

УДК 66.081.6

**И.С. Седоплатов, П. Луа, С.В. Ковалев, А.А. Столяров,
О.А. Ковалева, Д.И. Кобелев**

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина
Тамбов, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОБАРОМЕМБРАННОГО АППАРАТА РУЛОННОГО ТИПА

Аннотация. В статье приведена конструкция электробаромембранного аппарата рулонного типа. Описан процесс работы, а также представлен ряд конструктивных особенностей, позволяющий улучшить характеристики аппарата.

**I.S. Sedoplatov, P. Lua, S.V. Kovalev, A.A. Stolayrov,
O.A. Kovaleva, D.I. Kobelev**

Derzhavin Tambov State University
Tambov, Russia

DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL DESIGN OF THE CONSTRUCTION OF AN ELECTROBAROMEMBRANE DEVICE OF A ROLL TYPE

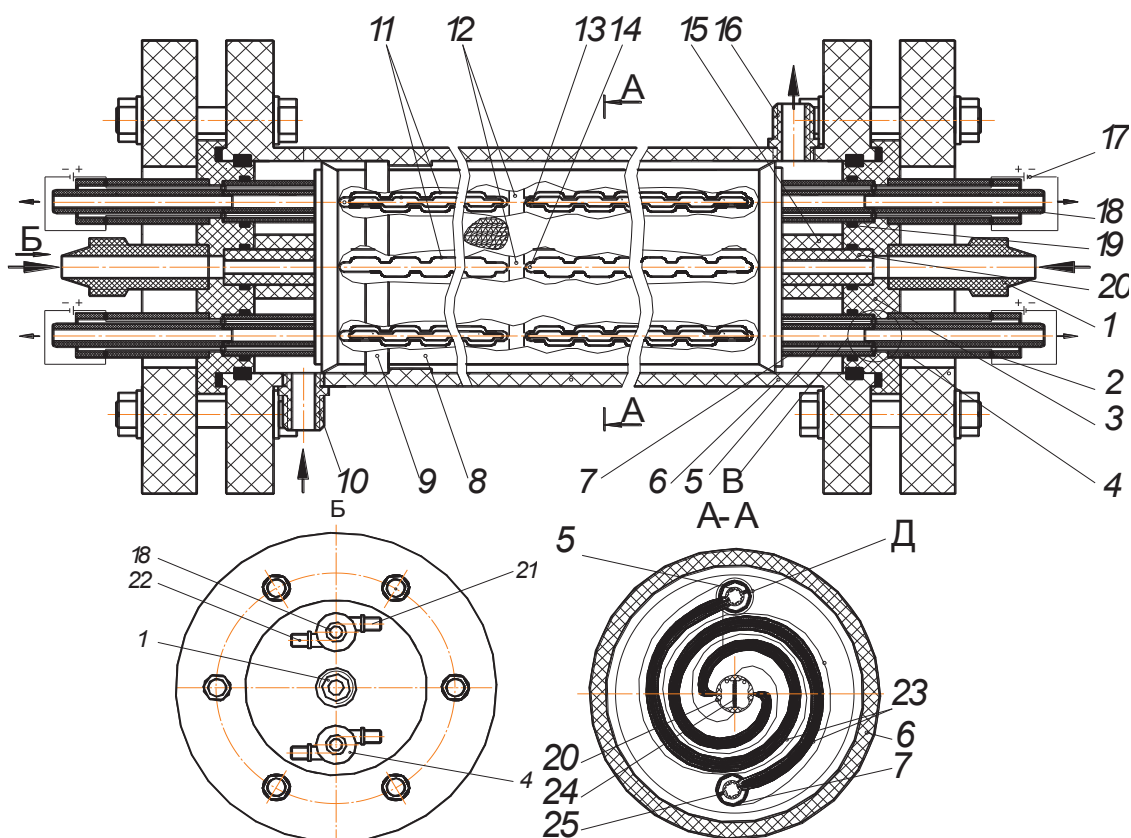
Abstract. The article presents the design of an electrobaromembrane device of a roll type. The process of operation is described, as well as a number of design features are presented to improve the characteristics of the device.

При реализации электромембранных процессов разделения растворов важной задачей является устранение негативных явлений тепловыделения и осадкообразования (при наложении разности электрических потенциалов на систему мембрана – раствор). Для этого в системах электромембранного разделения технологических жидкостей (например, в электрохимических мембранных аппаратах рулонного типа) применяется принудительное охлаждение растворов (потоков ретентата или пермеата) [1-4]. Различным конструкциям мембранных аппаратов присущи как достоинства, так и недостатки, поэтому необходим рациональный выбор промышленного дизайна конструкции аппарата. Наиболее универсальными среди мембранных аппаратов являются устройства, которые могут применяться и для электробаромембранного разделения растворов (при действии трансмембранного давления и электрического напряжения), и для

баромембранного разделения (при действии трансмембранного давления без перепада электрического потенциала на мембране) [3, 4].

Основная конструктивная особенность аппарата (рис. 1, 2) – дополнительные каналы для циркуляции разделяемого раствора и отвода ретентата и пермеата в перфорированной внутренней трубке аппарата при осуществлении подачи разделяемого раствора по двухконтурной схеме

Аппарат работает следующим образом. Исходный раствор подается в аппарат через штуцер подачи исходного раствора 1, далее через сквозную проточку в центре крышки 3 поступает в перфорированную трубку 20 с вертикальной перегородкой 24 и прокачивается в ней до поперечной перегородки 12. Затем через эллиптические проточки 14 с большими полуэллипсами 11 раствор поступает в пространство, где расположена сетка-турбулизатор 33, по разные стороны от которой установлены прианодные 35 и прикатодные 34 мембраны, образующие межмембранный канал.



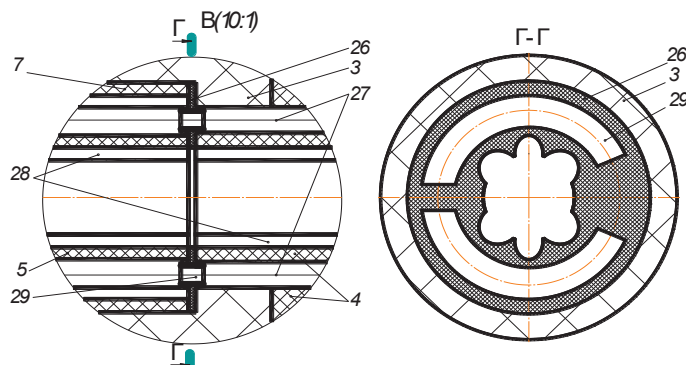


Рис. 1 – Электробаромембранный аппарат рулонного типа

По межмембранному каналу раствор поступает в эллиптические щели 13, во внутреннюю трубку 5 и отводится по внутреннему пространству штуцера для отвода ретентата 18. В этот же момент времени к дренажным сеткам (катоде 37 и аноду 38) включением устройства для подвода электрического тока 17 через электрические провода 27 подводится внешнее постоянное электрическое поле с заданной плотностью тока.

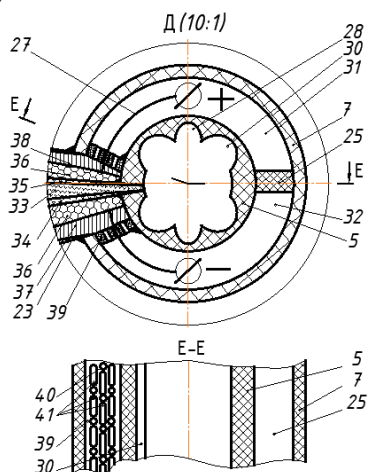


Рис. 2 – Вид Д увеличенный на рис. 1 и сечение E-E элемента электрохимического мембранного аппарата

Электрические провода 27 проходят через герметизирующую заливку 2 внешней отводной трубки 4, далее через коллекторы для отвода прианодного пермеата 31 и прикатодного пермеата 32 (между перегородкой 25, внешней 7 и внутренней 5 трубками и полимерными перфорированными перегородками 39), отверстия 29 в фиксирующей прокладке 26, эллиптические отверстия 41 и отверстия проходные 40.

Раствор при движении турбулизируется сеткой-турбулизатором 33, установленной в межмембранном канале около поверхности прианодных 35 и прикатодных 34 мембран (в зависимости от схемы подключения дренажных сеток (анода 38 и катода 37) и от схемы подключения электродов «плюс» или «минус»). В межмембранном

канале растворенное вещество в растворе диссоциирует на ионы – анионы и катионы, которые под действием электрического тока и градиента давления проникают (совместно с растворителем) сквозь поры соответственно прианодных 35, прикатодных 34 мембран и подложки мембран 36 (при этом анионы и катионы поступают в пространство, где расположены дренажные сетки – анод 38 и катод 37). Образующийся при этом пермеат (прианодный и прикатодный) самотеком отводится через эллиптические отверстия 41 и проходные отверстия 40 в полимерной перфорированной перегородке 39, на которую уложены концы дренажных сеток – анода 38 и катода 37. Пермеат поступает в коллекторы для отвода прианодного пермеата 31 и прикатодного пермеата 32, проходит через отверстия 29 (выполненные в виде двух полумесяцев с прямоугольными краями) в фиксирующей прокладке 26 и выводится через штуцеры для отвода прианодного пермеата 21 и прикатодного пермеата 22 в виде кислот, оснований и растворенных газов (образующихся в результате электрохимических реакций на электродах).

Исходный раствор поступает через штуцеры подачи исходного раствора 1 с правой и левой торцевых поверхностей корпуса аппарата 6, при этом за счет поперечных перегородок 12 и полимерной ленты в аппарате образуются два контура разделения раствора.

Одновременно с подачей исходного раствора в аппарат подается вода (через штуцеры ввода 10 и вывода 16 охлаждающей воды), которой заполняется коллектор для протекания охлаждающей воды, образованный между корпусом аппарата 6, пленкой 23, внешними трубками 7, перфорированной трубкой 20, крышкой 3 и втулкой 15. Штуцеры 10, 16 расположены в сечении корпуса аппарата 6 (под углами (- 90°) и 90° от горизонтальной оси) на расстоянии 95 мм от края торцевых поверхностей корпуса аппарата.

Исходный раствор, протекая по всему межмембранному каналу (где расположена сетка-турбулизатор 33), очищается от катионов и анионов, поступает через эллиптические щели 13 во внутреннюю трубку 5 (с четырьмя эллиптическими проточками 30 и малыми эллиптическими проточками 28) и выводится в виде ретентата через штуцеры 18.

На внешней поверхности рулонного элемента 8 установлена резиновая манжета 9 во избежание байпасирования охлаждающей жидкости, минуя внутреннюю поверхность рулонного элемента 8 (между соседними пленками 23). В крышке 3 выполнены кольцевые проточки под прокладки 19, в которые вставлены концы внешних трубок 7 и перфорированных трубок 20.

В качестве охлаждающей воды может использоваться водопроводная или дистиллированная вода температурой 278...288 К. Полимерная лента герметично приклеена при скручивании рулонного элемента к поверхностям прикатодных 34, прианодных 35 мембран. В ходе разработки промышленного дизайна электробаромембранного аппарата рулонного типа были рассмотрены основные конструкции подобных аппаратов, для выявления их сильных и слабых сторон в процессе эксплуатации. Была предложены конструктивные особенности аппарата, позволяющие снизить гидравлическое сопротивление, увеличить общую площадь мембран и площадь охлаждающей поверхности.

Список использованных источников

1. Лазарев, С.И. Программное обеспечение для расчета конструктивно-технологических параметров электробаромембранного аппарата трубчатого типа / С.И. Лазарев, Т.А. Хромова, Д.А. Родионов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн [Электронный ресурс]: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО ТГТУ, 2021. – С. 276–278.
2. Современное конструктивное оформление электромембранных процессов / И.С. Седоплатов, О.А. Ковалева, П. Луа [и др.] // Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург: НИЦ МС, 2023. – № 6. – С. 75–78.
3. Пат. № 2788979 РФ, МПК В01D61/46. Электробаромембранный аппарат рулонного типа / С. В. Ковалев, Д.И. Кобелев, О.А. Ковалева, П. Луа, В. Ю. Рыжкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина. – № 2022121117; заявл. 03.08.2022; опубл.: 26.01.2023, Бюл. № 3. – 20 с.
4. Седоплатов, И. С. Проектирование конструкции мембранного аппарата рулонного типа при помощи САПР AutoCad 2022 / И.С. Седоплатов, С.В. Ковалев, П. Луа [и др.] // Ползуновский альманах. – 2022. – Т. 1, № 4. – С. 99–101.