



Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ – 2021

Материалы международной научно-технической
конференции

г. Минск, Республика Беларусь

18-20 мая 2021 г.



METE-2021

**International scientific and technical conference
“Modern Electrochemical Technologies and Equipment”**

УДК 001.895

ББК 72.4

И66

Современные электрохимические материалы и оборудование:
материалы Междунар. науч.-техн. конф., г. Минск, 18–20 мая 2021 г.
[Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2021. – 299 с.
ISBN 978-985-530-921-6.

Сборник составлен по материалам докладов международной научно-технической конференции «Современные электрохимические материалы и оборудование». В представленных материалах отражены современные тенденции электрохимических процессов, вопросов защиты от коррозии, синтеза и исследования наноматериалов, контроля и исследования полученных материалов.

Сборник рассчитан на использование работниками и научными сотрудниками, занимающимися вопросами в области синтеза новых веществ и материалов, электрохимических процессов, аспирантами и студентами соответствующих специальностей.

Редакционная коллегия:

Главный редактор ректор, д-р техн. нук, проф. И.В. Войтов

Члены редколлегии: почетный ректор, канд. хим. наук, проф. И.М.

Жарский

зав. кафедрой Х,ТЭХПиМЭТ, канд. хим. наук, доц.

А.А. Черник

ISBN 978-985-530-921-6

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2021

УДК

¹Мисиров З.Х., ²Бекназаров Х.С.¹Термезский филиал Ташкентского государственного технического университета²Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

ИЗУЧЕНИЕ ИНГИБИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ИНГИБИТОРОВ НА ОСНОВЕ КРОТОНОВОГО АЛЬДЕГИДА И ПОЛИЭТИЛЕНПОЛИАМИНА

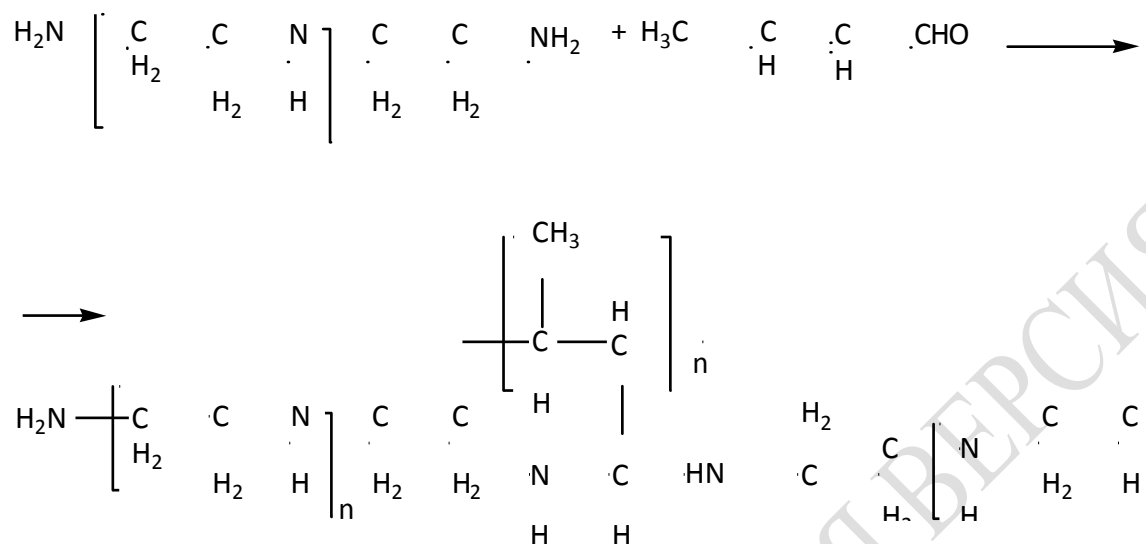
Хорошо известно, что низкоуглеродистая сталь применяется в производственных оборудованьях и водооборотных системах из-за ее высокой механической прочности и низкой стоимости [1]. Однако она имеет плохую коррозионную стойкость при воздействии агрессивной среды, таких как промышленное травление и очистка кислотой, кислотная обработка нефтяных скважин, высокая температура и многие другие [2]. Эффекты коррозии огромны, и ее подавление до безопасного уровня очень желательно. Многие исследователи работали над получением различных методов смягчения коррозии мягкой стали, среди которых - ингибирование поверхности мягкой стали с помощью органических и неорганических ингибиторов. Вторичные отходы производства привлекла больше внимания, потому что поощряет использование вторичных материалов во всех сферах жизни. Это, в свою очередь, снижает риск для здоровья человека и загрязнения окружающей среды. Вторичные отходы применялись для ингибирования коррозии различных металлов. Сообщалось, что кротоновую фракцию с аминсодержащими соединениями можно использовать в качестве ингибиторов коррозии, поскольку они могут легко адсорбироваться на поверхности металла за счет свободных электронов, ароматических колец, π -связей, полярных функциональных групп, которые присутствуют в них и служат центрами адсорбции [3].

В данной работе изучены олигомерные ингибиторы коррозии на основе полиэтиленполиамина с кротоновым альдегидом (ПКА-1). Использовалась низкоуглеродистая сталь ($\sim 1\text{см} \times 1\text{см} \times 0,1\text{см}$) с массовым содержанием С (0,15%), Мп (1,00%), Р (0,035%), S (0,035%), Si (0,30%) и Fe (98,48%) для этого исследования.

Все использованные образцы мягкой стали были очищены, промыты ацетоном, высушены на воздухе и предварительно взвешены перед погружением в растворы 1М HCl (контроль) и 1М HCl, содержащие ингибиторы коррозии с концентрацией 15, 30 и 50 г/л. Образцы были испытаны в трех экземплярах для каждой концентрации при различных температурах 301, 313 и 323 К.

Изменение веса мягких сталей проверяли каждые 2 дня в течение 16 дней.

Реакцию полиэтиленполиамина (ПЭПА) с кротоновым альдегидом (КА) проводили в диметилформамиде при 50 °С в течении 2 часа, при мольном соотношении 1:1. Схему реакции ПЭПА с КА можно представить следующим образом:



Из рисунка 1 видно, что в ИК-спектре ПКА-1 появляются характерные полосы -N-CH- при 1663 см⁻¹, а также концевые NH₂-группы появляются в области 657 см⁻¹. В области 2935 и 2808 см⁻¹ и 1091 см⁻¹ появляются характерные полосы для CH- и CH₂- групп, а также деформационные колебания в области 1440 см⁻¹. В области 1384 см⁻¹ появляются полосы относящейся CH₃-группам.

В таблице 1 показаны скорости коррозии и эффективность ингибирования, полученные в результате испытаний на основе гравиметрического метода. Результаты показали, что с повышением температуры среды потеря веса испытуемого образца уменьшается. Аналогичным образом, когда концентрация ингибитора увеличивается, потеря веса уменьшается, несмотря на повышение температуры.

Используя холостые образцы (0,0 г/мл) в качестве ссылки на результаты с образцами, содержащими ингибитор, было видно, что ПКА-1 действует как эффективный ингибитор коррозии на мягкой стали. Чем ниже скорость коррозии, тем выше эффективность ингибирования коррозии.

Изотерма адсорбции часто применяется для изучения типа взаимодействия молекул с поверхностью металла при определенных условиях (температуре). Изотермы Ленгмюра и Темпкина были использованы для анализа наилучшего соответствия реакции ингибирования между молекулами ПКА-1 и поверхностью мягкой стали.

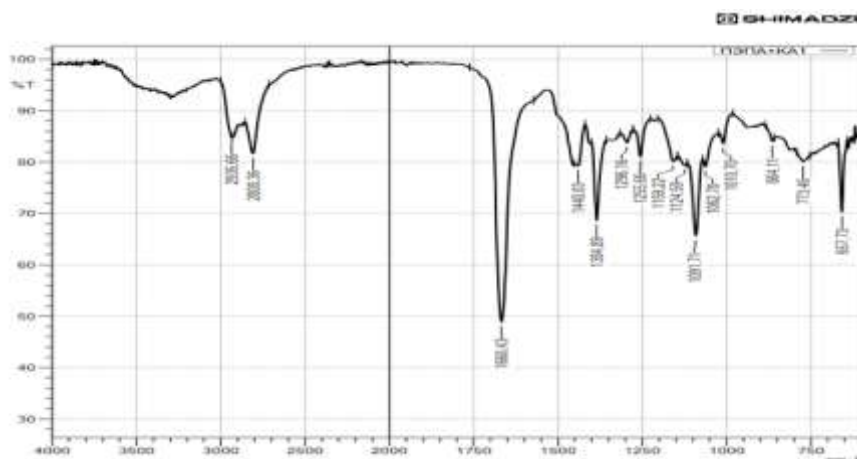


Рисунок 1 – ИК-спектр олигомера ПЭПА с КА (ПКА-1).

Таблица 1 – Скорость коррозии и эффективность ингибирования ингибитора ПКА-1

| Температура (К) | Концентрация (г/л) | Δw (г) | Покрытие поверхности (θ) | Эффективность ингибирования (% ИЕ) | Скорость коррозии (мм/год) |
|-----------------|--------------------|----------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 301 | 0.0 | 0.7156 | - | - | 3.7865 |
| | 15 | 0.4756 | 0.7554 | 75.54 | 2.8654 |
| | 30 | 0.3678 | 0.8344 | 83.44 | 2.3103 |
| | 50 | 0.1867 | 0.9365 | 93.65 | 1.2061 |
| 303 | 0.0g | 0.6051 | - | - | 3.6798 |
| | 15 | 0.3235 | 0.7386 | 73.86 | 2.1986 |
| | 30 | 0.2673 | 0.8132 | 81.32 | 1.3214 |
| | 50 | 0.1994 | 0.9108 | 91.08 | 1.1865 |
| 305 | 0.0 | 0.5806 | - | - | 3.4559 |
| | 15 | 0.3137 | 0.7172 | 71.72 | 2.1655 |
| | 30 | 0.2366 | 0.7930 | 79.30 | 1.3894 |
| | 50 | 0.2158 | 0.8753 | 87.53 | 1.231 |

Данные анализа потери веса были подогнаны к модифицированной форме изотерм Ленгмюра и Темкина для определения адсорбционного поведения ингибитора на поверхности мягкой стали, и данные соответствуют обеим изотермам. Параметры, полученные из изотерм, представлены в таблице 2.

Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

- Скорость коррозии снижается с увеличением концентрации ингибитора.
- Эффективность ингибирования увеличивается с увеличением концентрации, но уменьшается с повышением температуры.
- Наивысшая эффективность ингибирования 93,65% была достигнута при 301 К и концентрации 50 г/л.
- Экспериментальные данные соответствуют изотермам Ленгмюра и Темкина.
- Адсорбция ингибитора на поверхности металла была

самопроизвольной в результате как физического, так и химического взаимодействия.

Таблица 2 – Параметры изотермы

| Температура (К) | Параметры изотермы Ленгмюра | | | Параметры изотермы Темкина | | |
|-----------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|----------------------------|--------|-----------------------------|
| | $K_{адс} \cdot 10^4$ (/мг) | 1/год | $\Delta G_{адс}$ (кДж/моль) | a | K | $\Delta G_{адс}$ (кДж/моль) |
| 301 | 3.65 | 0.63 | -37.34 | -1.6871 | 167.14 | -23.02 |
| 313 | 3.01 | 0.91 | -36.47 | -2.7613 | 188.96 | -24.35 |
| 323 | 2.42 | 0.86 | -37.07 | -2.2314 | 172.73 | -24.61 |

ЛИТЕРАТУРА

1. M.N. Rahuma, M.B. EL-Sabbah, I.M. Hamad, Effect of serine and methionine on electrochemical behavior of the corrosion of mild steel in aqueous solutions. Hindawi Publishing Corporation, ISRN, Corrosion: (2013) pp 1-7.

2. Нуриллов З.И., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Исследование ингибирования коррозии стали 20 в 1М растворах H₂SO₄, исследованных методом атомно-абсорбционной спектроскопии // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. No 2(59). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6947>

3. R. Karthikaiselvi, S. Subhashini, Study of adsorption properties and inhibition of mild steel corrosion in hydrochloric acid media by water soluble composite poly (vinyl alcohol-o-methoxy aniline). J. Assoc. Arab Univ. Basic Appl. Sci., 16 (2014) 74–82

| | |
|---|-----|
| <i>Гевел Т.А., Жук С.И., Суздальцев А.В., Зайков Ю.П.</i> Электроосаждение кремния из расплава $KCl-CsCl-K_2SiF_6$ | 219 |
| <i>Дорошенко А.Е., Крутько В.К., Мусская О.Н., Кулак А.И.</i> Электрохимическое осаждение кальцийфосфатных покрытий на поверхности титана в системе $CaCO_3/Ca(H_2PO_4)_2$ в присутствии поливинилового спирта..... | 222 |
| <i>Журавлева Я.Ю., Клындюк А.И.</i> Электротранспортные и термические свойства двойных перовскитов $Nd(Ba,Sr)(Fe,Co,Cu)_2O_{5+8}$ | 226 |
| <i>Макеева И.С., Смилянец Д.Ю.</i> Оценка защитных свойств покрытий емкостно-омическим методом..... | 230 |
| <i>Ляшок И.А., Ищенко Е.В.,</i> Электроформование волокон из растворов полимеров на основе лекарственных трав..... | 234 |
| <i>Е.А. Чижова, Р.С. Латыпов, А.И. Клындюк, С.В. Шевченко</i> Термоэлектрические композиты на базе слоистого кобальтита кальция, модифицированного частицами меди и ее гемиоксида | 237 |
| <i>Криничная Е.П., Иванова О.П., Кривандин А.В., Завьялов С.А., Журавлева Т.С.</i> Исследование влияния $PbSe$ на структурные свойства композиционных покрытий, полученных криохимическим синтезом..... | 240 |
| <i>Сидоров И.</i> Твердофазный синтез и электрохимическое исследование кобальтата-титаната натрия как катодного материала натрий-ионного аккумулятора..... | 243 |
| <i>Никитин В.С., Останина Т.Н., Рудой В.М., Баталова Ю.С.</i> Влияние силы тока на пористость высокоразвитых электролитических осадков никеля | 247 |
| <i>Нузбаев К.П., Ченцова Е.В.</i> Влияние ионов кобальта на соосаждение цинка и никеля..... | 250 |
| <i>Музафаров А.М., Кулматов Р.А., Аллаберганова Г.М.</i> Эффективная годовая доза в техногенных объектах урановых производств | 253 |
| <i>Музафаров А.М., Кулматов Р.А.</i> Применение аналитических приборов для оценки величин техногенной влияние уранового производства на окружающую среду..... | 257 |
| <i>Мисиров З.Х., Бекназаров Х.С.</i> Изучение ингибирующих свойств ингибиторов на основе кротонового альдегида и полиэтиленполиамина..... | 261 |
| <i>Давыдов Д.В., Мельников С.С., Коржов А.Н., Лоза С.А., Романюк Н.А.</i> Обратный электродиализ для получения энергии из градиент солености..... | 265 |
| <i>Костыря М.В., Корпач С.В., Кошель Н.Д.,</i> Фрактальные свойства оксидов железа | 268 |