

однолетних стеблей : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Н. М. Матусевич. – Брест, 2005. – 21 с.

8. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.

УДК 621.793:620.197

В. Г. МАТЫС, В. А. АШУЙКО, Л. Н. НОВИКОВА
Беларусь, Минск, БГТУ

ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ С ПОМОЩЬЮ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ

В настоящее время цинкование является наиболее распространенным способом металлизации стали и чугуна для их защиты от электрохимической коррозии, также для защиты углеродистых сталей от атмосферной коррозии в различных условиях эксплуатации. Разработка и практическое использование эффективных средств противокоррозионной защиты позволяет не только уменьшить потери металла, но и увеличить период эксплуатации оборудования.

Цинк наносят на стальную поверхность конструкций, изделий и деталей электроосаждением, погружением в расплав, газотермическими методами (электродуговым и газопламенным распылением) и термодиффузионным методом. Чаще используется гальваническое и горячее цинкование. В Республике Беларусь активно развито производство металлоконструкций методом горячего цинкования. Широко известны такие заводы, как завод горячего цинкования «Конус», «Речицкий метизный завод». При горячем цинковании сталь погружается в ванну с расплавленным цинком с температурным режимом 450–460 °С. Толщина покрытия горячим цинком составляет 40–250 мкм. В случае электрохимического цинкования наносимый слой цинка гораздо тоньше (обычно 6–24 мкм). На защиту углеродистой и низколегированной стали от коррозии расходуется приблизительно 40 % мировой добычи цинка.

Недостатком защиты стали цинком является то, что цинк быстро разрушается кислотами и щелочами и легко реагирует с сероводородом и сернистыми соединениями, поэтому в таких средах цинковые покрытия не применимы. С целью повышения коррозионной стойкости цинкового покрытия в атмосферных условиях его подвергают пассивации, а при использовании оцинкованного оборудования – емкостей, резервуаров, водопроводных труб – используют ингибиторы коррозии [1; 2].

Целью данных исследований является изучение пассивации поверхности оцинкованной стали, поиск новых ингибиторов коррозии горячеоцинкованной стали в нейтральных и слабощелочных, хлоридсодержащих средах и исследование эффективности ингибиторной защиты.

В качестве объектов коррозионных исследований использовались горячеоцинкованные стальные пластины размером 20×20 мм, а в качестве ингибиторов коррозии – молибдат натрия (Na_2MoO_4) и метаванадат аммония (NH_4VO_3). Коррозионную стойкость цинкового покрытия исследовали весовым методом, в котором скорость коррозии определялась по потере массы образцов в результате их выдержки в коррозионной среде в течение 48 часов. Коррозионной средой служил 3%-й раствор NaCl как без ингибиторов, так и в присутствии исследуемых ингибиторов. Концентрации ингибиторов варьировались от 0,6 до 10 ммоль/л, причем ингибиторы вводились в коррозионную среду как по отдельности, так и совместно.

Скорость коррозии характеризовали массовым показателем коррозии K_m ($\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$), который рассчитывали по формуле:

$$K_m = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}, \quad (1)$$

где Δm – изменение массы образца, г; S – площадь поверхности образца, погруженной в среду, м^2 ; τ – время испытаний, ч.

Показатели эффективности ингибиторов определяли по коэффициенту торможения (ингибиторному эффекту) и степени защиты. Коэффициент торможения (γ) показывает, во сколько раз уменьшается скорость коррозии в результате действия ингибитора:

$$\gamma = \frac{K_{m,0}}{K_m}, \quad (2)$$

где $K_{m,0}$ и K_m – скорость коррозии металла в среде без ингибитора и с ингибитором соответственно, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Степень защиты (Z) характеризует относительное уменьшение скорости коррозии металла в результате действия ингибитора и выражается в %:

$$Z = \frac{K_{m,0} - K_m}{K_m} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Результаты определения скорости коррозии горячеоцинкованной стали и показателей эффективности действия ингибиторов в коррозионной среде 3%-го NaCl представлены в таблице. В первой строчке таблицы представлены результаты определения параметров коррозии горячеоцинкованной стали в 3 %-м NaCl без ингибиторов.

Таблица – Скорость коррозии (1) и показатели эффективности действия ингибиторов (2) и (3) при разной концентрации в среде 3 %-го NaCl

Концентрация ингибитора, ммоль/дм ³		K_m , г/(м ² ·ч)	Z, %	γ
Na ₂ MoO ₄	NH ₄ VO ₃			
–	–	0,143	0	1
0,6	–	0,274	–91,7	0,52
1	–	0,169	–18,2	0,85
1,5	–	0,173	–21,0	0,83
3	–	0,078	45,5	1,83
5	–	0,156	–9,09	0,92
–	0,15	0,117	18,28	1,22
–	0,2	0,091	36,4	1,57
–	1	0,117	18,2	1,22
–	10	0,072	49,7	1,99
0,15	0,15	0,091	36,4	1,57
0,2	0,2	0,078	45,5	1,83
1	1	0,020	86,0	7,15
10	10	0,013	90,9	11

Введение в коррозионную среду молибдата натрия в концентрациях от 0,6 до 5 ммоль/л приводит в среднем к увеличению скорости коррозии цинка, в результате чего коэффициент торможения оказывается меньше единицы, а степень защиты – меньше нуля. Для неорганических ингибиторов коррозии, являющихся сильными окислителями, характерно увеличение скорости коррозии при низких концентрациях [3]. Снижение скорости коррозии происходит после достижения некоторой пороговой концентрации ингибитора, которая зависит как от природы ингибитора, так и от коррозионной среды. Обычно увеличение содержания хлоридов в коррозионной среде приводит к возрастанию этой пороговой концентрации ингибитора, а 3 %-й раствор NaCl считается достаточно агрессивной средой. Так, согласно Розенфельду [3], в значительно менее агрессивном растворе 0,1 н Na₂SO₄ пороговая концентрация молибдата натрия для коррозии стали составляет примерно 10 ммоль/дм³. Очевидно, что для Na₂MoO₄ в 3 %-м растворе NaCl эта пороговая концентрация будет находиться за верхним исследованным диапазоном концентрации в 5 ммоль/дм³.

Метаванадат аммония при всех изученных концентрациях проявлял коэффициент торможения больше единицы и степень защиты больше нуля. С ростом концентрации метаванадата аммония в растворе скорость коррозии в среднем уменьшается, и при 10 ммоль/дм³ степень защиты достигает почти 50 %. Метаванадат аммония является более сильным ингибитором коррозии цинка, чем молибдат натрия.

При совместном присутствии метаванадата аммония и молибдата натрия скорость коррозии уменьшается в значительно большей степени,

чем при использовании только метаванадата. Так, при концентрации 1 мМ каждого ингибитора скорость коррозии уменьшается в 7 раз, а при 10 мМ – в 10 раз. Таким образом, Na_2MoO_4 и NH_4VO_3 проявляют синергетическое действие на процесс коррозии цинка.

Согласно Розенфельду [3], метаванадат является уникальным среди неорганических ингибиторов, поскольку он не повышает скорость коррозии при малых концентрациях. Также особенностью метаванадата как ингибитора стали является независимость потенциала коррозии от концентрации при малых концентрациях ингибитора, что объясняется тем, что он тормозит в одинаковой степени как анодную, так и катодную реакции. По мере приближения концентрации ингибитора к защитной наблюдается резкий сдвиг потенциала коррозии в анодную область, что указывает на преимущественное торможение анодной реакции. Подобное поведение можно отметить и в нашем случае для коррозии цинка, когда в растворе присутствовал метаванадат аммония. На рисунке представлены графики зависимости скорости коррозии и потенциала коррозии от концентрации ингибитора в растворе, содержащем метаванадат аммония (рисунок а) и смесь метаванадата аммония и молибдата натрия (рисунок б). Как видно из рисунка, скорость коррозии цинка с увеличением концентрации ингибитора уменьшается, а потенциал коррозии до концентрации 1 ммоль/л не изменяется, а после 1 ммоль/л резко увеличивается.

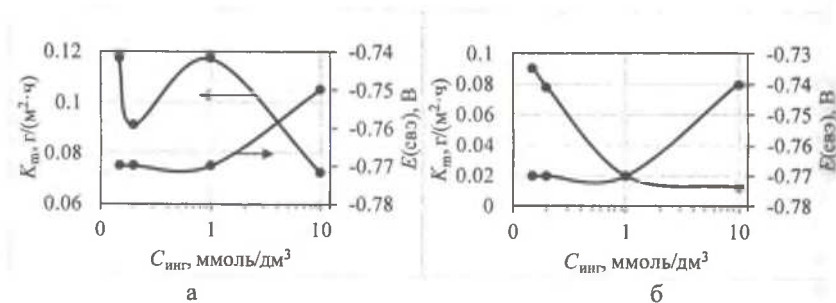


Рисунок – Зависимость скорости коррозии и потенциала коррозии от концентрации NH_4VO_3 в среде 3 %-го NaCl в присутствии только NH_4VO_3 (а) и смеси NH_4VO_3 и Na_2MoO_4 (б)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Iannuzzi, M. A study of the mechanisms of corrosion inhibition of AA2024-T3 by vanadates using the split cell technique / M. Iannuzzi, J. Kovac, G. S. Frankel // *Electrochim. Acta.* – 2007. – № 52. – P. 4032.

2. Wilcox, G. D. Chemical molybdate cinversion treatments for zinc / G. D. Wilcox, D. R. Gabe // Metal finish. – 1988. – № 9. – P. 71–74.

3. Розенфельд, И. Л. Ингибиторы коррозии / И. Л. Розенфельд. – М. : Химия, 1977. – 352 с.

УДК 543.421/424

Н. В. НЕХАНЬ¹, В. В. ЖИЛКО^{1,2}

¹Беларусь, Минск, БГПУ имени Максима Танка

²Беларусь, Минск, БГУ

**КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАКЦИОННЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ИОННЫХ АССОЦИАТОВ ВЫСШИХ
КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ С ПИРОНИНОМ Ж**

В экстракционно-фотометрических методах количественного определения гидрофобных анионов, в частности высших карбоновых кислот, вопрос подбора подходящего катионного красителя является зачастую ключевым. Не менее важным является и обоснованный подбор необходимых значений рН полярной фазы для процесса экстракции, ведь высшие карбоновые кислоты весьма сильно экстрагируются в неполярную фазу в молекулярной форме. Для экстракции высших карбоновых кислот нами предложен стабильный в сильнощелочных условиях катионный краситель пиронин [1, с. 23]. Пиронин – основной красный краситель группы ксантонов, впервые получен Бендером в 1889 г. [2, с. 852]. В настоящее время он используется в гистологических методах исследования для окрашивания ядер клеток, базофильного вещества цитоплазмы, пероксидазных гранул лейкоцитов, а также бактерий и др. Растворы пиронина имеют желтую флюоресценцию. Пиронин марки Ж, представляющий собой тетраметилдиаминоксантенил-хлорид (рисунок 1), хорошо растворим в воде (до 8,96 г на 100 мл) и спирте (до 0,6 г на 100 мл) [3, с. 213].

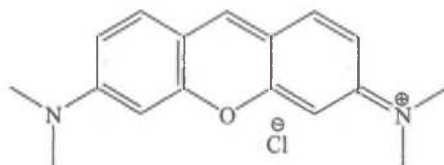


Рисунок 1 – Пиронин Ж