

УДК 697.942

О СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ФИЛЬТРОВ И ПУТЯХ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

И.Н. ПАНИН, В.П. ЗАЙЦЕВ, С.Д. НИКОЛАЕВ, Б.Н. ВИНОГРАДОВ, Е.П. ЦИМБАЛЮК

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

Фильтр – это аппарат, в котором с помощью фильтровальной перегородки осуществляется разделение, сгущение или ос-

ветление неоднородных систем, содержащих твердую и жидкую (газообразную) фазы.



Рис. 1

На рис.1 приведена классификация фильтров по виду неоднородной системы, которую они разделяют, по принципу работы и по принципу создания перепада давления на фильтрующей перегородке.

Основными составными частями фильтра являются корпус и фильтрующий элемент (фильтровальная перегородка). В зависимости от конструкции фильтровальных перегородок фильтры разделяют на щелевые, сетчатые и пористые.

Фильтры, в которых жидкость очищается при прохождении через щели в

фильтрующем пакете, называются щелевыми.

Фильтры, в которых жидкость очищается при прохождении через ячейки сетки фильтроэлемента, называют сетчатыми.

В качестве фильтрующего материала в сетчатых фильтрах наибольшее распространение получили металлические (никелевые) сетки полотняного и саржевого переплетения.

Фильтры, в которых жидкость очищается при прохождении через поры фильтроэлемента, называют пористыми (в них

частицы задерживаются на поверхности фильтрации и глубинные (частицы задерживаются в порах материала).

В первых в качестве фильтровального материала применяют бумагу, картон, реже – ткань, во вторых – пористый порошок и пористую пластмассу.

Бумажные фильтроэлементы получили широкое распространение из-за низкой стоимости по сравнению со стоимостью других фильтровальных элементов. К их недостаткам относится невысокая прочность бумажного фильтровального материала и возможного его разбухания. Указанные недостатки частично устраняются при пропитке бумаги спиртовым раствором бакелитового лака.

Металлопорошковые фильтроэлементы изготавливают спеканием металлических порошков под давлением.

Металлопорошковые фильтроэлементы обладают по сравнению с бумажными фильтроэлементами повышенной (3...5 раз) грязеемкостью, но имеют меньшую удельную пропускную способность, что требует увеличения эффективной поверхности фильтроэлемента.

Пористый порошок материал допускает механическую обработку, сварку, поэтому из него можно изготавливать фильтроэлементы любой формы. Прокаткой порошкового материала можно получить фильтроэлементы с меньшими размерами фильтрующих пор.

Необходимую площадь рабочей (эффективной) поверхности фильтроэлемента рассчитывают по формуле:

$$S = \frac{Q\mu}{q\Delta Pk}, \text{ м}^2, \quad (1)$$

где Q – расход жидкости через чистый фильтроэлемент, $\text{м}^3/\text{с}$; ΔP – перепад давлений на фильтроэлементе, Па; μ – динамическая вязкость жидкости, Па·с; k – коэффициент засоренности, принимаемый равным 0,5...0,75; q – удельный расход жидкости через фильтроэлемент, м.

Определим величину q трубчатого элемента:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{\Delta P}{\mu R_{\text{ф.п}}}, \quad (2)$$

$$S = \frac{Q\mu R_{\text{ф.п}}}{\Delta P}, \quad (3)$$

где $R_{\text{ф.п}}$ – радиус фильтровальной перегородки.

Следовательно,

$$\frac{1}{qk} = R_{\text{ф.п}}$$

и

$$q = \frac{1}{kR_{\text{ф.п}}}. \quad (4)$$

Большой интерес представляют трубчатые текстильные фильтры, пористые перегородки которых сформированы путем наматывания нити на перфорированное основание (патрон). Очевидно, эти фильтры обладают меньшим весом по сравнению со всеми ранее перечисленными видами пористых фильтров. На их пористой перегородке могут быть образованы поры любой формы и размеров.

Рабочая (эффективная) поверхность трубчатых текстильных фильтров (а следовательно, и их производительность) может достигать сколько угодно большой величины (путем пакетирования отдельных картриджей фильтроэлементов на общий комплект).

Фильтры могут классифицироваться и по другим признакам. Так, например, жидкостные фильтры по своей конструкции подразделяются на емкостные, рамные, камерные, патронные, барабанные, ленточные, тарельчатые, карусельные.

Воздушные фильтры могут быть сетчатыми, барабанными, рамными, рукавными, рулонными.

Конструкция фильтра определяется толщиной фильтрации δ , номинальным давлением $P_{\text{ном}}$, номинальным расходом жидкости $Q_{\text{ном}}$, допустимым перепадом давления на фильтровальной перегородке фильтроэлемента.

Под номинальной тонкостью фильтрации понимают минимальный размер частиц, задерживаемых фильтроэлементом, число которых составляет не менее 90% от числа частиц загрязнителя такого же размера, находящегося в неотфильтрованной жидкости.

Установлен ряд номинальных тонкостей фильтрации: 1; 2; 5; 10; 16; 25; 40; 63 и 80 мкм (ГОСТ 14066–68).

В зависимости от номинальной тонкости фильтрации δ можно условно выделить фильтры грубой (свыше 15 мкм), нормальной (до 10 мкм) и тонкой (до 1 мкм) очистки.

Пластинчатые щелевые фильтры очищают жидкость до $\delta=80\dots120$ мкм, а проволочные щелевые фильтры – до $\delta=40\dots100$ мкм.

Бумажные пористые фильтры производят нормальную очистку жидкости ($\delta=6$ мкм).

Трубчатые текстильные фильтры могут обеспечить тонкую очистку жидкости ($\delta=1\div5$ мкм).

Под номинальным расходом фильтра понимается расход фильтра с чистым фильтроэлементом при определенной вязкости и заданном перепаде давлений на фильтре.

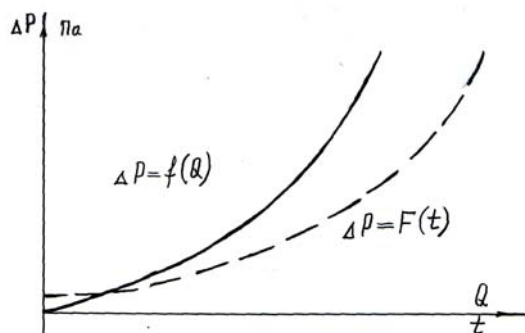


Рис. 2

Графическую зависимость (рис. 2) перепада давлений от расхода жидкости, проходящей через фильтры, $\Delta p = f(Q)$ называют гидравлической характеристикой фильтра. Перепад давлений на фильтроэлементе зависит от степени загрязнения фильтрующей перегородки во время работы фильтра. Чем больше фильтр находится

в работе, тем больше он засоряется. При этом перепад давлений увеличивается с увеличением времени фильтрации t , то есть $\Delta p = f(t)$.

Большой интерес представляет также зависимость перепада давления от скорости фильтрации (рис.3).

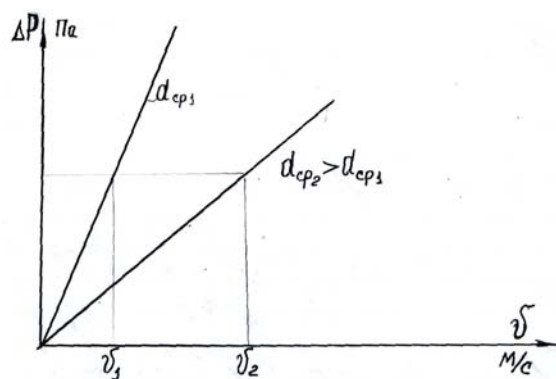


Рис. 3

Лучшими гидравлическими свойствами обладают фильтровальные материалы, у которых значительное увеличение скорости фильтрации не связано с резким возрастанием перепада давлений. Значительный перепад давлений вызывает повышение расхода электроэнергии на фильтрацию и может привести к порче («пробую») пористой перегородки фильтра.

Конструкция фильтра должна обеспечивать не только требуемый ресурс его работы, но и легкость удаления осадка с фильтровальной перегородки.

Дальнейшее совершенствование фильтров связано с изысканием новых, эффективных фильтрующих материалов (созданием с их помощью химического синтеза новых полимерных материалов с заданными сорбционными свойствами), созданием рациональных структур фильтровальных перегородок (использованием слоисто-каркасных намоток из нитей с различной природой изготовления и с различными свойствами волокон), новых дренажных и распределительных систем, оптимизацией технологических режимов водоочистки и ее автоматизацией.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее перспективным направлением совершенствования процесса фильтрации является разработка и внедрение в практику трубчатых текстильных фильтров, пористые перегородки которых представляют собой намотки различного вида нитей на перфорированные патроны. Такие фильтры просты по конструкции, дешевы в изготовлении, обладают высокой производительностью и обеспечивают требуемую тонкость фильтрации.

2. Дальнейшее совершенствование фильтров связано с изысканием новых, эффективных фильтрующих материалов на базе текстильных волокон, созданием рациональных дренажных и распределительных систем, оптимизацией технологических режимов очистки жидкостей и ее автоматизацией

Рекомендована кафедрой ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 02.02.06.
