

Ли Хаонань (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Дубинина Оксана Валерьевна,
канд. хим. наук., доцент ТПУ

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ КАК ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

Введение

Как известно, коррозия металлов является очень распространенным типом повреждения металлов. Ингибиторы коррозии широко используются в качестве защитной меры для уменьшения или предотвращения коррозии металлов. Поскольку коррозия обладает большой скрытностью и разрушительной силой, она приносит большие экономические потери. Добавление соответствующего ингибитора коррозии в агрессивную среду может эффективно предотвратить или замедлить возникновение коррозии.

В отличие от макроскопических материалов, наночастицы обладают особыми поверхностными и объемными эффектами и часто используются в качестве ингибиторов коррозии. В настоящее время наночастицы оксидов металлов демонстрируют отличные эксплуатационные характеристики, особенно, такие как оксид титана, оксид цинка и оксид церия [1,2].

Целью работы являлся анализ научных статей, где показано применение наночастиц оксидов металлов, как ингибиторов коррозии.

Наночастицы оксидов металлов как ингибиторы коррозии

Наночастицы оксида металла могут действовать непосредственно как ингибиторы коррозии, обеспечивая защиту металлов от коррозии. Это можно увидеть в работе иранского ученого S. Kouhi [3]. S. Kouhi с коллегами изучали антикоррозионные свойства покрытий из наночастиц TiO_2 на лопастях центробежных насосов. Используя золь-гель метод и метод погружения, они наносили наночастицы TiO_2 на образцы чугуна с последующей термической обработкой для стабилизации покрытия. В работе было определено три уровня температур 40, 50 и 60° C и три диапазона толщин покрытия 440–550, 840–970 и 1030–1330 нм для проверки скорости коррозии чугуна. Скорости коррозии материалов при различных температурах показаны на рисунке 1, а на рисунке 2 показана скорость коррозии покрытия из наночастиц TiO_2 разной толщины.

Из рисунка 1 видно, что скорость коррозии увеличивается с повышением температуры.

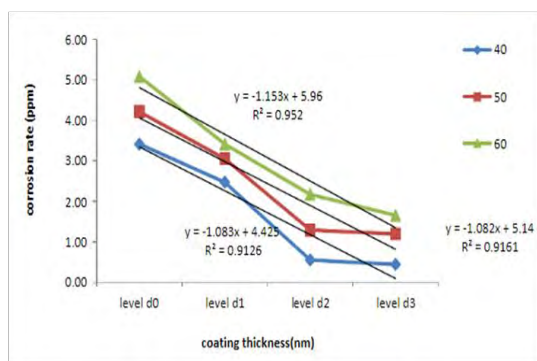


Рис. 1. Изменение скорости коррозии чугуна от толщины покрытия TiO_2 при различных температурах [3]

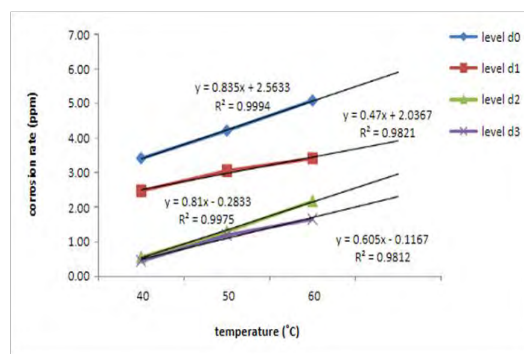


Рис. 2. Изменение скорости коррозии чугуна при различной толщине TiO_2 покрытия [3]

Это показывает, что наночастицы TiO_2 эффективны в качестве антикоррозионного покрытия для материалов из чугуна при низких температурах. Из рисунка 2 видно, что с увеличением толщины покрытия TiO_2 скорость коррозии снижается.

Композиционные наноконтейнеры с ингибиторами коррозии

Для защиты металлов от коррозии наночастицы оксидов металлов могут быть помещены в наноконтейнеры для хранения и высвобождения ингибиторов коррозии. Таким образом, можно контролировать время действия ингибитора на металлическую поверхность, тем самым снижая потери материала и повышая уровень защиты [4]. Авторы использовали в качестве ингибитора коррозии наночастицы циркония и церия, а наноконтейнером служили галлузиатные нанотрубки для защиты магниевое сплава AZ91D. Данный вид ингибитора коррозии показал высокую степень защиты магниевое сплава в 3,5% NaCl.

Наночастицы оксидов металлов как армирующая фаза в композиционных ингибиторах коррозии

Как отмечено в работе К. Камбуровой и др. [5], наночастицы оксида цинка оказывают определенное упрочняющее действие на исходный ингибитор коррозии. Помимо непосредственного использования в качестве ингибиторов коррозии, наночастицы оксидов металлов могут также участвовать в защите металлов, выступая в качестве армирующих фаз в композиционных ингибиторах коррозии.

В работе С. Garcia-Cabezon и др. [6] авторы применяли легирование нескольких проводящих полимеров различными наночастицами для выбора пленок с самой высокой коррозионной стойкостью к пористым металлическим материалам. Результаты экспериментов показали, что композит, состоящий из наночастиц TiO_2 и проводящего полимера полипиррола/додecilбензолсульфо кислоты, проявляет наилучшую коррозионную стойкость из всех испытанных комбинаций.

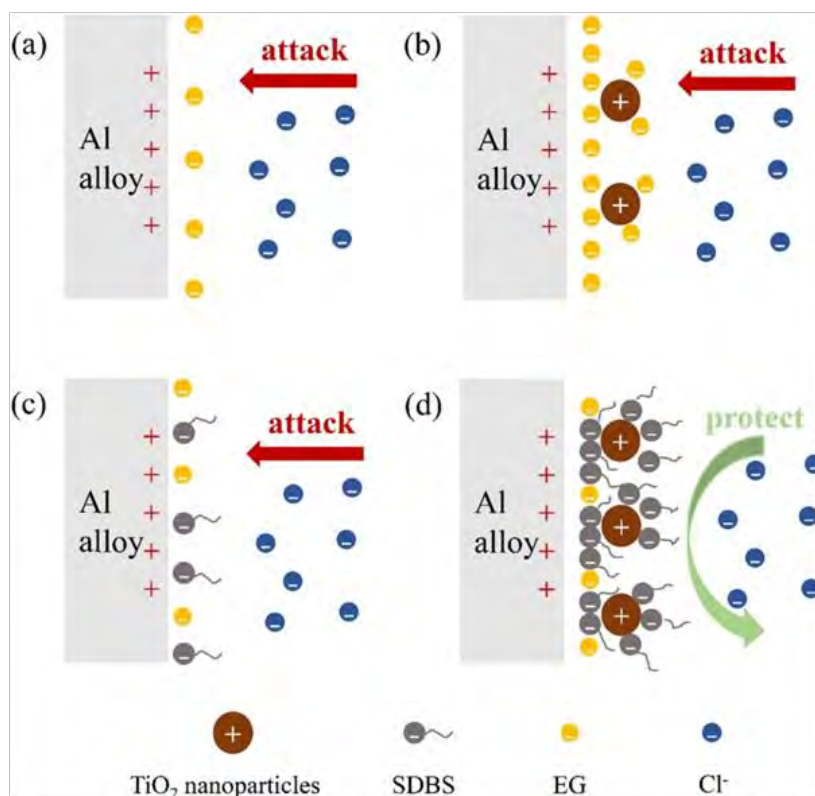


Рис. 3. Принципиальная схема электростатической адсорбции: (а) этиленгликоль, (б) этиленгликоль + TiO_2 , (в) додецилбензолсульфонат + этиленгликоль, (г) этиленгликоль + додецилбензолсульфоокислота + TiO_2 [7].

В работе У. Сао и др. [7], чтобы выбрать более подходящую комбинацию ингибиторов коррозии для алюминиевых сплавов, авторы разработали четыре контрольные группы: водный раствор этиленгликоля (EGW), водный раствор этиленгликоля + TiO_2 (EGW- TiO_2), додецилбензолсульфонат + водный раствор этиленгликоля (EGW-SDBS), водный раствор этиленгликоля + додецилбензолсульфонат + TiO_2 (EGW-SDBS- TiO_2). Экспериментальные результаты показали, что EGW-SDBS- TiO_2 обладает наибольшей эффективностью ингибирования коррозии (рис. 3). Эти два экспериментальных результата показали, что наночастицы TiO_2 могут значительно повысить эффективность ингибирования коррозии додецилбензолсульфонатом.

Показано, что наночастицы оксидов металлов способны усиливать защитные свойства неорганических ингибиторов коррозии. Это нашло свое отражение в работе Н. Сен и др. [8]. Авторы использовали наночастицы оксида церия для легирования различных плазменных ингибиторов коррозии металлов (Au, Ag, Pt). Было доказано, что такой комплексный материал имеет эффективность ингибирования 80-96% для углеро-

дистой стали в 1 N HCl. Это доказывает усиливающий эффект наночастиц церия на характеристики замедленного высвобождения материалов неорганических ингибиторов коррозии.

В работе применялось оборудование ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России No 075-15-2021-710.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vance M., Kuiken T., Vejerano E., McGinnis S., Rejeski D., Hull M. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory // Beilstein Journal of Nanotechnology. – 2015. – Vol. 6. – P. 1769–1780.
2. Keller A., McFerran S., Lazareva A. Global life cycle releases of engineered nanomaterials // Nanopart Res. – 2013. – Vol. 15. – P. 1692–1700.
3. K. Somayeh, G. Bahram, Y. Reza. The effect of nanoparticle coating on anticorrosion performance of centrifugal pump blades // Jordan J Mech Ind Eng. – 2018. – Vol. 12. – No. 2. – P. 117–122.
4. Adsul S., Bagale U., Sonawane S., Subarsi R. Release rate kinetics of corrosion inhibitor loaded halloysite nanotube-based anticorrosion coatings on magnesium alloy AZ91D // Journal of Magnesium and Alloys. – 2021. – Vol. 9. – No. 1. – P. 202–215.
5. Kamburova K., Boshkova N., Boshkov N., Radeva Ts. Composite coatings with polymeric modified ZnO nanoparticles and nanocontainers with inhibitor for corrosion protection of low carbon steel // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2021. – Vol. 609. – P. 213–220.
6. Garcia-Cabezón C., Salvo-Comino C., Garcia-Hernandez C., Rodriguez-Mendez M., Martin-Pedrosa F. Nanocomposites of conductive polymers and nanoparticles deposited on porous material as a strategy to improve its corrosion resistance // Surface and Coatings Technology. – 2020. – Vol. 403. – P. 395–410.
7. Cao Y., Zou C., Wang C., Liang H., Chen W., Li W. Effect of TiO₂ nanoparticles and SDBS on corrosion behavior of 3003 aluminum alloy in aqueous ethylene glycol containing chloride ions at high temperature // Journal of Alloys and Compounds. – 2021. – Vol. 873. – P. 820–835.
8. Fandi Z., Ameer N., Brahim F., Bedrane S., Bachir R. Photocatalytic and corrosion inhibitor performances of CeO₂ nanoparticles decorated by noble metals: Au, Ag, Pt // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2020. – Vol. 8., No. 5. – P. 346–360.