

ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ПЕКТИНА С НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ЦИНКА ДЛЯ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ У8А В КОРРОЗИОННЫХ СРЕДАХ

Б. Чань, Х. Ли, О. В. Дубинина

Научный руководитель – к.х.н., доцент О. В. Дубинина

Национальный Исследовательский Томский Политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, dubininaov@tpu.ru

Консервация и защита металлов от коррозии является глобальной проблемой, постоянно требующей поиска новых путей решения.

Применение ингибиторов коррозии – простой и эффективный метод борьбы с ней. На сегодняшний день существует большое количество разнообразных ингибиторов коррозии. В общем, их можно разделить на два больших класса: синтетические и растительные. Однако, большинство синтетических ингибиторов коррозии токсичны, производятся путем сложных технологий из дорогостоящего сырья [1–3].

Сегодня все большую популярность приобретают, так называемые, «зеленые» ингибиторы коррозии. К «зеленым» ингибиторам коррозии относятся продукты растительного происхождения, поверхностно-активные вещества и биополимеры [4–6].

В нашей работе в качестве комплексного ингибитора коррозии применяли водную суспензию яблочного пектина с наночастицами оксида цинка. В качестве объекта исследования была выбрана высокоуглеродистая сталь У8А.

Цель работы – исследовать ингибирующие свойства пектина с добавлением наночастиц ок-

сида цинка для высокоуглеродистой стали У8А в коррозионных средах.

Были проведены ускоренные коррозионные испытания стали У8А в агрессивной среде $\text{HNO}_3:\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}$ (3:2:5), покрытой водной суспензией наночастиц оксида цинка. Результаты гравиметрических испытаний демонстрируют эффективность наночастиц оксида цинка во всех используемых концентрациях в сравнении с необработанной сталью (рис. 1).

Видно, что повышение концентрации частиц более 0,1 % не целесообразно. Видимо, на границе раздела начинает более активно протекать процесс растворения молекул и /или частиц ингибитора с поверхности, что приводит к ускорению потери массы.

На рисунке 2 представлены результаты гравиметрических испытаний стали в коррозионной среде с применением комплексного ингибитора на основе пектина с 0,1 % наночастицами оксида цинка. Видно, что добавление к 0,1 % водной суспензии наночастиц оксида цинка 0,5 % пектина сводит скорость коррозии стали к минимальному значению. Однако, повышенное содержание пектина в составе ингибитора существенно увеличивает скорость коррозии стали.

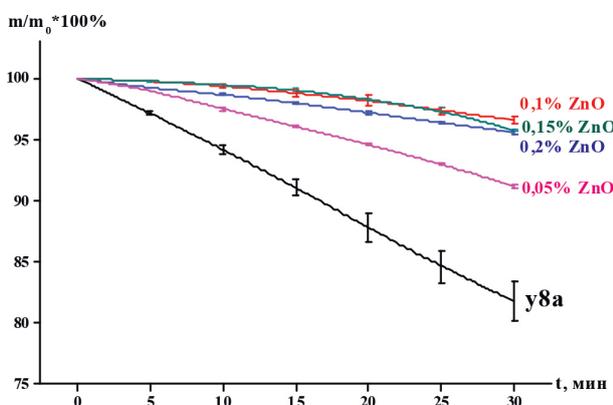


Рис. 1. Ускоренные коррозионные испытания стали У8А с различной концентрацией наночастиц оксида цинка (ZnO) в среде $\text{HNO}_3:\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}$ (3:2:5)

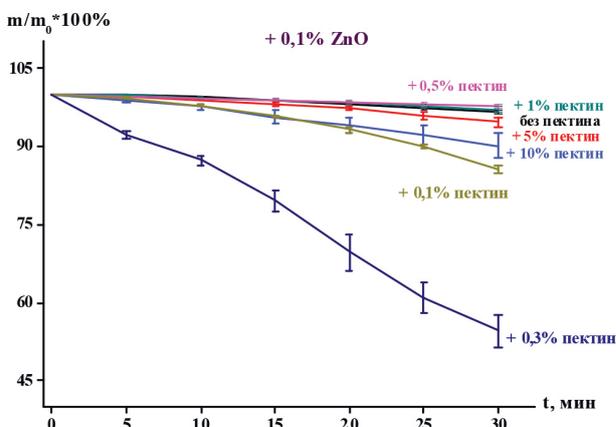


Рис. 2. Ускоренные коррозионные испытания стали У8А с различной концентрацией пектина с 0,1 % наночастиц оксида цинка (ZnO) в среде $\text{HNO}_3:\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}$ (3:2:5)

Вероятно, это вызвано образованием объемного защитного слоя из макромолекул пектина на поверхности стали, что приводит к отслоению полимерной пленки. Отслаиваясь от поверхности стали, полимерная пленка пектина захватывает наночастицы оксида цинка, существенно снижая защитные свойства комплексного ингибитора.

Список литературы

1. Kazuhira A. // *The Journal on Environmental Degradation of Materials and its Control*, 2002. – V. 44. – P. 1329–1341.
2. Akpanyung K. // *J. Phys. Conf. Ser.*, 2019. – V. 1378. – P. 357–368.
3. Burson-Thomas C. // *J. Bio- Tribo-Corros*, 2017. – P. 1–14.
4. Sushmitha Y. // *Port. Electrochemica Acta*, 2020. – V. 38. – P. 149–163.
5. Ma X. // *ACS Omega*, 2019.
6. Sushmitha Y. // *Surf. Interfaces*, 2019. – V. 16. – P. 67–75.

Основываясь на полученных данных можно утверждать, что комплексный ингибитор на основе яблочного пектина с наночастицами оксида цинка позволяет снизить скорость коррозии высокоуглеродистой стали У8А в агрессивной коррозионной среде.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА БИОРЕЗОРБИРУЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН СКЭФФОЛДОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

П. В. Чернозем, Р. В. Чернозем, М. А. Сурменева
Научный руководитель – д.т.н., профессор Р. А. Сурменев

Томский Политехнический Университет
г. Томск, rsurmenev@mail.ru

Введение. Полимолекулярная кислота (ПЛА) – хорошо известный биоразлагаемый и биосовместимый синтетический полиэфир, который может быть получен из возобновляемых источников [1]. Пьезоэлектрический поли-Л-лактид (ПЛЛА) является перспективным для различных биомедицинских применений, который обладает пьезоэлектрической константой d_{14} около 10 пКл/Н [2]. Однако адаптация и контроль структуры ПЛЛА для усиления пьезоэлектрического отклика по-прежнему остается сложной задачей. Орторомбическая α -фаза ПЛЛА демонстрирует сдвиговые пьезоэлектрические константы (d_{14} , d_{25} , d_{36}) [3], изучение которых является трудной научно-технической задачей даже с помощью высокотехнологических методов, как, например, сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Таким образом, цель данной научно-исследовательской работы заключается в моделировании прямого и обратного пьезоэффектов микроволокон на основе ПЛЛА.

Методы. Моделирование прямого и обратного пьезоотклика ПЛЛА волокна длиной 4 мкм и радиусом кривизны 1,5 мкм было выполнено с помощью метода конечных элементов в про-

грамме Comsol Multiphysics v.5.6 (рис. 1). При моделировании прямого пьезоотклика вдоль искривленной поверхности прикладывалось равномерное давление 10 МПа. В случае обратного пьезоотклика электрический потенциал 10 В прикладывался к вершине волокна вдоль продольной оси длиной 100 нм, имитирующей область контакта волокна с проводящим зондом СЗМ. Для обоих пьезоэффектов нижняя сторона волокна была неподвижно зафиксирована и заземлена. Значения матрицы упругих свойств α -фазы ПЛЛА взяты из литературных данных [4]. Значения пьезоэлектрического коэффициента d_{14} варьировались от –6 пКл/Н, –10 пКл/Н и –20 пКл/Н. Пьезокоэффициент $d_{25} = -d_{14}$, в то время как $d_{36} = 0$ из-за ортогонального направления электрического напряжения к одноосной кристаллической ориентации волокна [5].

Результаты и их анализ. Из полученных результатов видно, что при прямом пьезоэффекте максимальные значения пьезопотенциала α -фазы ПЛЛА различной полярности наблюдаются на краях волокна в радиальном направлении (рис. 1а). В случае обратного пьезоэффекта наблюдается «скручивающее» смещение в об-