

**ЭЛЕКТРОЛИЗНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ
(NAOCL): ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ, УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП РАБОТЫ
ELECTROLYSIS PLANTS FOR SODIUM HYPOCHLORITE (NAOCL)
TECHNOLOGY OVERVIEW, DEVICE, OPERATING PRINCIPLE**

**Курипта Г.Р., магистрант
Лепешкин В.И., ведущий специалист
АО Концерн «Созвездие»
г. Воронеж, Россия
Kuripta G.R., Master's student
Lepeshkin V.I., leading specialist
JSC Concern «Sozvezdie»
Voronezh, Russian Federation**

Аннотация: Статья посвящается представлению современных электролизных установок для производства гипохлорита натрия – являющегося одним из главных средств, применяемый в водоочистке, сельском хозяйстве, медицине и промышленности. В статье рассматриваются основные технологии электролиза, их преимущества, а также ограничения. В статье подробно описывается принцип работы электролизера, приводятся уравнения реакций и факторы, которые оказывают влияние на протекание процесса, такие как сила тока, температура и концентрация соли. Не менее важными являются примеры использования таких установок, они будут рассмотрены в статье.

Annotation: The article is devoted to the presentation of modern electrolysis units for the production of sodium hypochlorite, which is one of the main means used in water purification, agriculture, medicine and industry. The article discusses the main technologies of electrolysis, their advantages, and limitations. The article describes in detail the principle of operation of the electrolyzer, provides reaction equations and factors that affect the process, such as current strength, temperature and salt concentration. No less important are examples of the use of such units, they will be discussed in the article.

Ключевые слова: электролизные установки, технологии электролиза, гипохлорит натрия, электрохимические реакции.

Key words: electrolysis plants, electrolysis technologies, sodium hypochlorite, electrochemical reactions

Последствия пандемии COVID-19 побудили тенденцию, когда дезинфекции, санитария и экологическая безопасность выходят на первый план. Гипохлорит натрия, остающийся одним из ключевых химических соединений, известен свойствами, широко применяющиеся в очистке воды, сельском хозяйстве и медицине. Но также имеется проблема с его традиционным получением, связанное с рисками хранения и транспортировки опасного газа – хлора.

Искоренить данную проблему помогли электролизные установки, способные производить гипохлорит натрия на месте, что снижает затраты и вероятность происшествий.

Сложные инженерные комплексы, которые из себя представляют электролизные установки, нужны для выполнения электролиза. Сам процесс основывается на использовании электрического тока для получения химических реакций в растворах или же расплавах. Основными составными системы являются электроды и электролит. Ниже рассмотрим их функции более подробно [1, 2].

Электроды являются проводниками, что позволяют электрическому току протекать через электролит. Зачастую в системах есть два основных электрода: анод и катод. Окисление включает потерю электронов и происходит на аноде, а восстановление на катоде, где приобретаются электроны. Данные реакции способствуют образованию новых веществ или выделению газов.

Вследствие протекания электрического тока, запускаются химические реакции на электролите, что вызывает реакции на поверхности электродов, изменяя состав раствора. Данный процесс зачастую используется в отраслях очистки воды, химического производства и очистки металлов.

Электролизные установки зачастую состоят из электролизера – контейнер или камера, в котором происходит процесс электролиза. Визуальное изображение электролизера представлено на рисунке 1.

Работа электролизной установки основывается на подаче постоянного электрического тока на электролит, благодаря чему происходят химические реакции, где на аноде происходит окисление, а на катоде восстановление.

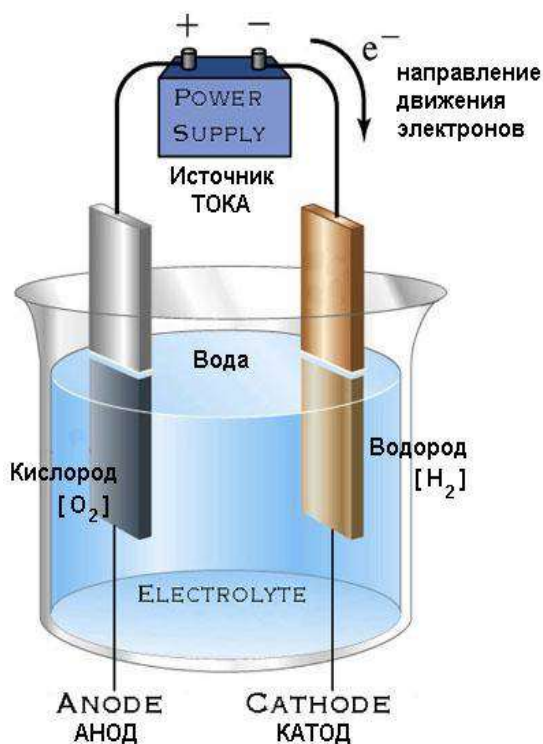


Рисунок 1 – Электролизер

Производные электролиза, к которым относятся газообразные вещества или жидкие продукты, следом собираются в ёмкостях и выводятся через специальные каналы, а охлаждающая система отводит тепло, которое выделяется в процессе.

Предлагаю подробнее рассмотреть электролизную установку, которая используется для приготовления гипохлорита натрия [2,3].

На данный момент времени всё чаще и чаще используется гипохлорит натрия для обеззараживания вод.

Гипохлорит натрия имеет сильные дезинфицирующие свойства, уничтожающие огромный спектр бактерий, вирусов и микроорганизмов.

Основной целью использования электролизных систем для производства гипохлорита натрия является достижение эффективной и экономически выгодной дезинфекции сточных вод.

Производство гипохлорита натрия на месте устраняет риски, связанные с обработкой и транспортировкой опасных химических веществ, таких как жидкий хлор или концентрированные растворы гипохлорита натрия, которые могут представлять значительную опасность как для окружающей среды, так и для персонала.

Процесс производства гипохлорита натрия (ГПХН) включает электролиз раствора хлорида натрия (NaCl), обычно известного как поваренная соль. В за-

висимости от того, как разделены анодное и катодное отделения электролизера, существует два основных метода производства: один с мембранным разделением и один без него. Оба метода проиллюстрированы на рисунках 2 и 3. Эти подходы влияют на технологический процесс и воздействуют на характеристики самой процедуры электролиза.

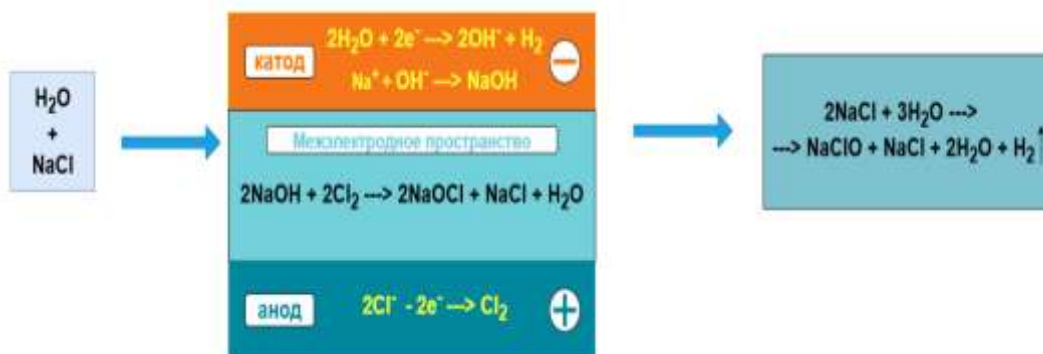


Рисунок 2 – Блок-схема процесса получения ГПХН электролизом в ячейке без мембраны

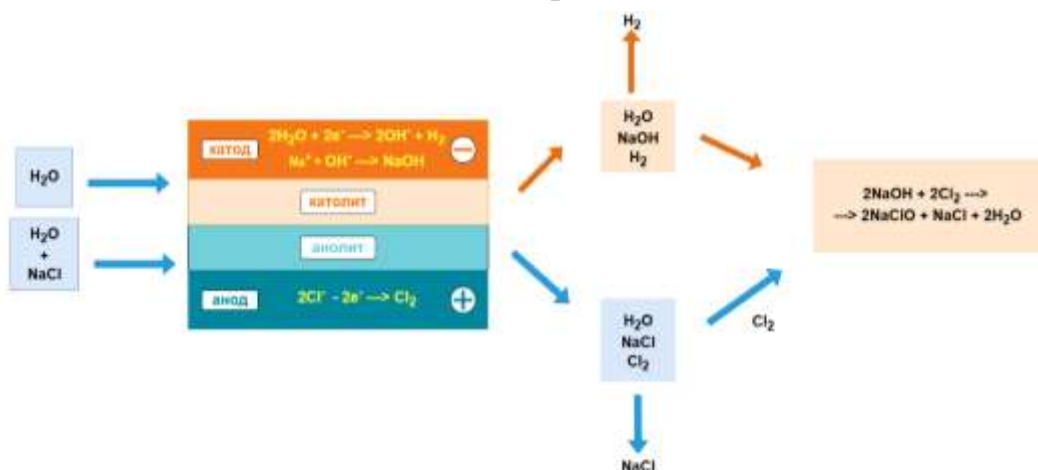


Рисунок 3 – Блок-схема процесса получения ГПХН электролизом в ячейке с мембраной

Давайте рассмотрим метод, который включает разделение электродных отсеков. Графическое изображение процесса можно найти на рисунке 4.

В системе электролиза на основе мембраны специализированная мембрана разделяет анодную и катодную камеры, пропуская только положительно заряженные ионы (катионы). В анодную камеру вводится солевой раствор, а в катодную камеру подается вода. При протекании электрического тока молекулы воды на катоде расщепляются на гидроксильные ионы (OH^-) и газообразный водород (H_2). Тем временем в анодном отсеке хлорид-ионы (Cl^-) подвергаются окислению, образуя молекулярный хлор (Cl_2).

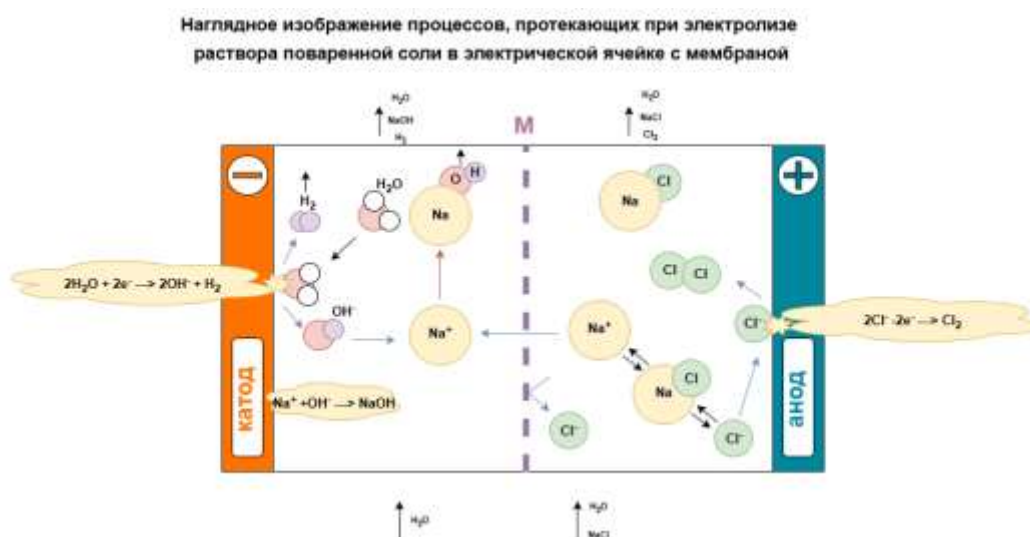


Рисунок 4 –Изображение процессов, протекающих при электролизе раствора поваренной соли в электрической ячейке с мембраной

Одновременно ионы натрия (Na^+) из солевого раствора мигрируют через мембрану в катодную камеру, где они реагируют с гидроксильными ионами (OH^-) с образованием каустической соды (NaOH).

В процессе немембранного электролиза анолит, состоящий из хлора и непрореагировавшей соли, направляется в специализированный сепаратор. Внутри этого блока хлор извлекается, а оставшийся раствор подвергается измерению плотности. Затем в смесь с помощью насоса вводится дополнительная соль. Отделенный хлор переносится в реактор, образуя гипохлорит натрия (ГПХН). Конечный продукт хранится в специальном контейнере, в то время как побочный продукт водорода либо выбрасывается в атмосферу, либо разбавляется воздухом с помощью специализированной системы.

Для того чтобы сэкономить энергию, в системе установлены теплообменники, которые восстанавливают тепло, полученное в процессе.

На данный момент несколько компаний специализируются на производстве электролизных установок для получения гипохлорита натрия. Среди них ООО НПФ «Невский Кристалл», ООО «АкваТехМаркет» и НПК «Эколог» [4-6].

Более подробное рассмотрение ООО НПФ «Невский Кристалл» оправдано, так как компания занимается разработкой электролизных установок более 15 лет. За это время они успешно реализовали более 100 проектов и получили 8 патентов, которые постоянно используются в процессе производства оборудования.

Компания распространила свои установки на такие страны как: Россия, Казахстан, Молдавия, Узбекистан и Монголия. Встречаются и большие, и ма-

лые. Используемые на очистке стоков или водоподготовке, а также релейные и интегрированные в верхний уровень SCADA.

У компании имеется опыт в реализации объектов ЖКХ, химической или нефтегазовой промышленности.

В списке производимого оборудования компании находятся:

1) Компактные электролизные установки, способные производить до 30 кг активного хлора за сутки. Такие установки выполнены в виде рамной конструкции, на которой размещается все необходимое оборудование, такое как сатуратор, ёмкости для хранения и насосы для дозирования. Данная конструкция заметно облегчает монтаж установки и позволяет экономить пространство, ведь для такой установки достаточно помещения площадью 10-12 м².

В качестве примера известно, что такая установка, под именем ЭПМ-50, была реализована в водоканале Нефтекамска в 2011 году.

2) Когда необходимо оперативная дезинфекция вод, а соответствующая инфраструктура недееспособна, имеются модульные установки, являющиеся оптимальным решением данной проблемы. Данные установки, а также всё необходимое оборудование размещаются в подготовленных контейнерах, что позволяет избежать проектирования, потому что для установки модуля необходим лишь проект привязки к сетям. К тому же пропадает необходимость строить специальное здание, в котором бы размещалась установка. Время на подготовку контейнера совпадает со сроками производства электролизной установки, такой способ позволяет уменьшить интервал времени от принятия решения о размещении установки до ввода её в эксплуатацию до 3-4 месяцев.

В качестве примера реализации такой установки, можно привести пример ввода её в эксплуатацию в Нефтегорске на водозаборе «Ветлянка», где запуск состоялся в 2022 году, а имя установки ЭПМ-20.

В статье были рассмотрены такие темы как: устройство, принцип работы электролизных установок и процесс производства гипохлорита натрия с анализом преимуществ и особенностей эксплуатации такого оборудования, включая методы его производства и использования в различных сферах.

Электролизные установки исполняют важную роль в текущих промышленных процессах и обеспечивают эффективность выполнения задач по химическому синтезу. Производство гипохлорита натрия посредством электролиза является экологически безопасным, а также экономически выгодным решением, которое позволяет сократить эксплуатации опасных веществ.

Проведение анализа технологий позволило выяснить, что современные системы обладают высокой степенью автоматизации, универсальностью, а также компактностью, что делает их удобными как промышленных объектов любых величин.

Результатом внедрения таких технологий является то, что предприятия получают возможность не только повысить качество продукции, но и способствовать снижению уровня загрязнения. В дальнейшем развитие электролизных установок будет направлено на повышение их надёжности, доступности и энергоэффективности.

Список литературы

1. Научный журнал. Электролизные установки – это технические системы. –URL: <https://na-journal.ru/5-2024-elektrotehnika/11938-elektroliznye-ustanovki> (дата обращения: 17.01.2025).
2. WWTEC. Электролизные установки для очистки воды. –URL: <https://wwtec.ru/index.php?id=545> (дата обращения: 17.01.2025).
3. РУГИДРО. Получение гипохлорита натрия электролизом поваренной соли. –URL: <https://rugidro.com/info/articles/poluchenie-gipokhlorita-natriya-elektrolizom-povarennoy-soli/> (дата обращения: 17.01.2025).
4. Научно-производственная фирма «Невский Кристалл». Официальный сайт. –URL: <https://npfnk.ru/> (дата обращения: 17.01.2025).
5. Научно-производственная компания «Эколог». – URL: <https://npkekolog.ru/> (дата обращения: 19.01.2025).
6. Компания «Акватехмаркет». – URL: <https://aquatechmarket.ru/> (дата обращения: 19.01.2025).

References

1. Scientific journal. Electrolysis units are technical systems. – URL: <https://na-journal.ru/5-2024-elektrotehnika/11938-elektroliznye-ustanovki> (date of access: 17.01.2025).
2. WWTEC. Electrolysis units for water purification. – URL: <https://wwtec.ru/index.php?id=545> (date of access: 17.01.2025).
3. RUGYDRO. Production of sodium hypochlorite by electrolysis of table salt. – URL: <https://rugidro.com/info/articles/poluchenie-gipokhlorita-natriya-elektrolizom-povarennoy-soli/> (date of access: 17.01.2025).

4. Scientific and Production Company «Nevsky Crystal». Official website. – URL: <https://npfnk.ru/> (date of access: 17.01.2025).
5. Research and production company «Ecolog». – URL: <https://npkekolog.ru/> (date of access: 19.01.2025).
6. Company «Aquatechmarket». – URL: <https://aquatechmarket.ru/> (date of access: 19.01.2025).