ISIRI
11451-4
1st. edition

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران
۱۱۴۵۱-۴
چاپ اول

اجزای محفظه‌های ایمنی –
قسمت چهارم: سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز مانند فیلترها، تله‌ها، شیرهای ایمنی و تنظیم، ابزار حفاظت و کنترل

Components for containment enclosures – Part 4 :Ventilation and gas-cleaning systems such as filters, traps, safety and regulation valves, control and protection devices

ICS: 13.280

به‌نام خدا

آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی 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 وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

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

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنیی 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 کشو ر و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سا زمانها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، مؤسسهٔ استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند .ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

---

* موسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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

کمیسیون فنی تدوین استاندارد« اجزای محفظه‌های ایمنی – قسمت چهارم : سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز مانند فیلترها، تله‌ها، شیرهای ایمنی و تنظیم، ابزار حفاظت و کنترل»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
موسوی، سید خلیل (کارشناس ارشد فیزیک)	عضو هیات علمی و مشاور ریاست پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
دبیر:	
صدیق زاده، اصغر (دکتری ایمنی هسته ای)	مسئول آزمایشگاه مهندسی محیط زیست، عضو هیات علمی و مشاور علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اهری هاشمی، فاطمه (کارشناس شیمی، کارشناس ارشد محیط زیست)	کارشناس مسئول شیمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
دباغ، رضا (دکتری مهندسی محیط زیست)	رئیس آزمایشگاه بیوتکنولوژی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
جعفری زاده، منصور (کارشناس ارشد فیزیک هسته‌ای)	رئیس بخش دزیمتری، عضو هیئت علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
سرکاری، سپیده (کارشناس بهداشت حرفه‌ای)	مدیر دفتر نظام ایمنی و کیفیت شرکت امکا، سازمان انرژی اتمی ایران

سیدجلالی، بدری (کارشناس فیزیک)	کارشناس، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
سیدی، داوود (کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست)	کارشناس محیط زیست، وزارت نفت
صحافی پور، محمد حسن (کارشناس شیمی)	کارشناس آزمایشگاه‌های جابربن حیان، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
فتوره چیان، سعید (کارشناس مهندسی شیمی، کارشناس ارشد صنایع)	کارشناس ایمنی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
معینی، گیتا (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)	کارشناس مسئول رادیو شیمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد	ج
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	د
پیش گفتار	ط
مقدمه	ی
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها	۲
۴ کارکردهای سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز	۶
۴-۱ هدف	۶
۴-۲ محفظه	۶
۴-۳ پاکسازی و رقیق‌سازی هوا	۷
۴-۴ فیلتراسیون و به دام اندازی	۷
۴-۵ محدودیت‌های سیستم	۷
۵ اصول و الزامات حفاظت و ایمنی	۷
۵-۱ کلیات	۷
۵-۲ ایمنی	۷
۵-۳ حفاظت از مواد و فرآورده‌های تحت عملیات	۸
۵-۴ حفاظت در برابر آتش‌سوزی	۸
۶ داده‌های اصلی مربوط به تهویه و پاکسازی گاز	۱۰
۶-۱ کلیات	۱۰
۶-۲ شبکه محفظه	۱۰
۶-۳ شبکه تخلیه عمومی	۱۱
۷ طراحی	۱۲
۷-۱ انواع شبکه محفظه‌ها	۱۲
۷-۲ پایداری هنگام تعویض فیلتر	۱۴
۷-۳ محل فیلترهای خروجی در محفظه‌های حفاظ‌دار	۲۳
۷-۴ شرط اندازه‌گیری آهنگ جریان	۲۳
۷-۵ تعیین ابعاد ایستگاه‌های خالص‌سازی	۲۳
۸ تعیین ابعاد سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز	۲۳

ادامه فهرست مندرجات

۸-۱ اصول ۲۳
۸-۲ فیلترها ۲۴
۸-۳ تله‌های کربن فعال شده (ید) ۲۵
۸-۴ وسایل رابط (اتصال) ۲۶
۸-۵ ابزار کنترل ۲۷
۸-۶ هواکش‌ها ۲۷
۹ ابزار دقیق ۲۷
۹-۱ کلیات ۲۷
۹-۲ جریان‌های محرک ۲۸
۹-۳ موقعیت یابی ۲۸
۹-۴ ابزار دقیق— مثال‌ها ۲۸
۱۰سیستم‌های آهنگ جریان ایمنی ۴۰
۱۰-۱ کلیات ۴۰
۱۰-۲ شیرهای ایمنی— مثال‌ها ۴۱
۱۱ابزار حفاظت ۴۹
۱۱-۱ کلیات ۴۹
۱۱-۲ موقعیت یابی ۵۰
۱۱-۳ شیرهای هیدرولیک— مثال‌ها ۵۰
۱۱-۴ شیرهای مکانیکی ۵۴
۱۲سیستم‌های پاکسازی هوا ۵۴
۱۲-۱ فیلترها ۵۴
۱۲-۲ ابزار به دام اندازی ۶۷
۱۲-۳ محفظه فیلتر ۷۱
۱۳وسایل اندازه‌گیری فشار (مانومترها، کنترل کننده‌های فشار) ۷۶
۱۳-۱ کلیات ۷۶
۱۳-۲ مانومترها ۷۶
۱۳-۲ کنترل کننده‌های فشار ۷۸
۱۴عملکرد، کنترل و نگهداری سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز ۷۹
۱۴-۱ بررسی آهنگ‌های جریان تهویه ۷۹
۱۴-۲ بررسی سطوح مایع شیر حفاظت ۸۰
۱۴-۳ نگهداری وسیله پاکسازی گاز (بررسی ناخالصی فیلتر) ۸۰

ادامه فهرست مندرجات

پیوست الف (الزامی) محفظه‌های ایمنی ۸۴

پیوست ب (اطلاعاتی) استانداردسازی فیلتر تهویه ۸۷

پیوست پ (اطلاعاتی) کتابنامه ۹۲

پیش گفتار

استاندارد" اجزای محفظه‌های ایمنی قسمت چهارم : سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز مانند فیلترها، تله‌ها، شیرهای ایمنی و تنظیم، ابزار حفاظت و کنترل " که پیش نویس آن درکمیسیون های مربوط توسط (مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران / سازمان انرژی اتمی ایران) تهیه و تدوین شده و در دویست و بیست و سومین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۸۷/۱۲/۲۱ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

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

منابع و ماخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 11933-4: 2001, Components for Containment enclosures – Part 4: Ventilation and gas-cleaning systems such as filters, traps, safety and regulation valves, control and protection devices

مقدمه

این استاندارد اطلاعات پایه مربوط به اصول طراحی اجزای سیستم‌های تهویه محفظه‌های ایمنی را ارائه می‌دهد.

شمار زیادی از اجزا یا سیستم‌ها به منظور تهویه و پاکسازی گاز در محفظه های ایمنی در بازار عرضه می‌شوند که می‌توانند :

- دارای ابعاد هندسی مختلفی باشند؛
- ضوابط طراحی شان متفاوت باشد؛
- نیازمند سوراخ هایی با قطر متفاوت به منظور نصب روی دیواره محفظه ایمنی باشند؛
- با روش‌های گوناگونی به دیواره متصل شوند؛
- از تکنیک‌های مختلفی برای نصب، متناسب با آزمون نشت‌ناپذیری، استفاده کنند.

این اجزا یا سیستم‌ها معمولاً به طور متقابل سازگاری ندارند، اما اغلب سطح کارایی آنها یکسان است؛ بنابراین انتخاب فقط یک جزء یا سیستم، به عنوان استاندارد امکان‌پذیر نبود.

در نتیجه، هدف این استاندارد ارائه اصول کلی طراحی و عملیات، و تشریح کامل متداول‌ترین اجزا و سیستم‌های مورد استفاده می‌باشد، به منظور :

- اجتناب از اجزا یا سیستم‌های جدید و موازی که منطبق بر اصول یکسان بوده و فقط در جزئیات یا ابعاد هندسی تفاوت دارند؛
- ایجاد امکان تعویض بین وسایل موجود؛
- نشان دادن پایداری میان قسمت‌های مختلف یک سیستم مانند جزء اصلی تهویه یا جزء مربوط به پاکسازی گاز.

اجزای محفظه‌های ایمنی-

قسمت چهارم : سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز مانند فیلترها، تله‌ها، شیرهای تنظیم و ایمنی، ابزار حفاظت و کنترل

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین معیار طراحی و مشخصات اجزای گوناگون تهویه و پاکسازی گاز در محفظه‌های ایمنی است. این اجزا یا مستقیماً به دیواره‌های محفظه ایمنی نصب می‌شوند و یا در محیط محفظه‌های ایمنی حفاظدار یا بدون حفاظ مورد استفاده قرار می‌گیرند. این اجزا مستقل و یا در ترکیب با سایر اجزای مکانیکی، به کار برده می‌شود.

این استاندارد در موارد زیر کاربرد دارد:

- ابزار فیلتراسیون ، شامل فیلترهای هوا با کارایی بالا (هپا[1]) و تله‌های یدی؛
- شیرهای ایمنی و رگولاتورهای فشار؛
- سیستم‌های اطمینان حفاظت مکانیکی در محفظه‌های ایمنی؛
- ابزار کنترل و اندازه‌گیری فشار.

یادآوری - اجزای تشکیل دهنده چارچوب محفظه‌های ایمنی (مانند دیوارهای فلزی، چارچوب، صفحات شفاف) در استاندارد ISO 10648 مورد بررسی قرار می‌گیرند.

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 آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۸۴۶۹ سال ۱۳۸۵: انرژی هسته‌ای- واژه‌ها و اصطلاحات.

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۲۳ سال ۱۳۷۸: واژه‌ها و اصطلاحات پایه و عمومی اندازه شناسی.

[1] HEPA filters

۲-۳ فرهنگ‌نامه علوم و تکنولوژی هسته‌ای، گروه واژه‌نامه هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۳۷۶.

2-4 ISO 11933-1: 2001, Components for Containment enclosures – Part 1: Glove/bag ports, bungs for glove/bag ports, enclosure rings and interchangeable units

2-5 ISO 11933-2: 2001, Components for Containment enclosures – Part 2: Gloves, welded bags, gaiters for remote-handling tongs and for manipulators

2-6 ISO 11933-3: 2001, Components for Containment enclosures – Part 3: Transfer systems such as plain doors, airlock chambers, double door transfer systems, leaktight connections for waste drums

۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر بکار می‌رود:

۳-۱ کربن فعال شده

کربن با منشأ گیاهی یا معدنی، از طریق عملیات خاص فعال‌سازی برای ایجاد سطوح ویژه وسیع و با اشباع سازی به منظور بالا بردن توانایی جذب شکل‌های شیمیایی مشخص ید تهیه شده و در ماده جاذب برای به دام انداختن اجزای فرار ید پرتوزا به کار می‌رود (به تله ید مراجعه شود).

۳-۲ آهنگ جریان تهویه (F)

حجم شاره عبوری از محفظه ایمنی در واحد زمان، با در نظر گرفتن دما و فشار[۱] آن در همان زمان.

۳-۳ آهنگ جریان ایمنی (Q_S)

حجم شاره عبوری از محفظه ایمنی در واحد زمان، که در صورت باز شدن موردی یا تصادفی دریچه، اجازه می‌دهد هوا با سرعت کافی، برگشت فرآورده‌های آلوده (پرتوزا یا غیره) را محدود کند و یا مانع آلودگی فرآورده‌های تحت عملیات شود.

۳-۴ پاکسازی گاز

اقدامات به عمل آمده برای کاهش اجزاء معین یک شاره.

مثال فیلتراسیون ائروسل‌ها، به دام اندازی ید.

---

۱ واحد فشار در این استاندارد دکا پاسکال (daPa) یا پاسکال Pa است :1daPa = 1mm WG، مگر اینکه واحد دیگری ذکر شود.

۳-۵ نشت ناپذیری

از مشخصه‌های یک محفظه ایمنی است که از عبور شاره‌ها، گازها و گرد و غبار از محیط خارج به داخل و یا از محیط داخل به خارج، یا هر دو جلوگیری می‌کند.

یادآوری – در عمل، نشت ناپذیری بر مبنای آهنگ نشت، تحت فشار معین، برای عبور یک جزء نامطلوب از دیواره‌های محفظه ایمنی تعریف می‌شود.

۳-۶ فیلتراسیون

جداسازی ذرات معلق جامد یا مایع از یک جریان گازی بوسیله یک فیلتر.

۳-۷ فیلتر

ابزاری که آلاینده‌های ذره‌ای مشخص، مایع یا جامد، را از هوایی که از آن می‌گذرد، حذف می‌کند.

۳-۸ افت فشار

کاهش فشار کل در اثر عبور هوا یا گاز از میان یک کانال، یا فیلتر و غیره.

۳-۹ به دام اندازی

اقدامات به عمل آمده برای کاهش غلظت اجزاء فرار نامطلوب از یک جریان گازی به وسیله واکنش شیمیایی یا جذب.

۳-۱۰ تله ید

تله کربن فعال شده

وسیله پاکسازی، معمولاً از جنس کربن فعال شده (به کربن فعال شده مراجعه شود)، برای به دام اندازی اجزاء فرار ید پرتوزا در هوا یا گازهای تهویه.

۳-۱۱ پیش فیلتر

یک واحد فیلترکننده که قبل از یک فیلتر برای جلوگیری از انسداد سریع آن در اثر غلظت بالای غبار یا دیگر شرایط محیط، نصب می‌شود.

۳-۱۲ میزان[1]

اقدامات به عمل آمده جهت مقایسه دائمی مقدار یک پارامتر اندازه‌گیری شده با مقدار از پیش تعریف شده، برای تصحیح خودکار آن.

[1] Regulation

۳-۱۳ آهنگ تغییر کامل هوا / گاز (R_n)

نسبت آهنگ جریان تهویه، F، در شرایط عادی کار، به حجم محفظه ایمنی، V، به طوری که:

$$R_n = \frac{F}{V}(h^{-1})$$

۳-۱۴ تهویه

سازماندهی هوا و سایر جریان‌های گازی در داخل تأسیسات و حاشیه محیط آنها.

۳-۱۵ اتاقک فیلتر

پوشش بسته‌ای که فیلتر محفظه ایمنی در آن قرار می‌گیرد تا آن را در برابر شوک محافظت کرده و امکان تعویض آن را، بدون شکستن حفاظ ایمنی فراهم آورد.

یادآوری - تمام اتاقک‌های فیلتر محفظه ایمنی با یک درپوش آب‌بندی می‌شوند.

۳-۱۶ قاب فیلتر

سازه سختی که المان فیلتر را در برگرفته و با هم فیلتر یا فیلتر کارتریجی را می‌سازند.

یادآوری - قاب فیلتر ممکن است باز، بسته یا سوراخ‌دار باشد.

۳-۱۷ واحد فیلتر

بخشی از یک فیلتر دارای دیواره‌های صلب و در برگیرنده بستر فیلترکننده.

یادآوری - نشت ناپذیری بین دیواره‌های صلب و بستر فیلترکننده با درزگیری ممکن می‌شود، حال آنکه المان فیلتر معمولاً در داخل یک اتاقک نصب می‌شود تا اتصال به کانال‌های تهویه را امکان‌پذیر کند.

۳-۱۸ بستر فیلترکننده

ماده‌ای با ساختار متخلخل یا الیافی که به عنوان یک سد فیلتر کننده استفاده می‌شود.

۳-۱۹ ابزار ایزولاسیون

ابزاری برای شروع یا توقف جریان شاره در داخل یک کانال که می‌تواند برای عمل تنظیم به کار رود (به ابزار تنظیم[1] مراجعه شود).

۳-۲۰ ابزار حفاظت

ابزاری که برای حفاظت از محفظه‌های ایمنی در برابر احتمال خطر فشارهای خیلی زیاد یا خیلی کم (انفجار و یا انفجار از داخل[1]) استفاده می‌شود.

[1] Adjustment device

یادآوری - این وسایل ممکن است هیدرولیک یا مکانیکی بوده و شامل انواع زیر هستند : شیر مکانیکی، غشای انفجاری، دیسک پارگی، شیر هیدرولیک و محافظ هیدرولیک، روغن محافظ، اتاقک محافظ و شیر ایمنی.

۳-۲۱ ابزار دقیق

ابزاری برای تنظیم (معمولاً دستی) یک پارامتر در مقدار از پیش تعیین شده.

یادآوری - از نظر طراحی، چنین واحدهایی نقش عایق ندارند، این بخش از وسایل انواع شیرهای هواگیری، شیرهایی مانند ساسات‌ها و زانویی‌ها را شامل می‌شوند.

۳-۲۲ ابزار میزان

ابزاری برای مقایسه دائمی مقدار یک پارامتر اندازه‌گیری شده با مقدار از پیش تعیین شده آن، که می‌تواند آن را به صورت خودکار تصحیح کند، به ویژه برای میزان کردن کم فشار[۲] محفظه ایمنی یا شبکه تهویه.

۳-۲۳ ابزار ایمنی

ابزاری با حالت‌های باز یا بسته برای حفظ آهنگ جریان ایمنی، در صورت شکسته شدن سهوی حفاظ ایمنی (برای مثال پیچ خوردن یک دست‌کش).

۳-۲۴ کارایی (E)

نسبت غلظت ذرات گیر افتاده در فیلتر به غلظت ذرات ورودی به فیلتر که به صورت درصد بیان می‌شود، عبارتست از:

$$E = [\frac{N-n}{N} \times 100]$$

که در آن :

N تعداد ذرات بالادست فیلتر؛

n تعداد ذرات پایین‌دست فیلتر.

۳-۲۵ گیراندازی متوسط (A_m)

نسبت وزن غبار مصنوعی گیر افتاده در فیلتر به وزن غبار ورودی به فیلتر، که به صورت درصد بیان می‌شود.

---

[1] Implosion
[2] Depression

۳-۲۶ نفوذپذیری (*P*)

نسبت غلظت ذرات پایین‌دست فیلتر به غلظت ذرات بالادست فیلتر، که به صورت درصد بیان می‌شود.

۳-۲۷ عامل رفع آلودگی(DF)

اصطلاحی که در برخی از بخش‌های صنعت، به ویژه صنعت هسته‌ای، برای توصیف کارایی یک فیلتر به کار می‌رود و معمولاً یک عدد صحیح است (نفوذپذیری /100 = DF).

جدول ۱- نمادهای نمودار عملکردی و مفهوم آنها

هشدار فشار بالا (مثلا ۵ دکا پاسکال)	PC^H	وسیله حفاظتی		فیلتر هپای کوچک	
هشدار فشار پایین (مثلاً ۸۰ دکا پاسکال)	PC_B	فیلتر هپای داخل اتاقک		فلنج	
تحلیل و هشدار	Aa	شیر کاهنده فشار		فیلتر هپا	
فشارتنظیم شده	PR	شیر ایزولاسیون		شیر موتوردار	
فشار تحت کنترل	PC	وسیله میزان	R	شیر یکطرفه	
فشار معین	PI	وسیله ای با حالتهای باز یا بسته برای اطمینان از اهنگ جریان ایمنی	S	شیر تنظیم	
هشدار فشار	PA				
آهنگ جریان تعریف شده	QI				

۴ کارکرد سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز

۴-۱ هدف

نقش تهویه در محفظه‌های ایمنی برای اطمینان از موارد زیر می‌باشد:

- بالا بردن سطح ایمنی، از طریق جلوگیری از مواجهه کارکنان و محیط زیست با آلودگی؛
- حفاظت از مواد و فرآورده‌های تحت عملیات، از طریق ثابت نگه داشتن اتمسفر داخلی (دما، رطوبت، ترکیب فیزیکی/شیمیایی) در شرایط پیشنهاد شده برای اهداف کاری. این حفاظت به طور غیر مستقیم با ایمنی ارتباط دارد.

سیستم‌های تهویه یا پاکسازی گاز برای موارد ۴-۲، ۴-۳ و ۴-۴ به کار می‌روند، اما محدودیت‌هایی هم دارند که در ۴-۵ به آنها اشاره شده است.

۴-۲ محفظه

سیستم‌های تهویه برای ایجاد گرادیان منفی فشار بین محفظه‌های ایمنی مختلف در یک مجموعه و بین محفظه و اتمسفر اتاق، به شکل دینامیک عمل می‌کنند. این اختلاف فشار، دمشی را به وجود می‌آورد که در صورت بروز نشتی در محفظه ایستا، مانع از پخش آلودگی می‌شود. ضمناً این سیستم‌ها با ایجاد جریان هوایی با آهنگ کافی، احتمال شکستن عمدی یا سهوی حفاظ ایمنی ایستای متشکل از دیواره‌ها و فیلترها را کاهش می‌دهند.

۴-۳ پاکسازی و رقیق سازی هوا

سیستم‌های تهویه برای پاکسازی و رقیق سازی (وارد کردن هوای تازه) اتمسفر داخلی به کار می‌روند. آنها با فشار زیاد گاز را از میان محفظه ایمنی عبور می‌دهند تا آلودگی را حذف کرده و اتمسفر محفظه را در حالت مطلوبی نگه دارند.

۴-۴ فیلتراسیون و به دام اندازی

اجزایی که به سیستم‌های تهویه مربوط می‌شوند، مانند فیلترها و تله‌ها، می‌توانند گرد و غبار، اجزاء فرار و ائروسل‌ها را در جای مشخص و کنترل شده‌ای جمع آوری، آمایش یا دفع کنند.

۴-۵ محدودیت‌های سیستم

اجزا و سیستم‌هایی که در این استاندارد توصیف شدند، معمولاً در خنک کردن تجهیزات نقشی ندارند، بلکه فقط اتمسفر داخلی محفظه را (بصورت جزئی یا کلی) خنک می‌کنند. در صورت نیاز، هر قسمت از تجهیزات داخلی باید سیستم خنک کننده مخصوص خود را داشته باشند. همین‌طور باید گفت، این سیستم‌ها در برابر آتش‌سوزی، انفجار یا خطرات مشابه نقش محافظ را ایفا نمی‌کنند. کنترل کلی چنین خطراتی باید توسط سیستم‌های مناسب فرآیند تهویه صورت گیرد (به بند ۵-۳ مراجعه شود).

۵ اصول و الزامات حفاظت و ایمنی

۵-۱ کلیات

طراحی و الزامات عملیاتی که در ذیل آمده با ایمنی (۵-۲)، حفاظت از مواد و فرآورده‌های تحت عملیات (۵-۳) و حفاظت در برابر آتش‌سوزی (۵-۴)، با هدف اطمینان از حداکثر کارایی اجزا و سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز مرتبط است.

۵-۲ ایمنی

برای اجتناب از تبدیل شبکه‌ها به منابع پرتوزا یا آلاینده، تهویه و پاکسازی گاز باید :

- تا حد امکان آلودگی را در نزدیکی منبع تولید مهار کند؛

- تا حد امکان به دام اندازی آلودگی را کامل انجام دهد.

سیستم‌ها و اجزای تهویه و پاکسازی گاز باید به گونه‌ای طراحی شوند که :

- پیامدهای ناشی از هر گونه تجمع مواد خطرناک را محدود کنند؛
- به پایش تأسیسات کمک کنند؛
- از شکسته شدن حفاظ ایمنی جلوگیری کنند، به ویژه هنگام تعویض فیلتر یا باز شدن ناگهانی و تصادفی محفظه ایمنی و شبکه آن.

۵-۳ حفاظت از مواد و فرآورده‌های تحت عملیات

مشخصه‌های اتمسفر (به ۷-۱-۲ مراجعه شود) در هر فرآیند باید در گستره عادی کار نگه داشته شوند. چنانچه بر اثر تغییر بیش از اندازه این مشخصه‌ها، احتمال خطر حادثه یا اغتشاش در تولید به وجود آید، باید یک ابزار کنترل برای توقف اجرای فرآیند در دسترس باشد.

۵-۴ حفاظت در برابر آتش‌سوزی

۵-۴-۱ کلیات

طراحی سیستم تهویه یا پاکسازی گاز برای محفظه‌های ایمنی باید با در نظر گرفتن احتمال خطر آتش‌سوزی در فرآیندها و عملیات این محفظه‌ها انجام شود. طراحی آنها باید اطمینان دهد که هرگونه آتش‌سوزی در محفظه، فقط به محفظه‌های ایمنی ایستا و یا در اولین پوشش محفظه محدود می‌شود، یا اینکه از گسترش آتش و پیامدهای ناشی از آزاد شدن آلودگی‌های پرتوزا در محیط کار جلوگیری کرده، یا به شدت آن را محدود کند.

شبکه‌های تهویه محفظه بخشی از کل سیستم تهویه هستند که از کارکنان، عموم مردم و محیط زیست محافظت می‌کنند. حفاظت در برابر خطر آتش سوزی را نمی‌توان از حفاظت از سیستم و محیط آن (محفظه ایمنی، شبکه تهویه عمومی، ساختمان و تأسیسات کلی) جدا دانست.

حفاظت در برابر آتش سوزی شامل مراحل پیشگیری (۵-۴-۲)، تشخیص (۵-۴-۳) و مداخله (۵-۴-۴) است.

۵-۴-۲ پیشگیری

به منظور کاهش یا حذف احتمال خطر آتش‌سوزی، تهویه محفظه ایمنی می‌تواند با استفاده از یک گاز بی‌اثر و یک شبکه نیمه باز یا بسته (به بند۶ مراجعه شود) صورت گیرد. همچنین آهنگ جریان هوا باید به ویژه در رابطه با موارد زیر در نظر گرفته شود:

- حضور منبع گرما، که حرارت آن باید به طور مداوم خارج شود؛
- تولید و استفاده از گازها یا بخارهایی که می‌توانند با هوا واکنش داده و مخلوط‌های خورنده، قابل اشتعال یا قابل انفجار تولید کنند.

برای جلوگیری از انتشار و گسترش آتش، سیستم تهویه باید به گونه‌ای طراحی شود که در حد امکان عملیات آن ادامه یافته و تا زمانی که ممکن است کارکردهای سیستم حفظ شوند. به منظور دست‌یابی به این امر:

- مواد مورد استفاده در ساخت شبکه‌های تهویه باید بر اساس مقاومت آنها در برابر آتش انتخاب شوند؛
- امکان آزاد شدن فرآورده‌های خورنده، سمی یا سمی پرتوزا باید ارزیابی شود؛
- باید مکان، ایزولاسیون گرمایی و آرایش شبکه‌های تهویه مورد مطالعه قرار گیرد تا از انتشار اثرات تابش و رسانش جلوگیری شود؛
- شکل هندسی کانال‌های تهویه، سطح مقطع آنها، ماهیت پوشش داخلی و سرعت هوای عبوری باید به گونه‌ای طراحی شود که از نشست هر گونه رسوب‌های گرد و غبار قابل اشتعال و ذرات مختلف در بخش‌های داخلی آن جلوگیری کند.

هنگام استفاده از شبکه‌های باز، باید پیشگیری از آتش‌سوزی با انتخاب مواد ضد آتش یا مقاوم دربرابر آتش برای ساخت افزایش یافته، تا بار کل آتش در واحد سطح به حداقل رسد. به صورت کلی‌تر، همین الزامات باید در طراحی محفظه ایمنی نیز برای کاهش بار کل آتش به کار رود که شامل مواد سازنده محفظه ایمنی، تجهیزات، مواد مورد استفاده در فرآیند و فرآورده‌های تولیدی یا ذخیره شده در محفظه است.

اگر این اقدامات پیشگیرانه به حد کافی درنظر گرفته نشوند، و اگر هرگونه آتش سوزی احتمالی با روش‌های ایستا متوقف نشود، در آن صورت محفظه ایمنی و شبکه تهویه مربوط به آن را می‌توان آسیب-پذیر درنظر گرفت. آنگاه اقدامات پیشگیری از آتش‌سوزی، به جای محفظه ایمنی و شبکه مربوطه، باید برای محیط کار اعمال شود.

۵-۴-۳ آشکارسازی

هرجا لازم باشد، باید سیستم مناسبی برای آشکارسازی آتش نصب شود تا در حد امکان آتش به سرعت آشکارسازی شده و امکان مداخله فوری با تجهیزات آتش‌نشانی خودکار یا دستی فراهم شود.

۵-۴-۴ مداخله

وقتی آتش در یک محفظه ایمنی آشکارسازی شد، سیستم تهویه می‌تواند بسته به گسترش آتش، مقاومت دیواره‌های محفظه در برابر آتش، سدهای فیلتراسیون، نوع وسیله آتش نشانی در دسترس و یا ابزارهای حفاظتی قابل استفاده در محیط کار، متوقف شده یا به کار خود ادامه دهد.

اثرات کارکردن، متوقف شدن یا راه‌اندازی مجدد شبکه تهویه در هنگام آتش‌سوزی باید در مرحله طراحی مورد تجزیه و تحلیل قرارگیرد. به این منظور باید تجزیه وتحلیل ایمنی انجام شده و نتایج حاصل، در دستورالعمل‌های کاری ثبت شوند.

یادآوری- روش‌های مداخله، به نوع آتش‌سوزی بستگی دارند.

۶ داده‌های اصلی مربوط به تهویه و پاکسازی گاز

۶-۱ کلیات

تهویه یک محفظه ایمنی لزوماً در یک شبکه که شبکه محفظه نامیده می‌شود، انجام می‌گیرد. این شبکه اغلب به شبکه دیگری تحت عنوان شبکه تخلیه عمومی مرتبط است که نقش جمع کننده شبکه محفظه را داشته و کارکرد آن از تهویه محیط (سلول یا آزمایشگاه) متمایز است.
داده‌های بنیادی زیر باید در مورد محفظه (۶-۲) و شبکه‌های خروجی عمومی (۶-۳) درنظر گرفته شده و هر جا امکان داشته باشد باید توصیه‌ها و الزامات مربوطه اجرا شوند.

۶-۲ شبکه محفظه

۶-۲-۱ آهنگ جریان در عملیات عادی

آهنگ جریان در عملیات عادی، آهنگ جریان خروجی از محفظه ایمنی، Q_n، است که بیشترین وابستگی را به شبکه محفظه داشته و به صورت حجم هوا یا گاز خروجی در واحد زمان و بر حسب متر مکعب بر ساعت تعریف می‌شود (m^3h^{-1} یا m^3/h).

۶-۲-۲ آهنگ تعویض هوا یا گاز

بسته به ماهیت محصولات و کارمحفظه، مقادیر توصیه شده برای آهنگ تعویض هوا/ گاز (R_n) عبارتند از:

- بین ۳ تا۱۰ تعویض کامل در هر ساعت، برای محفظه‌هایی که به طور منظم با هوای محیط تهویه می‌شوند؛
- بین ۱ تا ۳ تعویض کامل در هر ساعت، برای محفظه‌هایی که با هوای خشک یا گاز بی‌اثر تهویه می‌شوند.

مقادیر توصیه شده می‌توانند با در نظر گرفتن شرایط دیگری مانند: اختلال ناشی از حرکت دستکش، تغییرات حجم محفظه ایمنی و تغییرات میزان ناخالصی اتمسفر خنثی و یا بر اساس مقررات ایمنی مورد قبول سازمان انرژی اتمی ایران، تغییر کنند.

مثال : مقررات ایمنی مورد قبول سازمان انرژی اتمی ایران برای محفظه‌های حاوی تریتیم : $۳۰<R_n<۴۰$؛ برای سطوح پایین ناخالصی : $۱۰<R_n<۲۰$؛ برای پودر اکسید، با هوای خشک : $۳<R_n<۵$ و برای پودر اکسید با گاز خنثی : $R_n<۱$ است.

۶-۲-۳ تعداد مراحل فیلتراسیون و انتخاب وسایل به دام اندازی

تعداد مراحل لازم فیلتراسیون برای حفاظت از شبکه خروجی و محیط کار به طبقه[1] محفظه ایمنی (به پیوست الف مراجعه شود) بستگی دارد، در حالیکه انتخاب وسیله به دام اندازی مختص ماهیت گاز آزاد شده در فرآیند می‌باشد. در برخی موارد، به منظور افزایش طول عمر فیلترهای هپا، باید یک پیش‌فیلتر در بالا دست فیلتر خروجی محفظه نصب شود تا از آن در برابر انسداد سریع ناشی از ذرات و گرد و غبار، یا نشست اجزای قابل اشتعال محافظت کند. کارایی این پیش‌فیلتر معمولاً در فرآیند فیلتراسیون ریزترین ذرات ائروسل، از فیلتری که از آن محافظت می‌کند کمتر است. در صورت نیاز، باید مطالعات ایمنی برای تعیین ابعاد این اجزا صورت گیرد (پیوست ب).

۶-۲-۴ تحت فشار

برای کار کردن با فرآورده‌های پرتوزا یا سمی، لازم است محفظه نسبت به اتاق در یک فشار منفی باشد. این فشار، تنها مقداری است که به سادگی پایش شده و بر حسب پاسکال (Pa) یا دکا پاسکال (daPa) تعریف می‌شود که معمولاً در گستره ۲۰ daPa تا ۵۰ daPa زیر فشار اتاق قرار دارد. وقتی محفظه‌های مختلف به هم متصل هستند، با اندازه‌گیری این مقدار می‌توان سلسله مراتبی از فشار را حفظ کرد.

۶-۲-۵ آهنگ جریان ایمنی

برای حفاظت از اپراتورها یا مواد و فرآورده‌های تحت عملیات، باید مطالعه ایمنی برای تعیین مقدار آهنگ جریان ایمنی، Q_s صورت گرفته و به این ترتیب سرعت جریان هوا مشخص شود.

به منظور جلوگیری از انتشار آلودگی، سرعت‌های متداول نباید کمتر از ۰٫۵ m/s باشند.گرچه بسته به ماهیت ماده مورد استفاده (مثلاً ^{238}Pu، تریتیم[2])، ممکن است از سرعت‌های بیشتر از ۱٫۵ m/s هم استفاده شود.

سرعت‌های بیشتر از ۱٫۵ m/s می‌توانند در سیستم محفظه جریان‌های متلاطم غیرمعمولی را ایجاد کنند که می‌توانند شرایط محفظه ایمنی مطلوب را بی‌اثر کند.

۶-۳ شبکه تخلیه عمومی

۶-۳-۱ تحت فشار

فشار کل شبکه در نقطه اتصال هواکش اعمال می‌شود. موارد زیر باید در رابطه با آهنگ‌های جریان که در بخش ۶-۳-۲ اشاره شد، مدنظر قرار گیرند :

- فشار محفظه‌های ایمنی؛

[1] Class

[1] مقادیر آهنگ جریانهای ایمنی معمولاً در مقررات ملی داده می‌شوند.

- ظرفیت انسداد[1] ابزار فیلتراسیون (مقادیر توصیه شده برای مدار ورودی daPa ۵ و برای مدار خروجی بین daPa ۵ تا daPa ۵۰ است)؛
- افت فشار در مراحل فیلتراسیون شبکه و محفظه‌های مورد استفاده؛
- افت فشار در پایین دست شبکه هواکش و لوازم جانبی.

۶-۳-۲ آهنگ‌های جریان عملیاتی

موارد زیر باید هنگام ارزیابی ظرفیت شبکه در شرایط کاری متفاوت مدنظر قرار گیرند :

- جمع آهنگ‌های جریان لحظه‌ای اجزا محفظه‌های ایمنی؛
- آهنگ جریان ایمنی مورد نظر (آهنگ جریان کل با احتمال گردش همزمان جریان‌های ایمنی اولیه تعریف می‌شود)؛
- نیاز به تداوم جریان در تمام اجزای شبکه در صورت از کار افتادن یکی از اجزا.

۷ طراحی

۷-۱ انواع شبکه محفظه‌ها

۷-۱-۱ کلیات

بسته به احتمال خطرات بالقوه فرآورده‌های تحت عملیات، باید پارامترهای زیر تعیین شوند تا به کمک آنها بتوان برای لزوم باز، نیمه باز، یا بسته بودن شبکه تصمیم گرفت :

- مشخصات اتمسفر و نوع محفظه؛
- عملکرد سیستم تهویه؛
- سیستم تهویه مختص هر محفظه؛
- کمترین تجهیزات مورد نیاز برای تهویه؛
- لزوم تنظیم جریان ورودی یا خروجی؛
- لزوم حفظ پایداری جریان ایمنی؛

۷-۱-۲ شبکه باز

این نوع شبکه، هوای فیلتر شده محیط اتاق را گرفته و آن را مستقیماً از محفظه ایمنی انتقال داده، پس از فیلتراسیون یا به دام‌اندازی فرآورده‌های سمی یا نامطلوب، آن را از طریق مجراهای خروجی ساختمان، دودکش عمومی ساختگاه[2] یا بادکش خارج می‌کند.

[1] Clogging reserve
[2] Site

این نوع شبکه برای محفظه‌های ایمنی طبقه‌های ۴، ۳ یا ۲ مناسب است. (به جدول ۳ و پیوست الف مراجعه شود).

۷-۱-۳ شبکه نیمه باز

این نوع شبکه هوای آمایش شده، گاز یا یک مخلوط گازی را مستقیماً از مخزن یا یک ایستگاه گرفته و بعد از فیلتراسیون یا به‌دام اندازی فرآورده‌های سمی یا نامطلوب، آن را از طریق مجراهای خروجی ساختمان، دودکش عمومی ساختگاه یا بادکش خارج می‌کند.

این نوع شبکه برای محفظه‌های ایمنی طبقه‌های ۳، ۲، ۱ب یا ۱پ مناسب است. (به جدول ۴ و پیوست الف مراجعه شود).

۷-۱-۴ شبکه بسته

شبکه‌ای است که گاز یا یک مخلوط گازی را پس از فیلتراسیون یا به دام اندازی فرآورده‌های سمی یا نامطلوب و یا هر دو، مجدداً به چرخه بازمی‌گرداند.

استفاده از این شبکه با لزوم نگه‌داری مواد و محصولات در یک اتمسفر معین توجیه می‌شود، این واقعیت وجود دارد که استفاده مجدد از جریان تهویه ارزانترین راه حل است و امکان خروج شاره گازی آلوده را کاهش می‌دهد.

این نوع شبکه برای محفظه‌های ایمنی طبقه ۱الف، ۱ب، ۱پ و یا ۲ مناسب است (به جدول ۵ و پیوست الف مراجعه شود).

یادآوری ۱ – بسته به نیاز، یک محفظه می‌تواند حالت‌های[1] عملیاتی مختلفی داشته باشد (برای مثال محفظه ایمنی طبقه ۳ می‌تواند به صورتی طراحی شود که در شبکه‌های باز یا نیمه باز مورد استفاده قرار گیرد).

یادآوری۲ - وقتی فرآورده‌های آتش‌گیر و قابل انفجار در یک محفظه ایمنی استفاده شوند، جریان ایمنی می‌تواند احتمال بروز خطرات اضافی را ایجاد کند. در این موارد، توصیه می‌شود از مدار ایمنی برای محفظه ایمنی اجتناب شود.

۷-۱-۵ اتمسفر

اتمسفر داخلی یک محفظه ایمنی بر اساس نوع عملیاتی که برای آن در نظر گرفته شده، ملاحظات ایمنی و یا هر دو تعیین می‌شود. مشخصات اتمسفر همچنین به جنبه‌های فیزیکی مواد مورد استفاده بستگی دارد. جدول ۲ مشخصات اتمسفر داخلی محفظه ایمنی را بر اساس نوع شبکه و ماهیت گاز ارائه می‌کند.

ملاحظات زیر در مورد اتمسفر محفظه ایمنی باید در نظر گرفته شود :

- ماهیت (هوای معمولی، اتمسفر کنترل شده، مخزن خلأ)؛

[1] Modes

- خلوص (هوای خشک با رطوبت نسبی کمتر از ppm ۲۰۰، آرگون یا هلیوم با ناخالصی کل کمتر از ppm ۱۰۰)؛
- فشار داخلی (برای شرایط عادی یا اضطراری)؛
- آهنگ تعویض عادی و آهنگ جریان ایمنی، در صورت نیاز.

پیوست الف توصیه‌هایی را در مورد انتخاب اتمسفر بر اساس طبقه‌بندی محفظه‌های ایمنی ارائه می‌کند.

۷-۱-۶ نمودارهای عملکردی

جدول ۱ مفهوم نمادهای استفاده شده در نمودارهای وظیفه‌مندی شبکه محفظه‌های باز، نیمه باز و بسته طبقه‌های مختلف را که در جدول‌های ۳ تا ۵ آمده ارائه می‌کند.

جدول۲- مشخصات اتمسفر داخلی

مشخصه	ماهیت گاز داخلی	نوع شبکه		
		باز	نیمه باز	بسته
اکسید کننده	هوای محیط	×		
	هوای آمایش شده	×		
خنثی	نیتروژن		×	
	آرگون		×	×
	آرگون بدون ناخالصی اکسیژن، رطوبت		×	×
	آرگون بدون ناخالصی‌اکسیژن، رطوبت، نیتروژن		×	×
	هلیوم		×	×
احیا کننده	مخلوط نیتروژن و هیدروژن			×
	مخلوط آرگون و هیدروژن			×

۷-۲ پایداری هنگام تعویض فیلتر

۷-۲-۱ پایداری فیلتراسیون

جایی که فرآورده‌های ناپایدار استفاده می‌شوند، و به منظور جلوگیری از نشست آلودگی در بخش‌های مدارهای مجاور فیلترهای هپا، نظام ایمنی ملزم می‌کند که هنگام تعویض فیلتر به جای پایداری جریان اسمی، پایداری فیلتراسیون برقرار باشد. در این حالت، مراتب زیر باید رعایت شود.

الف- ورودی با یک مرحله فیلتر هپا . یک فیلتر ثانویه باید به صورت سری یا به صورت موازی با فیلتر اولیه نصب شود. به دلایل اقتصادی، بسته به فضای در دسترس اطراف محفظه، توصیه می‌شود این فیلتر ثانویه خارج از محفظه، به صورت سری با فیلتر اولیه نصب شود.

ب- ورودی با دو مرحله فیلتر هپا. پیکربندی این بخش معادل بخش الف- است و الزامات مرتبط را برآورده می‌کند.

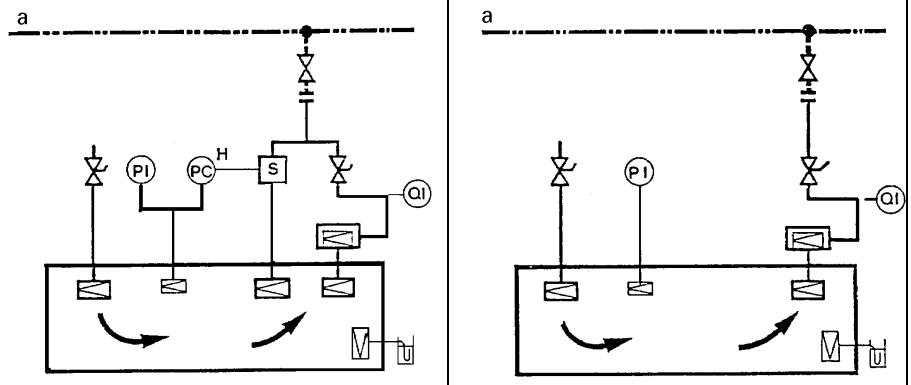
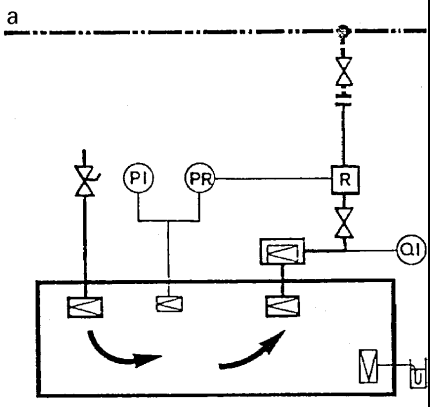
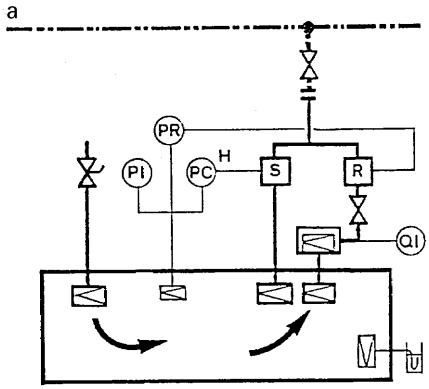
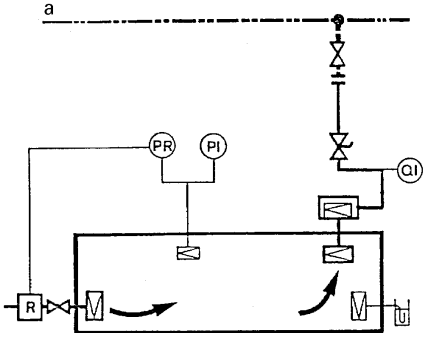
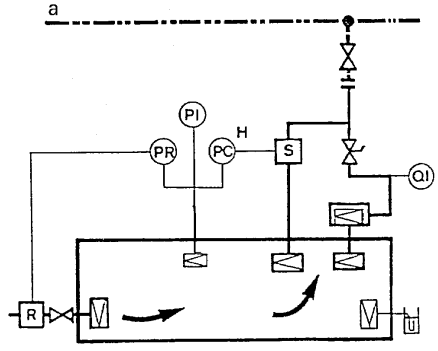
پ- خروجی با دو مرحله فیلتر هپا . یک مدار تخلیه ثانویه باید به صورت موازی با مدار اولیه، که مانند آن به دو مرحله فیلتر هپا مجهز باشد، نصب شده تا پایداری فیلتراسیون تأمین شود. چنین پیکربندی به دو مدار تخلیه این امکان را می‌دهد که : یکی از آنها می‌تواند به عنوان مدار "عادی" استفاده شود و دیگری به صورت آماده به کار نگه داشته شده و در مدار عادی جایگزین فیلتر مسدود می‌شود.

ت- خروجی با یک مرحله فیلتر هپا . هنگام انجام عملیات بر روی فرآورده‌های پرتوزا، فقط استفاده از فیلترهای هپای دو مرحله‌ای توصیه می‌شود، که پیکربندی‌اش مشابه بخش پ- است.

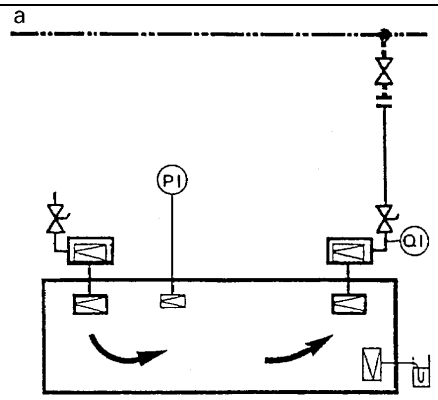
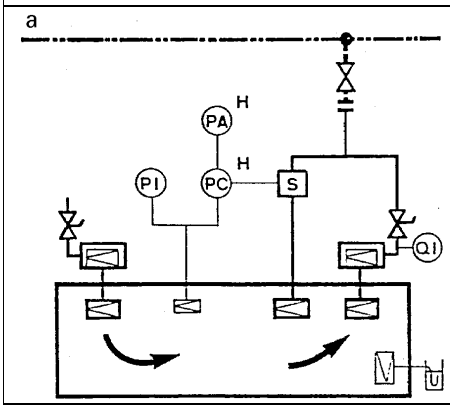
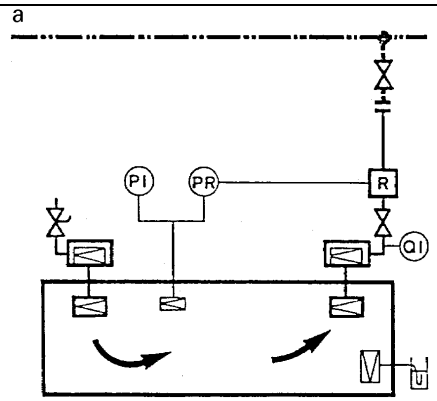
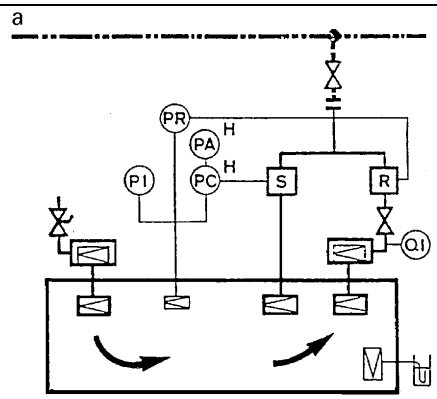
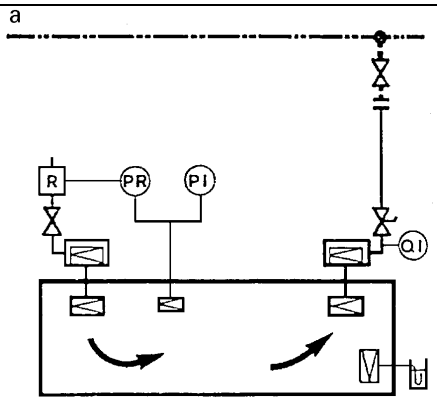
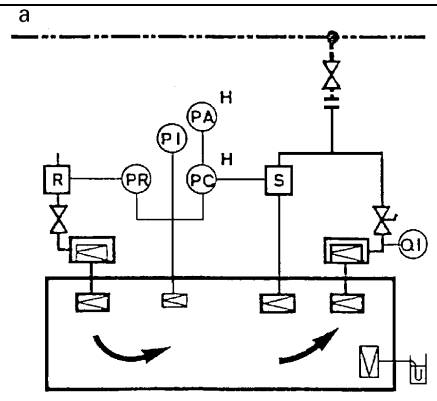
۷-۲-۲ پایداری محفظه

نظام ایمنی عموماً تداوم کار محفظه و عدم توقف کارکرد سیستم تهویه را الزام می‌کند. بدین منظور، توصیه می‌شود که نحوه نصب فیلترها در محفظه‌ها با خروجی جانبی به همراه کیسه‌های وینیلی، مورد استفاده قرار گیرد. در این صورت، امکان جایگزینی بستر فیلتر کننده بدون شکستن حفاظ ایمنی فراهم می‌شود.

جدول ۳- شبکه‌های باز

	طبقه ۴ محفظه‌های ایمنی	
	بدون سیستم ایمنی اضافی	با سیستم ایمنی اضافی
بدون سیستم تنظیم		
با سیستم تنظیم روی (تخلیه) خروجی		
سیستم تنظیم روی (تخلیه) خروجی		

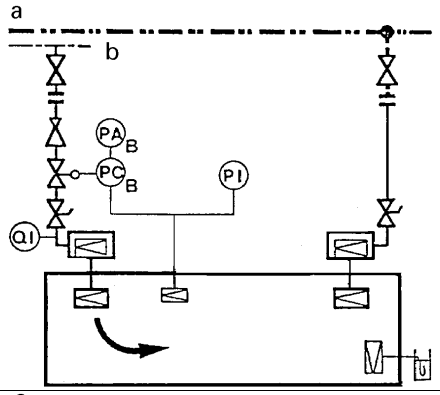
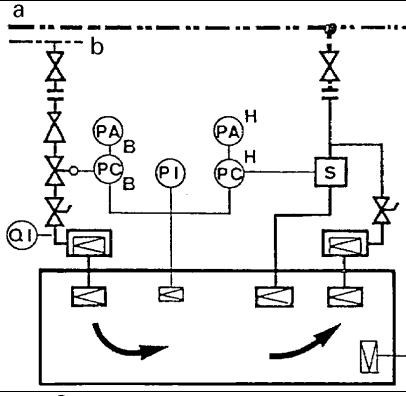
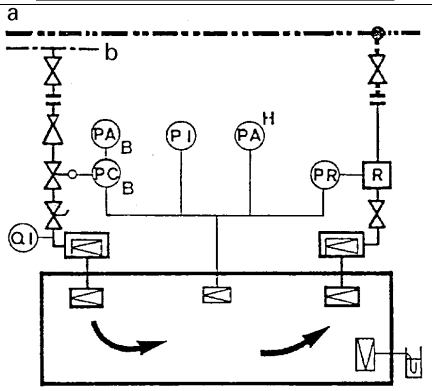
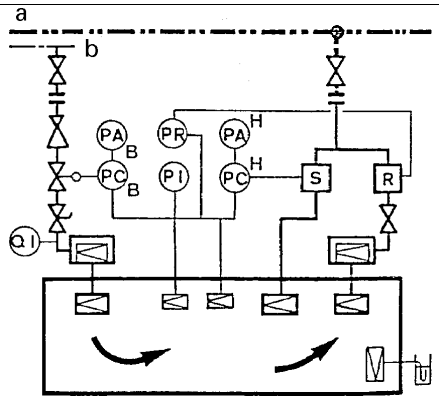
جدول ۳ (ادامه)

طبقه ۳ یا ۲ محفظه‌های ایمنی		
	بدون سیستم ایمنی اضافی	با سیستم ایمنی اضافی
بدون سیستم تنظیم		
با سیستم تنظیم روی تخلیه (خروجی)		
با سیستم تنظیم روی تخلیه (خروجی)		

جدول ۳ (ادامه)

جریان ایمنی کل، حاصل جمع جریان‌های ناشی از مدار تخلیه عادی (فیلتر هپای تخلیه، مسدود در نظر گرفته می‌شود) و مدار ایمنی اضافی است. این مدار ایمنی اضافی تنها زمانی ضرورت دارد که آهنگ جریان ایمنی لازم نتواند از طریق مدار تخلیه عادی تأمین شود، حتی اگر فیلتر روی این خط مسدود شده باشد. مدار تخلیه باید اندازه‌های متناسب داشته باشد. بسته به نتایج تحلیل ایمنی، ممکن است استفاده از یک فیلتر هپای ثانویه در مدار ایمنی اضافی ضروری باشد. برای محفظه‌های ایمنی طبقه ۴، فیلتر هپای ثانویه برای تخلیه (خروجی) اختیاری است، با این وجود در صورت انجام عملیات بر روی فرآورده‌های پرتوزا، استفاده از آنها توصیه می‌شود. تحلیل ایمنی ممکن است استفاده از آنها را الزامی بداند. برای محفظه‌های ایمنی طبقه ۳ و ۲، فیلتر هپای ثانویه برای تغذیه (ورودی) اختیاری است، اما در صورت انجام عملیات بر روی فرآورده‌های پرتوزا، استفاده از آنها توصیه می‌شود. هنگام تعویض فیلتر برای اطمینان از تداوم کار محفظه، در صورت امکان باید فیلترهای خارج از محفظه را در داخل یک اتاقک بدون نشتی قرار داد. هر اتاقکی که نتواند این اطمینان را ایجاد کند، برای این کار نباید مورد استفاده قرار گیرد. مطابق با استانداردهای کنترل، محل قرارگیری شیرهای ایزولاسیون تعیین می‌شوند؛ بالادست فیلترها برای تغذیه (ورودی)؛ پایین دست فیلترها برای تخلیه (خروجی). فشار شبکه تخلیه عمومی در نقطه اتصال با شبکه محفظه باید در حدود daPa ۱۵۰ زیر فشار محیط باشد. در صورت نیاز، می‌توان محفظه‌های ایمنی را به یک ابزار حفاظت مجهز کرد. اگر لازم باشد، ممکن است محفظه ایمنی با یک شیر ایزولاسیون از شبکه تخلیه عمومی جدا شود.
a) شبکه تخلیه عمومی

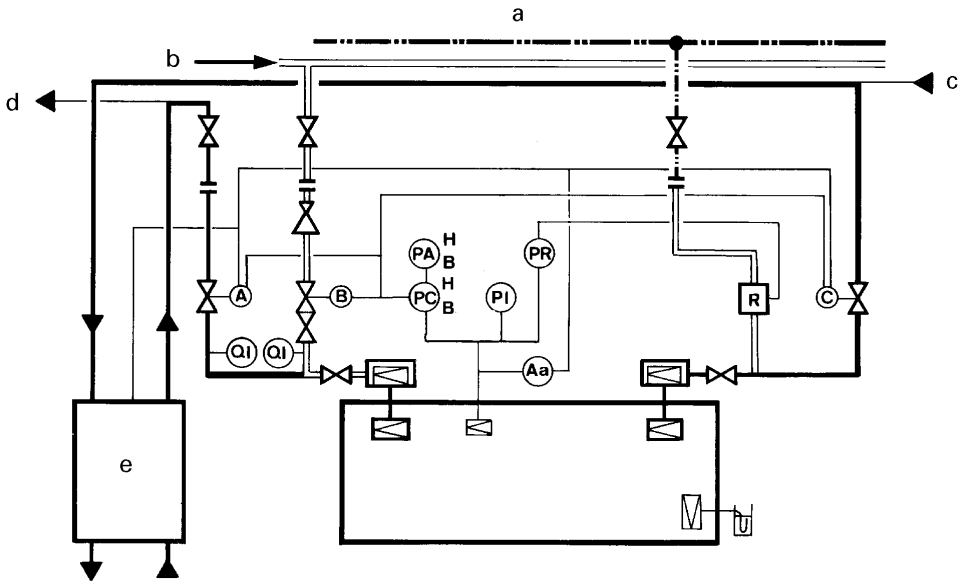
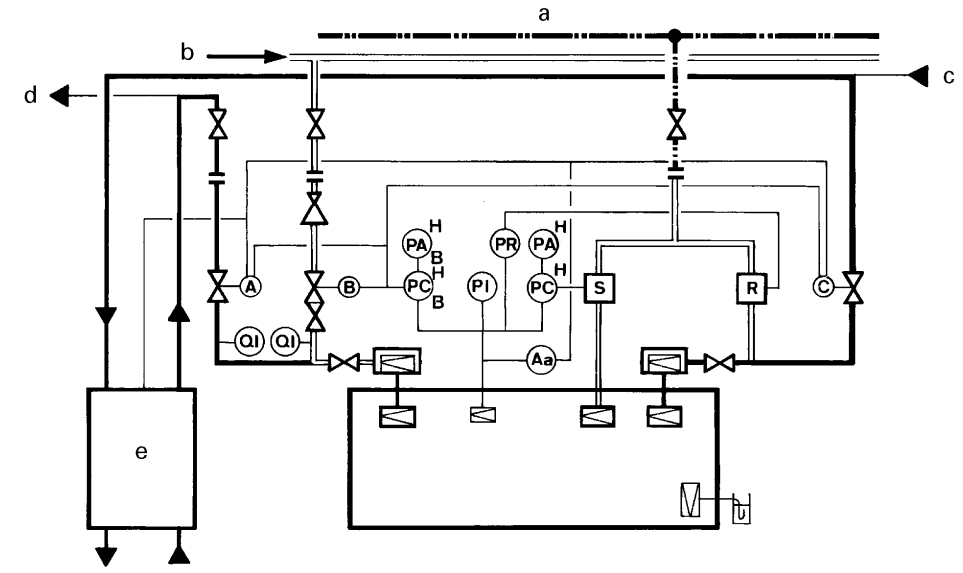
جدول ۴ – شبکه‌های نیمه باز

طبقه ۳ یا ۲ محفظه‌های ایمنی		
	بدون سیستم ایمنی اضافی	با سیستم ایمنی اضافی
بدون سیستم تنظیم		
با سیستم تنظیم روی تخلیه (خروجی)		
با سیستم تنظیم روی تخلیه (خروجی)	درشبکه‌های نیمه باز، سیستم‌های دارای تنظیم ورودی باید تابع مشخصه‌های وسایل انتخابی طراحی شوند.	

جدول ۴ (ادامه)

محفظه‌های ایمنی که با یک شبکه نیمه باز تهویه می‌شوند، می‌توانند هوای محیط، هوای خشک، گاز ایستگاه یا گاز خنثی را مکش کنند..
جریان ایمنی کل، حاصل جمع جریان‌های ناشی از مدار تخلیه عادی (فیلتر هپای تخلیه، مسدود در نظر گرفته می‌شود) و مدار ایمنی اضافی است. این مدار ایمنی اضافی تنها زمانی ضرورت دارد که آهنگ جریان ایمنی لازم نتواند از طریق مدار تخلیه عادی تأمین شود، حتی اگر فیلتر روی این خط مسدود شده باشد. مدار تخلیه باید اندازه‌های متناسب داشته باشد.
بسته به نتایج تحلیل ایمنی، ممکن است استفاده از یک فیلتر هپای ثانویه در مدار ایمنی اضافی ضروری باشد. این فیلتر برای تغذیه (ورودی)اختیاری است، ولی توصیه می‌شود در صورت انجام عملیات بر روی فرآورده‌های پرتوزا از آن استفاده شود. تحلیل ایمنی ممکن است استفاده از آنها را ضروری بداند.
هنگام تعویض فیلتر برای اطمینان از تداوم کار محفظه، در صورت امکان باید فیلترهای خارج از محفظه را در داخل یک اتاقک بدون نشتی قرار داد. هر اتاقکی که نتواند این اطمینان را ایجاد کند، برای این کار نباید مورد استفاده قرار گیرد.
مطابق استانداردهای کنترل، محل قرارگیری شیرهای ایزولاسیون تعیین می‌شوند؛ بالادست فیلترها برای تغذیه (ورودی)؛ پایین دست فیلترها برای تخلیه(خروجی).
فشار شبکه تخلیه عمومی در نقطه اتصال با شبکه محفظه باید در حدود ۱۵۰ daPa زیر فشار محیط باشد.
در صورت نیاز، می‌توان محفظه‌های ایمنی را به یک ابزار حفاظت مجهز کرد. اگر لازم باشد، ممکن است محفظه ایمنی با یک شیر ایزولاسیون از شبکه تخلیه عمومی جدا شود.
a) شبکه تخلیه عمومی
b) مدار فشار متوسط، هوای خشک یا گاز خنثی

جدول ۵ – شبکه‌های بسته

طبقه ۱- الف یا ۱- ب محفظه‌های ایمنی	
بدون جریان ایمنی اضافی	
با جریان ایمنی اضافی	

جدول۵ (ادامه)

تأسیسات بدون جریان ایمنی اضافی برای سه حالت عملیاتی مجاز هستند:

- عملیات عادی در یک شبکه بسته عبوری از ایستگاه خالص‌سازی (مدار با خطوط سیاه پر رنگ نشان داده شده : مدار بسته)؛
- عملیات اضطراری، در صورت قطعی مدار الزامات اضطراری به وسیله گاز ذخیره شده تأمین شده و خروجی آن در وضعیت نیمه باز (خطوط دو خطی) به طرف شبکه تخلیه عمومی هدایت می‌شود.
- عملیات کاهشی، وقتی فشار محفظه خارج از حدود عملیات عادی باشد، تغذیه (ورودی) یا تخلیه (خروجی) اضافی و یا هر دو شروع می‌شوند.

تأسیسات با جریان ایمنی اضافی، در جاییکه ابزار ایمنی با جدا شدن دستکش دچار اختلال شود، ، حالت عملیات ایمنی را مجاز می‌کند.

جریان ایمنی کل، حاصل جمع جریان‌های ناشی از مدار تخلیه عادی (فیلتر هپای تخلیه مسدود در نظر گرفته می‌شود) و مدار ایمنی اضافی است. این مدار ایمنی اضافی تنها زمانی ضرورت دارد که آهنگ جریان ایمنی لازم نتواند از طریق مدار تخلیه عادی تأمین شود، حتی اگر فیلتر روی این خط مسدود شده باشد. مدار تخلیه باید اندازه‌های متناسب داشته باشد.

جریان ایمنی کل باید به طور خاص مورد مطالعه قرار گیرد، که این بررسی باید حفاظت از ایستگاه خالص‌سازی را نیز در برداشته باشد. بسته به نتایج تحلیل ایمنی، ممکن است استفاده از یک فیلتر هپای ثانویه در مدار ایمنی اضافی ضروری باشد.

هنگام تعویض فیلتر برای اطمینان از تداوم کار محفظه، در صورت امکان باید فیلترهای خارج از محفظه را در داخل یک اتاقک بدون نشتی قرار داد. هر اتاقکی که نتواند این اطمینان را ایجاد کند، برای این کار نباید مورد استفاده قرار گیرد.

مطابق استانداردهای کنترل، محل قرارگیری شیرهای ایزولاسیون تعیین می‌شوند؛ بالادست فیلترها برای تغذیه (ورودی)؛ پایین دست فیلترها برای تخلیه (خروجی).

فشار شبکه تخلیه عمومی در نقطه اتصال با شبکه محفظه باید در حدود ۱۵۰ daPa زیر فشار محیط باشد.

ایستگاه خالص‌سازی باید به گونه‌ای طراحی شود که بازسازی خود را تضمین کند.

برای جریان‌های پایین، ابزار ایمنی و تنظیم باید مشخصات نشت ناپذیری خیلی خوبی (آهنگ نشت، مطابق با نشت ناپذیری طبقه محفظه) داشته باشند.

در صورت نیاز، می‌توان محفظه‌های ایمنی را به یک ابزار حفاظت مجهز کرد. اگر لازم باشد، ممکن است محفظه ایمنی با یک شیر ایزولاسیون از شبکه تخلیه عمومی جدا شود.

یادآوری- در مواردی که فشار محفظه از حد آستانه تجاوز کند، خالص سازی متوقف شده و مدار گاز خنثی باز می‌شود.

a) شبکه تخلیه عمومی
b) مدار فشار متوسط، گاز خنثی
c) از طرف محفظه‌های دیگر
d) به طرف محفظه‌های دیگر
e) ایستگاه خالص‌سازی

۷-۳ محل فیلترهای خروجی در محفظه‌های حفاظدار

در مدار تخلیه عادی، و به منظور اجتناب از پرتوهای حاصل از ذرات پرتوزا نشسته در بستر فیلتر کننده، اولین مرحله فیلتر هپا باید در داخل محفظه حفاظدار نصب شود. بسته به شرایط استفاده و فضای در دسترس اطراف محفظه، مرحله دوم فیلتر هپا ممکن است در داخل یا خارج محفظه حفاظدار هم نصب شود.

در مدار ایمنی، معمولاً فقط یک مرحله فیلتراسیون لازم است. این مرحله فیلتر هپا باید داخل محفظه حفاظدار نصب شود.

۷-۴ شرط اندازه‌گیری آهنگ جریان

هر محفظه باید یک نقطه اندازه‌گیری آهنگ جریان درتخلیه کل (جریان عادی به علاوه جریان ایمنی) داشته باشد. این نقطه اندازه‌گیری ممکن است برای مثال، با یک مهره جوش داده یا یک پیچ بسته شود. سطح مقطع وسیله اندازه‌گیری باید کوچکتر از سطح مقطع کانال باشد تا جریان مختل نشود. تأسیسات وسیله اندازه‌گیری باید نشت ناپذیر باشد.

۷-۵ تعیین ابعاد ایستگاه‌های خالص سازی

به منظور حفظ خلوص لازم در اتمسفر داخل محفظه ایمنی، پارامترهای زیر باید کنترل شوند :

- آهنگ جریان خارجی ایستگاه خالص‌سازی،
- فشار داخل محفظه ایمنی،
- خلوص هوا یا گازی که محفظه ایمنی با آن پر شده است.

مقادیر ناخالصی‌های موجود در اتمسفر داخلی باید مطابق الزامات فرآیند و دستورالعمل عملیاتی انتخاب شوند.

باید توجه ویژه‌ای به کنترل نشت ناپذیری اجزای مختلف شبکه (محفظه ایمنی، چارچوب، صفحه‌ها،آب بندی‌ها، نفوذپذیری مدار، کانال‌های مرتبط با ایستگاه خالص‌سازی، اتصالات و غیره) در طی عمر آنها صورت گیرد.

۸ تعیین ابعاد سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز

۸-۱ اصول

لازم است ابعاد اجزا یا سیستم‌های تهویه و پاکسازی گاز تعیین شوند تا با مطابقت آنها با پارامترهای لازم، از پیکربندی عادی و حادثه‌ای اطمینان حاصل شود و اینکه فرآیند تهویه تا حد امکان نسبت به پیکربندی‌های عملیاتی، پایدار (یا تغییرات درحدود قابل قبول) باشد. اجزا و سیستم‌ها عبارتند از :

- سیستم‌های آمایش و هواساز،
- فیلترها (به ۸-۲ بند ۱۲مراجعه شود)،

- تله‌های کربن فعال شده / ید (به ۸-۳ بند ۱۲مراجعه شود)،
- وسایل رابط یا اتصال (به ۸- ۴مراجعه شود)،
- ابزار کنترل (به ۸-۵ بند ۱۳مراجعه شود)،
- هواکش‌ها (به ۸- ۶مراجعه شود)،
- ابزار دقیق (به بند ۹مراجعه شود)،
- ابزار حفاظت و ایمنی (به بندهای ۱۰ و ۱۱مراجعه شود).

۸-۲ فیلترها

۸-۲-۱ الزامات عمومی

فیلترهایی که روی محفظه یا شبکه نصب می‌شوند باید از نوع هپا باشند. کارایی آنها با چند کمیت تعریف می‌شود که مهمترین آنها عامل رفع آلودگی (DF) است. این کمیت برابر با نسبت غلظت ذرات ورودی به غلظت ذرات خروجی است. کارایی و نفوذپذیری، از مفیدترین کمیت‌های دیگر هستند.

در صنعت هسته‌ای، ضرایب متداول رفع آلودگی که در آهنگ جریان اسمی هر واحد فیلتر در آزمایشگاه اندازه‌گیری شده، باید حداقل مقادیر زیر را داشته باشد:

- ۵۰۰۰ برای آزمون با فلورسئین سودا (استاندارد NF X 44-011)، با کارایی ۹۹٫۹۸٪ و نفوذپذیری ۰٫۰۲٪.
- ۱۰۰۰۰ برای آزمون با کلریدسدیم [یوروونت[1] (کمیته اروپایی سازندگان تجهیزات ائرولیک) سند ۴٫۴]، با کارایی ۹۹٫۹۹ ٪ و نفوذ پذیری ۰٫۰۱ ٪.

یادآوری - سایر مشخصات فنی فیلترهای تهویه در پیوست ب ارائه شده است.

۸-۲-۲ فیلترهای محفظه

۸-۲-۲-۱ فیلترهای ورودی

برای تعیین ابعاد فیلترهای ورودی، دانستن موارد زیر لازم است :

- آهنگ جریان و فشار منفی محفظه نسبت به اتاق،
- افت فشار فیلتر و قاب آن،
- ظرفیت انسداد.

آهنگ جریانی که باید در نظر گرفته شود، آهنگ جریان عادی محفظه است. این آهنگ تابعی از حجم محفظه و آهنگ تعویض ساعتی هوا لازم می باشد. با در نظر گرفتن مقادیر معمول، آهنگ جریان برای یک محفظه ایمنی با حجم $1\ m^3$ در گستره $3\ m^3/h$ تا $10\ m^3/h$ خواهد بود.

[1] Eurovent

فشار محفظه[1] (به خصوص سلسله مراتبی از فشارها) توسط طراح، مطابق الزامات طرح یا ایمنی تنظیم می‌شود. افت فشار کل نه تنها باید برای افت فشار فیلتر نو یا فیلتر تا حدی مسدود در نظر گرفته شود، بلکه باید برای قاب‌ها یا جعبه‌ها، زانویی‌ها و تبدیل کانال‌ها هم مد نظرقرار گیرد. افت فشار برابر با اختلاف فشار محفظه با اتمسفر برای آهنگ جریان تنظیم شده است. ظرفیت انسداد معمولاً در حدود ۵ daPa در نظر گرفته می‌شود.

۸-۲-۲-۲ فیلترهای خروجی

برای تعیین ابعاد فیلترهای خروجی، افت فشار در مدار تخلیه عادی و مدار تخلیه ایمنی به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود :

- برای فیلتر تخلیه عادی، آهنگ جریان محفظه، افت فشار اولیه و ظرفیت انسداد سیستم‌های فیلتراسیون (فیلتر + محفظه) باید بین ۵ daPa تا ۵۰ daPa در نظر گرفته شود.
- برای فیلتر ایمنی، آهنگ جریان ایمنی و افت فشار اولیه سیستم فیلتراسیون (فیلتر + محفظه) باید در نظر گرفته شود، اما نیازی نیست ظرفیت انسداد را مد نظر قرار داد.

۸-۳ تله‌های کربن فعال شده (ید)

۸-۳-۱ قوانین تعیین ابعاد

در حالت استفاده از کربن فعال شده، معمولاً مقادیر جرم یدی که به دام می‌افتد اندازه‌گیری نمی‌شود زیرا ایزوتوپ‌های با نیمه عمر کوتاه مدنظر هستند. با این وجود کارایی جذب تله، با نزدیک شدن مقدار آهنگ بار به حدود ۰٫۱ mg ید (کل) بر هر گرم کربن افت می‌کند (در تمام موارد این مقدار بیشتر از ۱ mg/g خواهد بود).

با این حال همیشه تعیین ابعاد تله ید یا کربن فعال شده باید از قبل تحلیل شده و موارد زیر را مد نظر قرار

دهد :

- شرایط آئروترمودینامیک عملیات آن؛
- بسامد استفاده از تله؛
- ماهیت شاره‌های آلوده‌ای که مورد پردازش قرار می‌گیرند، به ویژه ترکیب شیمیایی آنها؛
- غلظت‌های حجمی و جرم فعال یدی که باید به دام انداخته شود؛
- کارایی جذب مورد نیاز.

به عنوان یک قانون عمومی، تعیین ابعاد کربن فعال شده باید به گونه‌ای صورت گیرد که دو شرط زیر برقرار باشند.

[1] Underpressure

الف- سرعت عبور از بستر جاذب برای لایه‌های کم ضخامت (cm ۱۰ >) باید کمتر از cm/s ۲۵ و برای بسترهای ضخیم‌تر کمتر از cm/s ۴۰ باشد.

ب- زمان ماندگاری گاز در لایه کربن فعال شده باید کمتر از s ۰٫۲۵ باشد.

در مواردی که تله‌های کربن فعال شده مناسب نیستند، به ویژه در حضور اکسید نیتروژن، سایر انواع مواد جاذب باید استفاده شوند.

۸-۴ وسایل رابط (اتصال)

۸-۴-۱ کانال‌ها

تعیین ابعاد کانال‌ها بر اساس آهنگ جریان و سرعت مجاز صورت می‌گیرد.

با در نظر داشتن هزینه‌های غیر قابل اغماض این قسمت، برای انتخاب قطر کانال‌ها باید سرمایه و هزینه‌های عملیات را مد نظر قرار داد.

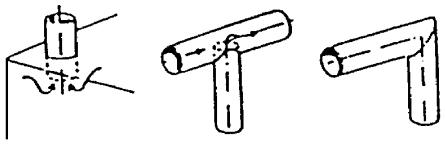
بسته به معیار ارجح، محدوده افت فشار ممکن است از daPa ۰٫۱۰ تا daPa ۰٫۲۰ بر متر کانال تغییر کند. هر جا ضرورت داشته باشد، تغییرات کم در جهت کانال توصیه می‌شود (به شکل ۱ مراجعه شود).

۸-۲-۴ لوازم جانبی

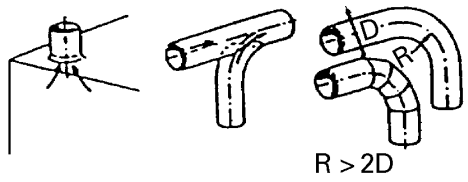
این لوازم جانبی رابط‌هایی نظیر نازل‌ها، فلنج‌ها و اتصالات را شامل می‌شوند.

یادآوری - سایر وسایل جانبی، ابزار عایق‌کاری (شیرها، شیرهای یک طرفه، شیرهای هواگیری، شیرهای ضد آتش)، تبدیل (ساسات ها، شیرها) و ابزار ایمنی هستند.

طراحی‌های توصیه شده برای وسایل رابط در شکل ۱ ارائه شده است.



الف- توصیه نمی‌شود



ب- توصیه می‌شود

شکل ۱- طراحی‌های وسایل رابط

۸-۵ ابزار کنترل

ابزار کنترل، حسگرهای فشار، آهنگ جریان، دما و رطوبت می‌باشند. حساسیت، دقت و گستره اندازه‌گیری آنها مطابق مشخصه کمیت‌هایی مورد اندازه‌گیری، تعیین می‌شود. مقادیر اندازه‌گیری شده ممکن است در محل یا از راه دور به نمایش درآمده و ممکن است تصحیحاتی را ایجاد کرده و اطلاعات سمعی و بصری یا هر دو را ارائه کند.

۸-۶ هواکش‌ها[1]

تعیین ابعاد هواکش‌ها به صورت زیر است.

الف- از روی مشخصه‌های آئرودینامیکی آنها:

- بیشینه آهنگ جریان شبکه (آهنگ جریان عادی + آهنگ جریان ایمنی + ذخایر احتمالی) و افت‌های فشار تأسیسات، شامل کمی فشار در بالادست و فشار در پایین دست هواکش ، که در بیشینه آهنگ جریان محاسبه شده‌اند.

ب- از روی مشخصه‌های مکانیکی آنها، شامل :

- سطح صدا،
- نشت ناپذیری،
- کارایی،
- سرعت چرخش،
- ارتعاشات،
- سطح دما،
- خوردگی.

وقتی این کمیت‌ها تعریف شدند، هواکش‌ها بر اساس منحنی‌های ویژگی برای کارایی و سرعت چرخش مورد نیاز انتخاب می‌شوند. این انتخاب باید برای سرعت چرخش یک ذخیره (معمولاً ۱۰٪) را فراهم آورد.

۹ ابزار دقیق

۹-۱ کلیات

این وسایل برای اطمینان از تنظیم فشار در محفظه‌های ایمنی استفاده می‌شوند، در راستای :

- جبران انسداد سریع فیلتر خروجی محفظه؛
- محدود کردن تغییرات فشار محفظه ناشی از حرکات دستکش؛

[1] Fans

- محدود کردن تغییر آهنگ‌های تعویض هوای محفظه ناشی از تغییرات فشار پایین یا جریان‌های هوا در شبکه تخلیه عمومی؛
- جبران تغییرات فشار حاصل از فرآیند انجام شده در داخل محفظه ایمنی؛
- جبران تغییرات فشار شبکه تخلیه عمومی (در جایی که شبکه به سیستم تنظیم خاص خود مجهز نیست).

در جایی که تغییرات سریع و مهم روی فشار مرجع تأثیر می‌گذارند، بسته به طراحی و پارامترهای شبکه تهویه، وجود ابزار دقیق می‌توانند سبب اطمینان کامل یا نسبی از آهنگ جریان ایمنی شوند.
برای شرایط عملیاتی که در آن فیلتر خروجی می‌تواند مسدود شود، ایمنی از طریق مدار تخلیه عادی حاصل نمی‌شود. یک مدار ایمنی مجزا نیاز است. ابعاد این مدار ایمنی باید مطابق با آهنگ جریان ایمنی کل تعیین شود.

۹-۲ جریان‌های محرک

سیستم‌های تنظیم، بوسیله تهویه هوا یا گاز (اتمسفر محفظه ایمنی) یا با یک جریان کمکی محرک مانند الکتریسیته یا گازهای متراکم فعال می‌شوند. اگرچه، به دلایل ایمنی بهتر است از سیستم‌های تنظیم کننده‌ای استفاده شود که به جای یک جریان کمکی، با اتمسفر داخلی محفظه فعال شده باشند.

۹-۳ موقعیت یابی

ابزار دقیق می‌توانند در مدار ورودی (تغذیه) یا خروجی (تخلیه) نصب شوند، معمولاً با یک جانمایی به شرح زیر :
الف- در محفظه‌های ایمنی که با یک شبکه باز تهویه می‌شوند، ابزار دقیق مطابق قوانین بند الف.۳ می‌توانند در قسمت ورودی یا خروجی نصب شوند.
ب- در محفظه‌های ایمنی که با یک شبکه نیمه باز یا بسته تهویه می‌شوند، ابزار دقیق در قسمت خروجی نصب می‌شوند.
اگر ابزار دقیق موجود خودکار باشند، استفاده از شیرهای ایزولاسیون برای تنظیم دقیق ممنوع است و نباید مورد استفاده قرار گیرد.

۹-۴ ابزار دقیق - مثال‌ها

۹-۴-۱ ابزار پیستون متحرک[1] - سیستم تک پیستونی[2]

۹-۴-۱-۱ شرح

سیستم تک پیستونی، یا شیر تنظیم، مشخصه‌های کلی زیر را دارد :

[1] Mobile-piston device
[2] Single-piston system

- بدنه پلاستیکی لوله‌ای شکل دارای سه دهنه خروجی پیچ دار که اتصالات استاندارد فولادی ضدزنگ، مس یا پلی‌وینیل (PVC) بتوانند به آن وصل شوند.
- پیستون متحرک که داخل بدنه شیر می‌لغزد، با وزن تعادل یا بدون آن (بسته به حالت عملیات مورد نظر).
- دو واشر که برای توقف مکانیکی و نشت ناپذیری به کار می‌روند.
- شکل ۲ سطح مقطع یک ابزار دقیق تک پیستونی را نشان می‌دهد.

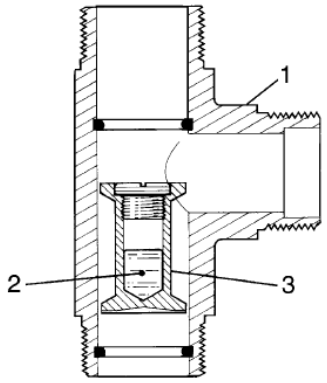
۹-۴-۱-۲ نصب

در یک شبکه باز، سیستم تک پیستونی را می‌توان در مدار ورودی یا خروجی نصب کرد. در یک شبکه نیمه باز، فقط در مدار خروجی نصب می‌شود.

۹-۴-۱-۳ اصل عملیاتی

همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، شیر نصب شده سبب اطمینان از تنظیم فشار محفظه می‌شود. اگر فشار محفظه افزایش یابد، پیستون به سمت پایین آمده و تا رسیدن به فشار عادی، محفظه را به جمع کننده خروجی مرتبط می‌کند. اگر فشار محفظه کاهش یابد، عکس این حالت اتفاق می‌افتد.
برای یک فشار معلوم، آهنگ مطلوب جریان تخلیه در محفظه با تنظیم وزنه تعادل داخلی پیستون بدست می‌آید.

یادآوری – این شیر تنظیم، آهنگ جریان تخلیه محفظه را تنظیم نمی‌کند زیرا انسداد فیلتر خروجی را جبران نمی‌کند. وقتی این حالت اتفاق افتد، آهنگ جریان تخلیه کاهش می‌یابد تا افت فشار ثابتی را بین بخش بالایی پیستون و ضلع داخلی محفظه ایمنی حفظ کند.



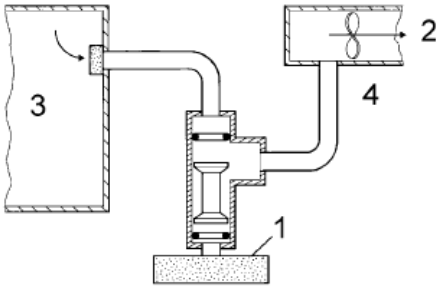
راهنما

۱- بدنه

۲- وزنه تعادل

۳- پیستون

شکل ۲ - سیستم تک پیستونی (شیر تنظیم)



راهنما

۱- فیلتر
۲- خروجی
۳- محفظه فشار شکن
۴- فشار کمینه و تنظیم شده

شکل ۳- سیستم تک پیستونی (شیر تنظیم)- اصل عملیاتی

۹-۴-۱-۴ ویژگی‌ها

آهنگ جریان بیشینه در این نوع شیر، به طراحی و سطح فشار پایین در شبکه تخلیه عمومی بستگی دارد (مثلاً ۳۵ m^3/h برای فشار حدود ۱۲۰ daPa زیر فشار محیط در شبکه تخلیه عمومی).

۹-۴-۱-۵ سایر کاربردها

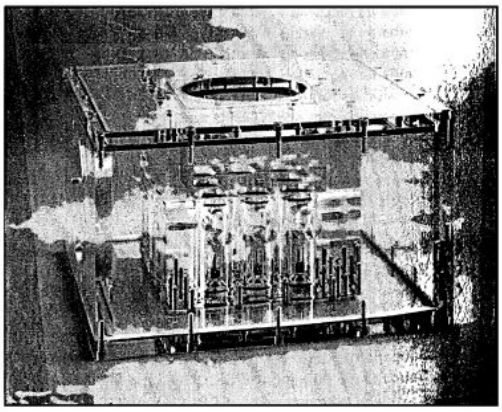
با روش نصبی که در شکل ۳ نشان داده شده، در صورت بروز نشتی در محفظه ایمنی، شیر تنظیم با باز کردن کامل درپوش، زمانیکه فیلتر خروجی مسدود نباشد، سبب اطمینان از آهنگ جریان ایمنی می‌شود. اگر جهت نصب معکوس شود، سیستم می‌تواند فشار اضافی محفظه را تنظیم کند.

۹-۴-۲ ابزار پیستون متحرک - سیستم چند پیستونی[1]

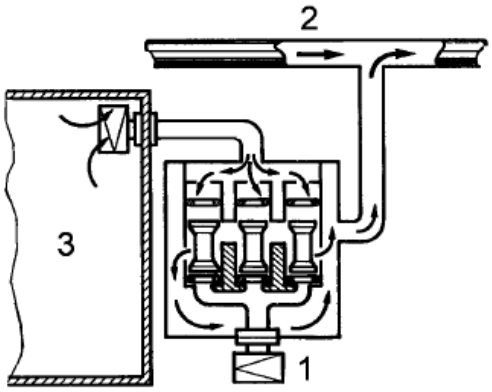
۹-۴-۲-۱ شرح

با یک تغییر در سیستم قبلی، سیستم چند پیستونی از کنار هم قرار گرفتن هشت شیر اولیه در همان بدنه شکل می‌گیرد (به شکل ۴- الف مراجعه شود)؛ هر یک از شیرها شامل پیستونی است که در یک اتاقک عمودی حرکت می‌کند. مجموعه متشکل است از یک لوله ورودی به مکعب مستطیل که به لوله داخلی بدنه شیرهای هشت گانه متصل می‌شود.

[1] Multi-piston system



الف – نمای کلی



ب- اصل عملیاتی

راهنما

۱- فیلتر

۲- شبکه تخلیه عمومی

۳- محفظه فشار شکن

شکل ۴ – ابزار دقیق چند پیستونی

۹-۴-۲-۲ نصب

قسمت بالایی اتاقک، مانند سیستم تک شیری، به محفظه کار و قسمت پایینی به یک فیلتر متصل است. فضای بین دو مکعب مستطیل برای اتصال مدار تهویه استفاده می‌شود.

۹-۴-۲-۳ اصل عملیاتی

همانطور که در شکل ۴-ب نشان داده شده، ابزار نصب شده سبب اطمینان از تنظیم تحت فشار محفظه می‌شود. اگر فشار محفظه افزایش یابد، هشت پیستون پایین آمده و تا رسیدن به فشار عادی، محفظه را به جمع کننده خروجی مرتبط می‌کند. اگر فشار محفظه کاهش یابد، عکس این حالت اتفاق می‌افتد.

برای یک فشار معلوم، آهنگ مطلوب جریان تخلیه در محفظه با تنظیم وزنه تعادل داخلی پیستون بدست می‌آید.

این ابزار حداقل یک فشار ۷۵ daPa زیر فشار محیط در شبکه تخلیه عمومی نیاز دارد.

۹-۴-۲-۴ ویژگی‌ها

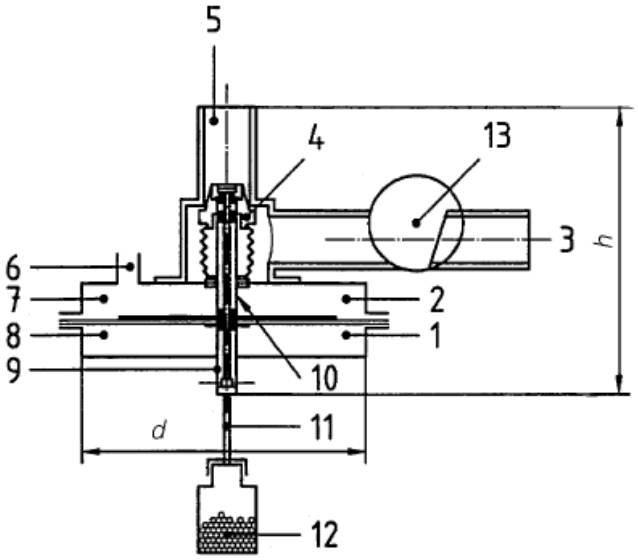
آهنگ جریان تنظیمی حاصل از چنین ابزاری، برای فشاری حدود ۱۲۰ daPa زیر فشار محیط در شبکه تخلیه عمومی، می‌تواند از ۲۰۰ m^3/h تا ۴۰۰ m^3/h تغییر کند.

۹-۴-۳ سیستم با غشاء کشبار[1]

۹-۴-۳-۱ شرح

در این طراحی (به شکل ۵ مراجعه شود)، شیر تنظیم از دو استوانه PVC یا دو نیم ورق فولاد ضدزنگ تشکیل می‌شود که بوسیله یک غشاء کشبار از هم جدا شده و با یک میله تعادل با وزن قابل تنظیم، به کار می‌افتد. نشت ناپذیری میان درپوش و بدنه شیر به شرح زیر تأمین می‌شود. اتاقک بالای شیر سه دهنه برای اتصال به محفظه ایمنی و شبکه تهویه دارد.

این شیر، بسته به گستره شرایط عملیاتی در چندین ابعاد استاندارد موجود است. شیر می‌تواند با یک مهار تثبیت کننده روی پایه تهیه شده و مجهز به دو میکروسویچ [2] محدود کننده باشد.



راهنما

۱- فشار اتمسفر
۲- فشار محفظه
۳- از خروجی محفظه
۴- درپوش
۵- به طرف جمع‌کننده خروجی
۶- لوله اندازه‌گیری فشار محفظه
۷- اتاقک بالایی (p_1)
۸- اتاقک پایینی (p_2)
۹- جداکننده پایینی
۱۰- جداکننده بالایی
۱۱- میله پیچ‌دار
۱۲- وزنه تعادل
۱۳- نمایشگر آهنگ جریان

شکل ۵ – ابزار دقیق با غشاء کشبار

۹-۴-۳-۲ نصب

این نوع ابزار دقیق برای نصب در مدار خروجی محفظه ایمنی که با شبکه‌های باز یا نیمه باز تهویه می‌شود، طراحی شده است.

---

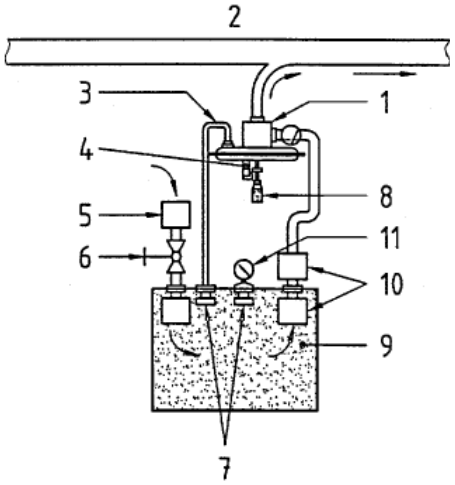
[1] elastomer
[2] microswitch

۹-۴-۳-۳ اصل عملیاتی

همانطور که در شکل ۶ نصب آن نشان داده شده، این شیر تنظیم، کارکردهای زیر را تضمین می‌کند :

- بسته به محل قرارگیری ابزار (مدار ورودی یا خروجی)، تنظیم فشار یا تنظیم آهنگ تعویض هوای یک محفظه ایمنی در یک مقدار ثابت قابل تنظیم؛
- جبران انسداد فیلتر خروجی با اندازه‌گیری فشار مبنای محفظه؛
- تمام یا قسمتی از آهنگ جریان ایمنی، بسته به پارامترهای شبکه تهویه.

کنترل خود تنظیم ابزار دقیق با موقعیت غشاء صورت می‌گیرد که بر مبنای اختلاف فشار بین دو اتاقک (p_1 و p_2)، آهنگ جریان را تنظیم می‌کند. مقدار فشار دستگاه بوسیله وزن وزنه تعادل تنظیم می‌شود. شیر حداقل یک فشار ۱۰۰ daPa زیر فشار محیط در شبکه تخلیه عمومی نیاز دارد.



راهنما

۱- شیر تنظیم با نشانگر آهنگ جریان
۲- شبکه تخلیه عمومی
۳- لوله اندازه‌گیری فشار محفظه
۴- کلیدهای مینیاتوری
۵- فیلتر ورودی
۶- شیر یا دریچه تنظیم اختیاری
۷- مجموعه فیلترهای محافظ
۸- وزنه تعادل
۹- محفظه
۱۰- فیلترهای خروجی
۱۱- فشارسنج[1]

شکل ۶ - ابزار دقیق با غشاء کشبار - اصل عملیاتی

۹-۴-۳-۴ ویژگی‌ها

[1] Manometer

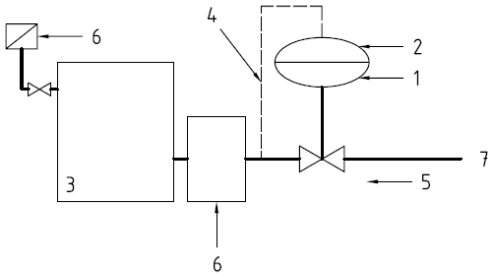
بسته به مدل، آهنگ جریان تنظیمی حاصل از شیرها، برای فشار حدود ۱۰۰ daPa زیر فشار محیط در شبکه تخلیه عمومی، می‌تواند از ۵ m^3/h تا ۲۰ m^3/h، از ۲۰ m^3/h تا ۱۰۰ m^3/hو از ۱۰۰ m^3/h تا ۴۰۰ m^3/h تغییر کند.

۹-۴-۳-۵ احتیاط

شیر باید تا حد امکان نزدیک به محفظه نصب شود تا زمان پاسخگویی سیستم را کاهش دهد.
قطرهای ورودی و خروجی، همانند قطر لوله اندازه‌گیری فشار محفظه، نباید تغییر کنند.
محور باید کاملاً عمود باشد. اگر محیط تخریب کننده باشد، غشاء باید به صورت دوره‌ای تعویض شود.

۹-۴-۴ شیر کنترل قابل تنظیم

شیر کنترل قابل تنظیم یک تغییر روی سیستم تنظیم با غشاء کشبار است. در این ابزار (به شکل ۷ مراجعه شود) شیر، یک شیر کنترل استاندارد مجهز به یک کنترل‌کننده دیافراگم‌دار است که می‌تواند آهنگ جریان را بر مبنای اختلاف فشار در دو طرف دیافراگم، تنظیم کند.
یک طرف دیافراگم، فشار مرجع (در اینجا فشار اتمسفر محیط) و طرف دیگر آن فشار حس شده[1] (در اینجا فشار خط تخلیه) است. فشار حس شده توسط یک لوله کوچک که در بدنه شیر قرار گرفته و به خطی که به محفظه ایمنی منتهی می‌شود، متصل است.
وقتی فشار حس شده به هر دلیل تغییر کند، دیافراگم حرکت کرده و شیر تنظیم را تعدیل کرده و اثر را خنثی می‌کند.



راهنما

۱- فشار مرجع
۲- فشار حس شده
۳- محفظه ایمنی
۴- خط حسگر داخلی
۵- شیر کنترل قابل تنظیم
۶- فیلتر هپا
۷- به طرف شبکه تخلیه عمومی

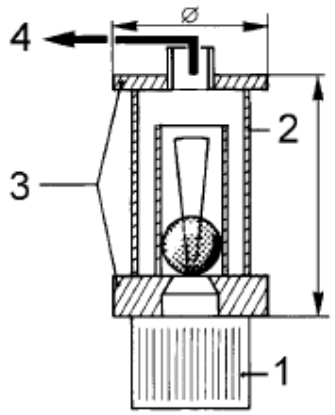
شکل ۷ - ابزار کنترل قابل تنظیم - اصل عملیاتی

۹-۴-۵ سیستم گوی‌دار

[1] Sensed Pressure

۹-۴-۵-۱ شرح

در این طراحی، شیر تنظیم (به شکل ۸ مراجعه شود) متشکل است از یک بدنه لوله‌ای پلاستیکی بین دو فلنج رابط و یک گوی از جنس PVC یا فولاد ضد زنگ که در استوانه‌ای با شکاف‌های ذوزنقه‌ای شکل حرکت می‌کند. شیر در ابعاد زیر تولید می‌شود : قطر ۱۰۰ میلی‌متر، ارتفاع ۲۵۰ میلی‌متر، یا قطر ۱۴۰ میلی‌متر، ارتفاع ۳۵۰ میلی‌متر.



راهنما

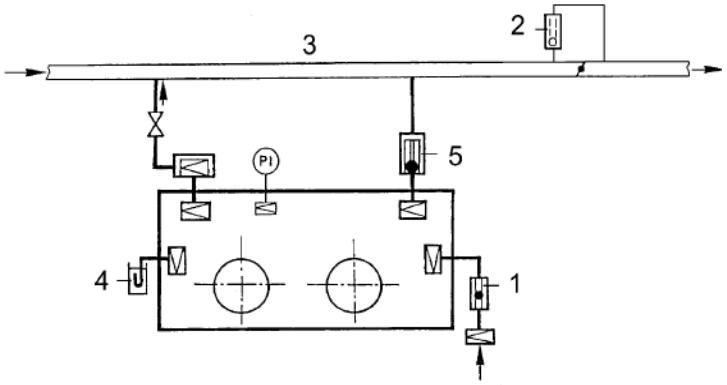
۱- فیلتر
۲- بدنه لوله‌ای
۳- فلنج‌ها
۴- به طرف محفظه

شکل ۸- ابزار دقیق گوی‌دار

۹-۴-۵-۲ نصب

شیر در دو حالت کاربرد دارد (به شکل ۹ مراجعه شود). وقتی برای تنظیم فشار محفظه‌های ایمنی استفاده شود، برای محفظه یک شبکه باز، روی مدار ورودی هوا، بین دو فیلتر ورودی نصب می‌شود. این نوع نصب از غبار آلود شدن ابزار دقیق جلوگیری می‌کند.

وقتی برای تنظیم فشار شبکه‌ها استفاده شود، در انشعاب شبکه تخلیه عمومی به عنوان اتصال کوتاه گلوگاه تعادلی قرار داده می‌شود. این نصب به ویژه برای شبکه‌ها با آهنگ جریان پایین مناسب است.



راهنما

۱- شیر تنظیم محفظه
۲- شیر تنظیم شبکه
۳- شبکه تخلیه عمومی
۴- ابزار حفاظت
۵- شیر ایمنی

یادآوری- برای مفهوم نمادها به جدول ۱ مراجعه شود.

شکل ۹ - ابزار دقیق گوی‌دار - اصل عملیاتی

۹-۴-۵-۳ اصل عملیاتی

الف- تنظیم فشار محفظه ایمنی. کالیبراسیون گوی، آن را بر مبنای فشار محفظه به صورت معلق نگه می‌دارد. اگر فشار افزایش یابد، گوی پایین آمده و ورود هوا در اثر شکاف به داخل محفظه را محدود می‌کند، حتی در شرایطی که فشار نسبی خیلی کم باشد راه ورود هوا را مسدود می‌کند. برعکس، اگر فشار محفظه کاهش یابد، گوی بالا آمده، سطح بزرگتری را برای ورود جریان با آهنگ بیشتر به داخل محفظه فراهم می‌آورد.

ب- تنظیم فشار شبکه. جابجایی‌های گوی تغییرات آهنگ جریان در شبکه را جبران کرده، سطح شبه پایدار فشار را حفظ می‌کند. این کاربرد به ویژه در صورت مختل شدن جریان ایمنی در یک محفظه، و در جایی که مطلوبست هم زمان از اغتشاش عملیات در سایر محفظه‌های متصل به شبکه جلوگیری کنیم، مؤثر است.

۹-۴-۵-۴ ویژگی‌ها

بسته به مدل، آهنگ جریان تنظیمی حاصل از این نوع شیر می‌تواند از ۵ m^3/h تا ۲۵ m^3/h و از ۲۰ m^3/h تا ۹۰ m^3/h تغییر کند.

۹-۴-۵-۵ احتیاط

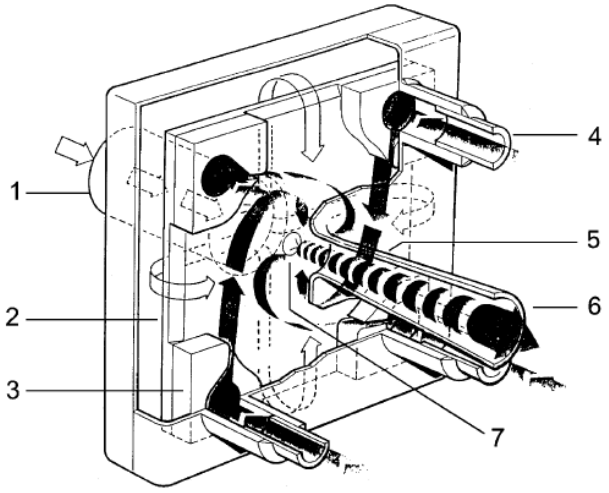
برای شیرهای $۲۰m^3/h$ تا $۹۰m^3/h$، باید فیلترهایی نصب شوند که افت فشار آنها در بیشینه آهنگ جریان مورد نیاز، از فشار اسمی محفظه تجاوز نکند.

۹-۴-۶ سیستم بدون اجزای متحرک (تقویت کننده گردابی[1])

۹-۴-۶-۱ شرح

سیستم تقویت کننده گردابی (VXA) (به شکل ۱۰ مراجعه شود) متشکل است از یک اتاقک استوانه‌ای کوتاه که با صفحه‌ای به دو نیم شده و دو اتاقک دایره‌ای شکل را به وجود می‌آورد.

[1] Vortex Amplifier



راهنما

۱- اتاقک استوانه‌ای
۲- صفحه
۳- دهلیز[۲]
۴- دریچه کنترل
۵- اتاقک جلویی
۶- پخش‌کننده شعاعی[۱]
۷- دریچه خروج

جریان تخلیه از جعبه دستکش
جریان به طرف کانال تخلیه

شکل ۱۰- تقویت کننده گردابی(VXA)- نمای کلی

اتاقک عقبی به عنوان یک اتاقک گردابی عمل می‌کند و به چهار قسمت تقسیم شده است و هر کدام به یک دریچه کنترل متصل هستند که هوا را از طریق فیلترهای هپا از اتاق به محفظه گردابی هدایت می‌کند. هوای مخلوط از اتاقک گردابی خارج شده و با حرکت چرخشی به اتاقک جلویی وارد می‌شود. محفظه جلویی شامل یک پخش‌کننده شعاعی برای بازیابی فشار ایستا است که اجازه می‌دهد جریان هوای چرخشی از طریق دریچه خروجی از VXA خارج شود.

۹-۴-۶-۲ نصب

VXA در مدارهای ورودی یا خروجی محفظه‌های ایمنی که با شبکه‌های باز یا نیمه باز تهویه می‌شوند، نصب می‌شود.

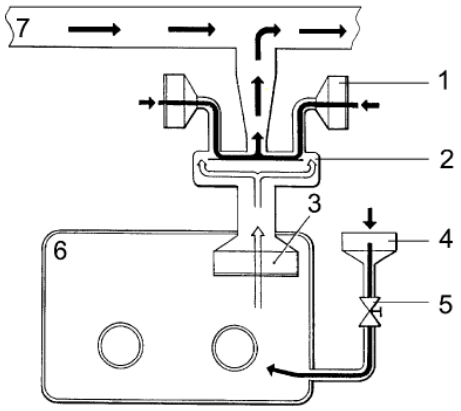
۹-۴-۶-۳ اصل عملیاتی

همانطور که در شکل ۱۱ نصب آن نشان داده شده، VXA دارای کارکردهای زیر است:

- بسته به محل قرارگیری ابزار (مدار ورودی یا خروجی)، تنظیم فشار یا تنظیم آهنگ تعویض جریان هوای یک محفظه ایمنی در یک مقدار ثابت قابل تنظیم؛

[1] Radial diffuser
[2] Compartment

- جبران انسداد فیلتر خروجی بر مبنای آهنگ جریان کنترل و افت فشار روی خط تخلیه؛
- بسته به پارامترهای شبکه تهویه، تمام یا قسمتی از آهنگ جریان ایمنی.



راهنما

۱- فیلتر کنترل
۲- تقویت‌کننده گردابی
۳- فیلترخروجی
۴- فیلتر ورودی
۵- شیر کنترل ورودی
۶- محفظه ایمنی
۷- شبکه تخلیه عمومی

شکل ۱۱- تقویت کننده گردابی(VXA)- اصل عملیاتی

کنترل به وسیله VXA بر مبنای توانایی آن برای تغییر مقاومت، بدون اجزا متحرک است. مقاومت توسط مقدار جریان کنترل وارده از طریق اتصالات زانویی (تانژانتی) تعیین می‌شود.
تقویت‌کننده گردابی به یک حداقل یک فشار daPa ۱۵۰ زیر فشار محیط در شبکه تخلیه عمومی نیاز دارد.

۹-۴-۶-۴ ویژگی‌ها

VXA در اندازه‌های مختلفی موجود است و مشخصه‌های آن بسته به شرایط استفاده (فشار عملیاتی در محفظه ایمنی، آهنگ‌های جریان خروجی تحت شرایط عادی و اضطراری ، موقعیت، ظرفیت‌ها و گستره مقاومت فیلترها، و غیره) می‌تواند تغییر کند.

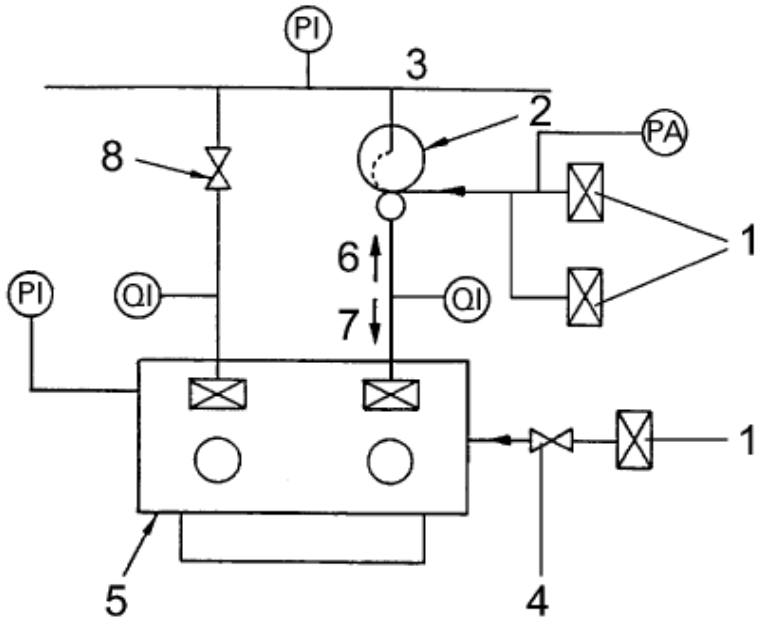
۹-۴-۶-۵ احتیاط

تقویت‌کننده گردابی به ویژه در محفظه‌هایی با اتمسفر در معرض غبار نباید به کار رود، برای مثال جایی که عملیات با پودر انجام می‌شود، خطر انسداد سریع فیلترهای خروجی وجود دارد.

۹-۴-۶-۶ کاربردهای جایگزین

برای حالت ذکر شده در بند ۹-۴-۶-۵، که امکان استفاده عادی از تقویت‌کننده گردابی وجود ندارد، دو راه جایگزین برای بکارگیری VXA امکان پذیر است.

الف- سیستم تخلیه معکوس VXA منفرد. یک تقویت‌کننده گردابی خاص در مدار ورودی هوای محفظه ایمنی نصب شده است (به شکل ۱۲مراجعه شود). تحت شرایط عملیاتی عادی، یک جریان معکوس کوچک عبوری از فیلتر در ورودی اصلی VXA تأمین می‌شود تا فیلتر را تمیز نگه دارد. در صورت بروز نقصی در محفظه ایمنی، آهنگ جریان ایمنی در جهت معکوس با عبور از فیلتر تمیز، از VXA خارج می‌شود. عیب این راه حل در این است که تنظیم فشار محفظه با مشخصه‌های تقویت‌کننده گردابی انجام نمی‌شود، بلکه از طریق شیر اتصال کوتاه صورت می‌گیرد.



راهنما

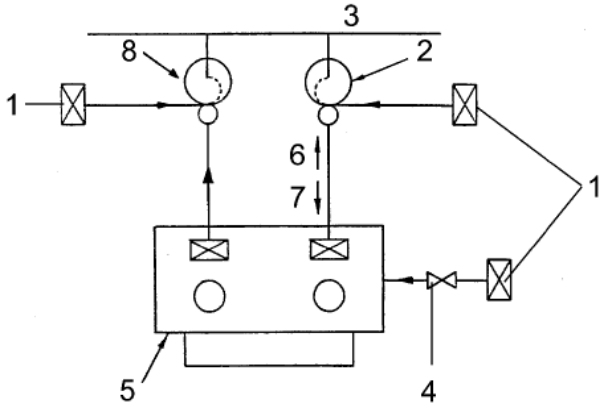
۱- فیلترها
۲- VXA
۳- شبکه تخلیه عمومی
۴- شیر کنترل
۵- محفظه ایمنی
۶- جریان اضطراری
۷- جریان عادی
۸- شیر کنترل اتصال کوتاه

یادآوری - برای مفهوم نمادها به جدول ۱ مراجعه شود.

شکل۱۲- سیستم تخلیه معکوس VXA منفرد

ب- سیستم تخلیه معکوس VXA دوتایی. نقص سیستم تخلیه معکوس VXA منفرد، با این کاربرد جایگرین می‌تواند رفع شود (مراجعه شود به شکل ۱۳). در این کاربرد مشخصه‌های دو ابزار VXA به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که در فشار مطلوب محفظه ایمنی، یکی از دو ابزار در شرایط کارکرد جریان

مستقیم، درحالیکه دیگری در شرایط جریان معکوس است. وقتی یک VXA، مانند سیستم تخلیه معکوس VXA منفرد، فیلتر را تمیز نگه می‌دارد، دیگری فشار محفظه را کنترل می‌کند و بنابراین حساسیت تنظیم فشار محفظه را مقدم بر جریان تخلیه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.



راهنما

۱- فیلتر
۲- تخلیه معکوس VTX
۳- شبکه تخلیه عمومی
۴- شیر کنترل
۵- محفظه ایمنی
۶- جریان اضطراری
۷- جریان عادی
۸- VTX عادی

یادآوری - برای مفهوم نمادها به جدول ۱ مراجعه شود.

شکل۱۳- سیستم تخلیه معکوس VXA دوتایی

۱۰- سیستم‌های آهنگ جریان ایمنی

۱۰-۱ کلیات

این سیستم‌ها که دو حالت باز و بسته دارند، به حفظ آهنگ جریان ایمنی در صورت شکستن سهوی حفاظ ایمنی (برای مثال در آوردن یک دستکش) کمک می‌کنند. آنها از طریق عملیات مدار تخلیه عادی یا با افزودن یک سیستم اضافی در صورت کافی نبودن آهنگ جریان عادی، آهنگ جریان ایمنی را در مقدار از پیش تعیین شده‌ای تضمین می‌کنند. در مورد اخیر، جریان ایمنی، حاصل جمع جریان‌های مدار تخلیه عادی و مدار ایمنی اضافی است. با وجود این در عمل، ابعاد سیستم‌های ایمنی برای آهنگ‌های جریان ایمنی بیشینه مورد نیاز، بدون در نظر گرفتن آهنگ‌های جریان مدار تخلیه عادی تعیین می‌شود.

بنابر نتایج مطالعات معتبر، سیستم‌ها به وسیله تهویه هوا یا گاز (اتمسفر محفظه) یا با یک جریان کمکی محرک مانند الکتریسیته یا گازهای متراکم فعال می‌شوند.

اگر ویژگی‌های مدار تخلیه محفظه‌های ایمنی مناسب باشد، مدار ایمنی به این مدار متصل می‌شود، در غیر این صورت یک مدار تخلیه مستقل با هواکش‌های خروجی خاص خود نصب می‌شود. هوای خارج

شده از این مدار حداقل از یک فیلتر هپا می‌گذرد، که ترجیحاً باید داخل محفظه ایمنی نصب شود. نقطه دمش مدار در محفظه باید در صورت امکان در مقابل دریچه‌های پتانسیل قرار گیرد تا از دخالت موانع در مسیر هوا جلوگیری کند.

۱۰-۲ شیرهای ایمنی _ مثال‌ها

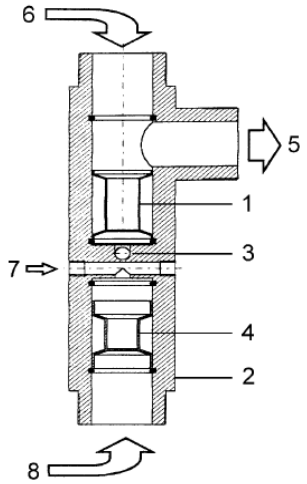
۱۰-۲-۱ سیستم پیستون متحرک

۱۰-۲-۱-۱ شرح

طراحی این شیر ایمنی (به شکل ۱۴مراجعه شود) بر اساس طرح شیر تنظیم تک پیستونی که در بند ۹-۴-۱ توصیف شد صورت گرفته و یک بدنه استوانه‌ای دارد که شامل یک درپوش متحرک ثانویه می‌شود که به قسمت پایین‌تر آن پیچ شده است.

۱۰-۲-۱-۲ نصب

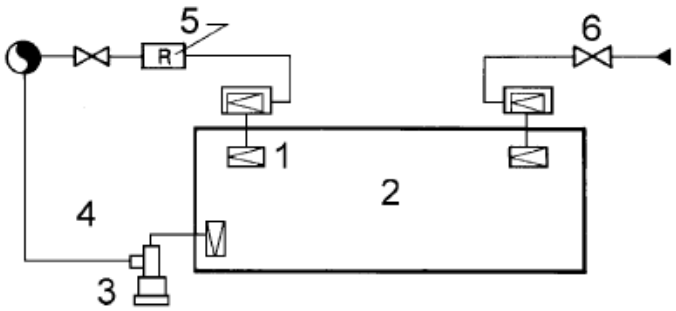
نصب این شیر در مدار سبب اطمینان از آهنگ جریان ایمنی اضافی می‌شود و به شبکه تخلیه عمومی متصل است (به شکل ۱۵ مراجعه شود).



راهنما

۱- پیستون
۲- بدنه
۳- مهره مرکزی
۴- درپوش
۵- به طرف خروجی
۶- محفظه (مدار ایمنی)
۷- فشار محفظه مرجع
۸- فشار اتاق مرجع

شکل۱۴- شیر ایمنی با پیستون متحرک



راهنما

۱- فیلتر هپا
۲- محفظه
۳- شیر ایمنی
۴- انشعاب ایمنی
۵- سیستم تنظیم محفظه
۶- ورودی هوا یا گاز

یادآوری- برای مفهوم نمادها به جدول ۱ مراجعه شود.

شکل ۱۵- شیر ایمنی با پیستون متحرک- نصب

۱۰-۲-۱-۳ اصل عملیاتی

شیر ایمنی با پیستون متحرک یک ابزار "باز یا بسته" است که برای اطمینان از آهنگ جریان ایمنی اضافی به کار می‌رود (که به ویژگی‌های خاص شیر بستگی دارد). در صورت شکستن حفاظ ایمنی، پیستون پایین آمده و سطح پایینش را از طریق مجرای موئین[1] با فشار شبکه تخلیه مرتبط می‌کند. با این جابجایی، مهره مرکزی روزنه پایین‌تر را که با اتمسفر مرتبط است، مسدود کرده و شیر موجب اطمینان از آهنگ کامل جریان می‌شود. وقتی فشار محفظه به حالت اول بازمی‌گردد، درپوش بالا آمده و سطح پایین پیستون را با فشار اتمسفر مرتبط می‌کند. به علت اختلاف فشار بین دو سطح، پیستون بالا آمده، در وضعیت بسته قرار می‌گیرد و مهره مرکزی را به حرکت درمی‌آورد؛ اکنون ابزار در وضعیت آماده به کار بوده و آماده عملیات مجدد است.

۱۰-۲-۱-۴ ویژگی‌ها

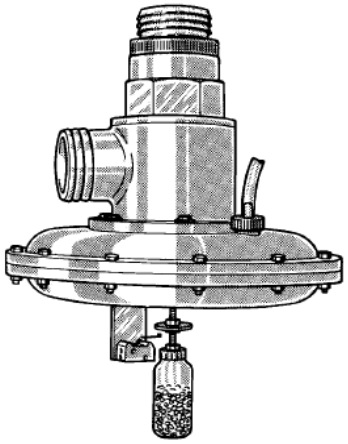
آهنگ جریان ایمنی شیر از حدود m^3/h ۶۰ تا m^3/h ۷۰ است. حرکت آن تا زمان رسیدن به فشار daPa ۱۰ زیر فشار محیط ادامه دارد. جریان آن در وضعیت بسته نزدیک به صفر است.

۱۰-۲-۲ سیستم با غشاء کشبار

۱۰-۲-۲-۱ شرح

طرح این شیر ایمنی (به شکل ۱۶ مراجعه شود) مشابه شیر تنظیم است که در بند ۹-۴-۳ توصیف شد، بجز اینکه ورودی این شیر فقط یک میکروسویچ دارد و شکل خاص آب بندی درپوش در فشار عادی محفظه، موجب تضمین آهنگ جریان صفر (شیر بسته) می‌شود.

1 Capillary



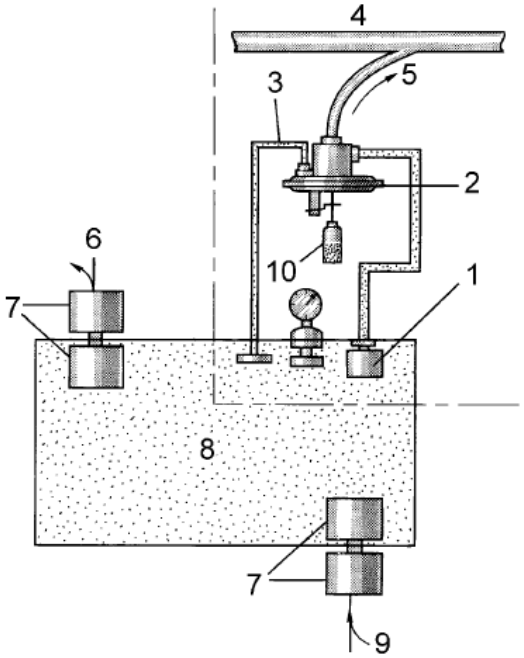
شکل ۱۶ - شیر ایمنی با غشاء کشبار – نمای کلی

۱۰-۲-۲-۲ اصل عملیاتی

شیر ایمنی با غشاء کشبار یک ابزار "باز یا بسته" است که برای اطمینان از آهنگ جریان ایمنی اضافی به کار می‌رود و به ویژگی‌های خاص شیر بستگی دارد. در صورت بروز نقص در نشت ناپذیری، غشاء داخلی کاملاً حرکت کرده تا آهنگ جریان ایمنی را حفظ کند. وقتی فشار محفظه به مقدار اسمی خود برگردد، غشاء به محل اولیه خود باز می‌گردد.

۱۰-۲-۲-۳ نصب

شیر در یک مدار مستقل نصب می‌شود که بسته به مورد، به شبکه تخلیه عمومی یا یک شبکه خاص مرتبط است (به شکل۱۷ مراجعه شود). این مدار ایمنی مستقل، فیلتر هپای خاص خود را دارد که معمولاً داخل محفظه قرار داده می‌شود.



راهنما

۱- فیلتر خروجی
۲- شیر ایمنی
۳- لوله اندازه‌گیری فشار محفظه
۴- شبکه تخلیه عمومی
۵- مدار تهویه ایمنی
۶- مدار خروجی تهویه عادی
۷- فیلترها
۸- محفظه ایمنی
۹- مدار ورودی تهویه عادی
۱۰- وزنه تعادل

شکل ۱۷ - شیر ایمنی با غشاء کشبار –اصل عملیاتی

۱۰-۲-۲-۴ ویژگی‌ها

شیر از PVC یا فولاد ضدزنگ ساخته می‌شود. بسته به مدل، آهنگ جریان ایمنی حاصل از آن می‌تواند $50\ m^3/h$، $200\ m^3/h$ یا $500\ m^3/h$ باشد.

۱۰-۲-۲-۵ احتیاط

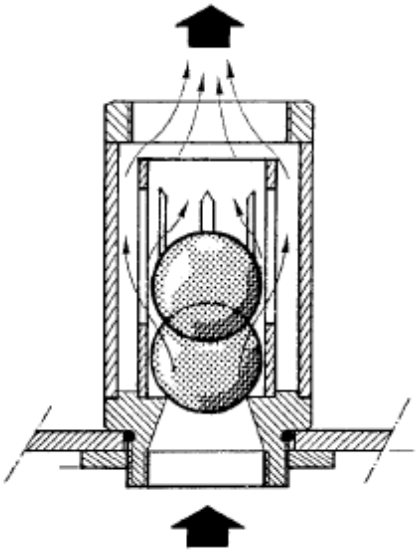
شیر باید تا حد امکان نزدیک به محفظه ایمنی نصب شود تا زمان پاسخگویی سیستم را کاهش دهد.
قطرهای ورودی و خروجی، همانند قطر لوله اندازه‌گیری فشار محفظه، نباید تغییر کنند.
ابعاد شیر باید با فشار شبکه مطابقت داشته باشد و افت فشار القایی را در نظر گیرد. اگر محیط تخریب کننده باشد، غشاء باید به صورت دوره‌ای تعویض شود.

یادآوری- این شیر ایمنی برای کارکرد تنظیم طراحی نشده است، بنابراین مجهز کردن آن به یک نمایشگر آهنگ جریان، مانند کلیه شیرهای تنظیم فشار ایستا، بی‌فایده است.

۱۰-۲-۳ سیستم با گوی متحرک

۱۰-۲-۳-۱ شرح

این شیر ایمنی یک بدنه لوله‌ای از جنس فولاد ضد زنگ دارد که بین دو فلنج بسته شده است (به شکل ۱۸ مراجعه شود). فلنج پایینی برای ثابت ماندن در محفظه ایمنی و محافظت از فیلترهای استاندارد، دارای رزوه‌های خارجی و داخلی می‌باشد. در قسمت داخلی فلنج، استوانه‌ای با شکاف‌های عمودی، گوی لغزنده کالیبره شده‌ای را در برمی‌گیرد. فلنج بالایی هم دارای رزوه‌ای برای فیلتر استاندارد ثانویه یا اتصال به شبکه ایمنی می‌باشد.



شکل ۱۸ - شیر ایمنی با گوی متحرک

۱۰-۲-۳-۲ نصب

شیر در یک مدار مستقل نصب می‌شود که بسته به مورد، به شبکه تخلیه عمومی یا یک شبکه خاص مرتبط است (به شکل ۱۹ مراجعه شود). مدار ایمنی مستقل، فیلتر هپای خاص خودش را دارد که معمولاً داخل محفظه قرار داده می‌شود.

۱۰-۲-۳-۳ اصل عملیاتی

شیر ایمنی با یک گوی متحرک یک ابزار "باز یا بسته" است که برای اطمینان از آهنگ جریان ایمنی اضافی به کار می‌رود که به ویژگی‌های خاص شیر بستگی دارد.

۱۰-۲-۳-۴ ویژگی‌ها

بسته به مدل، آهنگ جریان ایمنی حاصل از شیر m^3/h ۳۵ یا m^3/h ۹۰ است.

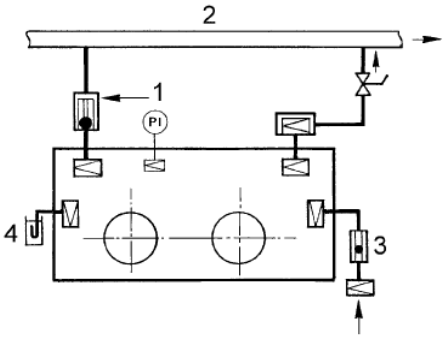
۱۰-۲-۳-۵ احتیاط

این شیر ایمنی در شبکه تخلیه عمومی به یک فشار نسبتاً پایدار نیاز دارد.

۱۰-۲-۴ شیر چند منظوره[1] (MF)

۱۰-۲-۴-۱ شرح

این شیر ایمنی (به شکل ۲۰مراجعه شود) یک بدنه لوله‌ای از جنس فولاد ضد زنگ دارد که شامل مجموعه‌ای از درپوش‌ها، پیستون‌ها، غشاءها و کفه کشبار می‌شود. طراحی آن بر اساس سیستم با غشاء کشبار صورت گرفته، ابعاد کلی آن ۳۸۰mm × ۴۷۰mm، و شیر با یک صفحه تثبیت اختیاری و یک فیلتر ورودی همراه است.

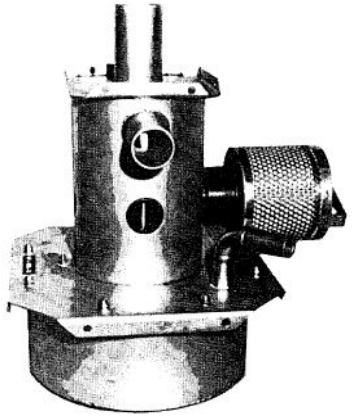


راهنما

۱- شیر ایمنی
۲- شبکه تخلیه عمومی
۳- شیر تنظیم محفظه
۴- ابزار حفاظت

یادآوری - برای مفهوم نمادها به جدول ۱ مراجعه شود.

شکل ۱۹ - سیستم با گوی متحرک- نصب



شکل ۲۰ - شیر چند منظوره (MF)- نمای کلی

[1]Multifunction (MF) valve

۱۰-۲-۴-۲ اصل عملیاتی

شیر چند منظوره (MF) در هر شرایطی باعث کنترل فشار در محفظه ایمنی می‌شود : در شرایط عادی، این فشار را در گستره تنظیم شده حفظ می‌کند؛ در صورت افزایش فشار اجازه ورود یک جریان جبرانی را
می‌دهد؛ هنگام کاهش فشار یک جریان ایمنی القا می‌کند.

الف- **تنظیم فشار یک محفظه ایمنی** [به شکل ۲۱ الف- مراجعه شود]. فشار محفظه در بالای پیستون نیرویی را القا می‌کند که باعث فشردگی فنر (که حاوی میله درپوش است) می‌شود و درپوش تنظیم را بالا می‌برد. هوا از فیلتر و درپوش تنظیم عبور کرده، به وسیله فیلترهای ورودی وارد محفظه می‌شود و از میان فیلترها به طرف جمع کننده خارج می‌شود. اگر فشار کاهش یابد، پیستون و درپوش پایین می‌روند تا هوای کمتری وارد شده و کم فشار را در سطح مطلوب حفظ کنند (عملیات معکوس در حالت مخالف). مقدار فشار داده شده (نقطه تنظیم شده) با پیچاندن کلاهک تنظیم می‌شود.

ب- **مقدار کم فشار بالا** [به شکل ۲۱ ب- مراجعه شود]. اگر فشار محفظه از آستانه تنظیم شده تجاوز کند، پیستون درپوش تنظیم نصب شده روی میله را به طرف بالا حرکت داده و دو درپوش کم فشار بالا را بالا می‌برد. هوا در روزنه‌های مرتبط نفوذ کرده و اجازه می‌دهد فشار در یک سطح مجاز حفظ شود. درنتیجه افت فشار مدار، به ویژه در فیلترها، تأمین می‌شود.

پ- **ایمنی کم فشار پایین** [به شکل ۲۱ پ- مراجعه شود] . اگر فشار محفظه به قدری کاهش یابد که کمتر از مقدار آستانه شود (مثلاً در آمدن دستکش‌ها) نیروی پیستون دیگر اثر فنر و وزن مجموعه متحرک را جبران نمی‌کند. در نتیجه، پیستون پایین آمده، درپوش تنظیم را می‌بندد و از طریق انتهای میله، درپوش را باز می‌کند. سپس محفظه با جمع کننده خروجی ارتباط پیدا می‌کند. افت فشار مدار، به ویژه در فیلترها، آهنگ جریان بالایی را ممکن می‌سازد. برای اطمینان از دینامیک بودن محفظه، هوا از طریق روزنه حادثه‌ای[1] نفوذ کرده، از فیلترها و شیر به سمت جمع کننده خروجی عبور می‌کند.

۱۰-۲-۴-۳ ویژگی‌ها

به طور کلی برای تنظیم، نقطه تعیین شده بین ۲۵ daPa تا ۴۰ daPa قابل تنظیم بوده و گستره تنظیم تقریباً ۵ daPa است.

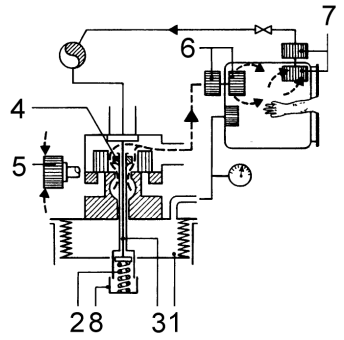
برای تنظیم کم فشار بالا انتظار می‌رود در فشار ۵۵ daPa تا ۶۰ daPa محفظه، درپوش‌ها باز شوند. آهنگ جریان ایمنی حاصل به افت فشار مدار بستگی دارد [به شکل ۲۱ ب- مراجعه شود] .

برای تنظیم فشار پایین، آستانه باز شدن درپوش‌ها متناظر با فشار ۵ daPa تا ۱۰ daPa در محفظه است. مانند قبل، آهنگ جریان ایمنی به افت فشار مدار بستگی دارد، همین طور فشار محرک موجود در

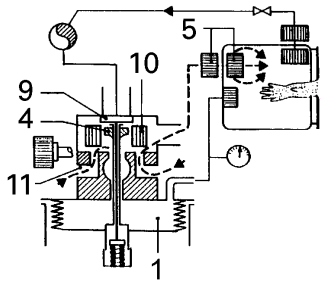
[1] Accidental orifice

جمع کننده دمشی. در شکل ۲۲ ب- فقط افت فشار شیر MF داده شده است، که هر منحنی نشان دهنده یکی از دو نوع درپوش در دسترس است.

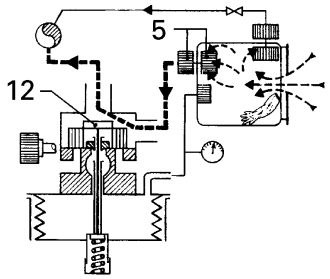
بسته به مدل، آهنگ جریان ایمنی حاصل از این شیرها می‌تواند از m^3/h ۰ تا m^3/h ۴، m^3/h ۲ تا m^3/h ۱۰ و m^3/h ۵ تا m^3/h ۲۰ تغییر کند.



الف- تنظیم فشار



ب- تنظیم فشار بالا



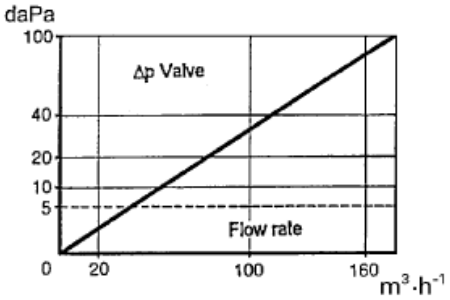
پ- تنظیم فشار پایین

راهنما

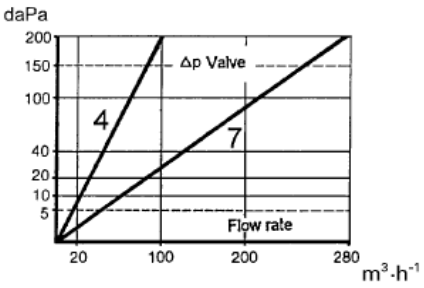
۱- پیستون
۲- فنر
۳- میله درپوش
۴- درپوش تنظیم
۵- فیلتر
۶- فیلتر ورودی
۷- فیلترها
۸- کلاهک
۹- هوابند[1]
۱۰- درپوش HD
۱۱- روزنه‌ها
۱۲- درپوش

شکل ۲۱ - شیر چند منظوره (MF) - اصل عملیاتی

[1] Bar



الف- تنظیم کم فشار بالا



ب- تنظیم کم فشار پایین

شکل ۲۲- افت فشار شیر MF

۱۰-۲-۵ سیستم بدون اجزای متحرک (تشدیدکننده گردابی)

این ابزار مشابه ابزار دقیق VXA توصیف شده در بند ۹-۴-۶ است. اگرچه در صورت نقض عملکرد محفظه ایمنی به جای اطمینان حاصل کردن از تنظیم، فقط آهنگ جریان ایمنی را ایجاد می‌کند.

۱۱- ابزار حفاظت

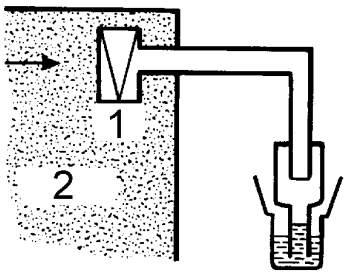
۱۱-۱ کلیات

معمولاً لازم است محفظه ایمنی به یک ابزار حفاظت که خود به وسیله یک فیلتر محافظت می‌شود، مجهز باشد تا اثرات فشار را در یک عملیات غیر معمول (افزایش یا کاهش بیش از اندازه فشار) بدون آلودگی خارجی محدود کرده یا از شکستگی پانل (صفحه نگهدارنده) جلوگیری کند (به شکل ۲۳مراجعه شود). تعدادی از ابزارهایی که چنین کارکردی دارند عبارتند از :

- شیرهای هیدرولیک،
- شیرهای مکانیکی،
- ابزار قطع کننده،
- سیفون‌های ایمنی.

مثال‌هایی از انواع مختلف شیرهای هیدرولیک در بند ۱۱-۲ ارائه شده است؛ شیرهای مکانیکی در بند ۱۱-۳ توصیف شده‌اند.

شیرهای هیدرولیک معمولاً به شیرهای مکانیکی ارجحیت دارند، زیرا قابلیت اطمینان آنها بیشتر بوده، نمی‌توانند مسدود شوند و کارایی عملکرد آنها در فشار بالا همانند فشار پایین است.



راهنما

۱- فیلتر

۲- محفظه

شکل۲۳- ابزار حفاظت- نمای کلی

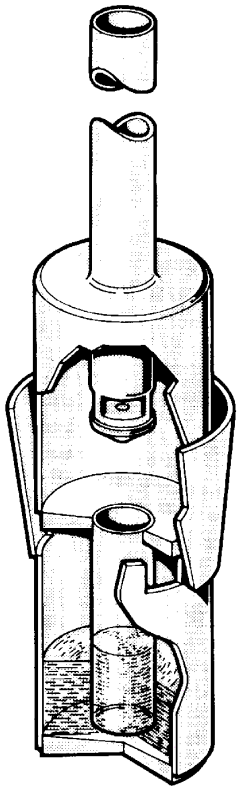
۱۱-۲ موقعیت‌یابی

به عنوان یک قانون کلی، ابزار حفاظت باید تا حد امکان نزدیک به منبع انفجار یا انفجار از داخل بالقوه نصب شود. به ویژه اگر احتمال این خطر بیشتر در خود محفظه باشد، توصیه می‌شود ابزار مستقیماً داخل محفظه ، و نه در مدارهای ورودی یا خروجی نصب شود.

۱۱-۳ شیرهای هیدرولیک – مثال‌ها

۱۱-۳-۱ شیر هیدرولیک آهنگ جریان کم

این شیر هیدرولیک (به شکل ۲۴ مراجعه شود) بعد از فیلتراسیون هپا روی دیواره محفظه ایمنی نصب می‌شود. این شیر شامل یک مخزن PVC با روکشی از فولاد ضدزنگ است. مدل‌های گوناگون دارای گستره آهنگ جریان از ۴۰ m^3/h تا ۸۰ m^3/h هستند. افت فشار مطابق با آهنگ جریان ۵۰ m^3/h وقتی شیر در فشار بالا کار کند، حدود ۸۰ daPa و در فشار منفی، ۹۰ daPa است.



شکل ۲۴ - شیر هیدرولیک آهنگ جریان کم

شیر دارای یک ذخیره روغن است که محفظه ایمنی را از آزمایشگاه جدا کرده و در آن پیستون شناوری وجود دارد که بسته به ارتفاع روغن، تغییرات فشار را محدود می‌کند.
می‌توان شیرهای مشابهی با شیشه شفاف یا پلی‌متیل‌متاکریلات (PMMA) ساخت.

۱۱-۳-۲ شیر هیدرولیک آهنگ جریان متوسط و زیاد

این شیر هیدرولیک (به شکل ۲۵ مراجعه شود) بعد از فیلتراسیون هپا روی محفظه ایمنی یا محفظه‌های نشت ناپذیر که در آنها احتمال خطر انفجار از داخل (انتقال پنوماتیکی) [1] وجود داشته باشد، نصب می‌شود. آهنگ‌های جریان بیش از حدود m^3/h ۳۵۰ قابل قبول هستند. شیر دارای بدنه‌ای شفاف از جنس PVC یا PMMA، یک قسمت متحرک شامل یک قطعه ناقوسی شکل و صفحات ضد حباب[2]، به علاوه دو دهلیز مکمل برای جلوگیری از هرگونه پخش معکوس مایع در محفظه ایمنی یا بستر فیلتر کننده است.

ذخیره هیدرولیکی، امکان حفظ ایزولاسیون محفظه ایمنی را تا مقداری که تابع ارتفاع روغن است، فراهم می‌کند. بیشتر از این مقدار، بخش متحرک بالا رفته و می‌ایستد، راه عبور هوا را آزاد کرده و افت فشار و مکش روغن را کاهش می‌دهد.

[1] Implosion (pneumatic transfer)
[2] Devisiculator

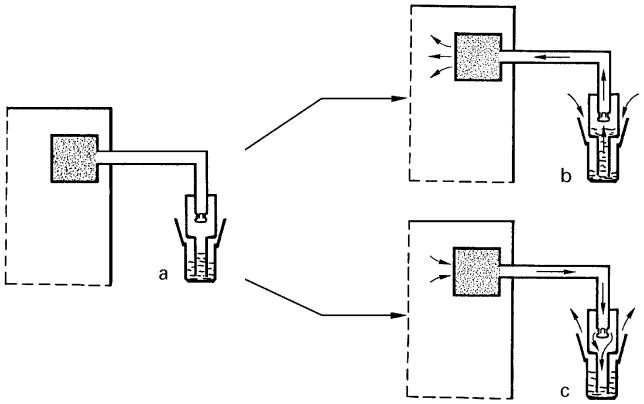
۱۱-۳-۳ شیر هیدرولیک آهنگ جریان زیاد

این شیر هیدرولیک (به شکل ۲۶مراجعه شود) روی دریچه دستکش یا کیسه نصب می‌شود. شیر باید به وسیله یک فیلتر هپا محافظت شود.

این شیر در محفظه‌های ایمنی یا محفظه‌های نشت ناپذیر با پمپ خلأ آهنگ جریان زیاد یا تأمین کننده گاز پر فشار استفاده می‌شود.

آهنگ‌های جریان بیش از $۳۵۰ m^3/h$ قابل قبول هستند.

اساس کار شیر مشابه شیر آهنگ جریان کم است. شکل ۲۷ آن را در موقعیت عادی [الف-]، کم فشار غیر عادی [ب-] و پر فشار غیر عادی [پ-] در محفظه نشان می‌دهد.

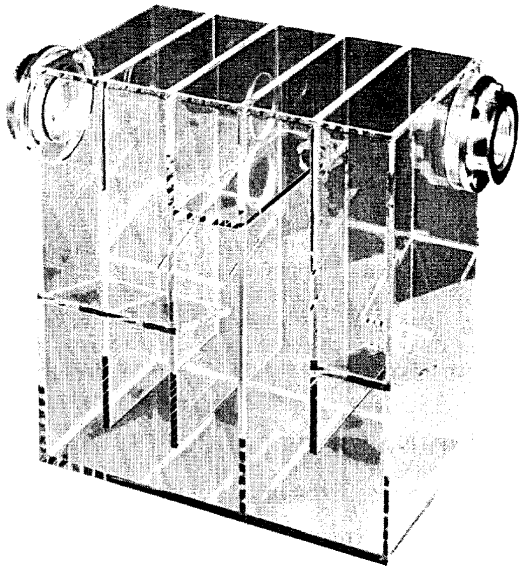


a حالت تعادل (محفظه در کم فشار اسمی)

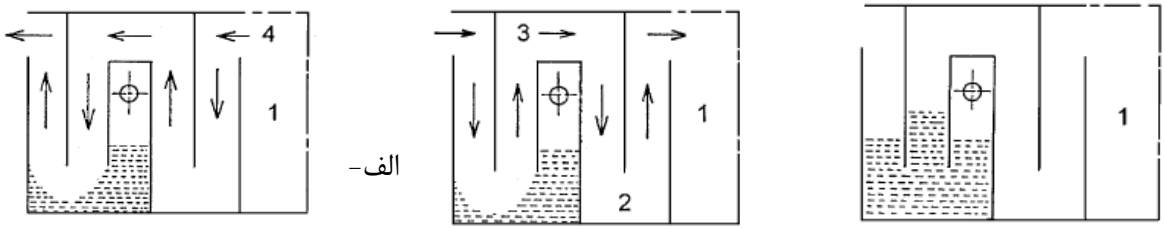
b عملیات غیرعادی (کم فشار بیش از حد)

c عملیات غیرعادی (پر فشار بیش از حد)

شکل ۲۵ - شیر هیدرولیک آهنگ جریان متوسط یا زیاد



شکل ۲۶ - شیر هیدرولیک آهنگ جریان زیاد



الف-

موقعیت عادی ب- کم فشار غیر عادی پ- پر فشار غیر عادی

راهنما

۱- محفظه ۳- هوا

۲- دهلیزهای بدون پخش معکوس ۴- گاز خنثی

شکل۲۷ - شیر هیدرولیک چند دهلیزی آهنگ جریان زیاد- اصل عملیاتی

۱۱-۳-۴ الزامات عمومی

شیرهای هیدرولیک باید دارای علامت‌های مدرجی برای نشان دادن موارد زیر باشند :

- آستانه پرشدگی اولیه (سطح صفر)؛
- سطح تعادل، محفظه در کم فشار اسمی (سطح اسمی)؛
- سطوح متناظر با جابجایی وسیله (سطح بیشینه کم فشاری یا پر فشاری).

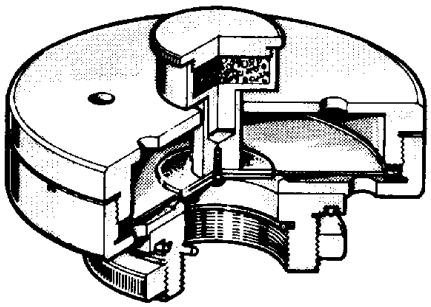
اندازه فیلترهای هپا باید با کارایی دینامیک شیر مطابقت داشته باشد.

استفاده از روغن با چسبندگی[1] کم توصیه می‌شود.

هشدار – لازم است فیلتر محافظ شیر بعد از هرگونه جابجایی اتفاقی ناشی از کم فشار بیش از حد تعویض شود.

۱۱-۴ شیرهای مکانیکی

این شیرها (به شکل ۲۸ مراجعه شود) برای رفع پر فشار اتفاقی یک محفظه ایمنی یا محفظه نشت ناپذیر گازی استفاده می‌شوند. در حالتی که محفظه ایمنی در وضعیت پر فشار با از دست دادن گاز خنثی قرار گیرد، شیر به عنوان تنظیم‌کننده فشار عمل می‌کند. فیلتر نصب شده در داخل محفظه، احتمال خطر آلودگی را از بین می‌برد.



شکل ۲۸- شیر محافظ مکانیکی

۱۲- سیستم‌های پاکسازی هوا

۱۲-۱ فیلترها

۱۲-۱-۱ هدف

هدف استفاده از فیلترهای ورودی و خروجی، حصول اطمینان از عدم آلودگی محفظه در طول عملیات عادی یا در صورت آسیب دیدگی تهویه است (گفته می‌شود، محفظه از طریق فیلترهایش "نفس می‌کشد"). به علاوه، فیلترهای ورودی با جلوگیری از ورود غبار هوای اتمسفر اتاق، از تجهیزات داخلی محافظت کرده و و انسداد فیلترهای خروجی را به تأخیر می‌اندازند.

شکل ۲۹ طرح عمومی یک فیلتر محفظه ایمنی را نشان می‌دهد.

[1] Viscosity

۱۲-۱-۲ الزامات عمومی

هر مدار گازی که بتواند محفظه را تهویه کند باید مجهز به فیلتر باشد.

اجزای فیلتر باید عبور شاره را فراهم کرده و ذراتی را که برای آن طراحی شده‌اند متوقف کنند.

۱۲-۱-۳ ماهیت و انواع فیلترها

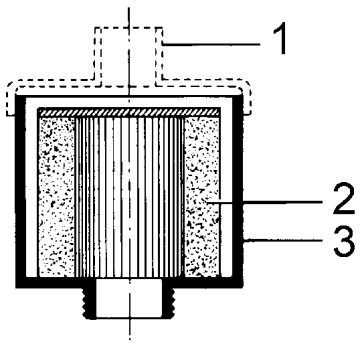
فیلترهای محفظه ایمنی با یک قاب پلاستیکی یا فلزی تهیه می‌شوند، قاب می‌تواند از نوع باز، بسته یا سوراخ‌دار باشد. انتخاب نوع فیلتر و اندازه آن تابع موارد زیر است :

- افت فشار (فیلترهای با قاب باز یا سوراخ‌دار نسبت به فیلترهای با قاب بسته افت فشار کمتری ایجاد می‌کنند)،
- اتمسفر جعبه دستکش یا محفظه ایمنی.

به عنوان یک قانون کلی :

- برای کاربردهای شیمیایی، بسته به نصب فیلتر، قاب‌های باز یا بسته از جنس PVC استفاده می‌شوند؛
- برای کاربردهای متالورژی، قاب‌های فلزی بشکل ورقه‌های فولادی با یک روکش رنگ ضد اسید یا ورقه‌های آلومینیومی یا فولاد ضدزنگ استفاده می‌شوند.

مثال‌هایی از انواع مختلف فیلترهای محفظه ایمنی در بندهای ۱۲-۱-۵ تا ۱۲-۱-۸ آورده شده است.



راهنما

۱- روکش

۲- کارتریج فیلتر (متشکل از یک فیلتر و قابی که در آن نصب شده است)

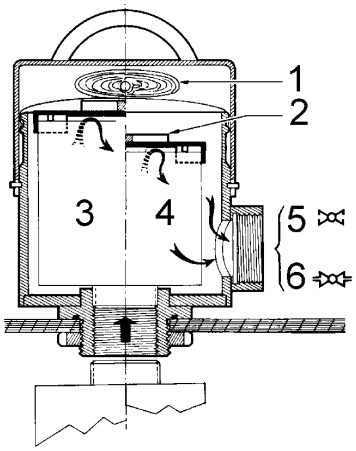
۳- قاب

شکل۲۹ – طرح فیلتر محفظه ایمنی

۱۲-۱-۴ محفظه فیلتر

فیلتر با قاب باز یا سوراخ‌دار می‌تواند جزء ساختار یک محفظه نشت ناپذیرگازی نصب شده در یک مدار تهویه باشد (به شکل ۳۰ مراجعه شود)، یا با روکشی متصل به مدار خروجی محافظت شود (بدین گونه، از به کار گیری جعبه اجتناب می‌شود)، یا در حالت فیلترهای داخلی از یک لوله انعطاف‌پذیراستفاده شود.

محفظه‌های فلزی یا پلاستیکی خارج از محفظه نصب می‌شوند، امکان اتصال یا جداکردن کانال‌های صلبی را فراهم کرده، و از اجزای فیلتر در برابر شوک محافظت می‌کنند. استفاده از کیسه وینیلی، برای اطمینان از تداوم کار محفظه حین تعویض است.



راهنما

۱- کیسه مداخله
۲- تیر عرضی چسبیده
۳- فیلتر ۱۶۰
۴- فیلتر ۱۴۰
۵- شیر ماده
۶- شیر نر

شکل۳۰ – محفظه فیلتر محفظه ایمنی

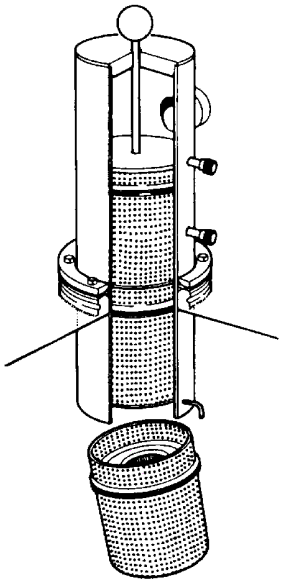
۱۲-۱-۵ سیستم پیستونی فیلتر[1]

۱۲-۱-۵-۱ اصل عملیاتی

سیستم پیستونی فیلتر (به شکل ۳۱ مراجعه شود)، که از کارتریج‌های انتقالی-تعویضی استفاده می‌کند، در مدارهای تهویه محفظه ایمنی (جعبه دستکش‌ها برای کار با فرآورده‌های پرتوزا، محفظه‌های استریل و پزشکی و غیره) تعبیه می‌شود. عموماً این سیستم ایمنی عملیات را بالا برده و زمان نگهداری را کاهش می‌دهد. سیستم متشکل است از یک پوشش استوانه‌ای که محکم به دیواره محفظه متصل شده و در آن می‌توان کارتریج‌های فیلتر را وارد کرد، نشت ناپذیری گازی با یک واشر دولبه حفظ می‌شود. یک فیلتر

[1] Push-through filter

جدید با فشار دادن فیلتر قدیمی بدون آسیبی به نشت ناپذیری، به داخل محفظه وارد می‌شود. این تعویض با استفاده از میله فشار از راه دور انجام می‌گیرد.



شکل ۳۱ – سیستم پیستونی فیلتر – نمای کلی

۱۲-۱-۵-۲ طراحی

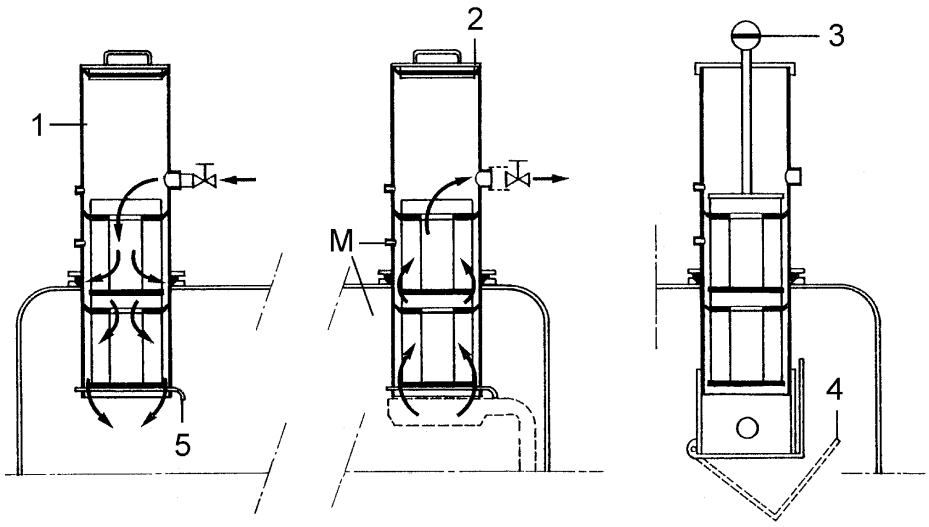
سیستم پیستونی فیلتر یک لوله از جنس PVC یا فولاد ضدزنگ دارد که در آن اجزای فیلتر هپا با یک واشر دو لبه نشت ناپذیر (مرجع ۳۲۰۶-۰۳) جاگذاری می‌شوند. لوله‌ای که برای نصب مستقیم روی دیواره طراحی شده، دارای طرح و مشخصه‌های زیر است :

- در یک انتها، مسدود کننده برداشتنی با واشر دولبه برای ورود فیلترها؛
- دهانه جانبی برای ورود و خروج هوا یا گاز، مجهز به یک شیر تنظیم؛
- نقاط اندازه‌گیری فشار ایستا برای کنترل افت فشار فیلترها؛
- در انتهای دیگر (یعنی در سمت تخلیه فیلتر)

۱) یک میله ضامن، یا

۲) یک مخزن مفصل‌دار با دهانه جانبی برای خروج، قابل انعطاف در سطح کاری.

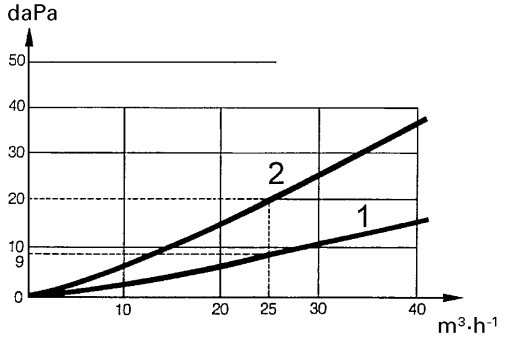
سیستم فیلتر می‌تواند در وضعیت‌های مختلف، عمودی یا افقی، نصب شود. ممکن است خارج از محفظه نصب شود. اگر دو فیلتر متوالی وجود داشته باشند، همواره بین سلول و خارج، دو واشر دولبه برای رفع احتمال خطر هر گونه آلودگی تصادفی، وجود دارد (به شکل ۳۳ مراجعه شود).



راهنما

۱- لوله
۲- مسدودکننده
۳- میله فشار خارج کننده
۴- مخزن
۵- میله ضامن

شکل ۳۲ – سیستم پیستونی فیلتر- اصل عملیاتی



راهنما

۱- یک فیلتر
۲- دو فیلتر متوالی

یادآوری : منحنی‌ها افت فشارهای فقط یک فیلتر را تابع آهنگ جریان نشان می‌دهند. جریان اسمی این نوع فیلتر حدود ۲۵ m^3/h است (سیستم‌های پیستونی فیلتر با آهنگ جریان ۲۰۰ m^3/h هم وجود دارند، اما ابعادشان بزرگتر است و به مطالعه طراحی ویژه‌ای نیاز دارند).

شکل۳۳ – سیستم پیستونی فیلتر- افت فشار

جدول ۶- مشخصه‌های اصلی سیستم پیستونی فیلتر

	طراحی	ماده
مونتاژ (بدون فیلتر)[الف]	با میله	فولاد ضد زنگ PVC
	با مخزن و دهانه جانبی	فولاد ضد زنگ PVC
قطعات یدکی	مسدودکننده	فولاد ضد زنگ PVC
	میله فشار خارج کننده	PVC
	مخزن با دهانه جانبی	فولاد ضد زنگ PVC
	میله	فولاد ضد زنگ PVC
الف- همه مجموعه‌های مونتاژ شده شامل یک مسدود کننده هستند.		

۱۲-۱-۵-۳ تعویض فیلترها

سیستم پیستونی فیلتر امکان تعویض فیلترها را بدون شکستن حفاظ ایمنی، فراهم می‌کند. فیلتر باید به ترتیب مراحل زیر تعویض شود.

الف- برداشتن مسدودکننده.

ب- برداشتن میله، یا بسته به مورد، باز کردن غلاف.

پ- وارد کردن یک فیلتر نو در طرف مقابل واشر.

ت- استفاده از میله فشاری برای خارج کردن فیلتر، فیلتر نو را تا خارج شدن فیلتر مصرف شده فشار دهید.

ث- برگرداندن مسدودکننده، میله یا غلاف.

۱۲-۱-۶ فیلتر محافظ[1]

۱۲-۱-۶-۱ اصل عملیاتی

فیلتر محافظ در محفظه ایمنی، معمولاً برای محافظت از تجهیزات (فشار سنج‌ها، شیرهای تنظیم و غیره) استفاده می‌شود. فیلترها با ظرفیت کم می‌توانند در قاب‌های باز یا بسته نصب شده، یا در

[1]Protection-suit

محفظه‌های نشت ناپذیر گازی قرار گیرند. کارتریج فیلتر از کاغذ الیاف شیشه‌ای ساخته شده است. فیلتر می‌تواند دو طرح پایه‌ای داشته باشد: قاب باز یا بسته.

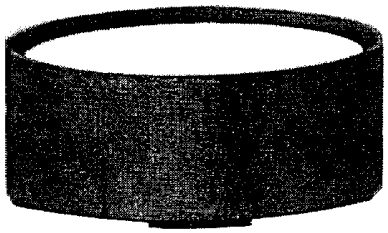
۱۲-۱-۶-۲ طراحی قاب باز

قاب باز در فیلتر محافظ (به جدول ۷ و شکل ۳۴ مراجعه شود) می‌تواند از جنس PVC تزریقی یا پلی‌کربنات باشد و دارای ابعاد زیر است:

- قطر خارجی، ۹۳ mm؛
- ارتفاع، ۳۵ mm؛
- قطر روزنه، ۲۰ mm؛
- قطر زائده[1] ۲۴، قطران[2] شماره ۲ (ویژه).

جدول ۶- مشخصه‌های یک فیلتر محافظ جدید با قاب باز

آهنگ جریان m^3h^{-1}	افت فشار Pa
۱	۶۰
۳	۱۳۰
۵	۲۲۰



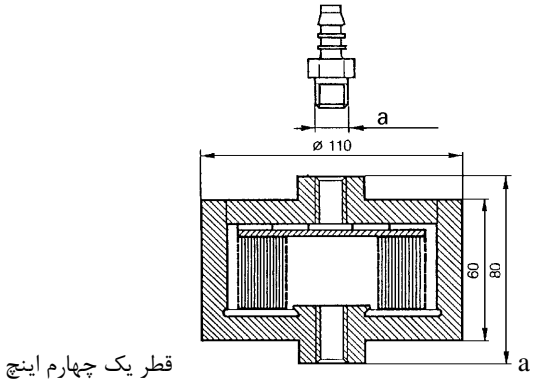
شکل۳۴ – فیلتر محافظ با قاب باز – نمای کلی

۱۲-۱-۶-۳ طراحی قاب بسته

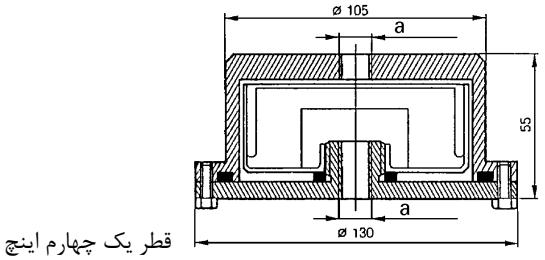
فیلتر محافظ با قاب بسته (به شکل ۳۵ و ۳۶ مراجعه شود) دارای بدنه‌ای از PVC جوش‌خورده است با سوراخ‌هایی که اتصالات به آن پیچ می‌شوند. فیلتر که به وسیله یک واشر چسب‌دار در داخل بدنه نگه داشته شده، سبب اطمینان از تمیزی مسیر هوا می‌شود.

[1] Thread
[2] Pitch

اندازه‌ها برحسب میلی‌متر است



شکل۳۵ – فیلتر محافظ با قاب بسته (مدل الف)



شکل۳۶ – فیلتر محافظ با قاب بسته (مدل ب)

۱۲-۱-۶-۴ قاب

قابی که فیلتر محافظ را در برمی‌گیرد معمولاً خارج از محفظه ایمنی استفاده می‌شود. قاب متشکل است از یک بدنه و یک روکش از جنس آلیاژهای سبک یا فولاد ضدزنگ، که امکان نصب یک اتصال سر شلنگی را روی آن فراهم می‌کند. انتهای دندانه‌ای روی سطح داخلی روکش، اجازه پیچ شدن فیلتر را می‌دهد.

۱۲-۱-۷ سایر فیلترها

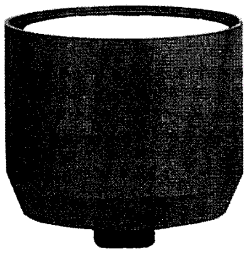
۱۲-۱-۷-۱ اصل عملیاتی

سایر فیلترهایی که در مدارهای ورودی یا خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل مدل‌های قاب باز (به شکل ۳۷ و ۳۸، و جدول ۸ مراجعه شود)، قاب سوراخدار (به شکل ۳۹ و جدول۹ مراجعه شود) و قاب بسته (به شکل ۴۰ و جدول۱۰ مراجعه شود) می‌شوند. این فیلترها دارای قطرهای ۱۳۰mm،

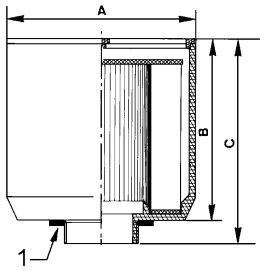
۱۴۰mmو ۱۶۰ mm می‌باشند و ممکن است به شکلی که هستند استفاده شوند یا در یک قاب فلزی نشت ناپذیر گازی مونتاژ شده تا امکان تعویض را در شرایط نشت ناپذیری گازی فراهم کنند.

۱۲-۱-۷-۲ طراحی

قاب این فیلترها از جنس PVC یا فولاد ضد زنگ است. بستر فیلتر کننده، کاغذی از جنس الیاف شیشه‌ای نسوز (رفتار در مقابل آتش از طبقه M1) و ضد آب است که به گونه‌ای چین دار شده که فاصله بین چین‌هایش ثابت باشند. درزگیری که سبب اطمینان از نشت ناپذیری گازی بستر فیلتر کننده داخل قاب می‌شود از پلی‌اورتان (PU) یا PVC صورت می‌گیرد، و واشر از جنس نئوپرن (پلی‌کلروپرن) یا ویتون[۱]) است.



شکل۳۷ – فیلتر با قاب باز – نمای کلی



راهنما

۱- آب بندی مسطح کشبار

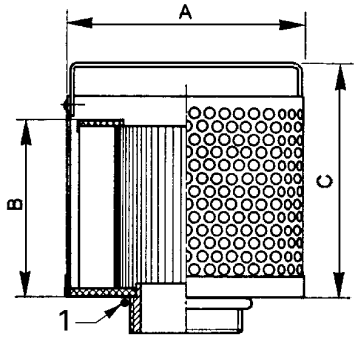
شکل۳۸ – فیلتر با قاب باز – ابعاد (به جدول ۸ مراجعه شود)

[۱] نئوپرن و ویتون® نمونه‌هایی از محصولات تجاری موجود هستند. این اطلاعات برای راحتی کاربران این استاندارد ارائه شده است و به معنای صدور مجوز برای این محصولات توسط ISO نیست.

جدول ۸ – مشخصه‌های اصلی فیلترهای با قاب باز

فیلترها		آهنگ جریان کم (Ø ۱۴۰mm)		آهنگ جریان زیاد (Ø ۱۶۰mm)
گستره آهنگ جریان (m^3h^{-1})		۱۰ تا ۲۰	۱۰ تا ۳۰	۲۰ تا ۵۰ [الف]
جنس قاب		PVC یا فولاد ضد زنگ	PVC یا فولاد ضد زنگ	PVC یا فولاد ضد زنگ
قاب :				
قطر خارجی	A	۱۴۰	۱۴۰	۱۶۰
ارتفاع	B	۱۱۰	۱۱۰	۱۵۳
ارتفاع کل	C	۱۳۰	۱۳۰	۱۷۳
سطح فیلتراسیون (m^2)		۰٫۴۲	۰٫۴۲	۰٫۶۶
افت فشار (Pa)		میانگین داده‌ها برای فیلترهای نو		
برای آهنگ جریان (m^3h^{-1})	۱۰	۷۰	۵۰	–
	۲۰	۲۱۰	۱۱۰	۷۰
	۳۰	–	۱۸۰	۱۱۰
	۵۰	–	–	۲۰۰

الف- این مدل با یک دسته روی قاب برای جابجایی ارائه می‌شود.



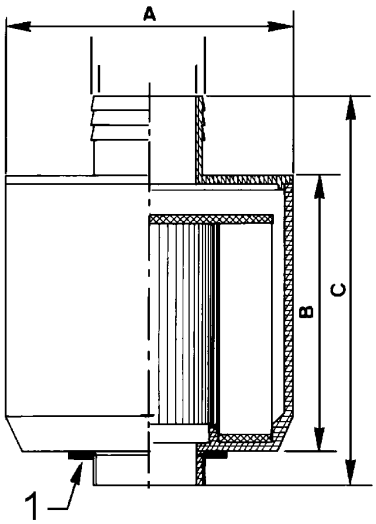
راهنما

۱- آب بندی واشر کشبار

شکل۳۹ – فیلتر با قاب سوراخ‌دار (به جدول ۹ مراجعه شود)

جدول ۹ – مشخصه‌های اصلی فیلترهای با قاب سوراخ‌دار

	گستره آهنگ جریان m^3h^{-1}	جنس قاب	ابعاد mm	سطح فیلتراسیون m^2	آهنگ جریان m^3h^{-1}	افت فشار (Pa)
فیلتر (Ø۱۳۰mm)	۱۰ تا ۵۰	فولاد ضد زنگ	قاب : قطر خارجی A: ۱۳۰ ارتفاع B: ۱۳۹ ارتفاع کل C: ۱۵۹	۰٫۴۲	۱۰ ۲۰ ۳۰ ۵۰	۵۰ ۱۱۰ ۱۸۰ –



راهنما

۱- لولا

شکل ۴۰ – فیلتر با قاب بسته (به جدول ۱۰ مراجعه شود)

جدول ۱۰– مشخصه‌های اصلی فیلترهای با قاب بسته

فیلترها		آهنگ جریان کم (Ø ۱۴۰mm)	آهنگ جریان زیاد (Ø ۱۶۰mm)
گستره آهنگ جریان (m^3h^{-1})		۴۰ تا ۲۰۰	۸۰ تا ۲۵۰
جنس قاب		PVC	PVC
قاب :			
قطر خارجی A		۱۴۰	۱۶۰
ارتفاع B		۱۲۵	۱۵۳
ارتفاع کل C		۱۹۰	۲۱۸
سطح فیلتراسیون (m^2)		۰٫۴۲	۰٫۶۶
افت فشار (Pa)		میانگین داده برای فیلترهای نو	
برای آهنگ جریان(m^3h^{-1})	۱۰	۴۰	۸۰
	۲۰	۱۲۰	–
	۳۰	۲۰۰	۱۳۰
	۵۰	–	۲۵۰

۱۲-۱-۷-۳ افت فشار – کل سیستم فیلتر

برای فیلترهای جدید، تولیدکنندگان غالباً برای افت فشار داده هایی را ارائه می‌دهند که فقط بستر فیلتر کننده را درنظر می‌گیرد. درحالیکه اثر محفظه فیلتر و ابزار مکانیکی نگهدارنده کیسه مداخله، بر افت فشار کل به ویژه در آهنگ جریان زیاد اهمیت زیادی می‌تواند داشته باشد. برای مثال این تأثیر در شکل ۴۱ همراه با نمودارهایی که تغییرات افت فشار را بر اساس آهنگ جریان برای سه پیکربندی: فیلتر به تنهایی، فیلتر همراه با محفظه و فیلتر همراه با محفظه و ابزار مکانیکی نشان می‌دهد.

۱۲-۱-۸ فیلتر محافظ جابه جایی از راه دور

۱۲-۱-۸-۱ اصل عملیاتی

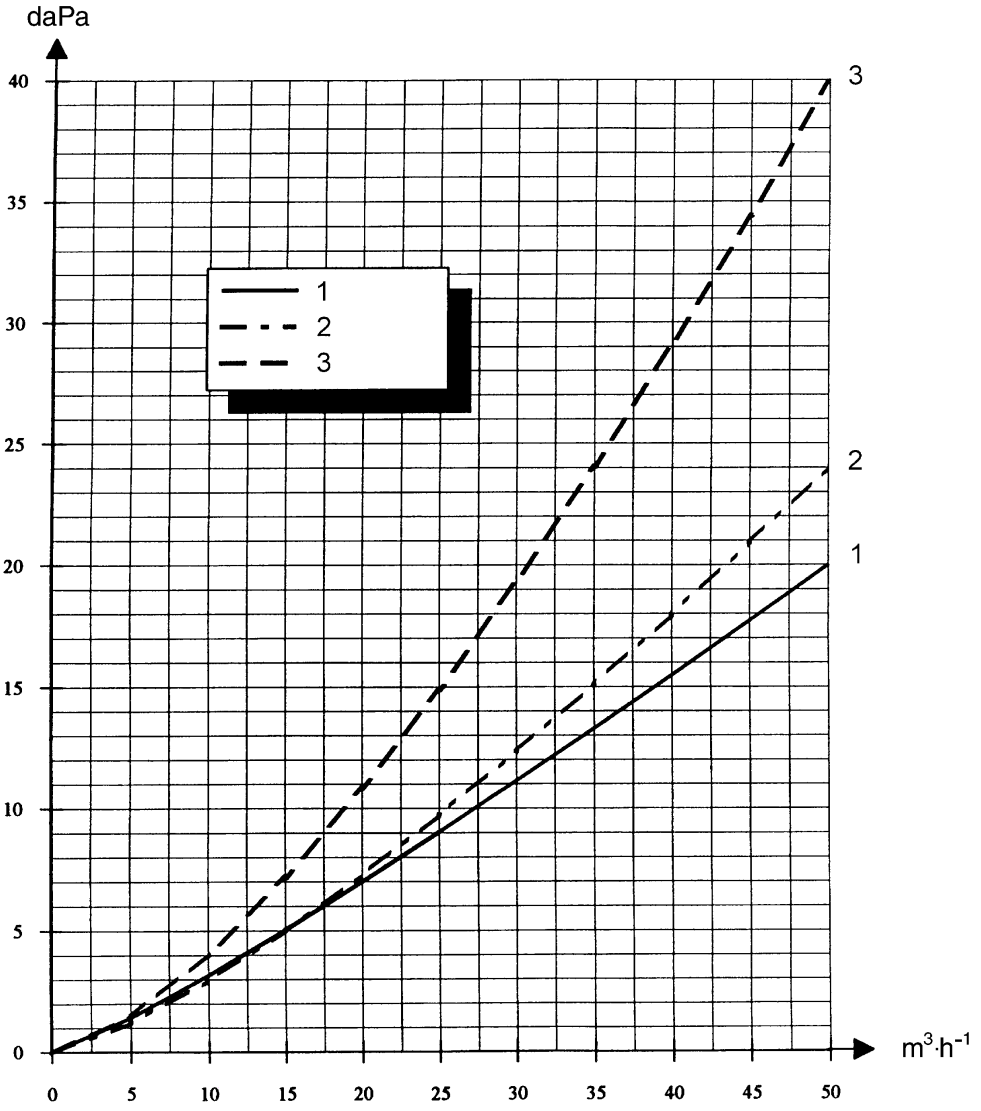
این نوع فیلتر محافظ (به شکل ۴۲ مراجعه شود) که برای حفاظت از مانومترها و شیرهای تنظیم به کار می‌رود، به ویژه برای محفظه‌هایی که مجهز به انبر جابجایی از راه دور هستند طراحی شده است که از یک فیلتر PVC استاندارد که روی آن یک دستگیره جابجایی از راه دور، یک سرشلنگی PVC با واشر و میله جهت‌دهی جوش خورده برای اتصال به سرشلنگ خور نیزه‌ای تشکیل شده است.

۱۲-۱-۸-۲ سر شلنگی خورهای فلزی

دو نوع سر شلنگ خور وجود دارد :

- نوع نیزه‌ای، که برای حفاظت از فیلترهای محافظ جابجایی از راه دور روی دیواره محفظه جوش داده می‌شود (به شکل ۴۳ مراجعه شود)؛

- نوع جوش خورده، برای پیچ کردن روی یک فیلتر محافظ استاندارد (حفاظت از مانومتر، اندازه‌گیری نقاط کم فشار)



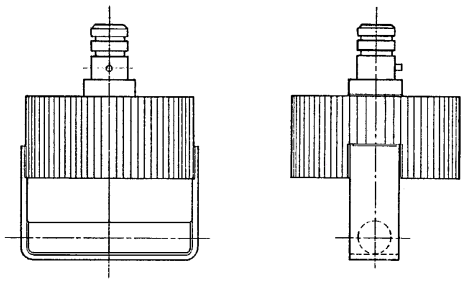
راهنما

۱- فیلتر به تنهایی

۲- فیلتر + محفظه

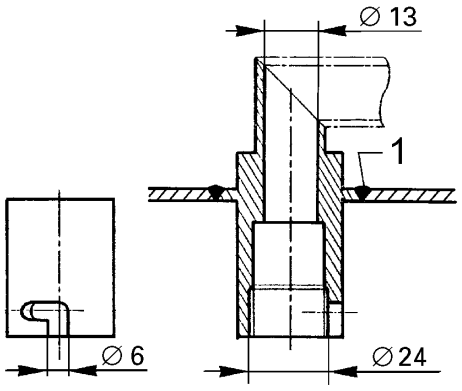
۳- فیلتر + محفظه + ابزار مکانیکی

شکل۴۱ – افت فشار کل سیستم فیلتر



شکل ۴۲- فیلترهای محافظ جابجایی از راه دور

اندازه‌ها برحسب میلی‌متر



راهنما

۱- جوش

شکل۴۳- سر شلنگی خورها برای فیلترهای محافظ جابجایی از راه دور

۱۲-۲ ابزار به دام اندازی

۱۲-۲-۱ الزامات عمومی

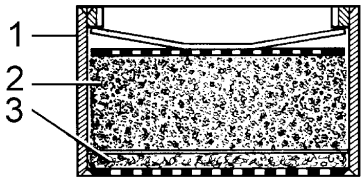
هر گاه فرآیند انجام شده احتمال خطر بالقوه یا دائمی رها سازی ید پرتوزا در فاز گازی را ایجاد کند، صرفنظر از شرایط کاری، لازم است محفظه به ابزار به دام اندازی مجهز شود تا سبب اطمینان از حفاظت کارکنان و پیشگیری از افزایش بیش از حد مجاز شاره آلوده -پرتوزا در تأسیسات شود.

۱۲-۲-۲ اصل عملیاتی

در گستره تکنیک‌های موجود، به دام اندازی اجزای فرار ید به وسیله جاذب‌های جامد، تکنیک مناسبی است (به شکل ۴۴ مراجعه شود). مزیت اصلی این روش، از نظر ایمنی، منفعل بودن ابزار مرتبط در عملیات است. دو گروه اصلی از مواد جاذب وجود دارند :

- کربن فعال شده، برای اکثریت کاربردها؛
- زئولیت‌ها و غربال‌های مولکولی، هر جا ماهیت شاره آلوده اجازه استفاده از کربن فعال شده را ندهد (مثلاً در حضور اکسیدهای نیتروژن) مفید هستند.

مثال‌هایی از انواع مختلف در بندهای ۱۲-۲-۴ و ۱۲-۲-۵ آورده شده اند.



راهنما

۱- دیوار شفاف

۲- جوهر لیمو

۳- پشم سنگ

شکل ۴۴ - طراحی کارتریج به دام اندازی – نمای کلی

۱۲-۲-۳ کاربردهای ویژه

۱۲-۲-۳-۱ به دام اندازی اسیدها

برای به دام اندازی اسیدها، ممکن است از ابزاری استفاده شود که شامل غربال جوهر لیمو با نشانگر رنگی باشند. در کل سطح، جوهر لیمو روی بستری از پشم سنگ قرار گرفته است (ضخامت جوهر لیمو حدود ۶۰ mm است). برای اسید هیدروفلوریک، باید پشم سنگ فشرده شده و کاملاً با جوهر لیمو پر شود.

۱۲-۲-۳-۲ خنثی کردن حلال‌ها

توصیه می‌شود همه حلال‌های تولیدشده در نزدیک‌ترین نقطه ممکن به نقطه انتشارشان خنثی شوند تا از تخریب سریع بستر فیلتر کننده جلوگیری شود.

۱۲-۲-۴ نمونه تله‌های کربن فعال شده

۱۲-۲-۴-۱ کارتریج تله با قطر ۱۳۰ mm

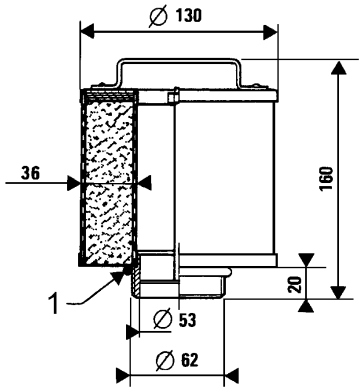
جایی که احتمال خطر بالقوه رها سازی ید پرتوزا وجود داشته باشد، باید در مدارهای خروجی محفظه ایمنی از تله کربن فعال شده با کارتریجی به قطر ۱۳۰ mm استفاده شود (به شکل ۴۵ و جدول ۱۱ مراجعه شود). کارتریج می‌تواند زیر یا روی قاب نشت ناپذیر گازی نصب شود و باید قبل یا بعد یا هر دو طرف آن فیلترهای هپا قرار گیرد.

تله‌ها دارای قابی از جنس فولاد ضدزنگ هستند که فاصله شیارها در انتهای دندانه دار آن بر طبق ISO، ۲٫۵ هستند.

ماده جاذب آنها از کربن فعال شده است که با ۱٪ یدید پتاسیم بارور شده است. واشر نشت ناپذیر گازی هم از یک ماده مصنوعی با عملکرد بالا مانند وایتون است.

جدول ۱۱- مشخصه‌های تله‌های کربن فعال شده Ø ۱۳۰ mm

حجم کربن (l)	۱٫۱	
زمان تماس (s)	۰٫۲	۰٫۲۵
آهنگ جریان (m^3/h)	۲۰	۱۶
افت فشار (Pa)	۲۰۰	۱۶۰



راهنما

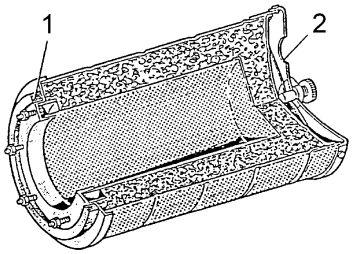
۱- واشر وایتون R35

شکل ۴۵ - کارتریج تله‌کربن فعال شده (قطر ۱۳۰ mm)

۱۲-۲-۴-۲ کارتریج در ابعاد بزرگ

کارتریج کربن فعال شده (به شکل ۴۶ مراجعه شود) در یک صندوق فلزی از جنس فولاد ضد زنگ یا فولاد رنگ شده نصب می‌شود که می‌تواند یک یا چند فیلتر را در برگیرد. کارتریج متشکل است از یک قاب استوانه‌ای با بدنه سوراخ‌دار که کربن فعال شده به ضخامت ۵۰ mm در حجم ۱۳۵۰۰ cm^3 را شامل می‌شود. کارتریج با زائده‌هایی روی سطح داخلی صندوق ثابت می‌شود.

وقتی جهت عبور هوا اهمیت نداشته باشد، به علت نحوه پرشدگی هرگز نباید سر روکش به طرف پایین باشد.



راهنما

۱- واشر نشت ناپذیر

۲- در پوش پرشدگی

شکل ۴۶ – تله کربن فعال شده - نوع کارتریجی

۱۲-۲-۴-۳دی‌هدرون[1]

مدل دی‌هدرونی کربن فعال شده (به شکل ۴۷ مراجعه شود) شامل لایه یکنواختی از کربن فعال شده به ضخامت
۵۰ mm است که بین صفحات جوش خورده به یک قاب فلزی قرار دارد. دی‌هدرون به سیستم پرشدگی با عملکرد دائمی مجهز است و دارای ابعاد و وزن زیر می‌باشد:

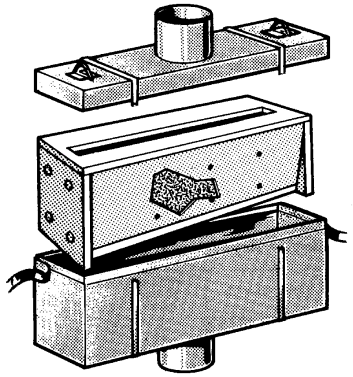
طول، ۶۰۰ mm؛

ارتفاع، ۲۰۲ mm؛

عرض، ۱۳۰ mm؛

وزن، حدود ۱۴ kg.

افت فشار با کربن زغالی بارور شده با ۱٪ یدید پتاسیم، در آهنگ ۲۰۰ m^3/h، ۳۰ daPa است.



شکل ۴۷ – تله کربن فعال شده - نوع دی‌هدرون

[1] Dihedron

۱۲-۳ محفظه‌های فیلتر

۱۲-۳-۱ کلیات

محفظه‌ها از فیلترهای محفظه ایمنی که خارج از آن نصب می‌شوند محافظت کرده، اتصال و جداکردن روکش تهویه را ساده می‌کنند و از واحدهای فیلتر در برابر شوک‌ها حفاظت می‌کنند.

برخی از مدل‌ها که کیسه وینیلی دارند، تداوم کار محفظه را حین تعویض فیلتر بدون ایجاد اختلال در تهویه تضمین کرده، به همان ترتیب امکان جداکردن کانال‌های اتصال را فراهم می‌کنند. استفاده از این مدل‌ها توصیه می‌شود.

مدل‌ها و انواع مختلف محفظه‌ها، همراه با الزامات و توصیه‌های لازم جهت استفاده از آنها، در بندهای ۱۲-۳-۲ و ۱۲-۳-۳ توصیف شده اند.

۱۲-۳-۲ محفظه فیلترهای نوع ۱۴۰ یا ۱۶۰ (خروجی مستقیم)

۱۲-۳-۲-۱ محدودیت استفاده

این نوع محفظه‌ها (به شکل ۴۸ مراجعه شود) با خروجی مستقیم هنوز در تأسیسات قدیمی وجود دارند، اما امکان تعویض فیلتر بدون جداکردن مدار تهویه یا شکستن حفاظ ایمنی را فراهم نمی‌کنند. به این دلیل تا آنجا که ممکن است نباید از آنها استفاده شود.

۱۲-۳-۲-۲ محفظه از جنس PVC (نصب با جوش)

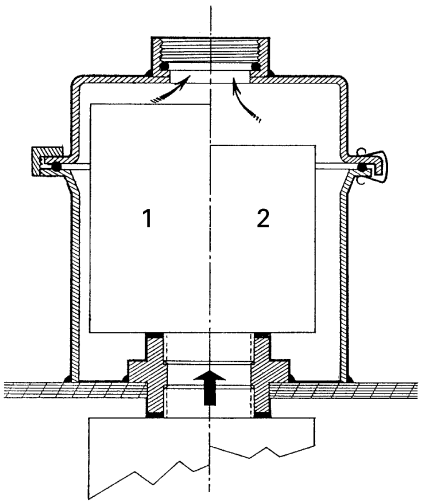
این محفظه (به شکل ۴۸ مراجعه شود) دو بدنه دارد : یکی در بالادست که به دیواره محفظه جوش داده شده و دیگری در پایین دست که با بست‌های انعطاف‌پذیری بسته شده است. وقتی خروجی به شیر نر یا ماده نصب شده روی اتصال میانی وصل باشد، نشت ناپذیری با یک واشر تأمین می‌شود.

۱۲-۳-۲-۳ محفظه از جنس PVC (نصب با پیچ)

این محفظه به دلیل داشتن یک سر شلنگی خور پیچ‌شده (به شکل ۴۹ مراجعه شود) قابل نصب نیست. خروجی می‌تواند به شیر نر یا ماده‌ای که در اتصال میانی نصب شده وصل باشد. محفظه با بست‌های انعطاف‌پذیر بسته شده، در حالیکه نشت ناپذیری با یک واشر تأمین می‌شود.

۱۲-۳-۲-۴ محفظه فلزی (نصب با جوش)

این محفظه متشکل است از دو پوسته از جنس فولاد ضدزنگ یا صفحات آلیاژ آلومینیوم (به شکل ۵۰ مراجعه شود) که با سیستم‌های جفت شده سریع بسته شده‌اند. نشت ناپذیری با آب بندی واشر تأمین می‌شود. اندازه‌هایی که در شکل ۵۰- پ نمایش داده شده تقریبی هستند.



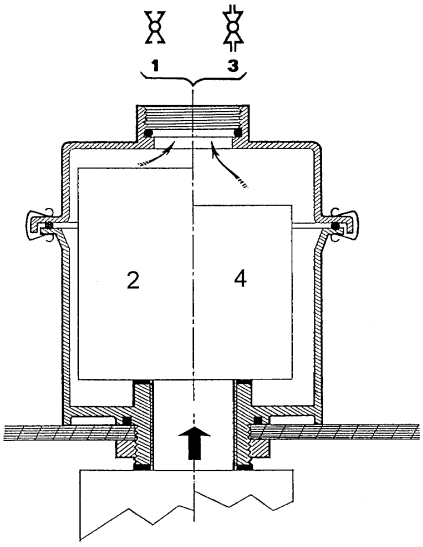
راهنما

۱- فیلتر (۱۶۰)

۲- فیلتر (۱۴۰)

یادآوری- در صورت تمایل، محفظه را می‌توان با یک مهره بزرگ بست.

شکل ۴۸ – محفظه PVC جوش خورده برای فیلترهای نوع ۱۴۰ یا ۱۶۰ با خروجی مستقیم



راهنما

۱- شیر ماده

۲- فیلتر (۱۶۰)

۳- شیر نر

۴- فیلتر (۱۴۰)

شکل ۴۹ – محفظه PVC پیچ‌شده برای فیلترهای نوع ۱۴۰ یا ۱۶۰ با خروجی مستقیم

۱۲-۳-۳ محفظه‌ها برای فیلترهای نوع ۱۴۰ یا ۱۶۰ (خروجی جانبی)

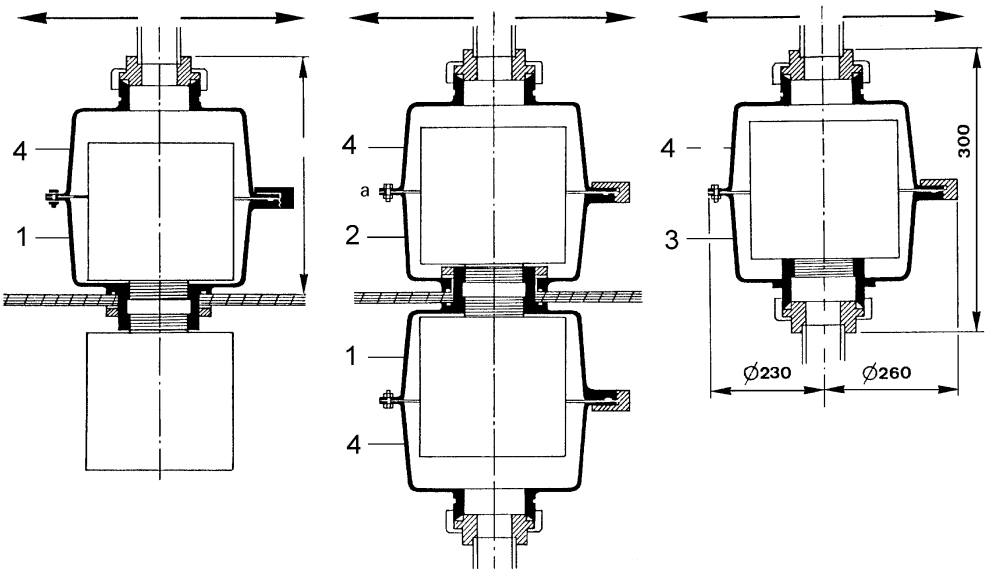
۱۲-۳-۳-۱ کلیات

این محفظه‌های فلزی یا پلاستیکی (فولاد ضد زنگ یا PVC) با خروجی جانبی می‌توانند امکان تعویض فیلتر را بدون شکستن حفاظ ایمنی فراهم کنند. محفظه‌ها روی دیواره جوش داده می‌شوند یا جدا شده و بوسیله یک سر شلنگ خور پیچ‌دار با قطر مته‌کاری مشابه با سر شلنگ خور تنها (۸۰٫۵ mm) نصب می‌شوند. خروجی که عموماً یک شیر هواگیری کروی از جنس PVC دارد در اتصال میانی نصب می‌شود (به شکل ۵۱ مراجعه شود).

برای محفظه‌های پیچ‌دار که باید دفعات زیادی جدا شوند، جهت نصب باید معکوس شود (واشر در داخل و پیچ و اتصال در خارج)، یا اینکه پیچ در جایی قرار می‌گیرد که در دسترس باشد.

یادآوری - برای تعویض فیلتر زیر کیسه جوش خورده، به استاندارد ISO 11933-2 مراجعه شود.

اندازه‌ها برحسب میلی‌متر



راهنما

۱- حفاظ روکش‌دار با کیسه مداخله دندانه‌دار دوگانه

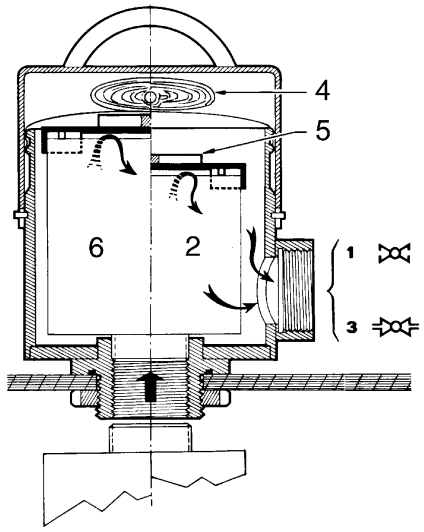
۲- حفاظ روکش‌دار ساده بدون جفت شدن

۳- حفاظ روکش‌دار ساده با کیسه مداخله دندانه‌دار به تنهایی

۴- حفاظ روکش‌دار ساده برای اتصال جوش

a برای مونتاژساده، توصیه می‌شودحفاظ خارج از محفظه نشت ناپذیر قرار گیرد.

شکل۵۰ – محفظه فلزی پیچ‌شده برای فیلترهای نوع ۱۴۰ یا ۱۶۰ با خروجی مستقیم



راهنما

۱- شیر ماده
۲- فیلتر (۱۴۰)
۳- شیر نر
۴- کیسه مداخله
۵- تیر عرضی چسبیده
۶- فیلتر (۱۶۰)

شکل ۵۱ – محفظه PVC پیچ‌شده برای فیلترهای نوع ۱۴۰ یا ۱۶۰ با خروجی جانبی

۱۲-۳-۳-۲ محفظه فلزی (نصب با جوش)

محفظه (به شکل ۵۲ مراجعه شود) به دیواره محفظه جوش داده شده و با جوشکاری به کانال تهویه متصل است (DN 50 schedule 10 S). بدنه محفظه دو شیار برای اتصال به کیسه مداخله دارد که در طول عملیات به روی میله کوچکی از جنس PVC می‌چرخد و دستگیره‌ای که روی واحد فیلتر نصب شده مانع از انسداد روزنه هوا توسط کیسه می‌شود. محفظه با پوششی از جنس فولاد ضدزنگ بسته می‌شود که با دو بست صافی نگه داشته شده است.

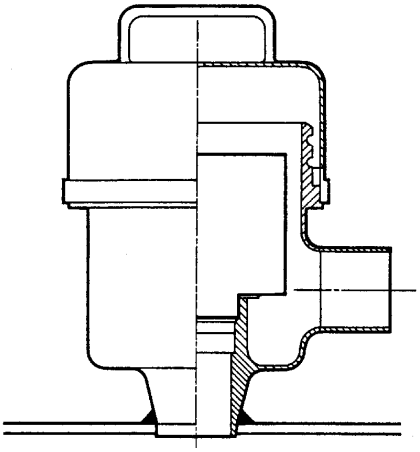
بسته به کاربردها، و به ویژه در مدارهای کم فشار بالا (مدارهای خلأ)، این محفظه ممکن است مجهز به موارد زیر باشد :

- واشری به قطر ۴ میلی‌متر، که بوسیله روکش فشرده می‌شود؛
- لوله، برای مساوی کردن فشار در دو طرف کیسه مداخله.

۱۲-۳-۳-۳ محفظه از جنس PVC (نصب با پیچ)

این محفظه جدا شدنی با یک سرشلنگ خور پیچ‌دار (به شکل ۵۳ مراجعه شود) نصب می‌شود. خروجی ممکن است به شیر نر یا ماده‌ای که در اتصال میانی نصب شده متصل باشد. بدنه محفظه دو شیار برای اتصال به کیسه مداخله دارد که در طول عملیات به روی میله کوچکی از جنس PVC می‌چرخد. برای

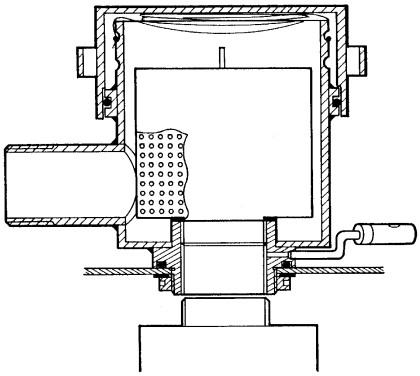
جلوگیری از انسداد روزنه هوا توسط کیسه، فیلترها دارای تیر عرضی چسب داری هستند که امکان عبور هوا در طول مسیر را فراهم می‌کند.
محفظه با پوشش نیزه‌ای و تودرتویی بسته می‌شود. فیلترها با واشر مسطح اصلی‌شان داخل محفظه نصب می‌شوند.



شکل ۵۲ – محفظه فلزی جوش خورده برای فیلترهای نوع ۱۴۰ یا ۱۶۰ با خروجی جانبی

۱۲-۳-۳-۴ محفظه فلزی (نصب با پیچ)

این محفظه مشابه موردی است که در بند ۱۲-۳-۲-۴ شرح داده شد یا طراحی آن با شکل ۵۳ مطابقت دارد.



شکل۵۳ – محفظه فلزی پیچ‌شده برای فیلترهای نوع ۱۴۰ یا ۱۶۰ با خروجی جانبی

۱۳ - وسایل اندازه‌گیری فشار (مانومترها، کنترل کننده‌های فشار)

۱۳-۱ کلیات

اندازه‌گیری فشار محفظه‌های ایمنی با استفاده از مانومترها برای قرائت مستقیم یا کنترل کننده‌های فشار انجام می‌شود.

مانومترها (به بند ۱۳-۲ مراجعه شود) ممکن است از نوع جابجایی مایع یا تغییر شکل غشا باشند که هر دو نوع می‌توانند به اتصالات الکتریکی مجهز شوند. درجه‌بندی آنها ساده (قرائت فشار مثبت یا منفی) یا دارای صفر مرکزی (قرائت فشار مثبت و منفی) است. آنها تغییرات جزئی فشار را اندازه‌گیری می‌کنند.

نقطه صفر همه مانومترها باید گاه به گاه کنترل شود. توصیه می‌شود مانومترها با یک فیلتر محافظ حفاظت شوند. برای مانومترهای مایع، این فیلتر باید در برابر مایعات عایق‌بندی شده باشد.

یادآوری - انتخاب یک مانومتر به دلیل برقراری تعادل بین کیفیت و قیمت دشوار است، به ویژه در جایی که کیفیت اتصال مد نظر باشد.

کنترل کننده‌های فشار (به بند ۱۳-۳ مراجعه شود)، اجازه اندازه‌گیری فشار را نمی‌دهند. درعوض وقتی مقدار فشار به یک یا چند سطح از پیش تعیین شده می‌رسد، آنها می‌توانند هشدار دهند یا فشار را تنظیم کنند.

در انتخاب تجهیزات محفظه‌های شیمیایی باید احتمال خطر خوردگی نیز در نظر گرفته شود.

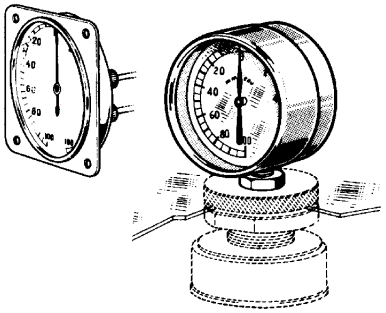
۱۳-۲ مانومترها

۱۳-۲-۱ نوع تغییر شکل غشاء

این نوع مانومتر، که از آلیاژ فلزی یا مواد پلاستیکی ساخته شده، شامل یک نمایشگر مدرج است که روی آن عقربه‌ای است که به وسیله یک غشاء یا کپسول (فشار بالا) به حرکت در می‌آید. مزیت این نوع این است که قرائت ساده است (ابعاد کاهش یافته). عیب آن، این است که شکننده بوده و در معرض خوردگی قرار می‌گیرد.

قطر معمول نمایشگر در حدود ۱۰۰ میلی‌متر (برای جعبه دستکش‌ها) است.

برای حفاظت از مانومتر، استفاده از یک فیلتر محافظ در محفظه های با آلودگی زیاد توصیه می شود.



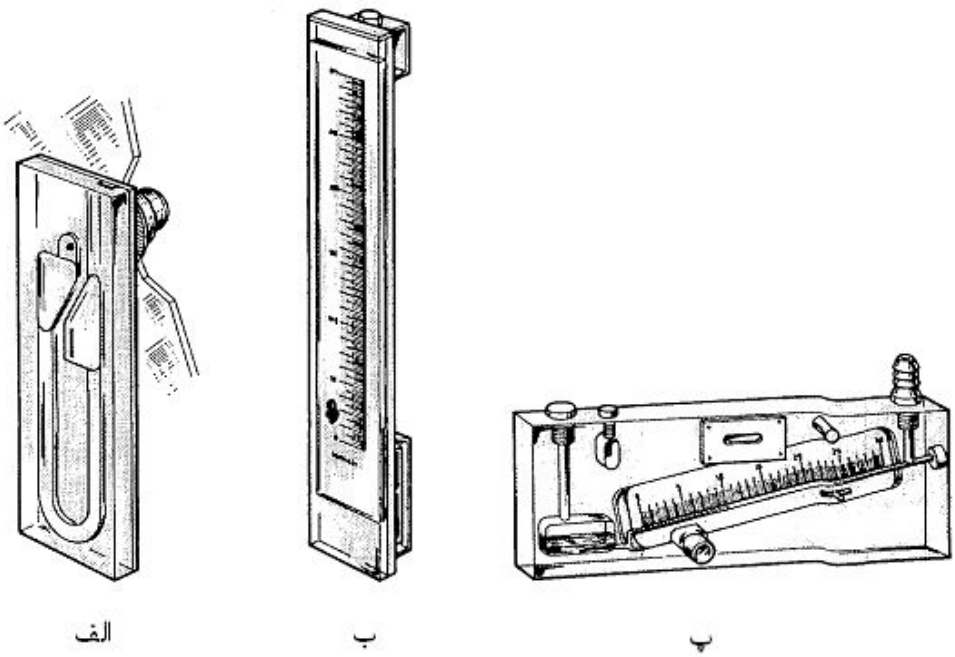
شکل۵۴ – مانومتر از نوع تغییر شکل غشاء

۱۳-۲-۲ نوع جابجایی مایع

این نوع مانومتر (به شکل ۵۵ مراجعه شود) که از PMMA ساخته شده، ستونی از مایع، U شکل (الف)، عمودی (ب) یا مایل (پ)، با چگالی نسبی از ۰٫۸ تا ۰٫۹ دارد. مزایای آن قابل اطمینان بودن و داشتن استحکام است. عیب آن، این است که به کارگیری آن در فشارهای بالا دشوار است.

هشدار – احتمال خطر پراکندگی مایع و خسارت دیدن محفظه براثر کمبود مایع. هرگز از مایعات قابل تبخیر استفاده نکنید.

برای جلوگیری از کمبود احتمالی مایع، لازم است گستره کافی برای قرائت و نهایتاً یک مخزن مایع در مانومتر فراهم شود.



شکل۵۵ – مانومتر از نوع جابجایی مایع

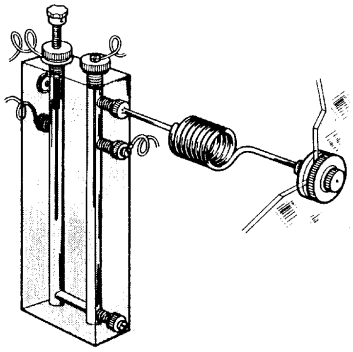
۱۳-۲-۳ مانومتر اتصالی

مانومتری است (به شکل ۵۶ مراجعه شود) که سازندگان، اتصالات الکتریکی به آن اضافه نموده تا مقادیر بیشینه و کمینه فشار تنظیم شده توسط کاربر را نشان دهد. این مانومتر می‌تواند برای تنظیم فشار منفی یا مثبت یک محفظه، یا برای فعال ساری زنگ‌های خطر استفاده شود و مدل‌های گوناگونی دارد :

- مدل الکترودی، با مایعی مانند آب یا جیوه؛

- اتصال مکانیکی (مدل عقربه‌ای)؛
- محفظه فوتوالکتریک (مدل عقربه‌ای)؛
- مدل‌های اندازه‌گیر ظرفیت الکتریکی.

عیب این نوع مانومتر آن است که برای تنظیم آستانه، امکان تنظیم گاف (تغییرات جزئی) وجود ندارد.

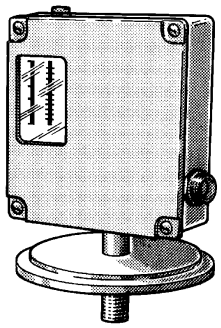


شکل۵۶ – مانومتر اتصالی (مدل آبی)

۱۳-۳ کنترل‌کننده فشار

کنترل‌کننده فشار (به شکل ۵۷ مراجعه شود) اجازه قرائت فشار را نمی‌دهد، اما در عوض مقادیر آستانه‌ای را ارائه می‌نماید که اجازه تنظیم فشار یا فعال سازی زنگ خطر را می‌دهد. مزیت اصلی آن این است که اجازه تنظیم آستانه با تنظیم گاف را می‌دهد. عیب آن، این است که قابلیت قرائت مستقیم فشار را فراهم نمی‌کند.

این وسیله باید با ولتاژ خیلی پایین تغذیه شود.



شکل۵۷ – کنترل‌کننده فشار

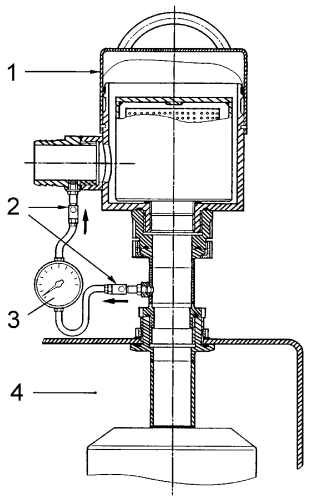
۱۴- عملیات ، کنترل و نگهداری از سیستم‌های تهویه و پاکسازی هوا

۱۴-۱ کنترل آهنگ‌های جریان تهویه

آهنگ جریان تهویه محفظه ایمنی همانند فشار منفی آن، یک عامل مهم ایمنی است. بنابراین مطلوبست کاربران وسیله‌ای برای کنترل دائمی آن در اختیار داشته باشند. به علاوه کنترل آهنگ جریان باید متناوباً و به صورت رسمی انجام شود، این تناوب بسته به نوع فرآورده‌های تحت عملیات تعیین می‌شود.
وسایل کنترل معمولی عبارتند از :

- مانومتر فشار دیفرانسیلی، اگر محفظه ایمنی مجهز به یک مانومتر باشد، روی فیلتر خروجی دوم نصب می‌شود؛
- نشانگر آهنگ جریان شیر، در پایین دست فیلترهای خروجی نصب می‌شود؛
- اندازه‌گیری متداول آهنگ جریان به وسیله لوله پیتوت[1] یا سرعت سنج هوا، توسط یک متخصص انجام می‌شود .

اگر آهنگ جریان اندازه‌گیری شده با آهنگ جریان اسمی متفاوت باشد، لازم است تنظیمات اصلاح یا فیلترها تعویض شوند.



راهنما

۱- اتاقک فیلتر
۲- اتصال مانومتر
۳- مانومتر
۴- محفظه

شکل ۵۸ – مانومتر فشار دیفرانسیلی

1- Pitot tube

۱۴-۲ کنترل سطوح مایع شیر محافظ

کنترل سطوح مایع یک شیر هیدرولیک محافظ به صورت چشمی انجام می‌شود. سطوح باید با نشان‌های اولیه مطابقت داشته باشند. کارکرد دستکش‌ها، بازوهای کنترل از راه دور یا انبرها می‌توانند شرایط عادی هر عملیات را تأیید کنند. بین دو اندازه‌گیری، هر نقص عمده در سطح کنترل منجر به تنظیم مجدد سطح و درخواست توضیحات از کاربر می‌شود. مقادیر ثبت شده نمایشگر و هشدارهای مرتبط، در صورت وجود، باید به صورت دوره‌ای کنترل شود.

۱۴-۳ نگهداری وسیله پاکسازی گاز (کنترل انسداد فیلتر)

یک فیلتر زمانی مسدود شده محسوب می‌شود که نشست ذرات روی سطح آن افت فشاری ایجاد کند که آهنگ جریان فیلتر ناکافی شود. در این حالت، توان گیراندازی فیلتر افزایش می‌یابد، اما آهنگ جریان به سمت صفر میل می‌کند. هر چه ذرات غبار یا ائروسل کوچک‌تر باشند، سرعت انسداد بیشتر است.

در عمل، برای آهنگ جریان و کم فشار یکسان در محفظه، وقتی شیر جبران انسداد کاملاً باز است، می‌توان نتیجه گرفت که فیلترها مسدود هستند.

فیلتر خروجی به بیشینه انسداد خود رسیده است وقتی علیرغم باز بودن کامل شیر جبران انسداد، کم فشار محفظه کم شود (نشانگر آهنگ جریان، عددی کمتر از مقدار اسمی را نشان می‌دهد).

فیلتر ورودی به بیشینه انسداد خود رسیده است وقتی علیرغم باز بودن کامل شیر جبران انسداد، کم فشار محفظه زیاد شود (نشانگر آهنگ جریان، عددی کمتر از مقدار اسمی را نشان می‌دهد).

۱۴-۴ تعویض فیلتر

۱۴-۴-۱ الزامات عمومی و توصیه‌ها

فیلترهای هپا باید تعویض شوند :

- اگر به مقدار بیشینه انسداد خود برسند (به بند ۱۴-۳ مراجعه شود)؛
- اگر مقدار کارایی آنها کمتر از مقدار کمینه باشد (به بند ۱۴-۳ مراجعه شود)؛
- اگر به علت نشست ذرات پرتوزا، پرتودهی داشته باشند.

برای محفظه‌ها که کنترل آنها در عمل مؤثر نیست، دوره تناوب تعویض فیلترهای اولیه (فیلترهای بالادست در حالت دو فیلتر متوالی)، برای فیلترهای ورودی حداقل یکسال و برای فیلترهای خروجی حداقل دوسال است.

موارد زیر در تعویض فیلتر توصیه می‌شود :

الف- برای فیلتر بالادست خروجی (داخلی محفظه)، تا حد امکان سریع عمل کنید تا میزان آلودگی و انسداد فیلتر خارج از محفظه را کاهش دهید؛

ب- قبل از جدا کردن فیلتر خروجی (خارجی محفظه)، با حفظ کم فشار در محفظه، جریان تهویه را (برای فیلترهای زیر قاب) کاهش دهید یا (برای سایر فیلترها) متوقف کنید.
پ- قبل از جدا کردن فیلتر بالادست ورودی (خارجی محفظه)، تهویه خروجی محفظه را (در مدارهای باز یا نیمه باز) حفظ کنید ، یا مدار گاز خنثی را (برای محفظه‌های تهویه شده در مدار بسته)عایق‌بندی کنید.
در هر سه مورد، باید احتیاط ویژه جهت جلوگیری از هرگونه آلودگی کاربر و اتمسفر اتاق بکار گرفته شود.
پس از تعویض یک فیلتر، جهت تنظیم مجدد آهنگ جریان و کم فشار مطلوب، باید شیرها و دریچه جبران تنظیم شوند.

۱۴-۴-۲ روش‌های تعویض

۱۴-۴-۲-۱ مخزنی با قفل نشت ناپذیر هوا

در مورد یک فیلتر در یک مخزن با قفل نشت ناپذیر هوا، هر جا خطر آلودگی فیلتر وجود داشته باشد، آن فیلتر باید در شرایط نشت ناپذیر تعویض شود. برای تعویض فیلتر این مخزن با قفل نشت ناپذیر هوا، لازم است تهویه متوقف شود یا مدار فیلتراسیون ثانویه‌ای به صورت موازی وجود داشته باشد. برای این نوع فیلتر، حالت عملیاتی به شرح بالا است.

فیلتر را مطابق مراحل زیر تعویض کنید (به شکل ۵۹ مراجعه شود).
الف- به شکل ۵۹- الف مراجعه شود.

۱. پرتودهی فیلتر را امتحان کنید.
۲. دریچه‌های ایزولاسیون مخزن را ببندید.
۳. درپوش آن را بردارید.
۴. کیسه تخلیه را باز کنید.
۵. با استفاده از میل بادامک قفل فیلتر را باز کنید.

ب- به شکل ۵۹- ب مراجعه شود.

۱. فیلتر کهنه را داخل کیسه خارج کنید.
۲. کیسه را همانطور که نشان داده شده جوش دهید.
۳. وسط جوش را برش دهید.
۴. فیلتر را منتقل کنید.

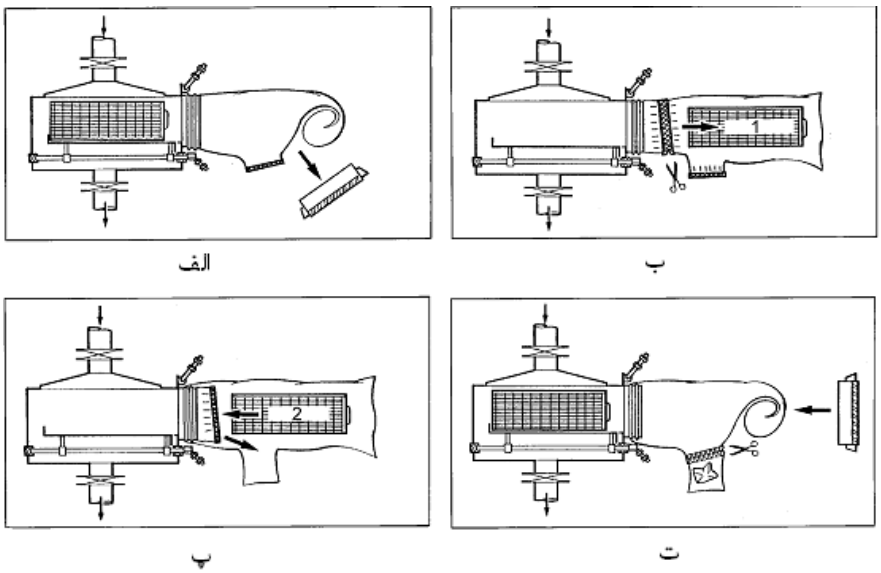
پ- به شکل ۵۹- پ مراجعه شود.

۱. گلویی کیسه را روی لبه خارجی دهانه بلغزانید.
۲. کیسه جدید محتوی فیلتر نو را روی لبه داخلی دهانه قرار دهید.

۳. گلویی را پاره کنید و آن را در جیب کیسه جدید قرار دهید.
۴. فیلتر نو را وارد مخزن کنید.

ت- به شکل ۵۹- ت مراجعه شود.

۱. جیب کیسه نو را همانطور که نشان داده شده جوش دهید.
۲. وسط جوش را برش دهید.
۳. جیب محتوی گلویی را منتقل کنید.
۴. با استفاده از میل بادامک فیلتر را قفل کنید.
۵. کیسه را جمع کنید و دور آن نوار چسب بپیچانید.
۶. درپوش را بگذارید.
۷. دریچه‌های ایزولاسیون را باز کنید.



راهنما

۱- فیلتر کهنه
۲- فیلتر نو

شکل ۵۹ – تعویض فیلتر در مخزنی با قفل نشت ناپذیر هوا

۱۴-۴-۲-۲ تعویض فیلتر بدون شکستن حفاظ ایمنی

جایی که احتمال خطر آلودگی مهمی برای فیلتر خارجی وجود داشته باشد، با حفظ یک آهنگ جریان تهویه کم ، می‌توان فیلتر را تحت شرایط نشت ناپذیر گازی و بدون شکستن حفاظ ایمنی تعویض کرد.

در مرحله مقدماتی، سطح پرتودهی فیلتر را امتحان کنید. آنگاه به ترتیب زیر عمل کنید (به شکل ۶۰ مراجعه شود) :

الف- درپوش را برداشته و کنار بگذارید، کیسه محتوی قاب و سپس پیچ های فیلتر آلوده را باز کنید تا به جوش RF کیسه برسید (الف).

ب- وسط جوش را برش دهید (ب). فیلتر آلوده را منتقل کنید.

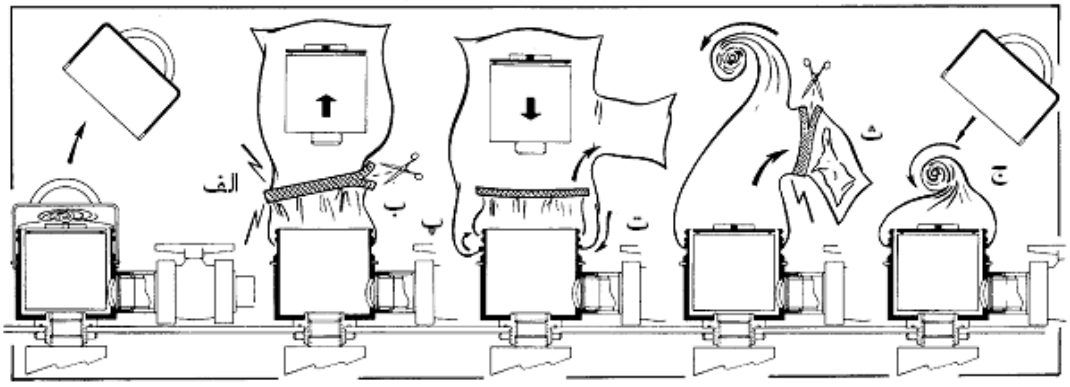
پ- چسب نگهدارنده کیسه روی قاب فیلتر را بردارید و گلویی مسدود کننده را روی لبه بالایی یا شیار قاب بلغزانید(پ).

ت- کیسه جدید محتوی فیلتر نو ثابت شده با تیر عرضی را وارد کنید. گلویی را بپوشانید و کیسه جدید را با چسب روی لبه پایینی/ شیار قاب ثابت کنید (ت).

ث- گلویی را پاره کنید و آن را در جیب کیسه تخلیه وارد کنید تا به جوش RF کیسه برسید و جیب را برش دهید (ث).

ج- قسمت باقی مانده کیسه را روی میله مناسب بپیچانید (ج) و آنگاه کیسه را روی قاب ثابت کنید به نحوی که تا حد امکان روی فیلتر خم شود.

چ- درپوش را روی قاب بگذارید.



شکل ۶۰ - تعویض فیلتر بدون شکستن حفاظ ایمنی

پیوست الف
(الزامی)
محفظه‌های ایمنی

الف.۱ طبقه‌بندی محفظه‌های ایمنی بر اساس نشت ناپذیری

طبقه‌بندی محفظه‌های ایمنی بر مبنای آهنگ نشت ساعتی، T_f، و مطابق استاندارد ISO 10648- 2 می‌باشد. جدول الف.۱ طبقه‌بندی استاندارد محفظه‌های ایمنی را بر مبنای آهنگ نشت ساعتی آنها ارائه می‌دهد.

جدول الف.۱- طبقه‌بندی محفظه‌های ایمنی بر مبنای آهنگ نشت ساعتی

طبقه	آهنگ نشت ساعتی $(h^{-1})\ T_f$	مثال
۱*	$\leq ۵ \times ۱۰^{-۴}$	محفظه ایمنی با اتمسفر کنترل شده تحت شرایط گاز بی اثر
۲*	$< ۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$	محفظه ایمنی با اتمسفر کنترل شده تحت شرایط گاز بی اثر یا با اتمسفر دائماً خطرناک
۳	$<۱۰^{-۲}$	محفظه ایمنی با اتمسفر دائماً خطرناک
۴	$<۱۰^{-۱}$	محفظه ایمنی با اتمسفری که می‌تواند خطرناک باشد

* تصمیم‌گیری در خصوص طبقه‌بندی نشت ناپذیری برای کاربردهای ویژه تحت طبقه‌های ۱ و ۲ باید توسط طراح، کاربر و مراجع ذی‌صلاح صدور پروانه انجام شود. معمولاً به دلایل فنی در شرایطی که نیاز به خلوص بالاتر گاز باشد، از طبقه ۱ استفاده می‌شود.

الف.۲ مکان‌یابی ابزار دقیق (مدار ورودی/ خروجی شبکه محفظه)

بسته به نوع تغییری که برای جبران آن باید از ابزار دقیق استفاده شود، پیش از انتخاب وسایل نصب روی یک مدار ورودی یا خروجی، لازم است ملاحظات کلی ارائه شده در جدول الف.۲ مد نظر قرار گیرد.

جدول الف.۲- ماهیت جبران‌سازی با ابزار دقیق، بر اساس مکان

نوع تغییر	تصحیح اعمال شده به وسیله :	
	ابزار دقیق سمت ورودی	ابزار دقیق سمت خروجی
فشار زیر اتمسفر شبکه تخلیه عمومی (-۱۰۰ ⟶ -۱۵۰ daPa)	تغییر کامل آهنگ[الف] ثابت ΔP GB[ب]	ثابت تغییر کامل آهنگ ΔP GB
فشار زیر اتمسفر شبکه تخلیه عمومی (-۱۰۰ ⟶ -۵۰ daPa)	تغییر کامل آهنگ جریان ثابت ΔP GB	ثابت تغییر کامل آهنگ ΔP GB
نتیجه این نوع اغتشاش	تغییر کامل آهنگ تنظیم شده است ثابت کم فشار GB	کم فشار GB تنظیم شده است ثابت تغییر کامل آهنگ
افت فشار فیلتر خروجی	تغییر کامل آهنگ ثابت ΔP GB	ثابت تغییر کامل آهنگ ثابت ΔP GB اگر مرجع فشار در BAG باشد
		تغییر کامل آهنگ ΔP GB اگر مرجع فشار در BAG نباشد
افت فشار فیلتر ورودی	ثابت تغییر کامل آهنگ ΔP GB	تغییر کامل آهنگ و ΔP GB
نتیجه این نوع اغتشاش	بسته به مکان ابزار دقیق، تغییر کامل آهنگ و/ یا ΔP GB تنظیم می‌شوند.	
نشت به محفظه ایمنی یا ورود گاز	ثابت تغییر کامل آهنگ ثابت ΔP GB	تغییر کامل آهنگ ثابت ΔP GB
آهنگ جریان خروجی (باز شدن شیر خروجی یا فرآیند استخراج اضافی)	تغییر کامل آهنگ ثابت ΔP GB	ثابت تغییر کامل آهنگ ثابت ΔP GB

الف آهنگ تغییر کامل R_n خروجی = R_n ورودی + R_n نشت

ب ΔP GB: فشار زیر اتمسفر محفظه ایمنی (جعبه دستکش) نسبت به اتمسفر محیط

الف. ۳ مشخصه‌های اصلی محفظه‌های ایمنی بر مبنای طبقه و ماهیت فرآورده‌های مورد استفاده

جدول الف. ۳ موارد زیر را ارائه می‌کند.

- طبقه‌بندی محفظه‌های ایمنی بر اساس نشت ناپذیری آنها (به ISO 10648 -2 مراجعه شود).
- توزیع آنها در زیر گروه‌های معین، بر مبنای میزان خطر فرآورده‌های تحت عملیات و طراحی ویژه مورد نیاز.
- ارزیابی احتمال خطر که باید انجام شود: سمیت پرتویی فرآورده‌های تحت عملیات، حالت فیزیکی و شیمیایی آنها، نوع عملیات (با توجه به انفجار و آتش‌سوزی).
- مشخصه‌های اصلی مربوط به تهویه، فیلتراسیون و پاکسازی هوا.

جدول الف.۳- مشخصه‌های محفظه‌های ایمنی بر مبنای طبقه و ماهیت فرآورده‌های تحت عملیات

طبقه	۱ الف	۱ ب	۱ پ	۲	۳	۴
محفظه ایمنی ایستا	با اتمسفر کنترل شده			با اتمسفر کنترل شده	بدون اتمسفر کنترل شده	
محفظه	شرایط گاز بی‌اثر برای حفاظت فرآیند			شرایط گاز بی‌اثر یا با اتمسفر دائماً خطرناک برای کارکنان و محیط	دائماً خطرناک برای کارکنان و محیط	که می‌تواند برای کارکنان و محیط خطرناک باشد
آهنگ نشت $T_f\,(h^{-1})$	$\leq ۵ \times ۱۰^{-۴}$			$< ۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$	$< ۱۰^{-۲}$	$< ۱۰^{-۱}$
فشار داخل محفظه (اتاق)	به طور دائم (۲۰ daPa تا ۴۰ daPa)					
فرآورده‌های تحت عملیات				فرآورده‌های شیمیایی یا سمی فرآورده‌های پرتوزا یا سترون		
					فرآورده‌های شیمیایی یا سمی و (یا) فرآورده‌های حساس به رطوبت و اکسیژن. فرآورده‌های آلاینده با پرتوزایی ویژه خیلی بالا	
	فرآورده‌های آلاینده با پرتوزایی ویژه خیلی بالا و/یا فرآورده‌های حساس به					
	رطوبت	رطوبت و اکسیژن	نم و مقدار بسیار کم اکسیژن			
اتمسفر	گاز خنثی: آرگون، نیتروژن، هلیوم. بیشینه ناخالصی: $H_2 < ۱۰$ ppm $H_2O < ۵$ ppm	گاز خنثی، آرگون، نیتروژن، هلیوم. بیشینه ناخالصی: < ۱۰۰۰ ppm $H_2O \triangleq ۴۰$ ppm $O_2 \triangleq ۳۰$ ppm	گاز یا هوای خشک H_2O: ۱۰۰ ppm تا ۲۰۰ppm	گاز (بیشینه غلظت ناخالصی کل ۱ ٪) یا هوای محیط یا هوای خشک		هوای محیط گاز یا هوای خشک
نوع شبکه				شبکه باز		
				شبکه نیمه باز		
			شبکه بسته			
سیستم تهویه ورودی خارج محفظه	گاز خنثی		هوای خشک	هوای محیط حاصل از اتاق (می‌تواند فیلتر شده باشد، مطبوع سازی شده باشد، گاز یا هوای خشک)		
				گاز یا هوای خشک گرفته شده از مخزن یا هواساز		
خروجی	گاز در چرخش از میان واحد پالایش			با شبکه تخلیه عمومی		

پیوست ب
(اطلاعاتی)
استانداردسازی فیلتر تهویه

ب.۱ پیشینه

فیلترهای هوا برای پاکسازی عمومی هوا شامل فیلترهای ذره‌ای و فیلترهای بخار است. فیلترهای ذره‌ای شامل فیلترهای درشت، ریز، هپا و فیلترهای هوای ذره‌ای با نفوذپذیری فوق‌العاده کم (اولپا) است. انواع فیلترها بر اساس عملکرد فیلتراسیون طبقه‌بندی می‌شوند. استانداردهای مختلف مورد قبول سازمان انرژی اتمی ایران، اروپایی و بین‌المللی، همانند استانداردهای مرتبط با انجمن‌های صنفی مانند یوروونت، براساس آزمون ائروسل مورد استفاده طبقه‌بندی می‌کنند.

برای مثال:

Soda fluorescein (particles of 0.15 μm): NF X 44-011.
Monodispersed DOP (dioctylphtalate) of 0.3 μm: US MIL STD 282.
NaCl (sodium chloride) of 0.35 μm: Eurovent 4/4.
Paraffin oil: DIN 24185.

روش‌های آزمون کارایی برای فیلترهای هپا و اولپا امکان استفاده از ائروسل‌های همگن تک توزیعی یا چند توزیعی را برای تعیین کارایی‌های فیلتراسیون ذره‌ای به صورت تابعی از اندازه ذره فراهم می‌کنند. اندازه‌ای از ذره که در آن بیشترین نفوذپذیری اتفاق می‌افتد، ابتدا در آزمون‌های بستر ورق مسطح فیلتر تعیین می‌شود. آزمون‌های اجزای فیلتر (که با استفاده از بستر همان فیلتر ساخته شده‌اند) می توانند با استفاده از آن اندازه ائروسل همگن تک توزیعی که در آن بیشترین نفوذپذیری اتفاق می‌افتد (نفوذپذیرین اندازه ذره، MPPS، به شکل ب.۱ مراجعه شود) یا با استفاده از یک ائروسل چند توزیعی که اندازه متوسط آن نزدیک MPPS است انجام شوند. آزمون‌های با ائروسل‌های تک توزیعی می‌تواند با استفاده از تجهیزات شمارش ذرات متراکم صورت گیرند، درحالیکه آزمون‌هایی که از ائروسل‌های چند توزیعی استفاده می‌کنند به شمارشگرهای نوری بر اساس تفکیک اندازه ذرات نیاز دارند.

هنگام تعیین کارایی اجزای فیلتر، غلظت ائروسل‌های پایین دست می‌تواند از نمونه‌های هوایی که با استفاده از روش جامع (نمونه برداری تک نقطه‌ای پس از اختلاط) یا اسکن بدست آمده تعیین شود. روش اسکن همچنین امکان تعیین کارایی "محلی" را فراهم می‌کند.

ب.۲ استانداردهای جدید

الزامات استانداردهای جدید آزمون اروپایی، ابتدا با مشخصه‌های روش‌های استاندارد موجود تشریح شده در بند ب.۱ مقایسه شدند.

الزامات آزمون عملکرد- فیلتراسیون همراه با فن‌آوری ابزار الکترونیک ریز مقیاس توسعه می‌یابد. به طور کلی، الزامات کارایی فیلتراسیون صنعت هسته‌ای به آن صورت برای پیشرفت تحت فشار نیست. اگرچه، به

نظر می‌رسید که امکان استفاده از فیلترهای اولپا با عملکرد اصلاح شده می‌توانست در برخی شرایط مفید باشد.

نتیجه آنکه، روش‌های استاندارد شده موجود، زمینه فنی مناسبی برای تأمین الزامات فراهم نمی‌کردند. نقایص روش‌های موجود بر حسب نیاز در حیطه های ذیل شناسایی شدند:

الف- برای تطبیق یک سیستم طبقه‌بندی پیوسته عموماً قابل قبول برای فیلترهای هپا و اولپا؛

ب- برای یک روش آزمون با قابلیت پوشش گستره کامل کارایی از ۸۵٪ تا ۹۹٫۹۹۹۹۹۹٪ یا $DF/10^{7}$؛

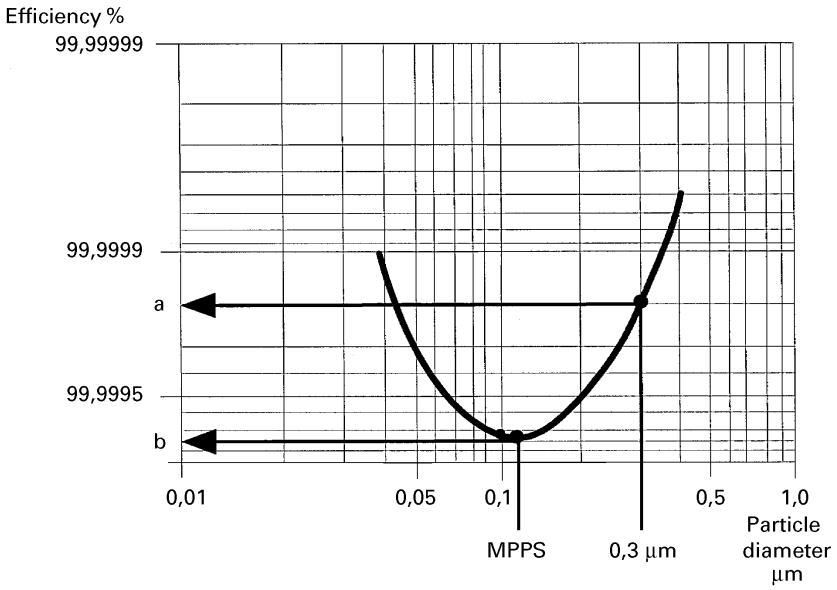
پ- برای آزمون درMPPS؛

ت- برای بیان نتایج آزمون ترجیحاً برحسب شماره ذرات تا جرم ذرات؛

ث- برای در برداشتن اندازه‌گیری‌های نشت در طراحی آزمون‌ها و ارتباط آنها با کارایی کل و طبقه‌بندی فیلترها؛

ج- برای دربرداشتن اندازه‌گیری‌های کارایی تابع اندازه ذره در روند کلی؛

ح) برای برقراری همبستگی بین نتایج آزمون‌های انجام شده با سازمان‌دهی‌های متفاوت.



a کارایی DOP

b کارایی MPPS

شکل ب.۱ – نفوذپذیرترین اندازه ذره (MPPS)

ب.۳ گروه‌ها و کلاس‌های فیلترهای هوا

فیلترهای ذره‌ای هوا و بخار بر اساس عملکرد فیلتراسیون خود طبقه‌بندی می‌شوند (به جدول ب.۱ مراجعه شود).

جدول ب.۱- گروه‌ها و کلاس‌های فیلترهای هوا براساس عملکرد فیلتراسیون

نوع فیلتر	مشخصه‌های عملکرد	
	گروه	کلاس
فیلترهای ذره‌ای هوا	G	فیلترهای درشت، کلاس‌های G_1 تا G_4
	F	فیلترهای ریز، کلاس‌های F_5 تا F_9
	هپا	کارایی بسیار بالای ربایش ذرات هوا، کلاس‌های H_{10} تا H_{14}
	اولپا	نفوذپذیری فوق‌العاده کم هوا ، کلاس‌های U_{15} تا U_{17}
فیلترهای بخار	جذب سطحی	حذف آلودگی‌های گازی یا بخار

ب.۴ الزامات EN 779

برای طبقه بندی فیلترهای کلاس G و F مطابق EN 779، معیارهای زیر استفاده می‌شوند:

- جریان هوای m^3/h ۰٫۹۴۴ ($۳۴۰۰ m^3/h$) اگر سازنده آهنگ جریان هوا را معین نکرده باشد؛
- ۲۵۰Pa بیشینه افت فشار نهایی برای فیلترهای درشت (G)؛
- ۴۵۰Pa بیشینه افت فشار نهایی برای فیلترهای ریز (F)؛

اگر فیلترها در m^3/s ۰٫۹۴۴ و در بیشینه افت فشار نهایی مورد آزمون قرار گیرند، مطابق جدول ب.۲ (مثلاً G3، F7) طبقه بندی می‌شوند.

اگر فیلترها در جریان‌های دیگر هوا و در افت فشار نهایی کمتر مورد آزمون قرار گیرند ، مطابق جدول ب.۲ تحت شرایط آزمون ذکر شده در پرانتز (مثلاً G4، m^3/s ۰٫۷، ۲۰۰Pa؛ F7، m^3/s ۱٫۲۵، ۳۰۰Pa) طبقه بندی می‌شوند.

جدول ب.۲- طبقه‌بندی مطابق EN 779

کلاس EN 779	افت فشار نهایی Pa	گیراندازی میانگین Am (%) غبار مصنوعی (۱)	گیراندازی میانگین Am (%) ذرات µm ۰٫۴ (۲)	معادل Eurovent 4/5
G1	۲۵۰	$A_m < ۶۵$	—	EU 1
G2	۲۵۰	$۶۵ < A_m < ۸۰$	—	EU 2
G3	۲۵۰	$۸۰ < A_m < ۹۰$	—	EU 3
G4	۲۵۰	$۹۰ < A_m$	—	EU 4
F5	۴۵۰	$۴۰ < E_m < ۶۰$		EU 5
F6	۴۵۰	$۶۰ < E_m < ۸۰$	—	EU 6
F7	۴۵۰	$۸۰ < E_m < ۹۰$	—	EU 7
F8	۴۵۰	$۹۰ < E_m < ۹۵$	—	EU 8
F9	۴۵۰	$۹۵ < E_m$		EU 9

یادآوری ۱- بارگذاری غبار (غبار مصنوعی آزمون) مشخص شده مشابه موردی است که ASHRAE 52.1 و 52.2 بیان شده است. غبار معرف غبار واقعی جهان نیست، اما به مدت بیش از ۲۰ سال برای شبیه سازی بارگذاری فیلتر استفاده شده است. این غبار تا زمان پیشرفت یک غبار واقعی‌تر همچنان مورد

استفاده قرار خواهد گرفت (طرح‌های پژوهشی در جریان هستند).

یادآوری ۲- به دلایل زیر برای آزمون کارایی یک ائروسل مایع انتخاب شده است:

- تاکنون تجربیاتی توسط کاربران تکنیک‌های Eurovent 4/5 بدست آمده، بنابراین تجهیزات زیادی از قبل موجود هستند؛
- تولید ائروسل‌های مایع در غلظت، گستره اندازه و درجه پایداری مورد نیاز نسبت به ائروسل‌های جامد آسان‌تر است؛
- ائروسل می‌تواند در توزیع بار بولتزمن که معرف توزیع بار ائروسل اتمسفری هوا در گذشته است قرار گیرد.

ب.۵ الزامات EN 1822 و Eurovent 4/4 برای فیلترهای هپا و اولپا

جدول ب.۳ طبقه‌بندی فیلترهای هپا و اولپا را که توسط استاندارد CEN 1822 پیشنهاد شده و جدول ب.۴ طبقه‌بندی را بر اساس Eurovent 4/4 ارائه می‌کند.

جدول ب.۳- طبقه‌بندی مطابق EN 1822

فیلتر		مقادیر MPPS					
		کلی			محلی		
گروه	طبقه	کمینه کارایی *E (%)*	بیشینه نفوذپذیری *P (%)*	کمینه DF	کمینه کارایی *E (%)*	بیشینه نفوذپذیری *P (%)*	کمینه DF
هپا (H)	H10	۸۵	۱۵	۶/۷	—	—	—
	H11	۹۵	۵	۲۰	—	—	—
	H12	۹۹٫۵	۰٫۵	۲۰۰	۹۷٫۵	۲٫۵	۴۰
دامنه صنعت هسته‌ای	H13	۹۹٫۹۵	۰٫۰۵	۲۰۰۰	۹۹٫۷۵	۰٫۲۵	۴۰۰
	H14	۹۹٫۹۹۵	۰٫۰۰۵	۲۰۰۰۰	۹۹/۹۷۵	۰٫۰۲۵	۴۰۰۰
اولپا (U)	U15	۹۹٫۹۹۹۵	۰٫۰۰۰۵	۲۰۰۰۰۰	۹۹٫۹۹۷۵	۰٫۰۰۲۵	۴۰۰۰۰
	U16	۹۹٫۹۹۹۹۵	۰٫۰۰۰۰۵	۲۰۰۰۰۰۰	۹۹٫۹۹۹۷۵	۰٫۰۰۰۲۵	۴۰۰۰۰۰
	U17	۹۹٫۹۹۹۹۹۵	۰٫۰۰۰۰۰۵	۲۰۰۰۰۰۰۰	۹۹٫۹۹۹۹	۰٫۰۰۰۱	۱۰۰۰۰۰۰

جدول ب.۴- طبقه‌بندی مطابق Eurovent 4/4

طبقه فیلتر	حدود		
	کارایی اولیه E_i (%)	نفوذپذیری اولیه P_i (%)	کمینه DF DF_i
E10	۹۹٫۰< E_i < ۹۹٫۹	۵ < P_i < ۰٫۱	۱۰۰۰ < DF_i < ۲۰
E11	۹۹٫۹< E_i < ۹۹٫۹۷	۰/۱< P_i < ۰٫۰۳	۱۰۰۰< DF_i < ۳۳۰۰
E12	۹۹٫۹۷< E_i < ۹۹٫۹۹	۰٫۰۳< P_i < ۰٫۰۱	۳۳۰۰< DF_i < ۱۰۰۰۰
E13	۹۹٫۹۹ < E_i < ۹۹٫۹۹۹	۰٫۰۱< P_i < ۰٫۰۰۱	۱۰۰۰۰< DF_i < ۱۰۰۰۰۰
E14	۹۹٫۹۹۹< E_i	۰٫۰۰۱< P_i	۱۰۰۰۰۰< DF_i

پیوست پ
(اطلاعاتی)
کتابنامه

[1] ISO 7212, Enclosures for protection against ionizing radiation — Lead shielding units for 50 mm and 100 mm thick walls.
[2] ISO 9404-1, Lead shielding units for 150, 200 and 250 mm thickness enclosures — Part 1: Chevron units of 150 mm and 200 mm thickness.
[3] ANSI/ASHRAE[1] [1]52.1:1992, Gravimetric and dust-spot methods for testing air-cleaning devices used in general ventilation for removing particulate matter.
[4] ASHRAE 52.2:1998, Method of testing general ventilation air cleaning devices for removal efficiencies by particle size.
[5] ASHRAE 52.2:1997, Method of testing general ventilation air-cleaning devices for determination of efficiency.
[6] Eurovent 4/9:1997, Method of testing air filters used in general ventilation for determination of efficiency.
[7] Eurovent 4/4:1976, Method of testing of filters using sodium chloride technique and photometric flame measurement device.
[8] NF X44-011:1972, Air cleaning devices. Method of measuring filter efficiency using a uranine (fluorescent) aerosol.
[9] Nordtest[2] NT VVS 117:1998, Test method for electret filters. Determination of the electrostatic enhancement factor of filter media.

[1] American national standards institute/American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers.
[2] Organization for common test recommendation in Nordic countries.