

УДК 620.197.3

Серосодержащие органические вещества и их смеси с моноэтаноламидом таллового масла как ингибиторы сернокислотной коррозии стали 3

А.Г. Бережная,* В.В. Чернявина и И.Н. Павлицкий

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», ул. Б. Садовая, 105/42,
Ростов-на-Дону, 344006 Россия*

**E-mail: ber@sfedu.ru*

Аннотация

Методами гравиметрии, снятия поляризационных кривых и импедансной спектроскопии изучено защитное действие каптакса, фенилтиомочевины (ФТМ), дифенилтиомочевины (ДФТМ), диэтилдитиокарбамата натрия (ДЭДТК) и моноэтаноламида таллового масла (МЭАТ), а также смесей МЭАТ с серосодержащими органическими веществами при коррозии стали 3 в 0.5 М растворе серной кислоты. Установлено, что при исследованных концентрациях МЭАТ, каптакса, ДФТМ, ФТМ и ДЭДТК обеспечивают защиту стали от коррозии в серной кислоте на 73÷91%, 21÷97%, 66÷98%, 19÷90%, и 25÷42% при температуре 20°C соответственно. Смесь МЭАТ (0.5%) с органическими серосодержащими веществами (10^{-5} ÷ 10^{-4} М) защищает сталь при указанной температуре на 85÷99%. При повышении температуры эффективность индивидуальных соединений и ингибиторных смесей уменьшается. Установлено влияние компонентов и их смесей на частные электродные реакции процесса коррозии. Определены степень заполнения поверхности ингибиторами и величина свободной энергии адсорбции.

Ключевые слова: ингибитор, низкоуглеродистая сталь, серная кислота, амиды.

Поступила в редакцию 08.08.2025 г. После доработки 11.08.2025 г.; Принята к публикации 11.08.2025 г.

doi: [10.61852/2949-3412-2025-3-3-52-64](https://doi.org/10.61852/2949-3412-2025-3-3-52-64)

Введение

Разработка ингибиторов на основе возобновляемого сырья, обладающих экологической безопасностью, является актуальной современной задачей. Моно- и диэтаноламиды таллового, подсолнечного, рапсового, хлопкового, пальмового и кокосового масел являются перспективными как индивидуальные ингибиторы, так и как компоненты смесевых ингибиторов кислотной коррозии стали [1–6].

Установлено, что алканоламидами на основе жирных кислот рапсового и подсолнечного масел в 1 М HCl обеспечивают защиту стали на 90.3–94.2% [21], а амиды жирных кислот таллового масла в среде с минерализацией 50 936 мг/л при температуре 60°C с постоянной подачей углекислого газа (CO₂) защищают сталь на 80.4%. Высокую эффективность амидов авторы связывают с создаваемым ингибиторным барьером, который препятствует проникновению коррозионных агентов к поверхности стали [1, 2].

Амиды пальмового масла в 1 М растворе HCl и CO₂-насыщенном растворе NaCl демонстрируют эффективность 98% в отношении коррозии стали. Они формируют плотную гидрофобную пленку на поверхности металла за счет хемосорбции, повышают энергию активации коррозии и обладают стабильностью в широком температурном диапазоне (до 170°C) [3].

В качестве перспективных ингибиторов коррозии также рассмотрены соединения, синтезированные на основе хлопкового масла. Большой интерес вызывают моноэтаноламиновые сульфопроизводные амидов. Сульфирование амидов, полученных из хлопкового масла, значительно улучшает их поверхностно-активные и защитные свойства, в том числе, за счет гидрофобности сульфогрупп. Благодаря хемосорбции эти соединения образуют прочные и термостойкие защитные слои, сохраняющие свои свойства даже при высоких температурах (до 150°C) [4].

Исследованы новые ингибиторы коррозии на основе сульфомодифицированных амидов олеиновой кислоты и их солей, предназначенных для защиты металлов в соляной кислоте. Антикоррозионные свойства соединений изучены в 1 и 5 М растворах HCl. В 1 М растворе HCl соединения показали высокую эффективность, обеспечивая защиту от коррозии в диапазоне 90–94.3%. В 5 М растворе HCl наблюдалась разница в поведении: сульфатированные амиды сохранили высокую защитную способность (93–95%), а эффективность солей составила лишь 24–55%. Снижение защитного действия растворимых солей в 5 М HCl авторы связывают с их десорбцией под воздействием кислоты [5].

Повышение защитного действия амидов возможно не только их сульфированием, но и созданием ингибирующих смесей [6], в которых вторым компонентом может выступать серосодержащее органическое соединение.

Органические соединения, содержащие серу, например, производные тиадиазола и тиомочевины, перспективны в качестве индивидуальных ингибиторов коррозии. Их эффективность связана со способностью молекул прочно адсорбироваться на поверхности металла благодаря плоской структуре и наличию свободных электронных пар на атомах серы и азота. [7–9].

Анализ рассмотренных выше литературных данных свидетельствует об высокой ингибиторной эффективности как чистых азот- и серосодержащих соединений, так и смесей на их основе по отношению к коррозии стали в кислых средах. Амиды

различных жирных кислот и масел, в свою очередь, являются перспективными компонентами эффективных промышленных ингибирующих смесей.

В связи с этим, целью данной работы является установление механизма защитного действия и оптимизация состава смесей моноэтаноламида талового масла с органическими соединениями, содержащими серу такими как диэтилдитиокарбамат натрия, фенилтиомочевина и дифенилтиомочевина и каптакс для применения в сернокислотных средах.

Методика эксперимента

В качестве ингибиторов коррозии низкоуглеродистой стали в 0.5 М серной кислоте исследовали моноэтаноламид талового масла (МЭАТ) при концентрациях (C) $0.125 \div 1\%$, диэтилдитиокарбамат натрия (ДЭДТК), фенилтиомочевина (ФТМ), дифенилтиомочевина (ДФТМ) и каптакс при $C = 10^{-5} \div 10^{-4}$ М, а также смесь МЭАК (0.5%) с серосодержащими веществами ($10^{-5} \div 10^{-4}$ М) в интервале температур от 20 до 80°C. Перед началом работы готовили растворы с максимальной концентрацией ингибитора, другие концентрации получали разбавлением.

Подготовка образцов и методика измерений

Образцы из низкоуглеродистой стали вырезали размером 0.2×1 см² для импедансных, 0.5×1 см² для поляризационных и 1×2.5 см² для коррозионных измерений. Электроды зачищали абразивной шкуркой, обезжиривали в спирте, промывали дистиллированной водой и просушивали фильтровальной бумагой.

Скорость коррозии K рассчитывали по формуле:

$$K = \Delta m / (\tau \cdot S), \quad (1)$$

где Δm – изменение массы образца (г), τ – время опыта (ч), S – площадь образца (м²).

Эффективность добавок оценивали коэффициентом торможения γ и степенью защиты Z :

$$\gamma = K_0 / K_i, \quad (2)$$

$$Z = \frac{(K_0 - K_i)}{K_0} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где K_0 и K_i – скорость коррозии в чистой кислоте и в присутствии ингибитора или ингибиторной смеси соответственно.

Оценка взаимовлияния компонентов смеси проведена по формуле [10]:

$$\sigma = \gamma_{\text{см}} / (\gamma_1 \cdot \gamma_2), \quad (4)$$

где $\gamma_{\text{см}}$, γ_1 и γ_2 – коэффициенты торможения смеси и компонентов соответственно.

Поляризационные измерения проведены на потенциостате-гальваностате Р-20Х в трехэлектродной ячейке при температуре 25°C. Противоелектрод – платиновый, электрод сравнения – насыщенный хлорид серебряный, относительно которого приведены потенциалы E . Поляризационные кривые снимали со скоростью развертки потенциала $v = 2$ мВ/с от меньшего значения $E = -0.7$ В к большему $E = -0.3$ В. Каждая кривая воспроизводилась три раза, затем результаты усреднялись.

Емкостные измерения проводили на импедансметре «Z-500» в двухэлектродной ячейке в интервале частот 0.5 Г–300 кГц при потенциале коррозии. Вспомогательным электродом служил цилиндрический платиновый электрод ($S = 25$ см²). Степень заполнения поверхности электрода рассчитывали по формуле:

$$\theta = (C_0 - C_i) / C_0, \quad (5)$$

где C_0 , C_i – емкости двойного электрического слоя (ДЭС) в растворе кислоты без и при наличии ингибиторов или их смесей соответственно.

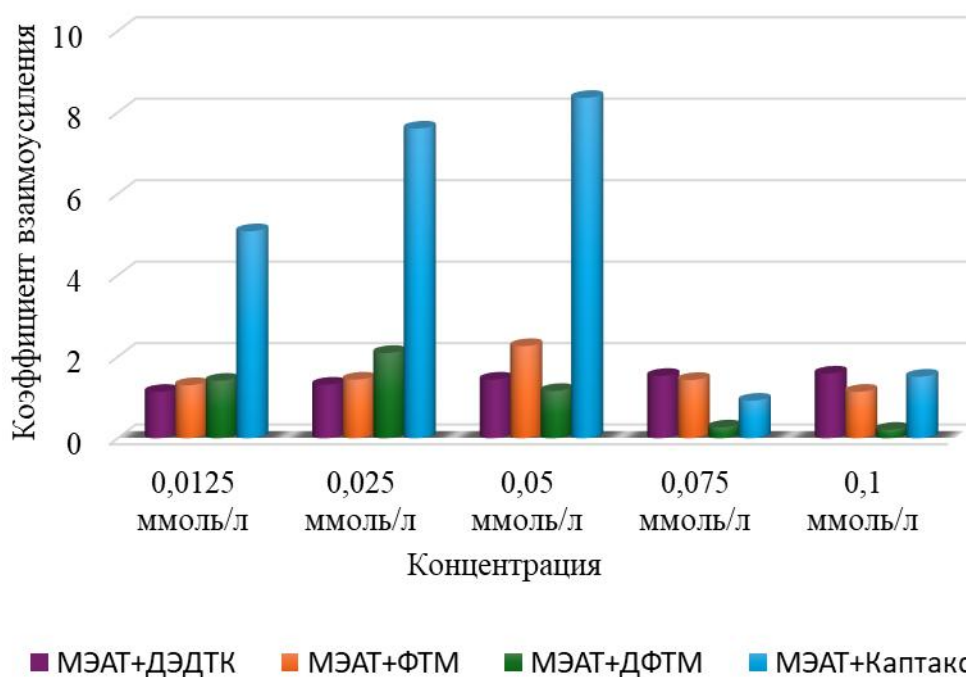
Экспериментальные результаты и их обсуждение

Зависимость защитного действия исследованных ингибиторов от их природы и концентрации при температуре 25°C представлена в Таблице 1. Как видно из таблицы, эффективность большинства ингибиторов растет с увеличением их концентрации. В свою очередь, диэтилдитиокарбамат натрия, фенилтиомочевина, дифенилтиомочевина и каптакс при наименьших концентрациях проявляют свойства активаторов коррозии. В дальнейшем анализе ДЭДТК, ФТМ, ДФТМ и каптакс будут использоваться для расчетов в меньшем диапазоне концентраций. Смесевые ингибиторы составлены из 0.5% раствора МЭАТ и варьируемой концентрации серосодержащего вещества. Коэффициенты торможения смесей при большинстве концентраций второго компонента превышают коэффициенты торможения компонентов (Таблица 1).

По формуле (4) проведена оценка взаимовлияния компонентов смеси (Рисунок 1). Следует отметить, что в зависимости от соотношения концентраций компонентов в смесях реализуется как взаимное ослабление ($\sigma < 1$), так и взаимное усиление защитного действия ($\sigma > 1$) [10]. Во всех смесях при большинстве концентраций наблюдается усиление действия компонентов смеси. Только в МЭАТ+ДФТМ при 0.075 и 0.1 ммоль/л и в МЭАТ+каптакс при 0.075 ммоль/л установлено ослабление действия компонентов смеси.

Таблица 1. Коэффициент торможения γ в зависимости от природы и концентрации ингибиторов и смесей, $t = 25^\circ\text{C}$.

№	Вещество/Смесь	Значение γ при C , ммоль/л (%)				
		0.0125	0.025	0.05	0.075	0.1
1	ДЭДТК Na	0.97	0.97	1.33	1.43	1.71
2	ФТМ	0.89	0.97	1.23	3.64	9.83
3	ДФТМ	0.79	0.84	2.89	28.1	66.4
4	Каптакс	0.59	0.54	1.26	16.7	30.6
5	МЭАТ+ДЭДТК	6.54	7.53	11.4	12.97	16.1
6	МЭАТ+ФТМ	6.87	8.24	16.5	30.9	66.4
7	МЭАТ+ДФТМ	6.62	10.4	19.9	43.8	81.2
8	МЭАТ+Каптакс	17.68	24.4	62.6	91.3	274
9	МЭАТ	3.74	5.26	9.33	9.71	11.0

**Рисунок 1.** Коэффициент взаимовлияния для смесей в зависимости от концентрации серосодержащего компонента.

Известно, что защитное действие ингибиторов кислотной коррозии, особенно катионактивных органических соединений, обусловлено тремя факторами:

блокировочным, активационным и двойнослойным факторами [11]. Зависимость коэффициента торможения от концентрации в логарифмической системе координат линейна, что свидетельствует о существенном вкладе эффекта блокировки поверхности в ингибирующий эффект (Рисунок 2).

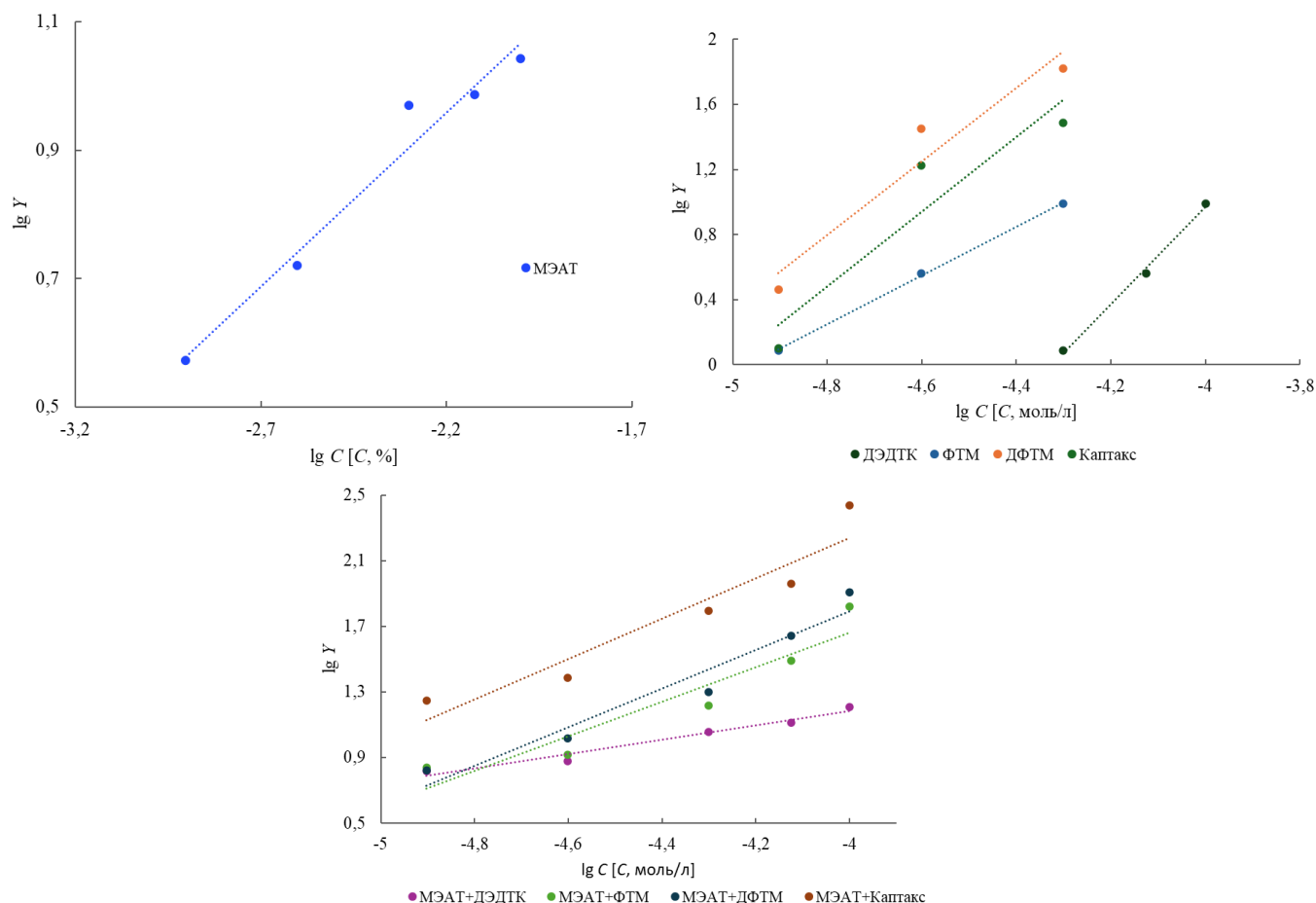


Рисунок 2. Зависимость коэффициента торможения процесса коррозии от концентрации добавок. В легенде представлены сокращенные названия и аббревиатуры ингибиторов и смесей.

Рассмотрим влияние температуры на защитное действие ингибиторов. В Таблице 2 представлены зависимости коэффициентов торможения добавок при концентрации 10^{-4} моль/л ($C_{\text{МЭАТ}} = 0.5\%$) от температуры. Важно отметить, что исследованные ингибиторы имеют разную температурную зависимость коэффициента торможения. У соединений 1, 2 и 4 не наблюдается явной зависимости защитного эффекта от температуры. Для остальных веществ и смесей с ростом температуры реализуется уменьшение тормозящего действия. Это свидетельствует о том, что ингибиторы не являются высокотемпературными.

Таблица 2. Зависимость коэффициента торможения γ от температуры.

№	Ингибитор	Значение γ для температуры, °C			
		25	40	60	80
1	ДЭДТК Na	1.71	1.29	1.02	1.09
2	ФТМ	9.83	12.2	4.74	2.32
3	ДФТМ	66.4	25.4	7.11	1.36
4	Каптакс	30.6	0.91	0.91	1.50
5	МЭАТ	5.93	3.11	1.79	1.33
6	МЭАТ+ДЭДТК	16.1	8.14	8.23	4.96
7	МЭАТ+ФТМ	66.4	32.4	18.9	15.4
8	МЭАТ+ДФТМ	81.19	44.98	10.89	10.29
9	МЭАТ+Каптакс	274	16.63	11.55	10.40

В аррениусовой системе координат зависимость десятичного логарифма скорости коррозии от обратной температуры линейна, что позволяет рассчитать величину эффективной энергии активации (Таблица 3). Значение E_a определяли по формуле (6):

$$E_a = -2.3R \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (6)$$

где $\operatorname{tg} \alpha$ – тангенс угла наклона прямой, R – универсальная газовая постоянная.

Все ингибиторы увеличивают эффективную энергию активации коррозионного процесса. Различия в E_a при наличии ингибиторов или их смесей в кислоте могут быть связаны с температурной зависимостью степени заполнения поверхности. Судя по значениям E_a , во всех случаях, коррозионный процесс протекает с кинетическим контролем ($E_a > 40$ кДж/моль). Следовательно, помимо установленного косвенно (Рисунок 1) эффекта блокировки, в торможении процесса коррозии стали исследуемыми веществами и смесями присутствует активационный фактор.

Обработка концентрационных зависимостей при предположении преобладающего эффекта блокировки в координатах $C/Z - C$ (изотерма Ленгмюра) дает весьма высокие коэффициенты корреляции (Таблица 3). Рассчитанные значения свободной энергии адсорбции ΔG показывают, что при адсорбции смесей 6–9 участвуют химические силы ($\Delta G \leq -40$ кДж/моль), в то время как при адсорбции индивидуальных веществ 2–5 имеет место также и физическое взаимодействие ($\Delta G > -40$ кДж/моль).

Таблица 3. Некоторые расчетные параметры и коэффициенты корреляции линейных зависимостей.

№	Вещество/Смесь	Значение параметра для ингибитора			
		E_a , кДж/моль	$R(E_a)$, %	$-\Delta G$, кДж/моль	$R(\Delta G)$, %
0	H ₂ SO ₄	60.7	99.97	—	—
1	ДЭДТК Na	69.34	99.8	31.5	76.45
2	ФТМ	80.7	98.21	29.4	84.39
3	ДФТМ	125.4	99.87	34.6	89.04
4	Каптакс	104.1	91.16	29.7	78.95
5	МЭАТ 0.5%	89.7	99.59	30.8	99.99
6	МЭАТ+ДЭДТК	80.8	99.26	42.2	99.99
7	МЭАТ+ФТМ	87.5	99.54	41.3	99.98
8	МЭАТ+ДФТМ	98.9	99.48	41.6	99.99
9	МЭАТ+Каптакс	109.5	95.57	44.1	100.00

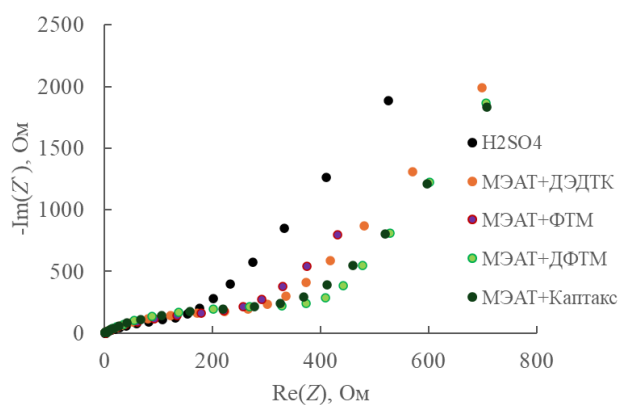
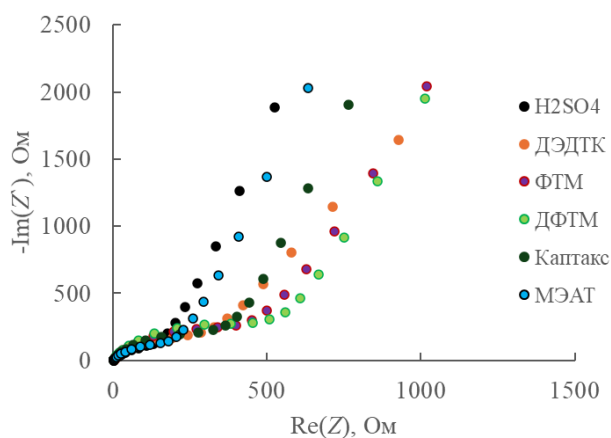


Рисунок 3. Диаграммы Найквиста для чистых веществ и ингибирующих смесей.

Воспользуемся данными импедансных измерений для определения степени заполнения ингибиторами поверхности стали. Диаграммы Найквиста, полученные на стальном электроде в растворе 0.5 М серной кислоты без и при наличии ингибиторов, приведены на Рисунке 3. Экспериментальные диаграммы в большинстве случаев удовлетворительно описываются эквивалентными схемами (Рисунок 3). В эквивалентных схемах R_1 , R_2 , R_3 – сопротивление раствора, переноса заряда и ингибиторного слоя, CPE – элемент постоянной фазы (уподобляется емкости ДЭС), W_1 – импеданс Варбурга, C_1 – емкость дополнительной ингибиторной пленки. Емкость двойного слоя рассчитана по формуле (7) с использованием параметров подобранной схемы:

$$C = (Q(1/R_1 + 1/R_2)^{n-1})^{1/n}, \quad (7)$$

где Q и n – характеристики CPE .

По емкости ДЭС (C) определена по формуле (5) степень заполнения поверхности стали ингибитором или ингибиторной смесью (Θ). Полученные значения Θ и Z смесей и компонентов представлены в Таблице 4.

Таблица 4. Степень заполнения поверхности и степень защиты для ингибиторов и смесей при $C = 0.1$ ммоль/л.

№	Вещество/смесь	$C \cdot 10^6, \Phi$	$\Theta, \%$	$Z, \%$
0	0.5 М H_2SO_4	2.7	–	–
1	ДЭДТК Na	0.88	67.4	41.6
2	ФТМ	0.99	63.3	89.8
3	ДФТМ	1.45	46.1	98.5
4	Каптакс	0.95	64.6	96.7
5	МЭАТ 0.5%	1.57	42	90.9
6	МЭАТ+ДЭДТК	1.16	57.1	93.8
7	МЭАТ+ФТМ	1.13	58.2	98.5
8	МЭАТ+ДФТМ	1.02	62	98.8
9	МЭАТ+Каптакс	1.23	54.5	99.6

Меньшие степени заполнения поверхности по сравнению с гравиметрической степенью защиты, а также увеличение добавками эффективной энергии активации свидетельствует о смешанном механизме действия индивидуальных веществ и смесей.

Таблица 5. Параметры, рассчитанные на основании поляризационных кривых.

Ингибитор	Параметры					
	Коэффициенты Тафеля		Скорость коррозии	Коэффициент торможения γ при различных потенциалах E , В		
	b_a , В	$-b_k$, В		J , А/м ²	–0.6	–0.4
H_2SO_4	0.037	0.116	1.119	–	–	–
ДЭДТК Na	0.059	0.102	0.727	2.05	0.39	0.87
ФТМ	0.041	0.106	0.300	4.13	1.70	4.41
ДФТМ	0.055	0.102	0.168	4.15	2.65	6.43
Каптакс	0.055	0.097	0.137	3.81	1.47	3.78
МЭАТ	0.052	0.106	0.321	9.46	1.33	0.90
МЭАТ+ДЭДТК	0.025	0.111	0.205	3.57	0.42	1.05
МЭАТ+ФТМ	0.045	0.102	0.125	4.28	0.76	0.96
МЭАТ+ДФТМ	0.025	0.112	0.100	4.02	2.13	1.01
МЭАТ+Каптакс	0.018	0.102	0.068	3.19	9.51	0.95

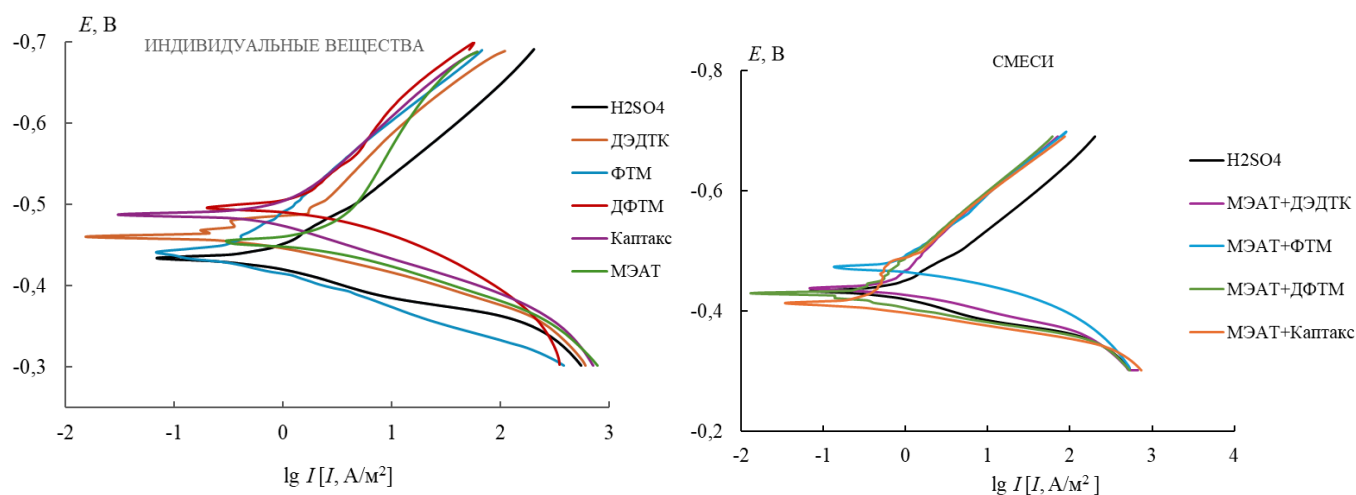


Рисунок 4. Поляризационные кривые стали в растворе без и при наличии ингибиторов (чистые вещества и смеси).

С целью установления влияния исследуемых ингибиторов на парциальные скорости коррозионного процесса проведены поляризационные измерения (Рисунок 4). Как видно из вольтамперных кривых, все индивидуальные соединения, а также смеси МЭАТ с ДЭДТК и ФТМ являются ингибиторами катодного типа, то есть

тормозят катодное выделение водорода. Об этом свидетельствует уменьшение потенциала коррозии при введении ингибитора и сдвиг всей поляризационной кривой в катодную область. В свою очередь, смеси МЭАТ с каптаксом и ДФТМ являются ингибиторами смешанного типа. Механизмы выделения водорода и растворения металла не меняются при введении индивидуальных добавок, поскольку тафелевы коэффициенты катодной и анодной реакций практически постоянны. Из-за уменьшения потенциала коррозии при наличии большинства добавок и смесей по сравнению с чистой кислотой характер их влияния на анодный процесс неоднозначный (Таблица 5).

Выводы

1. Исследованные вещества и смеси на их основе уменьшают скорость коррозии стали в серной кислоте за счет изменения эффективной энергии активации процесса и строения ДЭС, а также механического блокирования части поверхности.
2. Все исследованные чистые вещества и смеси МЭАТ с ДЭДТК и ФТМ преимущественно ингибиторы катодного типа, а смеси МЭАТ с ДФТМ и каптаксом – ингибиторы смешанного типа.
3. Компоненты смесей в основном усиливают действие друг друга.

Финансирование

Работа проведена в рамках НИОКР ЮФУ «Исследование кинетики электродных процессов на границе металл-раствор в зависимости от природы металла, состава раствора, строения ПАВ; получение на его основе новых материалов и разработка нанотехнологий с целью повышения эффективности различных электрохимических систем».

Список литературы

1. Р.Р. Баянов, Н.Т. Муфтеева, А.В. Фахреева, Н.А. Сергеева, В.В. Рагулин, А.Г. Телин и В.А. Докичев, Синтез ингибиторов углекислотной коррозии на основе амидов и эфиров жирных кислот таллового масла, *Башкирский химический журнал*, 2023, **30**, № 4, 34–39. doi: [10.17122/bcj-2023-4-34-39](https://doi.org/10.17122/bcj-2023-4-34-39)
2. Д.С. Бычек, Л.З. Касьянова, А.А. Исламутдинова, Э.К. Аминова, Я.Р. Янтурина и И.А. Соколов, Получение ингибитора коррозии на основе растительных масел, *Нефтегазовое дело*, 2023, № 2, 84–96. doi: [10.17122/ogbus-2023-2-84-96](https://doi.org/10.17122/ogbus-2023-2-84-96)
3. Н.А. Мамедова, Ингибиторы коррозии на основе пальмового масла, *Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы*, 2023, № 2, 58–63.
4. А.С. Чернова, А.А. Исламутдинова, Э.К. Аминова и В.А. Идрисова, Ингибиторы кислотной коррозии на основе амидов олеиновой кислоты, *Системы контроля окружающей среды*, 2022, № 1, 43–48. doi: [10.33075/2220-5861-2022-1-43-48](https://doi.org/10.33075/2220-5861-2022-1-43-48)

-
5. Д.Б. Агамалиева и Н.А. Мамедова, Ингибиторы коррозии на основе хлопкового масла, *Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы*, 2023, № 1, 13–18.
 6. А.Г. Бережная, В.В. Чернявина, Е.С. Худолеева и А.С. Рыбальченко, Некоторые амиды и смеси на их основе как ингибиторы кислотной коррозии, *Коррозия: защита материалов и методы исследований*, 2024, 2, № 2, 45–60.
 7. М.А. Мокрушин, А.Б. Шеин и А.Е. Рубцов, Поиск потенциальных ингибиторов коррозии в ряду серосодержащих органических соединений, *Вестник Пермского университета. Серия: Химия*, 2017, 7, № 3, 271–278, doi: [10.17072/2223-1838-2017-3-271-278](https://doi.org/10.17072/2223-1838-2017-3-271-278)
 8. А.Б. Шеин и М.Д. Плотникова, Производные тиазола и тиадиазола – эффективные ингибиторы кислотной коррозии сталей, *Успехи в химии и химической технологии*, 2021, 35, № 5, 119–121.
 9. И.А. Ушаков, В.С. Никонова, И.В. Полынский, Л.Г. Князева, М.М. Полынская и Е.А. Анциферов, Исследование эффективности ингибиторов коррозии на основе производных изотиурониевых солей, *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*, 2021, 11, № 2, 326–332. doi: [10.21285/2227-2925-2021-11-2-326-332](https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-2-326-332)
 10. В.В. Экилик и О.В. Чиков, Некоторые диагностические критерии взаимного влияния ингибиторов кислотной коррозии металлов, *Защита металлов*, 1991, 27, № 1, 72–82.
 11. Л.И. Антропов, Формальная теория действия органических ингибиторов коррозии, *Защита металлов*, 1977, 13, № 4, 387–399.

Sulfur-containing organic substances and their mixtures with tall oil monoethanolamide as sulfuric acid corrosion inhibitors of steel 3

A.G. Berezhnaya,* V.V. Chernyavina and I.N. Pavlitsky

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Southern Federal University”, st. B. Sadovaya, 105/42, 344006 Rostov-on-Don, Russia

**E-mail: ber@sfedu.ru*

Abstract

The protective effect of captax, phenylthiourea (PTU), diphenylthiourea (DPTU), sodium diethyldithiocarbamate (DEDTC) and tall oil monoethanolamide (MEAT), as well as mixtures of MEAT with sulfur-containing organic substances during corrosion of steel 3 in 0.5 M sulfuric acid solution has been studied by gravimetry, polarization curve removal and impedance spectroscopy. It was found that at the studied concentrations, MEAT, captax, DPTU, PTU and DEDTC provide protection of steel from corrosion in sulfuric acid at 73÷91%, 21÷97%, 66÷98%, 19÷90%, and 25÷42% at a temperature of 20°C, respectively. A mixture of MEAT (0.5%) with organic sulfur-containing substances (10^{-5} ÷ 10^{-4} M) protects steel at the specified temperature by 85÷99%. As the temperature increases, the effectiveness of individual compounds and inhibitory mixtures decreases. The influence of the components and their mixtures on the particular electrode reactions of the corrosion process has been established. The degree of surface filling with inhibitors and the amount of free adsorption energy were determined.

Keywords: *inhibitor, low carbon steel, sulfuric acid, amides.*