

Фільтри респіраторів

Існують ізолюючі респіратори (в которых для дихання не используется окружающий воздух) і фільтруючі респіратори (в яких для дихання використовується навколишній повітря після очищення фільтрами).

Для очищення повітря в фільтруючих респіраторах можуть використовуватися різні фільтри, залежно від виду забруднень навколишнього повітря:

- протиаерозольні (шкідливі речовини у вигляді пилу, диму і туману);
- противогазні (шкідливі речовини в газоподібному стані - гази, пари);
- комбіновані (протиаерозольні і противогазні разом). У цьому випадку повітря спочатку очищається протиаерозольним фільтром, а потім - противогазними.

1 Протиаерозольні фільтри

1.1 Принцип роботи

Для очищення повітря від аерозолів використовують фільтри, які складаються з великої кількості тонких волокон. При проходженні повітря через фільтр, він огинає волокна, змінюючи напрямок руху. Відносно великі частки (великі 5 мкм) за інерцією не встигають змінити напрямок руху, стикаються з волокном і прилипають до нього (інерційне уловлювання). Якщо частинка змінює напрямок руху так, що може пройти повз волокна, але відстань від центру до поверхні волокна менше її радіусу, то вона стосується волокна і прилипає до нього (уловлювання дотиком). Якщо частка дуже маленька (менше 0.05 мкм), то під дією ударів молекул вона робить хаотичні рухи з боку в бік щодо своєї «усередненої» траєкторії, і за рахунок цього може зіткнутися з волокном (вловлювання з допомогою дифузії). При наявності електричного заряду на волокні та/або частці з'являються кулонівських і/або поляризаційні сили, що сприяють уловлювання частинок - особливо дрібних, до 1 мкм. Ілюстрація різних способів уловлювання аерозолів

1.2 Випробування

При сертифікації^[1] фільтрів та фільтрувальних полумасок їх перевіряють в лабораторних умовах. Вимірюється їх опір диханню і проникнення аерозолу

контрольного речовини (з заданими властивостями) при певній витраті повітря. Як контрольне речовина часто використовують аерозоль, що складається з частинок хлориду натрію (тверді частинки); парафінового масла і диоктилфталата (рідкі частинки). Так як проникнення частинок через фільтр залежить від їх розміру, то при перевірці використовують такі частки, розмір яких близький до «найбільш проникаючим». Якщо після цього у виробничих умовах через фільтр буде проходити повітря, забруднене промислової пилом іншого розміру, то ступінь очищення буде вище. При забрудненні фільтра уловленого пилом його властивості змінюються. Тому при сертифікації фільтри можуть перевірятися на запылення - їх властивості перевіряють після того, як вони зрозуміли таку кількість пилу, яка може потрапити на них протягом 1 зміни (наприклад - 200 мг на 1 комплект фільтрів). При попаданні деяких аерозолів на фільтри (наприклад - масляного туману), зроблені з волокон, що містять електричний заряд, останній може зменшуватися і зникати, що погіршує ступінь очищення фільтрів. Фільтри, призначені для використання в таких умовах мають іншу маркування і перевіряються при впливі інших аерозолів.

1.3 Класифікація

В даний час в ЄС, РФ і на Україні прийнята схожа класифікація противоаерозольних фільтрів. А в США класифікація противоаерозольних фільтрів відрізняється від європейської.

Таблиця 1. Класифікація противоаерозольних фільтрів в ЄС і в РФ (наводиться їх позначення і ступінь очищення) і фільтруючих полумасок (FFP)

Змінні протиаерозольні фільтри мають біле забарвлення.

Респіратори - фільтрувальні півмаски спочатку розроблялись як одноразовий засіб захисту. Але на практиці їх часто використовували неодноразово. У зв'язку з цим новий стандарт ЄС (EN 149:2001+A1:2009 «Respiratory protective devices - Filtering half masks to protect against particles - Requirements, testing, marking») і ГОСТ Р 12.4.191-2011 вимагають вказувати можливість неодноразового використання (R) або його неможливість (NR), наприклад: FFP3 R (допустимо неодноразове використання), FFP2 NR (для одноразового використання).

На відміну від стандарту ЄС (позначення S, SL) і

стандарту США (позначення N, R, P), стандарт РФ не дозволяє визначити припустиме використання фільтра (фільтруючої напівмаски) при дії рідких аерозолів, які здатні нейтралізувати електричні заряди волокон, що погіршує ефективність очищення.

Таблиця 2. Классификация фильтров и фильтрующих полумасок в США (приводится их обозначение и степень очистки)

Колір фільтра класу P100 - фіолетовий, у P95, P99, R95, R99 і R100 - помаранчевий, у N95, N99 та N100 - (колір "Teal" - птах чирок). Серед фільтруючих полумасок найбільш поширеними є N95, які приблизно відповідають FFP2 (ЄС/РФ).

1.4 Заміна противоаэрозольных фільтрів

При використанні респіраторів без примусової подачі повітря заміну фільтрів зазвичай проводять при такому забрудненні фільтра, коли стає важко дихати; або при пошкодженні фільтра. У США немаслостойкие фільтри (тип R) потрібно замінити кожну зміну.

При використанні респіраторів з примусовою подачею повітря фільтри зазвичай замінюють по мірі їх забруднення - коли вентилятор вже не може забезпечити подачу необхідної кількості повітря. Для перевірки витрати повітря виробники ЗІЗОД роблять різні пристосування. У Airstream Helmet зроблена пластинка з отворами, яка "присмоктується" до отвору для входу повітря при досить великій витраті, і падає під дією сили тяжіння при недостатньо великому витраті. ЗМ зробила "поплавок", який вставляється в шланг (недуший від блоку фільтрації на поясі до масці). Це пристосування "спливає" в потоці повітря, що подається, і величина підйому залежить від витрати повітря.

Частина респіраторів з примусовою подачею повітря оснащена датчиками витрати повітря або датчиками надлишкового тиску під маскою, і їх свідчення можуть використовуватися для своєчасної заміни фільтрів.

2 Противогазные фільтри

2.1 Принцип роботи

Для очищення повітря від шкідливих газів зазвичай використовується поглинач (сорбент) і/або каталізатор. Як поглинач часто використовується активоване вугілля, що володіє великою площею поверхні. Для поліпшення уловлювання його можуть просочувати різними хімічними сполуками. За рахунок дифузії молекули шкідливих газів досягають його поверхні

і уловлюються. Каталізатор може використовуватися для знешкодження шкідливих газів при протіканні хімічної реакції (наприклад $\rightarrow 2$). Якщо для ефективної роботи сорбенту або каталізатора потрібно, щоб повітря було досить сухий, то перед ними розміщують поглинач вологи.

2.2 Класифікація

2.2.1 Класифікація радянських противогазных фільтрів

Таблиця 3. Радянські противогазные коробки

В тех случаях, когда имелся противоаэрозольный фильтр, коробка дополнительно защищала от пыли, дыма и тумана, и на ней имелась белая вертикальная полоса.

2.2.2 Класифікація противогазных фільтрів в Европейському Союзі, Україні і РФ (сучасна)

Таблиця 4. Сучасна класифікація і маркування противогазных фільтрів в ЄС і РФ для засобів індивідуального захисту без примусової подачі повітря

Крім того існують:

- противогазные фільтри для захисту від спеціальних сполук **SX** (фіолетові, використовувані в респіраторах без примусової подачі повітря), які не поділяють на класи.
- противогазные фільтри для захисту від органічних сполук з низькою температурою кипіння, ухваленими **O** (коричневий, тільки для одноразового застосування, використовувані в респіраторах без примусової подачі повітря), які не поділяють на класи.

Якщо противогазний фільтр призначений для захисту від декількох різних шкідливих газів, то в його позначенні наводиться перелік позначень для окремих видів уловлюваних шкідливих газів, наприклад: **A2B1**, колір - коричнево-сірий.

2.2.3 Маркування противогазных фільтрів в США

Работодатель должен гарантировать, что используются на рабочем месте фильтры будут иметь маркировку и колірне кодування, і що це маркування не буде віддалятися і буде удобночитаема. При цьому в США вимагають, щоб фільтри обиралися не за їх кольором, а написи, де точно вказані шкідливі речовини, від яких захищає фільтр, і обмеження його застосування.

Таблиця 5. Маркування противогазних фільтрів в США (2010р)

Помаранчевий колір може використовуватися для фарбування всього корпусу фільтра, або як смужка. Але цього кольору немає в таблиці, і для визначення того, від чого захищає фільтр з таким маркуванням, слід прочитати напис

2.3 Випробування

При сертифікації противогазних фільтрів в лабораторії перевіряється час їх захисної дії при впливі деяких шкідливих газів, перелічених нижче.



Комбінований фільтр в розрізі. Внизу, першим по ходу повітря - протиаерозольний фільтр (білий, гофрований), вище - відділення для гранул сорбенту (вони висипались).

Таблиця 6. Випробування противогазних фільтрів при сертифікації (РФ)

Важливо відзначити, що всі стандарти сертифікації противогазних фільтрів, призначені тільки для того, щоб перевірити - чи відповідають ці фільтри певного мінімального набору вимог, і тому ці стандарти і написані в них значення не можна використовувати для визначення захисних властивостей у виробничих умовах - там, де вони будуть використовуватися.

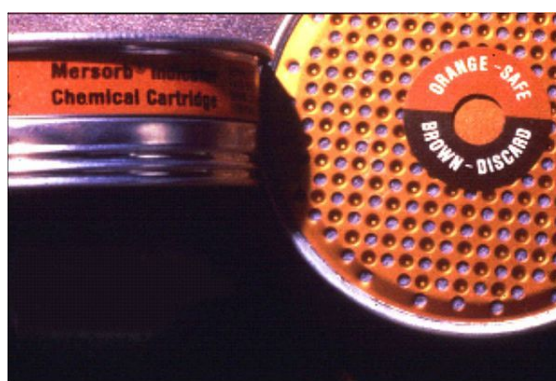
Конкретні приклади:

- Існують сотні шкідливих для здоров'я газів. Але в стандартах, перерахованих в кінці статті, немає жодного, який би передбачав випробування респіраторів при впливі сотень шкідливих речовин, і ці стандарти не дозволяють визначити термін служби противогазних фільтрів при дії таких речовин.
- В тих випадках, коли в повітрі робочої зони є саме ті речовини, які зазначені в стандарті, потрібно враховувати, що з-за відмінностей в: витраті повітря, температури і вологості повітря, концентрації шкідливих речовин (між лабораторними та виробничими умовами) термін слу-

жби фільтра може значно відрізнятися від величини, зазначеної в стандарті.

Тому стандарти сертифікації противогазних фільтрів не можна використовувати для визначення їх терміну служби. Для цього в розвинених країнах виробники респіраторів дають конкретні вказівки для конкретних шкідливих речовин або їх поєднання, конкретних умов застосування. Така інформація може надаватися у вигляді безкоштовного програмного забезпечення: MSA — Cartridge Life Calculator, Приклад 3М, Приклад). Детальніше див. Способи заміни противогазових фільтрів респіраторів.

2.4 Заміна противогазних фільтрів



*Індикатор закінчення терміну служби противогазного фільтра - пасивний (End of Service Life Indicator **ESLI**). При зміні кольору гуртка (в центрі) з помаранчевого на коричневий фільтр необхідно замінювати.*

Своєчасна заміна противогазних фільтрів є дуже складною технічною проблемою, і способи її рішення описані в окремій статті Способи заміни противогазних фільтрів респіраторів.

3 Комбіновані фільтри

В комбінованому фільтрі є противогазний протиаерозольний фільтр і фільтр. тому їх маркування складається з переліку позначень, що належать до противогазному фільтру, і позначень класу протиаерозольного фільтра. Колір такого фільтра складається з квітів противогазного фільтра і білої смуги (протиаерозольний фільтр). Наприклад: "A2B1P3", колір - коричневий + сірий + білий.

Крім того, існують:

- фільтри для захисту від оксидів азоту **Ng-P3** (Червоно-білий), і для захисту від сполук ртуті **NO-P3** (Синьо-білий), які виготовляються разом з протиаерозольним фільтром високої ефективності.

4 Література

Стандарти СРСР

- ГОСТ 12.4.075-79 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Метод определения CO₂ и O₂ во вдыхаемой смеси 01.07.1980
- ГОСТ 12.4.122-83 Коробки фильтрующе-поглощающие для промышленных противогазов. Технические условия
- ГОСТ 12.4.156-75 Противогазы и респираторы промышленные фильтрующие. Нефелометрический метод определения коэффициента проницаемости фильтрующе-поглощающих коробок по масляному туману 01.01.1976
- ГОСТ 12.4.158-90 Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Методы определения времени защитного действия фильтрующе-поглощающих коробок по паробразным вредным веществам
- ГОСТ 12.4.159-90 Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Методы определения времени защитного действия фильтрующе-поглощающих коробок по газообразным вредным веществам 01.01.1991
- ГОСТ 12.4.160-90 Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Метод определения времени защитного действия фильтрующе-поглощающих коробок по оксиду углерода 01.01.1991
- ГОСТ 12.4.161-75 Противогазы и респираторы промышленные фильтрующие. Метод определения времени защитного действия фильтрующе-поглощающих коробок по парам ртути 01.01.1976

Стандарти України та РФ, розроблені на основі стандартів Європейського Союзу

- ДСТУ EN 405:2003 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтрувальні півмаски з клапанами для захисту від газів і аерозолів. Вимоги, випробування, маркування (EN 405:2001, IDT)
- ГОСТ Р 12.4.192-99 Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски фильтрующие с клапанами вдоха и несъемными противогазовыми и (или) комбинированными фильтрами. Общие технические условия 01.01.2003
- ГОСТ Р 12.4.193-99 Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Фильтры противогазовые и комбинированные. Общие технические условия 01.01.2003
- ДСТУ EN 143-2002 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Протиаерозольні фільтри. Вимоги, випробування, маркування
- ГОСТ Р 12.4.194-99 Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Фильтры противоаэрозольные. Общие технические условия
- ДСТУ EN 1827-2001 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Напівмаски без клапанів вдиху та з віддільними фільтрами для захисту від газів або газів та аерозолів, або тільки від аерозолів. Вимоги, випробування, маркування
- ДСТУ EN 12083-2001 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтри з дихальними шлангами (позамаскові фільтри): протиаерозольні, протигазові та комбіновані. Вимоги, випробування, маркування
- ГОСТ Р 12.4.231-2007 Средства индивидуальной защиты органов дыхания. АХ противогазовые и комбинированные фильтры для защиты от органических соединений с низкой температурой кипения. Общие технические условия
- ГОСТ Р 12.4.232-2007 Средства индивидуальной защиты органов дыхания. SX противогазовые и комбинированные фильтры для защиты от специальных соединений. Общие технические условия 01.07.2007
- ДСТУ EN 14387:2006 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтри протигазові і фільтри скомбіновані. Вимоги, випробування, маркування
- ГОСТ 12.4.235-2012 (EN 14387:2008) Фильтры противогазовые и комбинированные. Общие технические требования. Методы испытаний. Маркировка
- ГОСТ 12.4.245-2013 Фильтры противогазовые и комбинированные. Общие технические условия

- ГОСТ 12.4.246-2013 Фильтры противоаэрозольные. Общие технические условия
- ДСТУ EN 14387:2006 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтри протигазові і фільтри скомбіновані. Вимоги, випробування, маркування
- ГОСТ Р 12.4.251-2009 (EN 14387:2008) Фильтры противогазовые и комбинированные. Общие технические требования. Методы испытаний. Маркировка 2011-07-01
- ДСТУ EN 13274-1:2005 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Методи випробування. Частина 1. Визначення коефіцієнта проникання і загального коефіцієнта проникання
- ГОСТ Р EN 13274-7-2012 Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Методы испытаний. Часть 7. Определение проницаемости противоаэрозольного фильтра
- ДСТУ EN 13274-7:2005 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Методи випробування. Частина 7. Визначення коефіцієнта проникання протиаэрозольного фільтра
- ДСТУ EN 13274-8:2005 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Методи випробування. Частина 8. Визначення забитості доломітовим пилом

Інші джерела

- Руководство Национального института охраны труда (NIOSH) по профилактике туберкулёза в медучреждениях (*переклад рус.*)
- Руководство Ассоциации американских промышленных гигиенистов (AИНА) по цветовому кодированию *Implementing the New Z88.7 — Respirator Element Color Coding*

5 Примітки

- [1] Відеоролик із записом випробування фільтра, фільтрувальної напівмаски

6 Джерела, дописувачі та ліцензії тексту і зображень

6.1 Текст

- **Фільтри респіраторів** *Джерело:* <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B8%20%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%96%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2?oldid=14930793> *Дописувачі:* AlexChirkin і Аноніми: 1

6.2 Зображення

- **Файл:Cross_section_of_filter_of_gas_mask.jpg** *Джерело:* http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/Cross_section_of_filter_of_gas_mask.jpg *Ліцензія:* CC-BY-2.5 *Дописувачі:* Власна робота *Художник:* Michal Mañas (User:snek01)
- **Файл:Translation_arrow.svg** *Джерело:* http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Translation_arrow.svg *Ліцензія:* CC-BY-SA-3.0 *Дописувачі:* Це векторне зображення було створено з допомогою Inkscape. . *Художник:* Jesse Burgheimer
- **Файл:Индикатор_окончания_срока_службы_ESLI.jpg** *Джерело:* http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D1%81%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B1%D1%8B_ESLI.jpg *Ліцензія:* Public domain *Дописувачі:* Презентація OSHA OSHA's Respiratory Protection Standard 29 CFR 1910.134 *Художник:* US Occupational Safety & Health Administration

6.3 Ліцензія вмісту

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0