

УДК 66.012-52; 621.01.001

К ВОПРОСУ О ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОБАРОМЕМБРАННЫХ АППАРАТОВ

© С.И. Лазарев

Lazarev S.I. On the geometrical simulation of electrobaromembrane devices. The analysis was carried out of the geometry and construction of bipolar electrodes and electrobaromembrane devices with flat and tube-like elements.

При проектировании электробаромембранных аппаратов основным элементом является выбор материала. Необходимым материалом в электробаромембранном аппарате является микропористая подложка-электрод [1, 2]. При выборе материала пористой подложки-электрода необходимо учитывать следующие параметры – устойчивостью к электрохимическому воздействию, высокую коррозионную стойкость, механическую прочность и низкую стоимость. В электробаромембранных аппаратах, с одной стороны, пропускают электрический ток, который подается из внешней цепи к электродам, с другой стороны, – подают градиент давления, обеспечивающий поток растворителя через мембрану и пористую подложку-электрод, то есть подложки в электробаромембранных процессах выполняют двойную роль, являются электродом – источником для подвода потенциала к мембранам и дренажом для отвода пермеата.

Выбор пористой подложки-электрода, которая в электробаромембранных процессах при использовании постоянного тока служит анодом или катодом, является важным элементом, влияющим как на ход электродной реакции, так и на течение через него растворителя. На ход электродной реакции в электробаромембранных процессах влияет, вероятно, величина перенапряжения выделения водорода или кислорода, каталитические свойства, адсорбируемость исходного вещества на электроде, природа примесей и добавок [3, 4]. Помимо упомянутых выше факторов, при выборе пористого электрода необходимо учитывать и малую сопротивляемость его потоку пермеата. Кроме того, при выборе пористого подложки-электрода в электробаромембранных аппаратах большого размера необходимо значительно увеличить толщину стенок для обеспечения достаточной механической прочности, что, однако, может приводить к большому падению напряжения в электроде, а следовательно, к непроизвольному выделению тепла и нагреву соответственно раствора, мембран и подложек. Тепловыделения могут быть существенными и, соответственно, привести к сильному нагреву рабочих элементов электробаромембранных аппаратов.

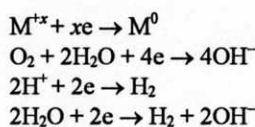
Выбор катодных материалов менее ограничен коррозией, чем выбор анодов. Лишь некоторые металлы очень быстро реагируют со средой, поэтому их нельзя

применять в качестве катода. Наиболее распространены следующие электродные материалы: ртуть, свинец, олово, медь, железо, алюминий, платина, никель и углерод.

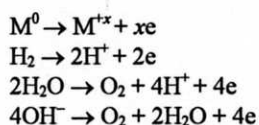
Выбор анодных материалов очень ограничен, поскольку многие металлы растворимы в анодной области. В лабораторных экспериментах широко используют платину, золото и графит.

Виды пористых электродов, которые можно использовать в качестве анодных и катодных материалов, выпускаемых промышленностью (Выксинский металлургический завод, цех пористого проката), приведены в таблице 1 [5].

Катод или отрицательно заряженный электрод в электробаромембранных процессах являются источником электронов. Передача электронов раствору катодом происходит в следующих реакциях



В зависимости от состава раствора, показателя pH, состава материала анода и плотности тока на аноде могут протекать одна или несколько реакций следующего вида:



Из приведенных реакций видно, что суммарным явлением, протекающим на катоде, является процесс восстановления, а на аноде – процесс окисления, а также процессы получения водорода и кислорода.

В электробаромембранных аппаратах, исходя из технологических и конструктивных целей, камеры разделения, соединенные последовательно, образуются из пористых монополярных и биполярных электродов. Биполярный электрод, схематично представленный на рисунках 1 и 2, состоит из нескольких элементов: средней части для отвода прианодного и прикатодного пермеата и двух пористых электродов (анода и катода).

Виды пористых электродов, которые можно использовать в качестве анодных и катодных материалов, выпускаемых промышленностью

Марка пористого электрода	Исходные порошки при изготовлении	Пористость, в %	Уд. проп. способн., $\text{см}^3 \cdot \text{см}^2 \cdot \text{мин.}$	Тонкость фильтрац., мкм	Предел прочности на разрыв, кг/мм^2
X18H15-ПМ (ФСН-2,3)	X18H15-2	25–45	3,0	2,0–3,0	4,5
X18H15-ПМ5 (ПНС-5)	X18H15-2	30–45	8,5	4,0–6,0	3,0
ПШТМ-ПМ	порошок титана	20–35	2,0–5,0	2,0–3,0	3,0
ЛНПИТ	никель, мочеви́на	71–80	–	–	4,0
Н-МП	никель, мочеви́на	60–70	–	–	4,0
ЛПН-ПМ	порошок никеля	30–50	–	–	4,0

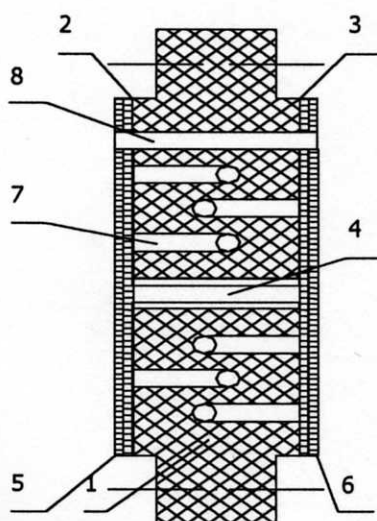


Рис. 1. Плоский биполярный электрод с прианодной и прикатодной мембранами

На средней части 1 пористого биполярного электрода плоско-камерного аппарата, приведенного на рис. 1, с одной стороны располагают анод 2, а с другой – пористый катод 3, соединенные между собой коррозионно-стойкой шпилькой 4. На пористом аноде расположена прианодная мембрана 5, а на катоде – прикатодная мембрана 6. В средней части пористого биполярного электрода имеются отверстия 7 для отвода прикатодного и прианодного пермеата и переточное отверстие 8 для перетекания разделяемого раствора из одной камеры в другую.

На средней части 1 трубчатого биполярного электрода (рис. 2) по всей площади располагают в виде чулка пористый электрод, который, с одной стороны, является анодом 2, а с другой, – пористым катодом 3. На пористых электродах с внутренней и с внешней сторон располагаются прианодные и прикатодные мембраны 4 и 5. В средней части трубчатого биполярного электрода имеются переточное отверстие 6, выполненное в виде щели по всей длине аппарата, и продольные каналы 7 для отвода прианодного и прикатодного пермеата.

Процесс получения веществ в электробаромембранных аппаратах можно описать следующим образом. Под действием сил электрического поля анионы

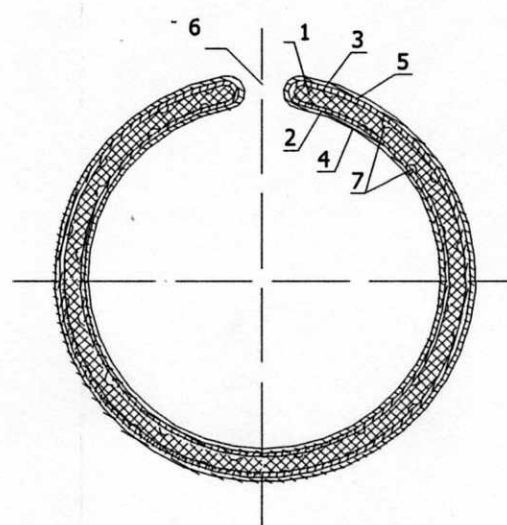


Рис. 2. Трубчатый биполярный электрод с прианодной и прикатодной мембранами

растворенного вещества перемещаются к катоду, а катионы – к аноду, транспортируются через прикатодные и прианодные мембраны (находящиеся около катода и анода), достигая катода или анода, где происходят электрохимические реакции. Здесь они превращаются из одних веществ в другие, и под действием перепада давления растворитель и полученное вещество продавливаются через пористый электрод-подложку и отводятся из камеры аппарата вместе с пермеатом. Полупроницаемая мембрана в электробаромембранных процессах влияет на скорость проникания ионов, а также является регулятором процесса выделения веществ и концентрирования раствора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет. М.: Химия, 1986. 272 с.
2. Хванг С.Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения: Пер. с англ. / Под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1981. 464 с.
3. Электрохимия органических соединений: Пер. с англ. / Под ред. А.П. Томилова, Л.Г. Феоктистова. М.: Химия, 1976. 732 с.
4. Ньюмен Дж. Электрохимические системы: Пер. с англ. / Под ред. Ю.А. Чизмадзе. М.: Мир, 1977. 464 с.
5. Листовые материалы, полученные методом прокатки порошков: Проспект. Выкса, 1990.

Поступила в редакцию 10 сентября 2002 г.