

И. Кузнецов // Коррозия: материалы, защита. - 2006. - № 3. - С. 38 - 41
5. Пат. 2006145192/02 RU, МПК С23С22/05. Способ получения защитного покрытия на изделиях из магниевых сплавов: Синявский В. С., Сергиевская А. Д., Соколовская Л. И.; ОАО «ВИЛС».- № 2334021; Заявл. 20.12.2006; Опубл. 20.08.2008.

УДК 620.197

Воробьева В.И., ассист., канд. техн. наук;
Чигиринец Е.Э., проф., д-р техн. наук;
Фатеев Ю.Ф., доц., канд. хим. наук
(Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского», г. Киев, Украина)
Скиба М.И. ассист., канд. техн. наук
(ГВУЗ «УХТУ», г. Днепр)

ИНГИБИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ СТАЛИ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Летучие ингибиторы атмосферной коррозии (ЛИАК) находят широкое применение в практике защиты черных металлов преимущественно при транспортировке и хранении изделий и полуфабрикатов. Таких ингибиторов известно большое количество, однако многие из разработанных составов промышленно не выпускаются главным образом из-за отсутствия дешевого и доступного сырья. В этой связи рациональное использование промышленных отходов является одним из перспективных направлений при создании новых средств для противокоррозионной защиты. Так, на сегодняшний день авторами исследован широкий перечень различного растительного сырья и отходов переработки, экстракты которых тормозят коррозионные процессы на поверхности металлов в условиях атмосферной коррозии [1-3]. Было установлено, что растительное сырье вполне успешно может быть применено при разработке новых летучих ингибиторов коррозии как альтернатива ЛИАК на основе синтезированных органических соединений. Исследованиями [1-3] установлено, что пленка, формируемая на поверхности металла, выдержанного в парах спиртового экстракта отходов переработки рапса – шрота рапса, обеспечивает высокую, но не достаточную степень противокоррозионной защиты ($\approx 90\%$). В то же время анализ литературных данных свидетельствует, что перспективным направлением является разработка смесевых синергетических композиций ЛИАК на основе растительных экстрактов и синтетических N-, O- или S- содержащих соединений, обеспечивающих защиту, как черных, так и цветных металлов. Для разработки синергетических

смесей необходимо было установить химический состав растительного экстракта, проанализировать основные компоненты и подобрать соединения-синергисты.

Поэтому целью настоящей работы явилось разработка синергетической композиции летучего ингибитора атмосферной коррозии на основе экстракта шрота рапса (*семейства Brassicaceae*) и соединений класса кетонов и аминов, а также изучение механизма ее защитного действия.

Общую оценку эффективности противокоррозионной защиты осуществляли по скорости коррозии стали, а также по внешнему состоянию образцов в процессе и после испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ 9.905 – 82 и ГОСТ 9.509-89. Компонентный состав летучих веществ экстракта шрота рапса исследовали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе «*FINNIGAN FOCUS*» в качестве детектора с газовым хроматографом. Потенциостатические поляризационные кривые снимали на армированных в тефлон цилиндрических образцах ($S = 0,385 \text{ см}^2$) с помощью потенциостата ПИ – 50 – 1.

Согласно полученным данным хромато-масс-спектрального анализа в составе летучих соединений изопропанольного экстракта шрота рапса содержится 20 индивидуальных компонентов, присутствующих в количестве более 0,2 %, среди которых доминируют гликозиды (27 % от всех идентифицированных летучих соединений): сахароза, гуанозин, ксантозин; сиреневый альдегид (13,5 %), кетон – 3,5-диметоксиацетофенон (17,3 %), стероиды (β и γ -ситостерол, кампестерол и др.), а также насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты (27%), представленные пальмитиновой, олеиновой, линолевой и уксусной кислотами. Анализ литературных данных и компонентного состава экстракта указывает на то, что повышение его противокоррозионной эффективности возможно при дополнительном введении соединений класса аминов и кетонов.

В работе разработана композиция ЛВГЦ-2, обеспечивающая более высокую степень защиты металла от коррозии за счет проявления синергетического эффекта. Коэффициент торможения атмосферной коррозии смесью, определенный гравиметрическим методом, составляет 60,0 (табл. 1).

Анализ полученных результатов электрохимических исследований свидетельствует, что защитные пленки, сформированные из паровой фазы исследуемых летучих ингибирующих составов, на поверхности металла приводят к увеличению поляризации, как анодного, так и катодного парциальных коррозионных процессов. При этом сам ход кривых существенно не изменяется, что свидетельствует об отсут-

вии влияния на механизм протекания катодных и анодных реакций (рис.1).

Таблица 1 - Результаты ускоренных испытаний Ст3, обработанной летучими ингибиторами (в течение 3 суток) в условиях периодической конденсации влаги в течение 21 суток

Ингибитор	K_m , г/(м ² ·час)	Z, %	Коэффициент торможения, γ
без ингибитора	3,63	-	-
экстракт шрота рапса	2,71	58,3	2,3
ЛВГЦ-2	0,20	98,3	60,0

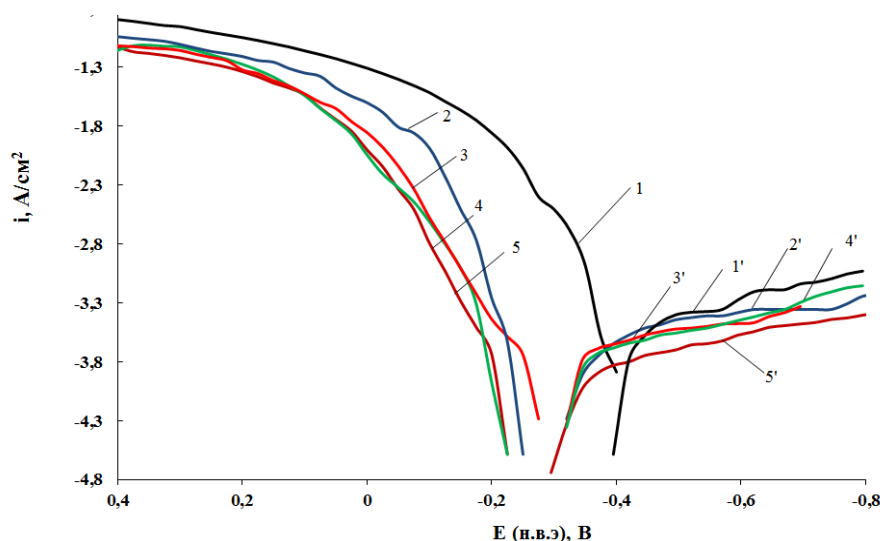
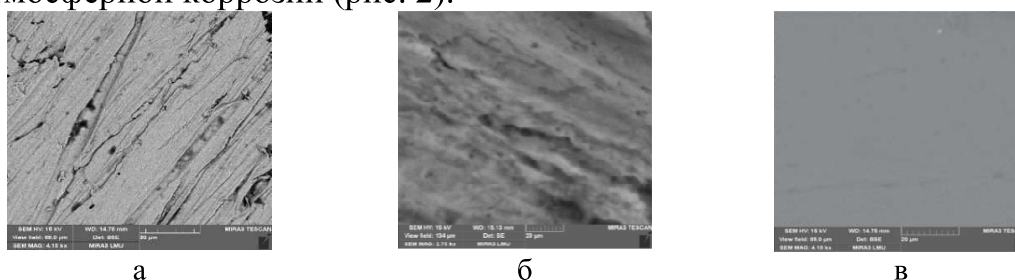


Рисунок 1 - Поляризационные анодные (1-5) и катодные (1'-5') кривые на стали в растворе 1н Na₂SO₄ без (1) и с пленкой, полученной экспонированием образцов в течение 3 суток в парах: амина (2), экстракта шрота рапса (3), кетона (4), ЛВГЦ-2 (5)

Адсорбционные пленки, формируемые из паровой фазы индивидуально, как амина, так и кетона, не приводят к значительному торможению коррозионных процессов. Амин, как известный ингибитор анодного типа, способствует некоторому торможению анодного растворения стали. Адсорбционная пленка из паров кетона на поверхности стального электрода абсолютно не тормозит процесс анодного растворения металла и незначительно влияет на катодную поляризационную кривую, что в целом практически не приводит к снижению скорости коррозии. Наличие сформированной пленки из паровой фазы композиционного состава ЛВГЦ-2 на поверхности металла приводит к существенной поляризации и торможению скорости коррозии электрода. Таким образом, при совместном использовании амина, кетона и компонентов растительного происхождения впервые было установлено не аддитивное (суммарное), а синергетическое повышение эффек-

тивности защиты металлов от атмосферной коррозии, что подтверждено также и сравнительным анализом рассчитанных коэффициентов торможения.

Рост эффективности ингибирования композиционным составом происходит, вероятно, за счет эффекта полимеризации слоя из адсорбированных на поверхности черных металлов молекул кетонов и аминов, что приводит к образованию труднорастворимых димеров и олигомеров, имеющих более плотную структуру и связь с поверхностью, что и обеспечивает высокую эффективность ингибирования процесса атмосферной коррозии (рис. 2).



а

б

в

а – механически подготовленной;
б – после обработки в паровой фазе экстракта шрота рапса;
в – после обработки ЛВГЦ-2

Рисунок 2 - Морфология поверхности образцов поверхности стали

Выводы

В результате проведенных исследований разработан композиционный летучий ингибитор на основе экстракта шрота рапса и соединений класса аминов и кетонов синергетического действия. Механизм защитного эффекта ингибитора состоит в формировании на поверхности металла полимеризационного адсорбционного слоя с высокими защитными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vorob'iova V.I. Mechanism of Formation of the Protective Films on Steel by Volatile Compounds of Rapeseed Cake / V.I. Vorob'iova, O.E. Chygyrynets, O.I. Vasyl'kevych // *Materials Science*. – 2015. Vol. 50, Is. 5. – Pp. 726 – 735.
2. Chygyrynets' O.E. Investigation of the Efficiency of Inhibitors of Atmospheric Corrosion / O.E. Chygyrynets', V.I. Vorobyova, G.Yu. Galchenko, I.G. Roslik // *Metallurgical and Mining Industry*. – 2012. Vol. 4, No. 2. – Pp. 100 – 106.
3. Chygyrynets' O.E. A study of rapeseed cake extract as eco-friendly vapor phase corrosion inhibitor / O.E. Chygyrynets', V.I. Vorobyova // *Chemistry and Chemical Technology*. – 2014. Vol. 8, – №. 2. – С. 235 – 242.