

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

УДК 357+544.653.1:546

Г. А. Вардан

ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ

НПО «Экоатом», Ереван, Республика Армения

Аннотация. Способ получения гипохлорита натрия, при котором водный раствор хлорида натрия подвергается электрохимическому растворению с получением водного раствора гидроксида натрия и газообразного хлора, затем они подвергаются взаимодействию, отличается тем, что электрохимическое разложение осуществляется в трехкамерном электродиализаторе, выделенный из анолита (анодный раствор) газообразный хлор непосредственно перемешивают с католитом (водный раствор гидроокиси натрия).

Ключевые слова: гипохлорит натрия, трехкамерный электродиализатор, хлор, гидроксид натрия.

G. A. Vardan

ELECTROMEMBRANE METHOD FOR PRODUCING SODIUM HYPOCHLORITE

NPO «Ecoatom», Yerevan, Republic of Armenia

Annotation. The method for producing sodium hypochlorite, according to which an aqueous solution of sodium chloride is subjected to electrochemical dissolution to obtain an aqueous solution of sodium hydroxide and gaseous chlorine, then they are interacted, differs in that electrochemical decomposition is carried out in a three-chamber electro dialyzer, gaseous chlorine separated from the anolyte (anode solution) directly mixed with catholyte (aqueous sodium hydroxide solution).

Keywords: sodium hypochlorite, three-chamber electro dialyzer, chlorine, sodium hydroxide.

Введение. Работа относится к области электрохимии, в частности, к электромембранным способам получения гипохлорита натрия и может быть использована также для получения гипохлоридов других основных металлов [1, 2].

Гипохлорит натрия является одним из самых востребованных продуктов на мировом рынке [3].

Промышленное и бытовое использование гипохлорита натрия включает в себя (рис. 1):

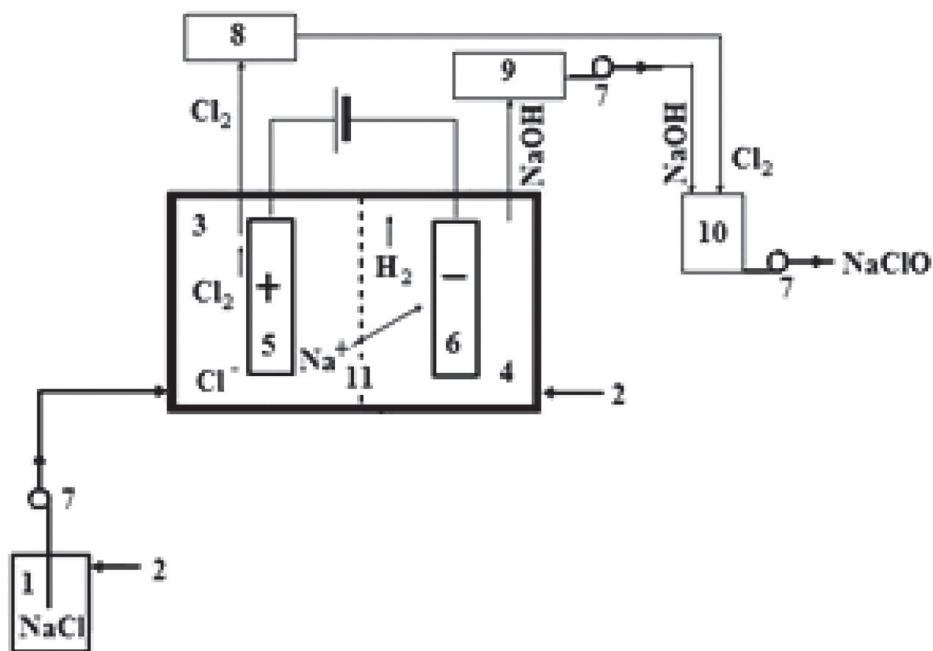


Рис. 1. Принципиальная схема традиционного электромембранного способа получения гипохлорита: 1 – бак раствора хлорида натрия; 2 – смягченная вода; 3 – анодная ячейка; 4 – катодная ячейка; 5 – анод; 6 – катод; 7 – насос; 8 – баллон хлора; 9 – бак раствора гидроксида натрия; 10 – бак раствора гипохлорита натрия; 11 – диафрагма (или ионообменная мембрана)

использование в качестве средства для дезинфекции и антибактериальной обработки;

использование для отбеливания тканей;

химическое растворение санитарно-технических отложений.

промышленное отбеливание ткани, древесной массы и некоторых других продуктов;

промышленная дезинфекция и санитарно-гигиеническая обработка;

очистка и дезинфекция питьевой воды для систем коммунального водоснабжения;

очистка и обеззараживание промышленных стоков;

химическое производство.

Материалы и методы исследования. В работе способ получения гипохлорита натрия представляет собой следующий процесс: в катодной камере (4) в качестве католита используется предварительно смягченная вода, такой же водой в баке (1) подготавливается раствор хлорида натрия (плотностью 50–100 г/л) и закачивается в анодную камеру. Катодная и анодная камеры разделены между собой ионообменной мембраной или диафрагмой.

В действительности, во время электролиза обеспечивается непрерывное перемешивание электролита, что способствует уменьшению нецелевых потерь хлора и интенсификации электродных реакций. Процесс осуществляется при температуре 20–25 °С и высокой плотности электрического тока [4, 5].

Образовавшийся хлор собирается в (8), а гидроксид натрия в (9) тарях, затем они определенным образом перемешиваются между собой для образования гипохлорита и накапливаются в предусмотренном для этого баке (10). В качестве металла для катода используется сталь, а анода титан с покрытием из окиси рутения или иридия.

Цели изобретения – повышение эффективности способа получения гипохлорита натрия, безопасность и степень чистоты конечного продукта.

Суть работы заключается в том, что из водного раствора хлорида натрия (NaCl) получающиеся гидроксид натрия (NaOH) и газообразный хлор образуются в разных камерах и вступают во взаимодействие в водокольцевом насосе вследствие специально организованного процесса, при котором для обеспечения разреженности газа в среде, вместо воды, циркулирует католит трехкамерного электродиализатора.

На рис. 2. показана принципиальная схема процесса, с помощью которого предлагаемым способом осуществляется получение гипохлорита натрия из водного раствора хлорида натрия.

Водный раствор хлорида натрия (1) с помощью насоса (4) с определенной скоростью циркулирует по рабочей камере трехкамерного электродиализатора (8). В качестве католита и анолита используется смягченная вода, первый из которых с помощью водокольцевого насоса (5), в котором вместо воды используемый католит, осуществляет циркуляцию, проходя через катодную камеру (7) и бак (2), создавая разрежение в баке (3), находящемся в анодном циркуляционном контуре и внедряя, при этом, освободившийся газообразный хлор в католит, а второй, с помощью насоса (6) циркулирует проходя по анодной камере (9) и баку (3).

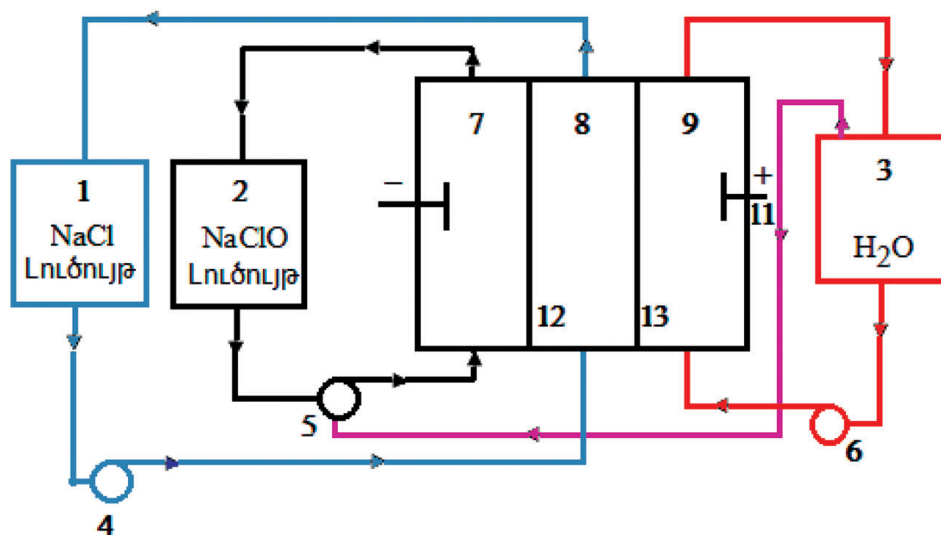


Рис. 2. Принципиальная схема предлагаемого электромембранного способа получения гипохлорита натрия: 1 – бак раствора хлорида натрия; 2 – бак раствора гипохлорита натрия; 3 – смягченная вода; 4; 6 – насос; 5 – водокольцевой вакуумный насос; 7 – катодная ячейка; 8 – рабочая камера электродиализатора; 9 – анодная ячейка; 10 – катод; 11 – анод; 12 – катионообменная мембрана; 13 – анионообменная мембрана

Предлагаемый способ не требует отдельного накопления и хранения газообразного хлора и водного раствора гидроксида натрия в процессе производства, что резко повышает уровень безопасности. Создается возможность упрощенного контроля плотности и степени чистоты конечной продукции. В результате турбулентного снабжения ионов снижается энергоемкость процесса, благодаря чему повышается эффективность процесса по сравнению с прототипом [6].

Эффективность в этом случае выражается в том, что та же производительность гипохлорита в предлагаемой системе по сравнению со способом электролиза достигается при более меньших размерах и более низких производственных затратах.

Пример 1.

Бак (1) установки приведенной на рис. 2, заполняется водным раствором NaCl концентрацией 25 г/л, откуда он с помощью насоса со скоростью 50 л/ч закачивается в рабочую камеру электродиализатора.

Параметры трехкамерного электродиализатора:

напряжение	10в;
тип мембран	mk-40, ma-40;
площадь мембран	225 см ² ;
расстояние между мембранами	0,8 см.

В качестве катода используется нержавеющая сталь, а анода – титан, покрытый окисью рутения. Емкость баков (1, 2, 3) 2 л.

В результате работы при плотности тока 4 А/дм² в течение 1 часа вырабатывается и накапливается в катодном баке (2) 2 литра 20 %-ного водного раствора гипохлорита натрия.

Схема, представляющая производство гипохлорита натрия, показана на рис. 3.

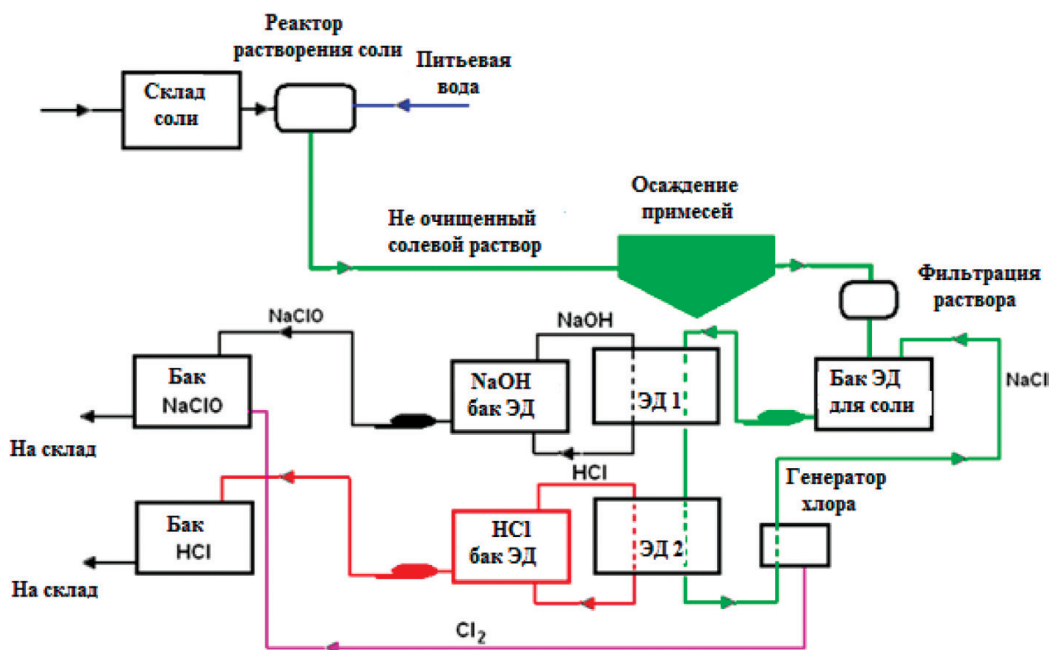


Рис. 3. Схема получения гипохлорита натрия с помощью электромембранной технологии

Заключение. Технология производства гипохлорита натрия (NaClO) на месте основана на новой технологии электролиза хлорида натрия. Сначала соль растворяется чистой водой в специальном реакторе, рассол направляется в реактор, где осаждаются нерастворенные примеси, и раствор дополнительно очищается с помощью фильтра, а затем поступает в специальный резервуар. Из этого бака раствор закачивается в электролизатор и под действием электрического потенциала диссоциирует на ионы Na^+ и Cl^- , которые разделяются ионообменными мембранами, после чего образуется гидроксид натрия и хлорсодержащий газ. Гидроксид натрия накапливается в специальном баке и перекачивается в генератор NaClO. Газообразный хлор перемещается в другой (нижний) электролизатор, где формируются соляная кислота и хлорид натрия. Хлор производится в специальном генераторе и перекачивается в бак для гипохлорита натрия, а полученная чистая соляная кислота хранится в баке для HCl для различных областей применения. Как известно, традиционный способ производства NaClO основан на смешивании раствора NaOH с газообразным хлором. Однако предлагаемый новый метод позволяет производить дополнительно HCl. Согласно этой схеме, если необходимо получение соляной кислоты, то выключается источник питания генератора хлора и включается электролизатор для производства HCl. В случае, когда нужно получить NaClO, выполняется противоположная операция, то есть выключается электролизатор для производства HCl и включается генератор хлора.

Список использованных источников

1. Способ получения хлора и хлорсодержащих окислителей и установка для его осуществления : пат. RU 2315132C2 / А. Д. Рябцев, Н. М. Немков, В. И. Титаренко, Е. В. Мамылова, В. М. Низковский, Е. В. Низковский, П. М. Постников, Г. Н. Шумаков. – Оpubл. 20.01.2008.
2. Method and apparatus for water treatment [Electronic resource]: pat. US 6547947B1/ U. Masaharu, W. Shuhei, S. Nakamatsu, Y. Nishiki. – Publ. date: 15.03.2000. – Mode of access : <https://patentimages.storage.googleapis.com/71/aa/fb/d7604cddedfe63/US6547947.pdf>. – Date of access : 12.02.2022.
3. Натрия гипохлорит // Химическая энциклопедия : в 5 т. ; гл. ред. И. Л. Кнунянц. – М. : Сов. энцикл., 1992. – Т.3. – С. 355.
4. Хлорные дезинфектанты и их применение в современной водоподготовке / А. Б. Швецов [и др.] // Молекулярные технологии. – 2009. – № 3. – С. 98–121.
5. Фурман, Л. А. Гипохлорит натрия / Л. А. Фурман // Хлорсодержащие окислительно-отбеливающие и дезинфицирующие вещества. – М. : Химия, 1976. – Гл. 3. – С. 48–57.
6. Ronco, C. Disinfection by Sodium Hypochlorite: Dialysis Applications / C. Ronco, G. J. Mishkin // Contributions to nephrology. – 2007. – Vol. 154. – 157 p.

References

1. Sposob polucheniya hlora i hlorsoderzhashchih okislitelej i ustanovka dlya ego osushchestvleniya : pat. RU 2315132C2 / A. D. Ryabcev, N. M. Nemkov, V. I. Titarenko, E. V. Mamylova, V. M. Nizkovskij, E. V. Nizkovskij, P. M. Postnikov, G. N. Shumakov. – Opubl. 20.01.2008.
2. Method and apparatus for water treatment [Electronic resource]: rat. US 6547947B1/ U. Masaharu, W. Shuhei, S. Nakamatsu, Y. Nishiki. – Publ. date: 15.03.2000. – Mode of access : <https://patentimages.storage.googleapis.com/71/aa/fb/d7604cddedfe63/US6547947.pdf>. – Date of access : 12.02.2022.

3. Natriya gipohlorit // Himicheskaya enciklopediya : v 5 t. ; gl. red. I. L. Knunyanc. – M.: Sov. encikl., 1992. – T. 3. – S. 355.

4. Hlornye dezinfektanty i ih primeneniye v sovremennoy vodopodgotovke / A. B. Shvecov [et al.] // Molekulyarnye tekhnologii. – 2009. – № 3. – S. 98–121.

5. Furman, L. A. Gipohlorit natriya / L. A. Furman // Hlorsoderzhashchie okislitel'no-otbelivayushchie i dezinficiruyushchie veshchestva. – M. : Himiya, 1976. – Gl. 3. – S. 48–57.

6. Ronco, C. Disinfection by Sodium Hypochlorite: Dialysis Applications / C. Ronco, G. J. Mishkin // Contributions to nephrology. – 2007. – Vol. 154. – 157 p.

УДК 669.712:669.054.83

Г. А. Вардан¹, Р. Н. Барсегян², Г. А. Мартоян³

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СКАНДИЯ ИЗ КРАСНОГО ШЛАМА

¹*НПО «Экоатом», Ереван, Республика Армения*

²*Кандидат технических наук, доцент, Инженерная академия Армении, Ереван, Республика Армения*

³*Кандидат химических наук, НПО «Экоатом», Ереван, Республика Армения*

Аннотация. Работа посвящена извлечению редкоземельных элементов из промышленного отхода – красного шлама, образуемого при производстве алюминия из бокситовых руд по методу Байера. Представлена технологическая схема извлечения компонентов и их глубокую очистку от посторонних примесей.

Ключевые слова: красный шлам, редкоземельные элементы, электромембранные методы, скандий.

G. A. Vardan¹, R. N. Barseghyan², G. A. Martoyan³

RECOVERY OF SCANDIUM FROM RED MUD

¹*NPO «Ecoatom», Yerevan, Republic of Armenia*

²*Ph. D. in Engineering Science, Associate Professor, Engineering Academy of Armenia, Yerevan, Republic of Armenia*

³*Ph. D. of Chemical Science, NPO «Ecoatom», Yerevan, Republic of Armenia*

Annotation. The work is devoted to the extraction of rare-earth elements from industrial waste: red mud formed in the production of aluminium from bauxite ores by the Bayer method. The technological scheme is presented for extracting components from red mud and their deep cleaning from impurities.

Keywords: red mud, rare-earth elements, electromembrane methods, scandium.

Введение. Извлечение полезных и токсичных элементов из промышленных отходов является актуальной задачей. В процессе производства алюминия из бокситовых руд образуется большое количество отходов в виде красного шлама (КШ) [1]. Как следует из [2], уже в ближайшем будущем количество отходов в виде красного шлама приблизится к 200 млн т. Его химический состав варьирует в зависимости от состава и свойств выщелачиваемого боксита.