

щелочной среде. Перед измерением электрод выдерживали в средах различных ингибиторов. По характеру изменения кривые можно разделить на две группы. В первом случае наблюдается увеличение электродного потенциала от времени, во втором – уменьшение. Прослеживается четкая закономерность: к первой группе относятся образцы, выдержанные в растворах, содержащих частицы оксида циркония (кривые 4 и 5 на рис. 1). Увеличение потенциала, прямо коррелирующее в большинстве случаев, с коррозионной устойчивостью металла, свидетельствует о другом механизме формирования ДЭС и значительном изменении свойств поверхности. Применение традиционных ингибиторов не приводит к существенному изменению

электродного потенциала стали (кривые 2, 3 на рис. 1).

В таблице 1 приведены конечные электродные потенциалы стали, установившиеся после 3 часов выдержки электродов в модельных агрессивных средах.

Из таблицы видно, что в наиболее агрессивных средах, кислой и щелочной, наблюдается схожая тенденция. Обработка металла в растворе традиционного ингибитора не приводит к значительному эффекту. В данном случае это может быть связано и с тем фактом, что часть ингибитора смыывается с поверхности в раствор электролита.

В свою очередь добавление наночастиц позволяет увеличить значение электродного потенциала в 2–3 раза.

Список литературы

1. Živković Lj.S., Jegdić B.V., Andrić V., Rhee K.Y. // *Progress in Organic Coatings*, 2019.– V.136.
2. Sherif E., Mohamed G., Mahmoud Z., Ahmed M., Ibrahim N. // *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 2019.– V.12.– P.220–242.

ВЛИЯНИЕ УЗ-ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ ZrO_2

М.Е. Егамкулов, И.Н. Шевченко

Научный руководитель – к.х.н., доцент Г.В. Лямина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Yegamkulov@mail.ru

Низкая коррозионная стойкость часто ограничивает продолжительное использование изделий из стали. Хроматные покрытия использовались для защиты сплавов от коррозии на протяжении десятилетий. Тем не менее, последние законодательные акты ограничивают использование хромированных покрытий из-за их канцерогенного эффекта и уже был разработан ряд экологически чистых ингибиторов для защиты стали от коррозии. Среди возможных кандидатов на получение экологически чистых ингибиторов металлических сплавов можно назвать ZrO_2 [1, 2]. Слой оксида циркония, нанесенный на поверхность стальных покрытий в связке с традиционными органическими ингибиторами, такими как тиомочевина и полиэтиленгликоль (ПЭГ-400), может препятствовать протеканию коррозионных процессов.

Снижение эффективности работы ингибиторов на основе наночастиц может происходить

из-за агломерации последних в рабочих суспензиях. Для устранения этой проблемы мы предлагаем использовать предварительную обработку ультразвуком суспензии, содержащие комбинацию частиц и органических ингибиторов.

В качестве метода оценки коррозионной устойчивости низколегированной стали в данной работе использовали гравиметрию, потерю массы металла в смеси сильных кислот. Помимо простого погружения образцов в раствор ингибитора перед испытанием, мы наносили защитный слой на образцы посредством механической втирки с помощью ткани.

Зависимости влияния агрессивной коррозионной среды от времени ее воздействия на образцы с поверхностью, обработанной и необработанной ингибитором на основе тиомочевины и ПЭГ-400 представлена на рисунке 1. Видно, что обработка в растворе ингибиторов снижает скорость потери массы металла. Введение нано-

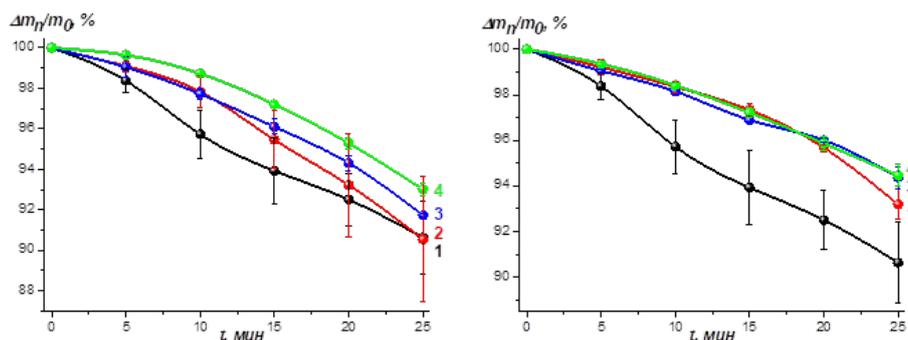


Рис. 1. Потеря массы стали У8А в смеси кислот HCl и HNO₃:

1 – У8А; 2 – У8А + Тиомочевина (а), ПЭГ-400 (б); 3 – У8А + Тиомочевина (а), ПЭГ-400 (б) + НЧ ZrO₂; 4 – У8А + Тиомочевина (а), ПЭГ-400 (б) + НЧ ZrO₂ (втирка).

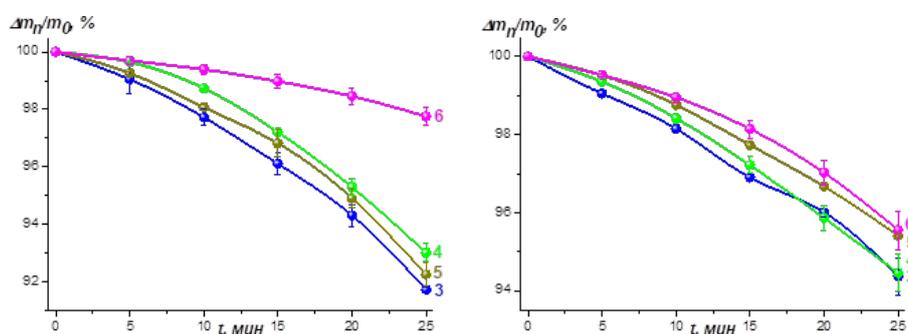


Рис. 2. Потеря массы стали У8А в смеси кислот HCl и HNO₃:

3 – У8А + Тиомочевина (а), ПЭГ-400 (б) + НЧ ZrO₂; 4 – У8А + Тиомочевина (а), ПЭГ-400 (б) + НЧ ZrO₂ (втирка); 5 – У8А + Тиомочевина (а), ПЭГ-400 (б) + НЧ ZrO₂ + УЗ; 6 – У8А + Тиомочевина (а), ПЭГ-400 (б) + НЧ ZrO₂ + УЗ (втирка).

частиц в состав ингибитора приводит к усилению эффекта коррозионной защиты в случае использования тиомочевины (кривая 3, рис. 1, а). Для этой же системы положительно сказывается втирка ингибитора (кривая 4, рис. 1, а)

На рис 2 приведены результаты сравнительные коррозионных испытаний для образцов, об-

работанных в растворах ингибиторов до и после ультразвуковой обработки.

Видно, что обработка в УЗ ванне дает существенный эффект, который особенно заметен при применении тиомочевины. Последнее связано вероятно с тем, что часть полиэтиленгликоля смывается с поверхности в агрессивной среде и вносит свой вклад в потерю массы.

Список литературы

1. Fatimah S., Kamil M.P., Know J.H., Kaseem M., Ko Y.G. // *Journal of Alloys and Compounds*, 2017.– V.707.– P.358–364.
2. Sherif E., Mohamed G., Mahmoud Z., Ahmed M., Ibrahim N. // *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 2019.– V.12.– P.220–242.