

XXIX Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2019», Уфа, 12–14 марта 2019 года / Башкирский государственный аграрный университет. Том Часть 3. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2019. – С. 134-137. – EDN CUPWRH.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИКИ ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гайдар С.М.^{1,2}, Пикина А.М.^{1,2}, Лансарь О.М.^{1,2}

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» 119071, Российская Федерация, г. Москва ул. Малая Калужская, д.1

*E-mail: techmash@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В работе был впервые получен ингибитор коррозии в результате реакции конденсации триглицерида (соевое масло), диэтаноламина и борной кислоты, представляющий собой амиды высших карбоновых кислот (АВКК). Потенциометрическое исследование показало, что ингибитор АВКК замедляет катодную и ускоряет анодную реакцию, смещая потенциал коррозии в отрицательную сторону. В то же время нитрованное масло наоборот ускоряет катодную и замедляет анодную реакцию, потенциал коррозии смещается при этом в положительную сторону. Таким образом, продукт, полученный из триглицерида, диэтаноламина и борной кислоты, и нитрованное масло по характеру защитного действия являются соответственно катодным и анодным ингибиторами.*

***Ключевые слова.** Ингибитор коррозии, реакция конденсации, амиды высших карбоновых кислот, нитрованное масло, синергетический эффект, ингибитор акцепторного действия, ингибитор донорного действия, защитный эффект, электрохимические исследования.*

Введение. Для замедления процессов коррозии металлов в промышленности применяются различные способы защиты [1,2]. Одним из широко распространенных методов является использование ингибиторов [3-8]. Преимущество данного способа заключается в том, что можно значительно затормозить процессы коррозионного разрушения металлов и их сплавов при небольших затратах без принципиального изменения технологических схем. В настоящее время проводятся многочисленные исследования, связанные с поиском новых и изучением уже существующих ингибиторов. В данной работе изучены антикоррозионные и электрохимические свойства двух типов ингибиторов: катодного,

полученного взаимодействием триглицерида с диэтаноламином и борной кислотой, и анодного, являющегося нитрованным базовым маслом, - как в индивидуальном состоянии, так и в смеси в различных массовых соотношениях.

Материалы и методы.

Образцы рабочих электродов из стали механически и химически (раствор C_2H_5OH в 3% HNO_3) полировались с последующим обезжириванием в смеси ацетона и этилового спирта. Площадь рабочего электрода составляла 1.2 см^2 . Вспомогательный электрод имел намного большую площадь, чем рабочий, за счет развитой поверхности. Поляризационные измерения проводились в трехэлектродной ячейке без разделения катодного и анодного пространства. Электродом сравнения служил хлорсеребряный электрод, помещенный в капилляр Габера-Луггина. В качестве фонового раствора использовался 0.5 М раствор Na_2SO_4 . Источником сигнала служил потенциостат-гальваностат РС-Pro M, работающий в потенциостатическом режиме. На поверхности рабочих образцов - электродов наносились исследуемые составы, в течение некоторого времени выдерживались на воздухе и помещались в электрохимическую ячейку с фоновым раствором. Рабочий электрод выдерживался до постоянного кинетически равновесного потенциала (ΔE_{eq}). Температура во всех измерениях была постоянной $t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$.

Антикоррозионные свойства ингибиторов определяли при ускоренных испытаниях в камере соляного (морского) тумана КСТ-18/001 с рабочим объемом 530 литров. Пластинки из стали марки Ст3 с площадью поверхности $[(50.0 \times 50.0) \pm 0.2]$ мм, толщиной 3.0-5.5 мм. Смеси в растворителях наносили на стальные образцы. Время испытаний - 8 суток циклами 7/17. Оценку защитной способности определяли гравиметрическим методом.

Результаты.

Для определения состава и физико-химических свойств были проведены эксперименты, в которых варьировались соотношение реагентов, а также время проведения реакции при температуре $180\text{-}200 \text{ }^\circ\text{C}$ ($t, \text{ min}$). Причем учитывались два временных интервала: сначала время получения прозрачного раствора ($t_1, \text{ min}$), а затем время от получения прозрачного раствора до окончания реакции ($t_2, \text{ min}$). В результате была получена серия образцов ингибиторов. Для всех образцов были найдены аминное число ($A, \text{ mg HCl/g}$), растворимость ингибиторов при концентрации 16 % в растворителях при $25 \text{ }^\circ\text{C}$ («+» - прозрачная однородная смесь; «-» - расслоение смеси), а также защитный антикоррозионный эффект ($Z, \%$)

Перед проведением антикоррозионных испытаний ингибиторы растворили в масле **И-20А**.

Антикоррозионные свойства ингибиторов определяли при ускоренных испытаниях в камере соляного (морского) тумана. Оценку защитной способности определяли гравиметрическим методом, после чего были рассчитаны скорость коррозии, степень защиты и коэффициент торможения.

При проведении сравнительного анализа этих величин можно заключить, что увеличение защитных свойств наблюдается при одновременном присутствии в составе смеси как **АВКК-4**, так и **НМ**, причем наилучший антикоррозионный эффект достигается при их массовом соотношении 1:1 (табл. 1, опыт 5), что свидетельствует о синергизме ингибиторов. При использовании данного состава скорость коррозии уменьшается по сравнению со скоростями процессов, ингибируемых при помощи только **АВКК-4** или только **НМ**, на 8.7% и 31.5% соответственно.

Таблица 1

Состав и результаты испытания растворов ингибиторов коррозии АВКК 4 и НМ в масле И-20А

№	АВКК-4 , масс.%	НМ , масс.%	Скорость коррозии <i>K</i> , g/m ² ·day	Защитный эффект <i>Z</i> , %	Коэффициент торможения γ	$-E_{\text{corr}}$, mV	I_{corr} , А
1*	-	-	43.53	-	-	613	$1.53 \cdot 10^{-6}$
2	0	0	30.35	30.3	1.43	372	$5.12 \cdot 10^{-7}$
3	16	0	7.36	83.1	5.91	492	$1.74 \cdot 10^{-7}$
4	12	4	6.11	86.0	7.12	408	$4.91 \cdot 10^{-8}$
5	8	8	3.59	91.8	12.12	317	$6.83 \cdot 10^{-9}$
6	4	12	9.42	78.4	4.62	246	$2.84 \cdot 10^{-8}$
7	0	16	17.28	60.3	2.52	151	$7.04 \cdot 10^{-8}$

*Контрольный опыт в фоновом растворе.

Для электрохимического исследования были взяты образцы ингибиторов **АВКК** и **НМ** в соотношении указанном в таблице 1.

Потенциометрическое исследование показало, что присутствие в масле **И-20А** только ингибитора **АВКК-4** замедляет катодную и ускоряет анодную реакцию, смещая потенциал коррозии в отрицательную сторону. В то же время присутствие только **НМ** наоборот ускоряет катодную и замедляет анодную реакцию, потенциал коррозии смещается при этом в положительную сторону. Таким образом, ингибиторы **АВКК-4** и **НМ** по характеру защитного действия являются соответственно катодным и анодным (рис. 1).

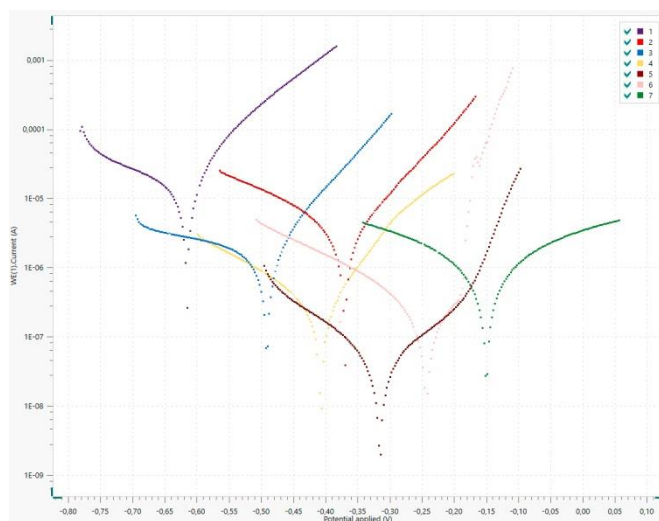


Рис. 1 Поляризационные кривые на стали Ст3 при различных концентрациях ингибиторов АВКК-4 и НМ в масле И-2А: 1 – фоновый электролит; 2 – И-2А; 3 – 16% АВКК-4; 4 – 12% АВКК-4 + 4% НМ; 5 – 8% АВКК-4 + 8% НМ; 6 – 4% АВКК-4 + 12% НМ; 7 – 16% НМ

Лучшее торможение процесса коррозии происходит при использовании смеси ингибиторов при их массовом соотношении 1:1, что согласуется с ускоренными опытами в камере соляного тумана. Как видно из поляризационных кривых, такая смесь ингибиторов незначительно смещает потенциал коррозии в положительную сторону ($\Delta E_{\text{corr}} = 55 \text{ mV}$) по сравнению с E_{corr} в базовом масле, затормаживая одновременно катодный и анодный процесс, что позволяет отнести данный состав к смешанным ингибиторам коррозии хемосорбционного типа [12].

Наблюдаемый синергетический эффект ингибиторов АВКК-4 и НМ можно объяснить воздействием их на катодные и анодные участки.

Выводы.

В работе была разработана методика получения нового ингибитора коррозии на основе триглицерида, диэтаноламина и борной кислоты.

Композиция из двух ингибиторов коррозии (донорного и акцепторного) по характеру защитного действия относится к смешанным ингибиторам хемосорбционного типа. Наибольший синергетический эффект достигается при массовом соотношении исходных ингибиторов 1:1. Применение данного состава позволяет значительно замедлить коррозионные процессы и увеличить за счет этого степень защиты изделий из стали.

Библиографический список

1. Y. Guo, A. Rogov, A. Hird, B. Mingo, A. Matthews, A. Yerokhin, Plasma electrolytic oxidation of magnesium by sawtooth pulse current, *Surf. Coat. Technol.*, 2022, **429**, 127938. doi: 10.1016/j.surfcoat.2021.127938
2. L. Jiang, Y. Dong, Y. Yuan, X. Zhou, Y. Liu, X. Meng, Recent advances of metal–organic frameworks in corrosion protection: From synthesis to applications, *Chem. Eng. J.*, 2022, **430**, 132823. doi: 10.1016/j.cej.2021.132823

3. A.A. Al-Amiery, A.Y.I. Rubaye, A.A.H. Kadhum and W.K. Al-Azzawi, Thiosemicarbazide and its derivatives as promising corrosion inhibitors: a mini-review, *Int. J. Corros. Scale Inhib.*, 2023, **12**, no. 2, 597-620. doi: 10.17675/2305-6894-2023-12-2-12
4. H.S. Aljibori, O.H. Abdulzahra, A.J. Al Adily, W.K. Al-Azzawi, A.A. Al-Amiery and A.A.H. Kadhum, Corrosion inhibition effects of concentration of 2-oxo-3-hydrazonoindoline in acidic solution, exposure period, and temperature, *Int. J. Corros. Scale Inhib.*, 2023, **12**, no. 2, 438-457. doi: 10.17675/2305-6894-2023-12-2-4
5. N.S. Abbas, M.Z.A. Wahhab, E.A. Ashour, T.E. Farrag and L.A. Mohammed, Corrosion inhibition of carbon steel in wet acid gas environment using CORR 11631 A: Weight loss and computational investigations, *Int. J. Corros. Scale Inhib.*, 2023, **12**, no. 1, 324-345. doi: 10.17675/2305-6894-2023-12-1-19
6. N.T. Talat, A.A. Dahadha, M. Abunuwar, A.A. Hussien and Wafa'a Odeh, Polyethylene glycol and polyvinylpyrrolidone: potential green corrosion inhibitors for copper in H₂SO₄ solutions, *Int. J. Corros. Scale Inhib.*, 2023, **12**, no. 1, 215-243. doi: 10.17675/2305-6894-2023-12-1-13
7. M.A. Osipenko, A.A. Kasach, J. Adamiec, M. Zimowska, I.I. Kurilo and D.S. Kharytonau, Corrosion inhibition of magnesium alloy AZ31 in chloride-containing solutions by aqueous permanganate, *J. Solid State Electrochem.*, 2023, **27**, 1847-1860. doi: 10.1007/s10008-023-05472-3

УДК 631.363

АНАЛИЗ ПАРКА КОРМОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИЙСКОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Фофлин Даниил Игоревич, магистр Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *Foflindaniil@yandex.ru*.

Самуков Николай Дмитриевич, магистр Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *nik.samuk@yandex.ru*.

Скороходов Дмитрий Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и детали машин Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, *d.skorokhodov@rgau-msha.ru*.

Научный руководитель: Ерохин Михаил Никитьевич, Академик Российской академии наук, доктор технических наук, профессор кафедры сопротивления материалов и детали машин Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *n.erohin@rgau-msha.ru*.

Аннотация: В статье приводятся сведения о состоянии парка кормозаготовительной техники на отечественных предприятиях