

УДК 669.054.8:669.053.4

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИЗА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

Жерякова К.В., Фёдорова Ю.С., Лыгина Е.Г.

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Магнитогорск, e-mail: kvg_1992@mail.ru*

В данной статье проведен анализ влияния основных параметров процесса электролиза на эффективность получения хлорсодержащих окислителей. Представлены основные процессы, протекающие на электродах при электрообработке растворов хлорида натрия. Проведен анализ влияния плотности тока на электродах на эффективность протекания процесса. Проанализировано влияние времени электрообработки на количественный выход хлорсодержащих окислителей. Установлено влияние температуры на эффективность превращения хлорид-ионов. Предложены оптимальные технологические параметры процесса электролиза хлоридсодержащих растворов с целью получения хлорсодержащих окислителей.

Ключевые слова: растворы, хлорид натрия, электролиз, плотность тока, время электрообработки, параметры

THE INFLUENCE OF PROCESS PARAMETERS OF ELECTROLYSIS ON THE EFFICIENCY OF OBTAINING CHLORINE-CONTAINING OXIDANTS

Jeryakova K.V., Fyodorova Y.S., Lygina E.G.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: kvg_1992@mail.ru

In this article the analysis of the influence of the main parameters of the electrolysis process on the efficiency of obtaining chlorine-containing oxidants. The main processes occurring at the electrodes during electrobraid solutions of sodium chloride. The analysis of the influence of current density on the electrodes on the efficiency of the process. Analyzed the impact of time electrobraid on quantitative output of chlorinated oxidants. The influence of temperature on the efficiency of conversion of the chloride ions. The proposed optimal technological parameters of the process of electrolysis of chloride-containing solutions with the aim of obtaining chlorine-containing oxidants.

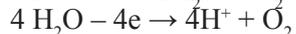
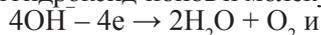
Keywords: solutions, sodium chloride, electrolysis, the current density, time electrobraid, options

Целью работы являлось установление оптимальных параметров работы электролизера при получении хлорсодержащих окислителей.

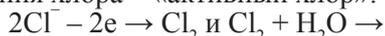
В ходе проведения экспериментальных исследований было рассмотрено влияние на выход «активного хлора» таких параметров процесса как: плотности тока на электродах и продолжительность электролиза; температура реакционной смеси.

В процессе электролиза хлоридсодержащих растворов на аноде выделяется [5, 9]:

– молекулярный кислород, в результате разложения гидроксид-ионов и молекул воды:



– молекулярный хлор, при разряде хлорид-ионов, который затем в слабокислой и нейтральной среде гидролизует, образуя хлорид-ионы и кислородсодержащие соединения хлора – «активный хлор»:



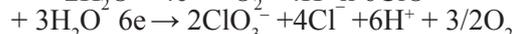
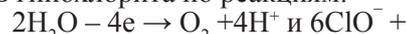
На катоде в основном происходит образованию молекулярного водорода и гидроксид-ионов в результате разрядки молекул воды и восстановления катионов водорода:



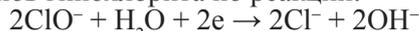
Наряду с основными реакциями, как на электродах, так и в объеме электролита воз-

можно протекание и побочных реакций, снижающих выход основных веществ по току:

– на аноде разряжение молекул воды и ионов гипохлорита по реакциям:



– на катоде частичное восстановление ионов гипохлорита по реакции:



В объеме электролита при повышенных температурах может протекать реакция химического образования хлорат-иона:



Следует также отметить, что эффективность процесса электролиза зависит от:

– *типа и материала электродов.* При получении хлорсодержащих окислителей – «активного хлора» путем электролиза растворов хлорида натрия наиболее значимым является выбор материала анодов ввиду того, что процессы, протекающие на аноде, во многом определяют концентрацию и активность образующихся окислителей [1, 2, 10];

– *плотности тока на электродах и времени электролизной обработки,* т.к. изменение данных параметров работы электролизера существенно влияет на: выход по току «активного хлора», степени превращения хлорид ионов в «активный хлор», а так же на возможность доминирования побочных продуктов электролиза

(образование ClO_2^- , ClO_3^- и ClO_4^- , обладающих значительно меньшими окислительными свойствами) [6, 9];

– температуры электролита, т.к. повышение температуры растворов, как известно, приводит к увеличению скорости химических реакции, а так же может способствовать протеканию побочных процессов. [9, 10].

Анализ литературных данных показал, что для получения хлорсодержащих окислителей электрохимическим способом наибольшее распространение находят малоизнашиваемые аноды на титановой основе [1, 2] с активными покрытиями, такими как магнетит, сплавы на серебре, платиново-иридиевые, оксиды железа, свинца, марганца, кобальта и палладия [1, 10].

В результате электродных процессов в прианодном слое всегда наблюдается кислая среда, а в прикатодном – щелочная, поэтому межэлектродном пространстве от анода к катоду pH среды раствора изменяется от кислого к щелочному, не зависимо от pH исходного раствора. Следовательно, в межэлектродном пространстве всегда есть области с нейтральным pH. Существование нейтральных областей pH и постоянная ионизация воды (вследствие пропуска электрического тока) создают благоприят-

ные условия для протекания процесса окислительной электрокоагуляции ионов поливалентных металлов из растворов в виде дисперсной фазы под действием образующихся кислородных соединений хлора. При этом ионы H^+ и OH^- выступают как катализаторы процесса [4, 8]. Так же следует отметить, что в результате катализирующего действия ионов поливалентных металлов (Mn^{2+} , Fe^{2+} и др.) на процесс восстановления «активного хлора», протекающий с образованием атомарного кислорода и хлорид-ионов, происходит постепенное подкисление реакционной смеси вследствие образования соляной кислоты и вовлечения ионов гидроксидов в окислительно-восстановительный процесс [1, 10].

Следует так же учитывать что, в ходе электрообработки хлоридсодержащих растворов, на аноде, в зависимости от pH растворов возможно образование нескольких форм хлорсодержащих окислителей: Cl_2 , HClO , ClO^- , характеризующихся разной окислительной активностью. Сравнительный анализ значений стандартных окислительно-восстановительных потенциалов показал, что максимальной окислительной активностью обладает HClO , образование которой возможно в диапазоне pH от 3,5 до 7,5 [5, 7].

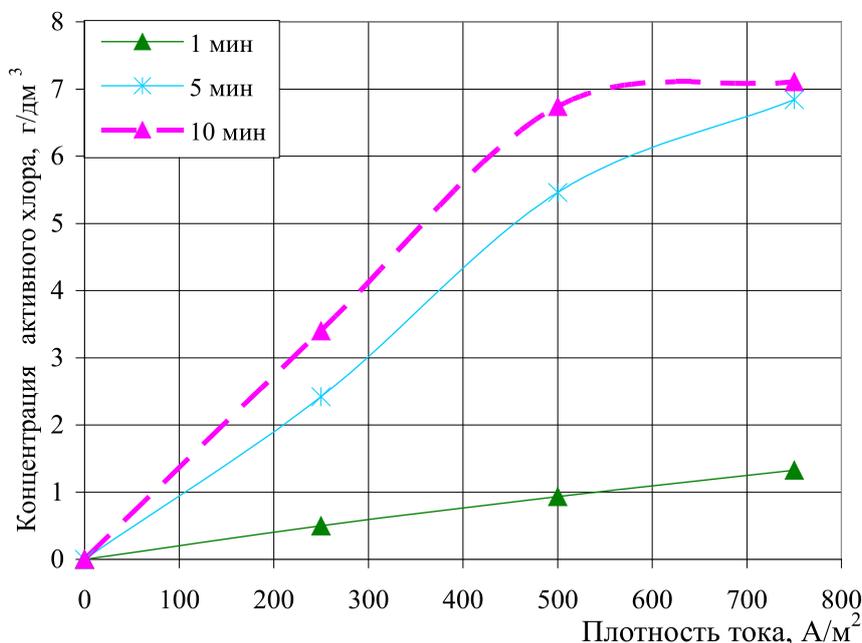


Рис. 1. Влияние плотности тока на выход хлорсодержащих окислителей

Эффективность протекания процесса электролиза определяли по следующим параметрам: выход по току «активного хлора»; степень превращения хлорид-ио-

нов [3]; расход электроэнергии на объем обработанного раствора и расход электроэнергии на получение 1 кг «активного хлора».

В эксперименте использовали модельные растворы с концентрацией хлорида натрия 10 г/дм³. Электролиз всех модельных растворов проводили при плотностях тока 100; 200; 400 и 600 А/м² в течение 0,5; 1,5; 3 и 5 минут. Полученные экспериментальные данные представлены на рис. 1 и 2.

Представленные зависимости на рис. 1 и 2 показали, что максимальная концентрация хлорсодержащих окислителей

в электролизном растворе образуется при плотности тока на электродах 750 А/м² в течение электролиза 5 и 10 минут, а так же при плотности тока на электродах 500 А/м² и электролизной обработке в течение 5 и 10 минут. Причем, следует отметить, что при плотности тока 750 А/м² концентрация «активного хлора» после электролизной обработки раствора хлорида натрия в течение 5 минут остается практически неизменной.

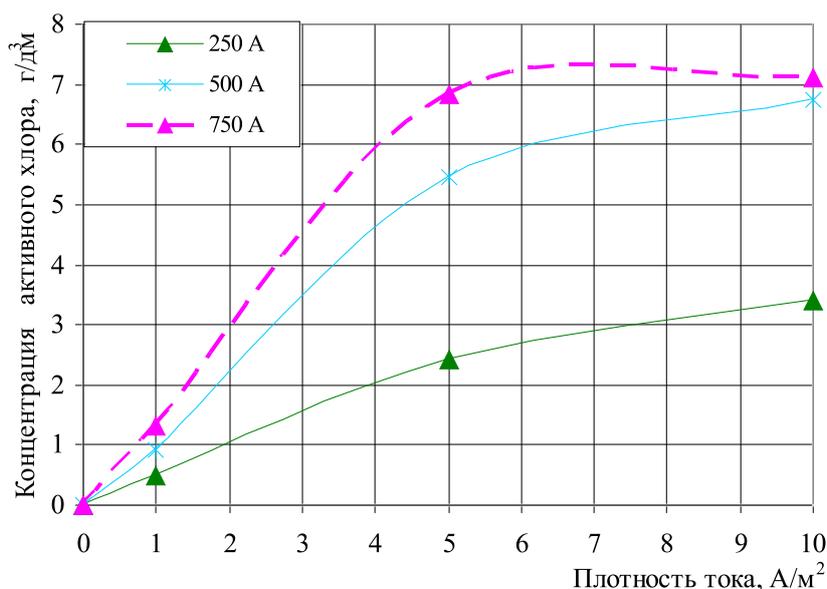


Рис. 2. Влияние времени электролизной обработки на выход хлорсодержащих окислителей

При проведении исследований на лабораторном электролизере было отмечено, что в процессе электрообработки растворов хлорида натрия происходило нагревание реакционной смеси. В ходе экспериментальных исследований было установлено, что при увеличении температуры раствора в процессе электролиза до 33 °С при обозначенных оптимальных режимах работы электролизера, эффективность получения хлорсодержащих окислителей не снижается.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали что максимальные значения выхода по току хлорсодержащих окислителей в растворе и минимальные значения энергозатраты получены при продолжительности электрообработки раствора в течение 5 минут и плотности тока на электродах 500 А/м². Исходная концентрация хлорида натрия в растворе 10 г/дм³.

Список литературы

1. Калиновский Е.А., Жук А.П., Бондарь Р.У. Стойкие аноды для электрохимического хлорирования морской воды // Журнал прикладной химии. – 1980. – Т. 3, № 10. – С. 2233–2237.

2. Краснобородько И.Г., Яковлев С.В. Технология электрохимической очистки воды. – Л.: Стройиздат, Ленингр. Отд-е, 1987. – 312 с.
 3. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
 4. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Деманганизация сточных вод растворами хлорной извести // Альманах современной науки и образования. – 2013. – № 9 (76). – С. 115–118.
 5. Мишурина О.А. Технология электрофлотационного извлечения марганца в комплексной переработке гидротехногенных георесурсов медноколчеданных месторождений. – автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. Магнитогорск, 2010.
 6. Мишурина О.А., Муллина Э.Р. Химические закономерности процесса селективного извлечения марганца из техногенных вод // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. – № 3. – С. 58–62.
 7. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Особенности химических способов извлечения марганца из технических растворов // Молодой учёный. – 2013. – № 5. – С. 84–86.
 8. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Химические превращения кислородсодержащих ионов хлора растворов при разных значениях диапазона рН // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 2-2. – С. 43–46.
 9. Никитин И.В. Химия кислородных соединений галогенов. – М.: Наука, 1986. – 104 с.
 10. Туманова Т.А. Исследование окислительных свойств водных растворов хлора и его кислородных соединений в связи с отделкой целлюлозы. – Дисс. д-ра... хим. наук. – Л.: ЛТА им. Кирова, 1974. – 519 с.