

Г.Г.Смирнов, Н.П.Медведев, А.В.Сенькин

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СТЕНДОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРОВ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА***ФГУ «48 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации»*

Высокая защитная эффективность фильтров (фильтр-элемент тонкой очистки, ФЭТО), используемых в системах вентиляции микробиологических лабораторий, является важным элементом обеспечения биологической безопасности. Перед их использованием предусмотрена проверка на стендовых установках. Существующие модели этих установок позволяют проверить за рабочий день не более 8 фильтров, требуют значительных физических усилий. Предлагаемая автоматизированная установка позволяет проверить до 33 фильтр-элементов за рабочую смену, значительно снижая физические нагрузки работающего персонала.

*Ключевые слова:* фильтр, фильтр-элемент тонкой очистки, стендовая установка, микробиологическая лаборатория.

G.G.Smirnov, N.P.Medvedev, A.V.Sen`kin

**Automated Bench-Top Device for Evaluation of Air Fine Purification Filters Efficiency***Russian Federation Ministry of Defense 48 Central Research Institute*

High protective efficiency of filters (fine purification filter-element) used in microbiological laboratories ventilation systems contributes essentially to biological safety provision. Filters are to be tested at bench-top devices prior to application. The existing models of these devices allow to test no more than 8 filters per working day, and require considerable physical efforts. The proposed automated device allows to test 33 filters per working day and decreases considerably workload of the personnel.

*Key words:* filter, fine purification filter-element, bench-top device, microbiological laboratory.

В настоящее время как у нас в стране, так и за рубежом, значительно повысились требования к санитарной и технологической чистоте воздуха, что явилось результатом разработки обновленных стандартов и других документов [4]. Введены новые стандарты оценки качества воздушных фильтров в Европе EN 779-93 и EN 1822-98, а в России впервые принят и введен Госстандартом РФ в действие ГОСТ Р 51251-99 «Фильтры очистки воздуха», который является стандартом для фильтров очистки воздуха, устанавливаемых в системах вентиляции, кондиционирования, воздушного отопления зданий и сооружений, а также в других системах и устройствах подготовки воздуха.

Защита работающего персонала научно-исследовательских организаций при работе с возбудителями опасных и особо опасных инфекционных заболеваний является весьма актуальной проблемой. Она требует постоянного совершенствования существующих, а также разработки новых средств и методов обеспечения биологической безопасности (ББ). Первостепенное значение при этом уделяется одной из основных инженерных систем обеспечения ББ – вентиляции. Продолжаются изыскательские работы по созданию новых эффективных фильтрующих материалов с целью изготовления на их основе новых высокоэффективных фильтров тонкой очистки воздуха (ФТО). Наибольшее применение для высокоэффективной очистки воздуха находят фильтры на основе тонковолокнистых материалов из ультратон-

ких стеклянных и синтетических волокон, металло-керамики, а также базальтового супертонкого (0,1–0,4 мкм) волокна [3].

Основным методом изучения свойств фильтрующих материалов является экспериментальная оценка их защитной эффективности с помощью физико-химических и биологических индикаторов. К наиболее распространенным из них относятся кварцевые, атмосферные и синтетические пыли, аэрозоли масляного тумана, красителя метиленового синего, фуксина, флюоресцирующих веществ, йодида калия, диоктилфталата, хлорида натрия, радиоактивных веществ с размером частиц 0,05–0,8 мкм, а также аэрозоли различных тест-микроорганизмов [3, 5].

Санитарными правилами [1, 2] определено, что перед запуском в эксплуатацию фильтр должен быть проверен на проскок с использованием биологического аэрозоля (*S. marcescens*, или *E. coli*) или другим способом. В нашей организации эффективность фильтр-элементов тонкой очистки воздуха (ФЭТО) оценивают с использованием *S. marcescens* и уранина.

В микробиологической практике используют фильтры, изготовленные на основе волокнистых фильтрующих материалов, имеющие значительную поверхность фильтрации. Отечественной промышленностью серийно выпускаются высокоэффективные фильтры производительностью 1000 м<sup>3</sup>·ч<sup>-1</sup>, 500 м<sup>3</sup>·ч<sup>-1</sup>, 60 м<sup>3</sup>·ч<sup>-1</sup> (ФТО-1000, ФТО-500, ФТО-60) на основе фильтрующего материала ФПАН из полиакрилонитрилового волокна для очистки технологиче-

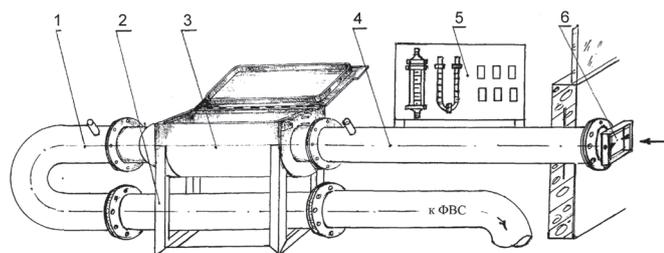


Рис. 1. Автоматизированная стендовая установка СС-1:  
1 – колено; 2 – станина; 3 – корпус; 4 – воздуховоды; 5 – щит КИПиА;  
6 – распылитель

ского воздуха, а также фильтр-элементы ФЭТО-750 на основе ткани Петрянова ФПП-15-9,0 из перхлорвинилового волокна для очистки вентиляционного воздуха.

Проверку эффективности ФЭТО этих типов в нашей организации осуществляют на стендовой установке СУ, разработанной С.Г.Дроздовым и соавт. [3].

Существенным недостатком данной модели является то, что сравнительно большая часть очищаемого воздуха проходит через боковую поверхность фильтрующего элемента. Автоматика отсутствует, все операции по проверке ФЭТО осуществляются вручную. Много времени тратится на крепление конуса, оценку прилегания ФЭТО к фланцу, герметичности прилегания конуса, т.е. неэффективно используется рабочее время. За рабочую смену на этой установке можно проверить не более 8 ФЭТО.

Автоматизированная стендовая установка Г.Г.Смирнова СС-1 предназначена для оценки эффективности ФЭТО, представленная на рис. 1, 2, лишена указанных выше недостатков. Она автоматизирована и позволяет осуществлять фильтрацию воздушного потока равномерно по всей поверхности ФЭТО. Установка состоит из воздуховодов 1, 4, корпуса с крышкой 3, системы автоматики 5 и узла распыла 6. Корпус стенда (рис. 2) представляет собой часть расширенного воздуховода с фланцами и крышкой. Внутри корпуса смонтированы герметизирующее уплотняющее устройство и прижимное устройство, предназначенное для прижатия ФЭТО к фланцу. Герметичность прилегания ФЭТО к фланцу определяется следующим образом: ФЭТО помещается внутрь корпуса на подставку вплотную к фланцу. Прижимным устройством ФЭТО плотно прижимается к фланцу с резиновой прокладкой. Во фланце и резиновой прокладке имеется сквозное отверстие, к которому приварен патрубок, соединенный с U-образным манометром. На манометр подается давление сжатого воздуха равное 10 кПа (1000 мм вод. столба) и через 1 мин определяется падение давления. Если падение давления воздуха в манометре составляет менее 60 Па (6 мм вод. столба), то считается, что прилегание ФЭТО к фланцу герметичное. На корпусе имеются штуцера: для подачи сжатого воздуха в уплотняющее устройство, для проверки герметичности прилегания ФЭТО к фланцу и для из-

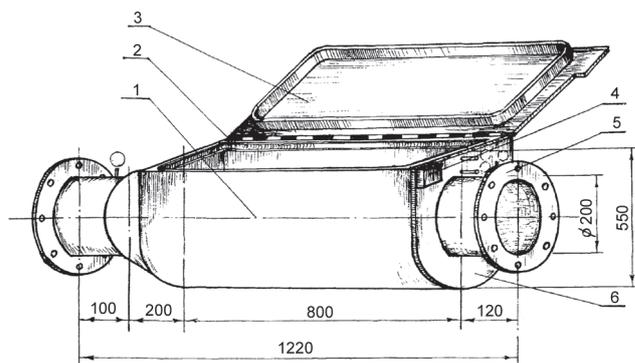


Рис. 2. Автоматизированная стендовая установка СС-1:  
1 – корпус; 2 – уплотняющее устройство; 3 – крышка; 4 – концевое реле;  
5 – фланцы; 6 – передняя стенка

мерения сопротивления ФЭТО. На установке СС-1 возможно проведение оценки эффективности ФЭТО-750, ФЭТО-500 и ФЭТО-1000

Проведено по 5 сравнительных испытаний по оценке эффективности фильтр-элементов на СУ и автоматизированной установке СС-1 при использовании в качестве тест-культуры *S. marcescens*, с последующей оценкой производительности этих установок за рабочую смену (6 ч). Результаты испытаний представлены в таблице.

Из анализа таблицы следует, что производительность автоматизированной стендовой установки СС-1 составляет не менее 33 ФЭТО за рабочую смену, т.е. производительность установки СС-1 по сравнению с установкой СУ увеличивается в 4 раза, с сохранением воспроизводимости по показателю коэффициента проницаемости. Автоматизированная установка рекомендована для внедрения в практику работ микробиологических лабораторий.

Результаты испытаний ФЭТО-750 на стендах СУ и СС-1 (n=10)

Алгоритм проверки ФЭТО на стенде	Время, необходимое для выполнения операции на	
	СУ	СС-1
Монтаж ФЭТО в стенд (с) не более	10	10
Установка и крепление конуса (мин) не более	10	-
Установка контрольных приборов на стенд (с) не более	20	20
Проверка герметичности соединения конуса и корпуса стенда, герметичности прилегания ФЭТО к фланцу и сопротивления ФЭТО ( мин) не более	10	Прямо-показывающие приборы
Отбор проб аэрозоля, мин	10	10
Снятие контрольных приборов (с) не более	20	20
Отсоединение конуса (мин) не более	10	-
Демонтаж ФЭТО (с) не более	10	10
Итого времени на проверку 1 ФЭТО (мин) не более	41	11
Производительность стенда за 6 ч работы, шт.	8	33
Коэффициент проницаемости Кпр. (X±I <sub>95</sub> ):10 <sup>-6</sup> %	2,6±0,3	2,5±0,2

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности). СП 1.3.1285-03. Бюл. норм. метод. док. 2003; 3(13):61–144.
2. Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней. СП 1.3.2322-08. Бюл. норм. метод. док. 2008; 4(38):13–66.
3. Дроздов С.Г., Гарин Н.С., Джиндоян Л.С. и др. Основы техники безопасности в микробиологических и вирусологических лабораториях. М.: Медицина; 1987. 265 с.
4. Чупалов В.С. Воздушные фильтры. СПб.: СПГУ; 2005. 167 с.
5. Чупалов В.С. Основы оценки эффективности воздушных фильтров. В кн.: Инженерные системы. СПб.: Ассоциация «АВОК Северо-Запад»; 2008. С.14–22.

## References (Presented are the Russian sources in the order of citation in the original article)

1. Sanitary and Epidemiological Regulations "Safety of Work with the Microorganisms of I–II Pathogenicity (Hazard) Groups" SR 1.3.1285-03].

Bul. Norm. Method. Dok. Gossanepidnadzor. 2003; 3(13):61–144.

2. [Sanitary and Epidemiological Regulations "Safety of Work with the Microorganisms of III–IV Pathogenicity (Hazard) Groups and Parasitic Diseases Agents" SR 1.3.2322-08]. Bul. Norm. Method. Dok. Gossanepidnadzor. 2009; 4(38):13–66.

3. Dроздов С.Г., Гарин Н.С., Джиндоян Л.С. et al. [Fundamentals of Safety Practice in Microbiological and Virological Laboratories]. M.: Meditsina; 1987. 265 p.

4. Чупалов В.С. [Air Filters]. SPb.: SPGU; 2005. 167 p.

5. Чупалов В.С. [Fundamentals of Air Filters Efficiency In: Engineering Systems]. SPb.: Assotsyatsiya "AVOK Severo-Zapad"; 2008. P. 14–22.

## Authors:

Smirnov G.G., Medvedev N.P., Sen'kin A.V. Russian Federation Ministry of Defense 48 Central Research Institute. Kirov.

## Об авторах:

Смирнов Г.Г., Медведев Н.П., Сенькин А.В. 48 ЦНИИ Минобороны России. Киров.

Поступила 13.05.10.