

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

УДК 628.16.06

Чебан В. Г.
к.т.н., доцент,
Ковалинский Г. Н.
ассистент

Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР

МЕМБРАННЫЙ АППАРАТ С ПЛОСКИМИ НАПОРНЫМИ КАНАЛАМИ

Одним из факторов, определяющим состояние окружающей среды, являются воды подземных источников, ливневых стоков, коммунальных и промышленных сбросов. Их качество на данном этапе свидетельствует о необходимости принятия радикальных мер по его улучшению. Существующие традиционные технологии очистки воды уже не в достаточной мере выполняют свои функции, поэтому на смену им приходят новые, более прогрессивные технологии. Одной из них является мембранная технология очистки воды.

Мембранная очистка, традиционно называемая тангенциальной, осуществляется в напорных каналах. Одними из них являются плоские напорные каналы постоянной высоты, образованные двумя параллельными поверхностями, как минимум одна из которых проницаемая [1–4]. Среди них особое место занимает плоский напорный канал дискообразной формы [4], образованный двумя плоскими поверхностями, выполненными в виде соосных дисков, как минимум один из которых имеет центральное отверстие.

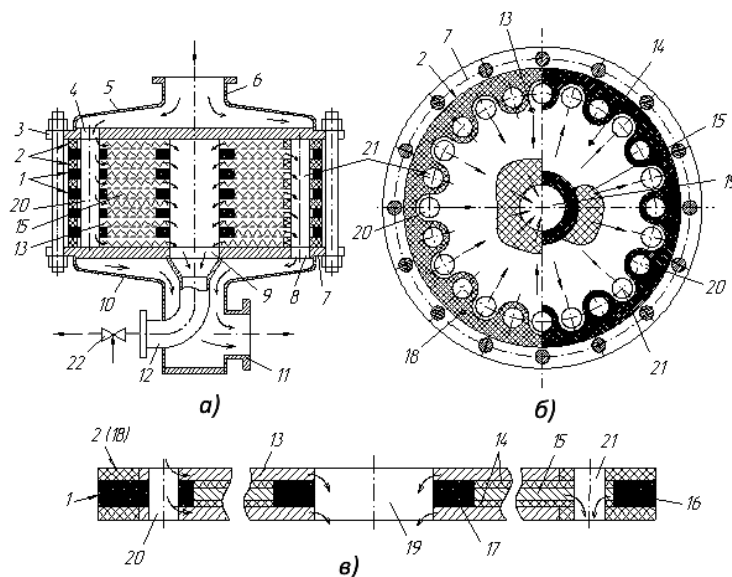
Результаты исследований показали, что с целью повышения эффективности очистки дискообразный напорный канал может быть изготовлен таким образом, чтобы обеспечить в нем постоянную скорость потока жидкости от периферии к центру. В результате этого обеспечивается снижение потерь давления жидкости, достигается постоянная тонкость очистки по всей проницаемой поверхности, снижаются потери жидкости, что повышает производительность очистителя. Объясняется это тем, что в таком канале площадь поперечного сечения линейно уменьшается от периферии к центру, то есть в направлении потока жидкости.

Более детальные исследования показали, что все это возможно лишь в дискообразном напорном канале, в котором имеет место получение преобладающего количества фильтрата над количеством концентрата. Однако при незначительных потерях жидкости на регенерацию проницаемой поверхности этот канал, в сравнении с другими типами каналов, проявляет абсолютно новое свойство, заключающееся в том, что линейное уменьшение площади поперечного сечения канала обеспечивает постепенное увеличение скорости потока жидкости от входа к выходу. Такого нет в других типах напорных каналов для мембранного разделения. В них, как правило, имеет место обратная картина, при которой в канале по ходу потока жидкости скорость ее падает, причем при возрастающей концентрации загрязнения, что является противоречивым для процесса саморегенерации проницаемой поверхности, в ходе которого более логичным является увеличение скорости жидкости в направлении ее движения.

Новое свойство плоского кольцеобразного напорного канала целесообразно использовать в мембранных аппаратах с целью повышения производительности за счет улучшения условий мембранного разделения жидкости. Одним из них может быть и мембранный аппарат для разделения воды на фильтрат и концентрат, представленный на рисунке 1.

Аппарат содержит дисковые кассеты 1 с центральным отверстием и расположенные с обеих их плоских сторон выполненные в виде плоского кольца промежуточные пластины 2. Кассеты 1 и пластины 2 одинакового диаметра и с одинаковыми центральными отверстиями, сложены соосно в стопку и стянуты в пакет. Сделано это с помощью стяжных устройств, верхней крышки 3, имеющей входные отверстия 4 и коллектор 5 разделяемой воды с вход-

ным патрубком 6, и нижней крышки 7, имеющей выходные отверстия 8 и 9, коллектор 10 фильтрата с выходным патрубком 11 и патрубок 12 для вывода концентрата. Каждая промежуточная пластина 2 выполнена в виде турбулизирующей сетки и охватывающего ее опорного кольца, которые образуют закрытый снаружи кольцеобразный напорный канал 13.



а — вертикальный разрез; б — поперечный разрез; в — узел

Рисунок 1 — Мембранный аппарат

Каждая из мембранных кассет 1 выполнена в виде двух полупроницаемых мембран 14 с центральным отверстием, между которыми расположена дренажная сетка с центральным отверстием, образующая кольцеобразный дренажный канал 15 для приема и вывода фильтрата. Центральные отверстия в мембранах и дренажной сетке образуют вместе центральное отверстие в кассете 1, а кольцеобразный дренажный канал 15 является закрытым со стороны периферии и центрального отверстия. Для этого ячейки дренажной сетки вдоль наружного диаметра и вокруг центрального отверстия заполнены герметизирующим материалом, который вместе с ней образуют снаружи опорное кольцо 16, а изнутри — герметизирующее кольцо 17, к которым монолитно присоединены мембраны 14. Опорное кольцо 18 каждой промежуточной пластины 2 также выполнено путем заполнения герметизирующим материалом ячеек турбулизирующей сетки со стороны наружного диаметра. При этом со стороны центрального отверстия опорные или герметизирующие кольца отсутствуют. В пакете опорные кольца 16 и 18 мембранных кассет 1 и промежуточных пластин 2, соответственно, образуют цилиндрическую часть корпуса аппарата, а их центральные отверстия — сливной коллектор 19 для вывода концентрата из всех напорных каналов 13. Кроме того, они выполнены с равномерно расположенными по окружности отверстиями для воды и фильтрата, которые через один и по замкнутой синусоиде окружены упоминаемым материалом в ячейках сеток. В пакете одни из них, например непарные, образуют сквозные коллекторные отверстия 20 для подвода воды через отверстия 4 в крышке 3 от ее коллектора 5 к кольцеобразным напорным каналам 13. Парные же отверстия опорных колец образуют сквозные коллекторные отверстия 21 для вывода фильтрата из дренажных кольцеобразных каналов 15 кассет 1 через отверстия 8 в крышке 7 в коллектор 10. То есть, количество отверстий в мембранных кассетах 1 и промежуточных пластинах 2 в два раза больше, чем их количество в одной из крышек или равно сумме в двух крышках, при этом отверстия 4 в крышке 3 смещены по окружности на один шаг их выполнения относительно отверстий 8 в крышке 7. К тому же, сквозные отверстия 20 в каждой промежуточной пластине 2 охвачены материалом по окружности не полностью и сообщаются с напорным кольцеобразным каналом 13 для подвода воды, а в

кассетах 1 они охвачены ним по окружности полностью и отделены от дренажного канала 15 для вывода фильтрата. Сквозные отверстия 21 для фильтрата в промежуточных пластинах 2 охвачены материалом по окружности полностью и отделены от напорного канала 13, а в кассетах 1 они охвачены материалом частично и сообщаются с кольцеобразным дренажным каналом 15 для приема и вывода фильтрата.

Как отмечалось выше, особенность каждого кольцеобразного напорного канала 13 состоит в том, что площадь его поперечного сечения линейно уменьшается от периферии к центру, то есть в направлении потока разделяемой в нем воды. Из рисунка 1 очевидно и то, что и дренажный канал 16 имеет кольцеобразную форму, а конкретнее форму плоского кольца незначительной толщины. Следовательно, площадь его поперечного сечения увеличивается от центра к периферии, то есть в направлении вывода фильтрата из него.

Более наглядно это демонстрируется работой описанного выше мембранного аппарата для разделения воды на фильтрат и концентрат, которая заключается в подаче под давлением и непрерывным потоком такой воды через патрубок 6 крышки 3 в коллектор 5, откуда она через входные отверстия 4 попадает в сквозные коллекторные отверстия 20 пакета. Из них направляется в многочисленные кольцеобразные напорные каналы 13, в которых движется вдоль мембран 14 в направлении сливного коллектора 19 пакета. Большая часть воды в виде фильтрата проникает через мембраны 14 кассет 1 и попадает в дренажные кольцеобразные каналы 15. Двигаясь в радиальном направлении, он оставляет их через многочисленные коллекторные отверстия 21 пакета, затем через отверстия 8 нижней крышки 7 поступает в ее коллектор 10 и оставляет аппарат через выходной патрубок 11. Меньшая часть воды, концентрация которой увеличивается от входа к выходу напорного канала 13, а количество определяется дросселем 22, в виде концентрата с напорных каналов 13 по сливному коллектору 19 пакета, через отверстие 9 в крышке 7 и по патрубку 11 оставляет аппарат.

Формирование потока разделяемой воды в каждом кольцеобразном напорном канале 13 от его периферии к центру посредством многочисленных периферийных коллекторных отверстий 20 с последующим удалением части ее через центральное отверстие 19 пакета в сравнении с другими известными плоскими каналами обеспечивает более равномерное ее распределение по поверхностям мембран 14 кассет 1. В результате достигается уменьшение числа и площади застойных зон и улучшение условий разделения воды. Кроме того, принятое формирование потока разделяемой воды в каждом напорном канале 13 обеспечивает постепенное возрастание его скорости за счет наличия линейно уменьшающейся площади поперечного сечения канала в том же направлении. Это также значительно улучшает условия разделения, так как, в отличие от других напорных каналов, направление увеличения скорости разделяемой воды совпадает с направлением увеличения ее концентрации. Следствием улучшения условий разделения воды является повышение производительности аппарата.

Список литературы

1. А. с. 1775155 СССР, МКИЗ В01D63/16. Мембранный аппарат / Н. С. Орлов, А. Ш. Шаяхметов, А. Г. Бородин; Московский химико-технологический институт им. Д. И. Менделеева. — № 4805443/26 ; заявл. 12.02.90 ; опубл. 15.11.92, Бюл. № 42.

2. Пат. 2073555 Российская Федерация, МПК6 В01D63/08. Фильтрационный аппарат / Л. А. Ровинский ; заявитель и патентообладатель Ровинский Л. А. — № 94003076/26 ; заявл. 26.01.94 ; опубл. 20.02.97.

3. Типы мембранных модулей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://profbeckman.narod.ru/MedMemb.files/medmemb14.pdf>.

4. Пат. 2183133 Российская Федерация, МПК6 В01D29/01, 63/08. Устройство для отделения, фильтровальная кассета и опорное кольцо / В. Хенттонен, П. Лейму, М. Суйкки, Я. Паатеро, К. Карльссон, М. Тепплер ; заявитель и патентообладатель ВАЛЬМЕТ-РАЙСИО ОЙ. — № 98118137/12 ; заявл. 26.02.97 ; опубл. 10.06.02.