ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70064.1— 2022 (ИСО 16890-1:2016)

ФИЛЬТРЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Часть 1

Технические характеристики, требования и система классификации, основанная на эффективности улавливания взвешенных частиц (ePM)

(ISO 16890-1:2016, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Закрытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ЗАО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 061 «Вентиляция и кондиционирование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 сентября 2022 г. № 917-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 16890-1:2016 «Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 1. Технические характеристики, требования и система классификации, основанная на эффективности улавливания взвешенных частиц (ePM)» [ISO 16890-1:2016 «Air filters for general ventilation — Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM)», MOD] путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2016
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
3.1 Пылезадерживающая способность и эффективность 2
3.4 Расход воздуха 3
3.5 Взвешенные частицы 3
3.7 Размер и диаметр частиц 3
4 Обозначения и сокращения 4
5 Технические характеристики и требования к фильтрам 4
5.1 Общие положения 4
5.2 Материал 4
5.3 Номинальный расход воздуха 4
5.4 Перепад давления 5
5.5 Кривые фракционной эффективности (эффективность в зависимости от размера частиц) 5
5.6 Пылезадерживающая способность 5
6 Методика и порядок испытаний 5
7 Система классификации, основанная на эффективности улавливания взвешенных частиц (*e*PM) . . 6
7.1 Определение стандартизованного распределения частиц по размерам для атмосферного воздуха 6
7.2 Вычисление эффективности улавливания взвешенных частиц (*e*PM) 8
7.3 Классификация 9
8 Представление результатов испытаний 9
8.1 Общие положения 9
8.2 Интерпретация протоколов испытаний 10
8.3 Сводка результатов испытаний 10
Приложение А (справочное) Унос частиц с фильтров 15
Приложение В (справочное) Примеры 17
Приложение С (справочное) Оценка содержания ультрамелких частиц ниже по потоку от фильтра . 20
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 23
Библиография 24

Введение

Воздействие взвешенных в воздухе частиц (PM) на здоровье человека широко изучается в течение нескольких последних десятилетий. Результаты исследований показывают, что тонкодисперсная пыль может представлять серьезную опасность для здоровья, способствуя развитию или даже являясь причиной респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний. В соответствии с размером частицы делят на различные группы. Наиболее важными из них являются группы PM_{10}, $PM_{2,5}$ и PM_1. Агентство по охране окружающей среды США (EPA), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Европейский союз определяют PM_{10} как частицы, проходящие через селективное входное отверстие устройства отбора проб, обеспечивающее отсеивание частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм с эффективностью 50 %. $PM_{2,5}$ и PM_1 определяют аналогичным образом. Однако это определение не является точным, если отсутствует информация о методе отбора проб и входном воздуховоде устройства отбора проб с точно известной кривой разделения. Для Европы эталонный метод отбора проб и определения PM_{10} установлн в *[1]*. Принцип измерений основан на отборе фракции частиц PM_{10}, содержащихся в воздухе, на фильтр и дальнейшем гравиметрическом определении массы (см. *[2]*).

В связи с тем, что точное определение PM_{10}, $PM_{2,5}$ и PM_1 является довольно трудоемким и требует проведения непростых измерений, такие общественные организации, как Агентство по охране окружающей среды США или Федеральное агентство по охране окружающей среды Германии, чаще используют в публикациях более простое обозначение PM_{10}, как фракции частиц размером не более 10 мкм. Подобное отклонение от вышеупомянутого «официального» определения не оказывает существенного влияния на эффективность улавливания частиц фильтрующим элементом, и в стандартах серии *ГОСТ Р 70064* применено упрощенное определение фракций частиц PM_{10}, $PM_{2,5}$ и PM_1.

В стандартах серии *ГОСТ Р 70064* под взвешенными частицами следует понимать долю аэрозольных частиц (частиц жидкости и твердых частиц) определенного размера, взвешенных в воздухе. Эффективность улавливания фильтром очистки воздуха частиц с оптическим диаметром от 0,3 до *x* мкм обозначают как ePM_x. В таблице 1 приведены диапазоны размеров частиц и соответствующие им значения эффективности улавливания.

Таблица 1 — Диапазоны оптического диаметра частиц для определения эффективности улавливания, ePM_x

Эффективность	Диапазон размеров, мкм
ePM_{10}	$0,3 \le x \le 10$
$ePM_{2,5}$	$0,3 \le x \le 2,5$
ePM_1	$0,3 \le x \le 1$

Фильтры очистки воздуха общего назначения широко применяют в системах отопления, вентиляции и кондиционирования зданий. В этом случае фильтры очистки воздуха значительно влияют на качество воздуха в замкнутом помещении и, таким образом, на здоровье людей, понижая содержание взвешенных частиц. Для выбора фильтров правильного типа инженеры-конструкторы и инженерно-технические работники должны иметь в своем распоряжении охарактеризованный универсальный метод испытаний и классификации фильтров очистки воздуха в соответствии с их эффективностью, а главным образом, эффективностью улавливания взвешенных в воздухе частиц для устранения барьеров в международной торговле и производстве. В действующих в настоящее время национальных стандартах установлены совершенно другие методы испытаний и классификации, которые не дают сопоставимых результатов, что мешает вывести на международный рынок универсальные изделия. Кроме того, применяемые в настоящее время отраслевые стандарты имеют известные ограничения, так как при их применении получают результаты, которые, как правило, значительно отличаются от характеристик фильтра при эксплуатации, то есть происходит завышение значений эффективности улавливания частиц для многих изделий.

В стандартах серии *ГОСТ Р 70064* установлен новый подход к системе классификации, обеспечивающий получение более точных и достоверных результатов по сравнению с результатами, получаемыми методами, установленными в существующих стандартах.

В стандартах серии *ГОСТ Р 70064* описаны испытательное оборудование, материалы, технические характеристики, требования, порядок приемочных испытаний и методики для получения в условиях лаборатории данных о технических характеристиках фильтров и их классификации на основе

определенной фракционной эффективности, преобразованной для классификации в эффективность улавливания взвешенных частиц (*e*PM).

В соответствии с положениями стандартов серии *ГОСТ Р 70064* фильтроэлементы фильтров очистки воздуха оценивают в лаборатории по их способности улавливать аэрозольные частицы, выраженной через значения эффективности улавливания ePM_1, $ePM_{2,5}$ и ePM_{10}. Далее фильтроэлементы могут быть классифицированы в соответствии с процедурами, установленными в настоящем стандарте. Зависимость эффективности улавливания взвешенных в воздухе частиц от размера частиц в диапазоне от 0,3 до 10 мкм для незагруженного и предварительно не подготовленного фильтроэлемента определяют по *ГОСТ Р 70064.2*. После первоначального испытания по определению эффективности улавливания взвешенных в воздухе частиц фильтроэлемент кондиционируют по методике, установленной в *ГОСТ Р 70064.4*, и испытание по определению эффективности улавливания взвешенных в воздухе частиц повторяют на подготовленном фильтроэлементе. Это необходимо для получения информации о наличии и интенсивности процесса электростатического уноса частиц с испытуемого фильтроэлемента. Среднюю эффективность фильтра определяют путем вычисления среднего между его начальной эффективностью и эффективностью после кондиционирования для каждого диапазона размеров частиц. Значение средней эффективности используют для вычисления ePM_x, получаемых взвешиванием средних значений для стандартизованного и нормализованного распределения частиц по размерам соответствующей фракции аэрозольных частиц. При сравнении фильтров, испытанных в соответствии со стандартами серии *ГОСТ Р 70064*, значения фракционной эффективности всегда сравнивают для одного и того же диапазона размеров частиц, то есть одной группы по классификации в соответствии с ePM_x, (то есть ePM_1 фильтра А с ePM_1 фильтра В). Пылеемкость и начальную пылезадерживающую способность фильтрующего элемента определяют в соответствии с *ГОСТ Р 70064.3*.

В настоящий стандарт по отношению к международному стандарту ИСО 16890-1:2016 внесены следующие изменения:

- нормативная ссылка на ИСО 15957 «Аэрозоли (пыль) контрольные для оценки оборудования по очистке воздуха», ограничивающая область применения испытаний фильтрующих элементов, заменена на библиографическую;

- из раздела «Обозначения и сокращения» исключены сокращения, не применяемые по тексту стандарта;

- определения терминов по *ИСО 29464:2011* заменены на соответствующие им определения терминов по *ГОСТ Р ЕН 14799*;

- из приложения В, второй абзац, исключена фраза «…файл с вычислениями можно найти по адресу: gost.e-ecolog.ru в связи с тем, что адрес ссылается на ресурс, который был удален или перемещен;

- из раздела «Библиография» исключены позиции, ссылки на которые отсутствуют в основной части ИСО 16980-1:2016.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФИЛЬТРЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Часть 1

Технические характеристики, требования и система классификации, основанная на эффективности улавливания взвешенных частиц (*e*PM)

Air filters for general ventilation. Part 1. Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM)

Дата введения — 2023—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает систему классификации фильтров очистки воздуха общего назначения, основанную на эффективности улавливания взвешенных в воздухе частиц (PM). В стандарте также приведены общие сведения о процедурах испытаний, установлены общие требования к оценке и маркировке фильтров, а также к представлению результатов испытаний. Настоящий стандарт предназначен для применения вместе с *ГОСТ Р 70064.2*, *ГОСТ Р 70064.3* и *ГОСТ Р 70064.4*.

Метод испытаний, установленный в настоящем стандарте, применим при расходе воздуха в диапазоне от 0,25 м^3/с (900 м^3/ч) до 1,5 м^3/с (5400 м^3/ч) в испытательном стенде с номинальной площадью поперечного сечения 610 мм × 610 мм.

Все стандарты серии *ГОСТ Р 70064* применяют для фильтров очистки воздуха общего назначения, имеющих эффективность *e*PM$_1$ не более 99 % и *e*PM$_{10}$ более 20 % при проведении испытаний в соответствии с процедурами, установленными в настоящем стандарте, *ГОСТ Р 70064.2*, *ГОСТ Р 70064.3* и *ГОСТ Р 70064.4*. Фильтрующие элементы с более высокой начальной эффективностью оценивают с применением других подходящих методов испытаний (*см. ГОСТ Р ЕН 1822-1 — ГОСТ Р ЕН 1822-5*).

Фильтроэлементы, применяемые в переносных комнатных воздухоочистителях, не входят в область применения настоящего стандарта.

Результаты испытаний, полученные в соответствии с *ГОСТ Р 70064* (все части), сами по себе не могут быть применены для количественного предсказания характеристик эффективности и срока службы фильтрующих элементов в условиях их эксплуатации. Другие факторы, влияющие на эффективность, которые необходимо учитывать, приведены в приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 70064.2 Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 2. Определение фракционной эффективности и перепада давления

ГОСТ Р 70064.3 Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 3. Определение зависимости эффективности и перепада давления от массы уловленной пыли

ГОСТ Р 70064.4 Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 4. Метод кондиционирования для определения минимальной фракционной эффективности

ГОСТ Р ЕН 779 Фильтры очистки воздуха общего назначения. Определение технических характеристик

Издание официальное

ГОСТ Р ЕН 1822-1 Высокоэффективные фильтры очистки воздуха EPA, HEPA и ULPA. Часть 1. Классификация, методы испытаний, маркировка

ГОСТ Р ЕН 1822-2 Высокоэффективные фильтры очистки воздуха EPA, HEPA и ULPA. Часть 2. Генерирование аэрозолей, испытательное оборудование, статистика счета частиц

ГОСТ Р ЕН 1822-3 Высокоэффективные фильтры очистки воздуха EPA, HEPA и ULPA. Часть 3. Испытания плоского фильтрующего материала

ГОСТ Р ЕН 1822-4 Высокоэффективные фильтры очистки воздуха EPA, HEPA и ULPA. Часть 4. Испытания фильтров на утечку (метод сканирования)

ГОСТ Р ЕН 1822-5 Высокоэффективные фильтры очистки воздуха EPA, HEPA и ULPA. Часть 5. Определение эффективности фильтрующих элементов

ГОСТ Р ЕН 14799 Фильтры воздушные для общей очистки воздуха. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Пылезадерживающая способность и эффективность

3.1.1 **пылезадерживающая способность, гравиметрическая эффективность *A*** (arrestance, gravimetric efficiency, *A*): Мера способности фильтра улавливать заданную массу стандартной контрольной пыли из воздуха, проходящего через него, при заданных условиях эксплуатации.

Примечание — Пылезадерживающую способность выражают в единицах массовой доли.

3.1.2 **начальная пылезадерживающая способность, начальная гравиметрическая эффективность A_i** (initial arrestance, initial gravimetric efficiency, A_i): Отношение массы стандартной контрольной пыли, задержанной фильтром, к массе пыли, поданной на испытуемый фильтр после первого цикла испытаний.

Примечание — Начальную пылезадерживающую способность выражают в единицах массовой доли.

3.1.3 **средняя пылезадерживающая способность, средняя гравиметрическая эффективность A_m** (average arrestance, average gravimetric efficiency, A_m): Отношение массы всей стандартной контрольной пыли, задержанной фильтром, к массе всей пыли, поданной на фильтр до достижения предельного перепада давления.

3.1.4 **эффективность** (efficiency): Выраженное в долях единицы или в процентах количество загрязнителя, задержанного фильтром.

3.1.5

фракционная эффективность (fractional efficiency): Свойство устройства очистки воздуха задерживать частицы определенного размера или диапазона размеров.

[*Адаптировано из ГОСТ Р ЕН 14799—2013, статья 3.10.3*]

Примечание — Зависимость эффективности от размера частиц (3.7.1) задает спектр значений фракционной эффективности.

3.1.6 **эффективность улавливания взвешенных частиц ePM_x** (particulate matter efficiency): Эффективность устройства очистки воздуха понижать массовую концентрацию частиц с оптическим диаметром от 0,3 до *x* мкм.

3.2 **фильтрующий элемент** (filter element): Конструкция, состоящая из фильтрующего материала, его рамы, и средств крепления в корпусе фильтра.

3.3 **наименование группы** (group designation): Наименование группы фильтров, отвечающих определенным требованиям, в соответствии с классификацией фильтров.

Примечание — В соответствии с настоящим стандартом выделяют четыре группы фильтров. Наименования группы — это «ИСО грубой очистки», «ИСО ePM$_{10}$», «ИСО ePM$_{2,5}$» и «ИСО ePM$_1$» в соответствии с таблицей 4.

3.4 Расход воздуха

3.4.1

расход воздуха (air flow rate, q_V): Объем воздуха, проходящего через фильтр в единицу времени.
[*Адаптировано из ГОСТ Р ЕН 14799—2013, статья 3.9*]

3.4.2 **номинальный расход воздуха** (nominal air flow rate, $q_{V,nom}$): Расход воздуха, заданный изготовителем фильтра.

3.4.3 **расход воздуха при испытании** (test air flow rate, $q_{V,t}$): Расход воздуха, применяемый при испытании фильтрующего элемента.

3.5 Взвешенные частицы

3.5.1 **взвешенные частицы PM** (particulate matter): Твердые частицы или частицы жидкости, взвешенные в атмосферном воздухе.

3.5.2 **взвешенные частицы PM$_{10}$** (particulate matter PM$_{10}$): Взвешенные частицы, проходящие через селективный к размеру частиц входной воздуховод устройства отбора проб, обеспечивающий отсеивание частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм с эффективностью 50 %.

3.5.3 **взвешенные частицы PM$_{2,5}$** (particulate matter PM$_{2,5}$): Взвешенные частицы, проходящие через селективный по отношению к размеру частиц входной воздуховод устройства отбора проб, обеспечивающий отсеивание частиц с аэродинамическим диаметром менее 2,5 мкм с эффективностью 50 %.

3.5.4 **взвешенные частицы PM$_1$** (particulate matter PM$_1$): Взвешенные частицы, проходящие через селективный к размеру частиц входной воздуховод устройства отбора проб, обеспечивающий отсеивание частиц с аэродинамическим диаметром менее 1 мкм с эффективностью 50 %.

3.6

счетчик частиц (particle counter): Устройство, предназначенное для обнаружения и подсчета числа отдельных аэрозольных частиц, присутствующих в пробе воздуха.
[*Адаптировано из ГОСТ Р ЕН 14799—2013, статья 3.39*]

3.7 Размер и диаметр частиц

3.7.1 **размер частицы, диаметр частицы** (particle size, particle diameter): Геометрический диаметр (эквивалентный сферический, оптический или аэродинамический в зависимости от исходных условий) аэрозольных частиц.

3.7.2 **распределение частиц по размерам** (particle size distribution): Представленные в виде таблиц чисел или графиков экспериментальные результаты, полученные с использованием метода или средства измерений, обеспечивающих измерение эквивалентного диаметра частиц в пробе или обеспечивающих определение доли частиц, для которых значение эквивалентного диаметра находится в пределах заданного диапазона.

Примечание — См. [3].

3.8 **сопротивление потоку воздуха, перепад давления** (resistance to air flow, pressure differential): Разность давлений между двумя точками аэродинамической системы при заданных условиях, главным образом при проведении измерений для участка, где установлен фильтроэлемент.

3.9 **пылеемкость по контрольной пыли** (test dust capacity): Масса эталонной контрольной пыли, удерживаемой фильтром при предельном для испытания перепаде давления на нем.

4 Обозначения и сокращения

A_i — начальная пылезадерживающая способность, %;

d_i — минимальное значение диаметра частицы в диапазоне размеров i, мкм;

d_{i+1} — максимальное значение диаметра частицы в диапазоне размеров i, мкм;

$\overline{d}_i$ — среднее геометрическое диаметров частиц в диапазоне размеров i, мкм;

Δd_i — ширина диапазона размеров частиц, мкм;

$\Delta \ln d_i$ — ширина диапазона размеров частиц i в логарифмических координатах; ln — натуральный логарифм по основанию e, где e — иррациональная трансцендентная постоянная, приблизительно равная 2,718281828; $\Delta \ln d_i = \ln d_{i+1} - \ln d_i = \ln(d_{i+1}/d_i)$ безразмерная;

d_{50} — размер частиц, соответствующий медиане логнормального распределения, мкм;

E_i — начальная фракционная эффективность для диапазона размера частиц i для необработанного и незагруженного фильтрующего элемента, % (равна значениям эффективности E_{ps} для необработанного фильтрующего элемента по *ГОСТ Р 70064.2*);

$E_{D,i}$ — фракционная эффективность для диапазона размера частиц i фильтрующего элемента после этапа его искусственного кондиционирования, % (равна эффективности E_{ps} для фильтрующего элемента в соответствии с *ГОСТ Р 70064.2* после этапа обработки по *ГОСТ Р 70064.4*);

$E_{A,i}$ — средняя фракционная эффективность для диапазона размеров частиц i, %;

$e\mathrm{PM}_{x,\min}$ — минимальное значение эффективности обработанного фильтрующего элемента для x = 1, 2, 5 или 10 мкм, %;

$e\mathrm{PM}_x$ — эффективность для x = 1, 2, 5 или 10 мкм, %;

$q_3(d)$ — дискретное распределение объема частиц, безразмерное;

$Q_3(d)$ — кумулятивное распределение объема частиц, безразмерное;

σ_g — стандартное отклонение логнормального распределения;

y — коэффициент смешения для бимодального распределения частиц по размерам.

5 Технические характеристики и требования к фильтрам

5.1 Общие положения

Фильтрующий элемент должен быть сконструирован или помечен с учетом направления потока воздуха в нем таким образом, чтобы предотвратить его неправильную установку в испытательный стенд.

Фильтр должен быть сконструирован таким образом, чтобы при правильном монтаже в воздуховоде не возникало утечек в уплотнительных соединениях. Если по каким-либо причинам размеры фильтрующего элемента не позволяют испытать его на испытательном стенде стандартного размера, то допускается соединение двух или нескольких фильтров одного типа или модели при условии, что собранная конструкция будет герметичной.

5.2 Материал

Фильтрующий элемент должен быть изготовлен из подходящего материала, выдерживающего обычные условия эксплуатации и воздействие температуры, влажности и коррозионных сред, которые предполагаются при реальном применении.

Фильтрующий элемент должен быть сконструирован таким образом, чтобы выдерживать механические деформации, возникающие при обычном режиме эксплуатации.

5.3 Номинальный расход воздуха

Фильтрующий элемент испытывают при номинальном расходе воздуха, предусмотренном изготовителем.

Многие национальные органы по стандартизации и связанные с ними организации для классификации или оценки фильтров очистки воздуха с номинальной площадью лицевой поверхности 610 × 610 мм применяют значение расхода воздуха 0,944 м^3/с в качестве номинального. Если изготовителем не указано значение номинального расхода воздуха, то фильтр испытывают при расходе воздуха 0,944 м^3/с. Скорость потока воздуха при данном расходе воздуха составляет 2,54 м/с.

5.4 Перепад давления

Перепад давления на фильтрующем элементе определяют при номинальном расходе воздуха в соответствии с *ГОСТ Р 70064.2*.

5.5 Кривые фракционной эффективности (эффективность в зависимости от размера частиц)

Кривую зависимости начальной фракционной эффективности E_i незагруженного и необработанного фильтрующего элемента от размера частиц определяют при соответствующем расходе воздуха в соответствии с *ГОСТ Р 70064.2*.

Кривую зависимости фракционной эффективности фильтрующего элемента $E_{D,i}$ после этапа искусственного кондиционирования по *ГОСТ Р 70064.4* от размера частиц определяют по *ГОСТ Р 70064.2*.

5.6 Пылезадерживающая способность

Зависимость начальной пылезадерживающей способности и перепада давления от массы уловленной контрольной пыли и пылеемкость определяют по *ГОСТ Р 70064.3*.

Примечание — При определении зависимости начальной пылезадерживающей способности и перепада давления от массы уловленной контрольной пыли и представления результатов испытаний по ГОСТ Р 70064.3 применяют контрольную пыль марки L2 (см. [4]). Для проведения испытаний и получения аэрозоля может быть использована другая синтетическая пыль, если будут выполнены критерии совпадения.

6 Методика и порядок испытаний

Технические характеристики испытательного стенда (испытательных стендов), соответствующие условия испытаний, контрольные аэрозоли и стандартная контрольная пыль, применяемые в соответствии с настоящим стандартом, подробно описаны в *ГОСТ Р 70064.2*, *ГОСТ Р 70064.3* и *ГОСТ Р 70064.4*. Полное испытание в соответствии с настоящим стандартом включает следующие этапы, в которых применяют один и тот же образец фильтрующего элемента, при одинаковых условиях испытаний и при одинаковом расходе воздуха:

a) определяют зависимость перепада давления на фильтрующем элементе от расхода воздуха по *ГОСТ Р 70064.2*;

b) получают зависимость начальной фракционной эффективности E_i незагруженного и необработанного фильтрующего элемента от размера частиц в соответствии с *ГОСТ Р 70064.2*;

c) проводят этап искусственного кондиционирования по *ГОСТ Р 70064.4*;

d) получают зависимость фракционной эффективности кондиционированного фильтрующего элемента $E_{D,i}$ от размера частиц по *ГОСТ Р 70064.2*, равной минимальной фракционной эффективности при испытании;

e) вычисляют эффективности *e*PM в соответствии с 7;

f) подают на фильтр синтетическую контрольную пыль и в соответствии с *ГОСТ Р 70064.3* определяют начальную пылезадерживающую способность, зависимость перепада давления от массы уловленной контрольной пыли и пылеемкость (этот этап необязателен для фильтров групп ИСО *e*PM$_{10}$, ИСО *e*PM$_{2,5}$ и ИСО *e*PM$_1$).

Зависимость начальной фракционной эффективности E_i необработанного и незагруженного фильтрующего элемента (см. 5.5) и фракционной эффективности после этапа искусственного кондиционирования $E_{D,i}$ используют для вычисления средней фракционной эффективности $E_{A,i}$ по формуле

$$E_{A,i} = 0{,}5 \cdot (E_i + E_{D,i}). \quad (1)$$

Примечание — Дополнительные рекомендации по проведению испытания по *ГОСТ Р 70064.4* приведены в 8.2.

Процедура, описанная в *ГОСТ Р 70064.4*, позволяет количественно оценить степень влияния электростатического заряда на фильтрующем элементе на его начальные характеристики без подачи пыли. Эта оценка показывает уровень эффективности, достижимый при полном отсутствии электростатического заряда и компенсирующего увеличения эффективности за счет механической составляющей при накапливании частиц пыли. В связи с этим оценка фракционной эффективности $E_{D,i}$ после искусственного кондиционирования может давать заниженное значение фракционной эффективности в реальных условиях применения. Поскольку реальные значения минимальной фракционной эффективности, получаемые в реальных условиях эксплуатации, в значительной степени зависят от условий эксплуатации, определяемых многочисленными неконтролируемыми параметрами, реальные значения будут находиться в интервале между начальной фракционной эффективностью и эффективностью после кондиционирования. В связи с этим в настоящем стандарте для предсказания реальных значений фракционной эффективности в реальных условиях эксплуатации применяют среднее между начальной фракционной эффективностью и эффективностью после кондиционирования, вычисляемое по формуле (1). Поэтому фракционная эффективность, определенная в реальных условиях эксплуатации, может значительно отличаться от значений, получаемых в соответствии с настоящим стандартом. Кроме того, химическая обработка фильтрующего материала, применяемая по *ГОСТ Р 70064.4* в качестве этапа искусственного старения, может влиять на структуру упаковки волокон фильтрующего материала или химически влиять на волокна или даже полностью разрушать фильтрующий материал. В связи с этим не все типы фильтрующих элементов и материалов могут быть испытаны в соответствии с *ГОСТ Р 70064.4*, и в этом случае не могут быть классифицированы в соответствии настоящим стандартом.

7 Система классификации, основанная на эффективности улавливания взвешенных частиц (*e*PM)

7.1 Определение стандартизованного распределения частиц по размерам для атмосферного воздуха

Для оценки фильтров очистки воздуха в соответствии с их эффективностью *e*PM используют стандартизованные многомерные функции распределения частиц по размерам, которые, в целом, представительны для обычного атмосферного воздуха городских и сельских территорий соответственно. Как правило, в рассматриваемом диапазоне размеров (более 0,3 мкм) для атмосферного воздуха распределение размеров частиц является бимодальным с модами, соответствующими крупным и мелким частицам. Фильтры тонкой очистки, предназначенные, в основном, для улавливания частиц фракций PM_1 и $PM_{2,5}$, оценивают с применением распределения по размерам, представительного для городских территорий, а фильтры тонкой очистки, предназначенные преимущественно для фильтрации фракции PM_{10}, оценивают с применением распределения размеров, представительного для сельских территорий.

Примечание — Фактическое распределение частиц по размерам для атмосферного воздуха зависит от множества различных факторов. Поэтому в зависимости от рассматриваемой территории, времени года и погодных условий фактическое определенное распределение частиц по размерам может значительно отличаться от стандартизованного распределения, приведенного в настоящем стандарте.

Бимодальное распределение получают путем объединения логарифмически нормальных распределений для мод, соответствующих крупным и мелким частицам, по формуле

$$f\left(d,\sigma_g,d_{50}\right)=\frac{1}{\ln\sigma_g\cdot\sqrt{2\pi}}\cdot\exp\left[-\frac{\left(\ln d-\ln d_{50}\right)^2}{2\cdot\left(\ln\sigma_g\right)^2}\right]. \quad (2)$$

В формуле (2) $f(d, \sigma_g, d_{50})$ представляет собой логнормальную функцию распределения для одной моды, соответствующей крупным или мелким частицам, где d — переменный размер частиц, для которого получают распределение, а стандартное отклонение σ_g и размер частиц, соответствующий медиане распределения, d_{50} — коэффициенты масштабирования. Бимодальное распределение получают путем объединения логнормальных распределений для моды, соответствующей крупным частицам (B) и мелким частицам (A), взвешенных с коэффициентом смешивания y, по формуле

$$q_3(d) = \frac{dQ_3(d)}{d\ln d} = y \cdot f\left(d, \sigma_{gA}, d_{50A}\right) + (1-y) \cdot f\left(d, \sigma_{gB}, d_{50B}\right). \quad (3)$$

Параметры функции распределения определяются значениями, приведенными в таблице 2, для городских и сельских территорий соответственно.

Таблица 2 — Параметры функции распределения [см. формулу (3)] для атмосферного воздуха городских и сельских территорий

Для городской территории $q_{3u}(\overline{d}_i)$	A	B
$d_{50,u}$,мкм	0,3	10
$\sigma_{g,u}$	2,2	3,1
y_u	0,45	

Для сельской территории $q_{3r}(\overline{d}_i)$	A	B
$d_{50,r}$,мкм	0,25	11
$\sigma_{g,r}$	2,2	4
y_r	0,18	

В качестве примера в таблице 3 приведены значения стандартизованной функции распределения по объему, g_3, вычисленные по формуле (3) для измерительных каналов счетчика частиц, рекомендованных по *ГОСТ Р 70064.2*.

На рисунке 1 показаны графики функции, полученные подстановкой значений из таблицы 2 в формулу 3.

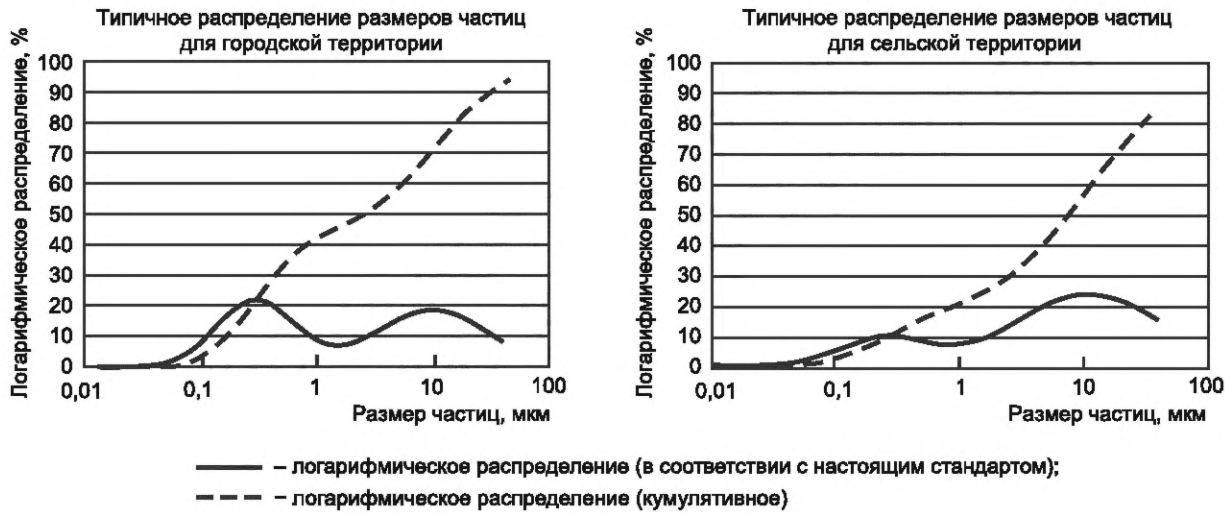


Рисунок 1 — Дискретная и кумулятивная логарифмические функции распределения объема частиц аэрозоля в атмосферном воздухе для городских и сельских территорий (*см. [5]*)

Таблица 3 — Стандартизованные распределения объема частиц q_3 для атмосферного воздуха городских и сельских территорий для измерительных каналов, рекомендованных по *ГОСТ Р 70064.2*

Оптический диаметр частицы, мкм				Дискретное распределение объема частиц	
d_i	d_{i+1}	$\overline{d}_i = \sqrt{d_i \cdot d_{i+1}}$	$\Delta\ln d_i = \ln(d_{i+1}/d_i)$	Для городской территории $q_{3u}(\overline{d}_i)$	Для сельской территории $q_{3r}(\overline{d}_i)$
0,30	0,40	0,35	0,29	0,22627	0,09412
0,40	0,55	0,47	0,32	0,19891	0,08395
0,55	0,70	0,62	0,24	0,15837	0,07432
0,70	1,00	0,84	0,36	0,11522	0,07014
1,00	1,30	1,14	0,26	0,08503	0,07628
1,30	1,60	1,44	0,21	0,07618	0,08833

Окончание таблицы 3

Оптический диаметр частицы, мкм				Дискретное распределение объема частиц	
d_i	d_{i+1}	$\overline{d}_i = \sqrt{d_i \cdot d_{i+1}}$	$\Delta \ln d_i = \ln(d_{i+1}/d_i)$	Для городской территории $q_{3u}(\overline{d}_i)$	Для сельской территории $q_{3r}(\overline{d}_i)$
1,60	2,20	1,88	0,32	0,08022	0,10804
2,20	3,00	2,57	0,31	0,09984	0,13726
3,00	4,00	3,46	0,29	0,126 88	0,167 08
4,00	5,50	4,69	0,32	0,15556	0,19542
5,50	7,00	6,20	0,24	0,17757	0,21671
7,00	10,0	8,37	0,36	0,19157	0,23143

Примечание — В настоящем стандарте разницу между аэродинамическим и оптическим диаметрами частиц считают незначительной. Также предполагают, что плотность частиц одинакова, хотя в реальном атмосферном воздухе она может зависеть от размера частиц.

7.2 Вычисление эффективности улавливания взвешенных частиц (*e*PM)

Эффективность улавливания взвешенных частиц $e\text{PM}_{10}$, $e\text{PM}_{2,5}$ и $e\text{PM}_1$ вычисляют на основе средней фракционной эффективности $E_{A,i}$ [см. формулу (1)] и стандартизованных распределений частиц по размерам для городской и сельской территорий $q_{3u}(\overline{d}_i)$ и $q_{3r}(\overline{d}_i)$ [см. 7.1 и формулу (3)] соответственно по формулам:

$$e\text{PM}_1 = \sum_{i=1}^{n} E_{A,i} \cdot q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i , \quad (4)$$

$$e\text{PM}_{2,5} = \sum_{i=1}^{n} E_{A,i} \cdot q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i , \quad (5)$$

$$e\text{PM}_{10} = \sum_{i=1}^{n} E_{A,i} \cdot q_{3r}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} q_{3r}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i , \quad (6)$$

где $\overline{d}_i = \sqrt{d_i \cdot d_{i+1}}$ — средний геометрический диаметр частиц,

$\Delta \ln d_i = \ln d_{i+1} - \ln d_i = \ln(d_{i+1}/d_i)$;

i — номер канала (диапазон размеров) рассматриваемого счетчика частиц;

n — номер канала (диапазон размеров), который включает размер частиц x ($d_n < x \leq d_{n+1}$), где x = 10 мкм для $e\text{PM}_{10}$, 2,5 мкм — для $e\text{PM}_{2,5}$ и 1 мкм — для $e\text{PM}_1$.

Для определения эффективности $e\text{PM}_1$ верхняя граница измерительного канала для наибольшего размера [см. формулу (4)] должна соответствовать размеру 1 мкм (d_{n+1} = 1 мкм); для $e\text{PM}_{2,5}$ — размеру не более 3,0 мкм ($d_{n+1} \leq 3{,}0$ мкм). Для определения эффективности $e\text{PM}_{10}$ верхняя граница диапазона измерительного канала для наибольшего размера [см. формулы (4)—(6)], должна соответствовать размеру 10 мкм (d_{n+1} = 10 мкм). Нижняя граница диапазона измерительного канала для наименьшего размера частиц [см. формулу (4)], учитываемого при вычислении эффективности, $e\text{PM}_x$ должна соответствовать размеру 0,3 мкм (d_1 = 0,3 мкм). Минимальное число измерительных каналов, рассматриваемых при применении формулы (4), должно составлять 3 для $e\text{PM}_1$ ($n \geq 3$), 6 — для $e\text{PM}_{2,5}$ ($n \geq 6$) и 9 — для $e\text{PM}_{10}$ ($n \geq 9$). В любом случае все используемые измерительные каналы не должны перекрываться, и между ними не должно быть пропусков какого-либо размера частиц.

Минимальную эффективность $e\text{PM}_{2,5,\min}$ и $e\text{PM}_{1,\min}$ вычисляют по формуле

$$e\text{PM}_{x,\,\min} = \sum_{i=1}^{n} E_{D,i} \cdot q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i . \quad (7)$$

7.3 Классификация

Отнесение фильтра к одной из четырех групп, перечисленных в таблице 4, осуществляют на основе значения начальной пылезадерживающей способности, трех значений эффективности ePM_1, $ePM_{2,5}$ и ePM_{10} значений минимальной эффективности $ePM_{1,min}$ и $ePM_{2,5,min}$.

Таблица 4 — Группы и классы фильтров

Наименование группы	Требование			Значение величины, характеризующей класс
	$ePM_{1,min}$	$ePM_{2,5,min}$	ePM_{10}	
ИСО Грубой очистки	—	—	Менее 50 %	Начальная гравиметричесческая пылезадерживающая способность
ИСО ePM_{10}	—	—	Не менее 50 %	ePM_{10}
ИСО $ePM_{2,5}$	—	Не менее 50 %	—	$ePM_{2,5}$
ИСО ePM_1	Не менее 50 %	—	—	ePM_1

Класс фильтра представляют в виде соответствующего значения и наименования группы. Для указания классов по *e*PM соответствующие значения эффективности округляют в меньшую сторону до кратного 5 %. Значения, превышающие 95 %, приводят как «более 95 %». Пример указания класса фильтра: ИСО грубой очистки 60 %, ИСО ePM_{10} 60 %, ИСО $ePM_{2,5}$ 80 %, ИСО ePM_1 85 % или ИСО ePM_1 более 95 %. За исключением фильтров группы ИСО грубой очистки испытание с подачей пыли по *ГОСТ Р 70064.3* и определение начальной пылезадерживающей способности необязательно. Фильтры ИСО грубой очистки могут быть классифицированы только на основе их начальной пылезадерживающей способности, и поэтому определение значений ePM_x в этом случае необязательно.

Примечание — Если испытания проводят на испытательном стенде, изначально спроектированном для проведения испытаний (*см. ГОСТ Р ЕН 779*) с применением неразбавленного аэрозоля немодифицированного диэтилгексилсебацината (ДЭГС) или контрольного аэрозоля на основе другой эквивалентной жидкости с частицами размером в диапазоне от 0,3 до 1 мкм для фильтра класса ИСО ePM_1 ($ePM_{1,min} \geq 50$ %), то допускается приводить только значения ePM_1 и $ePM_{1,min}$ для указания класса или группы фильтра.

На основании результатов испытаний и таблицы 4 фильтры могут быть отнесены к двум или нескольким группам. Например, фильтр, классифицированный как ИСО ePM_1 85 %, также может быть классифицирован как ИСО ePM_{10} 95 %. Однако в соответствии с настоящим стандартом, фильтры должны быть отнесены к одной единственной группе и только эту группу указывают в маркировке фильтра. Тем не менее в сводном протоколе испытаний приводят все пять значений ePM_x, а именно три значения эффективности ePM_1, $ePM_{2,5}$ и ePM_{10} и значения минимальной эффективности $ePM_{2,5,min}$ и $ePM_{1,min}$. Значение начальной пылезадерживающей способности не обязательно для всех фильтров, кроме фильтров класса ИСО грубой очистки, для которых это значение определяет класс фильтра, и его обязательно указывают. Сравнение эффективности различных фильтров проводят только в пределах одной ИСО группы, например сравнивают ePM_1 фильтра А с ePM_1 фильтра В.

8 Представление результатов испытаний

8.1 Общие положения

Данные, приводимые в сводном протоколе испытаний, основаны на данных и протоколах испытаний, полученных по *ГОСТ Р 70064.2*, *ГОСТ Р 70064.3* и/или *ГОСТ Р 70064.4*, а также на анализе данных и классификации, установленных в подразделе 7.3. Как минимум, сводный протокол испытаний должен содержать описание метода (методов) испытаний и любых отклонений от него (них). Сводный протокол испытаний должен включать следующую информацию:

- описание типа фильтра;
- ссылку на настоящий стандарт;
- номер испытания;
- информацию о контрольном аэрозоле;
- расход воздуха при испытании;
- сводку результатов испытаний;

- полученную зависимость начальной фракционной эффективности от размера частиц, взятую из протокола испытаний по *ГОСТ Р 70064.2*;

- полученную кривую зависимости фракционной эффективности от размера частиц из протокола испытаний по *ГОСТ Р 70064.2* после этапа искусственно состаривания по *ГОСТ Р 70064.4*;

- усредненную кривую зависимости фракционной эффективности от размера частиц, полученную в соответствии с настоящим стандартом;

- полученные значения эффективности $e\text{PM}_1$, $e\text{PM}_{2,5}$ и $e\text{PM}_{10}$ и минимальной эффективности $e\text{PM}_{2,5,\text{min}}$ и $e\text{PM}_{1,\text{min}}$;

- данные и результаты измерений расхода воздуха и перепада давления;

- данные и результаты измерений пылевой нагрузки (необязательно).

Результаты испытаний представляют в сводном протоколе по форме, установленной в настоящем стандарте (см. рисунки 2—4 с формами и примером оформления сводного протокола). Допускается отклонение в оформлении, но не в содержании протокола.

В качестве дополнения в протоколе испытаний может быть приведена кривая пылевой нагрузки, значения пылеемкости и пылезадерживающей способности для окончательного перепада давления по *ГОСТ Р 70064.3*. Для получения значений окончательного перепада давления может потребоваться обработка данных методом интерполяции или экстраполяции линейной зависимости.

8.2 Интерпретация протоколов испытаний

В протоколы испытаний включают краткую аннотацию. Приведенный ниже текст прикладывают к изданному протоколу испытаний на отдельной странице.

Интерпретация протоколов испытаний

Приводимое далее краткое описание процедур испытаний, в том числе испытаний фильтров, несущих электростатический заряд, предназначено для лиц, не знакомых с процедурами испытаний, установленными в серии стандартов *ГОСТ Р 70064*. Разъяснения предназначены для облегчения понимания и интерпретации результатов, приведенных в протоколе испытаний/сводке (подробное описание процедур приведено в соответствующих стандартах серии *ГОСТ Р 70064*).

Фильтры очистки воздуха, имеющие электростатический заряд, могут выдавать высокие значения эффективности особенно на начальном этапе их эксплуатации. Факторы окружающей среды, преобладающие в реальных условиях эксплуатации, могут повлиять на величину заряда таким образом, что начальная эффективность может значительно снизиться по окончании начального периода эксплуатации. Этот эффект может быть уменьшен или скомпенсирован за счет увеличения эффективности («механической эффективности») в результате накопления пыли. Значение эффективности необработанного кондиционированного фильтра (разряженного) показывает степень влияния электростатического заряда на начальные характеристики фильтрации и потенциальное уменьшение эффективности улавливания частиц при уменьшении электростатического заряда и при этом не наблюдается компенсации за счет увеличения механической эффективности. Приведенные результаты испытаний не следует считать характеристиками, представительными для всех возможных условий окружающей среды или воспроизводящими все возможные ситуации «реального» применения.

8.3 Сводка результатов испытаний

На странице протокола испытаний с общей информацией об испытаниях приводят:

а) общие положения:

1) информацию об организации, проводящей испытания, в том числе наименование, адрес и контактные данные;

2) номер протокола испытаний;

3) дату формирования протокола испытаний;

4) ФИО лица, ответственного за выпуск протокола испытаний;

5) информацию о лице/организации, по чьему заказу выполняется(ются) испытание(я);

6) дату и способ получения испытуемого фильтроэлемента;

b) информацию об изготовителе испытуемого фильтроэлемента:

1) наименование изготовителя (или наименование организации, реализующей изделие, если оно отличается от наименования изготовителя);

2) наименование марки и модели испытуемого фильтроэлемента или нанесенный на него номер (исчерпывающая идентификация испытуемого фильтроэлемента);

3) описание конструкции (например, карманный фильтр, количество карманов);

4) размеры (ширина, высота, толщина);

5) тип фильтрующего материала — по возможности приводят:

- идентификационный код фильтрующего материала (например, стекловолокно типа ABC123, минеральное волокно типа 123ABC);

- эффективную площадь фильтрации, определенную организацией, проводящей испытания фильтрующего материала;

6) дополнительную информацию;

7) рекомендуется (но не требуется) прилагать фотографию реального испытуемого фильтроэлемента;

c) данные об испытаниях:

1) расход воздуха при испытании;

2) номер прилагаемого протокола испытаний по *ГОСТ Р 70064.2*;

3) номер прилагаемого протокола испытаний по *ГОСТ Р 70064.3*;

4) номер прилагаемого протокола испытаний по *ГОСТ Р 70064.4*;

d) результаты испытаний:

1) начальный и конечный перепад давления;

2) значения эффективности ePM_1, $ePM_{2,5}$ и ePM_{10} с неопределенностью;

3) значения минимальной эффективности $ePM_{2,5,min}$ и $ePM_{1,min}$ с неопределенностью;

4) начальная и средняя пылезадерживающая способность (необязательно для фильтров групп ИСО ePM_{10}, ИСО $ePM_{2,5}$ или ИСО ePM_1);

5) пылеемкость (необязательно);

6) класс фильтра по ИСО с указанием в круглых скобках условий испытаний, если испытания проводились при нестандартном расходе воздуха;

e) кривые зависимостей характеристик:

1) зависимость фракционной эффективности от размера частиц для незагруженного и необработанного фильтрующего элемента (из протокола испытаний по *ГОСТ Р 70064.2*), для фильтрующего элемента после этапа искусственного состаривания (из протокола испытаний по *ГОСТ Р 70064.4*) и средней фракционной эффективности, полученная в соответствии с настоящим стандартом;

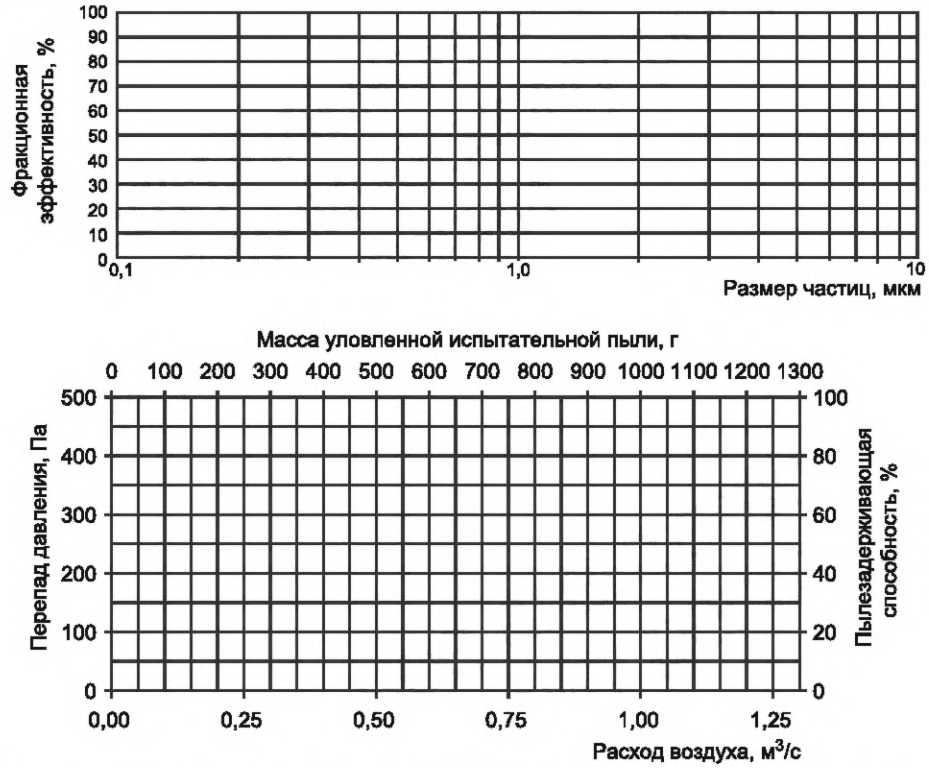
2) зависимость перепада давления от массы уловленной пыли (необязательно);

3) зависимость пылезадерживающей способности от массы уловленной пыли (из протокола испытаний по *ГОСТ Р 70064.3* (не обязательно). Кривую получают как зависимость значений пылезадерживающей способности от соответствующих средних значений увеличения массы;

f) заключительное заявление:

1) «Приведенные результаты испытания относятся только к конкретному испытуемому фильтрующему элементу при указанных условиях. Результаты определения эффективности фильтрации сами по себе не могут быть использованы для количественной оценки эффективности фильтрации для всех «реальных» условий применения».

В протоколе испытаний значения округляют до целых. Значения эффективности и вычисления ePM_x прикладывают к протоколу испытаний (см. рисунки 3 и 4).

<table>
<tr><td colspan="3">Результаты испытаний фильтра очистки воздуха по ГОСТ Р 70064</td><td colspan="4">Организация, проводящая испытания:
Наименование
Адрес
Телефон</td></tr>
<tr><td colspan="7">ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</td></tr>
<tr><td colspan="3">Протокол №</td><td colspan="4">Дата в формате дд-мм-гггг</td></tr>
<tr><td colspan="3">Руководитель</td><td colspan="4" rowspan="2">Описание полученного фильтроэлемента (где и каким образом получен)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Заказчик испытания(й)</td></tr>
<tr><td colspan="7">ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИСПЫТУЕМОМ УСТРОЙСТВЕ</td></tr>
<tr><td>Модель</td><td colspan="2">Изготовитель</td><td colspan="4">Конструкция</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Тип фильтрующего материала</td><td colspan="2" rowspan="2">Эффективная площадь фильтрации</td><td colspan="4">Габариты (ширина × высота × толщина)</td></tr>
<tr><td>мм ×</td><td>мм ×</td><td>мм</td></tr>
<tr><td colspan="7">ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИСПЫТАНИЯХ И ПРОТОКОЛАХ ИСПЫТАНИЙ</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Расход воздуха при испытаниях, $м^3/с$</td><td colspan="6">Номер протокола испытаний по ГОСТ Р 70064.2</td></tr>
<tr><td colspan="6">Номер протокола испытаний по ГОСТ Р 70064.3 (необязательно)</td></tr>
<tr><td colspan="6">Номер протокола испытаний по ГОСТ Р 70064.4</td></tr>
<tr><td colspan="7">РЕЗУЛЬТАТЫ</td></tr>
<tr><td>Начальный перепад давления, Па</td><td>Начальная пылезадерживающая способность, %</td><td colspan="2">$e\mathrm{PM}_{1,min}$, %</td><td colspan="2">$e\mathrm{PM}_{2,5,min}$, %</td><td rowspan="2">Оценка по ИСО
ИСО ePM
___ %</td></tr>
<tr><td>Конечный перепад давления, Па</td><td>Пылеемкость, полученная при испытаниях, г</td><td>$e\mathrm{PM}_{1}$, %</td><td>$e\mathrm{PM}_{2,5}$, %</td><td>$e\mathrm{PM}_{10}$, %</td></tr>
<tr><td colspan="7">Замечания:</td></tr>
<tr><td colspan="7">


Кривая 1
Начальная фракционная эффективность E_i
(по ГОСТ Р 70064.2)
Кривая 2
Фракционная эффективность $E_{D,i}$ после подготовки
(по ГОСТ Р 70064.4)
Кривая 3
Средняя фракционная эффективность
(по ГОСТ Р 70064.1)
Кривая 4
Перепад давления на чистом фильтре как функция расхода воздуха ()
(по ГОСТ Р 70064.2)
Кривая 5
Перепад давления как функция массы задержанной контрольной пыли (необязательно)
(по ГОСТ Р 70064.3)
Кривая 6 Пылезадерживающая способность как функция массы задержанной контрольной пыли
(по ГОСТ Р 70064.3)
</td></tr>
<tr><td colspan="7">Примечание — Приведенные результаты испытания относятся только к конкретному испытуемому фильтрующему элементу при указанных условиях. Результаты определения эффективности фильтрации сами по себе не могут быть использованы для количественной оценки эффективности фильтрации для всех «реальных» условий применения.</td></tr>
</table>

Рисунок 2 — Форма страницы протокола испытаний со сводными данными

ГОСТ Р 70064 — **Значения фракционной эффективности**							
Организация, проводящая испытания				Номер протокола			
Модель фильтра				Изготовитель фильтра			
Объемный расход воздуха при испытании, $м^3/с$				Дата в формате дд.мм.гггг			
i	d_i, мкм	d_{i+1}, мкм	$\overline{d}_i$, мкм	$\Delta \ln d_i$	E_i, %	$E_{D,i}$, %	$E_{A,i}$, %
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

d_i — минимальное значение диаметра частиц в диапазоне размеров i, мкм; d_{i+1} — максимальное значение диаметра частицы в диапазоне размеров i, мкм; $\overline{d}_i$ — среднее геометрическое диаметров частиц в диапазоне размеров i, мкм; Δd_i — ширина диапазона размеров частиц, мкм; $\Delta \ln d_i$ — ширина диапазона размеров частиц, i, в логарифмических координатах; ln — натуральный логарифм по основанию e, где e — иррациональная трансцендентная постоянная, приблизительно равная 2,718281828; $\Delta \ln d_i = \ln (d_{i+1}/d_i)$ безразмерная; E_i — начальная фракционная эффективность для диапазона размера частиц i для необработанного и незагруженного фильтрующего элемента, %; $E_{D,i}$ — фракционная эффективность для диапазона размера частиц i фильтрующего элемента после этапа искусственного кондиционирования, %; $E_{A,i}$ — средняя фракционная эффективность $(E_i + E_{D,i})/2$ для диапазона размеров частиц i, %

Рисунок 3 — Форма страницы протокола испытаний для представления значений эффективности

Вычисление эффективности улавливания взвешенных частиц по *ГОСТ Р 70064*								
Организация, проводящая испытания					Номер протокола			
Модель фильтра					Изготовитель фильтра			
Объемный расход воздуха при испытании, $м^3/с$					Дата дд.мм.гггг			
i	$\overline{d}_i$, мкм	$\Delta \ln d_i$	Для городской территории $q_{3u}(\overline{d}_i)$	$q_{3u}(\overline{d}_i)\ \Delta \ln d_i\ \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{3u}(\overline{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{A,i} \cdot q_{3u}(\overline{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$e\mathrm{PM}_{x,\min}$, %	$e\mathrm{PM}_x$, %
1								
2								
3								
4							$e\mathrm{PM}_{1,\min}$	$e\mathrm{PM}_1$
Сумма значений в строках 1—4								
5								
6								
7								
8							$e\mathrm{PM}_{2,5,\min}$	$e\mathrm{PM}_{2,5}$
Сумма значений в строках 1—8								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								$e\mathrm{PM}_{10}$
Сумма значений в строках 1—12								

Рисунок 4 — Форма страницы протокола испытаний для представления результатов вычисления эффективности $e\mathrm{PM}_x$

Приложение А
(справочное)

Унос частиц с фильтров

А.1 Унос

А.1.1 Общие положения

Термин «унос» включает три отдельных аспекта поведения фильтра: вторичный унос частиц, отскок частиц и отделение волокон или твердых частиц от фильтрующего материала. Некоторые или все эти явления, вероятно, будут происходить в течение жизненного цикла фильтра, особенно в сухих погодных условиях.

Информацию об уносе и его влиянии на характеристики фильтров можно найти в литературе (см. [*6*] и [*7*]—[*12*]).

А.1.2 Вторичный унос частиц

По мере увеличения количества задержанной пыли на фильтре может происходить возвращение удержанных частиц обратно в поток воздуха вследствие следующих процессов:

- попадающая на фильтрующий материал частица может воздействовать на задержанную частицу и вернуть ее в поток воздуха;

- увеличение скорости потока воздуха в каналах фильтрующего материала вследствие их частичного перекрытия задержанными частицами. Кроме того, может происходить сжатие фильтрующего материала из-за возрастающего перепада давления, что вызывает еще более значительное увеличение скорости потока воздуха в каналах. Сопутствующее увеличение аэродинамического сопротивления на осажденных частицах может привести к их повторному попаданию в поток воздуха;

- смещение фильтрующего материала в процессе эксплуатации может привести к перераспределению пыли в его структуре. Это приводит к мгновенному уносу пыли. Смещение фильтрующего материала может быть вызвано различными обстоятельствами, такими как:

а) прохождение потока воздуха через фильтр при обычных условиях потока;

b) периодическое (например, в течение дня) чередование режимов запуска и выключения установки кондиционирования воздуха;

в) изменение расхода воздуха, вызванное регулированием потока воздуха;

г) механическая вибрация, вызванная вентилятором или другим оборудованием.

Унос частиц может быть идентифицирован и количественно оценен (см. [*12*]—[*15*]).

Унос более характерен для фильтров с низкой эффективностью, чем для высокоэффективных фильтров (см. [*12*] и [*15*]).

А.1.3 Отскок частиц

Если процесс фильтрации протекает идеально, то каждая частица будет окончательно задерживаться при первом же столкновении с поверхностью фильтрующего материала, например, волокнистого фильтра, или при столкновении с уже задержанной частицей. При малом размере частиц и низких скоростях потока воздуха энергия адгезии значительно выше кинетической энергии аэрозольных частиц в потоке воздуха, и после захвата такие частицы вряд ли покинут фильтр. Увеличение размера частиц и скорости потока воздуха приводит к увеличению кинетической энергии частиц, при этом более крупные частицы могут «отскакивать» от волокна. В результате они обычно теряют достаточно энергии, чтобы быть захваченными при последующем столкновении с волокном. Но если контакта с волокном не происходит, то частица сбрасывается, т. е. уходит с фильтра, что приводит к соответствующему снижению эффективности улавливания частиц соответствующего диапазона размеров (см. [*16*]—[*17*]).

Поэтому в соответствии с *ГОСТ Р 70064.2* для количественной оценки этого влияния и учета его при определении эффективности для частиц размером более 3 мкм в качестве контрольного применяют аэрозоль KCl. При использовании аэрозоля жидкости влияние отскока невозможно количественно определить.

Эффект отскока частиц более выражен для фильтров с низкой эффективностью, чем для высокоэффективных фильтров.

А.1.4 Отделение волокон или твердых частиц от фильтрующего материала

Некоторые фильтрующие материалы содержат и/или выделяют свободные волокна, либо взвешенные частицы могут выделяться материалами конструкции фильтра или фильтрующим материалом (например, связующими веществами и т. д.). Во время работы фильтра, особенно в турбулентном потоке воздуха, при переменном потоке воздуха или при запуске/остановке побудителя расхода, частицы этих материалов могут попадать в поток воздуха. Количество уносимых частиц зависит от целостности волокон материала, его прочности и стабильности к действию изменяющегося потока, а также стабильности конструкционных материалов фильтра (например, связующего вещества, которое удерживает волокна в структуре) на протяжении срока его службы. Следует отметить, что количество уносимых таким образом волокон или взвешенных частиц обычно незначительно по сравнению с общим количеством пыли, проходящим через фильтр при пропускании обычного атмосферного воздуха (см. *ГОСТ Р ЕН 779* и [*18*]).

А.2 Оценка влияния уноса

Пользователи должны рассмотреть вероятность уноса частиц с фильтров при их практическом применении и, по возможности, обнаружить его. Однако подобные измерения трудно реализовать. В последние годы предпринимались различные попытки количественно оценить унос частиц, но до сих пор не удалось выбрать метод, дающий воспроизводимые и повторяемые результаты испытаний.

Измерения пылезадерживающей способности для фильтров грубой очистки, описанные в настоящем стандарте, отражают влияние уноса, описанные выше (см. А.1), лишь частично или не отражают совсем. Однако любое уменьшение пылезадерживающей способности или перепада давления в ходе испытания при подаче пыли на фильтр следует рассматривать как показатель возможного уноса частиц.

Значения эффективности в зависимости от размера частиц для высокоэффективных фильтров, определяемые в соответствии с настоящим стандартом, обычно не отражают ни одно из описанных выше влияний, поскольку для испытаний этих фильтрующих элементов применяют аэрозоль жидкости (диэтилгексилсебацината).

Механизм уноса частиц может быть изучен посредством анализа под микроскопом мембранных фильтров с частицами, собранными ниже по потоку от фильтрующего элемента, но в настоящем стандарте этот метод не рассмотрен.

Приложение В
(справочное)

Примеры

В качестве примера рассмотрены результаты измерений, вычислений и определение класса для карманного фильтра из синтетического материала (фильтр А, класс F7 по *ГОСТ Р ЕН 779* и MERV-A 14 — по [*19*]) и для твердотельного фильтра из стекловолоконной бумаги (фильтр В, класс F9 по *ГОСТ Р ЕН 779* и MERV-A 15 — по [*19*]). Результаты вычислений и кривые зависимости эффективности от размера частиц для фильтра А приведены в таблицах В.1 и В.2 и на рисунке В.1 соответственно, результаты вычислений для фильтра В — в таблицах В.3 и В.4.

Значения *e*PM были вычислены в программе для работы с электронными таблицами MS Excel.

Таблица В.1 — Результаты вычисления фракционной эффективности для фильтра А

i	d_i, мкм	d_{i+1} мкм	$\overline{d}_i$, мкм	$\Delta \ln d_i$	E_i, %	$E_{D,i}$, %	$E_{A,i}$, %
1	0,3	0,5	0,39	0,51	66,0	37,0	51,5
2	0,5	0,7	0,59	0,34	78,0	49,0	63,5
3	0,7	1,0	0,84	0,36	86,3	59,0	72,7
4	1,0	1,3	1,14	0,26	92,0	68,0	80,0
5	1,3	1,6	1,44	0,21	95,0	75,0	85,0
6	1,6	2,2	1,88	0,32	96,9	83,0	90,0
7	2,2	3,0	2,57	0,31	98,4	91,0	94,7
8	3,0	4,0	3,46	0,29	99,7	96,5	98,1
9	4,0	5,5	4,69	0,32	100	98,6	99,3
10	5,5	7,0	6,20	0,24	100	100	100
11	7,0	10,0	8,37	0,36	100	100	100

На основе данных, приведенных в таблице В.2, и в соответствии с таблицей 4 фильтр был отнесен к классу ISO $e\mathrm{PM}_{2,5}$ 65 %.

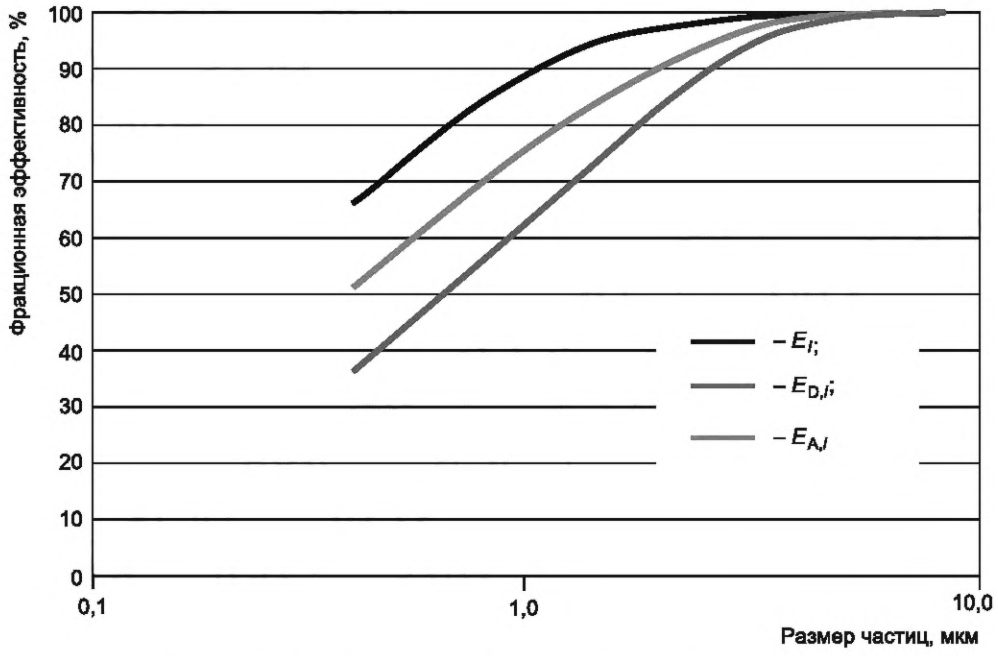


Рисунок В.1 — Зависимость фракционной эффективности фильтра А от размера частиц

Таблица В.2 — Пример вычисления эффективности *e*PM для фильтра А

i	$\overline{d}_i$, мкм	$\Delta \ln d_i$	Для городской территории $q_{3u}(\overline{d}_i)$	$q_{3u}(\overline{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{3u}(\overline{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{A,i} \cdot q_{3u}(\overline{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$e\mathrm{PM}_{x,\,\min}$, %	$e\mathrm{PM}_x$, %
1	0,39	0,51	0,21917	0,111960	0,041425	0,057659		
2	0,59	0,34	0,16568	0,055745	0,027315	0,035398		
3	0,84	0,36	0 11522	0,041097	0,024247	0,029 857	**$e\mathrm{PM}_{1,\min}$**	**$e\mathrm{PM}_1$**
Сумма значений в строках 1—3				**0,208802**	**0,092988**	**0,122915**	**45**	**59**
4	1,14	0,26	0,08503	0,022309	0,015170	0,017847		
5	1,44	0,21	0,07618	0,015817	0,011863	0,013445		
6	1,88	0,32	0,08022	0,025546	0,021203	0,022978		
7	2,57	0,31	0,09984	0,030966	0,028179	0,029324	**$e\mathrm{PM}_{2,5,\min}$**	**$e\mathrm{PM}_{2,5}$**
Сумма значений в строках 1—7				**0,303440**	**0,169403**	**0,206510**	**56**	**68**
7	2,57	0,31	0,09984	0,030966	0,028179	0,029324		
1	0,39	0,51	0,09088	0,046422		0,023908		
2	0,59	0,34	0,07571	0,025474		0,016176		
3	0,84	0,36	0,07014	0,025016		0,018174		
4	1,14	0,26	0,07628	0,020013		0,016011		
5	1,44	0,21	0,08833	0,018340		0,015589		
6	1,88	0,32	0,10804	0,034406		0,030949		
7	2,57	0,31	0,13726	0,042573		0,040316		
8	3,46	0,29	0,16708	0,048067		0,047154		
9	4,69	0,32	0,19542	0,062233		0,061798		
10	6,20	0,24	0,21671	0,052261		0,052261		
11	8,37	0,36	0,23143	0,082545		0,082545		**$e\mathrm{PM}_{10}$**
Сумма значений в строках 1—11				**0,457351**		**0,404879**		**89**

Примечание — Приведенные в таблице данные округлены. Поскольку для вычислений были использованы результаты с бóльшим числом значащих цифр, чем приведено в таблице, при пересчете на основе значений из таблицы могут быть получены другие результаты.

Таблица В.3 — Пример вычисления эффективности для фильтра В

i	d_i, мкм	d_{n+1}, мкм	$\overline{d}_i$, мкм	$\Delta \ln d_i$	E_i, %	$E_{D,i}$, %	$E_{A,i}$, %
1	0,3	0,5	0,39	0,51	82,0	79,0	80,5
2	0,5	0,7	0,59	0,34	90,0	88,0	89,0
3	0,7	1,0	0,84	0,36	94,3	93,0	93,7
4	1,0	1,3	1,14	0,26	96,7	96,0	96,4
5	1,3	1,6	1,44	0,21	98,2	98,0	98,1
6	1,6	2,2	1,88	0,32	98,8	98,5	98,7
7	2,2	3,0	2,57	0,31	98,9	98,7	98,8

Окончание таблицы В.3

i	d_i, мкм	d_{n+1}, мкм	$\overline{d}_i$, мкм	$\Delta \ln d_i$	E_i, %	$E_{D,i}$, %	$E_{A,i}$, %
8	3,0	4,0	3,46	0,29	99,2	99,0	99,1
9	4,0	5,5	4,69	0,32	99,7	99,6	99,7
10	5,5	7,0	6,20	0,24	100	100	100
11	7,0	10,0	8,37	0,36	100	100	100

Таблица В.4 — Пример вычисления эффективности *e*PM для фильтра В

i	$\overline{d}_i$, мкм	$\Delta \ln d_i$	Для городской территории $q_{3u}(\overline{d}_i)$	$q_{3u}(\overline{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{3u}(\overline{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{A,i} \cdot q_{3u}(\overline{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$e\mathrm{PM}_{x,\min}$, %	$e\mathrm{PM}_x$,%
1	0,39	0,51	0,21917	0,111960	0,088449	0,090128		
2	0,59	0,34	0,16568	0,055745	0,049056	0,049613		
3	0,84	0,36	0,11522	0,041097	0,038220	0,038488	$e\mathrm{PM}_{1,\ min}$	$e\mathrm{PM}_1$
Сумма значений в строках 1—3				**0,208802**	**0,175725**	**0,178229**	**84**	**85**
4	1,14	0,26	0,085 03	0,022309	0,021417	0,021495		
5	1,44	0,21	0,076 18	0,015817	0,015501	0,015517		
6	1,88	0,32	0,080 22	0,025546	0,025163	0,025201		
7	2,57	0,31	0,099 84	0,030966	0,030563	0,030594	$e\mathrm{PM}_{2,5,\min}$	$e\mathrm{PM}_{2,5}$
Сумма значений в строках 1—7				**0,303440**	**0,268368**	**0,271035**	**88**	**89**
1	0,39	0,51	0,09088	0,046422		0,037370		
2	0,59	0,34	0,07571	0,025474		0,022672		
3	0,84	0,36	0,07014	0,025016		0,023428		
4	1,14	0,26	0,07628	0,020013		0,019283		
5	1,44	0,21	0,08833	0,018340		0,017991		
6	1,88	0,32	0,10804	0,034406		0,033942		
7	2,57	0,31	0,13726	0,042573		0,042062		
8	3,46	0,29	0,16708	0,048067		0,047634		
9	4,69	0,32	0,19542	0,062233		0,062016		
10	6,20	0,24	0,21671	0,052261		0,052261		
11	8,37	0,36	0,23143	0,082545		0,082545		$e\mathrm{PM}_{10}$
Сумма значений в строках 1—11				**0,457351**		**0,441203**		**96**

Примечание — Приведенные в таблице данные округлены. Поскольку для вычислений были использованы результаты с бóльшим числом значащих цифр, чем приведено в таблице, при пересчете на основе значений из таблицы могут быть получены другие результаты.

На основе данных, приведенных в таблице В.4, и в соответствии с таблицей 4 фильтр был отнесен к классу ISO $e\mathrm{PM}_1$ 85 %.

Приложение С
(справочное)

Оценка содержания ультрамелких частиц ниже по потоку от фильтра

Далее рассмотрен пример применения стандартов серии ГОСТ Р 70064 для оценки содержания частиц фракций PM_x в воздухе ниже по потоку от испытуемого фильтрующего элемента, если известно их содержание выше по потоку $C_{up}(PM_x)$. Значение содержания частиц ниже по потоку, $C_{down}(PM_x)$, можно оценить по формуле (С.1)

$$C_{down}(PM_x) = C_{up}(PM_x) \cdot (1 - ePM_x), \quad (С.1)$$

где значения ePM_{10}, $ePM_{2,5}$ и ePM_1 получены для рассматриваемых в примере фильтров в соответствии с настоящим стандартом.

В рассмотренном примере было принято, что массовая концентрация частиц выше по потоку от секции с испытуемым фильтрующим элементом составляет 15 мкг/м^3 для $PM_{2,5}$ и 40 мкм/м^3 — для $PM_{2,5}$. Значения эффективности $ePM_{x,min}$ для рассмотренного фильтрующего элемента составили: $ePM_{2,5}$ = 68 % = 0,68 и ePM_{10} = 89 % = 0,89 (данные по фильтру А приведены в приложении В). Массовую концентрацию частиц ниже по потоку вычисляют по формуле (С.1)

$$C_{down}(PM_{2.5}) = 15 \text{ мкг/м}^3 \cdot (1 - 0{,}68) = 4{,}8 \text{ мкг/м}^3,$$

$$C_{down}(PM_{10}) = 40 \text{ мкг/м}^3 \cdot (1 - 0{,}68) = 4{,}8 \text{ мкг/м}^3.$$

Примечания

1 Действительные значения массовой концентрации могут отличаться от вычисленных в зависимости от условий эксплуатации фильтрующего элемента и действительного распределения частиц природного аэрозоля по размерам (отклонение от указанных условий рассмотрено в настоящем стандарте).

2 Поскольку диапазон размеров частиц фракции $ePM_{2,5}$ входит в диапазон размеров для фракции PM_{10}, то для реального аэрозоля в атмосферном воздухе невозможно получить $C_{down}(PM_{10})$ меньше, чем $C_{down}(PM_{2,5})$. В этом случае разница этих значений обусловлена тем, что для вычисления $ePM_{2,5}$ и ePM_{10} применяли два различных распределения частиц по размерам (для воздуха городских и сельских территорий). Если при оценке массовой концентрации частиц ниже по потоку от фильтра будет получено $C_{down}(PM_{10})$ меньше, чем $C_{down}(PM_{2,5})$, то следует принять, что $C_{down}(PM_{10}) = C_{down}(PM_{2,5})$.

Поскольку фракционная эффективность фильтра очистки воздуха зависит от размера частиц, нормализованное распределение частиц по размерам после фильтра будет значительно отличаться от распределения частиц по размерам до него (см. рисунки С.1 и С.2 соответственно). В соответствии с настоящим стандартом значения эффективности ePM_x, в допущении о стандартном распределении частиц по размерам и поскольку распределение частиц по размерам после фильтра значительно отличается от стандартного, в формулу (С.1) нельзя подставлять значения эффективности ePM_x, полученные в соответствии с настоящим стандартом для отдельных следующих друг за другом этапов фильтрации. Однако по методике, установленной в настоящем стандарте, на основе кумулятивной фракционной эффективности можно вычислить кумулятивное значение $ePM_{x,cum}$ для многоступенчатой системы фильтрации по формулам (С.2) и (С.3):

$$ePM_{x,cum} = \sum_{i=1}^{n} E_{cum,i} \cdot q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \Delta \ln d_i \text{ при } x = 1 \text{ и } 2{,}5 \text{ мкм}; \quad (С.2)$$

$$ePM_{x,cum} = \sum_{i=1}^{n} E_{cum,i} \cdot q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \cdot \Delta \ln d_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} q_{3u}\left(\overline{d}_i\right) \Delta \ln d_i \text{ при } x = 10 \text{ мкм}, \quad (С.3)$$

где $E_{cum,i} = 1 - \prod_{j=1}^{k}\left[1 - E_{A,i}\left(\text{Фильтр } j\right)\right]$,

j — номер ступени фильтрации;

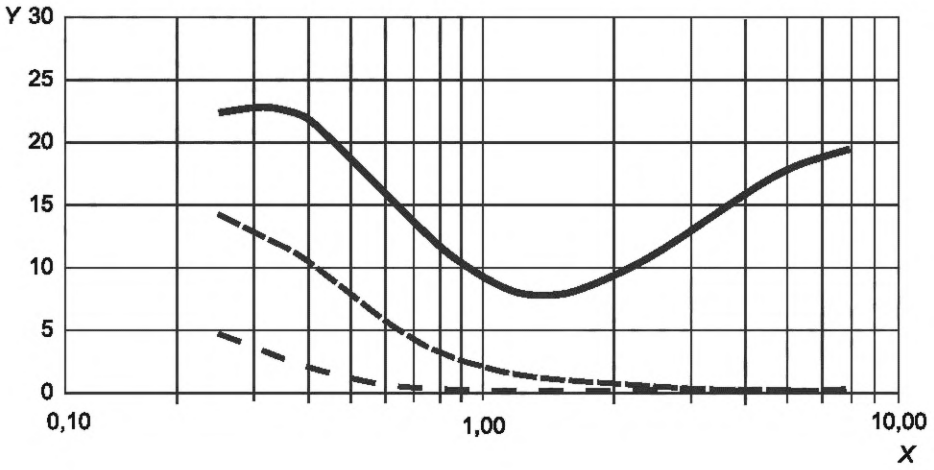
k — общее число ступеней фильтрации.

Для многоступенчатой системы фильтрации массовая концентрация взвешенных частиц ниже по потоку от фильтра последней ступени может быть вычислена на основе полученного кумулятивного значения $ePM_{x,cum}$ по формуле (С.1). Объединяя результаты измерений, полученных для фильтра А и фильтра В соответственно (см. приложение В), можно получить результаты, приведенные в таблицах С.1 и С.2 соответственно. В таблице С.1 приведены результаты для типичного для городской территории распределения частиц по размерам, в таблице С.2 — для типичного для сельской территории распределения частиц по размерам (см. таблицу 2).

Таблица С.1 — Пример вычисления суммарной эффективности для системы с двумя фильтрами на основе типичного для городской территории распределения частиц аэрозоля по размерам

d_i, мкм	d_{i+1}, мкм	$\overline{d}_i$, мкм	$q_{3u}(\overline{d}_i)$	$E_{A,i}$ Фильтр А, %	$q_{3u}(\overline{d}_i)$ после фильтра А	$E_{A,i}$ Фильтр В, %	$E_{cum,i}$, %	$q_{3u}(\overline{d}_i)$ после фильтра В
0,30	0,50	0,39	0 22119	51,5	0,13935	80,5	90,5	0,04459
0,50	0,70	0,59	0,21917	63,5	0,10630	89,0	96,0	0,02073
0,70	1,00	0,84	0,16568	72,7	0,06047	93,7	98,3	0,00665
1,00	1,30	1,14	0 11522	80,0	0,03151	96,4	99,3	0,00200
1,30	1,60	1,44	0,08503	85,0	0,01701	98,1	99,7	0,00062
1,60	2,20	1,88	0,07618	90,0	0,01143	98,7	99,9	0,00022
2,20	3,00	2,57	0,08022	94,7	0,00806	98,8	99,9	0,00011
3,00	4,00	3,46	0,09984	98,1	0,00529	99,1	100	0,00006
4,00	5,50	4,69	0,12688	99,3	0,00241	99,7	100	0,00002
5,50	7,00	6,20	0,15556	100	0,00109	100	100	0,00000
7,00	10,00	8,37	0,17757	100	0,00000	100	100	0,00000

Примечание — Приведенные в таблице данные округлены. Поскольку для вычислений были использованы результаты с бóльшим числом значащих цифр, чем приведено в таблице, при пересчете на основе значений из таблицы могут быть получены другие результаты.



X — размер частиц, мкм; *Y* — плотность логнормального объемного распределения частиц $q_{3u}(d)$, %

— типичное для городской территории распределение частиц аэрозоля по размерам (см. основную часть настоящего стандарта);

— распределение частиц аэрозоля по размерам после фильтра А;

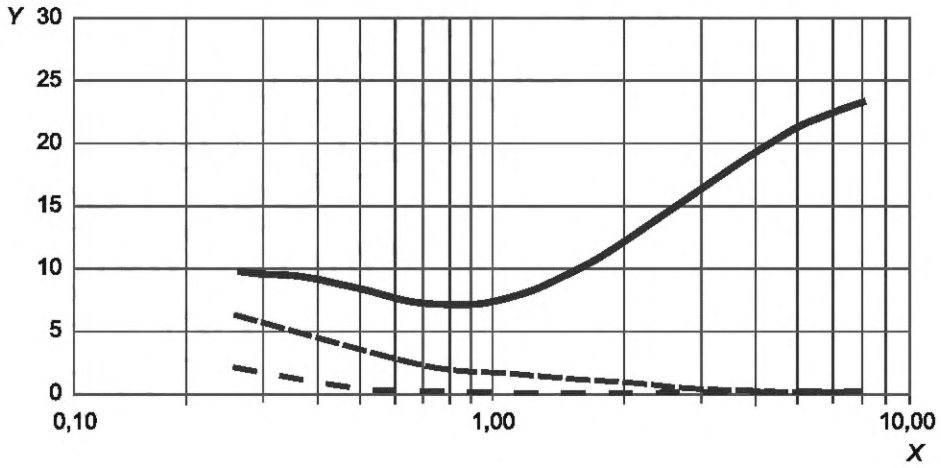
— распределение частиц аэрозоля по размерам после фильтра В.

Рисунок С.1 — Плотность распределения частиц по размерам типичного для городской территории аэрозоля выше по потоку от фильтра А и ниже по потоку от фильтров А и В соответственно

Таблица С.2 — Пример вычисления суммарной эффективности для системы с двумя фильтрами на основе типичного для сельской территории распределения частиц аэрозоля по размерам

d_i, мкм	d_{i+1}, мкм	$\overline{d}_i$, мкм	$q_{3u}(\overline{d}_i)$	$E_{A,i}$, % Фильтр А, %	$q_{3u}(\overline{d}_i)$ после фильтра А	$E_{A,i}$, % Фильтр В, %	$E_{cum,i}$, %	$q_{3u}(\overline{d}_i)$ после фильтра В
0,30	0,50	0,39	0,096 51	51,5	0,06080	80,5	90,5	0,01946
0,50	0,70	0,59	0,09088	63,5	0,04408	89,0	96,0	0,00859
0,70	1,00	0,84	0,07571	72,7	0,02763	93,7	98,3	0,00304
1,00	1,30	1,14	0,07014	80,0	0,01918	96,4	99,3	0,00122
1,30	1,60	1,44	0,07628	85,0	0,01526	98,1	99,7	0,00056
1,60	2,20	1,88	0,08833	90,0	0,01325	98,7	99,9	0,00025
2,20	3,00	2,57	0,10804	94,7	0,01086	98,8	99,9	0,00015
3,00	4,00	3,46	0,13726	98,1	0,00727	99,1	100	0,00009
4,00	5,50	4,69	0,16708	99,3	0,00317	99,7	100	0,00003
5,50	7,00	6,20	0,19542	100	0,00137	100	100	0,00000
7,00	10,00	8,37	0,21671	100	0,00000	100	100	0,00000

Примечание — Приведенные в таблице данные округлены. Поскольку для вычислений были использованы результаты с бóльшим числом значащих цифр, чем приведено в таблице, при пересчете на основе значений из таблицы могут быть получены другие результаты.



X — размер частиц, мкм; *Y*— плотность логнормального объемного распределения частиц $q_{3к}(d)$;

— типичное для городской территории распределение частиц аэрозоля по размерам (см. основную часть настоящего стандарта);

— распределение частиц аэрозоля по размерам после фильтра А;

— распределение частиц аэрозоля по размерам после фильтра В

Рисунок С.1 — Плотность распределения частиц по размерам типичного для сельской территории аэрозоля выше по потоку от фильтра А и ниже по потоку от фильтров А и В соответственно

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р 70064.2—2022 (ИСО 16890-2:2016)	MOD	ISO 16890-2:2016 «Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 2. Определение фракционной эффективности и перепада давления»
ГОСТ Р 70064.3—2022 (ИСО 16890-3:2016)	MOD	ISO 16890-3:2016 «Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 3. Определение зависимости эффективности и перепада давления от массы уловленной пыли»
ГОСТ Р 70064.4—2022 (ИСО 16890-4:2016)	MOD	ISO 16890-4:2016 «Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 4. Метод кондиционирования для определения минимальной фракционной эффективности»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - MOD — модифицированные стандарты.		

Библиография

[*1*] EH 12341 Атмосферный воздух. Стандартный гравиметрический метод измерений для определения массовой концентрации взвешенных в воздухе частиц фракций PM_{10} или $PM_{2,5}$

[*2*] *EU Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999*

[3] *ИСО 29464:2011* *Оборудование очистки воздуха и других газов. Термины и определения*

[*4*] *ИСО 15957:2015* *Аэрозоли (пыль) контрольные для оценки оборудования по очистке воздуха*

[*5*] Seinfeld J.H., & Pandis S.N. Atmospheric chemistry and physics. Wiley Interscience Publications, John Wiley & Sons, New York, USA, 2006

[*6*] Kuehn T.H., Yang C.H., Kulp R.H. Effects of Fan Cycling on the Performance of Particulate Air filters used for IAQ Control. Indoor Air '96, The 7th Int. Conf. on Indoor Air Quality and Climate, Vol.4, p. 211, 1996

[*7*] Phillips B.A., Davis W.T., Dever M. Investigation of the Effect of a Topically Applied Tackifier in Reducing Particle Bounce in a Melt-Blown Air Filter. Filtr. Sep. 1996, p. 933

[*8*] Reichert F., & Ohde A. Untersuchung zur Freisetzung von Filterfasern und zur Ablösung von schadstoffbelasteten Partikeln durch Luftfilter in RLT-Anlagen unter besonderer Berücksichtigung der in der Praxis auftretenden Schwingungszustände. Abschlussbericht zum bmb+f Forschungsvorhaben FKZ 1701199. FHTW Berlin, 2002

[*9*] Reichert F., & Ohde A. Untersuchungen des Fasershedding an typgeprüften Feinstaubtaschenfiltern in Raumlufttechischen Anlagen. Colloquium Filtertechnik, Universität Karlsruhe, 2004

[*10*] Rivers R. D., & Murphy D. J. Determination of Air Filter Performance under Variable Air Volume (VAV) Conditions. ASHRAE 675-RP:1996

[*11*] Qian Y., Willeke K., Ulevicius V., Grinshpun S.A. Particle Re-entrainment from Fibrous Filters. Aerosol Sci. Technol., 27 p. 3

[*12*] Ginestet A., Johnsson M., Pugnet D., Carlsson T. Shedding of particles from HVAC filters. Filter media, Volume 4, Issue 1, p. 11—14, 2010

[*13*] Baron P., & Willeke K. Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications. Wiley Interscience Publications, John Wiley & Sons, New York, USA, Second Edition, 2005

[*14*] АСТМ-Ф649-80 Стандартная методика повторной калибровки счетчика взвешенных в воздухе частиц на основе процедур сличения

[*15*] Ginestet A., & Pugnet D. The fractional efficiency of air filters used in general ventilation. J. Aerosol Sci. 1997, 28 (Supplement 1) pp. S293—S294

[*16*] ASME/Standard MFC-3M-1985 Измерение расхода жидкости в трубопроводах с использованием смесительной насадки и трубки Вентури

[*17*] АСТМ-Ф328-98 Стандартная методика калибровки счетчика взвешенных в воздухе частиц с применением монодисперсных частиц сферической формы

[*18*] ИСО 29463-3:2011 Высокоэффективные фильтры и загрузка фильтра для удаления частиц в воздухе. Часть 3. Метод испытаний фильтрующего материала в виде плоского листа

[*19*] ANSI/ASHRAE/Standard 52.2-2012 Метод испытаний устройств очистки воздуха общего назначения для определения зависимости эффективности улавливания от размера частиц. Американское общество инженеров по отоплению, холодильной технике и кондиционированию воздуха, Inc., Atlanta (2012)

УДК 543.275.083:628.511:006.354 ОКС 91.140.30

Ключевые слова: фильтрующий элемент, очистка воздуха, фракционная эффективность, технические характеристики, испытания, классификация

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 14.09.2022. Подписано в печать 19.09.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,98.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru