

УДК 677.024

О ТОНКОСТИ ОЧИСТКИ ФИЛЬТРАТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУБЧАТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ

С.Д. НИКОЛАЕВ, В.П. ЗАЙЦЕВ, И.Н. ПАНИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Димитровградский институт технологии, управления и дизайна
Ульяновского государственного технического университета)

В настоящее время в связи с быстрым ростом населения Земли и расширением его хозяйственной деятельности происходит значительное загрязнение окружающей среды (атмосферы, гидросферы и литосферы) различными вредными веществами (взвешенными твердыми частицами, каплями других жидкостей, солями тяжелых металлов и т.д.). Все это ухудшает среду обитания человека, вызывая заболевания людей и животных, а, следовательно, и необходимость очистки воздуха, воды и почвы от вредных примесей.

Отделение воздуха и воды от взвешенных в них твердых частиц или капель другой жидкости может производиться путем осаждения, фильтрования или центрифугирования. Фильтрованием называют разделение неоднородной системы с помощью пористой перегородки, способной пропускать жидкость, воду или газ, но задерживать взвешенные твердые частицы.

При фильтровании движение фильтруемой жидкости (суспензии) сквозь пористую перегородку осуществляется под действием давления или центробежных сил и применяется для более тонкого разделения суспензий и пылей, чем при осаждении.

В последние годы в связи с увеличением объема очистки загрязненных вод и воздуха возникла необходимость создания новых фильтров, отличающихся дешевизной, надежностью и требуемыми эксплуатационными свойствами (производитель-

ностью, тонкостью очистки, легкостью удаления осадка).

С этой точки зрения наиболее рациональным является внедрение в технику фильтрования трубчатых текстильных фильтров (ТТФ), пористые перегородки которых могут быть получены путем наматывания текстильных нитей на перфорированный остов (патрон) текстильного фильтра. Поскольку процесс наматывания довольно производителен, то сформированные таким путем фильтры будут отличаться дешевизной.

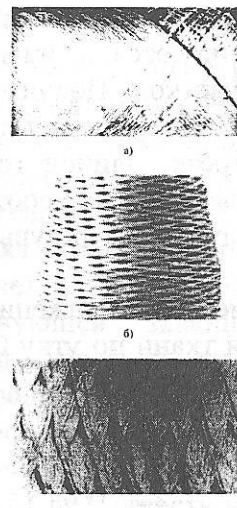


Рис. 1

Меняя структуру намотки пористой перегородки, легко создать требуемую ее пористость, а следовательно, и степень очистки загрязненной воды или запыленного воздуха при достаточно эффективном процессе фильтрации.

На рис.1-а,б,в показаны различные структуры намоток пористых перегородок ТТФ (соответственно а – сомкнутая, б – замкнутая и в – спиралевидная). Последние две намотки относятся к сотовым.

Все три вида намоток могут быть сформированы лишь на машинах с раздельным действием механизмов намотки и раскладки нити (прецизионных мотальных машинах). Конструкция мотальной головки одной из таких машин (Бандомат, фирмы Georg Sahm, Германия) показана на рис.2.

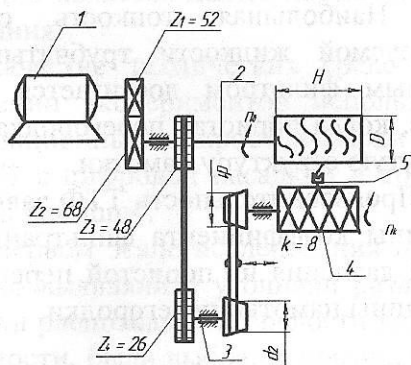


Рис. 2

При формировании пористой перегородки сомкнутой структуры передаточное отношение между веретеном и кулачком нитеводителя определяется по формуле [1]:

$$i_{oc} = \frac{(Z + n_1 p)}{k \left(p \pm \frac{d}{2H} \right)}, \quad (1)$$

где $Z=0$ или $Z=1$ – кратность замыкания намотки; k – число оборотов кулачка нитеводителя за один двойной ход его движения; n_1 – целая часть числа ki_0 ; p – степень замыкания намотки; d – диаметр наматываемой нити; H – высота намотки перегородки.

При формировании ТТФ замкнутой структуры намотки передаточное отношение между веретеном и кулачком нитеводителя:

$$i_{oz} = \frac{1}{k} \left(n_1 + \frac{Z}{p} \right). \quad (2)$$

Спиралевидные намотки формируются тогда, когда:

$$i_{oz} < i_0 < i_{oc}. \quad (3)$$

Трубчатые текстильные фильтры, в которых в качестве пористых перегородок используются замкнутые и спиралевидные намотки, широко применяются для очистки технических растворов при производстве кинескопов цветных телевизоров [2]. Очевидно, наибольшая тонкость очистки фильтруемой жидкости будет обеспечена в случае сомкнутой структуры намотки пористой перегородки ТТФ.

Согласно закону фильтрации Дарси [3] скорость движения жидкости в фильтрующем слое можно определить по формуле:

$$v = k_{\phi} \frac{dh_{\Gamma}}{dx}, \quad (4)$$

где k_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/с; h_{Γ} – гидравлический напор жидкости в слое, находящемся на расстоянии x от места фильтрации.

Поскольку перепад давления на пути фильтрации x равен:

$$p = \gamma_{ж} h_{\Gamma}, \quad (5)$$

где $\gamma_{ж}$ – удельный вес жидкости, Н/м^3 , то

$$v = k_{\phi} \frac{dp}{\gamma_{ж} dx}. \quad (6)$$

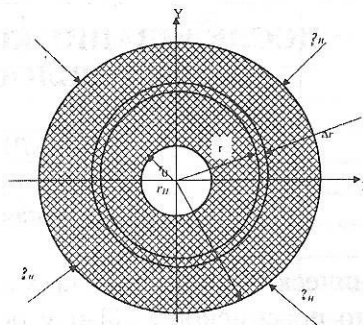


Рис. 3

В случае трубчатого текстильного фильтра скорость подачи фильтруемой жидкости в радиальном направлении со стороны наружной поверхности (рис. 3):

$$\vartheta = k_{\phi} \frac{dh_{\Gamma}}{dx} = k_{\phi} \frac{dh_{\Gamma H}}{r \ln \frac{r_H}{r_0}}, \frac{м}{с}, \quad (7)$$

где $h_{\Gamma H}$ – гидравлический напор фильтруемой жидкости на наружной поверхности пористой перегородки; r – текущий радиус намотки пористой перегородки, м; r_H – наружный радиус пористой перегородки, м; r_0 – радиус патрона, на который намотана пористая перегородка, м.

Расход фильтруемой жидкости в единицу времени:

$$Q = 2\pi r H \vartheta. \quad (8)$$

Тогда производительность трубчатого текстильного фильтра можно определить по формуле

$$Q = \frac{2\pi H k_{\phi} h_{\Gamma H}}{\ln \frac{r_H}{r_0}} = \frac{2\pi H k_{\phi} P}{\gamma_{\text{ж}} \ln \frac{r_H}{r_0}}, \frac{м}{с}. \quad (9)$$

Из формулы (9) следует, что производительность фильтра зависит от величины коэффициента фильтрации, перепада давления на пористой перегородке и толщины намотки этой перегородки.

Лабораторные исследования показали, что на величину коэффициента фильтрации существенное влияние оказывает по-

ристость перегородки, которая в случае использования ТТФ может быть определена по формуле

$$\Pi = 1 - \frac{\gamma}{\gamma_H}, \quad (10)$$

где γ – плотность намотки пряжи пористой перегородки, г/см³; γ_H – плотность наматываемой нити, г/см³.

ВЫВОДЫ

1. Наибольшая тонкость очистки фильтруемой жидкости трубчатым текстильным фильтром достигается в том случае, когда пористая перегородка имеет сомкнутую структуру намотки.

2. Производительность ТТФ зависит от величины коэффициента фильтрации, перепада давления на пористой перегородке и толщины намотки перегородки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Зайцев В.П., Панин И.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1983, № 2.
2. Коломиец А.Я. Исследование структуры намотки трубчатых текстильных фильтров: Дис...канд.техн.наук. – Ленинград, ЛИТЛП им. С.М. Кирова, 1974.
3. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – М., 1952.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 30.05.05.