



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۶۹۴-۸

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

19694-8

1st.Edition

2016

وسایل حفاظت تنفسی - تجهیزات و
روش‌های آزمون - قسمت ۸:
اندازه‌گیری دبی هوای ماسک در RPD
فیلترکننده پمپ‌دار

**Respiratory protective devices -
Methods of test and test equipment -
Part 8: Measurement of RPD air flow
rates of assisted filtering RPD**

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 واسطه^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 ۸: اندازه‌گیری دبی هوای ماسک در

RPD فیلترکننده پمپ‌دار»

رئیس:

غفاری، مجتبی

(کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)

دبیر:

هادی، کاظم

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اخجاری، شهاب

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

ترکمن، لیلا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

رنجبریان، لیلی

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

سالک‌زمانی، مریم

(کارشناسی ارشد علوم تغذیه)

شیخ‌زاده، داریوش

(متخصص بیهوشی و مراقبت‌های ویژه)

صیادی، سعید

(کارشناسی ارشد مهندسی برق و الکترونیک)

عبداله‌پور، روح‌انگیز

(کارشناسی مهندسی برق و الکترونیک)

سمت و / یا نمایندگی

مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

شرکت آرمان کاوشگران

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

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

شرکت بهساز طب

شرکت ساتراپ طب مد

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)

مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی

همت‌جو، یوسف
(کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)

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	
ه	پیش گفتار	
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۱	مراجع الزامی	۲
۱	اصطلاحات و تعاریف	۳
۲	پیش‌نیازهای آزمون	۴
۳	الزامات عمومی آزمون	۵
۳	اصول آزمون	۶
۴	روش آزمون	۷
۴	کلیات	۱-۷
۴	اندازه‌گیری دبی با استفاده از روش فشار برگشتی صفر	۲-۷
۷	اندازه‌گیری دبی تعاملی	۳-۷
۱۴	گزارش آزمون	۸
۱۵	پیوست الف (اطلاعاتی)- کاربرد عدم قطعیت اندازه‌گیری	

پیش گفتار

استاندارد «وسایل حفاظت تنفسی- تجهیزات و روش‌های آزمون- قسمت ۸: اندازه‌گیری دبی هوای ماسک در RPD فیلترکننده پمپ‌دار» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوطه توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و شصت و ششمین اجلاسیه 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 مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 16900-8: 2015, Respiratory protective devices -Methods of test and test equipment -Part 8: Measurement of RPD air flow rates of assisted filtering RPD

وسایل حفاظت تنفسی - تجهیزات و روش‌های آزمون - قسمت ۸: اندازه‌گیری دبی هوای ماسک در RPD فیلتر کننده پمپ‌دار

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌هایی برای اندازه‌گیری دبی هوای تحویل‌شده به کاربر با RPD فیلتر کننده پمپ‌دار^۱ است.

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 این استاندارد 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

۳ اصطلاحات و تعاریف

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

یادآوری - در تعاریف فهرست‌شده در بندهای ۳-۲ تا ۳-۷، منظور از دبی، دبی حجمی است.

۱-۳

RPD فیلتر کننده پمپ‌دار

یک RPD فیلتر کننده که گازهای قابل تنفس، به‌طور فعال از طریق RPD برای کاربر آن تامین می‌شود.

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

۲-۳

دبی تعاملی^۱

دبی عبوری از فیلترهای RPD فیلترکننده پمپدار (به بند ۳-۱ مراجعه شود) ناشی از تلفیق کار RPD فیلترکننده پمپدار و الگوی تنفسی ایجاد شده توسط دستگاه تنفسی است.

۳-۳

دبی تعاملی میانگین

دبی تعاملی که از میانگین بیش از ۱۰ چرخه تنفسی متوالی دستگاه تنفس به دست می آید.

۴-۳

میانگین حداکثر دبی تعاملی

میانگین بالاترین دبی در هر چرخه تنفسی از ۱۰ چرخه تنفسی متوالی دستگاه تنفسی است.

۵-۳

میانگین حداقل دبی تعاملی

میانگین پایین ترین دبی در هر چرخه تنفسی از ۱۰ چرخه تنفسی متوالی دستگاه تنفسی است.

۶-۳

حداکثر دبی اندازه گیری شده

دبی حجمی RPD فیلترکننده پمپدار (به بند ۳-۱ مراجعه شود)، که در آزمون آزمایشگاهی، هنگامی که RPD در شرایط بالاترین دبی هوای تاثیرگذار بر دماها، تنظیمات RPD، آماده سازی اولیه^۲، استفاده از لوازم جانبی و ... قرار دارد، اندازه گیری می شود.

۷-۳

حداقل دبی اندازه گیری شده

دبی حجمی RPD فیلترکننده پمپدار (به بند ۳-۱ مراجعه شود)، که در آزمون آزمایشگاهی، هنگامی که RPD در شرایط پایین ترین دبی هوای تاثیرگذار بر دماها، تنظیمات RPD، آماده سازی اولیه، استفاده از لوازم جانبی و ... قرار دارد، اندازه گیری می شود.

۴ پیش نیازهای آزمون

به منظور پیاده سازی این استاندارد، لازم است که حداقل موارد زیر در استاندارد عملکرد مرتبط تعیین شده باشد:

1- Interactive flow rate

2- Pre-conditionings

الف- تعداد نمونه‌های آزمون؛

ب- شرایط کاری RPD، برای مثال تنظیمات احتمالی جریان هوا، وضعیت شارژ باتری‌ها، تاثیرات دمای کاری؛

پ- گستره دمای کاری طراحی شده؛

ت- سردیس^۱ مناسب RPD و در صورت لزوم تنه^۲؛

ث- پیش‌نیازهای دیگر.

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 و یا حداقل بیان نشده‌اند باید دارای رواداری $\pm 5\%$ باشند. جز در موارد ذکر شده، دمای محیط آزمون باید بین 16°C و 32°C و رطوبت نسبی در محدوده $(30 \pm 5)\%$ باشد. هر حدود مشخص شده برای دما باید با درستی $\pm 1^{\circ}\text{C}$ تعیین شده باشد. هنگامی که ارزیابی معیار قبولی یا ردی، وابسته به اندازه‌گیری باشد، عدم قطعیت اندازه‌گیری باید مطابق با پیوست الف انتخاب شود.

۶ اصول آزمون

یک RPD کامل به یک سردیس مناسب و در صورت لزوم تنه نصب می‌شود و مطابق با دستورالعمل استفاده تولیدکننده به کار انداخته می‌شود، مگر این‌که طور دیگری در استاندارد عملکردی بیان شده باشد. جریان هوای تامین شده توسط RPD به صورت دبی هوا اندازه‌گیری می‌شود.

ممکن است پیش‌نیازهای داده شده، ایجاب کند دبی هوا در شرایطی اندازه‌گیری شود که حداقل یا حداکثر دبی RPD برقرار باشد. بسته به طراحی RPD، دبی هوا می‌تواند توسط تنظیمات قابل انتخاب جریان هوای RPD، زمان آماده‌به‌کار شدن^۳، وضعیت شارژ باتری، انواع مختلف فیلتر کننده، تنظیمات هشدار، دمای RPD شامل گستره دمای کار، استفاده از لوازم جانبی، طول شیلنگ، فشار تامین شده، و عوامل دیگر تعیین شوند.

در صورت لزوم، به منظور دست یابی به یک جریان ثابت معادل با حداکثر یا حداقل جریان اندازه‌گیری شده، روش کاری که برای تنظیم دستی RPD در طول آزمون‌های بعدی باید اتخاذ شود، به طراحی RPD بستگی خواهد داشت. جایگزین کردن باتری با یک منبع تغذیه قابل کنترل و قابل تنظیم خارجی، افزایش غیر واقعی

1- Headform

2- Torso

3- Initialization

۲- بدن بدون سر و اندام‌های تحتانی و فوقانی

افت فشار فیلترهای مورد استفاده، یا تنظیم غیر واقعی سیستم کنترل دبی هوای RPD از جمله راه‌های ممکن برای دستیابی به چنین تنظیماتی هستند. دبی‌های هوای اندازه‌گیری شده در همه آزمون‌ها، دبی‌های حجمی تلقی می‌شوند و باید طبق فرمول ۱ به 20°C و 1013 hPa تصحیح شوند.

$$Q_{cor} = Q_m \cdot k \cdot \left[\frac{P_m}{T_m} \right] \quad (1)$$

که در آن:

Q_{cor} جریان هوای تصحیح شده؛

Q_m جریان هوای اندازه‌گیری شده؛

k ثابت (K/hPa) $0,289 / 293 K$ تقسیم بر 1013 hPa (در دمای 20°C)؛

P_m فشار در حین اندازه‌گیری برحسب hPa؛

T_m دما در حین اندازه‌گیری برحسب K.

۷ روش آزمون

۱-۷ کلیات

این استاندارد دو روش آزمون را توصیف می‌کند: اندازه‌گیری دبی با استفاده از روش فشار برگشتی صفر^۱ و اندازه‌گیری دبی تعاملی.

۲-۷ اندازه‌گیری دبی با استفاده از روش فشار برگشتی صفر

۱-۲-۷ کلیات

این آزمون تنها در صورت ثابت بودن دبی تعاملی برای RPD مناسب است، مثال، برای RPD با واسط تنفسی رده L (اتصالات شل^۲).

۲-۲-۷ تجهیزات آزمون

تجهیزات آزمون شامل موارد زیر است:

- سردیس RPD مناسب، با اندازه مناسب؛

- تنه در صورت لزوم؛

- دستگاه دمنده یا مکنده با ظرفیت دمنده‌گی یا مکنده‌گی هوا با دبی مناسب. این ظرفیت باید بزرگتر از حداکثر دبی هوای قابل تامین توسط RPD تحت آزمون باشد. معمولاً این ظرفیت باید از دبی پیک رده کاری انتخابی وسیله بیشتر باشد. دبی هوای دستگاه دمنده یا مکنده باید قابل کنترل باشد؛

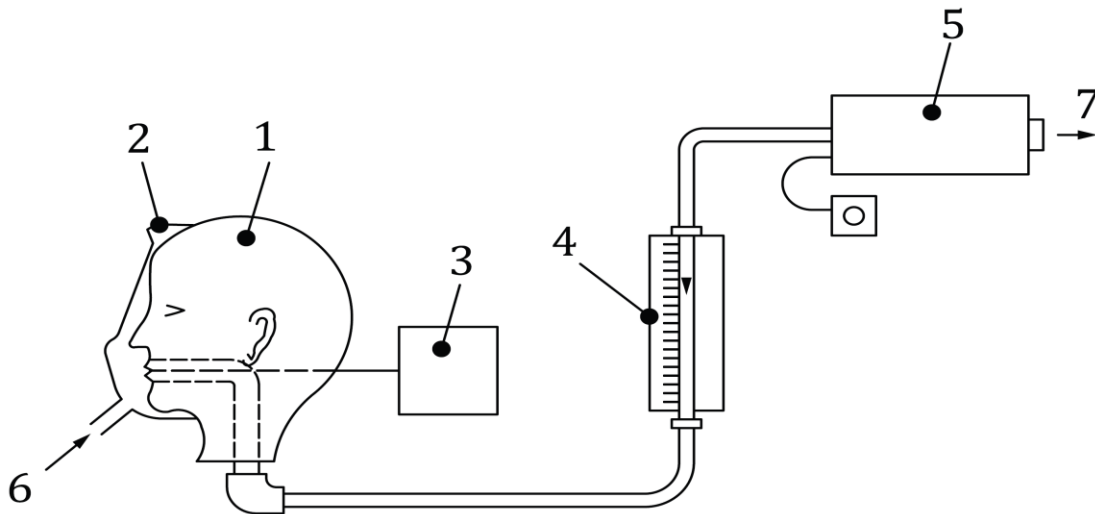
1- Zero back pressure

2- Loose fitting

- دبی سنج مناسب، کالیبره شده در گستره اندازه گیری؛
- حس گر فشار تفاضلی، با دقتی بهتر از $\pm 5 \text{ Pa}$ در صفر پاسکال؛
- محفظه غیرقابل نفوذ هوا یا کیسه سبک وزن، با حجمی بین ۱۰۱ و ۳۰۱ با اتصالات درز بندی شده در برابر نفوذ هوا.

۷-۲-۳ روش انجام آزمون برای RPD با یک واسط تنفسی رده T

واسط تنفسی باید به سردیس مناسب و در صورت لزوم به تنه وصل شود. واسطهای تنفسی رده T، باید در وضعیت درزبندی شده به سردیس وصل شوند. به این منظور، ممکن است یک وسیله برای درز بندی مورد نیاز باشد. حس گر فشار تفاضلی، دبی سنج، و دستگاه مکنده باید مطابق شکل ۱ قرار داده شوند. RPD باید فعال شود. دستگاه مکنده قابل کنترل تجهیزات آزمون بکاررفته برای مکیدن هوا از روزنه دهان سردیس باید روشن شده و طوری تنظیم شود که حس گر فشار تفاضلی یک مقدار ثابت $\pm 5 \text{ Pa}$ را نسبت به فشار محیط نشان دهد. دبی هوای اندازه گیری شده توسط دبی سنج، دبی تعاملی میانگین است.



راهنما:

- | | |
|---------------------|---|
| ۱ سردیس | ۵ دستگاه مکنده قابل کنترل |
| ۲ واسط تنفسی رده T | ۶ جریان هوای RPD |
| ۳ حس گر فشار تفاضلی | ۷ جریان هوای قابل کنترل از دستگاه مکنده |
| ۴ دبی سنج هوا | |

شکل ۱- چیدمان نوعی آزمون برای اندازه گیری دبی هوای RPD با واسط تنفسی رده T

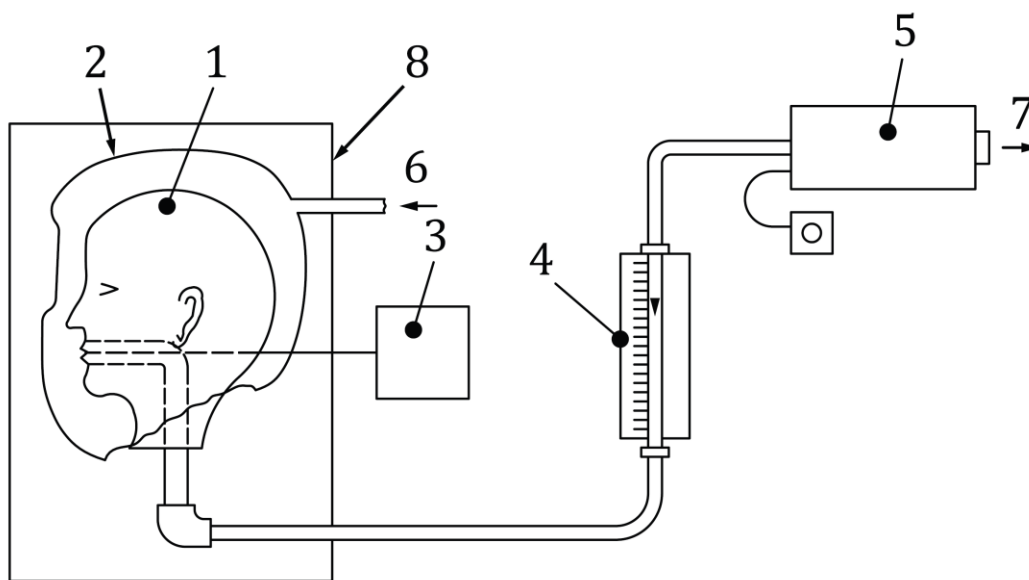
۷-۲-۴ روش آزمون RPD با واسط تنفسی رده L

واسط تنفسی با اتصالات شل باید به سردیس مناسب و در صورت لزوم به تنه وصل شود. حس گر فشار تفاضلی، دبی سنج، دمنده، و جعبه یا کیسه سبک وزن باید مطابق با شکل های ۲ یا ۳ قرار داده شوند. تمامی اتصالات محفظه یا کیسه سبک وزن باید درز بندی شده باشند.

پیکربندی مناسب آزمون برای RPD با واسط تنفسی رده L، در شکل ۲ نشان داده شده است. پیکربندی مناسب برای یک RPD که دمنده RPD به طور یکپارچه در واسط تنفسی رده L چیدمان شده است، در شکل ۳ نشان داده شده است.

RPD باید فعال شود. دستگاه دمنده قابل تنظیم تجهیزات آزمون باید روشن شده و طوری تنظیم شود که کیسه سبک وزن نه کاملاً خالی و نه کاملاً باد شود. برای تنظیم دقیق دمنده، استفاده از حس گر فشار می تواند سودمند باشد.

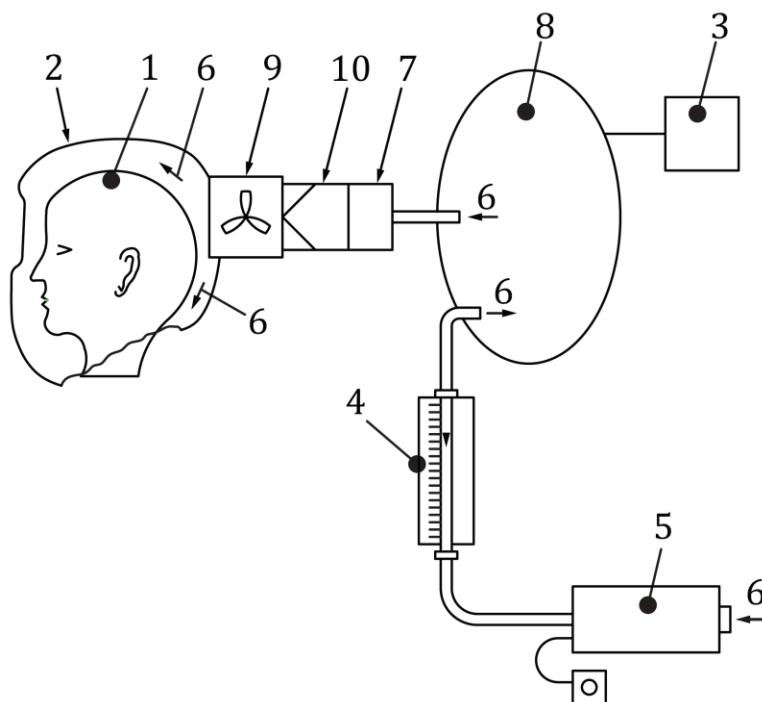
در صورت استفاده از محفظه، دستگاه دمنده باید طوری تنظیم شود که حس گر فشار مقدار ثابت (5 ± 0) Pa را نسبت به فشار محیط، نشان دهد. دبی هوای اندازه گیری شده به وسیله دبی سنج، دبی تعاملی میانگین است.



راهنما:

- | | |
|---------------------|---|
| ۱ سردیس | ۵ دستگاه مکنده قابل کنترل |
| ۲ واسط تنفسی رده L | ۶ جریان هوای خروجی RPD |
| ۳ حس گر فشار تفاضلی | ۷ جریان هوا از دستگاه مکنده قابل کنترل |
| ۴ دبی سنج هوا | ۸ محفظه یا کیسه سبک وزن، هر کدام به کار رود |

شکل ۲- چیدمان نوعی آزمون برای اندازه گیری دبی هوای RPD با واسط تنفسی رده L که در آن هوا از طریق یک شیلنگ به واسط تنفسی تحویل می شود



راهنما:

- | | |
|---------------------|---|
| ۱ سردیس | ۶ جریان هوا |
| ۲ واسط تنفسی رده L | ۷ اتصال دهنده نشسته ناپذیر بین فیلتر کننده و کیسه یا جعبه تنفسی |
| ۳ حس گر فشار تفاضلی | ۸ محفظه یا کیسه سبک وزن |
| ۴ دبی سنج هوا | ۹ دمنده RPD |
| ۵ دمنده قابل کنترل | ۱۰ فیلتر RPD |

شکل ۳ - چیدمان نوعی آزمون برای اندازه گیری دبی RPD، در جایی که دمنده RPD، با واسط تنفسی رده L یکپارچه است

۳-۷ اندازه گیری دبی تعاملی

۱-۳-۷ کلیات

از این روش برای اندازه گیری حداقل، حداکثر و میانگین دبی تعاملی RPD، استفاده می شود. این روش به ویژه در مواردی که دستگاه دمنده بر اساس الگوی تنفس کاربر عمل می کند، برای تمامی RPDها مناسب است. با این روش، نوسان دبی هوا در هر دم از طریق تغییرات فشار تفاضلی اندازه گیری شده بین خروجی فیلتر کننده و قسمت دمنده RPD اندازه گیری می شود.

برای کاربرد این روش، برقراری یک رابطه بین جریان هوای RPD و افت فشار در سیستم فیلتر کننده RPD، مطابق با بند ۳-۳-۷، الزامی است.

حداکثر دبی تعاملی (Q_{max})، همان دبی هوایی است که از داخل RPD می‌گذرد، هنگامی که حسب اقتضا، واسط تنفسی متصل شده بر روی سردیس و در صورت لزوم متصل به یک تنه مناسب، در معرض حداکثر پیک دبی دم وسیله تنفسی تنظیم شده برای میزان فعالیت مرتبط، قرار می‌گیرد.

حداقل دبی تعاملی (Q_{min})، دبی هوایی است که از داخل RPD می‌گذرد هنگامی که حسب اقتضا، واسط تنفسی متصل شده بر روی سردیس و در صورت لزوم به یک تنه مناسب، در معرض حداکثر دبی هوای بازدم وسیله تنفسی تنظیم شده برای میزان فعالیت مرتبط، قرار می‌گیرد.

میانگین دبی تعاملی (Q_{av})، میانگین دبی هوای RPD در بیش از ۱۰ چرخه تنفسی است هنگامی که حسب اقتضا، واسط تنفسی متصل شده بر روی سردیس و در صورت لزوم متصل به یک تنه مناسب، در معرض وسیله تنفسی تنظیم شده برای میزان فعالیت مرتبط، قرار گرفته و اندازه‌گیری یا محاسبه انجام، و میانگین آن بدست می‌آید.

مقادیر Q_{max} ، Q_{min} و Q_{av} را از داده‌های فشار ثبت شده با استفاده از مشخصه فشار جریان هوای RPD، می‌توان از فرمول ۲ محاسبه نمود.

$$Q = a \cdot (\Delta P)^b \quad (2)$$

که در آن:

a و b اعداد ثابت هستند؛

Q دبی هوا (l/min)؛

ΔP فشار ایستایی تفاضلی (Pa) اندازه‌گیری شده در یک نقطه مناسب؛

a و b را می‌توان از طریق تحلیل رگرسیون خطی از مدل رگرسیون مندرج در فرمول ۳ محاسبه کرد.

$$\text{Log} Q = \text{Log} a + \text{Log} b (\Delta P) \quad (3)$$

۷-۳-۲ تجهیزات آزمون برای کالیبراسیون

تجهیزات آزمون شامل موارد زیر است؛

- حس گر فشار، قادر به اندازه‌گیری فرکانس تا ۵۰ Hz با میرایی کمتر از ۳ dB؛
- تجهیزات ثبت کننده برای ثبت اندازه‌گیری‌های فشار دینامیکی، با قابلیت ثبت حداقل ۱۰۰ Hz؛
- دبی‌سنج، قادر به اندازه‌گیری دبی در گستره هوای تعاملی خروجی RPD، که بستگی به عملکرد RPD و مشخصه‌های اسمی طراحی دارد؛
- دستگاه مکنده قابل کنترل، با ظرفیت مکش بیش از حداکثر دبی هوای تعاملی.

۳-۳-۷ کالیبراسیون سیستم آزمون

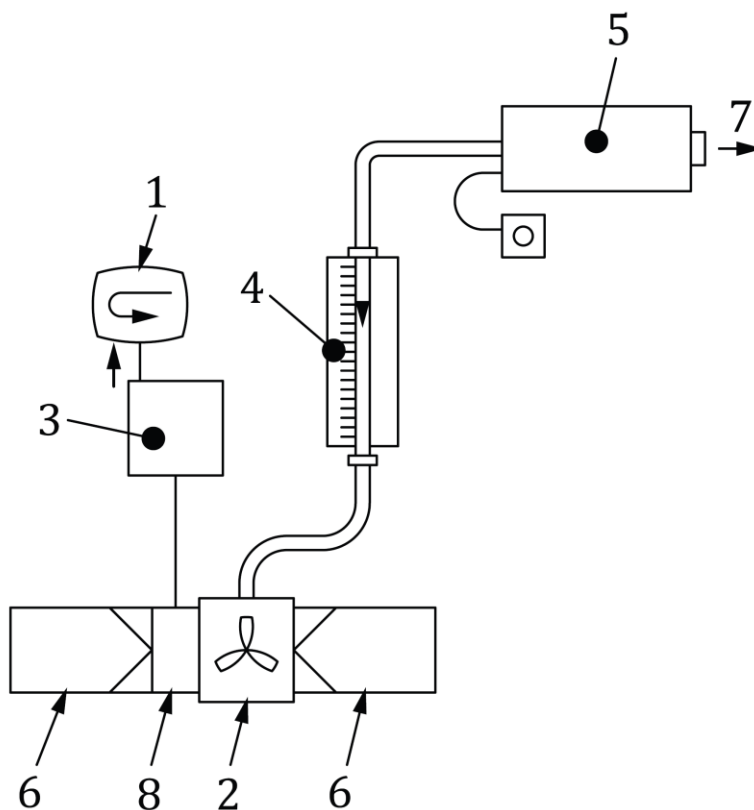
نقطه اندازه‌گیری برای حس‌گر فشار، در داخل RPD بین خروجی یک فیلترکننده و ورودی دستگاه دمنده RPD واقع می‌شود (به شکل ۴ مراجعه شود). در این نقطه فشار نسبت به فشار محیط پیرامونی که RPD در آن روشن می‌شود منفی است. این نقطه باید طوری تعیین شود که هنگام روشن‌شدن RPD حداقل تداخل با دبی هوای RPD وجود داشته باشد.

می‌توان از یک لوله تبدیل یا واشر فاصله‌گذار^۱ بین خروجی فیلترکننده و ورودی دستگاه دمنده استفاده کرد، به شرط این‌که بتوان اثبات کرد که نتایج تحت تاثیر قرار نمی‌گیرند.

یادآوری- این راه حل زمانی قابل اجرا است که افت فشار در دو طرف لوله تبدیل نسبت به افت فشار در دو طرف فیلترکننده و دستگاه دمنده (ورودی و خروجی)، ناچیز باشد.

خروجی دستگاه دمنده باید به ورودی دبی‌سنج و خروجی دبی‌سنج باید به دستگاه مکنده قابل کنترل وصل شود. حس‌گر فشار به نقطه اندازه‌گیری وصل می‌شود. در حالی که دستگاه دمنده خاموش است، افت فشار (ΔP) در نقطه اندازه‌گیری، در دبی هوا بین 0 l/min و حداکثر دبی هوای مورد انتظار، برای مثال، 1/min، ۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۹۵، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ l/min اندازه‌گیری می‌شود. یک چیدمان معمول در شکل ۴ ارائه شده است.

از مقادیر اندازه‌گیری شده افت فشار (ΔP)، و دبی (Q)، مقادیر a و b از فرمول‌های ۲ و ۳ تعیین می‌شوند.



راهنما:

- | | | | |
|---|-------------------|---|--|
| ۱ | تجهیزات ثبت کننده | ۵ | دستگاه مکنده قابل کنترل |
| ۲ | دستگاه دمنده RPD | ۶ | فیلتر RPD |
| ۳ | حس گر فشار تفاضلی | ۷ | جریان هوا از دستگاه مکنده قابل کنترل |
| ۴ | دبی سنج هوا | ۸ | واشر فاصله گذار (اگر استفاده شده باشد) |

شکل ۴- چیدمان معمول آزمون برای کالیبراسیون

۷-۳-۴ تجهیزات آزمون برای اندازه گیری دبی تعاملی

تجهیزات آزمون شامل موارد زیر است:

- دستگاه تنفسی؛
- حس گر فشار، با قابلیت اندازه گیری فرکانس تا ۵۰ Hz با میرایی کمتر از ۳ dB؛
- تجهیزات ثبت برای ثبت اندازه گیری های فشار دینامیکی، قابلیت ثبت حداقل ۱۰۰ Hz؛
- سردیس RPD با اندازه مناسب؛
- تنه در صورت لزوم؛
- دبی سنج، با قابلیت اندازه گیری در گستره دبی هوای تعاملی خروجی RPD. که بستگی به عملکرد RPD و مشخصه های اسمی طراحی دارد؛

- دستگاه مکنده با قابلیت کنترل، با ظرفیت مکش بیش از حداکثر دبی هوای تعاملی.

۷-۳-۵ روش انجام آزمون برای اندازه‌گیری میانگین دبی تعاملی

برای اندازه‌گیری دبی تعاملی میانگین، واسط تنفسی RPD باید به سردیس مناسب و در صورت لزوم به تنه وصل شود. سردیس باید به دستگاه تنفسی برای تنظیم مشخصه‌های اسمی مربوط متصل شود. در صورتی که واسط تنفسی رده T (اتصال محکم) باشد، باید در وضعیت درزبندی شده به سردیس متصل شود. به این منظور، ممکن است یک درز بند مورد نیاز باشد. یک چیدمان آزمون معمول در شکل ۵ ارائه شده است.

RPD باید بعد از روشن شدن دستگاه تنفسی فعال شود. فشار وابسته به زمان، بین نقطه اندازه‌گیری فشار و فشار اتمسفری محیط باید اندازه‌گیری و ثبت شود. فقط از مقادیر فشار تفاضلی (ΔP) با علامتی مطابق با جریان هوای فیلترکننده داخل دمنده استفاده کنید، از داده‌های ثبت شده باید دبی هوا مطابق با فرمول‌های ۲ و ۳ محاسبه شوند.

بعد از این که دبی‌ها با توجه به فشارهای تفاضلی محاسبه شد، میانگین دبی تعاملی Q_{av} ، باید با استفاده از داده‌های بدست آمده از ۱۰ چرخه تنفسی متوالی محاسبه شود.

۷-۳-۶ روش انجام آزمون برای اندازه‌گیری میانگین حداکثر دبی تعاملی

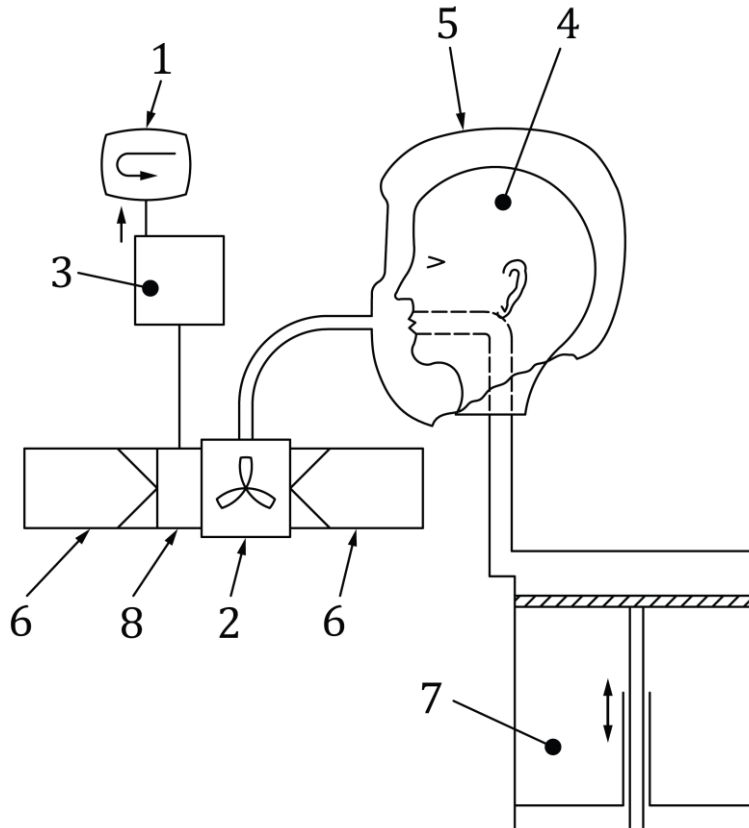
۷-۳-۶-۱ کلیات

حداکثر دبی تعاملی را می‌توان از روش آزمون دینامیکی یا روش آزمون استاتیک اندازه‌گیری کرد.

۷-۳-۶-۲ روش دینامیکی

برای اندازه‌گیری حداکثر دبی تعاملی، واسط تنفسی RPD باید به سردیس مناسب وصل شود. در صورتی که واسط تنفسی رده T باشد، باید در وضعیت درز بندی شده به سردیس وصل شود. به این منظور، ممکن است یک درزبند مورد نیاز باشد. برای تنظیم مشخصه‌های اسمی مربوط، سردیس باید به دستگاه تنفسی متصل شود. یک چیدمان آزمون معمول در شکل ۵ نشان داده شده است.

RPD باید بعد از روشن شدن دستگاه تنفسی فعال شود. فشار استاتیک تفاضلی وابسته به زمان، بین نقطه اندازه‌گیری فشار و فشار اتمسفری محیط باید اندازه‌گیری و ثبت شود. حداکثر دبی تعاملی باید با استفاده از فشارهای استاتیکی تفاضلی حداکثر و فرمول‌های ۲ و ۳ محاسبه شوند. بعد از محاسبه دبی‌ها با استفاده از فشارهای تفاضلی، میانگین حداکثر دبی تعاملی، Q_{max} ، باید با استفاده از داده‌های استخراج شده از ۱۰ چرخه تنفسی متوالی محاسبه شود.



راهنما:

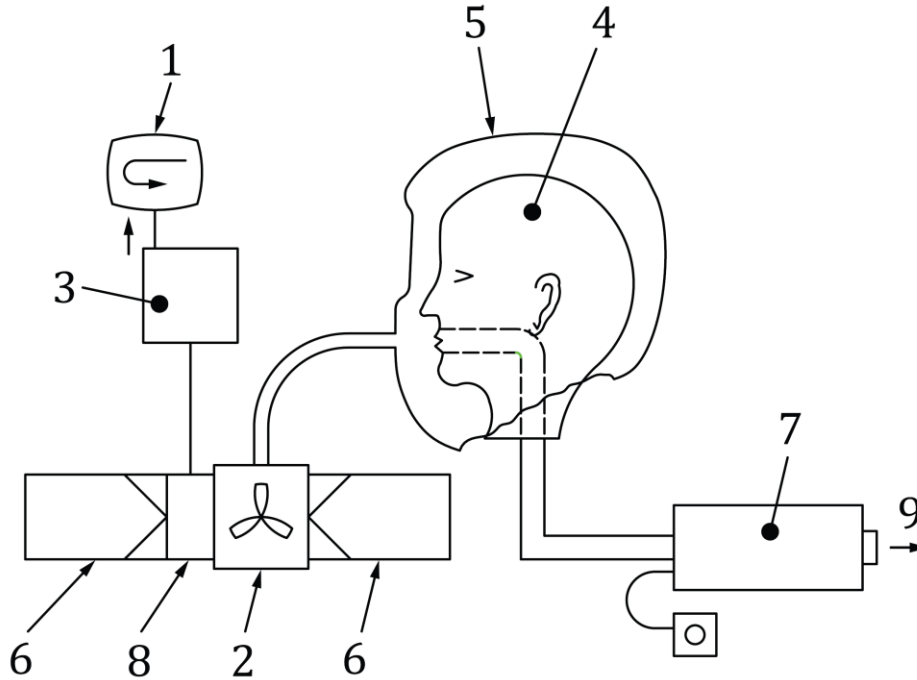
- | | |
|---------------------|-------------------------------------|
| ۱ تجهیزات ثبت | ۵ واسط تنفسی |
| ۲ دستگاه دمنده RPD | ۶ فیلتر کننده RPD |
| ۳ حس گر فشار تفاضلی | ۷ دستگاه تنفسی |
| ۴ سردیس | ۸ واشر فاصله گذار (در صورت استفاده) |

شکل ۵- چیدمان معمول آزمون برای اندازه گیری میانگین دبی تعاملی، میانگین حداکثر یا حداقل دبی تعاملی با روش آزمون دینامیکی

۷-۳-۶-۳ روش آزمون استاتیکی

دستگاه تنفسی ذکر شده در بند ۷-۳-۴، توسط دستگاه مکنده قابل کنترل جایگزین می شود. دستگاه مکنده بر روی دبی هوای ثابتی برابر با پیک دبی RPD به ترتیب رده W_1 ، W_2 ، W_3 یا W_4 ، تنظیم می شود، به عنوان مثال W_1 برای 110 l/min، W_2 برای 205 l/min، W_3 برای 330 l/min، یا W_4 برای 425 l/min، پیکربندی روش آزمون استاتیکی در شکل ۶ نشان داده شده است.

یادآوری- پیک دبی هوای دستگاه مکنده برای این آزمون از میانگین دبی هوای برای W_1 ، W_2 ، W_3 یا W_4 و الگوی سینوسی تنفس دستگاه تنفسی استنتاج می شود. بنابراین پیک دبی هوای بدست آمده با پیک دبی هوا برای W_1 ، W_2 ، W_3 و W_4 که بر اساس دیگر الگوهای تنفسی، به عنوان مثال تنفس انسان، حاصل می شود متفاوت است. افت فشار اندازه گیری شده ΔP_{max} است. Q_{max} باید با استفاده از ΔP_{max} و فرمول ۳ محاسبه شود.



راهنما:

- | | | | |
|---|-------------------|---|-------------------------------------|
| ۱ | تجهیزات ثبت | ۶ | فیلتر کننده RPD |
| ۲ | دستگاه دمنده RPD | ۷ | دستگاه مکنده قابل کنترل |
| ۳ | حس گر فشار تفاضلی | ۸ | واشر فاصله گذار (اگر وارد شده باشد) |
| ۴ | سردیس | ۹ | جریان هوا از دستگاه مکنده |
| ۵ | واسط تنفسی | | |

شکل ۶- چیدمان معمول آزمون برای اندازه گیری حداکثر دبی تعاملی با روش آزمون استاتیکی

۷-۳-۷ روش انجام آزمون برای اندازه گیری میانگین حداقل دبی تعاملی

میانگین حداقل دبی تعاملی را می توان به روش آزمون دینامیکی اندازه گیری نمود.

برای اندازه گیری میانگین حداقل دبی تعاملی، واسط تنفسی RPD باید به سردیس مناسب وصل شود. در صورتی که واسط تنفسی رده T باشد، باید در وضعیت درز بندی شده به سردیس وصل شود. به این منظور ممکن است یک درز بند مورد نیاز باشد. برای تنظیم مشخصه های اسمی مربوط، سردیس باید به دستگاه تنفسی متصل شود. یک چیدمان آزمون معمول در شکل ۵ نشان داده شده است.

RPD باید بعد از روشن شدن دستگاه تنفسی فعال شود. فشار استاتیکی تفاضلی وابسته به زمان، بین نقطه اندازه گیری فشار و فشار اتمسفری محیط باید اندازه گیری و ثبت شود. حداقل دبی تعاملی باید از حداقل فشارهای استاتیکی تفاضلی با استفاده از فرمول های ۲ و ۳ محاسبه شوند. بعد از محاسبه دبی با استفاده از فشارهای تفاضلی، میانگین حداقل دبی تعاملی، Q_{min} ، باید با استفاده از داده های استخراج شده از ۱۰ چرخه تنفسی متوالی محاسبه شود.

۸ گزارش آزمون

با ملاحظه موارد مندرج در بند ۴، گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد.

الف- روش استفاده شده مطابق این استاندارد؛

ب- دبی بر حسب l/min ، شامل عدم قطعیت اندازه گیری؛

پ- نوع دبی:

۱- دبی استفاده شده در روش فشار برگشتی صفر؛

۲) دبی تعاملی میانگین (به بند ۳-۳ مراجعه شود)؛

۳) میانگین حداکثر دبی تعاملی (به بند ۳-۴ مراجعه شود)؛

۴) میانگین حداقل دبی تعاملی (به بند ۳-۵ مراجعه شود)؛

ت- اگر RPD، در شرایط حداقل یا حداکثر جریان اندازه گیری شده آزمون شده باشد، اطلاعاتی ارائه شود (به

بندهای ۳-۶ و ۳-۷ مراجعه شود)؛

ث- هر گونه انحراف از این روش آزمون.

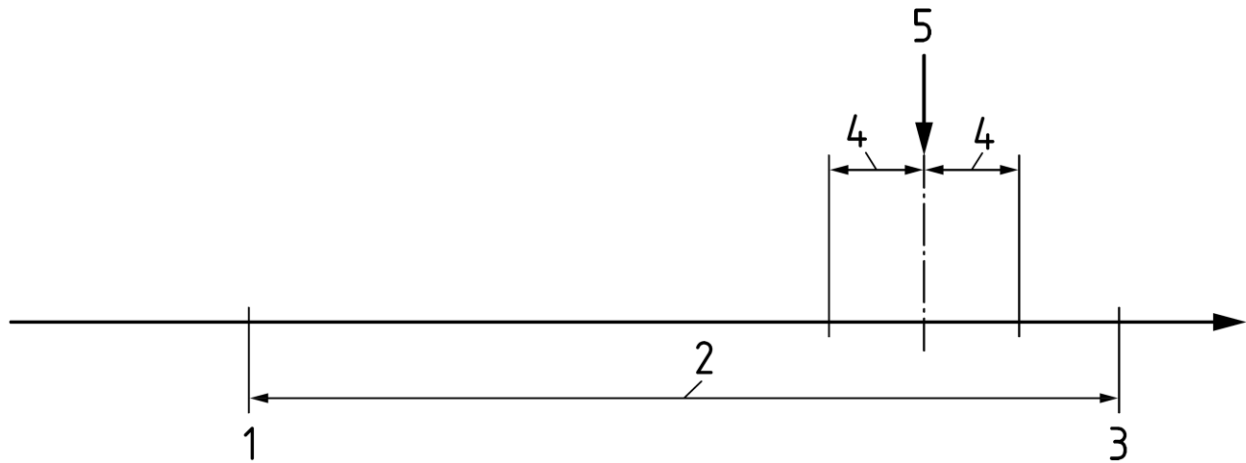
پیوست الف

(اطلاعاتی)

کاربرد عدم قطعیت اندازه‌گیری

الف-۱ تعیین انطباق

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



راهنما:

۱ حد پایین ویژگی

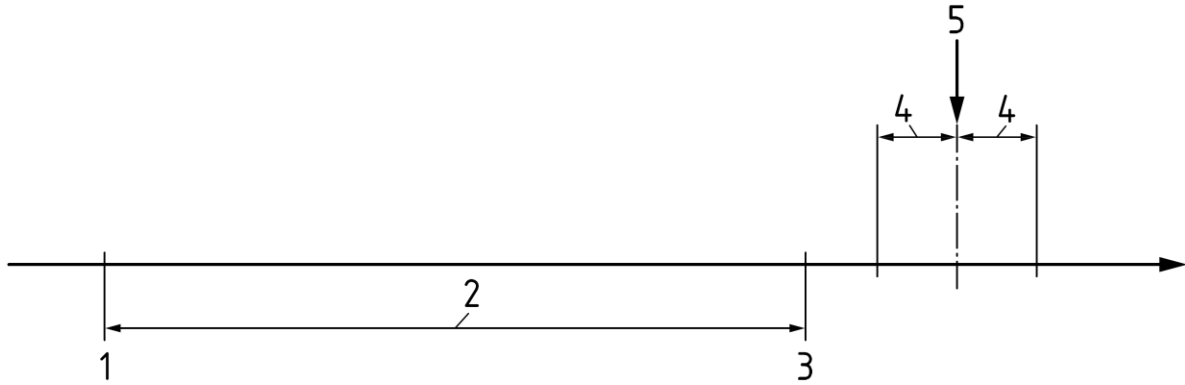
۲ ناحیه ویژگی

۳ حد بالای ویژگی

۴ عدم قطعیت اندازه‌گیری، U

۵ مقدار اندازه‌گیری شده

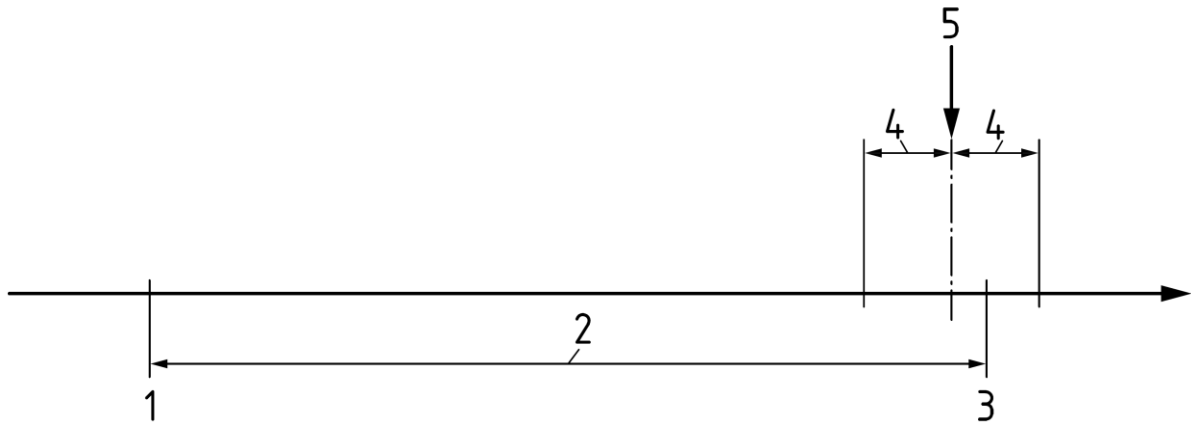
شکل الف-۱- نتیجه قبولی



- 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 عملکردی هم‌پوشانی 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