

И.И. Курило, доц., канд. хим. наук;
Г.П. Дудчик, доц., канд. хим. наук;
В.И. Куницкая, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРИМОГО ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ СМЕСИ ФОСФАТА НАТРИЯ И ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ МАРКИ СТАЛЬ 3

Как известно, коррозия – это самопроизвольное, естественное явление, которое выражается в стремлении металлов и сплавов перейти в термодинамически более стабильную форму путем взаимодействия их с окружающей внешней средой. Следствием коррозии является неизбежное разрушение материалов и соответствующего оборудования, что приводит к существенным затратам на поддержание, временное отключение и на ликвидацию серьезных поломок в работе соответствующих устройств. Коррозия – весьма дорогостоящее явление. Но в последние годы различными университетами, исследовательскими институтами, международными и национальными лабораториями получено много результатов, имеющих важное значение для управления коррозионными процессами. Научная и практическая значимость знаний о коррозии подтверждается количеством соответствующих научных и технических периодических изданий, число которых составляет более 30 наименований [1].

Чтобы использовать эти знания для противодействия коррозии в естественных или производственных условиях, в том числе в химической, горнодобывающей, нефте- и газодобывающей, перерабатывающей промышленности, в производстве удобрений, электрооборудования, продуктов питания и напитков, в энергетике, в электронной технике, строительстве и других отраслях техники и промышленности, используют ряд методов, которые включают себя выбор коррозионно-стойких материалов (пластмасс, композитов, керамики), применение красок и покрытий, препятствующих коррозионному разрушению, а также катодную защиту металлов и сплавов с применением таких активных металлов, как алюминий, магний и их сплавы.

Широко применяемой и интенсивно развивающейся техникой защиты от коррозии является ингибирование. Это направление используется по всему миру для различных технологических и промышленных применений. Эффективные ингибиторы коррозии (ИК) – это вещества, которые, находясь в коррозионной среде в достаточной концентрации,

сильно замедляют либо практически вообще прекращают коррозионное разрушение металла. Ими может быть, как одно, так и смесь нескольких неорганических или органических соединений [2]. Понимание процессов коррозии и коррозионной защиты основывается на строгом учете термодинамической и кинетической моделей электрохимических процессов, которые определяют явление коррозии. Одним из важнейших, но не единственным показателем эффективности действия данных ИК является смещение потенциала коррозии $E_{\text{корр}}$ в область положительных значений потенциалов в присутствии ингибитора, что свидетельствует об ослаблении процесса окисления металла. Отдельная группа ИК, активно исследуемая в самые последние годы, относится к известной области знаний «Зеленая химия». Изучение «зеленых ингибиторов» коррозии, также называемых «эко-дружественными», представляет интерес в связи со всё возрастающим пониманием необходимости охраны окружающей среды, а также вследствие изменения правил, которые предусматривают ограничения в применении в качестве ИК нитратов, бензоатов, соединений хрома, свинца, мышьяка, токсичных и опасных для здоровья человека и для окружающей среды [1, 2]. Основными источниками для синтеза этих ингибиторов являются экстракты растений, цветов, фруктов, семян, листьев, которые содержат активно действующие органические соединения, и оказывают положительное влияние на антикоррозионные свойства металлов (в частности, углеродистой стали) в агрессивных средах.

На современном этапе развития мировой экономики в странах с развитой структурой сельского хозяйства постоянно возрастают объемы производства и потребления минеральных удобрений, в том числе жидких. Следствием этой осязаемой тенденции является необходимость исследований, направленных на разработку эффективных растворимых ингибиторов коррозии углеродистых сталей, широко применяемых в качестве изготовления емкостей для хранения и транспортировки жидких удобрений. Отметим при этом, что проблема защиты металлических стальных поверхностей была и по-прежнему остается весьма актуальной, несмотря на достаточно большое количество разрозненных исследований в области, охватывающей научные и прикладные вопросы антикоррозионной защиты стали.

Целью данного сообщения являлось изучение коррозии углеродистой стали марки Сталь 3 на границе раздела фаз электролит–металл в среде водной карбамида-аммиачной питательной смеси (КАС) в присутствии ингибитора коррозии – 30%-ной смеси фосфата натрия и этиленгликоля. Ранее подобные исследования выполнены при изучении свойств трех других ингибиторов коррозии углеродистой стали в среде

КАС – триэтаноламина и фосфата натрия [3], а также этиленгликоля [4].

Совокупность полученных результатов дает возможность получить согласованную картину действия изученных ингибиторов и выбрать наиболее оптимальные варианты для контроля процессов коррозии в зависимости от природы ингибиторов и условий их применения.

Методами исследования являлись потенциодинамическая поляризация, электрохимическая импедансная спектроскопия, электронная микроскопия и весовой метод.

На рисунке представлены результаты поляризационных исследований влияния ингибирующего действия на поверхность углеродистой стали растворимого ингибитора – смеси фосфата натрия и этиленгликоля.

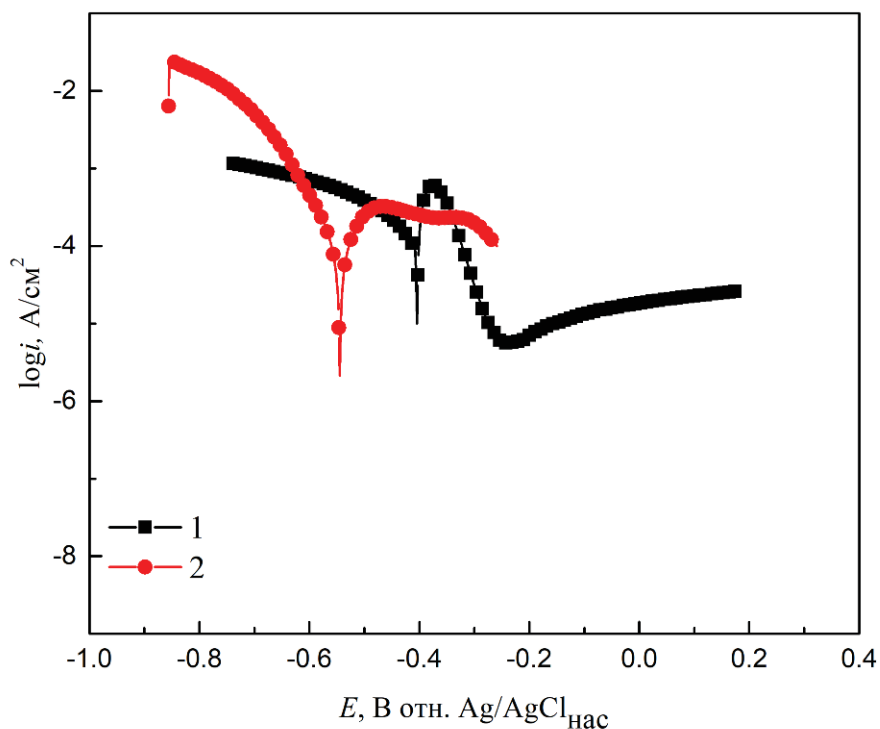


Рисунок – Потенциодинамические поляризационные кривые образцов углеродистой стали в растворах КАС в присутствии смеси фосфата натрия и этиленгликоля (1) и без ингибитора коррозии (2)

Поляризационными исследованиями с использованием метода тафелевской экстраполяции установлено, что в растворе КАС в отсутствие ингибитора (смесь фосфата натрия и этиленгликоля) плотность тока коррозии составляет $i_{\text{корр}} = 1,43 \cdot 10^{-4} \text{A/cm}^2$, а потенциал коррозии $E_{\text{корр}} = -0,55 \text{ В}$. При увеличении времени контакта с коррозионной средой от 4 до 120 ч средний весовой показатель коррозии снижается от 0,0548 до 0,0027 г/(м²·ч). Введение в систему 30 %-ной смеси фосфата натрия и этиленгликоля смещает потенциал коррозии $E_{\text{корр}}$ в область

положительных значений и составляет – 0,43 В, а плотность тока коррозии уменьшается до $i_{\text{корр}} = 3,23 \cdot 10^{-5}$ А/см². Защитный эффект смеси ингибиторов составляет 77,41 %. При времени экспозиции образца стали в течение 120 ч средние значения весового и глубинного показателей коррозии составляют соответственно 0,014 г/(м²·ч) и 0,016 мм/год. Среднее значение показателя защитного эффекта ингибитора составило 44,47 %, что соответствует уменьшению скорости коррозии углеродистой стали в 2,0 раза. Балл коррозионной стойкости стали при этом равен 4. Это означает, что углеродистая сталь в присутствии смеси фосфата натрия и этиленгликоля относится к группе стойких. Среднее значение показателя защитного эффекта ИК в течение 120 ч эксплуатации составило 44,8 %, что соответствует уменьшению скорости коррозии в 1,99 раза. Балл коррозионной стойкости стали при этом равен 3. Таким образом, можно сделать вывод о том, что углеродистая сталь в присутствии исследуемого ингибитора относится к группе весьма стойких.

ЛИТЕРАТУРА

1. Corrosion Inhibitors, Principles and Recent Applications. Edited by Mahmood Aliofkhazraei (Tarbiat Modares University, Iran), Intech-Open, 2018. – 262 p. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.70101>.
2. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии: учеб. для вузов / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов. – М: Физматлит, 2006. – 376 с.
3. Афанасенко, Я. А. Исследование процессов коррозионной защиты углеродистой стали марки Сталь 3 с использованием ингибиторов – ортофосфата натрия и триэтаноламина / Я. А. Афанасенко, М. А. Осипенко, И. И. Курило, Г. П. Дудчик // Материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), г. Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г. [Электронный ресурс] / БГТУ. – УО «БГТУ». – Минск: 2022. – 373 с. – С. 164–167.
4. Липпинг, Я. А. Исследование процессов антикоррозионной защиты углеродистой стали марки Сталь 3 с использованием растворимого ингибитора – этиленгликоля / Я. А. Липпинг, А. А. Черник, Г. П. Дудчик // Тез. докл. XVI студенческой науч. – практ. конф. факультета технологии органических веществ «Наука – шаг в будущее», Минск, 30 ноября – 1 декабря 2022 г. [Электронный ресурс] / Минск: БГТУ. – БГТУ, факультет ТОВ, 2022. – 87 с. – С. 45.