

По результатам моделирования можно сделать вывод что адаптивный нечеткий регулятор является работоспособным, при изменении параметра T объекта управления в широких пределах, и обеспечивает удовлетворительное качество регулирования. При этом классический ПИД-регулятор работает лишь в небольшом диапазоне изменения параметра T объекта управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Что такое нечеткая логика? // сайт «MathWorks». – 2021. – URL: <https://ww2.mathworks.cn/help/fuzzy/what-is-fuzzy-logic.html> (дата обращения: 19.03.2022).
2. Подробные шаги моделирования системы нечеткой логики (Simulink) // сайт «jingyan.baidu.com». – 2021. – URL: <https://jingyan.baidu.com/article/851fbc37ef05463e1f15ab20.html> (дата обращения: 19.03.2022).
3. Теория автоматического управления Inc. 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://portal.tpu.ru/SHARED/t/TRIGUB/academic/Tab/INK_VADUT_OV_TRIGUB.pdf (дата обращения: 19.03.2022).

Ван Синьсинь (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Божко Ирина Александровна,
канд. физ.-мат. наук, доцент ИШНПТ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ ZNO НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ СТАЛИ У8А

Введение

Одним из наиболее эффективных, экономичных и экологически безопасных способов защиты от коррозии является использование многофункциональных органических ингибиторов с добавлением нанопорошка. Исследования доказали, что эти ингибиторы коррозии могут эффективно замедлять скорость коррозии стали [1]. Однако результаты исследования фазового состава продуктов коррозии стали и влияния ингибиторов коррозии на ее микроструктуру и фазовый состав в литературе отсутствуют.

Цель работы заключается в проведении качественного фазового анализа продуктов коррозии, формируемых в среде морской воды и соляного тумана на поверхности стальных образцов У8А до и после нанесения на их поверхность ингибитора на основе наночастиц ZnO, распределенных в тиомочевине.

Экспериментальная часть

Коррозионные испытания были выполнены в лабораторных условиях путем полного погружения исследуемых образцов стали в раствор, имитирующего морскую воду (состав раствора: 18 г. морской соли на 1 л. воды) и моделирования среды соляного тумана реализовано с использованием перенасыщенного раствора NaCl в эксикаторе, при комнатной температуре влажность соляного тумана составляет 75%. Общее время выдержки исследуемых образцов в среде коррозии составляло 14 суток.

Для определения фазового состава отложений продуктов коррозии на поверхности стали У8А был выполнен качественный рентгенофазовый анализ [2] исследуемых образцов после выдержки их в коррозионных средах в течение 7 и 14 суток. Исследование фазового состава исследуемых покрытий осуществляли на дифрактометре «XRD-7000s» (Shimadzu, Япония). Съемка дифракционного спектра объектов стали проводилась при непрерывном 2θ -сканировании с фокусировкой по Брэггу-Брентано в излучении медного анода (длина волны излучения $\text{Cu K}\alpha \lambda = 1,5418 \text{ \AA}$). Профильный анализ и количественная обработка дифрактограмм были выполнены с использованием программного пакета PowderCell. В работе применялось оборудование ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-202-710.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 представлены дифрактограммы образцов стали У8А до и после нанесения на их поверхность ингибитора в виде наночастиц ZnO после проведения коррозионных испытаний в морской воде в течение 7 и 14 суток. На дифрактограммах присутствуют дифракционные линии, характерные для α -модификации Fe с объёмно-центрированной кубической решеткой (феррит), которая является основным компонентом углеродистой инструментальной стали У8А.

Основными компонентами продуктов коррозии углеродистой стали при выдержке в морской воде в течение 7 суток являются γ -FeOOH и α -FeOOH, что согласуется с данными, представленными в работе [3]. Кроме того, на дифрактограмме (рис. 1в) образца с ингибитором были обнаружены дифракционные линии характерные для наночастиц ZnO. Следует отметить, по мере увеличения времени выдержки до 14 суток, интенсивность дифракционных линий γ -FeO(OH) незначительно увели-

чилась. Причем в наибольшей степени увеличение интенсивности дифракционных линий для γ -FeO(OH) наблюдается для образца стали У8А с ингибитором ZnO. Очевидно, что присутствие наночастиц ZnO на поверхности стальных образцов активизирует процесс формирования γ -FeO(OH) на поверхности стальных образцов при погружении их в морскую воду.

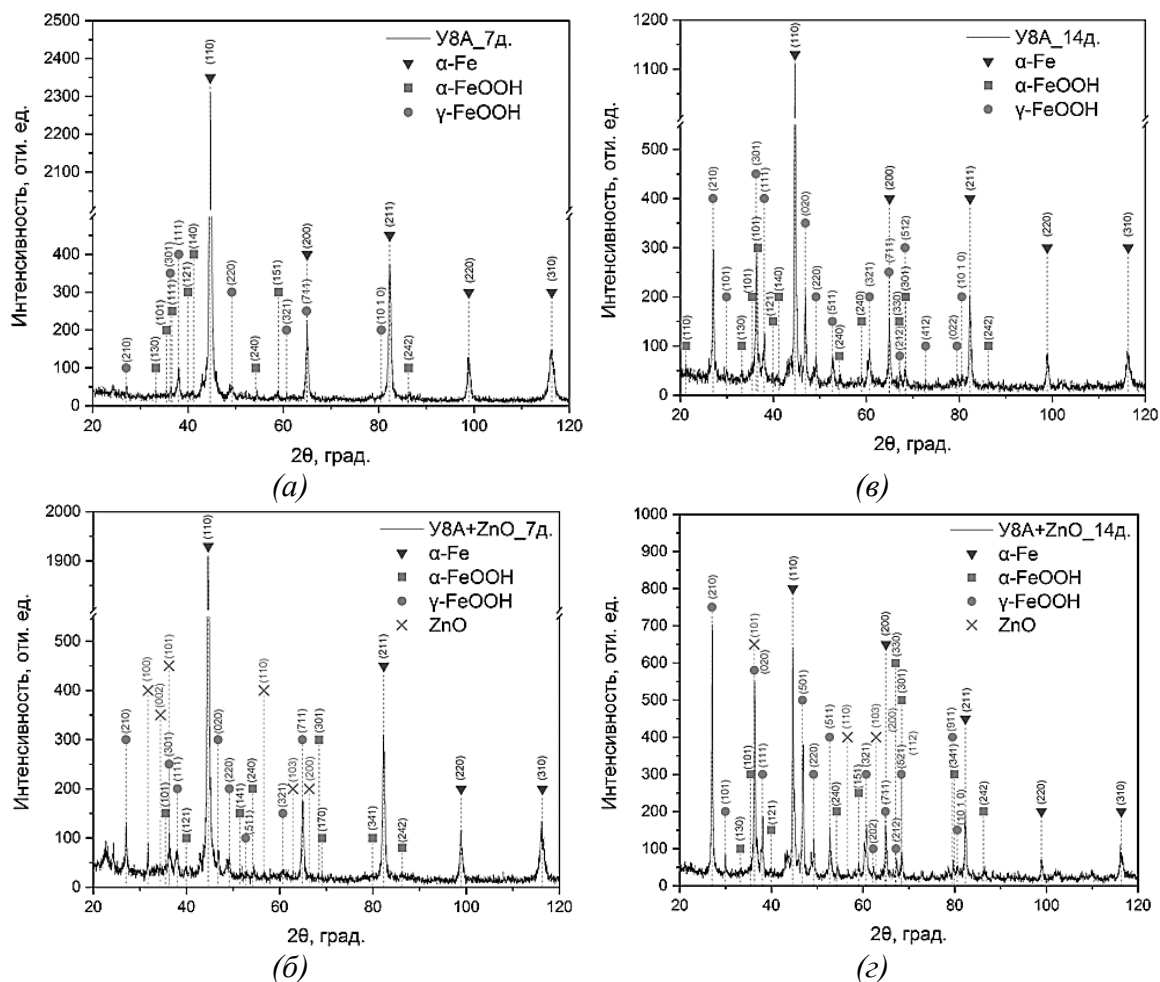
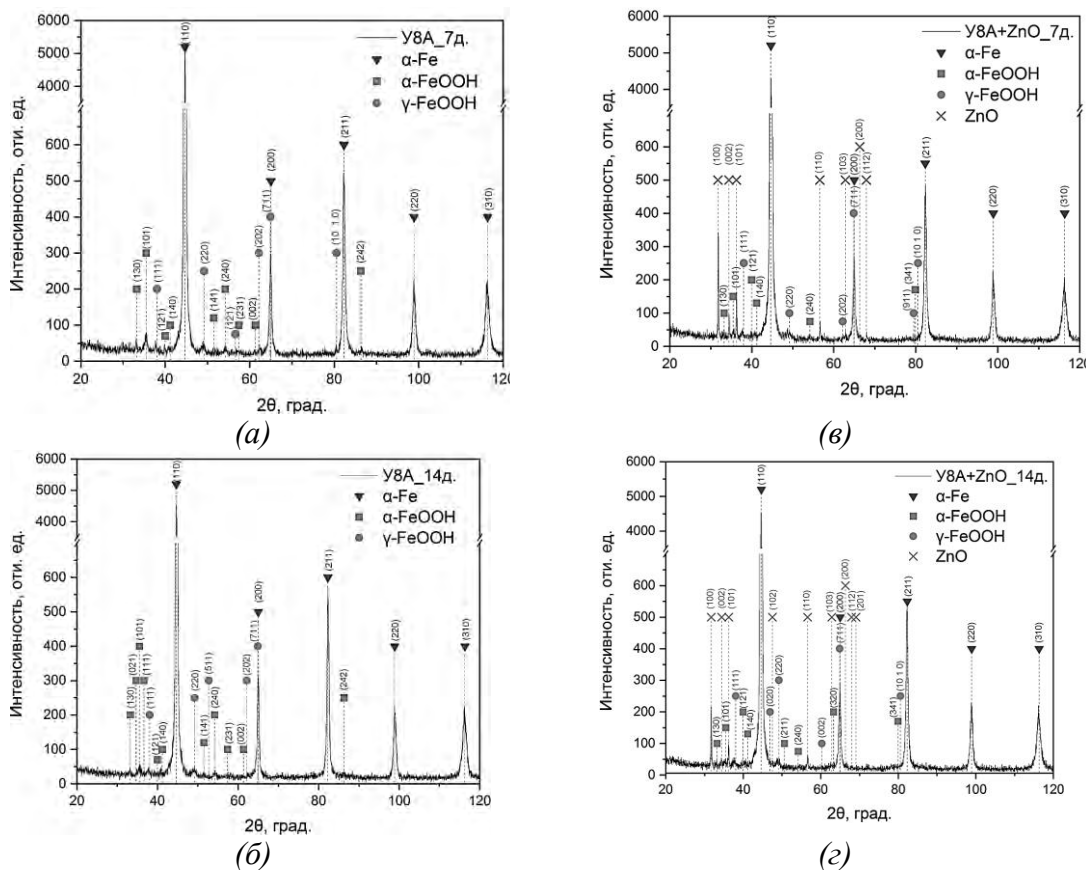


Рис. 1. Участки дифрактограмм образцов стали У8А, выдержанных в морской воде: (а) – без ингибитора в течение 7 суток; (б) – с ингибитором в течение 7 суток; (в) – без ингибитора в течение 14 суток; (г) – с ингибитором в течение 14 суток.

Результаты качественного рентгенофазового анализа образцов стали У8А, подвергнутых воздействию соляного тумана показали, что основными продуктами коррозии в данном случае также являются метгидроксиды железа γ -FeOOH и α -FeOOH. При этом на дифрактограмме (рис.2б, 2г) образца стали У8А с ингибитором были обнаружены дифракционные линии, характерные для наночастиц ZnO. При этом на данной дифрактограмме наблюдается уменьшение интенсивности дифракционных линий

с одновременным их уширением для фаз γ -FeOOH и α -FeOOH. Очевидно, что присутствие наночастиц ZnO на поверхности стальных образцов замедляет процесс коррозии образца коррозии образцов стали У8А при выдержке их в атмосфере соляного тумана.



Результаты качественного рентгенофазового показали, что при воздействии морской воды так и соляного тумана, основными продуктами коррозии при воздействии соляном тумане являются метацидоксидами железа γ -FeOOH и α -FeOOH. Присутствие ингибитора с наночастицами ZnO на поверхности образцов стали У8А активизирует процесс их коррозии в морской воде, но замедляет скорость коррозии стали в соляном тумане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевченко И.Н. Разработка ингибитора коррозии металлов на основе суспензий наночастиц оксида цинка: магистерская диссертация / И. Н. Шевченко // Национальный исследовательский ТПУ, ИШНПТ, Ом; науч. рук. Лямина Г.В. – Томск, 2021. – 144 с.
2. Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: Металлургия, 1994.
3. Song X. et al. The Initial Corrosion Behavior of Carbon Steel Exposed to the Coastal-Industrial Atmosphere in Hongyanhe //Acta Metall Sin. – 2020. – Т. 56. – №. 10. – С. 1355-1365.
4. Antunes R.A. et al. Characterization of corrosion products on carbon steel exposed to natural weathering and to accelerated corrosion tests //International Journal of Corrosion. – 2014. – Т. 2014.

Ван Хаожу, Ма Ли, Су Вэйе, Лю Иян (Китай)

Цзилиньский университет, г. Чанчунь

Научный руководитель: Слабухо Олеся Анатольевна, ст. преподаватель

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОТЫ ПОЛЕТА БАМБУКОВЫХ СТРЕКОЗ

Примерно в 500 году до нашей эры китайцы, наблюдая за полетами стрекоз в природе, сделали бамбуковую стрекозу, которая является игрушкой в руках китайских детей уже более 2500 лет. В XVIII веке бамбуковая стрекоза распространилась по Европе. Англичанин Джордж Келли, провозглашённый «отцом авиации», стал первым исследователем, изготовившим и усовершенствовавшим её.

Процесс взлета бамбуковых стрекоз стоит того, чтобы изучить и проанализировать принципы этого процесса. Теоретический анализ процесса взлета бамбуковой стрекозы, проведённый нами, основан на двух пунктах.