

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ИЗВИЛИСТОГО ПОРОВОГО КАНАЛА В МОТАЛЬНЫХ ПАКОВКАХ СПИРАЛЕВИДНОЙ НАМОТКИ

С.С. ЮХИН, Е.С. ЕРШОВА

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

E-mail: yss@staff.msta.ac.ru ,yershovaelena@gmail.com

Предложен способ формирования мотальной структуры фильтра с возможностью задавать степень извилистости поровых каналов. Получена математическая модель изменения угла сдвига между нитями слоев с увеличением радиуса намотки патрона.

The method of forming of reeling framework of the filter with the possibility to set an amount of pore tortuosity is offered herein. The mathematical model of change of the shift angle between threads of layers with the add-on of radius of a chuck twisting is received.

Ключевые слова: фильтры, бобины, перемотка, структура пор.

Эффективность разделения твердых частиц от жидкости характеризуется полнотой и тонкостью фильтрования. Полнота фильтрования является показателем, по которому оценивают долю задержанных фильтром загрязнений от общего содержания загрязнений в фильтруемой среде. Тонкость фильтрования характеризует качественный эффект процесса очистки — способность задерживать частицы определенного размера.

Если тонкость фильтрации можно изменять путем увеличения числа замыканий на мотальных паковках замкнутого типа, что приводит к увеличению числа поровых каналов при уменьшении эквивалентного диаметра порового канала, то на изменение полноты фильтрации можно воздействовать путем изменения геометрии поры. Изменение геометрии поры позволит повысить эффективность фильтрования в тех случаях, когда увеличивать число замыканий становится нецелесообразным по при-

чине закупорки пор, образования слоя осадка на наружной поверхности фильтра и, как результат, роста гидравлического сопротивления на паковке, но повысить полноту фильтрования все же необходимо.

В паковках замкнутого типа намотки поровые каналы имеют форму призмы и располагаются по нормали к поверхности паковки. Замкнутую намотку можно считать частным или нулевым случаем, поскольку поровый канал в таких паковках прямой, не изогнутый. Для того чтобы придать извилистость поровому каналу — призме нужно использовать спиралевидный способ намотки. В этом случае на торце паковки можно увидеть, как поровые каналы изогнуты по часовой стрелке — опережающая намотка или против часовой стрелки — отстающая намотка [1].

Если для управления движением веретена и кулачка нитеводителя использовать привод с частотным преобразователем, то можно сформировать паковку с плавным

переходом от опережающей намотки к отстающей. В этом случае на торце бобины мы будем наблюдать волнообразную форму порового канала (рис. 1).

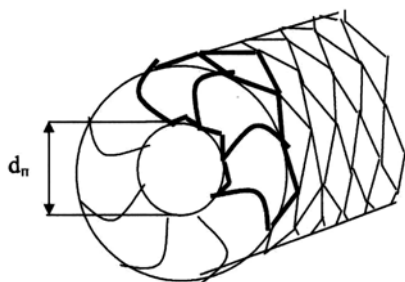


Рис. 1

У бобин спиралевидной намотки угол сдвига между витками m -й и $(m+p)$ -й пар слоев намотки:

$$\text{опережающая } 360z + \psi_c > \psi_{m,p+m} > 360z;$$

$$\text{отстающая } 360z > \psi_{m,p+m} > 360z - \psi_c,$$

где z – кратность замыканий; ψ_c – угол сдвига между витками пар слоев.

Для того чтобы канал был более извилистым, необходимо увеличивать угол сдвига между витками пар слоев. Напри-

мер, намотка с углом сдвига $\psi_c = 2^\circ$ более извилистая, нежели $\psi_c = 1^\circ$. Для того чтобы нити последующего слоя укладывались в стык с нитями предыдущего слоя, угол сдвига должен изменяться с увеличением диаметра намотки. Для расчета угла сдвига воспользуемся уравнением длины дуги окружности:

$$L = \psi_c R,$$

откуда

$$\psi_c = L/R,$$

где L – длина дуги окружности, которая должна быть не больше диаметра нити, в противном случае нити слоев будут укладываться с зазором; R – радиус намотки, см.

Получается, что для бобины с радиусом патрона 3,75 см и линейной плотностью наматываемой хлопчатобумажной нити 25 текс угол сдвига должен изменяться, как показано в табл. 1 (параметры слоев намотки).

Таблица 1

№ слоя	1	2	10	50	100	150	200	220
ψ_c , град	0,3013	0,3005	0,2996	0,2953	0,2901	0,2852	0,2805	0,2786
$R_{\text{намотки}}$, см	3,77	3,77	3,78	3,84	3,90	3,97	4,04	4,07
$K_{\text{изв}}$	-	2,00	1,11	1,02	1,02	1,03	1,05	1,06

Радиус намотки последующих слоев нитей при спиралевидной намотке, где нити слоев укладываются со сдвигом по оси окружности, увеличивается не пропорционально диаметру наматываемой нити, поскольку нити будут смещаться еще по направлению радиуса намотки. Предполагается, что нить второго слоя опустится по направлению к патрону (рис. 2 – направ-



Рис. 2

ление смещения слоев нитей в спиралевидных намотках). Расстояние, на которое опустится нить, зависит от угла сдвига или, иначе говоря, от того, как далеко смещены нити последующего слоя относительно предыдущего по окружности. В то же время величина, на которую опустится нить, не должна превышать половины диаметра нити.

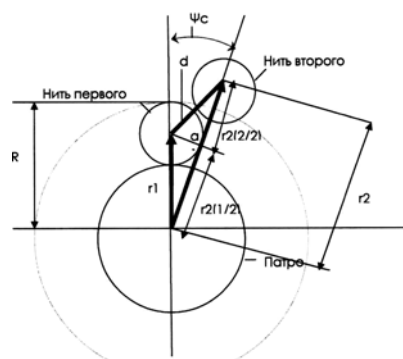


Рис. 3

Принимая во внимание тот факт, что диаметр намотки увеличивается не пропорционально диаметру нити, величину угла сдвига необходимо скорректировать в соответствии с полученным радиусом намотки каждого конкретного слоя. Вычислить радиус намотки нового слоя можно через треугольники (рис. 3 – параметры для расчета радиуса намотки и угла сдвига после смещения нити по направлению к патрону). Для этого соединим центры нитей первого и второго слоев отрезком, равным диаметру нити – d_n (он получится таковым в результате смещения нити второго слоя по направлению к патрону (рис. 2)).

По известным радиусам намотки первого слоя по центру нити r_1 и по верхней точке нити R_1 найдем угол сдвига:

$$\psi_1 = L/R_1,$$

где $L = d_n$ – длина дуги окружности, см; R_1 – радиус намотки по внешней точке нити, см.

Опустим перпендикуляр из центра нити первого слоя намотки к вектору нити второго слоя. Определим длину опущенного перпендикуляра:

$$a_1 = r_1 \sin \psi_1.$$

Зная длину стороны a_1 и пользуясь свойствами прямоугольных треугольников, определим составные части радиуса второго слоя:

$$r_{2(1/2)} = \sqrt{r_1^2 - a_1^2}, \quad r_{2(2/2)} = \sqrt{d_n^2 - a_1^2}.$$

Радиус намотки второго слоя по центру нити:

$$r_2 = r_{2(1/2)} + r_{2(2/2)}.$$

Радиус намотки второго слоя по верхней точке нити, требуемый для расчета угла сдвига нити третьего слоя относительно второго, равен:

$$R_2 = r_{2(1/2)} + r_{2(2/2)} + 0,5d_n.$$

Для расчета угла сдвига нити третьего слоя относительно второго, а также всех последующих слоев следует повторить приведенный выше порядок расчета для каждого из слоев в отдельности. В табл. 1 углы сдвига и диаметры намоток, соответствующие каждому из указанных слоев, рассчитаны с учетом смещения нити по радиусу.

Извилистость порового канала характеризуется коэффициентом извилистости и рассчитывается как отношение протяженности канала (ℓ_1) к длине отрезка, соединяющего начало и конец канала (ℓ_2):

$$K_{изв} = \ell_1/\ell_2.$$

Так как нити слоев укладываются по спирали без зазоров и, следовательно, расстояние между ними равно диаметру нити, то длину порового канала можно рассчитать по формуле:

$$\ell_1 = d_n n_{сл},$$

где d_n – диаметр нити, см; $n_{сл}$ – число наматываемых слоев.

Длину отрезка, соединяющего начало и конец канала (ℓ_2), найдем из треугольников (рис. 4 – параметры для расчета длины отрезка, соединяющего начало и конец канала).

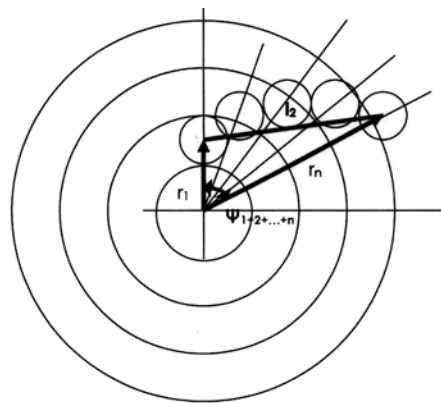


Рис. 4

Из рисунка следует, что:

$$\ell_2 = \sqrt{r_1^2 + r_n^2 - 2r_1 r_n \cos \psi_{1+2+\dots+n}}.$$

Расчетные данные извилистости порового канала для каждого из слоев приведены в табл. 1.

ВЫВОДЫ

1. Изменяя угол сдвига по мере формирования паковки, можно получить форму поры, закрученную по спирали в большей или меньшей степени, то есть сделать поровый канал более или менее извилистым.

2. В спиралевидных намотках, в отличие от замкнутых, где нити слоев укладываются друг на друга, радиус намотки увеличивается непропорционально диаметру наматываемой нити. Нити каждого из слоев будут смещаться по направлению к па-

трону до соприкосновения с нитью предыдущего слоя, но на расстояние не ниже половины диаметра нити.

3. Для того чтобы нити слоев укладывались по спирали без зазоров и формировался сплошной поровый канал, угол сдвига должен изменяться с увеличением радиуса намотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Панин И.Н.* Разработка и исследование структуры текстильных паковок специального назначения: Дис....докт. техн. наук. – М., 1996.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 06.09.10.