

УДК 541.132

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПРОЦЕДУРЕ ИСПЫТАНИЯ СМОНТИРОВАННЫХ ВОЗДУШНЫХ ФИЛЬТРОВ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТОМ ИСО 14644-3

М.Н. Шахов

*ООО НПЦ «Клирум Инструментс», Москва
clri@clri.ru*

Приводятся замечания на процедуру замечания воздушных фильтров как важнейшей части чистых помещений, по процедуре англоязычного оригинала стандарта ИСО 14644.3:2003.

There are remarks upon the procedure of testing the air filters as the most important part of the clean premises. Particular remarks are made for English original of ISO 14644-3-2005 standard.

Ключевые слова: чистое помещение, воздушные фильтры, стандарт ИСО 14644.3.

Key words: clean premises, air filteres, standard ISO.

Воздушные фильтры являются одной из важнейших и неотъемлемой частью чистых помещений. Уверенность в надлежащем функционировании чистого помещения не может быть полной без проверки установленных в нем воздушных фильтров.

Стандарт ГОСТ Р ИСО 14644-3-2007 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 3. Методы испытаний» предлагает методику испытания целостности установленной системы фильтрации. Процедура эта, при поверхностном взгляде, крайне проста: на фильтр подается концентрированный аэрозоль, при этом со стороны чистого помещения фильтр сканируется и по проскоку частиц определяется наличие утечек (рис. 1).

Генератор частиц подает на фильтр тестовый аэрозоль, концентрация которого измеряется счетчиком частиц. Одновременно проводится сканирование поверхности фильтра при помощи другого счетчика частиц и выявление утечек по проскоку частиц через фильтр.

Однако, при изучении англоязычного оригинала стандарта (ISO 14644-3:2005) и подробном рассмотрении процедуры, возникает целый ряд замечаний. Эти замечания можно принципиально разделить на две категории: неточности перевода и вопросы по методике. В случае неточностей перевода, конечно, есть возможность свериться с оригиналом, но не совсем понятно, в какие инстанции обращаться с вопросами по предложенной методике.

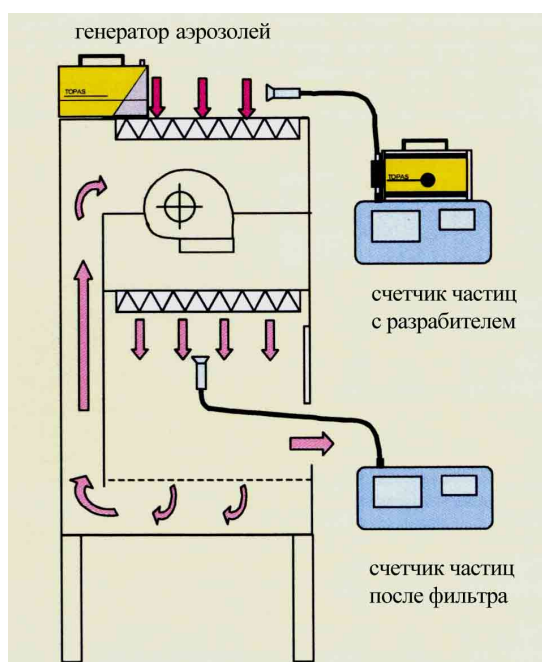


Рис. 1. Проверка целостности фильтра Г

Ниже будут рассматриваться замечания исключительно к проверке целостности фильтров при помощи счетчика дискретных частиц (проверка с помощью фотометра не рассматривается).

Сначала рассмотрим замечания по переводу. Уже в самом начале процедуры мы встречаем неточность не самого принципиального характера:

- в стандарте: «дискретный счетчик частиц»;
- оригинал: «discrete particle counter»;
- точный перевод: «счетчик дискретных частиц».

Вполне очевидно, что речь идет о счетчике отдельных, т.е. дискретных частиц, а не о «дискретных счетчиках».

Далее встречаем куда более принципиальные ошибки:

в стандарте: « C_a – число обнаруженных частиц при стационарном счете частиц (неподвижном пробоотборнике)»;

- оригинал: « C_a is the observed acceptable count [particles]»;
- точный перевод: « C_a – приемлемое наблюдаемое количество частиц».

Тот факт, что в стандарте в разных случаях используется одно обозначение, привел к появлению в локализованной версии некоего третьего определения. Почему-то именно с этим и связанными параметрами связано наибольшее количество ошибок перевода.

В стандарте: «В некоторых местах локальное значение коэффициента проскока может быть более интегрального. C_a может быть заменено на N_p . Рекомендуется, чтобы величина N_p была не менее 2...»

Здесь пропущен кусок текста, полностью меняющий смысл фразы.

Оригинал: «In certain areas, local penetration may be greater than overall integral penetration. For manual scanning procedure, C_a may be replaced by N_p . It is recommended that N_p be greater than or equal to 2...»

Точный перевод: «На некоторых участках локальный проскок может быть выше, чем интегральное значение для всего фильтра. Для процедуры ручного сканирования C_a может быть заменено на N_p . Рекомендуется, чтобы величина N_p была не менее 2...»

Как видно, на самом деле оригинальный текст подразумевает замену одного параметра на другой в случае ручного сканирования, что абсолютно не понятно из российской версии стандарта.

Далее, практически сразу же после рассмотренной фразы:

в стандарте: «При статических вычислениях одна обнаруженная частица C_a дает верхний доверительный предел N_p . Некоторые значения C_a и N_p приведены в таблице В.2. При значениях, не превышающих N_p , возможно более быстрое сканирование или использование меньших концентраций аэрозоля на входе фильтра».

А вот что написано в оригинале: «One observed count, C_a , gives upper confidence limit, N_p , by statistical calculation. Some pairs of C_a and N_p are given in Table B.2. A smaller value of N_p will allow faster scanning or allow lower upstream concentration».

Таким образом, на самом деле, фраза гласит следующее.

Точный перевод: «При статических вычислениях одна обнаруженная частица C_a дает верхний доверительный предел N_p . Некоторые значения C_a и N_p приведены в таблице В.2. Меньшие значения N_p позволяют проводить сканирование быстрее или использовать меньшие концентрации аэрозоля на входе фильтра».

Налицо существенная разница в смысле.

Точно также смысл искажается и в следующем:

в стандарте: «Действительное число частиц, характеризующих утечку N_{pa} для времени T_r может быть получено из уравнения В.6. При $N_p > C_a$ следует использовать формулу В.7»;

оригинал: «The actual number of particle counts which characterize a designated leak, N_{pa} for T_r can be obtained from Equation (B.6). When the number of N_p is large, C_a can be calculated from Equation (B.7)».

Переводчик перепутал слово large – большой и форму сравнения larger – больше. Т.е. на самом деле речь идет о следующем.

Точный перевод: «Действительное число частиц, характеризующих утечку N_p для времени T_r , может быть получено из уравнения В.6. При больших значениях N_p величина C_a может быть вычислена по уравнению В.7».

Т.е. при больших значениях параметра, не указанных в таблице, другой параметр вычисляется по формуле. Наконец, уже в самом конце методики:

в стандарте: «Фактические концентрации частиц после каждого четко идентифицированного фильтра, данные о месте контроля»;

оригинал: «Result of the downstream measurement for each clearly identified filter, area section or measuring location»;

точный перевод: «Результаты измерения после фильтра для каждого четко идентифицированного фильтра, секции или точки измерения».

Т.е. привести результаты любых измерений после фильтра, а не просто измерить концентрацию после фильтра и указать место контроля.

Вполне вероятно, что существуют и другие ошибки перевода, которые можно выявить, прочитав стандарт еще несколько раз. Однако приведенного уже достаточно, чтобы убедить в необходимости для специалистов внимательно изучать именно оригинал документа.

Ряд замечаний возникает и к самой методике, прочитанной на языке оригинала. Рассмотрим ряд вопросов, появившихся по мере изучения стандарта.

Выбору и подготовке аэрозоля уделяется немалая часть описания методики, однако, не рассматриваются некоторые существенные моменты.

Аэрозоль может быть получен нагреванием или распылением. Есть ряд наиболее распространенных веществ, используемых в качестве тестового аэрозоля. При этом разные вещества и разные способы получения аэрозоля приводят к разному соотношению заряженных и незаряженных частиц. Заряженные частицы оседают на фильтре эффективнее незаряженных, поэтому при тестировании фильтров в лабораторных экспериментах аэрозоли часто нейтрализуют, т.е. снимают с частиц заряд. Вполне вероятно, что при разработке методики проверялось влияние зарядов, однако сомнительно, что бы оно было несущественным ввиду множества возможных веществ для получения аэрозоля и принципиально разных методов их получения.

Далее, при испытаниях фильтров в чистых помещениях в основном используют полидисперсные аэрозоли. Их проще и дешевле получить. Естественно, стандартом оговаривается диапазон размеров частиц, который подходит для проведения испытаний (0,1–0,5 мкм). Устоявшейся практикой является проверка фильтров по частицам с размером 0,3 мкм. Для измерений используется первый канал счетчика частиц с чувствительностью 0,3 мкм. Однако такой размер частиц отличается от точки MPPS фильтра (т.е. размера наиболее понижающих частиц). Стандартом не оговаривается, какую эффективность следует использовать при расчетах – номинальную или соответствующую выбранному размеру частиц. При поведении измерений, скорее всего, известна будет только номинальная эффективность фильтра. В то же время, поскок для частиц размером 0,3 мкм может существенно отличаться от поскока для точки MPPS (пример приводится в стандарте EN 1822 для фильтров H13).

Измерения при проведении подтверждения классификации чистых помещений поведятся в режиме интегрального счета частиц. Т.е. данные приводятся по количеству частиц с размером от указанного и выше. Так как в случае фильтров от размера частиц зависит эффективность, то очевидно, что измерения должны проводиться либо на монодисперсном аэрозоле (но это дорого), либо для некоторого интервала размеров частиц. В стандарте приводится рекомендуемый диапазон размеров частиц аэрозоля, но не указывается, как именно должны проводиться измерения. У разных счетчиков частиц размерные диапазоны каналов могут быть разными, и, соответственно, будут получены и разные результаты.

Наконец, упоминается необходимость обеспечить и проверить однородность распределения аэрозоля по воздуховоду. В случае стендовых или лабораторных испытаний такая проверка не представляется проблемой, однако для комплекса чистых помещений, где может возникнуть необходимость подавать тестовый аэрозоль на каждый фильтр или группу фильтров, такая проверка привела бы к существенной трате времени. Более того, если аэрозоль вводится где-то в начальной точке вентиляционной системы и преодолевает существенный путь до конечных фильтров, такая проверка просто бессмысленна: очевидно, что аэрозоль распределится по сечению воздуховода. В любом случае, подробности такой проверки не приводятся, и не оговаривается определение количества точек контроля при проверке равномерности распределения.

В стандарте: «Для того чтобы отличить приемлемое число частиц от неприемлемого, концентрация аэрозоля на входе фильтра должна быть такой, чтобы число частиц после фильтра не превышало 10».

По рекомендации стандарта попробуем рассчитать концентрацию тестового аэрозоля, который нужно будет подать на фильтры разных классов (таблица 1).

Таблица 1

Аэрозольная нагрузка на фильтры разных классов

Класс фильтра	Проскок Ps	*Нагрузка на фильтр, частиц/м ³
E10	0,15	39.500
E11	0,05	180.000
E12	0,005	1.800.000
H13	0,0005	11.800.000
H14	0,00005	118.000.000

*Рассчитано для $C_a=1$, $Sr=5$ см/с, $K=10$.

Как видно из таблицы, начиная с фильтра E12, нагрузка на фильтр выражается достаточно небольшой концентрацией тестового аэрозоля. На практике для фильтра класса E12 в воздуховоде вентиляционной системы концентрация аэрозоля, даже без использования генератора, в несколько раз превышает расчетную величину. Стандарт не оговаривает классы фильтров, к которым применима методика, а значит, единственный выход для таких фильтров – это принимать приемлемое количество частиц $C_a=100$ и более.

Точно так же расчет локальной утечки по таблице, приводимой в стандарте (таблица 2), возможен только для фильтров от H13. Можно было бы предположить, что методика не предназначена для фильтров классом ниже, однако фильтры E10–E12 относятся к HEPA фильтрам и применяются в чистых помещениях, т.е. должны проверяться по приведенной методике.

Таблица 2

Зависимость коэффициента K от интегрального проскока фильтра

Проскок Ps	$\leq 5 \times 10^{-4}$	$\leq 5 \times 10^{-5}$	$\leq 5 \times 10^{-6}$	$\leq 5 \times 10^{-7}$	$\leq 5 \times 10^{-8}$
Коэффициент, K	10	10	30	100	300

Можно следовать намеченной в таблице тенденции и выбрать коэффициент $K=10$ для фильтров, имеющих проскок выше, чем приведенные в таблице. Однако выбор коэффициента влияет на концентрацию подаваемого аэрозоля, поэтому, конечно, здесь были бы уместны более четкие указания.

Выше уже упоминался такой критерий, как приемлемое количество частиц C_a . Этот критерий, на основании которого определяется потенциальная утечка, относится к малому промежутку времени T_s (время экспозиции), который рассчитывается, исходя из ширины пробоотборника и скорости сканирования. Так, при скорости сканирования 5 см/с и ширине пробоотборника 1 см время экспозиции составит 0,2 с.

Счетчики частиц не предназначены для фиксирования данных за столь короткие промежутки времени. Также счетчик частиц не позволяет построить зависимость количества частиц от времени с таким разрешением. Минимальное время отбора пробы для счетчиков компании Lighthouse составляет 1 с, для некоторых других – больше или столько же. Можно ориентироваться на время 1 с, но следует учитывать, что все это время пробоотборник движется, и данные будут усреднены по пройденной длине. Практический опыт подсказывает, что утечку достаточно несложно заметить, но разбирая методику, непонятно, можно ли использовать такое упрощение.

С выбором времени отбора пробы возникает и другая проблема. Если использовать время 1 с, то на один фильтр получится порядка 100-200 таких измерений, т.е. 100-200 распечаток, которые надо было бы приложить как подтверждение получения результата. Но прикладывать такое количество распечаток на один фильтр явно не очень удобно.

В то же время, если выставить время отбора пробы 1 мин и просканировать фильтр, то полученный на распечатке результат будет отражать некую суммарную картину, по которой сложно сказать, как проходило сканирование. Можно провести расчет концентрации частиц после фильтра и его эффективности, но так получается лишь косвенное подтверждение определения целостности фильтра путем сканирования.

Здесь затруднение главным образом не в том, чтобы проверить фильтр, а в том, чтобы представить подтверждение проведенных измерений, в качестве которого заказчик или проверяющие органы часто требуют именно распечатки с принтера измерительного прибора.

Наконец, возникают некоторые вопросы по составлению отчета.

В стандарте: «d) данные о концентрации частиц до фильтров с указанием точек отбора проб и времени их отбора».

Имеет смысл отбирать пробу непосредственно перед фильтром. Как уже отмечалось выше, проверять распределение концентрации по сечению воздухопровода неудобно и требует затрат времени.

В стандарте: «f) среднее значение концентрации частиц до фильтров и данные о ее распределении».

Усреднение по времени имеет смысл, а вот что касается распределения по сечению воздуховода – возражения уже приводились выше.

В стандарте: «g) рассчитанные критерии приемлемости для концентрации частиц после фильтров».

Везде по тексту процедуры считается только количество частиц после фильтра, а не их концентрация. Расчет концентрации проводится только для фильтров, размещенных в воздуховодах, сканирование которых невозможно.

В стандарте: «h) фактические концентрации частиц после каждого четко идентифицированного фильтра, данные о месте контроля».

Опять же, везде по тексту процедуры считается только количество частиц после фильтра, а не их концентрация.

Если время отбора пробы мало, пересчет на концентрацию имеет низкую точность. Следует ли отбирать пробу для определения концентрации отдельно или достаточен результат полученный при сканировании? Нужно ли приводить эти данные только для фильтров, расположенных в воздуховодах или делать такой расчет (на наш взгляд излишний) для любых проверяемых фильтров?

Это далеко не все замечания, а лишь выбранные примеры.

Следует заметить, что готовится к утверждению новая редакция стандарта ISO 14644-3; она опубликована. При кратком знакомстве с ней видно, что некоторые проблемы, описанные выше, в новой редакции устранены, однако большая часть вопросов и замечаний так и не снята. Это значит, что в практической деятельности специалистам по-прежнему надо будет очень внимательно относиться к особенностям проверки целостности установленных в чистом помещении воздушных фильтров в каждом конкретном случае.