

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И РЕГЕНЕРИРУЕМОСТИ РУКАВНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА

А.П. СЕРГЕЕНКОВ, В.Ю. ЕРМАКОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Основные требования, предъявляемые к фильтрующим элементам – максимальные показатели производительности и эффективности очистки, а также надежности фильтрующих элементов. По мере накопления пыли на фильтрующих элементах эти показатели становятся хуже.

В фильтрах процессы пылеулавливания и пылеотделения происходят при движении запыленного газа через фильтрующий материал, который является основным рабочим элементом в фильтрующей установке. Поэтому от правильного выбора материала во многом зависит производительность, аэродинамическое сопротивление, эффективность очистки, надежность работы фильтра.

Для увеличения срока эксплуатации фильтрующих материалов и для улучшения самого процесса фильтрации необхо-

димо периодически проводить регенерацию фильтрующих элементов.

Регенерация фильтрующих элементов сводится к приложению тех или иных нагрузок к запыленному фильтрующему материалу, которые обеспечивают разрушение и отделение пылевого слоя от материала.

Наиболее эффективный способ регенерации – это сочетание механического встряхивания и импульсной продувки.

Целью работы являлось исследование фильтрующих свойств многослойных регенерируемых нетканых фильтровальных материалов рукавного типа трех видов, в которых элементом упрочнения служит тканевый каркасный материал полотняного переплетения из полиэфирных нитей. Характеристики и размеры исходных образцов материалов приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Параметры	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Диаметр рукава, мм	260	260	260
Высота рукава, мм	400	400	400
Площадь материала, м ²	0,327	0,327	0,327
Масса образца, г	150	159	129
Поверхностная плотность, г/м ²	458,6	477,3	381,1
Воздухопроницаемость, дм ³ /(м ² ·с)	157	138	122
Сырьевой состав	Полиэфирные волокна		
Способ производства	Иглопробивной с каркасом		

Сначала были определены наиболее важные характеристики фильтровальных материалов: пористость, толщина, разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, жесткость. При этом в основном использовались стандартные методики и приборы.

Толщина и пористость материалов определялись по методикам, разработанным в Лаборатории систем фильтрации Научного автотракторного института (НАТИ).

Суть метода определения пористости

П, % регенерируемых нетканых фильтровальных материалов заключается в определении объема жидкости, вытесненной волокнами материалов, с учетом которого при известной толщине материала вычисляется его пористость:

$$П = \left(1 - \frac{m_c - m}{\rho_{ж} V} \right) 100\%, \quad (1)$$

где m_c – масса сухого образца, г; m – масса мокрого образца, г; $\rho_{ж}$ – объемная плотность жидкости, г/см³; V – объем вытесненной образцом жидкости, см³.

Чем выше пористость образцов, тем меньше необходимое избыточное давление

для отделения пыли и тем в большей степени снижается гидравлическое сопротивление. Результаты измерения физико-механических свойств фильтровальных материалов сведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Вид материала	Толщина материала, мм	Пористость материала, %	Разрывная нагрузка, даН, в направлении		Удлинение при разрыве, %, в направлении		Жесткость, сН, в направлении	
			продольном	поперечном	продольном	поперечном	продольном	поперечном
Образец 1	1,157	74,306	42,6	49,9	64	66	13,2	15,7
Образец 2	0,994	66,725	40,0	52,7	42	46	9,5	11,8
Образец 3	0,778	55,125	56,5	77,3	46	55	15,7	21,5

Испытания фильтровальных материалов на фильтрационные и регенерационные свойства проводились на стендовой установке для испытания воздухоочистителей в соответствии с ГОСТом 8002–74.

Для оценки пылеотделяющей способности фильтрующих материалов использовался стенд для испытания воздухоочистителей, усовершенствованный НАТИ с целью обеспечения возможности регенерации фильтровального материала.

Для оценки регенерируемости образец фильтрующего материала подвергают обработке по циклам запыление–импульсная регенерация. Коэффициент регенерируемости K_p (%) фильтрующего материала определялся по формуле:

$$K_p = \frac{P_k - P_{ост}}{P_k - P_0} \cdot 100, \quad (2)$$

где P_k – гидравлическое сопротивление после запыления, мм вод. ст; P_0 – начальное гидравлическое сопротивление, мм вод. ст; $P_{ост}$ – остаточное гидравлическое сопротивление, мм вод. ст.

Регенерацию образцов производили после достижения материалом предельного гидравлического сопротивления 250 мм вод. ст. Фильтровальный материал должен быть заменен, когда сопротивление его после регенерации практически не снижается, то есть когда материал уже не регенерируется.

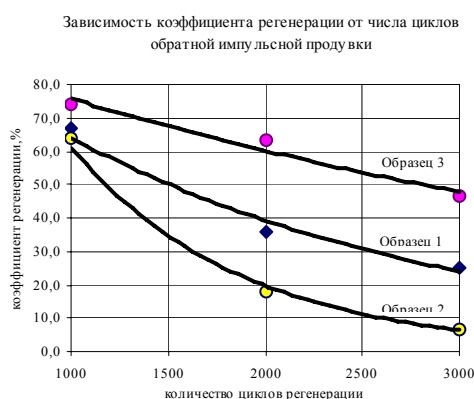


Рис. 1

Наиболее интенсивное снижение коэффициента регенерации наблюдается у образца 2 (рис. 1 – зависимость коэффициента регенерации от числа циклов обратной импульсной продувки); он быстрее забивается пылью, и гидравлическое сопротивление этого нетканого фильтровального материала после 3000 циклов регенерации незначительно отличается от гидравлического сопротивления запыленного материала. Лучше всех регенерации подвергается образец 3.

По мере осаждения пыли на фильтровальном материале и заполнения его пор, а также увеличения толщины слоя пыли возрастает сопротивление движению газа через фильтрматериал. Это может привести к уменьшению его пропускной способности. После регенерации в порах и на поверхности материала остается некоторое количество пыли, что создает дополни-

тельное гидравлическое сопротивление. После нескольких циклов регенерации остаточное сопротивление стабилизируется. Более плотные фильтровальные материалы с низкими значениями воздухопроницаемости обычно имеют более высокое остаточное сопротивление.

Уменьшение диаметра пор за счет задержанной пыли оказывает положительное влияние на дальнейший процесс осаждения частиц. В связи с этим эффективность очистки возрастает с уменьшением диаметра пор, а коэффициент регенерации K_p , наоборот, уменьшается. Поэтому после пропускания через материал некоторого количества запыленного газа в слое материала со стороны поступления газового потока практически все поры заполняются пылью, и в дальнейшем газовый поток будет проходить через поры в слое осевшей пыли.

Снижение коэффициента регенерации сопровождается повышением эффективности очистки. Эта зависимость для исследуемых материалов описывается уравнениями второго порядка:

– для образца 1

$$Y=99,76+0,1 \cdot 10^{-2}x-10^{-7}x^2, \quad (3)$$

– для образца 2

$$Y=97,41+0,1 \cdot 10^{-2}x+10^{-7}x^2, \quad (4)$$

– для образца 3

$$Y=97,29+0,8 \cdot 10^{-3}x+4 \cdot 10^{-8}x^2. \quad (5)$$

Зависимость эффективности очистки от числа циклов регенерации

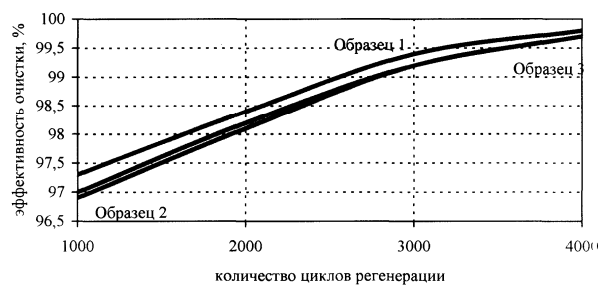


Рис. 2

Наглядное представление об этой зависимости дает графическая интерпретация уравнений (3), (4), (5), которая приведена на рис.2.

Эффективность очистки для исследуемых материалов увеличилась в ходе испытаний на 1,9...2,4% и достигла по истечении 4000 циклов регенерации значений в пределах 99,6...99,8%.

Среди исследуемых нетканых фильтровальных материалов сочетание высокой эффективности очистки и высокого коэффициента регенерации наблюдается у материала под номером 3.

ВЫВОДЫ

1. Получены математические зависимости для определения эффективности очистки воздуха в зависимости от числа циклов регенерации.

2. На основе оценки регенерации и эффективности очистки определен фильтровальный материал с оптимальными физико-механическими характеристиками.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 01.12.06.