



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۶۹۴-۱

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

19694-1

1st.Edition

2016

وسایل حفاظت تنفسی - تجهیزات و
روش‌های آزمون - قسمت ۱:
تعیین نشتی به طرف داخل

**Respiratory protective devices -
Methods of test and test equipment -
Part 1: Determination of inward leakage**

ICS: 13.340.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

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

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، 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 ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

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

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

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«وسایل حفاظت تنفسی - تجهیزات و روش‌های آزمون - قسمت ۱: تعیین نشتی به طرف داخل»

رئیس:

همت‌جو، یوسف

(کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)

سمت و / یا نمایندگی
مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی

دبیر:

هادی، کاظم

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اخچاری، شهاب

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

ترکمن، لیلا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

رنجبریان، لیلی

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

شرکت آرمان کاوشگران

سالک‌زمانی، مریم

(کارشناسی ارشد علوم تغذیه)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

شیخ‌زاده، داریوش

(متخصص بیهوشی و مراقبت‌های ویژه)

دانشگاه علوم پزشکی تبریز - عضو انجمن آنستزیولوژی و
مراقبت‌های ویژه ایران

صیادی، سعید

(کارشناسی ارشد مهندسی برق و الکترونیک)

شرکت بهساز طب

عبداله‌پور، روح‌انگیز

(کارشناسی مهندسی برق و الکترونیک)

شرکت ساتراپ طب مد

غفاری، مجتبی

(کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)

مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی

سازمان ملی استاندارد ایران - پژوهشگاه استاندارد

فرجی، رحیم
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

فولادپنجه، اکبر
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

کلینیک فیزیوتراپی یاس

نعیمی، لیلا
(کارشناسی فیزیوتراپی)

مرکز رشد فناوری تجهیزات پزشکی دانشگاه
علوم پزشکی تبریز

هاشمی اقدم، اسماعیل
(دکترای پزشکی)

دانشگاه علوم پزشکی تبریز - معاونت غذا و دارو - شبکه
بهداشت و درمان جلفا

یحیوی، اتابک
(کارشناسی علوم تغذیه)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
۵	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ پیش‌نیازهای آزمون
۳	۵ الزامات عمومی آزمون
۳	۶ اصول کلی
۶	۷ پانل آزمون انسانی
۶	۱-۷ کلیات
۶	۲-۷ انتخاب افراد تحت آزمون
۷	۸ عوامل آزمون
۷	۹ دستگاه آزمون
۸	۱۰ آماده‌سازی RPD
۸	۱-۱۰ کلیات
۸	۲-۱۰ پروب و لوله‌های نمونه
۱۲	۳-۱۰ دبی نمونه
۱۳	۴-۱۰ آماده‌سازی فیلتر RPD
۱۵	۵-۱۰ وسایل تامین‌کننده گازهای قابل‌تنفس
۱۵	۶-۱۰ وسایل تامین‌کننده گازهای قابل‌تنفس با ظرفیت فیلتراسیون افزایش یافته (RPD ترکیبی)
۱۵	۱۱ روش (ها)
۱۵	۱-۱۱ روش‌های آزمون - کلیات
۱۷	۲-۱۱ روش آزمون ۱: سولفور هگزا فلوراید (SF_6)
۲۰	۳-۱۱ روش آزمون ۲: سدیم کلراید (NaCl)

صفحه	عنوان
۲۸	روش آزمون ۳: آئروسول روغن ذرت
۳۰	گزارش آزمون
۳۰	عدم قطعیت اندازه گیری
۳۱	پیوست الف (الزامی) - کاربرد عدم قطعیت اندازه گیری
۳۳	پیوست ب (الزامی) - برنامه ورزشی آزمون
۳۸	پیوست پ (الزامی) - آزمون تخلخل مواد
۴۰	پیوست ت (الزامی) - پانل آزمون انسانی

استاندارد «وسایل حفاظت تنفسی- تجهیزات و روش‌های آزمون- قسمت ۱: تعیین نشتی به‌طرف داخل» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوطه توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و شصت و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۹۴/۱۲/۱۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 16900-1: 2015, Respiratory protective devices -Methods of test and test equipment -Part 1: Determination of inward leakage

وسایل حفاظت تنفسی - تجهیزات و روش‌های آزمون - قسمت ۱: تعیین نشتی به طرف داخل

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون برای اندازه‌گیری نشتی به طرف داخل (دم)^۱ و واسط‌های تنفسی (RI)^۲ و کل نشتی به طرف داخل^۳ و وسایل حفاظت تنفسی (RPD) کامل^۴، با استفاده از عوامل^۵ مشخص شده آزمون با لحاظ نمودن حرکات مشخص بدن در میزان فعالیت متابولیک معین است. این آزمون‌ها با استفاده از عوامل مشخصی که برای آزمون تعیین شده‌اند، تحت شرایط معینی در آزمایشگاه انجام می‌شوند و در نتیجه نشان‌دهنده عملکرد وسیله در استفاده واقعی نمی‌باشند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر ایناستاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- 2-1 ISO 16972, Respiratory protective devices - Terms, definitions, graphical symbols and units of measurement
- 2-2 ISO 16900-51), Respiratory protective devices- Methods of test and test equipment- Part 5: Breathing machine/metabolic simulator/RPD headforms/torso, tools and transfer standards
- 2-3 ISO 17420-3, Respiratory protective devices- Performance requirements- Part 3: Thread connection
- 2-4 ISO 21748, Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation
- 2-5 ISO/TS 16976-2:2010, Respiratory protective devices- Human factors- Part 2: Anthropometrics

-
- 1- Inward leakage
 - 2 -Respiratory interfaces
 - 3 -Ttotal inward leakage
 - 4 - Respiratory protective devices
 - 5 - Agents

۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۱-۳

RPD فیلترکننده پمپ‌دار^۱

نوعی از RPD که در آن هوا علاوه بر تنفس کاربر، به کمک دمنده^۲ نیز در فیلترها حرکت می‌کند.

۲-۳

وسیله متخلخل^۳

موادی در ساختمان RPD، به جز فیلترها، که گازها و بخارات در طول آزمون نشستی به طرف داخل، می‌توانند به آن نفوذ کرده و منجر به افزایش نشستی به طرف داخل شوند.

۳-۳

RPD فیلترکننده بدون پمپ

یک RPD که در آن هوا از میان فیلتر(ها) فقط توسط تنفس کاربر مکیده می‌شود.

۴ پیش‌نیازهای آزمون

استاندارد عملکرد باید شرایط آزمون را به شرح زیر مشخص کند:

الف- حداقل تعداد نمونه‌های آزمون؛

ب- تعداد افراد تحت آزمون و معیارهای انتخاب؛

پ- شرایط کار RPD؛

ت- حسب اقتضا، روش آزمون (شامل عامل آزمون و روش‌های نمونه‌برداری) که باید به کار رود؛

ث- برنامه ورزشی مورد استفاده؛

ج- حسب اقتضا، استفاده از کوران باد^۴ در طول اجرای آزمون خاص؛

چ- هرگونه استثنا از برنامه ورزشی مندرج در پیوست ب؛

ح- هرگونه آماده‌سازی قبلی و توالی آن‌ها و/یا آزمون مورد نیاز؛

1- Assisted filtering RPD

۱- اصطلاح assisted filtering کوتاه‌شده power-assisted filtering و به فیلتر کننده‌های فعالی اطلاق می‌شود که کار جدا کردن ذرات را به کمک نیروی مکش یا فشار پمپ انجام می‌دهند.

2- Blower

3- Porous device

4- Crosswinds

خ- هرگونه ویژگی‌های اختیاری^۱ RPD که باید در ارزیابی لحاظ شود؛
د- مشخصه‌هایی^۲ که باید به صورت ذهنی^۳ ارزیابی شوند (حسب اقتضاء).

۵ الزامات عمومی آزمون

جز در موارد ذکر شده، مقادیر مندرج در این استاندارد، به عنوان مقادیر اسمی بیان شده است. به جز حدود دما، مقادیری که به عنوان حداکثر یا حداقل بیان نشده‌اند باید دارای رواداری^۴ $\pm 5\%$ باشند. جز در موارد ذکر شده، دمای محیط آزمون باید بین 16°C و 32°C و رطوبت نسبی در محدوده $(30 \pm 50)\%$ باشد. هر حدود مشخص شده برای دما باید با درستی^۵ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ باشد.

۶ اصول آزمون

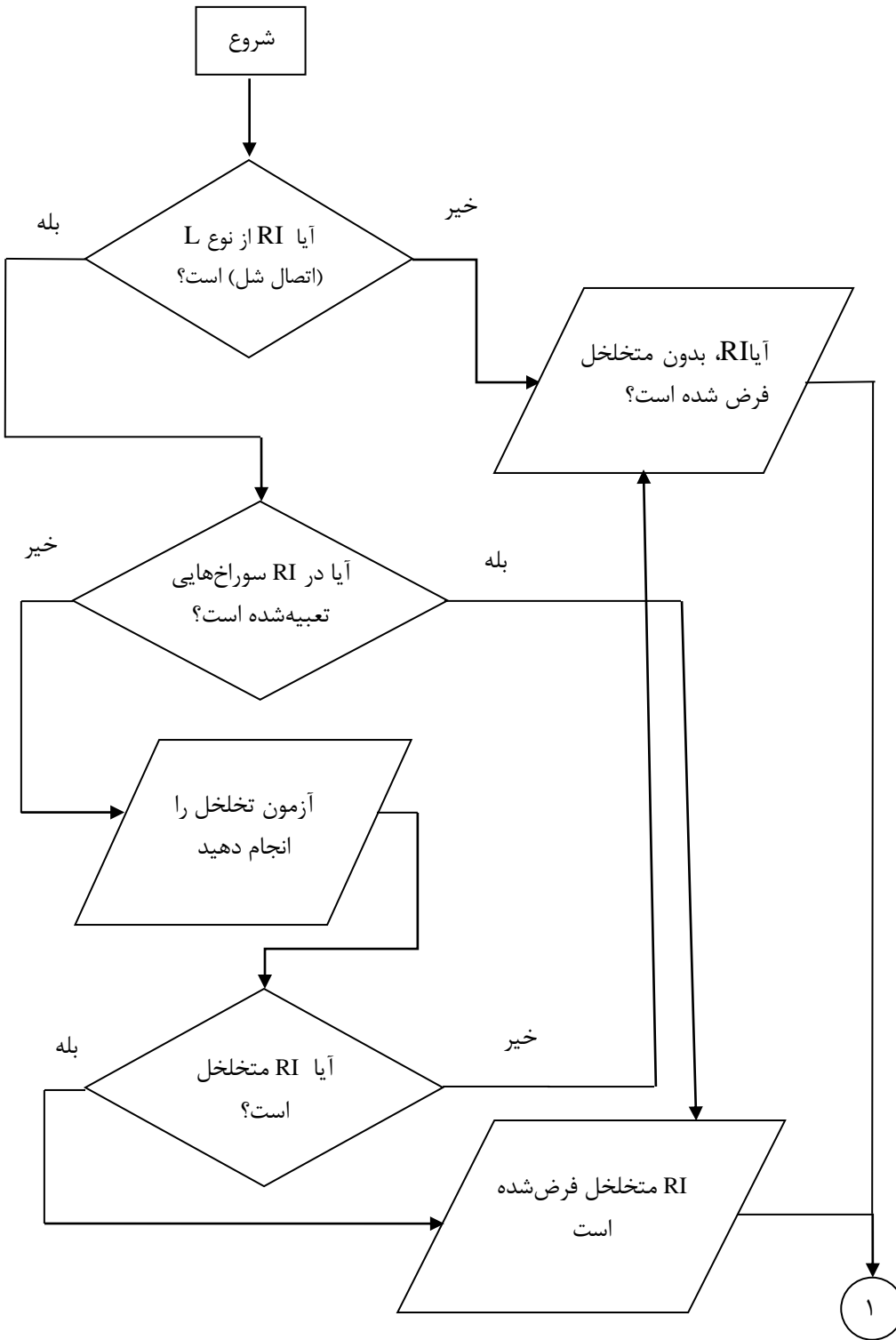
کاربر RPD مورد آزمون^۶، در حالی که به‌وسیله اتمسفر حاوی غلظت معلومی از ماده آزمون احاطه شده است، یک یک سری ورزش‌ها را انجام می‌دهد. در طول این ورزش‌ها، غلظت ماده آزمون در داخل و خارج از RI، اندازه-گیری و مقایسه می‌شود.

سه عامل آزمون شامل آئروسول جامد، آئروسول مایع و گاز تعیین شده‌اند. اصول کلی آزمون، برای تمام این مواد مشابه است. عامل(های) آزمون مورد استفاده، به نوع RPD تحت آزمون بستگی دارند و مطابق با شکل ۱ انتخاب می‌شود.

بادآوری- هنگامی که انتخاب گاز یا آئروسول مطابق با شکل ۱ مجاز باشد، روش‌های آزمون آئروسول ترجیح داده می‌شود، زیرا SF_6 گاز گلخانه‌ای محسوب شده و بهتر است در صورت امکان از آن استفاده نشود.

-
- 1- Optional features
 - 2- Characteristics
 - 3- Subjectively
 - 4- Tolerance
 - 5- Accuracy

۶- فردی که RPD را مورد استفاده قرار می‌دهد.



یادآوری - RPDهایی که به صورت باز با هوای آزاد کار می‌کنند نیازی به آزمون با دیگر گازها را ندارند و از این آزمون مستثنی هستند.

شکل ۱- تعیین تخلخل RI (واسط تنفسی)

۷ پانل آزمون انسانی

۱-۷ کلیات

۱-۱-۷ قبل از انجام آزمون‌هایی که بر روی انسان انجام می‌شود، باید هرگونه مقررات ملی یا مقررات دیگر شامل تاریخچه پزشکی، حساسیت‌های شناخته‌شده، معاینه، یا نظارت افراد تحت آزمون، مورد توجه قرار گیرند.

۲-۱-۷ افراد تحت آزمون باید توسط اشخاص دارای صلاحیت، در خصوص استفاده از RPD تحت آزمون، آموزش داده شوند.

۱-۲-۱-۷ مردان پانل شرکت‌کننده در آزمون باید ناحیه نشت‌بندی صورت^۱ را به‌طور تمیز اصلاح نمایند، مگر در مواردی که دستورالعمل تولیدکننده RPD مشخص کند که وسیله می‌تواند توسط افراد دارای ریش پوشیده شود.

۲-۲-۱-۷ افراد دارای جای زخم یا دیگر عیوب صورت در ناحیه نشت‌بندی صورت که ممکن است منجر به نشتی شود، نباید برای پانل آزمون انتخاب شوند.

۳-۲-۱-۷ افراد انتخاب‌شده برای آزمون باید از دستورالعمل تولیدکننده پیروی کنند، که می‌تواند شامل بررسی وضعیت نشت‌بندی صورت نیز باشد. اگر مشخص شود که فردی نمی‌تواند به نشت‌بندی کافی مطابق با دستورالعمل دست یابد، این فرد نباید برای آزمون نشتی به‌طرف داخل (دم) پذیرفته شود.

۴-۲-۱-۷ اگر تولیدکننده برای اندازه صورت استفاده‌کننده از وسیله، گستره‌ای را مشخص کرده باشد، فقط افرادی که اندازه آن‌ها در گستره مشخص‌شده باشد باید برای آزمون پذیرفته شوند.

۵-۲-۱-۷ در صورتی که بیش از یک اندازه واسط تنفسی ساخته‌شده باشد، افراد تحت آزمون، باید مطابق با اطلاعات ارائه‌شده توسط تولیدکننده، مناسب‌ترین اندازه را انتخاب کنند.

هنگام استفاده از روش شمارش ذرات، افراد تحت آزمون باید حداقل ۳۰ دقیقه قبل از استفاده از RPD، از سیگارکشیدن خودداری کنند.

۲-۷ انتخاب افراد تحت آزمون

پانل آزمون انسانی باید با تعریف مندرج در بند ۸-۳ استاندارد ISO/TS 16976-2:2010، [پانل تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)]^۲ مطابقت داشته باشند. اطلاعات بیشتر در پیوست د ارائه شده است. انتخاب افراد تحت آزمون باید با مشخصات تعیین‌شده توسط تولیدکننده RPD که مطابق با الزامات مندرج در استاندارد ISO 17420 می‌باشد، مطابقت داشته باشند.

1- Face seal

2- Principal component analysis

۸ عوامل آزمون

برای آزمون‌های نشستی به طرف داخل (دم)، سه عامل آزمون مشخص شده است:

الف- عامل آزمون ۱: گاز سولفور هگزا فلوراید (SF_6)؛

ب- عامل آزمون ۲: آئروسول سدیم کلراید ($NaCl$)؛

پ- عامل آزمون ۳: آئروسول روغن ذرت.

هرسه عامل آزمون به طور یکسان برای تعیین نشستی به طرف داخل یا کل نشستی به طرف داخل، قابل قبول هستند، انتخاب آن‌ها به الزامات مندرج در شکل ۲ بستگی دارد.

در صورتی که از نتایج آزمون تخلخل مواد (پیوست ج) مشخص شود که تخلخل وجود دارد، RPD باید با استفاده از گاز سولفور هگزا فلوراید تحت آزمون قرار گیرد.

۹ دستگاه آزمون

۹-۱ محفظه، باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا هیچ‌گونه محدودیتی برای افراد تحت آزمون برای تکمیل برنامه ورزشی تعیین شده ایجاد نکند. یک جریان هوای یکنواخت و مداوم باید در داخل محفظه آزمون برقرار گردد. طراحی محفظه و سیستم مدیریت جریان هوا باید طوری باشد که در فضای اشغال شده به وسیله RPD و کاربر در کل برنامه ورزشی و در همه آزمون‌ها، غلظت محیط آزمون کاملاً همگن و پایدار ($\pm 10\%$) باشد.

در نزدیکی دیواره محفظه اندازه‌گیری (با فاصله کمتر از ۳۰ cm) از سر فرد تحت آزمون، در حالی که فرد تحت آزمون در مرکز ایستاده باشد (بر روی تردمیل در صورت لزوم)، و کوران باد برقرار نباشد، برای حفظ غلظت مشخص شده، سرعت هوا باید کافی باشد اما نباید از 0.2 m/s بیشتر شود.

محفظه باید طوری طراحی شود که فرد تحت آزمون در تمام مدتی که در محفظه قرار دارد، از خارج محفظه قابل مشاهده باشد. باید بین فرد تحت آزمون و سرپرست آزمون یک وسیله ارتباطی فراهم شود.

برای RPD که باید تحت شرایط کوران باد تحت آزمون قرار گیرد، به منظور تولید یک کوران باد با سرعت 2 m/s در سراسر محفظه، از جلو، عقب و جوانب (چپ یا راست)، در مجاورت سر فرد تحت آزمون، تمهیداتی باید فراهم شود.

یادآوری- ممکن است برای تولید کوران باد در موقعیت‌های مناسب برای تمام افراد تحت آزمون، وسیله با قابلیت تنظیم ارتفاع مورد نیاز باشد.

محفظه باید طوری طراحی شود که RPD مورد استفاده توسط فرد تحت آزمون، در صورت لزوم بتواند هوای تمیز (بدون عامل آزمون) را تامین کند.

حجم اتاقک آزمون باید به اندازه کافی بزرگ باشد، و جایگزینی هوای آزمون باید به گونه‌ای باشد که از رقیق شدگی اتمسفر آزمون ناشی از خروج هوای تمیز ممانعت بعمل آید.

هنگامی که از گاز SF₆ به عنوان اتمسفر آزمون استفاده می‌شود، بهتر برای به حداقل رساندن خروج SF₆ به اتمسفر محیط، اتاقک آزمون با بازچرخش هوا/SF₆ کار کند.

۲-۹ تردمیل، با قابلیت کار در سرعت‌های الزام‌شده در پیوست ب، باید استفاده شود.

۳-۹ مولد عامل آزمون-کلیات، با قابلیت تولید عامل آزمون در غلظت مورد نیاز، و در مورد آئروسول، با قابلیت توزیع ذرات با اندازه‌های مورد نیاز.

۴-۹ سیستم آشکارسازی-کلیات، یک یا چند آشکارساز متفاوت برای اندازه‌گیری غلظت نمونه‌ها از واسط تنفسی و محفظه آزمون.

سیستم آشکارسازی شامل پروب^۱ نمونه‌برداری و اتصالات باید زمان پاسخ‌دهی کمتر از ۲۰ s برای پاسخ به ۱۰٪ تا ۹۰٪ کل مقیاس در گستره مورد استفاده را داشته باشد. جزئیات بیشتر سیستم آشکارسازی مورد نیاز برای هر عامل آزمون در بندهای ۲-۱۱، ۳-۱۱ و ۴-۱۱ ارائه شده است.

۱۰ آماده‌سازی RPD

۱-۱۰ کلیات

قبل از آزمون نشتی به‌طرف داخل، به‌منظور حصول اطمینان از این که RPD در وضعیت کاری مطلوبی قرار دارد و می‌تواند بدون ایجاد مخاطره برای فرد تحت آزمون استفاده شود، آنرا مطابق با دستورالعمل تولیدکننده امتحان کنید.

RPD را برای انجام آزمون مطابق با طراحی، عامل آزمونی که مورد استفاده قرار خواهد گرفت، و این که آیا نشتی به‌طرف داخل واسط تنفسی و یا کل نشتی به‌طرف داخل وسیله کامل باید تعیین شود، آماده کنید. جزئیات بیشتر در بندهای ۴-۱۰، ۵-۱۰ و ۶-۱۰ ارائه شده است.

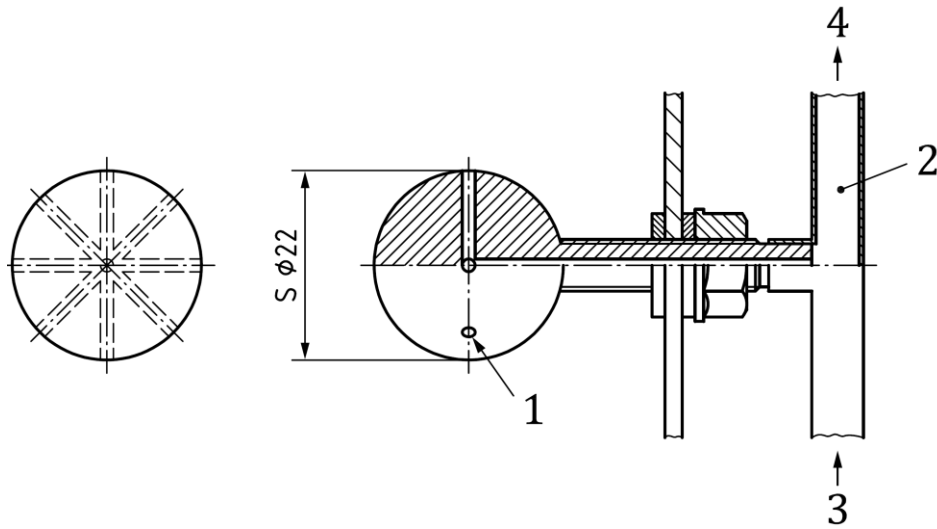
۲-۱۰ پروب و لوله‌های نمونه‌برداری

به‌منظور نمونه‌برداری و آنالیز هوای داخل واسط تنفسی، از یک مبدل^۲ که به‌طور معمول توسط تولیدکننده ارائه می‌شود استفاده کنید؛ یا هنگامی که این امر امکان‌پذیر نباشد، سوراخی در واسط تنفسی ایجاد کنید و پروب را از طریق آن در مجرائی که نمونه آزمون توسط پمپ مناسبی مکیده می‌شود وارد کنید.

از یک پروب نمونه‌برداری چند سوراخه (به شکل ۳ و شکل ۴ مراجعه شود) برای به حداقل رساندن اریبی^۳ نمونه‌برداری در واسط تنفسی باید استفاده شود. پروب‌های تک سوراخ با ورودی پخ‌دار قابل قبول در شکل ۵ نشان داده شده‌اند. شکل‌های ۶ تا ۹ روش‌های ثابت‌کردن پروب را نشان می‌دهند.

1- Prob
2- Adapter
3- Bias

ابعاد برحسب میلی‌متر

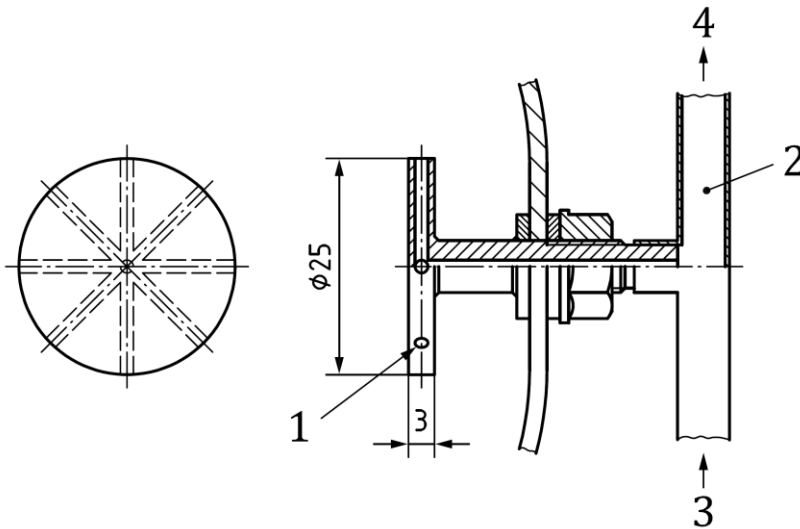


راهنما:

- ۱ ۸ سوراخ با قطر $1,5 \text{ mm}$ و با فاصله یکسان
- ۲ لوله انعطاف‌پذیر مناسب
- ۳ جهت هوای خشک (فقط برای سدیم کلراید)
- ۴ اتصال به پمپ نمونه‌برداری

شکل ۳ - نمونه‌ای از پروب توپی شکل

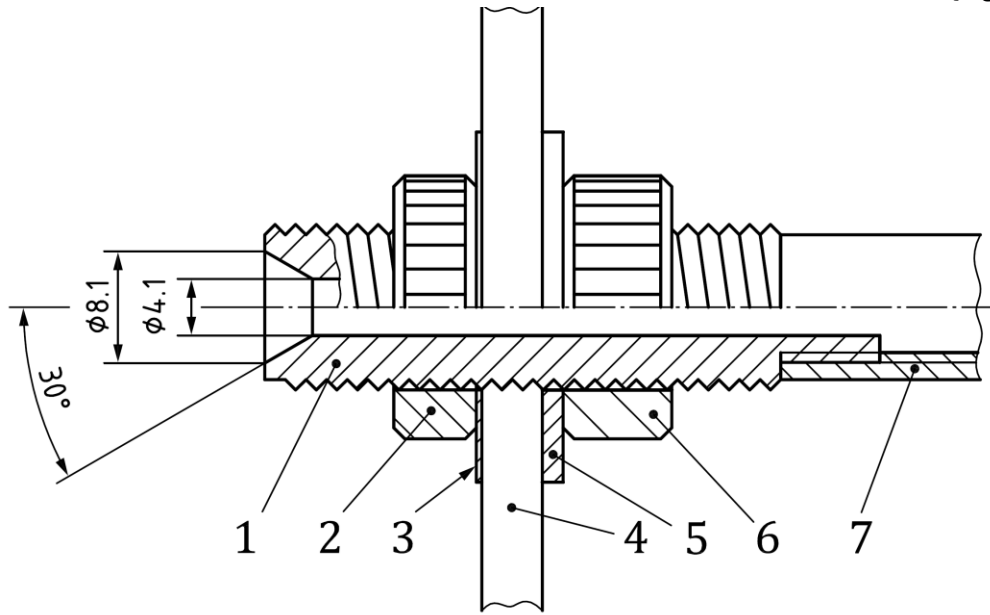
ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما:

- ۱ ۸ سوراخ با قطر $1,5 \text{ mm}$ و با فاصله یکسان
- ۲ لوله انعطاف‌پذیر مناسب
- ۳ جهت هوای خشک (فقط برای سدیم کلراید)
- ۴ اتصال به پمپ نمونه‌برداری

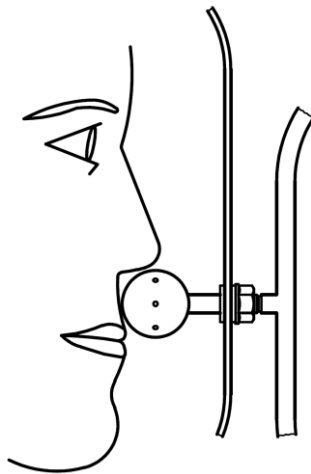
شکل ۴ - نمونه‌ای از پروب صفحه‌ای شکل



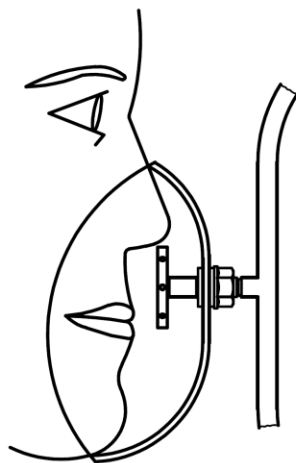
راهنما:

- ۱ لوله پروب
- ۲ مهره داخلی
- ۳ واشر داخلی
- ۴ واسط تنفسی
- ۵ واشر خارجی
- ۶ مهره خارجی
- ۷ لوله نمونه برداری

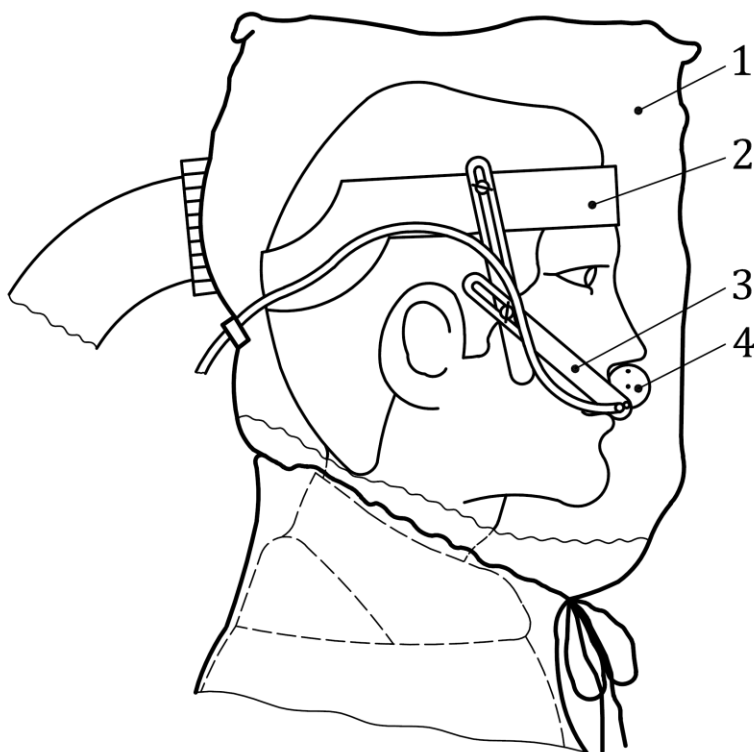
شکل ۵ - نمونه‌ای از پروب نمونه برداری (سطح ثابت)



شکل ۶ - نمونه‌ای از پروب توپی شکل مورد استفاده در وسیله با لبه سخت



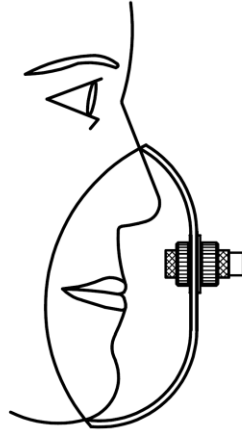
شکل ۷- نمونه‌ای از پروب دیسکی مورد استفاده در وسیله فیلتر کننده



راهنما:

- ۱ هود (کلاهک) تحت آزمون
- ۲ پیشانی بند
- ۳ بازوی پلاستیکی قابل تنظیم
- ۴ پروب نمونه برداری توپی شکل

شکل ۸ - چیدمان نوعی برای نمونه برداری از وسیله با هودهای پلاستیکی نرم



شکل ۹- نمونه‌ای از پروب نمونه‌برداری (سطح ثابت) در وسیله فیلترکننده

پروپ باید به طور محکم به واسط تنفسی که انتهایش تا حد امکان نزدیک به صورت کاربر (با فاصله کمتر از ۱۰ mm) و تقریباً بین بینی و دهان قرار گرفته است، متصل شود.

در مواقع لازم، برای واسط‌های تنفسی انعطاف‌پذیر، نرم، و یا سبک، باید از وسیله‌ای مانند قاب‌سر^۱ برای جلوگیری از اعوجاج^۲ واسط تنفسی ناشی از وزن پروپ و لوله‌های کمکی، استفاده شود، این اعوجاج می‌تواند درزبندی صورت را تغییر داده و باعث افزایش نشتی شود.

دومین نوع پروپ نمونه‌برداری (همانند اولی) باید برای اندازه‌گیری غلظت محیط حاوی عامل آزمون در محفظه آزمون مورد استفاده قرار گیرد. این نوع پروپ باید نزدیک به RPD، اما دور از اثر بازدم از RPD تحت آزمون قرار داده شود. پروپ‌های نمونه‌برداری باید توسط لوله انعطاف‌پذیر جدار نازک با سوراخی به قطر حدود ۳ mm، با طولی که باید تا حد امکان کوتاه در نظر گرفته شود، به تجهیزات تحلیل‌گر وصل شود. دو لوله نمونه‌برداری باید دارای نوع و اندازه یکسان باشند.

هنگامی که استاندارد عملکردی، نمونه‌برداری از ناحیه چشمی واسط تنفسی را الزام کند، پروپ نمونه‌برداری باید در یک طرف فرد تحت آزمون در سطح چشم قرار گیرد و هوایی که ممکن است مورد نیاز باشد را جبران کند. برای حصول اطمینان از این که پروپ و لوله‌های نمونه‌برداری، اتصال طبیعی یا شکل واسط تنفسی را مختل نمی‌کند، توجه کافی باید معمول گردد.

۳-۱۰ دبی‌های نمونه

دبی‌های نمونه، بسته به سیستم آشکارساز باید بین ۰٫۳ l/min و ۲ l/min باشد. دبی‌های نمونه باید در کمترین مقدار ممکن نگاه داشته شود به طوری که عملکرد طراحی شده RPD تحت آزمون، تغییر نکند.

1- Head harness
2- Distortion

ممکن است تامین جریان هوای جبرانی هنگام نمونه برداری از یک ناحیه RPD که در آن، تحت شرایط استفاده عادی، هیچ جریان هوایی وجود ندارد، به عنوان مثال هنگام نمونه برداری از ناحیه چشمی، ضروری باشد. جبران کننده جریان هوا را طوری قرار دهید که نه باعث اریب نمونه برداری و نه باعث ناراحتی کاربر شود. هنگامی که سدیم کلراید برای آزمون وسایل فشار منفی مورد استفاده قرار می گیرد، هوای خشک با دبی حدود 1/min، برای به حداقل رساندن تراکم و از دست دادن ذرات سدیم کلراید، در لوله نمونه برداری اضافه می شود. دبی نمونه در واسط تنفسی برابر است با جریان کل پمپ نمونه منهای دبی هوای خشک. تاثیر رقیق شدگی هوای خشک هنگام انجام محاسبات نشتی، باید تصحیح شود (به بندهای ۱۱-۳-۲ و ۱۱-۳-۳-۲ مراجعه شود). در صورت استفاده از گاز یا آئروسول روغن ذرت به عنوان عامل آزمون، استفاده از هوای خشک ضرورت ندارد.

۴-۱۰ آماده سازی RPD فیلتر کننده

۱-۴-۱۰ RPD فیلتر کننده بدون پمپ با رابط^۱ مطابق با استاندارد ISO 17420-3

RPD با واسط تنفسی و رابط مطابق با استاندارد ISO 17420-3، باید همان گونه که در استاندارد ISO 16900-5 مشخص شده است، با تعبیه یک شبیه ساز فیلتر به جای فیلتر آزمون شود. از طریق یک شیلنگ سبک وزن متصل به شبیه ساز فیلتر، هوای قابل تنفس (بدون عامل آزمون) باید (بنا به نیاز) تامین شود. حائز اهمیت است که اتصال شیلنگ هوای تمیز به وسیله، بر روی نحوه نصب وسیله بر روی صورت فرد تحت آزمون اثر ناخواسته ای نگذارد. مقاومت تنفسی ترکیبی از شیلنگ هوای تمیز و شبیه ساز فیلتر، هنگامی که در دبی 110 l/m اندازه گیری می شود باید در حدود ۱۰٪ شبیه ساز فیلتر باشد. اتصال شیلنگ نباید با درزبند، در RPD جایگزین شود. در صورت لزوم، شیلنگ باید محافظت شود. عوامل آزمونی که قرار است استفاده شود باید مطابق شکل ۲ انتخاب شوند.

۲-۴-۱۰ RPD فیلتر کننده بدون پمپ متناسب با فیلترهای ذرات یا فیلترهای ترکیبی

کل نشتی به طرف داخل RPD کامل باید با استفاده از عامل آزمون آئروسول آزمون شود. RPD را با فیلترهای مناسب با رده مشخص شده برای RPD، نصب کنید.

۳-۴-۱۰ RPD فیلتر کننده بدون پمپ با فیلترهای گاز/بخار یا ترکیبی

عامل(های) آزمونی که استفاده می شوند باید مطابق با شکل ۲ انتخاب شوند.

هنگامی که نشتی به طرف داخل با استفاده از عامل آزمون گاز تعیین می شود، هوای قابل تنفس (بدون عامل آزمون) باید (بنا به تقاضا) به فیلتر تامین شود. به این منظور، باید به اجزای فیلتر نمونه آزمون و هوای قابل تنفس (بدون عامل آزمون)، که (هنگامی که در دبی 110 l/min اندازه گیری می شود) با یک مقاومت جریانی کم

(شامل شیلنگ‌ها) در گستره $\pm 10\%$ آنچه برای RPD اصلاح نشده اندازه‌گیری شده، شیلنگ(های) سبک وزن و درپوش(های) پلنوم^۱ وصل شوند.

برای فیلترهای گاز/بخار، هنگامی که کل نشتی به طرف داخل با استفاده از عامل آزمون آئروسول، تعیین می‌شود، فیلترهای گاز را با فیلترهای ذرات جایگزین کنید. فیلترهای ذرات جایگزین شده، (هنگام اندازه‌گیری در دبی 110 l/min)، به عنوان مشابه گاز/بخار، بر پایه میانگین فیلترهای تامین شده، باید جرمی یکسان ($\pm 10\%$) و مقاومت تنفسی ($\pm 10\%$) داشته باشند.

حائز اهمیت است که اتصال شیلنگ جایگزین، نباید بر نحوه نصب وسیله تاثیر بگذارد، و همچنین اتصالات آن نباید با هیچ‌گونه درزبندی یکپارچه وسیله، جایگزین شود.

۱۰-۴-۴ RPD فیلترکننده پمپ‌دار با فیلتر(های) ذرات یا ترکیبی

RPD کامل باید برای کل نشتی به طرف داخل با استفاده از عامل آزمون آئروسول آزمون شود. RPD را با فیلترهای مناسب برای رده تعیین شده، نصب کنید.

RPD باید در شرایط کاری مشخص شده در استاندارد عملکردی مربوط آزمون شود. هنگامی که استاندارد عملکردی الزام می‌کند که RPD در حداقل شرایط عملکردی طراحی شده، طبق آنچه تولیدکننده مشخص کرده، عمل کند، این شرایط باید با استفاده از وسایل مناسب، دوباره ایجاد شود.

یادآوری- برای این منظور یک منبع تغذیه خارجی، یا یک وسیله اصلاحی تامین شده توسط تولیدکننده، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۱۰-۴-۵ RPD فیلترکننده پمپ‌دار با فیلتر(های) گاز/بخار یا ترکیبی

عامل(های) آزمونی که استفاده می‌شوند باید مطابق شکل ۲ انتخاب شوند.

هنگامی که نشتی به طرف داخل با استفاده از عامل آزمون گازی تعیین می‌شود، فیلتر باید با هوای قابل تنفس (بدون عامل آزمون) تغذیه شود. به این منظور، باید به اجزای فیلتر نمونه آزمون و هوای قابل تنفس (بدون عامل آزمون)، که (هنگامی که در دبی 110 l/min اندازه‌گیری می‌شود) با یک مقاومت جریانی کم (شامل شیلنگ‌ها) در گستره $\pm 10\%$ آنچه برای RPD اصلاح نشده اندازه‌گیری شده، شیلنگ(های) سبک وزن و درپوش(های) پلنوم وصل شوند.

برای فیلترهای گاز/بخار، هنگامی که کل نشتی به طرف داخل با استفاده از عامل آزمون آئروسول، تعیین می‌شود، فیلترهای گاز را با فیلترهای ذرات جایگزین کنید. فیلترهای ذرات جایگزین شده، (هنگام اندازه‌گیری در دبی 110 l/min)، به عنوان مشابه گاز/بخار، بر پایه میانگین فیلترهای تامین شده، باید جرمی یکسان ($\pm 10\%$) و مقاومت تنفسی ($\pm 10\%$) داشته باشند.

حائز اهمیت است که اتصال شیلنگ جایگزین، نباید بر نحوه نصب وسیله تاثیر بگذارد، و همچنین اتصالات آن نباید با هیچ‌گونه درزبندی یکپارچه وسیله، جایگزین شود.

RPD باید در شرایط کاری مشخص‌شده در استاندارد عملکردی مربوط آزمون شود. هنگامی که استاندارد عملکردی الزام می‌کند که RPD در حداقل شرایط عملکردی طراحی‌شده، طبق آنچه تولیدکننده مشخص کرده، عمل کند، این شرایط باید با استفاده از وسایل مناسب، دوباره ایجاد شود.

یادآوری- برای این منظور یک منبع تغذیه خارجی، یا یک وسیله اصلاحی تامین‌شده توسط تولیدکننده، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۱۰-۵ وسایل تامین‌کننده گازهای قابل‌تنفس

عامل(های) آزمونی که استفاده می‌شوند باید مطابق با شکل ۲ انتخاب شوند.

RPD باید در شرایط کاری مشخص‌شده در استاندارد عملکردی مربوط آزمون شود. هنگامی که استاندارد عملکردی الزام می‌کند که RPD در حداقل شرایط عملکردی طراحی‌شده، طبق آنچه تولیدکننده مشخص کرده، عمل کند، این شرایط باید با استفاده از وسایل مناسب، دوباره ایجاد شود.

۱۰-۶ وسایل تامین‌کننده گاز قابل‌تنفس با ظرفیت فیلتراسیون افزایش یافته (RPD ترکیبی)

وسایل تامین‌کننده گاز قابل‌تنفس که با یک فیلتر ترکیب شده‌اند (RPD ترکیبی)، باید مانند وسایل کامل در هر دو حالت کاری، مطابق با الزامات تعیین‌شده در استانداردهای عملکردی آزمون شوند. هنگامی که در مورد تامین‌گاز قابل‌تنفس آزمون می‌شوند، فیلترها باید به RPD و سرپوش نصب شوند. عامل‌های آزمون باید مطابق با شکل ۲ انتخاب شوند.

همچنین این وسایل باید در حالت فیلتراسیون، با استفاده از آئروسول آزمون، آزمون شوند. وسیله باید با فیلتر(های) ذرات مناسب برای رده تعیین‌شده RPD نصب شوند.

RPD باید در شرایط کاری مشخص‌شده در استاندارد عملکردی مربوط آزمون شود. هنگامی که استاندارد عملکردی الزام می‌کند که RPD در حداقل شرایط عملکردی طراحی‌شده، طبق آنچه تولیدکننده مشخص کرده، عمل کند، این شرایط باید با استفاده از وسایل مناسب، دوباره ایجاد شود.

۱۱ روش(ها)

۱۱-۱ روش‌های آزمون - کلیات

۱۱-۱-۱ افراد تحت آزمون را در خصوص نحوه انتخاب و پوشیدن^۱ درست وسیله، مطابق با اطلاعات ارائه‌شده توسط تولیدکننده، آموزش دهید.

۱۱-۱-۲ آزمون کننده باید اطمینان حاصل کند که وسیله مطابق با دستورالعمل تولیدکننده، به صورت درست پوشیده شده است.

۱۱-۱-۳ به افراد تحت آزمون اطلاع دهید که در صورت تمایل در طول اندازه‌گیری زمینه^۱ و تمرین سازگاری^۲، می‌توانند دستگاه را تنظیم نمایند. در هر صورت بعداً تنظیمات بیشتری برای آن‌ها در دسترس نمی‌باشد.

۱۱-۱-۴ اطمینان حاصل کنید که به موازات این که آزمون پیش می‌رود، افراد تحت آزمون از نتایج آزمون مطلع نخواهند بود.

۱۱-۱-۵ فرد تحت آزمون را به داخل محفظه آزمون هدایت کنید.

۱۱-۱-۶ پروب نمونه‌برداری و در صورت امکان، تامین‌کننده هوای تمیز، حس‌گر تنفس، و هوای جبرانی را متصل کنید. وسیله را مطابق با الزامات استاندارد مربوط، به کار اندازید.

۱۱-۱-۷ برای NaCl و SF_6 ، ایجاد مقدار زمینه در واسط تنفسی ضروری می‌باشد. بدون قرارگیری در معرض عامل آزمون، به منظور ایجاد سطح زمینه، غلظت عامل آزمون باقی‌مانده در داخل واسط تنفسی را اندازه‌گیری کنید. تا لحظه‌ای که اندازه‌گیری پس‌زمینه ثابت شود، فرد تحت آزمون باید با سرعت 4 km/h بر روی تردمیل راه برود.

۱۱-۱-۸ اتمسفر آزمون را برقرار کنید.

۱۱-۱-۹ پس از ثابت شدن اتمسفر آزمون، فرد تحت آزمون باید به طور مداوم برنامه تنظیمی ورزشی را، مطابق با پیوست ب انجام دهد.

۱۱-۱-۱۰ در صورتی که توسط استاندارد عملکردی مربوط الزام شده باشد، در حین ورزش کوران باد را با سرعت 2 m/s وارد کنید.

۱۱-۱-۱۱ موارد زیر را ثبت کنید:

الف- غلظت محفظه؛

ب- نشتی پس از هر دوره ورزش، مطابق با بند ۱۱-۲-۲، ۱۱-۳-۲ و ۱۱-۳-۳.

۱۱-۱-۱۲ پس از اتمام برنامه ورزشی، فرد تحت آزمون می‌تواند از محفظه خارج شود. در صورت لزوم، اتمسفر آزمون را متوقف کنید و مطمئن شوید که قبل از بیرون آمدن فرد تحت آزمون، عامل آزمون از محفظه حذف شده است.

۱۱-۱-۱۳ هنگامی که RPD، قرار است مجدداً استفاده شود، وسیله باید تمیز، ضدعفونی و خشک شده و مطابق با دستورالعمل تولیدکننده برای استفاده آماده شود. در مورد RPD که برای تمیز شدن طراحی نشده است، از یک نمونه جدید باید استفاده شود.

1- Background measurement

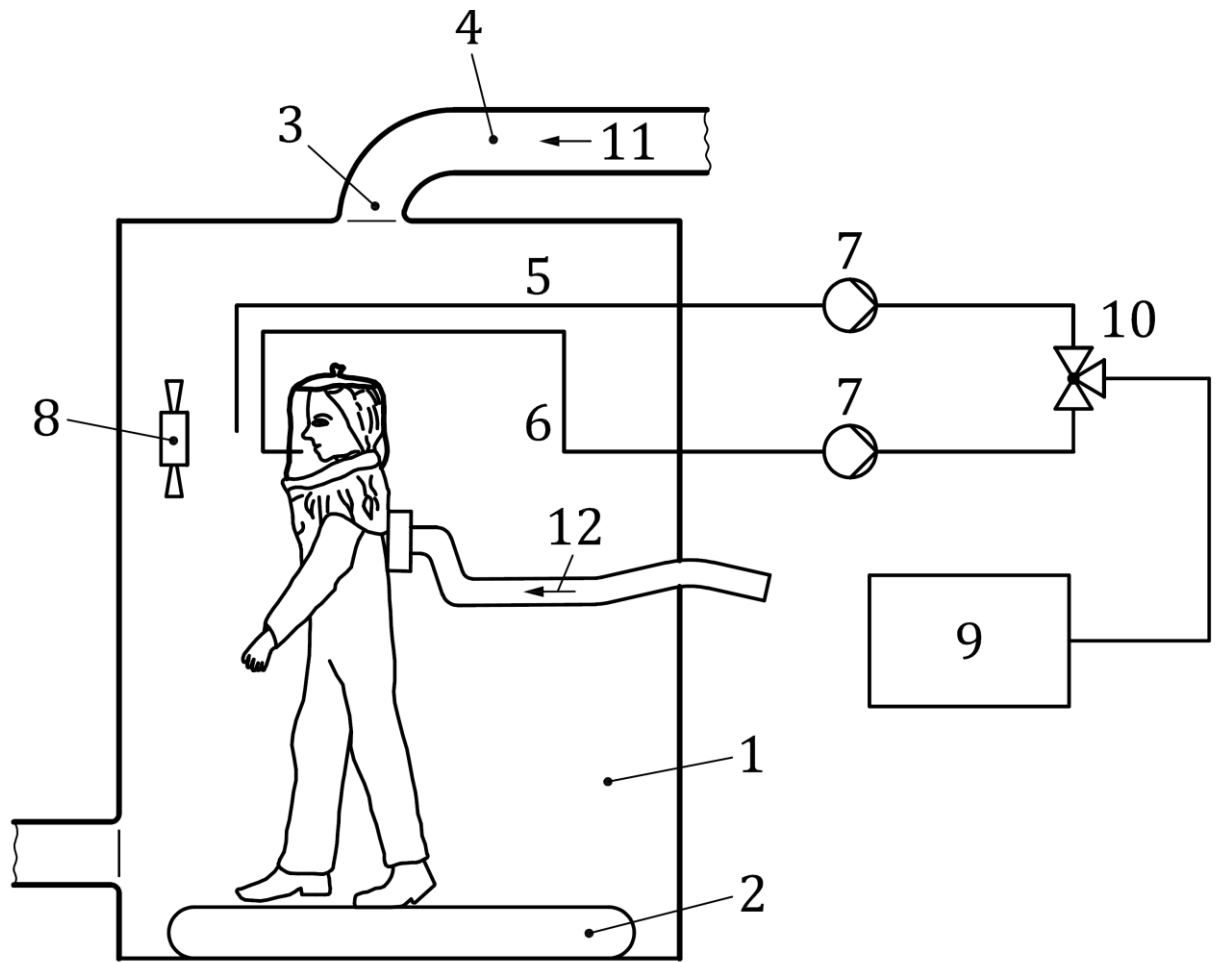
2- Acclimatization exercise

۱۱-۲ روش آزمون ۱: سولفور هگزا فلوراید (SF_6)

۱۱-۲-۱ تجهیزات آزمون

چیدمان نوعی آزمون، در شکل‌های ۱۰ و ۱۱، نشان داده شده است.

در این روش SF_6 به عنوان عامل آزمون به کار می‌رود. فرد تحت آزمون که از وسیله استفاده می‌کند، یک سری حرکات ورزشی را در داخل محفظه حاوی اتمسفر آزمون SF_6 انجام می‌دهد. تعیین دقیق نشتی دست‌کم در گستره 0.0005% تا حدود 20% باید امکان‌پذیر باشد.



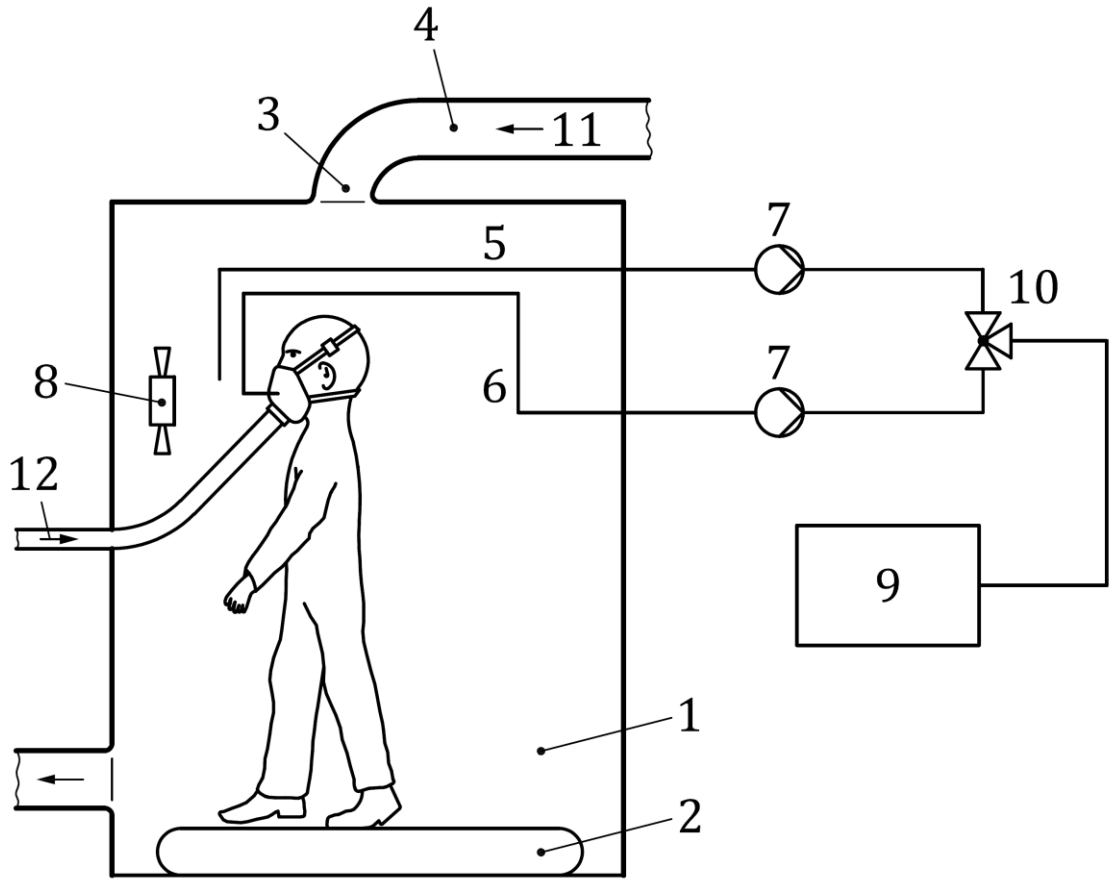
راهنما:

- ۷ پمپ نمونه
- ۸ فن گردش^۱ (در صورت لزوم)
- ۹ آنالایزر
- ۱۰ شیر تغییر مسیر
- ۱۱ هوا و SF₆
- ۱۲ هوای قابل تنفس

- ۱ محفظه
- ۲ تردمیل
- ۳ سپر^۲
- ۴ کانال
- ۵ نمونه محفظه
- ۶ نمونه واسط تنفسی

- 1- Circulation
- 2- Baffle

شکل ۱۰- چیدمان نوعی آزمون برای تعیین نشتی به طرف داخل (دم) به روش سولفور هگزا فلوراید؛ در این شکل یک RPD دارای یک واسط تنفسی نوع L (اتصال شل) نشان داده شده است



راهنما:

- ۷ پمپ نمونه
- ۸ فن گردش (در صورت لزوم)
- ۹ آنالایزر
- ۱۰ شیر تغییر مسیر
- ۱۱ هوا و SF_6
- ۱۲ هوای قابل تنفس

- ۱ محفظه
- ۲ تردمیل
- ۳ سپر
- ۴ کانال
- ۵ نمونه محفظه
- ۶ نمونه واسط تنفسی

شکل ۱۱ - چیدمان نوعی آزمون برای تعیین نشتی به طرف داخل به روش سولفور هگزا فلوراید؛ در این شکل یک RPD دارای واسط تنفسی نوع T (اتصال سفت) نشان داده شده است

۱۱-۲-۱-۱ تولید گاز آزمون

عامل گازی آزمون، توسط تغذیه SF_6 از یک منبع گاز فشرده به سیستم تحویل هوای محفظه، تولید می شود. غلظت عامل آزمون بین SF_6 ۰٫۱٪ و SF_6 ۱٪ حجمی، توصیه می شود که با غلظت چالش زایی کم تر شروع کرده و هنگامی که نتایج آزمون مقدماتی نشان دهد که غلظت های بالاتری لازم است، در این صورت می توان غلظت را افزایش داد.

SF_6 مورد استفاده، باید دارای خلوص ۹۹٫۹۹٪ یا بیشتر باشد.

۲-۱-۲-۱۱ آشکارسازی

حد آشکارسازی سیستم آشکارساز مطابق با سطح قبولی/ردی در استاندارد عملکردی، باید دست کم ۱۰ برابر کم تر از سطح گاز SF₆ باشد. تغییر غلظت در سراسر حجم کاری موثر نباید بیشتر از ۱۰٪ باشد. اتمسفر آزمون برای SF₆، باید به طور مداوم توسط آنالایزر مناسب، آنالیز شود. غلظت SF₆ در داخل واسط تنفسی باید به طور مداوم با نرخ نمونه برداری ثابت بین ۰/۳ l/min و ۱/۵۱ l/min نمونه برداری شود؛ و ترجیحا باید با استفاده از یک سیستم ثبت یکپارچه، آنالیز و ثبت شود. این غلظت، اندازه نشتی به طرف داخل (دم) را نشان می دهد. یک سیستم آشکارساز مناسب می تواند سیستم بر اساس آشکارساز گیراندازی الکترون (ECD)^۱ و یا سیستمی بر اساس اسپکتروسکوپی مادون قرمز^۲ (IR) باشد.

یادآوری ۱- تجهیزات ECD می تواند توسط تغییرات غلظت اکسیژن در واسط تنفسی در طول آزمون، برای مثال تغییر غلظت اکسیژن بین دم و بازدم تحت تاثیر قرار گیرد. این تغییرات می تواند باعث عدم قطعیت اندازه گیری نشتی شود. هنگامی که غلظت اندازه گیری کمتر از ۰/۱×۱۰^{-۶} باشد، نتیجه اندازه گیری درست در نظر گرفته می شود.

یادآوری ۲- SF₆ توسط فیلترها حذف نمی شود.

۲-۲-۱۱ محاسبه نشتی

نشتی، P ، را از اندازه گیری های انجام شده در ۸۰٪ انتهایی دوره های ورزشی، محاسبه کنید.

$$P (\%) = \frac{C_2}{C_1} \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

C_1 غلظت عامل آزمون در محفظه؛

C_2 میانگین غلظت اندازه گیری شده در داخل واسط تنفسی، جبران شده برای سیگنال زمینه و اثر تغییر اکسیژن در واسط تنفسی.

۳-۱۱ روش آزمون ۲: سدیم کلراید (NaCl)

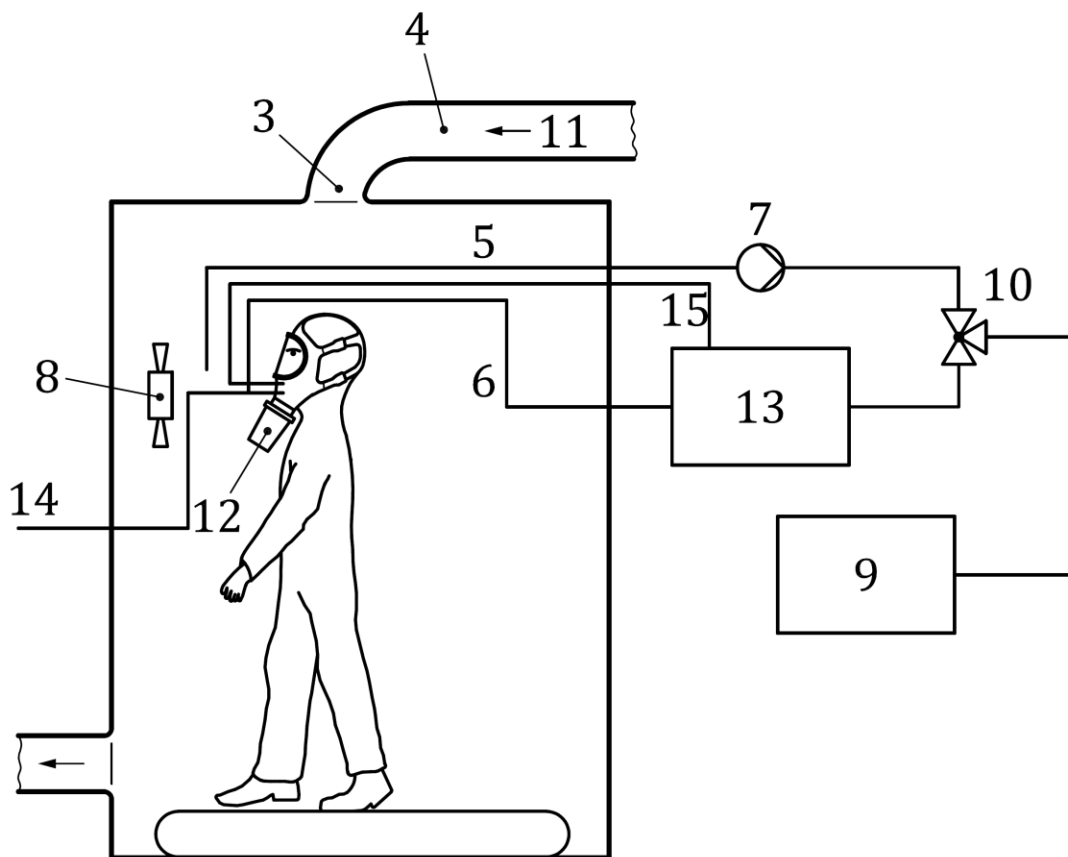
۱۱-۳-۱ تجهیزات آزمون

۱۱-۳-۱-۱ کلیات

چیدمان نوعی آزمون در شکل های ۱۲ و ۱۳ ارائه شده است.

1- Electron capture detection

2- Infrared spectroscopy.

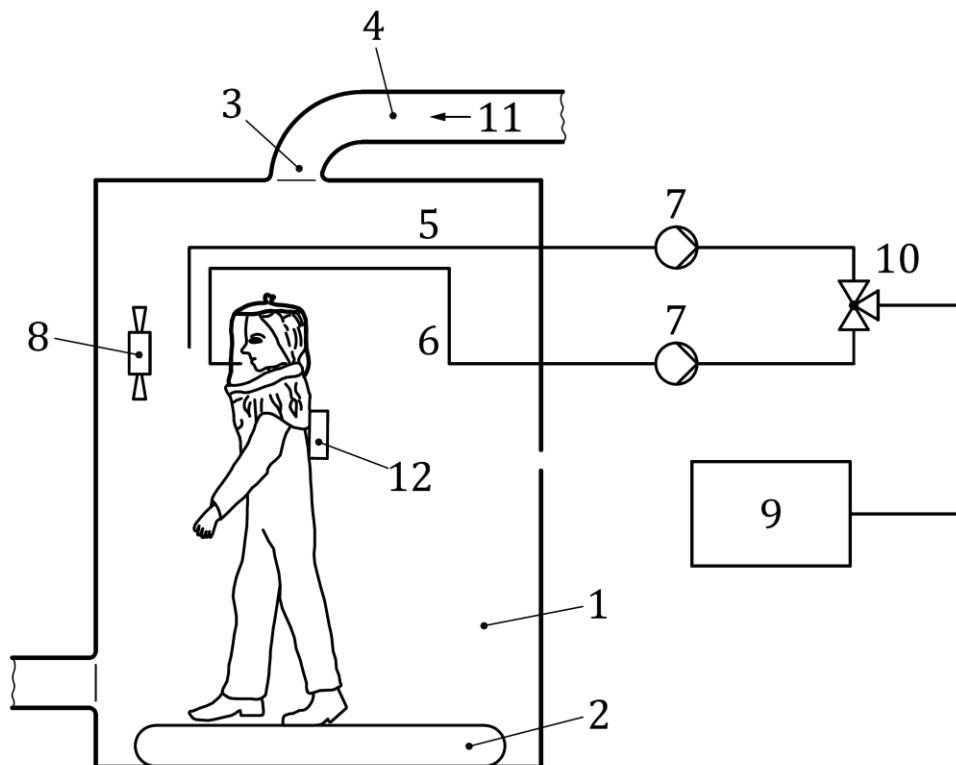


راهنما:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| ۹ فوتومتر ^۱ | ۱ محفظه |
| ۱۰ شیر تغییر مسیر | ۲ تردمیل |
| ۱۱ آتروسول NaCL | ۳ سپر |
| ۱۲ فیلتر ذره | ۴ کانال |
| ۱۳ واحد نمونه برداری پالسی (ضربه ای) | ۵ نمونه محفظه |
| ۱۴ جریان هوای خشک به پروب نمونه | ۶ نمونه واسط تنفسی |
| ۱۵ خط پایش فشار تفاضلی | ۷ پمپ نمونه |
| | ۸ فن گردش (در صورت لزوم) |

1- Photometer

شکل ۱۲ - چیدمان نوعی آزمون برای تعیین نشتی به طرف داخل به روش سدیم کلراید (روش نمونه برداری پالسی)؛ در این شکل یک RPD دارای واسط تنفسی نوع T (اتصال سفت) نشان داده شده است



راهنما:

- ۱ محفظه
- ۲ تردمیل
- ۳ سپر
- ۴ کانال

۵ نمونه محفظه

۶ نمونه واسط تنفسی

۷ پمپ نمونه

۸ فن سیرکولاسیون (در صورت لزوم)

۹ فوتومتر

۱۰ شیر تغییر مسیر

۱۱ آئروسول NaCl

۱۲ فیلتر ذره

شکل ۱۳ - چیدمان نوعی آزمون برای تعیین نشتی به طرف داخل به روش سدیم کلراید (نمونه برداری پیوسته): در این شکل یک RPD دارای واسط تنفسی نوع L (اتصال شل) نشان داده شده است

در این روش از NaCl به عنوان عامل آزمون استفاده می شود. فرد تحت آزمون که از RPD استفاده می کند، یک سری حرکات ورزشی را در داخل محفظه حاوی عامل آزمون NaCl، انجام می دهد. تعیین درست نشتی باید دست کم در گستره ۰٫۰۱٪ تا حدود ۲۰٪ امکان پذیر باشد.

غلظت میانگین NaCl در محفظه باید $(4 \pm 8) \text{ mg/m}^3$ و تغییرات حجم کاری موثر نباید بیش از ۱۰٪ باشد. توزیع اندازه ذرات باید با پراکندگی چندگانه^۱ و قطر آئرودینامیکی در گستره تقریبی $0.2 \mu\text{m}$ تا $2 \mu\text{m}$ با قطر آئرودینامیکی میانی توده $(0.1 \pm 0.6) \mu\text{m}$ باشد.

یادآوری - یک نمونه‌گیر آبخاری^۲، برای تعیین توزیع اندازه ذرات در داخل محفظه مناسب می‌باشند. به منظور جلوگیری از آلودگی خطوط نمونه‌برداری واسط تنفسی، غلظت عامل آزمون، ترجیحاً به‌طور مداوم، در طول آزمون‌ها، با استفاده از سیستم نمونه‌برداری جداگانه پایش می‌شود. برای این منظور بهتر است از یک آشکارساز جداگانه (به عنوان مثال فوتومتر) استفاده شود.

در صورت عدم دسترسی به آشکارساز دوم، غلظت عامل آزمون را با استفاده از سیستم نمونه‌برداری جداگانه و آشکارساز مشابه، نمونه‌برداری کنید. در هر صورت، برای بازگشت آشکارساز به پس‌زمینه تمیز، باید زمان لازم در نظر گرفته شود.

برای کاربرد مستقیم فرمول‌های مندرج در بندهای ۱۱-۲-۳ و ۱۱-۳-۳، استفاده از نرخ نمونه‌برداری یکسان و دبی هوای خشک و هوای اضافی فوتومتر (در صورت لزوم)، هم برای واسط تنفسی و هم برای نمونه‌های محفظه، حائز اهمیت است.

۱۱-۳-۱-۲ تولید آئروسل آزمون

آئروسل NaCl باید از محلول با گرید واکنش‌گر NaCl در آب مقطر تولید شود. مثالی از یک اتمایزر^۳ در شکل ۱۴ نشان داده شده است.

جریان پیوسته‌ای از آئروسل در کانالی که در آن جریان هوا برای تحویل آئروسل به محفظه ثابت نگه‌داشته می‌شود، توسط اتمایزر باید فراهم شود. به منظور تسهیل در تبخیر آب آئروسل و خشک‌شدن ذرات NaCl، قطر و طول مسیر کانال باید به اندازه کافی بزرگ باشد. برای به حداقل رساندن اتلاف ذرات NaCl، شعاع زانویی‌ها و خمیدگی‌ها باید بزرگ باشند. رطوبت نسبی هوای محفظه نباید بیش از ۶۰٪ باشد. برای به‌دست آوردن ذرات آئروسل کاملاً خشک، ممکن است گرم‌کردن یا گرفتن رطوبت هوا لازم باشد.

۱۱-۳-۱-۳ سیستم‌های آشکارسازی

۱۱-۳-۱-۳-۱ فوتومتر شعله‌ای

از فوتومتر شعله‌ای برای اندازه‌گیری غلظت NaCl در داخل محفظه و واسط تنفسی، استفاده می‌شود. ویژگی‌های عملکردی اساسی ابزار مناسب در زیر ارائه شده است:

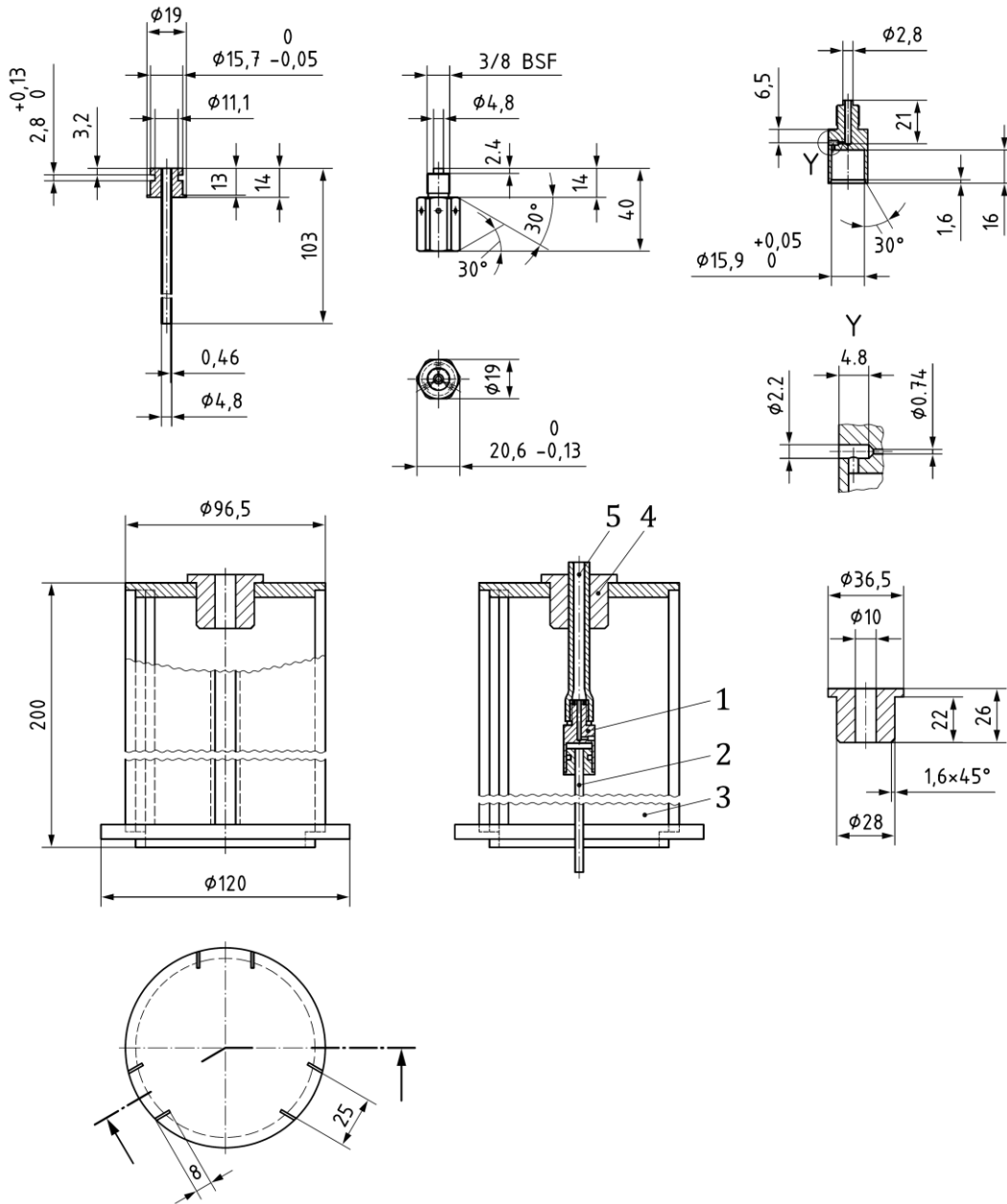
1- Polydisperse

2- Cascade impactor

۲- ابزاری متشکل از یک دسته صفحات برخوردی (Impingement plates) که پشت‌سرهم قرار گرفته‌اند و به ترتیب ذرات درشت و ریز را از هم جدا می‌کنند.

3- Atomiser

- الف- فوتومتر شعله‌ای باید به طور اختصاصی برای آنالیز مستقیم آئروسول NaCl طراحی شده باشد.
- ب- فوتومتر شعله‌ای باید بتواند غلظت آئروسول NaCl را بین 15 mg/m^3 و 10 mg/m^3 اندازه‌گیری کند.
- پ- کل دبی نمونه آئروسول مورد نیاز فوتومتر شعله‌ای نباید بیشتر از 15 l/min باشد.
- ت- زمان پاسخ‌دهی فوتومتر شعله‌ای، به‌جز سیستم نمونه‌برداری، نباید بیش از 500 ms (تا $90\% \text{ fsd}$) باشد.
- ث- پاسخ‌دهی به عناصری به‌جز سدیم، به ویژه کربن که غلظت آن در طول چرخه تنفسی تغییر می‌کند، باید کاهش یابد. با حصول اطمینان از این‌که پهنای باند گذر صافی به‌طرف داخل بیش از 3 nm نیست و تمامی فیلترهای باند کناری را شامل می‌شود، می‌توان به این خصوصیت دست یافت.



راهنما:

- ۱ نازل
- ۲ لوله پایه (محللول نمک)
- ۳ غلاف

- ۴ بوش
- ۵ لوله هوا (با قطر خارجی ۱۰٫۰)

1- Sleeve

شکل ۱۴- نمونه‌ای از مونتاز اتمایزر آئروسول NaCl

۱۱-۳-۱-۳-۲ شمارشگر ذرات نوع تراکمی^۱

استفاده از روش آنالیز توسط شمارشگر ذرات نوع تراکمی (CPC) برای آئروسول سدیم کلراید باید به اندازه‌گیری نشستی به طرف داخل تجهیزات گاز قابل تنفس محدود شود. این روش برای تجهیزات فیلتراسیون مناسب نیست. یک شمارشگر ذرات نوع تراکمی برای اندازه‌گیری غلظت ذرات NaCl در محفظه و داخل واسط تنفسی به کار می‌رود.

ویژگی‌های عملکردی اساسی برای ابزار مناسب در زیر ارائه شده است.

الف- این وسیله باید قادر به شمارش ذرات در محدوده قطر $0.10 \mu\text{m}$ تا $1.0 \mu\text{m}$ باشد.

ب- گستره کار شمارشگر ذرات نوع تراکمی باید از $\text{cm}^3/\text{ذره}$ ۰ تا بیشتر از $\text{cm}^3/\text{ذره}$ 10^6 برای آئروسول آزمون باشد.

پ- دبی کلی نمونه آئروسول الزام شده توسط آشکارساز نباید بیشتر از 2 l/min باشد.

ت- زمان پاسخ‌دهی آشکارساز، به جز سیستم نمونه‌برداری، نباید بیش از 500 ms (تا $90\% \text{ fsd}$) باشد.

هنگام استفاده از شمارشگر ذرات نوع تراکمی، خروجی مولد آئروسول تحت بررسی باید طوری تنظیم شود که غلظت ذرات در اتاقک آزمون در حد $\text{cm}^3/\text{ذره}$ $10^5 \times (0.2 \pm 2)$ حفظ شود.

۱۱-۳-۱-۳-۳ پمپ نمونه برداری

اگر آشکارساز مجهز به پمپ نباشد، از یک پمپ با دبی قابل تنظیم برای مکیدن نمونه هوا، استفاده کنید. پمپ باید طوری باشد که اتلاف آئروسول در داخل پمپ به حداقل رسیده و تغییرات ایجاد شده ناشی از تغییر فشار در دبی منطقه نمونه‌برداری نیز به حداقل برسد. پمپ را طوری تنظیم کنید که نمونه‌برداری با دبی ثابت بین 0.31 l/min و 2 l/min انجام گیرد. برخی از انواع آشکارسازها نیاز به دبی بیشتری دارند. در این موارد، علاوه بر خشک کردن هوای وارد شده به پروب در نقطه نمونه‌برداری، نمونه را با هوای تمیز (بدون عامل آزمون) رقیق کنید.

۱۱-۳-۲ نمونه‌برداری پالسی - روش ۲A

۱۱-۳-۲-۱ کلیات

یک سیستم مورد نیاز است که فقط در طول فاز دم چرخه تنفسی فرد تحت آزمون، نمونه را به آشکارساز وصل کند. در طول فاز بازدم، فقط هوای تمیز باید به آشکارساز وارد شود. مطابق با بندهای ۹ و ۱۰ و شکل ۱۲، منبع این هوای پاک، معمولا هوای آزمایشگاهی عبور داده شده از فیلتر ذره با نفوذ کمتر از 0.01% ، در دمای محیط است. عناصر اساسی چنین سیستمی عبارتند از:

الف- یک شیر الکتریکی با زمان پاسخ‌دهی حدود 100 ms (توصیه می‌شود که شیر در عین سازگاری با جریان مستقیم و تامین جریان هوای بدون محدودیت در زمان بازشدن، حداقل فضای مرده را اشغال کند)؛

ب- یک حس گر تنفس که بتواند تغییر از دم به بازدم را ظرف ۳۰ ms تشخیص دهد. این حس گر تنفس که می تواند یک حس گر فشار یا یک حس گر دما باشد، بر روی پروب تعبیه شده در واسط تنفسی، در نزدیکی پروب نمونه برداری نشستی، نصب می شود؛

پ- حس گر باید دارای حدنصاب^۱ قابل تنظیم بوده و هنگام عبور از این حدنصاب از هر دو جهت، قادر به آشکارسازی درست باشد. هنگامی که حس گر در معرض شتاب تولید شده توسط حرکت سر فرد تحت آزمون قرار می گیرد، باید به صورت قابل اعتماد کار کند؛

ت- یک سیستم واسط برای به کار انداختن شیر در پاسخ به سیگنال حس گر تنفس؛

ث- یک وسیله زمانی برای ثبت نسبت چرخه کلی تنفس که نمونه برداری در آن انجام شده است. در شکل ۱۲، طرح این چنین سیستم نمونه برداری نشان داده شده است.

۱۱-۳-۲-۲ محاسبه نشستی

نشستی P ، را از اندازه گیری های انجام شده در ۸۰٪ انتهایی دوره های ورزشی محاسبه کنید.

نشستی P ، با اعمال ضرایب تصحیح برای زمان نمونه برداری و اثرات رقیق سازی از نسبت غلظت ها بدست می آید.

$$P (\%) = \left[\frac{C_2}{C_1} \right] \times \left[\frac{t_{in} + t_{ex}}{t_{in}} \right] \times \left[\frac{S+D}{D} \right] \times 100 \quad (2)$$

که در آن:

C_1 غلظت عامل آزمون در محفظه (با لحاظ نمودن نرخ رقیق ساز بکاربرده شده برای اندازه گیری C_2)؛

C_2 میانگین غلظت اندازه گیری شده در داخل واسط تنفسی، اصلاح شده برای سطح زمینه؛

t_{in} مدت زمان کل دم (S)؛

t_{ex} مدت زمان کل بازدم (S)؛

D دبی هوای خشک (l/min)؛

S دبی نمونه برداری از واسط تنفسی (l/min).

اندازه گیری C_2 ترجیحا با استفاده از یک ثابت یکپارچه انجام شود.

۱۱-۳-۳ نمونه برداری پیوسته - روش ۲B

۱۱-۳-۳-۱ کلیات

یک سیستم نمونه برداری است که به طور پیوسته از مجرای واسط تنفسی در سراسر چرخه تنفسی فرد تحت آزمون نمونه برداری می کند. چون سدیم کلراید در ریه ها باقی می ماند، اعمال یک ضریب تصحیح در محاسبه نشستی به طرف داخل ضروری است.

۱۱-۳-۲ محاسبه نشتی

نشتی، P را با استفاده از فرمول (۳) محاسبه کنید:

$$P (\%) = 1.25 \times \left[\frac{C_2}{C_1} \right] \times \left[\frac{S+D}{D} \right] \times 100 \quad (3)$$

که در آن:

C_1 غلظت عامل آزمون در محفظه (مشاهده نرخ رقیق‌ساز بکاربرده شده برای اندازه‌گیری C_2)؛

C_2 میانگین غلظت اندازه‌گیری شده در داخل واسط تنفسی، اصلاح شده برای سطح زمینه؛

D دبی هوای خشک (l/min)؛

S دبی نمونه برحسب (l/min).

ضریب ۱/۲۵ برای باقیمانده سدیم کلراید در ریه است (که از فرض دبی هوای ۱۲۰ l/min برای وسیله و دبی تنفس ۴۰ l/min برای استفاده‌کننده استخراج شده است).

۱۱-۴ روش آزمون ۳: آئروسول روغن ذرت

۱۱-۴-۱ تجهیزات آزمون

۱۱-۴-۱-۱ کلیات

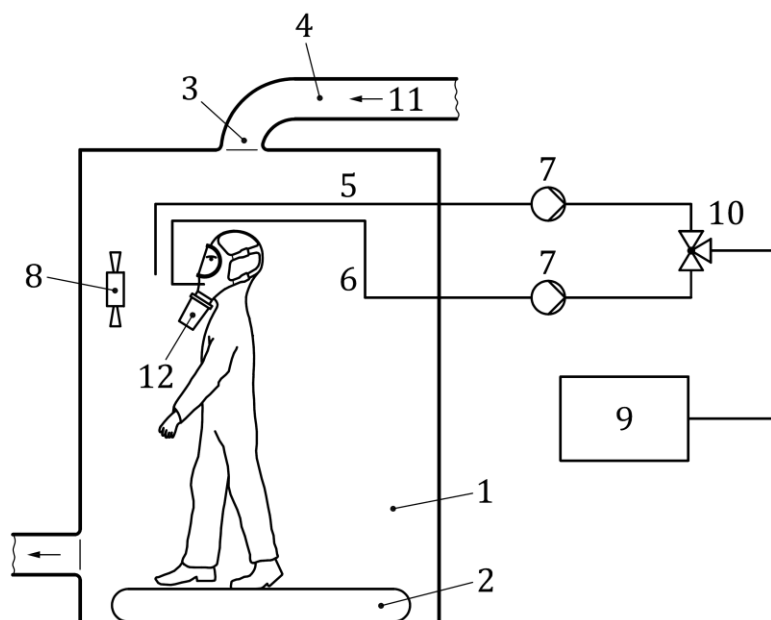
چیدمان نوعی آزمون در شکل ۱۵ ارائه شده است.

در این روش، روغن ذرت به عنوان اتمسفر آزمون به کار می‌رود. فرد تحت آزمون یا کاربر RPD تحت آزمون، یک سری از ورزش‌های آزمون را در داخل محفظه حاوی اتمسفر آزمون روغن ذرت انجام می‌دهد. تعیین دقیق نشتی حداقل باید در گستره ۰/۰۱٪ تا حدود ۲۰٪ امکان‌پذیر باشد.

به منظور جلوگیری از آلودگی خطوط نمونه‌برداری واسط تنفسی، غلظت عامل آزمون در طول آزمون‌ها ترجیحاً به‌طور پیوسته با استفاده از یک سیستم نمونه‌برداری جداگانه پایش می‌شود. برای این منظور بهتر است از یک آشکارساز جداگانه استفاده شود.

سیستم کنترل محیطی باید بتواند شرایط کاری را در گستره از ۲۰٪ RH تا ۸۰٪ RH و از ۱۸°C تا ۳۵°C حفظ کند. شرایط آزمون اسمی شامل گستره دما از ۱۶°C تا ۲۸°C و RH برابر با $(50 \pm 5)\%$ به عنوان هدف تعیین شده است.

طبقه‌بندی الکترواستاتیک برای بررسی توزیع اندازه ذرات آئروسول آزمون توصیه می‌شود.



- ۷ پمپ نمونه
۸ فن گردش (در صورت لزوم)
۹ آنالایزر
۱۰ شیر تغییر مسیر
۱۱ آئروسول روغن ذرت
۱۲ فیلتر ذرات

- راهنا
۱ محفظه
۲ تردمیل
۳ سپر
۴ کانال
۵ نمونه محفظه
۶ نمونه واسط تنفسی

شکل ۱۵- چیدمان نوعی آزمون برای تعیین نشتی به طرف داخل به روش روغن ذرت (نمونه برداری پیوسته)؛
در این شکل یک RPD دارای واسط تنفسی رده eT نشان داده می شود

۱۱-۴-۱-۲ تولید آئروسول آزمون

آئروسول آزمون توسط پخش کننده آئروسول روغن ذرت با استفاده از هوای فشرده تولید می شود. روغن ذرت مصرفی باید با شماره اختصار شیمیایی $1-30-7-8001$ مطابقت داشته باشد. مبدل آئروسول باید بتواند آئروسول آزمون روغن ذرت را با غلظت 20 mg/m^3 تا 26 mg/m^3 با قطر آیرودینامیکی میانگین جرمی (MMAD)^۲ از $0.4 \mu\text{m}$ تا $0.7 \mu\text{m}$ و انحراف استاندارد هندسی کمتر از ۲۰٪ را در محفظه آزمون تولید و حفظ کند.

این تجهیزات باید بتواند بدون استفاده از هوای بازیافتی کار کنند.

۱۱-۴-۱-۳ آشکارسازی

برای اندازه گیری غلظت آئروسول روغن ذرت در داخل محفظه و در داخل واسط تنفسی از سیستم اندازه گیری آئروسول استفاده می شود. تعیین درست نشتی باید حداقل در محدوده تقریبی ۰.۰۱٪ تا ۲۰٪ امکان پذیر باشد.

1- Chemical Abstract No.

2- Mass median aerodynamic diameter

حداقل حد آشکارسازی باید کمتر از 0.1 mg/m^3 باشد. یک سیستم اندازه‌گیری مناسب می‌تواند سیستم بر پایه فوتومترهای لیزری با پراکندگی نور به عقب باشد.

۱۱-۴-۱ محاسبه نشتی

نشتی P ، را از اندازه‌گیری‌های انجام شده در 80% انتهای دوره‌های ورزشی، محاسبه کنید.

$$P (\%) = \frac{C_2}{C_1} \times 100 \quad (4)$$

که در آن:

C_1 غلظت عامل آزمون در محفظه؛ و

C_2 غلظت میانگین اندازه‌گیری‌شده عامل آزمون در واسط تنفسی، جبران شده برای سطح زمینه است.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید شامل موارد مرتبط مشخص شده در بند ۴، همراه با موارد زیر باشد:

الف- اطلاعات شناسایی تعداد سلول‌های PCA افراد پانل آزمون؛

ب- درصد میانگین حسابی نشتی به‌طرف داخل برای هر تمرین ورزشی برای تک‌تک افراد تحت آزمون؛

پ- درصد میانگین حسابی نشتی به‌طرف داخل برای تمام تمرین‌های ورزشی آزمون برای تک‌تک افراد تحت آزمون؛

ت- 95% درصد نشتی به‌طرف داخل محاسبه‌شده از سری داده‌های بند پ؛

ث- مشخصات RPD.

در RPD ترکیبی و چندمنظوره، برای تمرین ورزشی شماره ۱۱ آزمون (جدول ۴-ب) باید میانگین حسابی محاسبه‌شده باشد.

۱۳ عدم قطعیت اندازه‌گیری

مطابق با استاندارد ISO 21748، تخمین عدم‌قطعیت اندازه‌گیری مربوط به این روش آزمون باید انجام شود. مقدار این تخمین نباید از $\pm 10\%$ بیشتر باشد.

یادآوری- استفاده از استانداردهای انتقال^۱ برای اندازه‌گیری عدم‌قطعیت‌های معمول بین آزمایشگاه‌ها می‌تواند کمک کند.

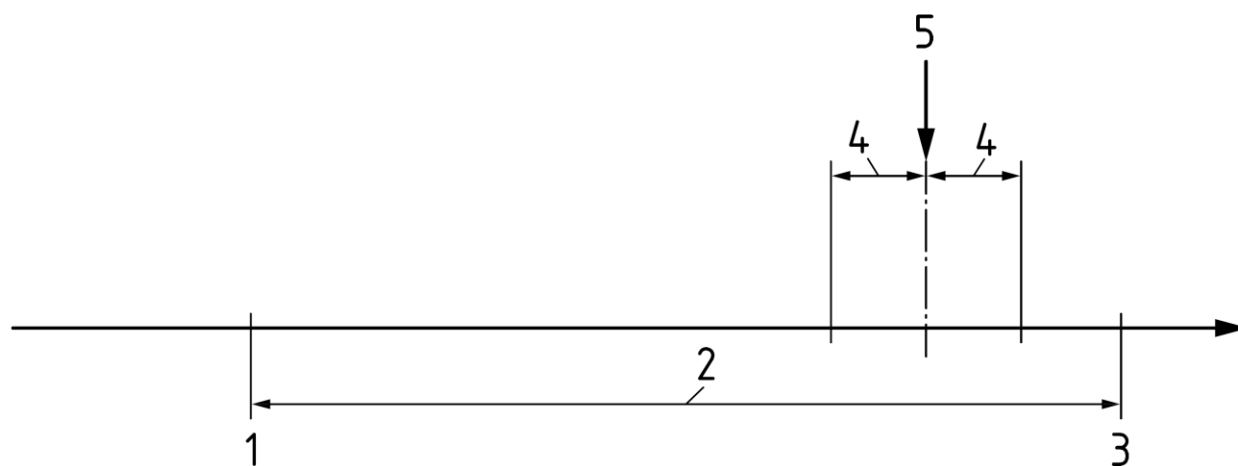
پیوست الف

(الزامی)

کاربرد عدم قطعیت اندازه گیری

الف-۱ تعیین انطباق

برای تعیین انطباق، یا در غیر این صورت برای اندازه گیری انجام شده مطابق این روش، زمانی که با حدود ویژگی ارائه شده در استاندارد وسایل حفاظت مقایسه می شود، قرارداد زیر باید به کار رود. اگر نتیجه آزمون \pm عدم قطعیت اندازه گیری، U ، کاملاً در داخل ناحیه ویژگی ها برای آزمون خاص ذکر شده در استاندارد وسیله حفاظتی قرار گیرد، به منزله قبولی در آزمون و چنانچه در خارج ناحیه ویژگی های استاندارد قرار گیرد به منزله رد نمونه آزمون است (به شکل های الف-۱ و الف-۲ مراجعه شود).



راهنما:

۱ حد پایین ویژگی

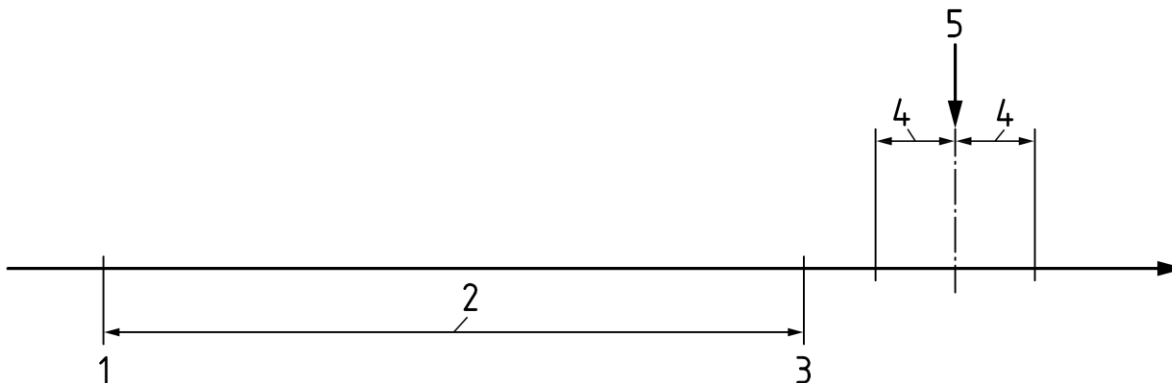
۲ ناحیه ویژگی

۳ حد بالای ویژگی

۴ عدم قطعیت اندازه گیری، U

۵ مقدار اندازه گیری شده

شکل الف ۱- نتیجه قبولی



راهنما:

۱ حد پایین ویژگی

۲ ناحیه ویژگی

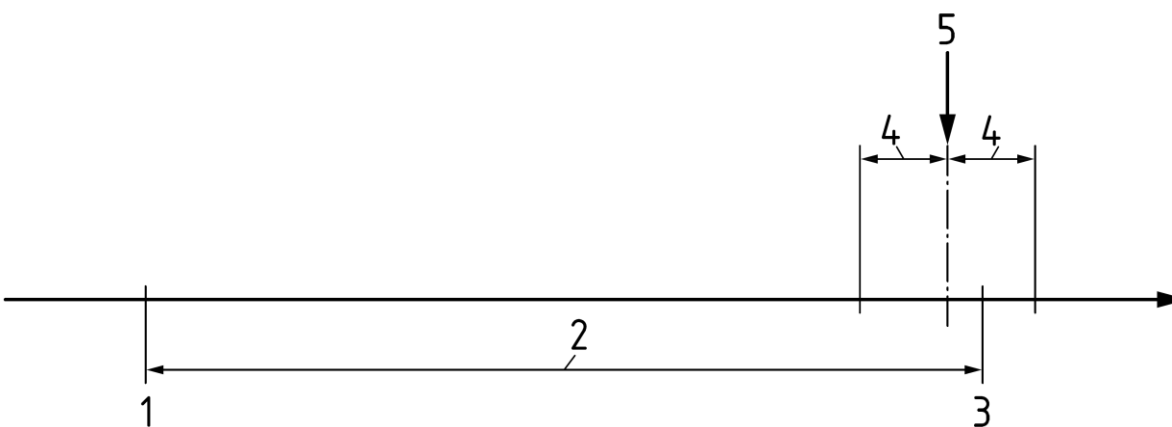
۳ حد بالای ویژگی

۴ عدم قطعیت اندازه گیری، U

۵ مقدار اندازه گیری شده

شکل الف ۲- نتیجه ردی

اگر نتیجه آزمون \pm عدم قطعیت اندازه گیری، U ، با ناحیه ویژگی‌ها برای آزمون خاص در استاندارد وسیله حفاظتی هم پوشانی داشته باشد، در این صورت باید برای ایمنی بیشتر مصرف کننده، نتایج ارزیابی مردود اعلام شود (به شکل الف-۳ مراجعه شود).



راهنما:

۱ حد پایین ویژگی

۲ ناحیه ویژگی

۳ حد بالای ویژگی

۴ عدم قطعیت اندازه گیری، U

۵ مقدار اندازه گیری شده

شکل الف ۳- نتیجه ردی

پیوست ب
(الزامی)
برنامه ورزشی

ب-۱ کلیات

از برنامه ورزشی زیر برای آزمون استفاده کنید.

ب-۲ ورزش آزمون

الف- اندازه‌گیری‌های ناشتی ثبت‌شده در طول تمرین‌های آمادگی نباید در تعیین ناشتی به‌طرف داخل استفاده شوند.

ب- غلظت ناحیه نمونه، باید به‌طور پیوسته در تمام مدت آزمون اندازه‌گیری شود، اما فقط از ۸۰٪ انتهای دوره باید در تعیین ناشتی استفاده شود.

پ- حرکات در هر ورزش خاص باید به‌طور یکسان در خلال آن ورزش، توزیع شود.

ت- ورزش‌ها باید به‌طور پیوسته بدون دوره استراحت بین هر ورزش، انجام شود.

یادآوری- خاتمه یک برنامه ورزشی و آغاز دیگری، تقریباً بلافاصله اتفاق می‌افتد، اما در شرایط خاص ممکن است لازم باشد آزمون‌گر زمان آغاز ورزش بعدی را تعیین کند.

ث- استاندارد عملکرد ممکن است موارد استثنا در برنامه‌های ورزشی خاصی را مجاز دانسته باشد، برای مثال صحبت کردن برای RPD که به قطعه دهانی مجهز شده است.

ج- به‌جز در موارد مشخص شده در استاندارد عملکرد، تردمیل باید در شیب ۰٪ تنظیم شود.

چ- در RPDهایی که عمر مفید آنها به اندازه کافی نیست، به عنوان مثال RPD گریز^۱، برنامه آزمون باید در پایان عمر مفید خاتمه یافته و با RPD دیگر، دوره سازش‌یافتگی و سپس ورزشی‌های نهایی از سر گرفته شود. به‌منظور تکمیل برنامه، هر چند بار که لازم است، این عمل را تکرار کنید.

ح- در RPD ترکیبی و یا چندمنظوره، تمرین‌های ورزشی اضافه‌شده در جدول ب-۴ باید به دنبال تمرین بی‌حرکت ایستادن (تمرین شماره ۱۰ در جدول ب-۲، یا تمرین شماره ۹ در جدول ب-۱، به ترتیب) تکمیل شوند.

جدول ب ۱- برنامه‌های ورزشی ۱

شماره ورزش	کوران باد برای RPD نوع L	ورزش آزمون
۱		سازش‌یافتگی روی تردمیل با سرعت ۴ km/h به مدت ۳ min راه بروید.
۲		بی حرکت ایستادن با قامت راست، بدون حرکت سر، و بدون صحبت کردن، به مدت ۲ دقیقه بی حرکت بایستید.
۲ الف		هیدراسیون ^۱ (در صورتی که اسباب لازم به وسیله الحاق شود) در حالی که بی حرکت ایستاده‌اید، وسیله هیدراسیون را دوبار در طی یک دوره بیش از ۱ دقیقه، راه‌اندازی کنید. تا حصول اطمینان از این که سیستم هیدراسیون به‌طور کامل بر روی واسط تنفسی در شروع و پایان هر فرآیند، به خوبی قرار گرفته است، دستورالعمل تولیدکننده را دنبال کنید.
۳		بالا و پایین آوردن در حال ایستاده و بدون حرف‌زدن، ۱۵ بار در مدت ۲ دقیقه بازوها را تا بالای سر بالا آورده و بالا را نگاه کنید، و سپس در حالی که پایین را نگاه می‌کنید تا کف پایین بیاورید.
۴		خم کردن زانوها هر دو زانو را بدون حرکت سر، در ۱ min، ۱۰ مرتبه کاملاً خم کنید.
۵		چرخش سر، زانوها و دست‌ها بدون حرف‌زدن در حالی که بر روی دست‌ها و زانوها قرار گرفته‌اید، به مدت ۱ min (تقریباً ۱۰ مرتبه)، سر را از یک طرف به طرف دیگر سپس به مدت ۱ min بالا و پایین (تقریباً ۱۰ مرتبه) بچرخانید. زمان کل: ۲ min
۶	P	راه رفتن به مدت ۲ min، بدون حرکت سر و بدون صحبت کردن، با سرعت ۵/۵ km/h، بر روی تردمیل با قامت راست راه بروید.
۷	P	چرخش سر، راه رفتن بدون صحبت کردن، در حالی که بر روی تردمیل با سرعت ۵/۵ km/h، با قامت راست راه می‌روید، سر را از یک طرف به طرف دیگر به مدت ۱ min (تقریباً ۱۰ مرتبه) بچرخانید، سپس سر را به مدت ۱ min بالا و پایین (تقریباً ۱۰ مرتبه) بچرخانید. زمان کل: ۲ min

راه رفتن، صحبت کردن	P	۸
در حالی که بر روی تردمیل با سرعت ۵/۵ km/h با قامت راست راه می‌روید، قطعه رنگین کمان ^a یا عبارت نوشتاری معادلی را به مدت ۲min با صدای بلند بخوانید (مثل اینکه در حال گفتگو کردن با یک همکار هستید).		
بی حرکت ایستادن		۹
به مدت ۲ دقیقه، با قامت راست، بدون حرکت سر، و بدون صحبت بی حرکت بایستید.		
طول برنامه آزمون: ۱۸ min (۱۹ min اختیاری است)		
<p>بادآوری - مطابق با بند ۱۱-۱-۱۰ برای ورزش‌های ۶، ۷ و ۸، استفاده از کوران باد در نظر گرفته شده است.</p> <p>a متن معادل در زبان دیگر طوری انتخاب می‌شود که گستره حرکات قابل مشاهده صورت در طول صحبت کردن را پوشش دهد. متن قطعه انگلیسی رنگین کمان برای پوشش دادن گستره حرکات صورت، انتخاب شده است. در صورت امکان، انتخاب یک متن با طول جمله و طول عبارت مشابه با رنگین کمان مناسب است.</p>		

جدول ب ۲- برنامه‌های ورزشی ۲

شماره ورزش	کوران باد برای RPD نوع L	ورزش آزمون
۱		سازش‌یافتگی روی تردمیل با سرعت ۴km/h به مدت ۳ min با قامت راست راه بروید.
۲		بی حرکت ایستادن به مدت ۲ دقیقه، با قامت راست، بدون حرکت سر، و بدون صحبت کردن، بی حرکت بایستید.
۲ الف		هیدراسیون (در صورتی که وسیله به اسباب هیدراسیون مجهز باشد) در حالی که بی حرکت ایستاده‌اید، وسیله هیدراسیون را دوبار در طی یک دوره بیش از ۱ دقیقه، راه اندازی کنید. تا حصول اطمینان از این که سیستم هیدراسیون به طور کامل بر روی واسط تنفسی در شروع و پایان فرآیند، خوب جاسازی شده است، دستورالعمل تولیدکننده را دنبال کنید.
۳		بالا و پایین آوردن در حال ایستاده و بدون حرف زدن، ۱۵ بار در مدت ۲ دقیقه بازوها را تا بالای سر بالا آورده و بالا را نگاه کنید، و سپس در حالی که پایین را نگاه می‌کنید پایین آورید.
۴		خم کردن زانو هر دو زانو را ۱۰ مرتبه در ۱min، بدون حرکت سر، کاملاً خم کنید.
۵		چرخش سر، زانوها و دست‌ها در حالی که بر روی دست‌ها و زانوها و بدون حرف زدن قرار گرفته‌اید، به مدت ۱min (تقریباً ۱۰ مرتبه)، سر را از یک طرف به طرف دیگر بچرخانید. سپس به مدت ۱min بالا و پایین (تقریباً ۱۰ مرتبه) بچرخانید. زمان کل: ۲ min

۶	P	راه رفتن به مدت ۲min، بدون حرکت سر و بدون صحبت کردن، بر روی تردمیل با سرعت ۵/۵ km/h، با قامت راست راه بروید.
۷	P	چرخش سر، راه رفتن بدون صحبت کردن، با چرخش سر از یک طرف به طرف دیگر به مدت ۱min (تقریباً ۱۰ مرتبه)، بر روی تردمیل با سرعت ۵/۵ km/h با قامت راست راه بروید، سپس سر را به مدت ۱min بالا و پایین (تقریباً ۱۰ مرتبه) بچرخانید. زمان کل: ۲ min
۸	P	راه رفتن، صحبت کردن بر روی تردمیل با سرعت ۵/۵ km/h، با قامت راست راه بروید، و قطعه رنگین کمان ^a یا عبارت نوشتاری معادلی را به مدت ۲min با صدای بلند بخوانید (مثل اینکه در حال گفتگو کردن با یک همکار هستید).
۹		لی لی کردن هنگام ایستادن بر روی تردمیل ثابت، ۵ مرتبه روی یک پا بپرید. در هر پرش، پا باید به طور واضح از کف جدا شود. تقریباً ۱۰S استراحت کرده و پا را عوض کنید، و ۵ مرتبه دیگر بپرید. تا شروع دقیقه دوم استراحت کنید. تمرین های لی لی کردن را تکرار کنید. تا پایان دقیقه دوم استراحت کنید. (استفاده از میله های محافظ برای حفظ تعادل در طول لی لی کردن، قابل قبول می باشد.)
۱۰		بی حرکت ایستادن به مدت ۲ دقیقه، با قامت راست، بدون حرکت سر، و بدون صحبت بی حرکت بایستید.
۱۰ الف		تغییر مسیر در حالی که بی حرکت ایستاده اید، کنترل تغییر مسیر را در موقعیت جایگزین به کار اندازید. تقریباً به مدت ۱۵S صبر کنید و کنترل را به موقعیت اصلی برگردانید. به مدت ۱۵S ثانیه صبر کنید و شیر را به موقعیت جایگزین برگردانید. تا سپری شدن ۱min از آغاز بی حرکت بایستید، سپس موارد ۱ تا ۱۰ را تکرار کنید.
		طول برنامه آزمون: ۲۰min به اضافه زمان آزمون اختیاری
<p>یادآوری- طبق بند ۱۱-۱۰ برای ورزش های ۶، ۷ و ۸، استفاده از کوران باد در نظر گرفته شده است..</p> <p>a متن معادل در زبان دیگر طوری انتخاب می شود که گستره حرکات قابل مشاهده صورت در طول صحبت کردن را پوشش دهد. متن قطعه انگلیسی رنگین کمان به دلیل پوشش گستره حرکات صورت، انتخاب شده است. در صورت امکان، انتخاب یک متن با طول جمله و طول عبارت مشابه با رنگین کمان مناسب است.</p>		

جدول ب ۳- هیدراسیون

ورزش
از دریچه بارگیری بر روی واسط تنفسی، واسط هیدراسیون را باز کنید.
ظرف آب را از محل آن بردارید.
درپوش محافظ ظرف آب را بردارید.
ظرف را در نزدیکی واسط تنفسی نگه دارید.
دریچه هیدراسیون محل اتصال واسط تنفسی را به دریچه ظرف آب وصل کنید.
به منظور آوردن قطعه دهانی داخلی در امتداد خط دهان، شیر هیدراسیون (در صورت نصب) را باز کنید.
ظرف آب را به صورت وارونه، بالاتر از سطح چشم نگه دارید.
به منظور تنظیم فشار در داخل ظرف بدمید، اجازه دهید آب به داخل دهان جریان یابد.
در صورت لزوم بنوشید، اطمینان حاصل کنید که فشار قمقمه به آرامی تنظیم شود تا نوشیدن راحت تر شود.
پس از یک بار نوشیدن، ظرف آب را پایین آورید، و برای تمیز کردن آب در نی نوشیدن بدمید.
به منظور خوب جا دادن لوله نوشیدنی داخلی، شیر هیدراسیون (در صورت نصب) را ببندید.
لوله نوشیدنی واسط هیدراسون خارجی را بر روی دریچه واسط تنفسی، به خوبی جاسازی کنید.
درپوش محافظ ظرف آب را دوباره ببندید.
در صورت امکان، ظرف آب را در محل مخصوص بر روی کمربند جا دهید.

جدول ب ۴- ورزش تغییر RPD ترکیبی یا چندمنظوره

شماره ورزش	ورزش آزمون	محاسبه نتایج
۱۱	در حال ایستاده بر روی تردمیل ثابت، RPD ترکیبی و یا چندمنظوره باید از یک حالت کاری به حالت کاری دیگر تنظیم، و بعد از ۱min، به پیکربندی اصلی برگردانده شود (در صورت سازگاری با طراحی).	نشتی توصیف شده در بندهای ۱۱-۲-۲، ۱۱-۳-۲، ۱۱-۳-۳ یا ۱۱-۴-۴-۱ را برای برنامه های ورزشی آزمون بند ۱۱-۲ (در صورت مقتضی) محاسبه کنید.

پیوست پ

(الزامی)

آزمون تخلخل مواد

پ-۱ اصول

هدف از این آزمون، به‌ویژه در صورت تردید، تعیین روشی است که برای تعیین نشتی به‌طرف داخل (دم) باید مورد استفاده قرار گیرد. فشار هوای مشخصی به مواد واسط تنفسی و/یا درزبندی آن (به کاربر) اعمال می‌شود که توسط مایعی مرطوب‌شده و دارای فیلمی از همان مایع در سطح فوقانی است. در صورتی که، حباب‌ها به‌طور پیوسته از سطح بالایی فرار کنند، آن مواد همانند مواد متخلخل محسوب شده و از روش سولفور هگزا فلوراید استفاده می‌شود. اگر هیچ حبابی به‌طور پیوسته مشاهده نشود، روش‌های سولفور هگزا فلوراید و آئروسول، گزینه‌هایی با همان کیفیت محسوب‌شده و قابل قبول هستند.

پ-۲ دستگاه‌های آزمون تخلخل مواد

- فیکساتور آزمون

فیکساتور آزمون در شکل پ-۱ نشان داده شده است.

ظرف استوانه‌ای به قطر داخلی ۵۰ mm تا ۹۰ mm، بسته به اندازه ارزیابی‌شده نمونه انتخاب و نمونه آزمون توسط مکانیزم گیره نشت‌بندی می‌شود. به منظور حصول اطمینان از نشت‌بندی در برابر نمونه آزمون، فیکساتور می‌تواند با درزبند ثابت، محکم شود.

- مایع آزمون

یک لیتر آب که در آن چند قطره از عامل مرطوب‌کننده (مایع نرم‌کننده و یا مایع شوینده) حل شده است.

- وسیله اندازه‌گیری فشار

- تامین هوا و شیرهای کنترل

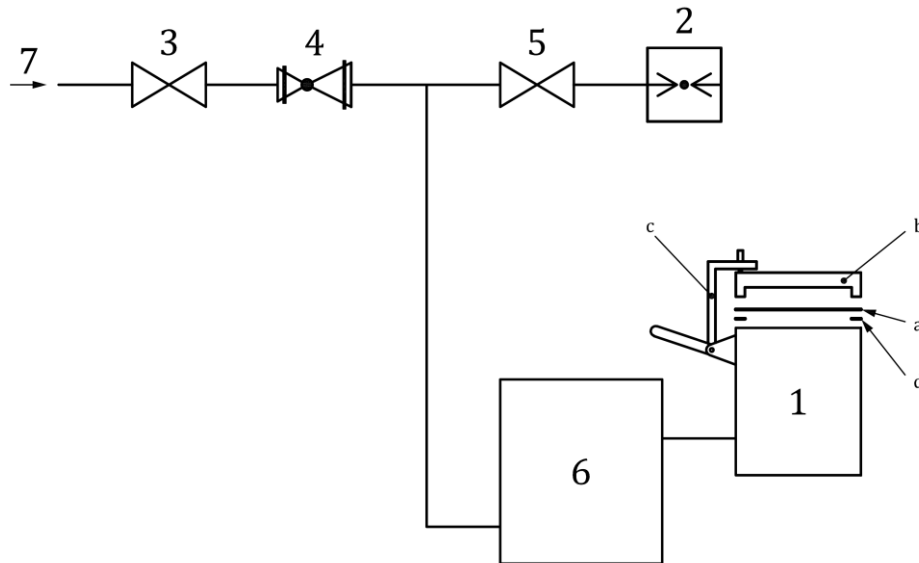
پ-۳ آماده‌سازی نمونه‌های آزمون

نمونه‌ها باید از RPD طوری قطع شوند که یک ارزیابی از همه مواد و درزها بتواند انجام شود. نمونه باید برای پوشش فیکساتور آزمون، به اندازه کافی بزرگ باشد.

پ-۴ فرآیند آزمون

نمونه آزمون را تقریباً در زیر ۱۵mm مایع آزمون برای یک دوره زمانی که کمتر از ۳min نباشد، خیس کنید. نمونه آزمون را از مایع آزمون خارج کرده و آن را به فیکساتور آزمون ببندید. برای تشکیل یک فیلم پیوسته، مایع آزمون کافی را بر روی سطح نمونه آزمون بریزید. فشار هوایی حداکثر ۱۰۰ mbar را به سطح زیرین یا رویی (هر

کدام زودتر اتفاق افتد) نمونه آزمون اعمال کنید تا حبابها خارج شوند. در صورتی که هیچ حبابی از سطح بالایی نمونه آزمون خارج نشود، آن مواد، متخلخل در نظر گرفته می‌شود. آزمون را با دیگر نمونه‌های آزمون تکرار کنید (به بند پ-۳ مراجعه شود).



راهنما:

۱	فیکساتور آزمون	۵	شیر توقف
۲	وسیله اندازه‌گیری فشار	۶	مخزن هوا
۳	شیر توقف	۷	تامین هوا
۴	شیر دمنده با دبی متغیر		
a	نمونه آزمون	c	گیره
b	گیره حلقوی	d	واشر نشت‌بندی

یادآوری ۱- فیکساتور آزمون، یک ظرف استوانه‌ای است که نمونه توسط گیره حلقوی و گیره بر روی آن بسته می‌شود. برای ایجاد نشت‌بندی در برابر نمونه، با نشت‌بند بسته می‌شود.

یادآوری ۲- شیر توقف، هوای مستقیم را به فیکساتور آزمون می‌دهد.

یادآوری ۳- شیر دمنده با نرخ متغیر، برای رسیدن به نرخ افزایش فشار لازم در فیکساتور آزمون، تنظیم می‌شود.

یادآوری ۴- شیر توقف، هوا را به تجهیزات اندازه‌گیری فشار، هدایت می‌کند.

یادآوری ۵- مخزن هوا با ظرفیت حدود ۱/۵۲ به فیکساتور آزمون وصل می‌شود. این مخزن هوا را با دبی لازم برای اطمینان از ثابت ماندن فشار تامین می‌کند، به طوری که افت هوا از طریق نمونه آزمون هنگام تشکیل حباب، نتواند نرخ افزایش فشار را به میزان قابل توجهی کاهش دهد.

شکل پ-۱- چیدمان نوعی آزمون تعیین تخلخل

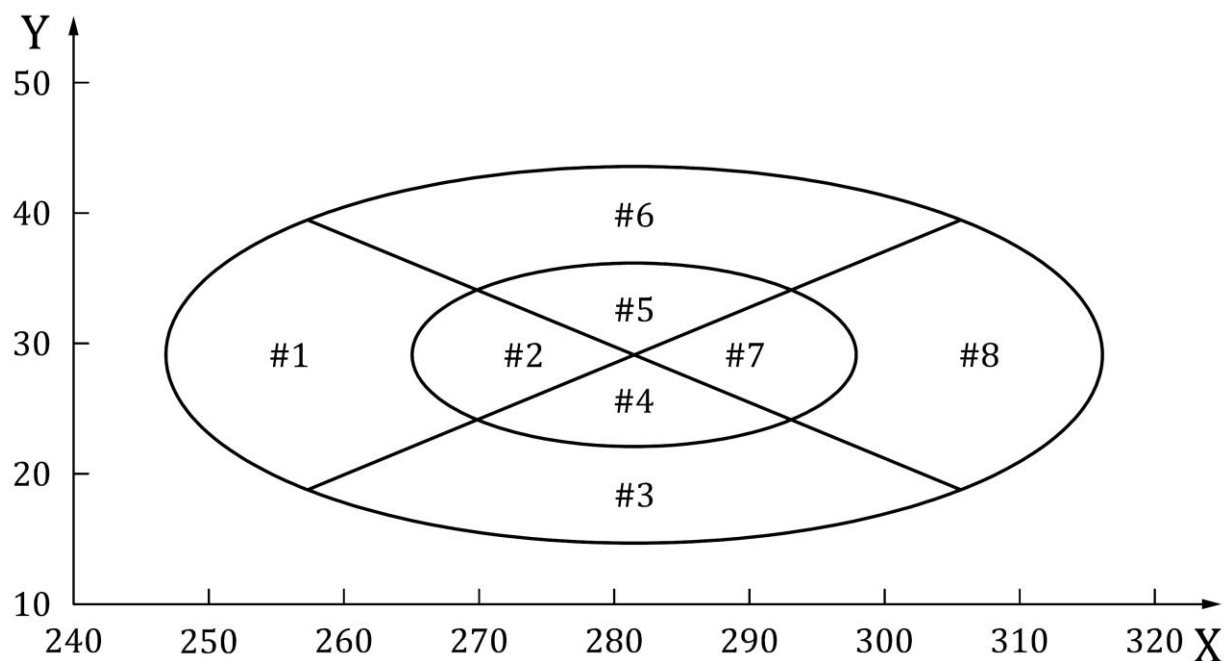
پیوست ت
(الزامی)
پانل آزمون انسانی

ت-۱ مولفه‌های اصلی پانل انسانی (PCA)^۱

PCA را مطابق با بند ۳-۸ استاندارد ISO/TS 16976-2:2010، مورد استفاده قرار دهید. در پانل PCA باید حداقل ده نفر و دست کم یک نفر از هر سلول معرف جامعه هدف، شرکت داشته باشند.

ت-۲ تشکیل پانل PCA

برای تشکیل پانل PCA، مطابق با استاندارد ISO/TS 16976-2:2010 بند ۴، و پیوست ب، ابعاد ۱۰ وجه از ۱۸ وجه اندازه‌گیری می‌شوند. پس از آن مولفه اصلی اول (PC1) و مولفه اصلی دوم (PC2)، مطابق با استاندارد ISO/TS 16976-2:2010، محاسبه می‌شوند.



راهنما:

X مولفه اصلی اول

Y مولفه اصلی دوم

شکل ت-۱-پانل PCA بر اساس دو مولفه اصلی با سلول‌های ۱ تا ۸