

УДК 677.21 (043.3)

## РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ ЗАМКНУТОЙ СТРУКТУРЫ НАМОТКИ

*Е.С. ЕРШОВА, С.С. ЮХИН*

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

Текстильные фильтры, образованные путем навивания нитей на перфорированный патрон, относятся к классу пористых перегородок геометрической эффективности, у которых номинальная и абсолютная тонкости фильтрации практически идентичны. Большой плюс таких фильтров состоит в том, что они обладают регулярной поровой структурой, профиль пор в которых прямолинеен. Такой характер поровой структуры паковок для фильтрования позволяет повысить проницаемость этих паковок с одновременным поддержанием требуемой степени очистки фильтруемых составов.

При проектировании фильтров необходимо учитывать диаметр частиц или диапазон диаметров, который должен быть задержан пористой перегородкой. Для этого подберем такое соотношение числа за-

мыканий и числа витков, навиваемых за один двойной проход нитеводителя, при котором диаметр эквивалентного отверстия поры на первом слое намотки (на слое у патрона) станет равным диаметру частиц, задержание которых необходимо осуществить.

Потери давления на трение в прямоугольных порах при одинаковой длине поры принято описывать через эквивалентный диаметр пор.

Проведем расчет эквивалентного диаметра поры по следующей формуле:

$$d_{\text{экв}} = 2 \left( \frac{2S}{P} \right), \quad (1)$$

$$d_{\text{экв}} = 2 \left( \frac{2 \cdot 0,5bf}{4 \sqrt{\frac{b^2 + f^2}{4}}} \right), \quad (2)$$

где  $S$  – площадь поры,  $\text{см}^2$ ;  $P$  – периметр поры,  $\text{см}$ ;  $b=(\pi D/p)$  – большая диагональ ромба,  $\text{см}$ ;  $f=(2H/n_1p)$  – меньшая диагональ ромба,  $\text{см}$ ;  $D$  – текущий диаметр намотки,  $\text{см}$ ;  $p$  – число замыканий;  $H$  – высота намотки паковки,  $\text{см}$ ;  $n_1$  – целое число витков на паковке за время двойного прохода нитеводителя.

Установлено, что изменение технических показателей структуры намотки на паковку, а также ее фильтрационных показателей при одинаковой площади сечения поры на первом слое намотки зависят от изменения профиля поры и пористости паковки. В качестве исходного показателя принимаем площадь единичной поры на первом слое намотки, которая должна быть одинаковой для пяти рассчитываемых фильтров.

Теоретический анализ структуры пяти паковок с одинаковой площадью сечения пор, но переменным числом замыканий и числом витков показал, что с уменьшением числа замыканий и увеличением числа витков намотки профиль сечения поры изменяется от более квадратной к более щелевидной.

Увеличение щелевидности профиля поры приводит к снижению пористости намотки и коэффициента проницаемости паковки, а перепад давлений на входе и на выходе возрастает. Это говорит о том, что с увеличением щелевидности сечения поры плотность намотки на паковку возрастает, ввиду чего снижается объем пор в объеме паковки, и грязеемкость (масса загрязнений, которая может быть задержана текстильным фильтром за время, соответствующее изменению перепада давления на фильтре от начального до максимально допустимого значения) паковок с более щелевидным профилем пор будет меньше по сравнению с паковками, профиль сечения пор в которых приближается к квадрату.

Факт снижающейся грязеемкости по мере увеличения щелевидности профиля поры может быть также подтвержден еще и тем, что с ростом щелевидности эквивалентный диаметр пор в паковке уменьшается, в результате чего возможно полное закупоривание пор, что вызовет рост перепада давлений, и время на фильтрование до момента достижения максимально допустимого перепада давлений резко сократится.

Расчетные значения профилей пор в пяти пористых структурах для 220 наматываемых слоев с высотой намотки 23 см и диаметром намотки 20,96 см представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Номер паковки и профиль ячейки	Расчетные значения				
	фильтр1.	фильтр2.	фильтр3.	фильтр4.	фильтр5.
Число витков $n$	4	6	8	10	12
Число замыканий $p$	66	52	44	39	35
Диаметр, эквивалентный $d_{\text{экв}}$ , $\text{см}$	0,119	0,111	0,102	0,092	0,085
Площадь поры $S$ , $\text{см}^2$	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Большая диагональ $b$ , $\text{см}$	0,191	0,236	0,273	0,302	0,331

Меньшая диагональ $f$ , см	0,153	0,147	0,110	0,097	0,088
Периметр $P$ , см	0,489	0,536	0,589	0,634	0,685
Пористость $\Pi$	0,90392	0,88931	0,87629	0,86357	0,853
$k_0$ (показатель, зависящий от профиля ячейки)	2	2,125	2,25	2,375	2,5
$K_{пр} = k_0(\delta e/\delta)^2 S_0^2 (1-\Pi)^2/\Pi^3$ , м <sup>2</sup>	0,164	0,122	0,096	0,078	0,066
Извилистость пор $(\delta e/\delta)^2$	1				
Удельная поверхность пор $S_0$ , м <sup>2</sup>	15,616	14,833	14,198	13,609	13,153
Скорость фильтрации $V$ , м/с	0,000833				
$\mu$ (динамическая вязкость воды), Па·с	0,00101				
$\delta$ длина пути фильтрации (толщина намотки вдоль радиуса фильтра), м	0,0823				
$\Delta p = Q\mu/F\delta/K_{пр} = \nu\mu\delta/K_{пр}$ , Па	4,22E-07	5,64E-07	7,15E-07	8,81E-07	1,04E-06
$\Delta p$ , $\mu$ Па	0,422	0,564	0,715	0,881	1,043
$K_{ф} = aK_{пр}\gamma_{ж}/\mu$ коэффициент фильтрации, м/с	1,2E-05	1,06E-05	9,37E-06	8,41E-06	7,64E-06
$K_{ф}$ , м/ч	0,043325	0,037984	0,033721	0,03028	0,027504
$\gamma_{ж}$ (удельный вес воды), Н/м <sup>3</sup>	9790				
$R$ (коэффициент сопротивления перегородки) = $\gamma_{ж}\delta/(\mu K_{ф})$	6,63E+10	7,56E+10	8,52E+10	9,48E+10	1,04E+11

## ВЫВОДЫ

При улучшении показателей фильтрации, таких как тонкость фильтрации, коэффициент полноты фильтрации, происходит увеличение сопротивления пористой перегородки потоку проходящей сквозь нее жидкости. В силу этого выбор размера поры и профиля ее сечения должен соот-

ветствовать реальной задаче для фильтрации: не занижать и не превышать без надобности установленные уровни чистоты фильтруемой жидкости.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 27.03.08.

\_\_\_\_\_