

4. Kamarou M. et al. Low energy synthesis of anhydrite cement from waste lime mud // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2023. – Т. 98. – №. 3. – С. 789-796.

5. Romanovski V. et al. Approaches for filtrate utilization from synthetic gypsum production // Environmental Science and Pollution Research. – 2023. – Т. 30. – №. 12. – С. 33243-33252.

УДК 504.064:681.518:628.3

М.А. Комаров¹, А.В. Поспелов¹, Н.Г. Короб¹, А.Н. Хотько²

¹Белорусский государственный технологический университет

²Филиал БГТУ «Белорусский государственный колледж промышленности строительных материалов»

г. Минск, Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ В ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ РАСТВОРАХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Аннотация. В ходе исследований были получены значения электрохимических измерений, которые показывают, что наиболее коррозионно-активными являются гипохлориты кальция и натрия, а раствор озона по измеренным электрохимическим показателям близок по значениям к питьевой воде.

M.A. Kamarou¹, A.V. Pospelov¹, N.G. Korob¹, A.N. Khotko²

¹Belarusian State Technological University

²Belarusian State College of Construction Materials Industry,
Branch of the "Belarusian State Technological University"

Minsk, Belarus

STUDY OF CORROSION OF STAINLESS STEEL IN DISINFECTANT SOLUTIONS BY PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS

Abstract. During the research, electrochemical measurement values were obtained, which show that calcium and sodium hypochlorites are the most corrosive, and the ozone solution, according to the measured electrochemical parameters, is close in value to drinking water.

Установлено, что использование растворенного в воде озона [1] для дезинфекции поверхностей сталей [2] является перспективным с

точки зрения эффективности [3], экологичности и коррозии (разрушения материала) [4].

В ходе исследований было установлено, что потенциал открытого контура увеличивался в течение первых 500 с для всех используемых дезинфицирующих средств (рис. 1).

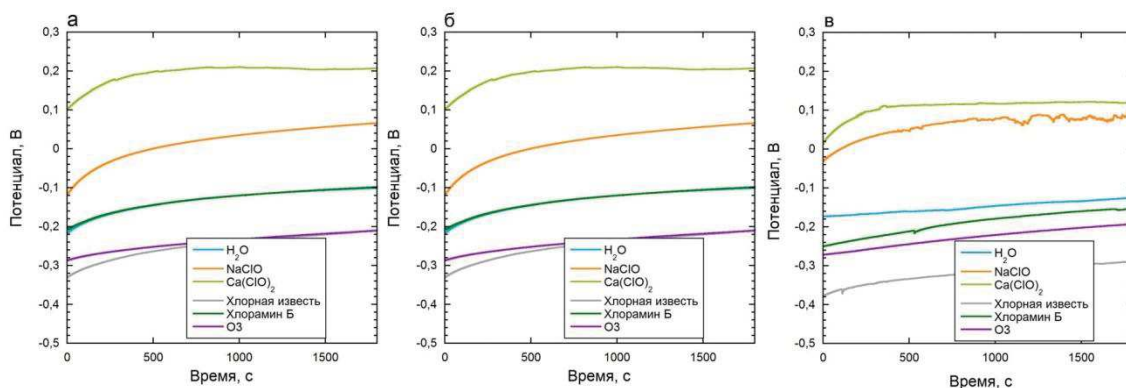


Рис. 1 – Потенциал открытого контура для сталей 304 (а), 316 (б) и 321 (в) в дезинфицирующих средах

Наиболее очевидное изменение потенциала открытого контура было обнаружено для растворов гипохлорита натрия и кальция, где потенциал стабилизировался на высоком уровне, демонстрируя коррозионное поведение. Установлено, что время стабилизации зависит от состава раствора и pH. Наименьшие значения потенциала открытого контура были у хлорной извести, самые высокие, как уже отмечалось выше, у растворов гипохлорита натрия и кальция. Органическое дезинфицирующее средство хлорамин В, искусственная водопроводная вода и озонированная вода показали близкие значения потенциала открытого контура и аналогичную тенденцию. Таким образом, состав является основным фактором, влияющим на время стабилизации и потенциал стабилизации во всех растворах [5].

Потенциодинамические кривые для сталей в выбранных растворах искусственной водопроводной воды, искусственной водопроводной воды после насыщения озоном и растворах хлорсодержащих дезинфицирующих средств представлены на рис. 2.

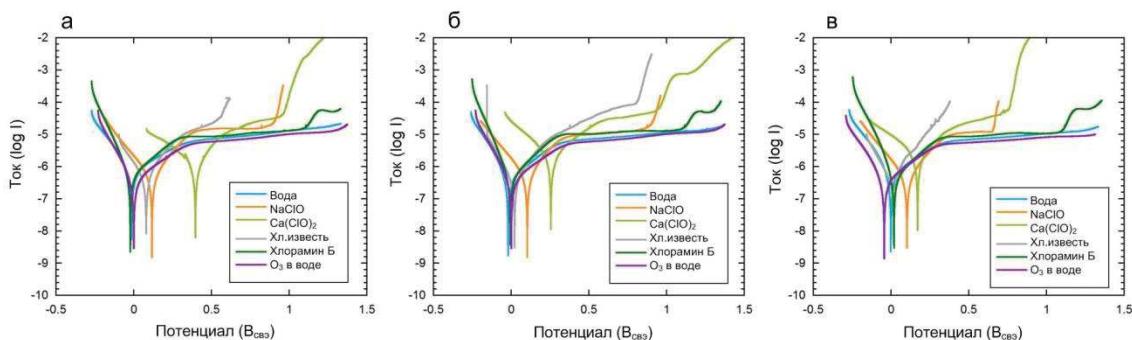


Рис. 2 – Потенциодинамические кривые для сталей 304 (а), 316 (б) и 321 (в) в дезинфицирующих средах

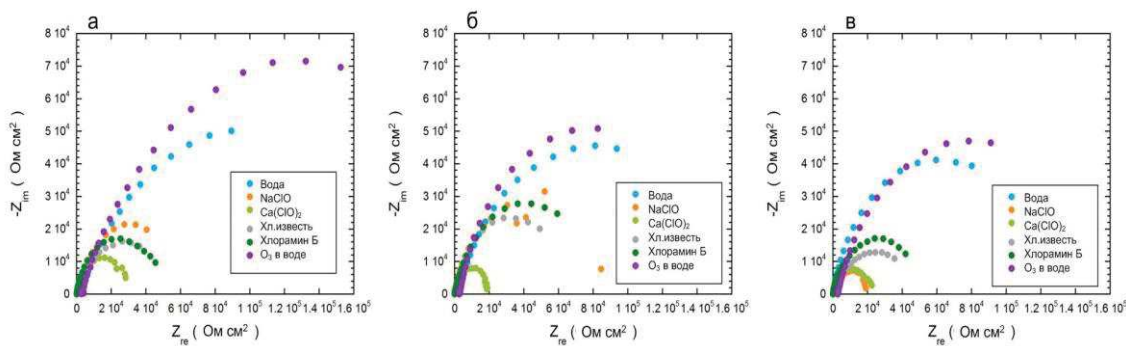


Рис. 3 – Результаты импедансной спектроскопии для сталей 304 (а), 316 (б) и 321 (в) в дезинфицирующих средах

Наименьшие токи коррозии были обнаружены для всех исследованных сталей в воде и воде насыщенной озоном. Для AISI 304 она составила соответственно $1,887 \cdot 10^{-8}$ и $2,770 \cdot 10^{-8}$ А/см²; $1,074 \cdot 10^{-8}$ и $2,790 \cdot 10^{-8}$ А/см² для AISI 316; и $1,058 \cdot 10^{-8}$ и $2,200 \cdot 10^{-8}$ А/см² для AISI 321. Обработка хлорсодержащими дезинфицирующими средствами приводила к увеличению тока коррозии от 2 до 10 раз, при этом самые высокие значения отмечены для гипохлорита кальция и хлорной извести (рис. 2).

Значения величины потенциала питингообразования уменьшались в следующей цепочке растворов вода > вода после насыщения озоном > хлорамин Б > гипохлорит натрия > хлорная известь и составили соответственно 1,37, 1,27, 1,09, 0,95, 0,87 и 0,58 В.

Исследования электрохимической импедансной спектроскопии (рис. 3) подтвердили наибольшую коррозионную активность гипохлоритов и хлорной извести. В то же время все стали показали

наименьшую коррозионную активность в воде и воде насыщенной озоном, как и ожидалось. Хлорамин Б проявлял «среднюю» активность, что можно увидеть на графиках потенциодинамических кривых и электрохимической импедансной спектроскопии (рис. 2 и 3).

В ходе исследований были получены значения электрохимических измерений, которые показывают, что наиболее коррозионно активными являются гипохлориты кальция и натрия. Насыщенный раствор озона по измеренным электрохимическим показателям близок по значениям к питьевой воде, что может быть объяснено образованием тонкой и плотной пленки продуктов коррозии на нержавеющей стали, предотвращающих ее окисление. Потенциал питингообразования наименьший для всех сталей в растворах хлорной извести: 0,58 В для стали 304, 0,77 В для стали 316, и 0,78 В для стали 321. Наибольшие токи пассивации получены в растворах гипохлорита кальция для всех выбранных сталей. Для стали 304 потенциал питингообразования в воде с содержанием активного хлора 2 мас. % была в 1,46, 1,34, 2,19 и 1,17 раз ниже для растворов гипохлорита натрия и кальция, хлорамина Б и хлорной извести по сравнению с водой насыщенной озоном, и в 1,57, 1,44, 2,36 и 1,26 раза выше по сравнению с водопроводной водой соответственно. Для стали 316 потенциал питингообразования в воде с содержанием активного хлора 2 мас. % была в 1,46, 1,34, 1,69 и 1,15 раз ниже для растворов гипохлорита натрия и кальция, хлорамина Б и хлорной извести по сравнению с водой насыщенной озоном, и в 1,55, 1,42, 1,79 и 1,22 раза выше по сравнению с водопроводной водой соответственно. Для стали 321 потенциал питингообразования в воде с содержанием активного хлора 2 мас. % была в 1,52, 1,41, 1,73 и 1,18 раз ниже для растворов гипохлорита натрия и кальция, хлорамина Б и хлорной извести по сравнению с водой насыщенной озоном, и в 1,57, 1,46, 1,79 и 1,23 раза выше по сравнению с водопроводной водой соответственно. Таким образом общий тренд для всех сталей одиноковый. При этом явное отличие наблюдается в уменьшении разницы потенциала питинга для раствора хлорной извести по отношению к воде и воде насыщенной озоном в сталях 316 и 321 по сравнению со сталью 304. Для трех сталей потенциал питингообразования в озонированной воде был близок к значениям в воде. Вместо этого растворы гипохлорита кальция и хлорной извести показали несколько более низкую плотность тока коррозии по сравнению с раствором гипохлорита натрия и хлорамином Б, что, скорее всего, связано с более быстрой пассивацией или более высоким значением рН последних. Плотность тока коррозии при инъекции

озона были выше в 1,5, 2,6 и 2,1 раза по сравнению с искусственной водопроводной водой соответственно для сталей 304, 316 и 321.

Работа выполнена при поддержке ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия», задания 2.1.02 «Сорбционные, каталитические и мембранные материалы для водоочистки и водоподготовки», НИР 5 «Физико-химические основы коррозии материалов в дезинфицирующих средах и разработка экологичных и высокоэффективных способов дезинфекции» (2021–2023 гг.).

Список использованных источников

1. Hurynovich A.D., Romanovski V.I., Wawrzeniuk P. Analiza efektywności kaskadowego generatora ozonu // *Economia i środowisko*. – 2013. – № 1. – С. 156.

2. Гуринович А.Д. и др. Эффективность дезинфекции озоном сооружений систем водоснабжения // *Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение*. – 2016. – №10. – С. 48–51.

3. Романовский В.И. и др. Анализ эффективности дезинфекции сооружений питьевого водоснабжения с использованием хлорсодержащих дезинфицирующих средств и озона. – 2015. – №2(92). – С. 68–71.

4. Романовский В.И. и др. Коррозионная устойчивость углеродистых сталей к дезинфицирующим растворам // *Труды БГТУ*. – 2014 – № 3 (167): Химия и технология неорганических веществ. – С. 47–50.

5. Романовский В.И. и др. Сравнительный анализ коррозионной устойчивости углеродистых сталей к дезинфицирующим растворам электрохимическим методом // *Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология*. – 2016. – №2(98). – С. 126–129.

УДК 504.064:681.518:628.3

М.А. Комаров¹, А.В. Поспелов¹, Н.Г. Короб¹, А.Н. Хотько²

¹Белорусский государственный технологический университет

²Филиал Белорусского государственного технологического университета
«Белорусский государственный колледж промышленности строительных
материалов»

г. Минск, Беларусь