

УДК 661

ПРЕИМУЩЕСТВА МЕМБРАННОГО МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПУТЕМ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Попов А.Е., студент гр. ХН₆-131, IV курс

Научный руководитель: Исакова И.В., к.х.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Хлор и каустическая сода являются сопродуктами в одном производственном процессе. Около 55% мирового спроса на хлор приходится на производство поливинилхлорида и полиуретана. Наиболее высокими темпами в последние годы возросло применение хлора для выпуска производственных винилхлорида – в среднем на 3,85% в год. Быстрыми темпами расширяется потребление хлора для производства фосгена, который, в свою очередь, используется для изготовления изоцианатов и поликарбоната. 55% Европейской промышленности зависит от хлора [1].

Гидроксид натрия или каустическая сода предназначена для химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной промышленности, цветной металлургии и других промышленных отраслей.

При производстве хлора и каустической соды по диафрагменному методу солевой рассол подают в специальную камеру диафрагменного электролизера (рис. 1.).

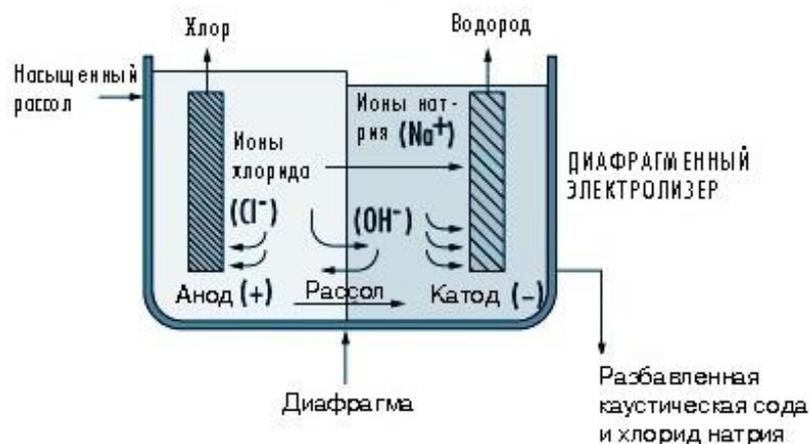


Рис. 1. Схема диафрагменного электролизера

Эта камера представляет собой ванну с установленной в ней рядами титановыми анодами, покрытыми специальными составами, содержащими соли рутения и других металлов. Вверху электролизера скапливается тепло и влажный газообразный хлор, получаемый на аноде. С помощью всасывающего насоса хлор подают в коллектор для дальнейшей обработки. Воду и не всту-

пивший в реакцию рассол отводят через пористый диафрагменный сепаратор в камеру, где расположен катод и где в результате взаимодействия воды и стального катода образуется гидроклорид натрия (каустическая сода) и водород. Диафрагма разделяет хлор, полученный в анодной камере, и гидроклорид натрия, полученный на катоде, так как эти два вещества, вступая в соединение, образуют хлорную известь или хлорат натрия. Чаще всего диафрагму изготавливают из асбеста и фторполимера.

При производстве хлора в мембранном электролизере (рис.2.), протекают те же химические реакции, что и в диафрагменном, отличие в том, что вместо пористой диафрагмы используют катионную мембрану.

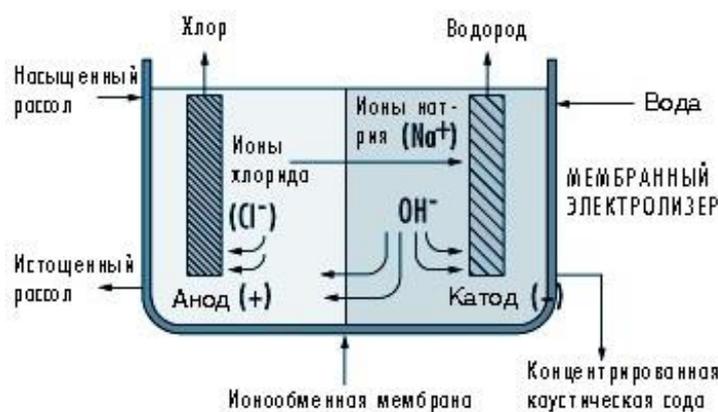


Рис. 2. Схема мембранного электролизера

Преимущества этих мембран заключается в ее непроницаемости для жидкости и газов. Под действием электрического поля в мембране осуществляется перенос преимущественно ионов натрия, и не происходит проникновение ионов хлора в катодит, что позволяет, непосредственно в электролизере, получить раствор каустической соды почти не содержащий исходной соли. Массовая доля NaOH в полученном растворе составляет от 30 до 35% и поскольку исчезает необходимость отделять соль, выпаривание обеспечивает получение 50%-ной коммерческой каустической соды, что значительно проще и выгоднее (меньшие капиталовложения и энергозатраты.)

Так же отличительной особенностью мембранного процесса от диафрагменного является возможность изменения токовой нагрузки на электролизерах без нарушения процесса [2]. Это позволяет с целью снижения себестоимости продукции регулировать токовую нагрузку на электролизеры в течении суток, используя разницу в тарифах на электричество в дневное и ночное время.

В процессе производства хлора и каустической соды основные пункты энергозатрат идут на электроэнергию непосредственно для проведения процесса электролиза и на выпарку пара, необходимого для процесса выпарки водного раствора NaOH до содержания вещества 45-50% масс. (товарная каустическая сода.)

Расход электроэнергии для процесса электролиза по мембранному методу, достигнутый на современных промышленных предприятиях, составляет 2000-2200 кВт/час на 1т NaOH. Столь низкие значения получены за счет ис-

пользования:

- конструкций мембранных электролизеров, в которых минимизированы межэлектродное расстояние (0,15-1,5 мм) и потери в металлических частях, и так же организован эффективный отвод газожидкостных смесей из межэлектродного пространства;

- ионообменных мембран толщиной 0,15-0,20 мм, обладающих пониженным падением напряжения при высоких токовых нагрузках за счет использования специальной армировки, двухслойной конструкции и поверхностных покрытий для удаления газов, и высокими значениями селективности (выход по току составляет 95-97%, при получении в электролизере растворов NaOH с массовой долей 31-35%);

- использование покрытий с пониженным перенапряжением.

Несмотря на то, что в диафрагменном методе так же были разработаны и внедрены несколько технических достижений, направленных на снижение затрат электроэнергии:

- раздвижные аноды, позволяющие снизить межэлектродные расстояния;
- асбополимерные и полимерные диафрагмы;
- тонкая фильтрация рассола;

позволяющие стабилизировать размеры диафрагмы, и, следовательно, падение напряжения при электролизе и предотвратить преждевременный выход ее из строя. Все же особенностью технологии и конструкции диафрагменных электролизеров (которая заключается в необходимости использования относительно толстых диафрагм, невозможности применять стабильные электрокаталитические катодные покрытия, обладающие пониженным перенапряжением, и невозможности осуществлять эффективный отвод газожидкостных потоков при высоких токовых нагрузках) является невозможность достижения столь существенного снижения расхода электроэнергии на электролиз, как в мембранном методе. В настоящее время расход электроэнергии на эксплуатируемых диафрагменных производствах составляет 2200-2400 кВт/час на 1т NaOH. Таким образом, расход электроэнергии на производство хлора и каустической соды мембранным методом на 10% ниже, чем в диафрагменных производствах[2,3].

Расход пара на выпарку при применении мембранного метода так же существенно ниже, чем в диафрагменном процессе. Так, полученный при мембранном методе раствор NaOH с массовой долей 31-33% упаривают до 45-50%(товарный раствор каустической соды), при диафрагменном электролизе исходный раствор имеет концентрацию 10-12%, то есть при упаривании до нужных 45-50% требуется выпарить в три раза больше воды. Так же в мембранном методе, выпарке подвергается чистый водный раствор NaOH. Процесс протекает без выделения твердой фазы; в диафрагменном методе воду выпаривают из электрощелока (раствор NaOH и NaCl с содержанием последнего 180-210 г/л), выпарка сопровождается выделением твердой фазы (соли), что приводит к снижению коэффициента теплопроводности стенок выпарных аппаратов и соответственно к повышению расхода греющего пара. В

зависимости от используемой системы выпарки в диафрагменном методе на 1т NaOH расходуется 1,5-2,5 а в мембранном 0,30-0,40 Гкал греющего пара. Исходя из анализа основных источников энергозатрат, стадий электролиза и выпарки видно, что использование мембранного метода позволит снизить суммарные энергозатраты в 1,3-1,5 раз по сравнению с диафрагменным методом.

Мембранные производства занимают значительно меньше производственной площади, чем диафрагменные, поскольку отделение электролиза занимает примерно в 2 раза меньше места из-за более высокой единичной мощности и компактности мембранных электролизеров. В целом же капитальные затраты при использовании мембранной технологии на 25-30% ниже, чем для производства равной мощности диафрагменного производства [2,3].

Стоимость основного мембранного оборудования дешевле на 70-80%, чем в диафрагменных производствах. Это достигается за счет использования компактных высокопроизводительных электролизеров и более экономичной выпарки. Но при мембранном электролизе используются более дорогостоящие ионообменные мембраны, электроды, с электрокаталитическими покрытиями и ионообменная смола для более тонкой отчистки рассола, поэтому составляющая себестоимости продукции по статье «материалы» для мембранных производств на 15-20% выше, чем при традиционной технологии.

В настоящее время срок службы мембран составляет до 4 лет, электрокаталитических покрытий 8 лет, при плотности тока 5-6 кА/м². Основные направления развития мембранной технологии направлены на то чтобы повысить срок эксплуатации мембран и покрытий, а также на повышение используемой плотности тока, что должно снижать затраты на материал [4,5].

Хлор, который получают по мембранному методу, в отличие от продукта, произведенного по диафрагменному методу, не содержит примеси водорода, что позволяет повысить его степень сжижения.

Каустическая сода, получаемая по мембранному методу, содержит около 0,02-0,04% масс. NaCl, что значительно меньше, чем в продукте, получаемом по диафрагменному методу (1,5-3,5% масс.).

Достоинства мембранного метода привели к его ускоренному развитию. В настоящее время новые производства создаются только по этой технологии.

Список литературы:

1. Кузнецова, Т. М. Рынок хлора и каустика // Химический комплекс России. 2012. №1(207). С.12.
2. Развитие мембранного производства хлора и каустической соды / О.П. Ромашин [и др.] // Химическая промышленность сегодня. 2012. №9. С.12.
3. Ягуд, Б. Проблемы хлорных производств // The Chemical journal. 2013. №1. С.36.
4. ВITAC-CME-MBC the advanced membrane electrilizer. Chlorine Engineers, 2004.

5. KU Electrolysis Technology, Uhde, 2002.