

Энергия, 1975. – 184 с.

3. РД 10.19.2-90 – Руководящий документ. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и оборудование для приготовления кормов. Методы испытаний. – М., 1990. – 92 с.

4. ГОСТ Р 51848-2001. Продукция комбикормовая. Термины и определения. – Введ. 2001-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 27 с.

5. ГОСТ 13496.8 – 72. Комбикорма. Методы определения крупности размола и содержания не размолотых семян культурных и дикорастущих растений. – 2002-01-03. – М.: Стандартинформ, 2002. – 23 с.

6. НТП-АПК 1.10.16.002-03. Нормы технологического проектирования сельскохозяйственных предприятий по производству комбикормов. – Введ. 01.01.2004. – М.: Издательство стандартов, 2004. – 82 с.

УДК 697.942

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ ПЕРЕГОРОДОК ПЛОСКИХ И ТРУБЧАТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ

Губейдуллин Харис Халеулович, доктор технических наук, профессор,
Шигапов Ильяс Исакович, кандидат технических наук, доцент
Технологический институт – филиал ФГО ВПО «Ульяновская ГСХА»
433511, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 310, тел. 8(84235) 7-37-61

Обоснована перспективность трубчатых текстильных фильтров, пористые перегородки которых могут быть получены путем наматывания текстильных нитей на перфорированный остов. Обоснована степень очистки загрязненной воды в зависимости от структуры намотки пористой перегородки. Выявлены преимущества использования фильтров с цилиндрической перегородкой по сравнению с фильтрами с плоской перегородкой.

Накопление промышленных отходов, обуславливая высокий уровень загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы, способствует повышению заболеваемости людей и животных, ускорению коррозии машин и оборудования, снижению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных. Наиболее рациональный путь уменьшения промышленных отходов и загрязнения природной среды – совершенствование технологических процессов комплексной переработки исходного сырья, сокращение количества отходов путем создания малоотходных или безотходных производств. Однако количество таких производств невелико, и окружающая среда подвергается значительному загрязнению. Поэтому разработка и внедрение в технологию очистки сточных вод новых

видов фильтров, обладающих более высокими фильтровальными свойствами при снижении затрат на их изготовление, имеет большое значение.

В настоящее время в теории фильтрации отражены результаты исследований фильтрации грунтовых вод, нефти и газа сквозь пористую среду в естественных пластах под поверхностью земли.

В простейшем случае фильтр представляет собой сосуд, разделенный на две части пористой фильтровальной перегородкой. Суспензию 1 (рис. 1) помещают в одну часть этого сосуда таким образом, чтобы она соприкасалась с фильтровальной перегородкой 3. В разделенных частях сосуда создается разность давлений, под действием которой жидкость проходит через поры 4 фильтровальной перегородки, а твердые

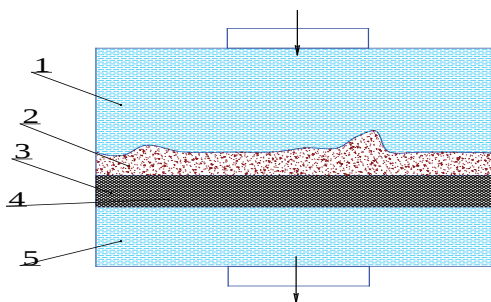


Рис. 1. Схема плоской фильтровальной перегородки (обозначения в тексте)

частицы задерживаются этой перегородкой. Таким образом, суспензия разделяется на чистый фильтрат 5 и влажный осадок 2.

У плоского текстильного фильтра (рис. 1) скорость движения жидкости, м/с, через пористую перегородку

$$v = Q/S, \quad (1)$$

где: Q — пропускная способность фильтра, м³/с; S — площадь пористой перегородки, м².

Очевидно, что

$$Q = \frac{dV}{dt}, \quad (2)$$

где: V — объем фильтрата, м³, прошедшего через фильтр за время t , с.

Тогда:

$$v = \frac{dV}{Sdt}, \text{ м/с.} \quad (3)$$

Если фильтрование протекает в ламинарном режиме, то скорость фильтрования в каждый момент времени прямо пропорциональна разности давлений, но обратно пропорциональна вязкости жидкой фазы и общему гидравлическому сопротивлению слоя осадка и фильтровальной перегородки:

$$v = \frac{dV}{Sdt} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot (R_{\alpha}^1 + R_{\phi n}^1)}, \quad (4)$$

где: ΔP — разность давлений на пористой перегородке, Па; μ — вязкость жидкой фазы суспензии, Па·с; R_{α}^1 — сопротивление слоя осадка, м⁻¹; $R_{\phi n}^1$ — сопротивление фильтровальной перегородки, м⁻¹.

Разность давления по обеим сторонам фильтровальной перегородки создают при помощи компрессоров, вакуум-насосов и жидкостных насосов, а также используя ги-

дродинамическое давление разделяемой суспензии.

Пропускная способность фильтра, м³/с,

$$Q = \frac{\Delta P \cdot S}{\mu \cdot (R_{\alpha}^1 + R_{\phi n}^1)}, \quad (5)$$

В промышленных условиях используют фильтры непрерывного и периодического действия. В первых фильтровальная перегородка непрерывно перемещается по замкнутому пути, а во вторых она неподвижна. При этом в фильтрах периодического действия на всех элементах перегородки одновременно осуществляются одни и те же процессы, например, поступление суспензии, образование осадка или его удаление. В фильтрах непрерывного действия на различных элементах перегородки происходят разные процессы, в зависимости от того, на каком пути находится рассматриваемый элемент перегородки.

Необходимая отличительная особенность всякой фильтровальной перегородки — наличие в ней сквозных пор, способных пропускать жидкость, но задерживать твердые частицы суспензии. При этом сквозные поры могут задерживать такие твердые частицы, размер которых меньше размера поперечного сечения пор в их самых узких частях.

Существенно, что для отделения твердых частиц суспензии при помощи фильтровальной перегородки нет необходимости применять перегородку с порами, средний размер которых меньше среднего размера твердых частиц. Твердые частицы успешно задерживаются фильтровальными перегородками с порами, средний диаметр которых значительно превышает средний размер отделяемых частиц.

Фильтровальные перегородки для фильтров должны обладать требуемой пористостью и проницаемостью, достаточной механической прочностью против истирания в процессе промывки и достаточной химической устойчивостью против растворяющего действия фильтруемой жидкости.

Фильтры по виду фильтрующей среды делят на зернистые (песок, антрацит, керамзит); сетчатые (сетки с различной крупно-

стью ячеек); текстильные (тканевые хлопчатобумажные, льняные и др.).

В промышленных условиях применяют разнообразные, часто довольно сложные по конструкции фильтры: барабанные, нутч-фильтры, ленточные, фильтр-прессы, мешочные, дисковые фильтры и другие. Причем фильтровальная перегородка обычно имеет плоскую форму, к тому же у неё есть и ряд существенных недостатков, главный из которых – склонность к «пробою», то есть разрушению перегородки, имеющей даже малейшие нарушения структуры.

Наиболее перспективными и простыми в изготовлении являются трубчатые текстильные фильтры, пористые перегородки которых получают путем наматывания текстильных нитей на перфорированный остов (патрон) текстильного фильтра. Поскольку процесс наматывания производителен, то сформированные таким путем фильтры отличаются дешевизной.

Меняя структуру намотки пористой перегородки, легко создать требуемую ее пористость, а следовательно, и нужную степень очистки загрязненной воды. Кроме того, путем отматывания сильно загрязненных витков внешних слоев пористой перегородки можно значительно увеличить срок ее службы и сэкономить материальные средства.

В патронных фильтрах радиус кривизны фильтровальных перегородок относительно мал. В таких фильтрах толщина осадка, откладывающегося на внешней поверхности фильтровальной перегородки, и толщина данной перегородки сопоставимы с радиусом кривизны. Это приводит к тому, что внешняя поверхность слоя осадка, соприкасающаяся с суспензией, граничащая поверхность между слоем осадка и цилиндрической фильтровальной перегородкой и внутренняя поверхность последней значительно различаются. В результате этого закономерности течения жидкой фазы суспензии через слой осадка и фильтровальную перегородку заметно усложняются.

Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные нами, позволили проанализировать процессы образо-

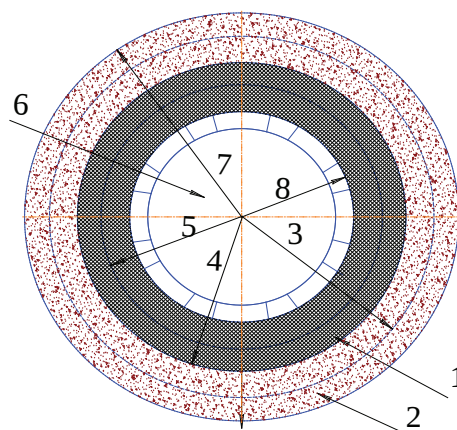


Рис. 2. Схема фильтровальной перегородки трубчатого текстильного фильтра:

1 - фильтровальная перегородка; 2 - осадок; 3 - радиус осадка ($R_{ос}$); 4 - наружный радиус фильтровальной перегородки ($R_{ф.п.н.}$); 5 - радиус фильтровальной перегородки ($R_{ф.п.}$); 6 - фильтр; 7 - наружный радиус осадка ($R_{ос.н.}$); 8 - внутренний радиус фильтровальной перегородки ($R_{ф.п.вн.}$)

вания осадка на плоской фильтровальной перегородке и на трубчатых текстильных фильтрах. Для этого был рассмотрен цилиндрический фильтровальный патрон (рис. 2), установленный вертикально в суспензии. На внешней поверхности патрона в результате разделения суспензии образуется осадок, причем его толщина возрастает от нуля до некоторой величины.

Введем дополнительные обозначения: $\Delta P_{общ}$ - общая разность давлений для осадка и фильтровальной перегородки; r_o - удельное объемное сопротивление осадка; x_o - отношение объема осадка к объему фильтра.

С целью определения расхождения между продолжительностями фильтрования с использованием цилиндрической и плоской фильтровальной перегородок примем:

$$R_{ос.вн} = 0,050 \text{ м}; R_{ос.н} = 0,100 \text{ м}; r_o = 6,0 \cdot 10^{10} \text{ Н} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-4}; x_o = 0,2; \Delta P_{общ} = 20 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

Для значений $R_{ос.н.}$ в пределах 0,06...0,1 м определим время t (продолжительность фильтрования) по уравнениям:

для цилиндрической фильтровальной

перегородки

$$t = \frac{r_o}{2x_o \Delta P_{общ}} \left\{ (R_{oc.н})^2 \ln \frac{R_{oc.н}}{R_{oc.сн}} - \frac{1}{2} \left[(R_{oc.н})^2 - (R_{oc.сн})^2 \right] \right\} \quad (6)$$

для плоской фильтровальной перегородки

$$t = \frac{r_o}{2x_o \Delta P_{общ}} (R_{oc.н} - R_{oc.сн})^2, \quad (7)$$

где $(R_{oc.н} - R_{oc.сн})$ – толщина осадка.

В формулах (6) и (7) не учтено удельное сопротивление фильтровальной перегородки, оно принято равным 0.

По полученным для цилиндрической перегородки данным были построены графики в координатах $R_{oc.н.} - t$ (рис. 3).

График показывает, что значительная разница (до 27%) наблюдается только к концу процесса, причем продолжительность образования осадка одной и той же толщины на цилиндрической перегородке больше, чем на плоской.

Однако объемы образовавшегося осадка и полученного фильтрата при этом значительно больше для цилиндрической перегородки, чем для плоской. Так, в самом конце процесса, как показывают несложные вычисления, объем осадка на цилиндрической перегородке (при ее длине 1 м) составляет 0,0234 м³, а на плоской (той же площади) – только 0,0157 м³.

Выводы

1. Наиболее перспективными и простыми в изготовлении являются трубчатые текстильные фильтры. Пористые перегородки трубчатых текстильных фильтров получают путем наматывания текстильных нитей на перфорированный остоу текстильного фильтра, сформированные таким путем фильтры отличаются дешевизной.

2. При изменении структуры намотки

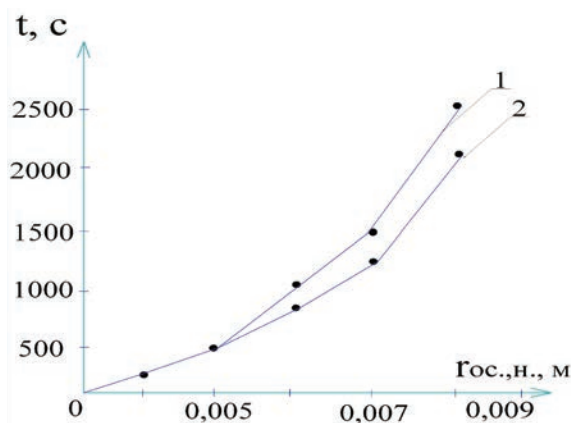


Рис. 3. Продолжительность образования осадка на плоских фильтрах и трубчатых текстильных фильтрах:

1-для цилиндрической перегородки; 2-для плоской перегородки

пористой перегородки, создается требуемая пористость, а следовательно, и необходимая степень очистки загрязненной воды.

3. Объемы образовавшегося осадка и полученного фильтрата значительно больше для цилиндрической перегородки, чем для плоской.

4. Производительность фильтра с цилиндрической поверхностью фильтрования небольшого радиуса кривизны выше, чем производительность фильтра с плоской поверхностью фильтрования того же размера.

Библиографический список

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1971.-245с.
2. Малиновская Т.А. Разделение суспензий в промышленности органического синтеза. - М.: Химия, 1971.-345 с.
3. Зайцев В.П., Панин И.Н. Исследование процесса формирования бобин сотовой намотки на машине «Бандомат»// Изв. ВУЗОВ. Технология текстильной промышленности № 3. 1982.-129 с.