

УДК 677.027

**О СТРУКТУРЕ ОСАДКА И ТОНКОСТИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА
ТРУБЧАТЫМИ ТЕКСТИЛЬНЫМИ ФИЛЬТРАМИ**

**ON THE STRUCTURE OF A DEPOSIT AND SUBTLETY
OF AIR PURIFICATION BY TEXTILE FILTERS**

С.Д.НИКОЛАЕВ, А.И. ПАНИН, А.Е.ЦИМБАЛЮК, А.Н.ПАЙМЕТОВ, О.В.КАЩЕЕВ
S.D. NIKOLAYEV, A.I. PANIN, A.E. ZYMBALYUK, A.N. PAYMETOV, O.V. KASHCHEEV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина,
Дмитровградский инженерно-технологический институт – филиал
Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ")
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin",
Dimitrovgrad Engineering-Technological Institute (the branch of)
National Research Nuclear University "MEPI")
E-mail: nsd0701@mail.ru

В статье исследован осадок пыли на поверхности фильтра, который представляет собой дисперсионные или конденсационные аэрозоли, состоящие из взвешенных в воздухе твердых частиц органического и минерального происхождения. Определено, что тонкость фильтрации воздуха на фильтровальной перегородке трубчатого текстильного фильтра зависит от коэффициента фильтрации, состава и структуры пыли и структуры намотки нитей на паковку. Показано, что производительность трубчатого текстильного фильтра определяется коэффициентом фильтрации и величиной перепада давления на фильтровальной перегородке.

Dust deposit on a filter surface that represents disperse or condensation aerosols consisting of firm particles of organic and mineral origin weight in the air has been researched. It is defined that subtlety of air filtration on a filtering partition of a tubular textile filter depends on a filtration coefficient, dust composition and structure, and structure of threads winding on a package. It is shown that productivity of a tubular textile filter is defined by the filtration factor and pressure fall value on a filtering partition.

Ключевые слова: осадок пыли, тонкость фильтрации, состав и структура, перепад давления, намотка нити, структура.

Keywords: dust deposit, filtration subtlety, composition and structure, pressure fall, thread winding, structure.

Увеличение антропогенного воздействия на окружающую среду, вызванное урбанизацией и развитием промышленности, приводит к нарушению экологического равновесия как локально, так и глобально.

В крупных городах резко увеличивается запыленность и загазованность воздуха, особенно в летний период времени, что обусловлено увеличением объемов производства строительными организациями, особенно в период уборки построенных промышленных или жилых объектов. Рост объема автотранспорта в городах, также резко увеличивает запыленность и загазованность воздуха. По данным санитарных служб за год в г. Москве на один км² площади выпадает более 1000 т/км осадков пыли.

Поэтому для очистки воздуха, подаваемого в жилые помещения и на специально значимые объекты, метрополитены, вокзалы и т.д., применяются различного рода фильтры, в том числе и трубчатые текстильные фильтры.

Задача фильтровальных систем состоит в отделении (осаждении) воздуха от взвешенных в нем твердых частиц пыли. При фильтровании воздух перемещается через пористую перегородку под действием давления или центробежных сил с образованием осадка, который образуется на поверхности и в структуре фильтровальной перегородки.

Осадок от уличной пыли представляет собой дисперсионные или конденсационные (дым) аэрозоли, состоящие из взве-

шенных различных твердых частиц органического и минерального происхождения. Осадок на поверхности трубчатого текстильного фильтра состоит из смеси первичных и вторичных частиц. Как отмечается в работе [1], первичные частицы – это отдельные кристаллы, имеющие однородную структуру, а вторичные частицы представляют собой агрегаты и агломераты. Агрегаты состоят из группы соединенных между собой первичных частиц, а агломераты – это рыхлые образования, возникающие при соединении только в отдельных точках агрегатов, вследствие чего имеют большое число внутренних каналов, которые, в свою очередь, также образуют своеобразную фильтровальную перегородку. Причем размеры первичных частиц составляют от $(10 \dots \text{до } 10^3) \cdot 10^{-10}$ м в диаметре, а вторичные частицы $(10^3 \dots \text{до } 10^3) \cdot 10^{-10}$ м, что обеспечивает удержание полидисперсной пыли с размерами частиц от 0,1 до 4 мкм.

Осадок пыли содержит три фазы – твердую, жидкую и газообразную. Твердая фаза состоит из минеральных частиц, а жидкая – из воды в различных состояниях. Газообразная фаза состоит из газовой смеси, находящейся в атмосфере (выхлопные газы и т.д.).

Твердая фаза, состоящая преимущественно из частиц песчаных и глинистых грунтов, имеющих округлую форму, которые обладают сыпучестью, а вследствие малой площади соприкосновения между частицами довольно легко удаляются с по-

верхности фильтровальной перегородки механическим путем.

Притяжение жидкостей и газов к поверхности фильтра происходит за счет атомов, находящихся на поверхности кристаллической решетки, поэтому, чем тоньше частицы осадка, тем больше их сорбционная поверхностная активность. Характер адсорбции различных веществ, входящих в состав пыли, зависит от минерального их состава и особенностей кристаллической структуры.

Примерный состав уличной пыли (%), выведенный на основе анализов, включает в себя: минеральные частицы песчаных и глинистых грунтов (силикаты, карбонаты и т.д.) 40...60; органические вещества (сажа и т.д.) 20...30; водорастворимые вещества 11...15; эфирорастворимые вещества 5...15; вода 1...5; прочие примеси 5...10.

Производительность ТТФ и тонкость очистки фильтров определяется структурой намотки фильтровальной перегородки, а также способностью и легкостью удаления образующегося осадка, которая, в свою очередь, зависит от структуры осадка и его состава.

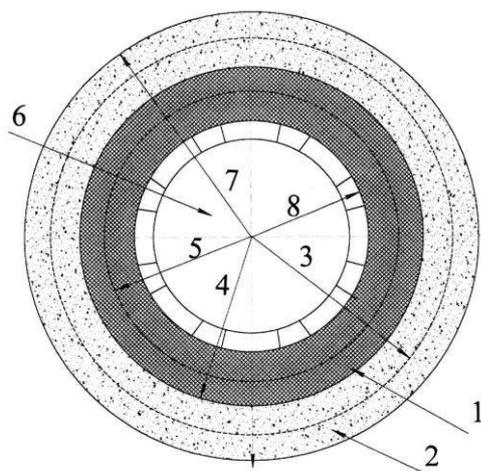


Рис. 1

На рис. 1 показана схема трубчатого текстильного фильтра с высотой раскладки нитей H , радиусом r_n на перфорированный патрон радиусом r_0 .

Размеры пор в структуре фильтровальной перегородки определяются видом намотки, то есть плотностью расположе-

ния нитей. Наименьшей пористостью, а следовательно, проницаемостью, обладают сомкнутые намотки, а наименьшей – замкнутые и спиралевидные [2].

Производительность трубчатого текстильного фильтра зависит от коэффициента фильтрации, на величину которого существенное влияние оказывает пористость перегородки, которая может быть определена по формуле:

$$\Pi = 1 - \frac{\gamma}{\gamma_n}, \quad (1)$$

где γ – плотность намотки нитей в пористой перегородке, г/см^3 ; γ_n – плотность наматываемой нити, г/см^3 .

Следовательно, тонкость фильтрации будет зависеть от пористости (а значит, и проницаемости) трубчатого текстильного фильтра с фильтрующей перегородкой, представляющей собой намотку нити на перфорированный патрон. Для увеличения пористости необходимо уменьшать плотность намотки нитей за счет использования той или иной структуры.

Так, если в качестве пористой фильтровальной перегородки использовать сомкнутую структуру, то удельная плотность нитей будет максимальной и ее можно определить по формуле:

$$\gamma = \frac{1}{c^2}, \text{ г/см}^3 \quad (2)$$

где c – коэффициент, характеризующий рыхлость нити.

Поскольку все иные виды намоток (замкнутые с различной степенью замыкания, спиралевидные, застильные) имеют меньшую удельную плотность намотки γ , по сравнению с сомкнутой намоткой, то они имеют большую пористость и проницаемость.

Плотность намоток замкнутой и спиралевидной структур зависит от степени замыкания намотки $-p$. С увеличением степени замыкания намотки $-p$ число пор (сот) в структуре намотки возрастает, а их размеры уменьшаются.

На рис.2 показана схема поры пористой перегородки намотки замкнутой структуры и размеры ячейки трубчатого текстильного фильтра. Ширина ячейки, измеряемая в меридианном (осевом) направлении паковки:

$$f = \frac{2H}{ki_0p}, \quad (3)$$

где H – высота фильтра, м; k – число оборотов пазового кулачка нитераскладчика за цикл движения нити при формировании намотки фильтровальной перегородки; i_0 – общее передаточное отношение от веретена к нитераскладчику намоточного механизма; p – степень замыкания намотки – число двойных ходов нитеводителя за цикл движения нити.

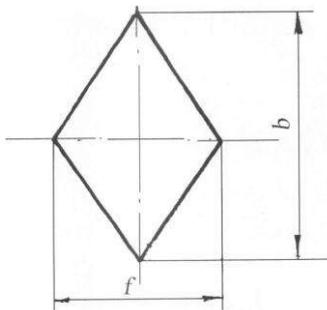


Рис. 2.

Главным параметром, определяющим структуру текстильного фильтра для очистки воздуха, является также воздухопроницаемость. Воздух (как и пары воды) может проходить через фильтровальную перегородку лишь тогда, когда по обе стороны фильтра давление разное.

Коэффициент воздухопроницаемости V_p показывает, какое количество воздуха V , м³, проходит через м² поверхности за 1 секунду при разности давлений по обе стороны перегородки, равной P (Н/м или мм вод. ст.):

$$V_p = \frac{V}{FT}, \quad (4)$$

где 1 мм вод. ст. = 9,81 Н/м²; F – площадь фильтровальной перегородки, м²; T – вре-

мя фильтрации, с. Количество воздуха, проходящего через фильтровальную перегородку, зависит, при прочих равных условиях, от величины перепада давления ΔP , поэтому чаще всего воздухопроницаемость определяют при постоянном значении перепада давления на фильтре ΔP .

Структура намотки фильтровальной перегородки трубчатого текстильного фильтра будет определять и грязеемкость фильтра, то есть способность удерживать загрязняющие частицы пыли на своей поверхности. Как показали исследования, наибольшей грязеемкостью обладают спиралевидные намотки, поры которых расположены по спиралам Архимеда и обеспечивают наибольшую площадь контакта осадка с поверхностью фильтровальной перегородки [2].

ВЫВОДЫ

1. Осадок пыли на поверхности фильтра представляет собой дисперсионные или конденсационные аэрозоли, состоящие из взвешенных в воздухе твердых частиц органического и минерального происхождения.

2. Тонкость фильтрации воздуха на фильтровальной перегородке трубчатого текстильного фильтра зависит от коэффициента фильтрации, состава и структуры пыли и структуры намотки нитей на паковку.

3. Производительность трубчатого текстильного фильтра определяется коэффициентом фильтрации и величиной перепада давления на фильтровальной перегородке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глубиш П. А. Противозагрязняемая отделка текстильных материалов. – М., 1975. С. 1...32.
2. Панин И.Н. Разработка и исследование структур мотальных паковок специального назначения: дис....докт. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.И.Косыгина. 1996.

Рекомендована кафедрой ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 02.04.12.