

УДК 66.067.12

**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ,  
ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ**

**THE ANALYSIS OF TEXTILE FILTERS USED  
IN AIR FILTRATION**

*Л.Я. СУХОТЕРИН, А.И. ПАНИН, И.В. РЫБАУЛИНА, А.А. КАЛМЫКОВ, А. С. НИКОЛАЕВ*  
*L.YA. SUHOTERIN, A.I. PANIN, I.V. RYBAULINA, A.A. KALMYKOV, A.S. NIKOLAEV*

**(Дмитровградский инженерно-технологический институт - филиал  
Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ",  
Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(Dimitrovgrad Institute of Industrial Engineering (the branch)  
of National Research Nuclear University "MEPhI";  
Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: Panin79@yandex.ru**

*Работа многих промышленных предприятий сопряжена с технологическими процессами, связанными с выделением пыли или газовоздушных смесей. Поэтому требования экологической безопасности обуславливают*

*применение новых, высокоэффективных средств очистки воздуха для сохранения чистоты атмосферы, особенно в густонаселенных регионах.*

*Operation of many industrial enterprises is interfaced with technological processes related to release of dust or gas-air mixtures. Therefore, the requirements of environmental safety cause the use of new, high-efficient air cleaning equipment for keeping the atmosphere clean, especially in densely populated regions.*

**Ключевые слова:** текстильные фильтры, фильтрация, очистка воздуха.

**Keywords:** textile filters, filtration, air filtration.

В настоящее время широкое применение получили текстильные фильтры различной структуры, основная задача которых состоит в обеспечении минимальных пылегазовых выбросов с тем, чтобы не превышать предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздушной среде.

В текстильных фильтрах насыщенные пылью промышленные газы или воздух аспирации проходят через структуру текстильного полотна, состоящего из нитей, по межволоконному пространству.

При этом на поверхности фильтра образуется слой пылевого осадка, который становится дополнительной фильтровальной перегородкой.

Структура осадка и его толщина, а следовательно, и фильтровальные свойства зависят от целого ряда факторов, таких как:

- структура и плотность переплетения тканых полотен;
- структура и удельная плотность нетканых материалов и намоток;
- вид нитей основы и утка, используемых в переплетении (наружного слоя при многослойных фильтровальных тканях);
- структура и качественный состав пыли;
- размеры микрочастиц пыли и их форма;
- время работы (текстильного фильтра или фильтровальной ткани) до регенерации;
- величина давления на внешней поверхности фильтровальной перегородки и т.д.

В зависимости от вида волокнистого материала, дисперсности частиц пыли и скорости фильтрации в них преобладает броуновская диффузия, эффект касания, а

также инерционное осаждение или седиментация на поверхности волокон, из которых изготовлены нити в полотне [1]. При постоянной скорости фильтрации воздуха или газовой смеси происходит существенное возрастание гидравлического сопротивления, что и обусловлено образованием пылевого осадка.

В данном случае для изучения механизма фильтрации высокозапыленного воздуха (когда запыленность  $z > 1 \text{ г/м}^3$ ) различными плотными фильтровальными полотнами была исследована зависимость гидравлического сопротивления текстильного фильтра и концентрации пыли за ним от толщины пылевого слоя.

Исследования проводились в лаборатории ДИТИ НИЯУ "МИФИ" на специально изготовленном стенде, схема которого приведена на рис. 1.

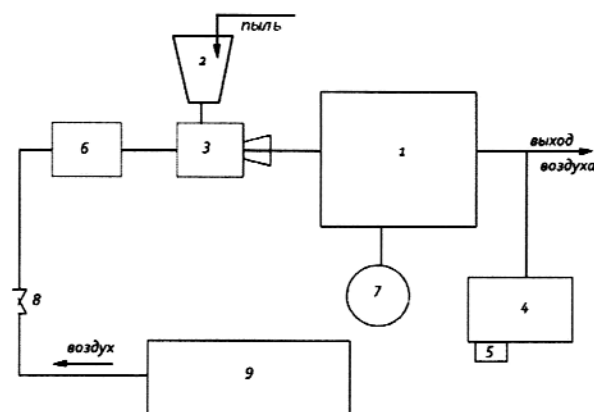


Рис. 1

Исследуемые фильтровальные полотна на рамке вставлялись в корпус фильтра 1. Из пыленагнетателя 2, оснащенного эжек-

тором 3, поток запыленного воздуха направлялся на фильтр.

Нефелометр 4 позволял определять качественные изменения концентрации пыли за фильтром. По воздуховоду 5 воздушно-пылевая смесь подавалась на реометр 6, который использовался для замера расхода воздуха, а манометром 7 фиксировалось изменение сопротивления на фильтровальной перегородке. Расход пылевоздушной смеси регулировался краном 8 подачи воздуха от компрессора 9.

В ходе эксперимента исследовались два вида фильтровальных тканей, сформированных полотняным и саржевым переплетениями из полиэфирных нитей с плотностями по основе и утку соответственно: а)  $P_0=P_y=76$  н/дм и б)  $P_0=76$  н/дм;  $P_y=84$  н/дм, поверхностная плотность тканей соответственно составляла  $P_1=160$  г/м<sup>2</sup>,  $P_2=140$  г/м<sup>2</sup>, а также нетканое полотно и сомкнутая намотка фильтра.

В качестве текстильного фильтра исследовалось нетканое иглопробивное полотно, изготовленное из полиэфирных волокон на тканом каркасе. Волокнистый холст нетканого полотна был сформирован из смеси полиэфирных волокон линейной плотности 0,84 текс и полиэфирных волокон линейной плотности 0,33 текс в соотношении 20 и 80% соответственно. Волокнистый холст наносился на тканый каркас на иглопробивном агрегате АИН-1800М. Каркасная ткань полотняного переплете-

ния выработывалась из полиэфирных комплексных нитей линейной плотности основы и утка по  $T_0=T_y=111$  текс.

Поверхностная плотность составляла 110 г/м<sup>2</sup>. Плотность каркасной ткани составляла по основе  $P_0=50$  н/дм; а по утку  $P_y=46$  н/дм.

В качестве намоточного фильтра использовалась сомкнутая намотка полиэфирных нитей на перфорированный каркас. Линейная плотность нити составляла 130 текс. Удельная плотность намотки  $\gamma$  составляла 0,62 г/м<sup>2</sup>. Поверхностная плотность  $P=150$  г/м<sup>2</sup>. Намотка формировалась на мотальной машине Georg SAHM (Германия) на перфорированный сетчатый каркас из оцинкованной проволоки 10x10 мм.

Фильтровальные ткани и нетканое полотно помещались в корпус фильтра и с помощью нефелометра определялись оптические плотности осадка, состоящего из смоделированной цементной пыли, в зависимости от его толщины, пылевого слоя  $h$ .

Скорость пылевоздушного потока выбиралась постоянной и составляла 0,6 м/мин при запыленности  $z = 5$  г/м<sup>3</sup>.

На рис. 2 представлены графики зависимостей  $O_n = f(h)$  и  $\Delta P = f(p)$ . На рис. 2-а – зависимости гидравлического сопротивления цементной пыли и оптической плотности осадка, формируемого на фильтровальных перегородках, созданных намоткой и нетканым способом.

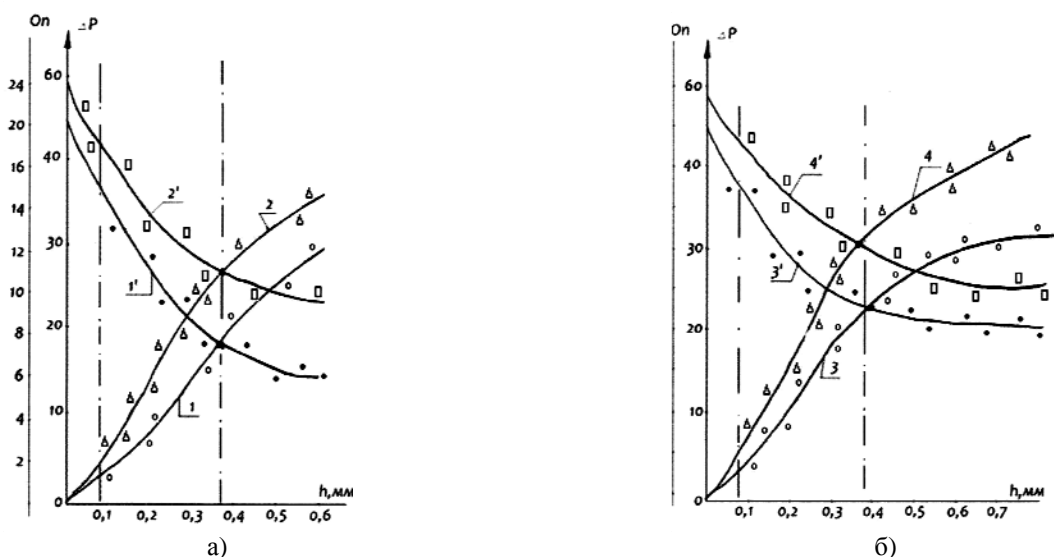


Рис. 2

На рис. 2-б – данные зависимости для тканей полотняного и саржевого переплетений соответственно:

1 и 1' – для фильтра, сформированного сомкнутой намоткой;

2 и 2' – для нетканого полотна (иглопробивного);

3 и 3' – для ткани саржевого переплетения;

4 и 4' – для ткани полотняного переплетения.

Анализ полученных зависимостей показывает, что во всех четырех случаях процесс фильтрации имеет три фазы формирования осадка:

– первая фаза – формирование первичного слоя осадка на поверхности фильтровальной перегородки. Данная фаза характеризуется относительно высоким проскоком мелких частиц пыли через фильтровальную перегородку и незначительным ростом гидравлического сопротивления фильтра. В этой фазе происходит осаждение крупных частиц пыли на нитях и волокнах, а также зацепление их друг за друга с образованием сложных конфигураций (дендридов) осадка. Данная фаза длится короткое время;

– вторая фаза более продолжительная и связана с формированием элементарного фильтрующего слоя осадка пылевых частиц. На данной стадии дендриды, смыкаясь друг с другом, образуют единый пылевой слой, являющийся дополнительной фильтровальной перегородкой, которая обеспечивает улавливание мелкодисперсной пыли. В этой фазе происходит быстрое нарастание гидравлического сопротивления фильтра вследствие уменьшения сечения пор. Проскок микрочастиц пыли резко снижается. Завершение данной фазы определяется моментом установления постоянного значения оптической плотности воздуха за фильтром. Обычно толщина пылевого слоя в этот период достигает 0,3 мм, но зависит от структуры пылевых частиц и их концентрации, а главное – от структуры текстильной фильтровальной перегородки (пористости и воздухопроницаемости ткани, нетканого материала или намотки);

– третья фаза соответствует стабильному процессу фильтрации через пылевой слой, увеличивающийся в размерах, но со-

храняющий примерно постоянную пропускную способность. Гидравлическое сопротивление фильтра в данной фазе нарастает линейно.

Проскок микрочастиц пыли через фильтр на данной стадии невысок и связан с перемещением их в слое осадка пыли, что обусловлено перераспределением давления внутри слоя, однако, как показывают исследования, проход их через весь пылевой слой маловероятен.

Очевидно, что достижения высокой эффективности фильтров будет зависеть от ее структуры и способности сохранять первоначальный пылевой слой при регенерации.

## ВЫВОДЫ

1. Наряду с фильтровальной перегородкой из текстильного волокнистого материала в процессе очистки воздуха от пыли принимает участие и сам пылевой осадок, формируемый в виде дендридов на поверхности фильтра.

2. Эффективность очистки воздуха от пыли и величина гидравлического сопротивления фильтровальных перегородок из текстильных материалов определяется их структурой (начальной пористостью и воздухопроницаемостью), а также видом используемых волокон.

3. Как показали теоретические и экспериментальные исследования, использование намоток сомкнутой структуры на перфорированный проволочный (сетчатый) каркас обеспечивает более высокую эффективность очистки воздуха от пыли при меньшем перепаде давления на фильтре, а следовательно, и меньших энергозатратах по сравнению с другими текстильными материалами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Панин И.Н. и др. Текстильные фильтры. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009. С. 128.
2. Жужиков В.А. Фильтрация. – М.: Химия, 1968.

Рекомендована кафедрой ткачества МГУДТ.  
Поступила 05.06.13.