵ ± ۱۰۰ kPa، در یک سمت نشت و فشار در سمت دیگر به قدری پایین باشد که اثر ناچیزی در نرخ نشت داشته باشد.

۸-۴-۲

نشت مجازی

virtual leak

نشت ظاهری (غیرواقعی) که در اثر تغییر و تحول گاز یا بخار داخل یک سیستم به وجود می‌آید.

۵-۲

نرخ‌های نشت

leak rates

۱-۵-۲

نرخ نشت

leak rate

قابلیت عبوردهی یک گاز مشخص از یک مسیر نشت تحت شرایط مشخص می‌باشد، که بر حسب یکای $Pa.m^3.s^{-1}$ بیان می‌شود.

shaghool.ir

۲-۵-۲

نرخ نشت استاندارد هوا

standard air leak rate

قابلیت عبوردهی از یک نشت هوای اتمسفر با نقطه شبنم کمتر از°C ۲۵- تحت شرایط استاندارد مشخص شده: فشار ورودی ٪ ۵ ± ۱۰۰ kPa، فشار خروجی کمتر از kPa ۱و دما °C (۷ ± ۲۳).

۳-۵-۲

نرخ نشت استاندارد معادل هوا

equivalent standard air leak rate

نشت‌های با مسیر کوتاه دارای نرخ نشت استاندارد کمتر از 10^{-7} $Pa.m^3.s^{-1}$ تا 10^{-8} $Pa.m^3.s^{-1}$ از نوع جریان مولکولی هستند (به زیربند ۳-۴-۴ مراجعه شود). هلیوم (جرم مولکولی نسبی[1] ۴) سریع‌تر از هوا (جرم مولکولی نسبی ۲۹٫۰) از یک مسیر نشت یکسان عبور می‌نماید و بنابراین یک نرخ جریان مشخص هلیوم متناظر با نرخ کمتری از جریان هوا می‌باشد. در این استاندارد، جریان هلیوم اندازه‌گیری می‌شود و «نرخ نشت استاندارد معادل هوا» با ضرب مقدار $\sqrt{4/29} = 0.37$ در این جریان اندازه‌گیری شده تحت شرایط استاندارد به دست می‌آید (به زیربند ۳-۵-۲ مراجعه شود).

۶-۲

عملکرد نشت‌یاب

operation of the leak detector

۱-۶-۲

قله (اسم)

peak (*n*)

مقدار بیشینه ثبت شده روی نمودار، هنگامی که نشت‌یاب در حال اسکن (به بند ۲-۶-۳ مراجعه شود) جرمی، با حضور گاز ردیاب (گازی که دستگاه به آن حساس است) می‌باشد.

1- Relative molecular mass

shaghool.ir

۲-۶-۲

به قله‌رساندن (فعل)

peak (*v*)

تنظیم کردن کنترل اسکن نشت‌یاب به گونه‌ای که خروجی مربوط به گاز ردیاب ورودی بیشینه شود. نـوعی تنظیم کردن است.

۲-۶-۳

اسکن کردن (فعل)

scan (*v*)

تغییر دادن ولتاژ شتابده (یا پارامترهای عملکردی معادل دیگر) دستگاه نشت‌یاب، به ویژه، در کل محدوده ولتاژی که شامل ولتاژ مورد نیاز برای ایجاد قله گاز ردیاب می‌باشد.

۲-۶-۴

تنظیم کردن (فعل)

tune (*v*)

در فناوری نشت‌یابی، تنظیم یک یا چندین کنترل‌کننده نشت‌یاب که در نتیجه آن پاسخ‌دهی به گاز ردیاب بیشینه شود. اگر تنظیم کردن فقط با ابزار کنترلی اسکن کننده انجام گیرد به آن قله‌یابی می‌گویند.

۲-۶-۵

صفر کردن (فعل)

zero (*v*)

تنظیم کردن کنترل برگشت به عقب یا کنترل صفر، به منظور این که نمایش‌گر خروجی دستگاه نشـت‌یـاب در نقطه صفر نمایش‌گر یا هر نقطه مرجع دیگر قرار گیرد.

۲-۷

غلظت نسبی گاز

relative gas concentration

shaghool.ir

۱-۷-۲

نسبت غلظت

concentration ratio

مانند کسر مولی می‌باشد (به بند ۲-۷-۲ مراجعه شود).

۲-۷-۲

کسر مولی

mole fraction

نسبت تعداد اتم‌ها (یا مولکول‌های) یک جزء تشکیل‌دهنده مخلوط به تمام اتم‌ها (یا مولکول‌های) آن مخلوط را گویند. برای گازهای ایده‌آل، کسر مولی دارای مقدار یکسان با کسر حجمی می‌باشد؛ عموماً نشت‌یاب‌ها در فشارهایی کار می‌کنند که گاز، رفتار ایده آل دارد.

۳-۷-۲

فشار جزئی

partial pressure

در یک مخلوط گازی، فشار جزئی یک جزء تشکیل دهنده، حاصل ضرب فشار کلی مخلوط در کسر مولی یـا نسبت غلظت یک جزء مشخص تشکیل دهنده، می‌باشد.

۸-۲

عبارت‌های حساسیت

sensitivity terms

۱-۸-۲

حساسیت

sensitivity

تغییر در خروجی دستگاه تقسیم بر تغییر در ورودی آن که منجر به پاسخ‌دهی دستگاه می‌شود.

shaghool.ir

۲-۸-۲

سیگنال کمینه قابل تشخیص

minimum detectable signal

سیگنال خروجی ناشی از ورود گاز ردیاب که معادل حاصل جمع نوفه و راندگی است.

۳-۸-۲

نشت کمینه قابل تشخیص، نرخ نشت کمینه قابل تشخیص

minimum detectable leak, minimum detectable leak rate

کمترین نشتی که با نرخ نشت استاندارد هوای مربوط به آن مشخص می‌گردد که این نرخ نشت می‌تواند به طور واضح با یک نشت‌یاب معین تشخیص داده شود (به بند ۱ مراجعه شود). نرخ نشت کمینه قابل تشخیص به چند فاکتور بستگی دارد؛ به طور فیزیکی، به نرخ حجمی شارش[1] q_{vi} گاز ردیاب (اندازه‌گیری شده در منبع یون) و فشار جزئی کمینه p_g گاز ردیاب (که می‌تواند در منبع یون تشخیص داده شود). مطابق با رابطه زیر:

نرخ نشتی کمینه قابل تشخیص = $p_g \times q_{vi}$

نرخ نشت کمینه قابل تشخیص به صورت نسبت سیگنال کمینه قابل تشخیص و میزان حساسیت محاسبه می‌شود.

یادآوری- یکی از اهداف این استاندارد تشریح یک روش اجرایی کاربردی برای محاسبه نرخ نشت کمینه قابل تشخیص با در نظر گرفتن فاکتورهای زمینه، نرخ حجمی شارش (سرعت پمپاژ) و فاکتور زمان می‌باشد.

۴-۸-۲

نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص

minimum detectable concentration ratio

کمترین نسبت غلظت گاز ردیاب مشخص در مخلوط هوا که به طور واضح می‌تواند به وسیله یک دستگاه نشت‌یاب معین تشخیص داده شود؛ هنگامی که مخلوط با نرخ مشخص (به اندازه‌ایی که فشار را در تجهیز تا مقدار بالای بهینه خود افزایش دهد) به نشت‌یاب تزریق می‌شود. در این استاندارد، نرخ نشت کمینه قابل تشخیص، (به وسیله روش اجرایی قراردادی) از مشاهدات زمان پاسخ نشت‌یاب به مخلوط هوا و گاز هلیوم (با نسبت غلظت مشخص هلیوم) محاسبه شده است (به زیربند ۳-۵ مراجعه شود).

1 - Volume rate of flow

shaghool.ir

۹-۲

فاکتورهای زمان

time factors

۱-۹-۲

ثابت زمانی τ

time constant τ

فاصله زمانی لازم برای اندازه‌گیری خروجی دستگاه یا سیستم به اندازه $1 - \frac{1}{e}$ یا ٪ ۶۳ تغییر مقدار نهایی خروجی (در شرایط پایدار) که در اثر تغییر ناگهانی شرایط ورودی ایجاد شده است.

۲-۹-۲

زمان پاسخ

response time

مقدار ثابت زمانی متناظر با تغییر از صفر یا نرخ نشت کم، تا نرخ نشت بزرگتر یا مثبت نشان‌دهی می‌باشد.

۳-۹-۲

زمان پاک‌سازی

cleanup time, clearing time

فاصله زمانی متناظر با تغییر از نرخ نشت مثبت نمایش‌گر تا صفر یا نرخ نشت کم نمایش‌گر می‌باشد.

یادآوری- در این استاندارد زمان پاسخ و زمان پاک‌سازی یکسان فرض شده است.

۳ شرایط آزمون

۳-۱ دمای محیط

دمای محیط باید در محدوده °C (۷ ± ۲۳) باشد.

۳-۲ فشار محیط

فشار محیط باید در محدوده ٪ ۵ ± ۱۰۰ kPa باشد. هنگامی که میزان انحراف فشار ۱۰۰ kPa از ٪ ۵ تجاوز نماید. بهتر است یک ضریب مناسب با عدم صحت قابل قبول ٪ ۵ اعمال شود.

shaghool.ir

۳-۳ نشت‌ها

۳-۳-۱ کلیات

در این استاندارد دو نشت یکی با نرخ نشت کوچک و دیگری با نرخ نشت بزرگ مورد نیاز می باشد. نرخ نشت کوچک برای تعیین نشت کمینه قابل تشخیص و نشت بزرگ برای تعیین نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص استفاده می‌گردد. توصیه می‌شود نشت کوچک که ممکن است از نوع غشایی یا کانالی باشد، کالیبره شود. ترجیحاً نشت بزرگ بهتر است قابلیت تغییر نرخ نشت را داشته باشد اما الزامی نیست. نشت‌ها در زیر بندهای ۳-۳-۲ الی ۳-۳-۴ مشخص شده‌اند.

۳-۳-۲ نشت کانال کوچک

در این نوع نشت، نرخ نشت هنگامی که گاز هلیوم (فشار ۱۰۰ kPa و در دمای °C (۷ ± ۲۳) از آن عبور کرده و سپس به سمت نشت‌یاب تحت آزمون می‌رود، انحرافی در نمودار ثبت کننده تولید می‌شود که از ۵۰ برابر سیگنال کمینه قابل تشخیص، کمتر نیست (به زیربند ۶-۱-۲ مراجعه شود). نشت‌یاب باید مانند زیربند ۴-۳ تنظیم شود. یک تصحیح دمایی نیز باید برای نشت، مشخص گردد و این تصحیح برای تفاوت بین دمای نشت هنگام استفاده و دمایی که در آن نشت کالیبره شده، اعمال می‌شود.

۳-۳-۳ نشت غشایی کوچک

این نوع نشت، دارای یک منبع گاز هلیوم (فشار هلیوم نباید از ۱۰۰ kPa کمتر باشد) آب‌بندی شده می‌باشد. گاز هلیوم با نرخی که انحرافی مانند نشت کانال کوچک تولید می‌کند، نشت می‌یابد (به زیربند ۳-۳-۲ مراجعه شود). یک تصحیح دمایی نیز باید برای نشت، مشخص شود و این تصحیح برای تفاوت بین دمای نشت هنگام استفاده و دمایی که در آن نشت کالیبره شده، اعمال می‌شود.

۳-۳-۴ نشت بزرگ (قابل تنظیم)

این نشت باید گرانرو باشد، که ثابت بوده یا طوری تنظیم شود که ورودی آن هوای محیط بوده و هنگام اتصال به یک نشت‌یاب، فشار داخل نشت‌یاب به فشار عملکردی بالای بهینه (به میزان ٪ ۵۰ ±) مشخص شده توسط سازنده افزایش یابد.

۳-۴ گاز هلیوم

توصیه می‌شود این گاز حداقل دارای خلوص ٪ ۹۹ هلیوم باشد (که به صورت تجاری در بطری عرضه می‌شود).

shaghool.ir

۳-۵ مخلوط هلیوم

توصیه می‌شود هلیوم و هوا با نسبت غلظت مشخص هلیوم به نحوی مخلوط می‌شوند که چنانچه این مخلوط در فشار ٪ ۵ ± ۱۰۰ kPa و دمای °C (۷± ۲۳) به نشت بزرگ (قابل تنظیم) تزریق (به زیربند ۳-۳-۴ مراجعه شود) و پس از آن به نشت‌یاب تحت آزمون وارد شود، انحرافی به مقدار حداقل ۱۰ برابر سیگنال کمینه قابل تشخیص، تولید کند (به زیربند ۶-۱-۲ مراجعه شود).

در صورت امکان، هوای اتمسفر می‌تواند به عنوان یک مخلوط هلیومی استفاده شود. در هر دو صورت، هوای مورد استفاده برای مخلوط، باید در نقطه‌ای حداقل m ۲ خارج از ساختمانی که تجهیزات آزمون در آن قرار دارند، به دست آید. نسبت غلظت هلیوم باید با C_M نشان داده شده و به صورتی نمایش داده شود که صورت کسر همواره یک باشد. در حالت دیگر، نسبت غلظت هلیوم ممکن است به نسبت تعداد ذرات هلیوم در یک میلیون ذرات مخلوط (تعداد اجزا در میلیون، ppm[1]، در واحد حجم) بیان گردد. توصیه می‌شود نسبت غلظت هلیوم در هوا به طور قراردادی ۱/۲۰۰۰۰۰ یا ۵ قسمت در یک میلیون داده شود و توصیه می‌شود این عدد هنگامی که مخلوط فراهم شده محتوی هلیوم بیشتری است، به حساب آید (طبق آخرین اندازه‌گیری‌ها میزان غلظت هلیوم در هوا ppm ۵٫۲۴ بوده است).

۴ دستگاه

۴-۱ کلیات

۴-۱-۱ نشت‌یاب

۴-۱-۱-۱ دستگاه نشت‌یابی که در اینجا مورد بررسی قرار می‌گیرد اساساً یک تجزیه‌کننده گاز است که اصول طیف‌سنج جرمی در آن به کار گرفته شده است. در تیوب طیف‌سنج جرمی، ابتدا مخلوطی از گازهای عبوری از قطعه تحت آزمون، یونیزه شده و سپس به صورت دنباله‌ای از گروه‌ها یا پرتوهای یونی تفکیک می‌گردد که هر پرتو یا گروه در حالت ایده‌آل نمایان‌گر یک نوع گاز منفرد می‌باشد (در واقع یون‌های هر دسته دارای نسبت جرم به بار یکسان می‌باشد). در دستگاه نشت‌یاب، وسیله‌ای برای تنظیم کردن دستگاه فراهم شده است، به نحوی که تنها پرتوهای ایجاد شده به وسیله هلیوم به جمع‌کننده یون برخورد نماید (آشکارساز معمولاً می‌تواند برای پاسخ به سایر گازها دوباره تنظیم شود). جریان الکتریکی تولید شده به وسیله باریکه یون، تقویت شده و شدت آن، مقدار فشار جزئی گاز هلیوم در نمونه ورودی است. فرض می‌شود که یونش گاز به وسیله الکترون‌های یک فیلامان داغ تولید می‌شود.

۴-۱-۱-۲ نشت‌یاب‌ها از یک تیوب طیف‌سنج جرمی، یک سیستم خلأ بالا به منظور نگهداری و حفظ خلأ تیوب به همراه یک جریان از نمونه گاز عبوری یا ورودی به تیوب، منابع تغذیه و یک تقویت‌کننده جریان

1- Parts per million

shaghool.ir

یون، تشکیل شده‌اند. خروجی تقویت‌کننده به روش‌های مختلف قابل نمایش است و در اغلب موارد یک نمایش‌گر الکتریکی، یکی از وسایلی است که برای این منظور انتخاب می‌شود. به هر حال برای اهداف این استاندارد، فرض بر آن است که خروجی بر روی یک ثبت کننده نموداری نمایش داده می‌شود. وسایلی برای کاهش خروجی در نظر گرفته شده است به نحوی که گستره وسیعی از اندازه نشت‌ها قابل تشخیص و اندازه‌گیری می‌باشد. به عبارت دیگر نشت‌یاب می‌تواند به سطوح مختلفی از تشخیص، تنظیم شود که از این پس به عنوان تنظیم حساسیت ارجاع داده می‌شود.

۴-۱-۱-۳ از آنجا که تیوب طیف‌سنج ملزم به دریافت گاز نمونه از سیستم تحت آزمون می‌باشد و همچنین باید تحت خلأ نگهداری شود، یک خط ورودی برای هدایت گاز از خارج به تیوب طیف‌سنج فراهم شده است و این خط ورودی باید دارای یک شیر جداسازی[1] به نام «شیر ورودی» باشد. همچنین یک نمایش‌گر فشار نیز قرار داده شده است که به وسیله آن فشار داخل تیوب طیف‌سنج قابل مشاهده بوده و مانع از افزایش فشار به بیش از بیشینه فشاری کاری تعیین شده، می‌شود.

۴-۱-۲ ثبت‌کننده نمودار

۴-۱-۲-۱ این تجهیز، وسیله‌ای با قابلیت حداقل یک ساعت ذخیره‌سازی و مناسب جهت ثبت خروجی نشت‌یاب تحت آزمون می‌باشد. زمان پاسخ دستگاه ثبت‌کننده باید به مقدار کافی کوچک باشد تا مانع از بروز خطا در زمان پاسخ نشت‌یاب شود.

۴-۱-۲-۲ توصیه می‌شود بین ثبت‌کننده و نمایش‌گر خروجی، برهم‌کنش ناچیزی وجود داشته باشد. به عنوان مثال سرعت عقربه هرکدام نباید به مقداری سیگنال الکتریکی تولید کند که نمایش‌گر دیگر را تحت تأثیر قرار دهد. چنانچه ثبت‌کننده به صورت موازی به اندازه‌گیر متصل شده باشد، اگر مقاومت ورودی هریک ۲۰۰ برابر مقاومت منبع ولتاژ مشترک آن‌ها باشد، این برهم‌کنش ناچیز خواهد بود.

۴-۲ چیدمان آزمون

۴-۲-۱ دستگاه نشت‌یاب، مطابق آنچه در شکل (۱) نشان داده شده است، به یک سیستم کمکی متصل می‌شود (در بیشتر موارد سیستم کمکی به عنوان یک بخش یکپارچه همراه با نشت‌یاب است).

۴-۲-۲ سیستم باید دارای کمترین تعداد لاستیک یا سایر سطوح پلیمری باشد. ترجیحاً این سطوح فقط سطوح اورینگ(های) در معرض گاز باشد. بر همین اساس، «شیر جدا کننده نشت» نشان داده شده در شکل (۱)، ترجیحاً باید ساختار تمام فلزی داشته و در هر صورت نباید به عنوان منبع عمده گاز هلیوم جذب شده عمل نماید.

1- Isolation valve

shaghool.ir

۴-۳ آماده‌سازی جهت آزمون

۴-۳-۱ دستگاه نشت‌یاب باید به یک منبع تغذیه که ولتاژ، فرکانس و تنظیمات آن منطبق بر مشخصات اعلامی سازنده است، متصل شده باشد.

۴-۳-۲ دستگاه نشت‌یاب باید قبل از انجام هرگونه آزمون، مطابق با آنچه سازنده مشخص کرده است، پیش گرم[1] شده باشد.

۴-۳-۳ دستگاه نشت‌یاب تحت آزمون باید به روشی که سازنده مشخص کرده است، برای تشخیص هلیوم به بهترین حالت تنظیم شده باشد.

۴-۳-۴ چنانچه سیستم خلأ نشت‌یاب، قابلیت تنظیم نرخ جریان (سرعت پمپاژ) را داشته باشد، این نرخ انتخابی نباید در مدت زمان انجام آزمون تغییر کند.

۴-۳-۵ ثبت‌کننده باید به نحوی تنظیم شود که خروجی تمام-مقیاس[2] آن با خروجی تمام-مقیاس نشت‌یاب در حالتی که نشت‌یاب در بیشترین حد حساسیت تنظیم شده است، همچنین صفر ثبت‌کننده با صفر خروجی نشت‌یاب، منطبق باشد.

۵ روش اجرایی آزمون

۵-۱ کلیات

به منظور تعیین نشت کمینه قابل تشخیص و/یا نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص، لازم است تا عملکرد نشت‌یاب در نزدیکی کران (مرز) حساسیت آن تعریف شود. بنابراین نخستین مرحله، تعیین سیگنال کمینه قابل تشخیص بر حسب نوفه و راندگی می‌باشد. بدین منظور حساسیت کلی تجهیز با ارجاع به یک نشت کالیبره شده، تعیین می‌شود.

۵-۲ نشت کمینه قابل تشخیص

۵-۲-۱ تعیین راندگی و نوفه

۵-۲-۱-۱ در حالتی که نشت‌یاب در وضعیت حساسیت بیشینه خود و شیر ورودی در حالت بسته قرار می‌گیرد، خروجی نشت‌یاب را به ثبت‌کننده متصل کنید (به زیربند ۴-۳ مراجعه شود).

۵-۲-۱-۲ در حالی که فیلامان روشن می‌باشد، کنترل برگشت به قبل (یا صفر) نشت‌یاب را به نحوی تنظیم کنیدکه ثبت‌کننده تقریباً ٪ ۵۰ تمام- مقیاس را بخواند.

1- Warm up
2- Full scale

shaghool.ir

۵-۲-۱-۳ خروجی را به مدت ۲۰ دقیقه یا تا زمانی که خروجی به مقدار تمام- مقیاس برای راندگی مثبت و یا مقدار صفر برای راندگی منفی برسد، ثبت کنید.

۵-۲-۱-۴ یک سری خطوط با زاویه قائم نسبت به محور زمان (محور افقی) و با فاصله زمانی یک دقیقه و از نقطه‌ای که روش اجرایی ذکر شده در زیربند ۵-۲-۱-۳ آغاز شده است، رسم کنید، به نحوی که منحنی به دست آمده در زیربند ۵-۲-۱-۳ را قطع نمایند. خطوطی که به این روش ترسیم شود، «خطوط ۱ دقیقه» نامیده خواهند شد.

۵-۲-۱-۵ منحنی‌های راندگی و نوفه را مطابق با زیربند ۶-۱-۱ بررسی کنید.

برای هر بخش از منحنی بین خطوط ۱ دقیقه مجاور به هم، خط مستقیم تقریبی رسم کنید.

۵-۲-۲ تعیین سیگنال جعلی

۵-۲-۲-۱ جهت تعیین این سیگنال به نشت کالیبره کوچک نیاز می‌باشد. چنانچه نشت کالیبره، دارای شیر مخصوص به خود بوده و این نشت و شیر ساختار تمام فلزی داشته باشند (بجز احتمالاً غشاء در نشت‌های از نوع غشایی)، می‌توان زیربند ۵-۲-۲ استاندارد را از روش اجرایی حذف نمود.

۵-۲-۲-۲ یک درپوش[1] فلزی مطابق آنچه در سمت چپ شکل (۱) نشان داده شده است، به نشت‌یاب متصل کنید.

۵-۲-۲-۳ در حالتی که فیلامان روشن است، خروجی نشت‌یاب را صفر کنید.

۵-۲-۲-۴ شیر جدا کننده نشت را باز کنید.

۵-۲-۲-۵ شیر پمپ را باز کنید.

یادآوری- برای ایمنی بیشتر، در این لحظه می‌توان فیلامان تیوب طیف‌سنج را خاموش کرد.

۵-۲-۲-۶ پس از آن که هوای اتمسفری بین درپوش و شیر ورودی تخلیه شد، شیر پمپ را ببندید.

۵-۲-۲-۷ بلافاصله شیر ورودی را به صورت تدریجی باز کنید. اجازه دهید تا فشار داخل نشت‌یاب ثابت شده و در مدت یک دقیقه تغییری در آن مشاهده نشود.

۵-۲-۲-۸ چنانچه فیلامان تیوب طیف‌سنج خاموش باشد، آن را روشن کنید.

۵-۲-۲-۹ زمانی که خروجی به یک مقدار ثابت رسید، و یا در هر صورت در مدت زمانی کمتر از ۳ دقیقه پس از شروع روش اجرایی زیربند ۵-۲-۲-۷، مقدار خوانش خروجی را یادداشت کنید.

1 - Plug

shaghool.ir

چنانچه نشت‌یاب در حالت حساسیت کاهش‌یافته تنظیم شده باشد، مقدار خوانش باید به تقسیمات مقیاس معادل برای حساسیت کامل تبدیل شود.

۵-۲-۲-۱۰ شیر جداکننده نشت را با بالاترین سرعت ممکن ببندید و پس از ۱۰ ثانیه مقدار خروجی را یادداشت کنید. در صورت لزوم مقدار خوانش را مطابق زیربند ۵-۲-۲-۹، تبدیل کنید.

۵-۲-۲-۱۱ شیر ورودی را ببندید.

۵-۲-۲-۱۲ شیر هواکش را باز کنید.

۵-۲-۲-۱۳ فقط درپوش را از خط ورودی جدا کنید. مابقی اتصالات در محل خود باقی بماند.

۵-۲-۲-۱۴ شیر هواکش را ببندید.

۵-۲-۳ تعیین حساسیت

۵-۲-۳-۱ نشت کالیبره کوچک را در محل پلاگ جدا شده (به زیربند ۵-۲-۲-۱۳ مراجعه شود) و دقیقاً در همان فاصله از اتصالات که پلاگ قرار داشته، نصب کنید.

۵-۲-۳-۲ درحالت فیلامان روشن، خروجی را صفر کنید.

۵-۲-۳-۳ شیر جدا کننده نشت را باز کنید.

۵-۲-۳-۴ شیر پمپ را باز کنید.

۵-۲-۳-۵ هلیوم را با فشار ٪ ۵ ± ۱۰۰ kPa به محل نشت اعمال کنید. چنانچه خود نشت دارای منبع هلیوم باشد، از این مرحله صرفنظر کنید.

یادآوری- فیلامان تیوب طیف‌سنج جرمی می‌تواند قبل از انجام زیر بند ۵-۲-۳-۶ خاموش شود.

۵-۲-۳-۶ پس از آن که هوای اتمسفری موجود بین نشت کالیبره و دستگاه نشت‌یاب تخلیه شد، شیر پمپ را ببندید.

۵-۲-۳-۷ بلافاصله پس از آغاز روش اجرایی مذکور در زیربند ۵-۲-۳-۶ شیر ورودی را باز کنید. اجازه دهید تا فشار داخل نشت‌یاب ثابت شده و در مدت یک دقیقه تغییری در آن مشاهده نشود.

۵-۲-۳-۸ چنانچه فیلامان تیوب طیف‌سنج جرمی خاموش باشد، آن را روشن کنید.

۵-۲-۳-۹ ممکن است در این مرحله نیاز به تغییر تنظیمات حساسیت باشد. هنگامی که سیگنال خروجی ثابت شده و تغییرات آن در مدت یک دقیقه از راندگی بزرگتر نباشد (طبق اصلاحات انجام شده برای تنظیم حساسیت)، خروجی خوانده شده برحسب تقسیمات مقیاس را یادداشت کنید. چنانچه نشت‌یاب در حالت حساسیت کاهش یافته قرار داشته باشد، مقدار خوانش باید به تقسیمات مقیاس معادل برای تنظیمات حساسیت کامل تبدیل شود.

shaghool.ir

۵-۲-۳-۱۰ بلافاصله پس از مرحله قبل، زمان‌سنج را فعال نموده و همزمان شیر جدا کننده نشت را به سرعت ببندید. و یا می‌توانید از علامت‌گذاری نمودار ثبت‌کننده برای نشان دادن زمان آغاز استفاده کرده و شیر جداکننده نشت را به سرعت ببندید.

۵-۲-۳-۱۱ به منظور تعیین زمان پاک‌سازی (به زیربند ۲-۹ مراجعه شود) لازم است تا خروجی به صورت پیوسته تحت نظر قرار گیرد. زمانی که خروجی تا ٪ ۳۷ مقدار خوانش در زیربند ۵-۲-۳-۹ کاهش یافت، زمان‌سنج را متوقف و مقدار آن را یادداشت کنید. همچنین می‌توان نمودار ثبت‌کننده را برای تعیین مدت زمان کاهش در خروجی تا مقدار مشخص شده، مورد بررسی قرار دهید.

یادآوری- زمان پاک‌سازی تابعی از تنظیمات حساسیت می‌باشد و چنانچه تنظیمات دیگری استفاده شده باشد، لازم است تا زمان مشاهده شده بر اساس زمان پاک‌سازی تنظیمات حساسیت کامل اصلاح شود.

۵-۲-۳-۱۲ یک دقیقه پس از بسته شدن شیر نشت (به زیر بند ۵-۲-۳-۱۰ مراجعه شود)، خروجی را یادداشت کنید. مقدار خروجی بر اساس تنظیمات حساسیت مطابق زیر بند ۵-۲-۳-۹ اصلاح شود.

۵-۳ نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص

۵-۳-۱ کلیات

۵-۳-۱-۱ تعیین نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص نیازمند وسیله‌ای در داخل نشت‌یاب تحت آزمون است تا بتواند قله هلیوم را اسکن کند. معمولاً این وسیله تنظیم کننده ولتاژ شتابده می‌باشد (به زیربند ۲-۶-۳ مراجعه شود). هنگامی که خروجی نشت‌یاب (تقسیمات مقیاس) بر حسب ولتاژ شتابده رسم شود، یک منحنی به دست می‌آید که مشخصات کلی آن در شکل ۲-الف با خطوط توپر نشان داده شده است. صعود منحنی تا قله B به دلیل حضور هلیوم می‌باشد. منحنی یکنواخت که با خط‌چین نشان داده شده است در اثر تغییر سیگنال زمینه ایجاد شده توسط سایر یون‌ها، بدون حضور هلیوم، می‌باشد. با وجود هلیوم و بدون وجود زمینه، منحنی به دست آمده متقارن بوده و از هر دو طرف قله ولتاژ بطور مجانبی به صفر کاهش می‌یابد. منحنی نشان داده شده در شکل ۲-الف، تقریب خوبی از تجمیع منحنی زمینه و منحنی متقارن هلیوم خالص می‌باشد.

۵-۳-۱-۲ لازم است توجه شود که همزمان با تغییر ولتاژ از سمت چپ به راست نمودار، در ابتدا خروجی کاهش یافته، سپس افزایش و در نهایت مجدداً کاهش می‌یابد. این تغییر جهت که حاکی از وجود هلیوم است به آسانی و از طریق مشاهده چشمی روند اسکن بر روی اندازه‌گیر، قابل تشخیص است. همزمان با کاهش تدریجی ورود هلیوم، روند بازگشت کوچک می‌شود تا در نهایت یک منحنی شبیه آنچه در شکل ۲-ب با خطوط توپر نمایش داده شده است حاصل شود. تحت این شرایط، خروجی هیچ‌گاه معکوس نمی‌شود و برای بازه ولتاژی بسیار کوچک، ثابت باقی می‌ماند. این شرایط به وضوح با مشاهده چشمی عادی

shaghool.ir

قابل تشخیص است. نسبت غلظت هلیومی که درغیاب نوفه و راندگی، این شرایط را ایجاد می‌نماید، نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص را مشخص می‌کند.

۵-۳-۱-۳ هلیوم زمینه، مشابه با شکل ۲-الف موجب افزایش رد اثر می‌شود. وضعیت کلی در شکل شماره ۲-پ نشان داده شده است. اولین (پایین‌ترین) منحنی با خطوط توپر نشان‌دهنده نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص می‌باشد. منحنی بعدی نشان‌دهنده خروجی هلیوم زمینه در غیاب هلیوم تزریقی می‌باشد. منحنی سوم نشان‌دهنده خروجی ناشی از هلیوم ورودی به علاوه هلیوم زمینه می‌باشد.

۵-۳-۱-۴ در تعیین راندگی و نوفه، هلیوم زمینه، سیگنال جعلی نامیده می‌شود.

۵-۳-۱-۵ در شرایط عملی نمی‌توان نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص را به روش اشاره شده در قبل به طور کاملاً صحیح تعیین نمود. در ادامه یک روش تعیین نسبتاً اختیاری برای محاسبه مقدار حساسیت، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای موارد تجربی ساده، نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص که از این طریق به دست می‌آید، منطقی می‌باشد.

۵-۳-۲ تعیین راندگی و نوفه

۵-۳-۲-۱ زمانی که نشت‌یاب در حالت حساسیت بیشینه تنظیم شده و شیر ورودی بسته است و نیز فیلامان در حالت خاموش قرار دارد، خروجی نشت‌یاب را به ثبت کننده متصل کنید. (به زیربند ۴-۳ مراجعه شود).

۵-۳-۲-۲ دستگاه نشت‌یاب را به یک سیستم کمکی مطابق آنچه در شکل (۱) نشان داده شده و در زیر بند ۴-۲-۱ مشخص شده است، متصل کنید.

۵-۳-۲-۳ یک نشت بزرگ (کالیبره شده یا قابل تنظیم) به نشت‌یاب متصل کنید (به شکل ۱ مراجعه شود).

۵-۳-۲-۴ هوای اتمسفری یا مخلوط هلیوم (به زیربند ۴-۵ مراجعه شود) با فشار ٪ ۵ ± ۱۰۰ kPa به محل نشت تزریق می‌شود. چنانچه از هوای اتمسفری استفاده شود، خط تغذیه نباید به عنوان یک منبع هلیوم عمل نماید و ترجیحاً باید ساختار تمام فلزی داشته باشد.

۵-۳-۲-۵ شیر جدا کننده نشت را باز کنید.

۵-۳-۲-۶ شیر پمپ را باز کنید.

۵-۳-۲-۷ پس از آن که هوای اتمسفری بین نشت و شیر ورودی تخلیه شد، شیر ورودی را باز کنید.

۵-۳-۲-۸ شیر پمپ را ببندید.

shaghool.ir

۵-۳-۲-۹ چنانچه از نشت قابل تنظیم استفاده شود، نشت را به گونه‌ای تنظیم کنید که فشار داخل نشت‌یاب در بهترین مقدار آن که در زیر بند ۴-۳-۳ مشخص شده است، قرار گیرد.

۵-۳-۲-۱۰ فیلامان را روشن و در صورت لزوم تنظیم حساسیت را در حد بیشینه آن قرار دهید که منجر به نشان‌دهی درون-مقیاس ثبت‌کننده[1] می‌شود.

۵-۳-۲-۱۱ کنترل برگشت به قبل (یا صفر) نشت‌یاب را به نحوی تنظیم کنید که خوانش ثبت کننده تا حد امکان نزدیک به ٪ ۵۰ تمام-مقیاس باشد.

۵-۳-۲-۱۲ خروجی را به مدت ۲۰ دقیقه یا تا زمانی که خروجی به مقدار تمام-مقیاس برای راندگی مثبت و یا مقدار صفر برای راندگی منفی برسد، ثبت کنید. این مقادیر ثبت شده منحنی راندگی نامیده می‌شود.

۵-۳-۲-۱۳ کنترل حساسیت را در حالت حساسیت کامل تنظیم کنید. اگر نشان‌دهی خارج مقیاس است به وسیله کنترل برگشت به قبل (یا صفر)، آن را به مقدار وسط مقیاس برسانید. چنانچه این کار امکان‌پذیر نباشد، کنترل حساسیت را در بالاترین میزان حساسیتی تنظیم کنید که نشان‌دهی درون- مقیاس بوجود آورد. به وسیله کنترل برگشت به قبل (یا صفر)، نشانده را به مقدار وسط مقیاس برسانید.

۵-۳-۲-۱۴ خروجی را به مدت ۲۰ دقیقه یا تا زمانی که خروجی خارج- مقیاس است، ثبت کنید. این مقادیر ثبت شده منحنی نوفه نامیده می‌شود.

۵-۳-۲-۱۵ منحنی‌های نوفه و راندگی را مطابق زیربند ۶-۱-۱ بررسی نمایید.

۵-۳-۳ تعیین سیگنال جعلی

۵-۳-۳-۱ به کمک تجهیزاتی مشابه آنچه در بخش پایانی انتهای زیربند ۵-۳-۲-۱۳ وجود داشت، شیر جداکننده نشت را ببندید.

۵-۳-۳-۲ نشت‌یاب را در بیشترین حساسیتی که منجر به خوانش درون مقیاس می‌شود، قرار دهید. (در صورت نیاز، کنترل اسکن را برای قله هلیوم دوباره تنظیم کنید).

۵-۳-۳-۳ زمانی که سیگنال خروجی به یک مقدار ثابت رسیده و در مدت یک دقیقه تغییراتی مشاهده نگردید، قله هلیوم را مطابق با آنچه برای دستگاه مشخص شده است، اسکن کنید. به طور کلی، خروجی نموداری مشابه با آنچه در شکل ۲-الف نشان داده شده است، تولید خواهد کرد. این منحنی همچنان که در شکل با خطچین نمایش داده شده است، یکنواخت می‌باشد.

۵-۳-۳-۴ محور قائم AB را به عنوان میزان هلیوم زمینه در نظر بگیرید و B در بالاترین نقطه منحنی و A نیز دقیقاً در زیر آن قرار می‌گیرد.

1- On-scale recorder indication

shaghool.ir

۵-۳-۳-۵ چنانچه AB صفر نباشد، اسکن را برای بازه‌های زمانی ۱۵ دقیقه‌ای تکرار کنید تا زمانی که AB صفر شود یا در مدت ۳۰ دقیقه تغییر نکند.

۵-۳-۴ تعیین حساسیت

۵-۳-۴-۱ شیر ورودی را ببندید.

۵-۳-۴-۲ شیر جدا کننده نشت را باز کنید.

۵-۳-۴-۳ شیر پمپ را باز کنید.

یادآوری- فیلامان می‌تواند در این وضعیت خاموش شود.

۵-۳-۴-۴ پس از آنکه هوای اتمسفری بین نشت و شیر ورودی تخلیه شد، شیر ورودی را باز کنید.

۵-۳-۴-۵ شیر پمپ را ببندید.

۵-۳-۴-۶ زمانی که فشار داخل نشت‌یاب به یک مقدار پایدار رسید و در مدت ۱ دقیقه تغییری مشاهده نگردید، فیلامان را در صورتی که خاموش است، روشن کنید.

۵-۳-۴-۷ زمانی که خروجی به یک مقدار ثابت پایدار رسید و در مدت ۱ دقیقه تغییراتی بزرگتر از مقدار راندگی از خود نشان نداد (به زیربند ۶-۲-۱-۱ مراجعه شود) قله هلیوم را مطابق با آنچه برای دستگاه مشخص شده است، اسکن کنید. خروجی به طور کلی یک منحنی مطابق آنچه در شکل ۲-الف نشان داده شده است، تولید خواهد نمود. خروجی منحنی همان گونه که در شکل ۲-الف با خط‌چین نشان داده است، یکنواخت خواهد بود.

۶ بیان نتایج

۶-۱ روش تعیین نشت کمینه قابل تشخیص

۶-۱-۱ نوفه و راندگی

۶-۱-۱-۱ خطوط مستقیم تقریبی مطابق با زیربند ۵-۲-۱ را برای تعیین قسمت ۱ دقیقه‌ای از منحنی راندگی خروجی که دارای بیشترین شیب می‌باشد، مورد بررسی قرار دهید.

به بزرگترین شیب که در واحد تقسیمات مقیاس بر دقیقه اندازه‌گیری شده است، راندگی گفته می‌شود. چنانچه بزرگترین شیب، کوچکتر از تقسیمات مقیاس متناظر با ٪ ۲ تمام مقیاس ثبت‌کننده باشد، تغییرات کلی (مطلق) خروجی در دوره ۲۰ دقیقه را تعیین کنید. در این حالت، تغییرات کل تقسیم بر ۲۰، راندگی نامیده می‌شود.

shaghool.ir

۶-۱-۱-۲ برای هر بخش ۱ دقیقه‌ای از منحنی نوفه، بیشترین (مطلق) انحراف منحنی ثبت‌شده از خط مستقیم تقریبی را تعیین کنید.

۶-۱-۱-۳ میانگین این بیشترین انحرافات ضرب در عدد ۲، نوفه نامیده می‌شود (تقسیمات انحراف).

یادآوری- در تعیین نوفه، هر انحراف بزرگی که بیشتر از آنچه در طول منحنی ثبت‌شده رخ دهد، باید نادیده گرفته شود.

۶-۱-۲ سیگنال کمینه قابل تشخیص

سیگنال کمینه قابل تشخیص برابر با جمع مقادیر مطلق نوفه و راندگی در مدت ۱ دقیقه در نظر گرفته می‌شود و لازم است تا در تقسیمات مقیاس اندازه‌گیری شود. اگر این مجموع کمتر از تقسیمات مقیاس متناظر با ٪ ۲ تمام-مقیاس باشد، تقسیمات مقیاس متناظر با ٪ ۲ تمام-مقیاس به عنوان سیگنال کمینه قابل تشخیص نامیده می‌شود.

۶-۱-۳ تصحیح سیگنال جعلی

مقدار یادداشت شده در زیربند ۵-۲-۲-۱۰ را از مقدار یادداشت شده در زیربند ۵-۲-۲-۹ تفریق کنید. اگر تفاضل منفی باشد، صفر در نظر گرفته می‌شود. این تفاضل به عنوان «تصحیح سیگنال جعلی» نامیده شده و در زیربند ۶-۱-۴-۲ به کار گرفته خواهد شد.

۶-۱-۴ حساسیت

۶-۱-۴-۱ سیگنال تصحیح نشده ناشی از نشت کالیبره باید به عنوان تفاضل میان مقدار یادداشت شده در زیربند ۵-۲-۳-۹ و مقدار یادداشت شده در زیربند ۵-۲-۳-۱۲ پس از تبدیل لازم این مقادیر به مقادیر معادل تقسیمات مقیاس در حالت حساسیت کامل، در نظر گرفته شود.

۶-۱-۴-۲ سیگنال تصحیح شده ناشی از نشت کالیبره به عنوان تفاضل میان سیگنال تصحیح نشده (به زیربند ۶-۱-۴-۱ مراجعه شود) و تصحیح سیگنال جعلی در زیربند ۶-۱-۳ در نظر گرفته می‌شود. حساسیت به وسیله رابطه زیر محاسبه شده و همواره باید به همراه زمان پاسخ بیان شود:

$$\text{حساسیت، همراه با زمان پاسخ} = \frac{\text{سیگنال ناشی از نشت کالیبره}}{\text{نرخ نشت استاندارد نشت کالیبره یا نرخ نشت استاندارد معادل هوای نشت کالیبره}}$$

یکاها، تقسیمات مقیاس (در حالت حساسیت کامل) بر واحد نرخ نشت می‌باشند (به زیربندهای ۲-۵ و ۲-۸ مراجعه شود)

shaghool.ir

۶-۱-۵ نشت کمینه قابل تشخیص

نشت کمینه قابل تشخیص مطابق با زیربندهای ۶-۱-۲ و ۶-۱-۴-۲ با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{نشت کمینه قابل تشخیص، همراه با زمان پاسخ} = \frac{\text{سیگنال کمینه قابل تشخیص}}{\text{حساسیت}}$$

یکاها مشابه نرخ نشت می‌باشد.

۶-۲ روش تعیین نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص

۶-۲-۱ نوفه و راندگی

۶-۲-۱-۱ راندگی را با استفاده از منحنی راندگی مطابق با زیربند ۶-۱-۱-۱ تعیین کرده و برای هر تنظیم حساسیت کاهش یافته، اصلاح کنید.

۶-۲-۱-۲ نوفه را با استفاده از منحنی نوفه مطابق با زیربند ۶-۱-۱-۲ و ۶-۱-۱-۳ تعیین کنید.

۶-۲-۲ سیگنال کمینه قابل تشخیص

سیگنال کمینه قابل تشخیص باید مطابق با زیربند ۶-۱-۲ محاسبه شود.

۶-۲-۳ سیگنال جعلی

اگر AB (به شکل ۲-الف و زیربند ۶-۲-۴ مراجعه شود) نهایتاً صفر نشود، مقدار آن تعیین شده و به عنوان سیگنال جعلی (s.s) شناخته می‌شود (تقسیمات مقیاس).

چنانچه نشت‌یاب در حالت حساسیت کاهش یافته تنظیم شده است، سیگنال جعلی باید به مقدار معادل تقسیمات مقیاس در حالت حساسیت کامل تبدیل شود.

۶-۲-۴ نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص

بر روی منحنی‌ها، نقطه B (اسکن بیشینه)، نقطه A (مستقیماً زیر نقطه B)، نقطه D (اسکن کمینه) و نقطه C (مستقیماً زیر نقطه D) را علامت‌گذاری کنید. فاصله نقاط B، A و C از محور افقی نمودار (محور ولتاژ) را اندازه‌گیری کنید (تقسیمات مقیاس) و این عرض‌ها را به ترتیب b، a و c نام‌گذاری کنید. چنانچه نشت‌یاب در حالت حساسیت کاهش یافته تنظیم شده باشد، این عرض باید به مقدار معادل تقسیمات مقیاس در حالت حساسیت کامل، تبدیل شوند (به شکل ۲-الف و زیربند ۵-۳-۴-۷ مراجعه شود).

نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

shaghool.ir

$$\text{نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص} = \frac{C_M \times (c - a)}{(b - a - s.s)}$$

که در آن:

C_M نسبت غلظت مخلوط هلیوم (به بند ۳-۵ مراجعه شود)؛

$s.s$ سیگنال جعلی (به زیربند ۶-۲-۳ مراجعه شود)؛

a، b و c طبق تعاریف می‌باشند.

و یا اگر $(c - a)$ کمتر از سیگنال کمینه قابل تشخیص MDS باشد، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص} = \frac{C_M \times (MDS)}{(b - a - s.s)}$$

۷ گزارش آزمون

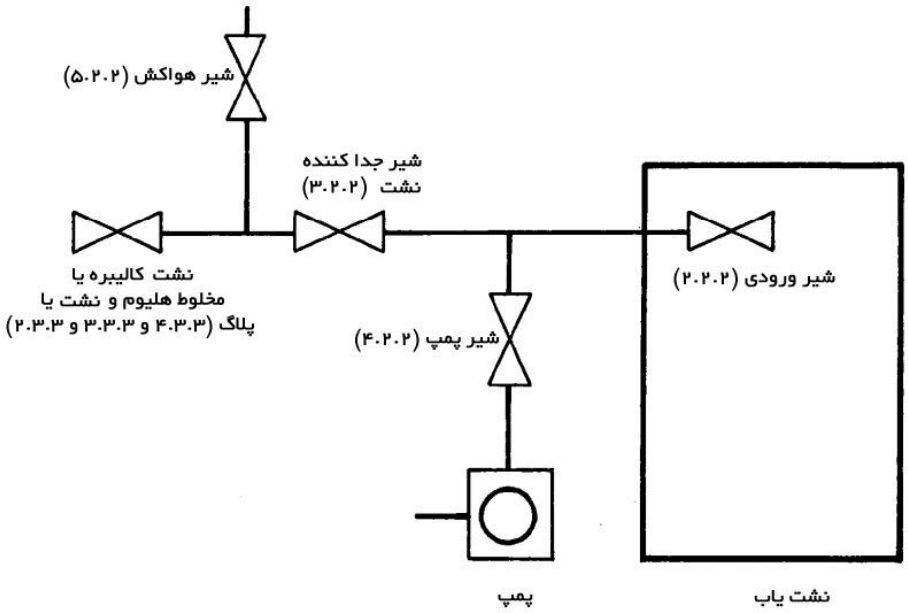
۷-۱ نتایج آزمون

گزارش آزمون باید دربردارنده نتایج مرتبط حاصل از آزمون‌های تشریح شده در بند ۵ و نتایج تعیین شده مطابق با بند ۶ به همراه شرح دقت نتایج حاصله باشد.

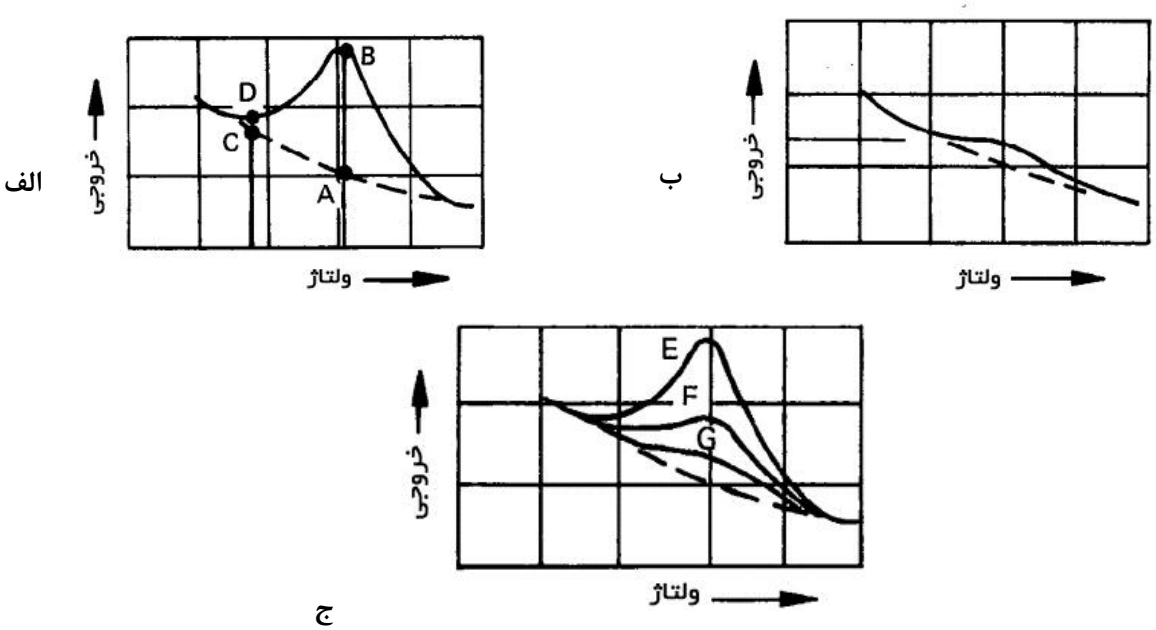
۷-۲ شرایط آزمون

گزارش آزمون باید شرایط آزمون را در زمان انجام آن، مطابق با جزئیات بند ۳ و با تأکید خاص بر روی گاز مورد استفاده در آزمون و دمای محیط، ثبت نماید.

shaghool.ir



شکل ۱ – چیدمان آزمون



راهنما :

E هلیوم کل

F زمینه هلیوم

G نسبت غلظت کمینه قابل تشخیص

شکل ۲ - نمایش گرافیکی خروجی نشت‌یاب بر حسب ولتاژ شتاب‌دهنده

shaghool.ir