

УДК 66.087

*Д. Д. Коновалов, Д. Н. Коновалов**

**МОДЕРНИЗАЦИЯ БАРОМЕМБРАННОГО АППАРАТА
ТРУБЧАТОГО ТИПА УЛУЧШЕНИЕМ
ТУРБУЛИЗАЦИИ ПОТОКА**

Очистка и разделение технологических растворов и сточных вод машиностроительных, химических и других предприятий является необходимой завершающей стадией основного технологического процесса производства той или иной продукции. В сточных водах содержится достаточно большое количество ценных компонентов, которые можно было бы и нужно возвращать в основной цикл. При этом очищенная вода используется в качестве технической воды и также возвращается в основной технологический процесс.

Высокоэффективными методами разделения являются мембранные и электромембранные, для осуществления которых применяются аппараты различных типов и конструктивного исполнения [1 – 3].

За прототип разрабатываемой конструкции выбран аппарат из патента [4]. Разрабатываемый баромембранный аппарат трубчатого типа (рис. 1) состоит из цилиндрического корпуса 1 с ответными фланцами, в котором установлены с обеих сторон втулки 2, имеющие отверстия для установки фильтрующих мембранных элементов 3 с внутренним расположением мембраны, уплотненные за счет резиновых колец 4 и 5, при этом в каждом фильтрующем мембранном элементе 3 по всей его длине расположена турбулизирующая винтовая перегородка 6 с фиксаторами, исключающими ее вращение, через большие прокладки 7 присоединяются камеры в виде конуса 8 и 9 для снижения гидравлического сопротивления при вводе исходного раствора и выводе концентрата с установленными решетками 10 и 11 с раззенкованными с обеих сторон отверстиями и цилиндрическими отверстиями соответственно, снижающими нагрузку на втулку 2 для установки фильтрующих мембранных элементов 3, камеры в виде конуса 8 и 9 для сниже-

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «ТГТУ» С. И. Лазарева.

ния гидравлического сопротивления соединены через малые прокладки 12 с фланцами штуцеров 13 и 14 для ввода исходного раствора и вывода концентрата соответственно, плотное соединение цилиндрического корпуса 1 с штуцером 15 для отвода пермеата, камер в виде конуса 8 и 9 для снижения гидравлического сопротивления, а также фланцев штуцеров 13 и 14 ввода исходного раствора и вывода концентрата соответственно, происходит за счет болтов 16, шайб 17 и гаек 18.

Цилиндрический корпус 1 с ответными фланцами и штуцером 15 для отвода пермеата, камеры в виде конуса 8 и 9 для снижения гидравлического сопротивления, фланцы штуцеров 13 и 14 для ввода исходного раствора и вывода концентрата, решетки 10 и 11 могут быть выполнены из нержавеющей стали. Резиновые кольца 4 и 5 могут быть выполнены в соответствии с ГОСТ 9833–73. Большая и малая прокладки 7 и 12 могут быть выполнены из материала паронита. Втулка 2 для установки мембран может быть выполнена из материала капролон. Турбулизирующая винтовая перегородка 6 с фиксаторами может быть выполнена из ПЭТГ (полиэтилентерефталат-гликоль). В качестве фильтрующих мембранных элементов 3 можно применять трубки типа БТУ05/2.

Баромембранный аппарат работает следующим образом. Исходный раствор под давлением, превышающим осмотическое давление растворенных в нем веществ, поступает в камеру 8 в виде конуса для снижения гидравлического сопротивления через фланец штуцера 12. За счет исполнения камеры 8 в виде конуса раствор под давлением попадает в зону разряжения, т.е. снижения гидравлического сопротивления, при этом скорость потока исходного раствора снижается и поток равномерно направляется в фильтрующие мембранные элементы 3, далее, проходя через решетку 10 с раззенкованными с обеих сторон отверстиями, позволяющими снизить эффект концентрационной поляризации, скорость потока на входе в фильтрующие мембранные элементы 3 возрастает. В каждом фильтрующем мембранном элементе 3 по всей его длине расположена турбулизирующая винтовая перегородка 6 с фиксаторами, исключаяющими ее вращение, поток исходного раствора, проходя по обе стороны турбулизирующей винтовой перегородки 6 закручивается от центра ядра потока к стенкам мембранного элемента 3 по всей его длине, в результате чего также снижается негативное влияние концентрационной поляризации на процесс мембранной очистки или концентрирования. Затем раствор под действием трансмембранного давления разделяется на два потока, один из которых пермеат, отводится через штуцер 15, и концентрат, направляемый далее, проходя через решетку 11 с цилиндрическими отверстиями, в камеру в виде конуса 9 для снижения гидравлического сопротивления, и затем выводится через фланец штуцера 14.

Повышение производительности аппарата, снижение влияния концентрационной поляризации, увеличение скорости потока при входе в мембранные элементы, высокоэффективная турбулизация потока достигается за счет того, что в камерах в виде конуса для снижения гидравлического сопротивления при вводе исходного раствора и выводе концентрата установлены решетки с раззенкованными с обеих сторон отверстиями и цилиндрическими отверстиями соответственно, в каждом фильтрующем мембранном элементе по всей его длине расположена турбулизирующая винтовая перегородка с фиксаторами.

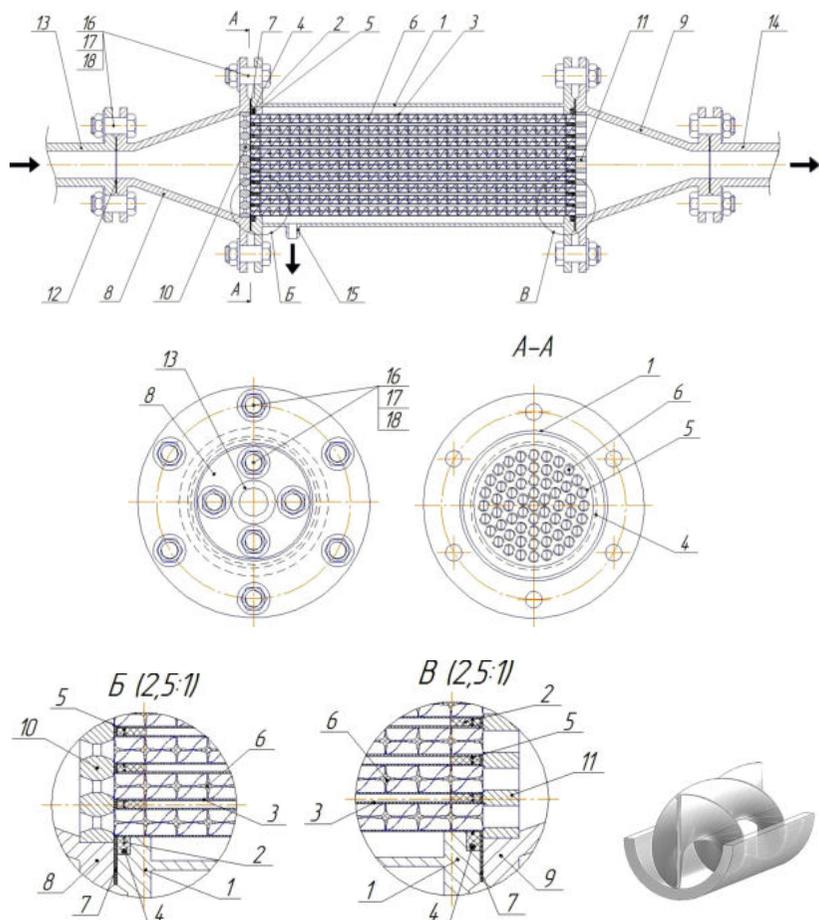


Рис 1. Баромембранный аппарат трубчатого типа с турбулизацией потока

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект № FEMU-2024-0011, по теме исследований «Теоретические и экспериментальные исследования электрокинетических и структурных характеристик полимерных мембран посредством применения искусственных нейронных сетей в процессах электромембранной очистки промышленных растворов, содержащих ионы металлов».

Список литературы

1. Коновалов, Д. Н. Совершенствование электрохимического мембранного аппарата комбинированного типа для разделения технологических растворов / Д. Н. Коновалов, С. И. Лазарев, М. А. Хребтова // Теоретические и прикладные аспекты электрохимических процессов и защита от коррозии : материалы I Всерос. науч. конф. с международным участием, Казань, 20 – 23 ноября 2023 года. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2024. – С. 52–53.

2. Совершенствование конструкции электронанофильтрационного аппарата для очистки и концентрирования промышленных растворов / Д. Н. Коновалов, С. И. Лазарев, П. М. Малин, Д. Д. Коновалов // Булатовские чтения. – 2024. – Т. 2. – С. 71–72.

3. Промышленный дизайн рулонного электрохимического мембранного аппарата / Д. Н. Коновалов, С. И. Лазарев, Н. В. Шель, Д. Д. Коновалов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Тамбов, 24–25 октября 2023 года. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2023. – Вып. 9. – С. 229 – 233.

4. Пат. № 2800283 С2 Российская Федерация, МПК В01Д 63/06. Баромембранный аппарат трубчатого типа с турбулизацией потока / Лазарев С. И., Родионов Д. А., Полушкин Д. Л., Хромова Т. А. ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» ; № 2021133372 ; заявл. 17.11.2021 ; опубл. 19.07.2023.

Кафедра «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «ТГТУ»