

УДК 620.197.3

О влиянии соотношения октадециламина и 1,2,3-бензотриазола на защитные свойства их смеси при камерной обработке стали. 2. Раздельное внесение компонентов

А.В. Караулова,^{1,2} А.Ю. Лучкин,¹ О.А. Гончарова¹ и Н.Н. Андреев^{1*}

¹*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН), Ленинский просп.31, корп. 4, Москва, 119071 Россия*

²*Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Миусская площадь 9, Москва, 125047 Россия*

**E-mail: n.andreev@mail.ru*

Аннотация

В работе коррозионными и электрохимическими методами изучена камерная защита углеродистой стали октадециламином, 1,2,3-бензотриазолом и бинарными ингибиторами на их основе. Показано, что антагонизм защитного действия октадециламина и 1,2,3-бензотриазола при введении их в камеру в виде гомогенизированной смеси, связан в основном с взаимодействием компонентов в навеске ингибитора. С точки зрения практического использования, раздельное введение октадециламина и 1,2,3-бензотриазола в камеру предпочтительнее по сравнению с использованием их гомогенизированной смеси. Оптимальным для защиты углеродистой стали является введение в камеру равных по массе количеств октадециламина и 1,2,3-бензотриазола. Механизм действия бинарного ингибитора блокировочный. При этом, защитное действие изученных камерных ингибиторов связано со стабилизацией пассивного состояния стали.

Ключевые слова: атмосферная коррозия, углеродистая сталь, камерный ингибитор, октадециламин, бензотриазол, вольтамперометрия, спектроскопия электрохимического импеданса.

Поступила в редакцию 22.10.2024 г.; После доработки 08.11.2024 г.; Принята к публикации 29.11.2024 г.

doi: [10.61852/2949-3412-2024-2-4-34-44](https://doi.org/10.61852/2949-3412-2024-2-4-34-44)

Введение

Одним из эффективных методов защиты металлов от атмосферной коррозии является применение парофазных ингибиторов – летучих [1–13] или камерных (КИН) [14–17]. Метод камерной обработки (КО), основанный на использовании

КИН, разработан в ИФХЭ РАН несколько лет назад. Он подразумевает воздействие на металлоизделия паров малолетучих в обычных условиях соединений в герметично закрытой камере при повышенных температурах [14]. В течение КО на поверхности металла из газовой фазы адсорбируются наноразмерные слои ингибиторов, защищающие изделия от атмосферной коррозии после его извлечения из камеры.

Ранее описан эффективный КИН атмосферной коррозии стали – смесь октадециламина (ОДА) и 1,2,3-бензотриазола (БТА) [15]. Однако авторы не анализировали влияние соотношения компонентов смеси на эффективность защиты, полагая, что ОДА и БТА не взаимодействуют друг с другом. Отметим, что в отсутствии взаимодействия компонентов, состав паров смесевых КИН, определяющий эффективность защиты, не зависит от их соотношения. При этом защитное действие смеси выше, чем у компонентов. Тем не менее, исключить взаимодействие слабых основания – ОДА и кислоты – БТА в объеме ингибитора, в газовой фазе и адсорбционных слоях нельзя.

Экспериментальной проверке наличия взаимодействий ОДА и БТА посвящена работа [17]. В ней изучали влияние соотношения компонентов этого КИН на его защитное последствие (ЗП) при введении ОДА и БТА в камеру в виде гомогенизированной смеси. Установлено, что при таком введении ЗП ингибитора зависит от соотношения компонентов. Наилучшие результаты демонстрировал ингибитор, содержащий 75% масс. ОДА. При этом компоненты характеризовались антагонизмом защитного действия. Ответ на вопрос является ли такой антагонизм следствием взаимодействия ОДА и БТА в навеске ингибитора могли дать результаты эксперимента с отдельным (в 2 бюксах) введением этих веществ в камеру.

В связи с этим в настоящей работе исследовали влияние соотношения ОДА и БТА на защитные свойства их смеси при отдельном введении этих соединений в камеру.

Методика эксперимента

Методики подготовки образцов и электродов, условия их КО, проведения коррозионных опытов, поляризационных и импедансометрических измерений аналогичны описанным ранее в [17]. Основным отличием было отдельное введение ОДА и БТА в камеру.

Отметим некоторые различия в обработке результатов спектроскопии электрохимического импеданса (СЭИ). Все диаграммы Найквиста, как и ранее, описывали эквивалентной схемой Мансфелда (Рисунок 1)¹.

¹ Соответствие экспериментальных данных расчетным составляло не менее 98%.

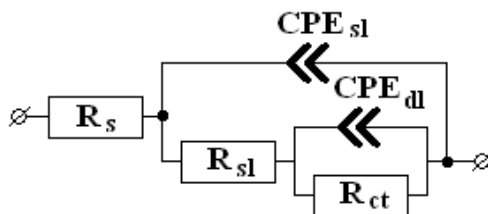


Рисунок 1. Модифицированная эквивалентная схема Мансфельда.

На основе ее номиналов в соответствии с рекомендациями [18] вычисляли парциальные коэффициенты защиты по блокировочному ($\gamma_{\text{бл}}$) и активационному ($\gamma_{\text{акт}}^*$) механизмам, степени блокировки поверхности (Θ) и степени защиты стального электрода (Z^*):

$$\gamma_{\text{бл}} = \frac{R_{\text{sl}}^{\text{об}}}{R_{\text{sl}}^{\text{ис}}} \quad (1)$$

$$\Theta = 1 - \frac{R_{\text{sl}}^{\text{ис}}}{R_{\text{sl}}^{\text{ис}}} \quad (2)$$

$$\gamma_{\text{акт}}^* = (1 - \Theta) \cdot \frac{R_{\text{ct}}^{\text{ис}}}{R_{\text{ct}}^{\text{об}}} \quad (3)$$

$$Z^* = \frac{(R_{\text{ct}}^{\text{об}} - R_{\text{ct}}^{\text{ис}})}{R_{\text{ct}}^{\text{об}}} \quad (4)$$

Здесь индексы ^{об} и ^{ис} относятся к обработанной стали и стали в исходном состоянии.

Результаты и их обсуждение

Коррозионные испытания

Результаты коррозионных испытаний в условиях ежесуточной конденсации влаги приведены в Таблице 1.

На образцах стали в ИС и подвергавшихся термообработке (ТО) в отсутствии КИН, время до появления первых коррозионных поражений ($\tau_{\text{защ}}$) в условиях периодической конденсации влаги составляло 0,5 часа. КО в атмосфере паров БТА приводила к замедлению процесса коррозии в 6 раз (до 3 часов). Камерная обработка ОДА увеличивала сроки полной защиты металла до 120 часов.

Таблица 1. $\tau_{\text{защ}}$ адсорбционных пленок, формируемых на стали при различных вариантах обработки, и коэффициенты взаимного влияния компонентов смесевых КИН.

Условия обработки	$\tau_{\text{защ}}, \text{ч}$	α
ИС	0,5	–
ТО без КИН	0,5	–
БТА 100%	3	–
ОДА 100%	120	–
ОДА 0,25 г//БТА 0,75 г	144	0,8
ОДА 0,5 г//БТА 0,5 г	193	1,1
ОДА 0,75 г//БТА 0,25 г	192	1,1

Защитное последствие (ЗП) смесового КИН при всех условиях обработки стали превосходило последствие ОДА и БТА. Сроки защиты металла от коррозии при раздельном введении компонентов в камеру были больше, чем у гомогенизированных смесей. С ростом содержания к камере ОДА от 0 до 50% величины $\tau_{\text{защ}}$ увеличивались от 3 до 193 часов. Дальнейшее увеличение содержания ОДА в смесевом ингибиторе не оказывало влияния на его эффективность. Взаимное влияние компонентов КИН оценивали коэффициентом α , расчёт которого описан в [17]. Величины α близки к единице и существенно выше аналогичных значений для опытов, описанных в [17].

Таким образом, антагонизм защитного действия, отмеченный в [17], связан в основном с взаимодействием ОДА и БТА при их смешении. Тем не менее, зависимость $\tau_{\text{защ}}$ от соотношения ОДА и БТА при их раздельном введении в камеру подразумевает наличие взаимодействий компонентов в газовой фазе и/или на поверхности металла. С точки зрения практического использования раздельное введение ОДА и БТА в камеру предпочтительнее по сравнению с использованием их гомогенизированной смеси. Оптимальным для защиты стали является введение в камеру равных по массе количеств ОДА и БТА.

Потенциодинамические исследования

На Рисунке 2 приведены анодные поляризационные кривые стальных электродов при различных вариантах их обработки. Во всех случаях они имели вид, характерный для пассивного металла.

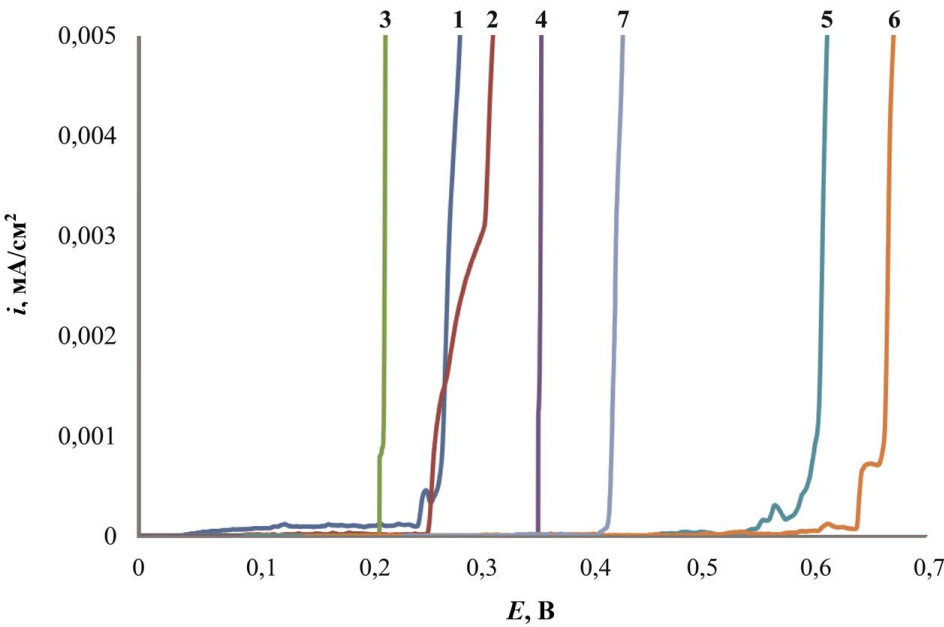


Рисунок 2. Кривые анодной поляризации стали в боратном буферном растворе (ББР) (рН 7,36; 1 мМ NaCl) при различных вариантах ее обработки: 1 – ИС, 2 – ТО без КИН, 3 – БТА, 4 – ОДА, 5 – ОДА 25%/БТА 75%, 6 – ОДА 50%/БТА 50%, 7 – ОДА 75%/БТА 25%.

Стационарный потенциал электродов (E_0) в ИС был равен 0,035 В (Таблица 2). При поляризации электродов в анодную сторону, на кривых практически сразу появлялись токовые осцилляции. Пробой пассивной плёнки происходил при $E_{пр}=0,250$ В. Локальный характер нарушения пассивности подтверждался при осмотре электродов по окончании опытов. На их поверхности наблюдались одна или несколько темных точек – питтингов.

ТО без КИН незначительно увеличивала характеристические значения E .

Таблица 2. Влияние обработки стали в парах КИН на характеристики анодных поляризационных кривых в ББР (рН 7,36, 1 мМ NaCl).

Условия обработки	E_0 , В	$E_{пр}$, В
ИС	0,035	0,250
ТО без КИН	0,070	0,280
БТА 100%	–0,085	0,210
ОДА 100%	–0,130	0,345
ОДА 0,25 г//БТА 0,75 г	0,093	0,538
ОДА 0,5 г//БТА 0,5 г	0,145	0,636
ОДА 0,75 г//БТА 0,25 г	0,233	0,416

КО стали с навеской БТА смещала значения E_0 в катодную сторону. В результате такой обработки величина $E_{пр}$ была меньше, чем $E_{пр}$ для стали в ИС и стали, термообработанной без КИН.

Обработка стали в парах ОДА также приводит к разоблагораживанию E_0 . Пассивное состояние стали при такой обработке заметно стабилизировалось: величина $E_{пр}$ составляла 0,35 В.

ЗП адсорбционных пленок возрастало при введении в камеру одновременно ОДА и БТА. При этом наилучшая защита, как и в серии коррозионных опытов, наблюдалась при равном массовом соотношении компонентов ингибитора в камере ($E_{пр}=0,636$ В).

Отметим, что отдельный способ введения компонентов смеси обеспечивал лучшую защиту стали по сравнению с введением в камеру ОДА и БТА в виде гомогенизированной смеси [17].

Таким образом, данные вольтамперометрии подтверждают выводы предыдущего раздела о преимуществах отдельного введения в камеру ОДА и БТА и оптимальном соотношении компонент ингибитора. При этом защитное действие изученных КИН связано со стабилизацией пассивного состояния стали.

Спектроскопия электрохимического импеданса

Дополнительные данные о защитных свойствах плёнок, сформированных при отдельном внесении ОДА и БТА в камеру, получали методом СЭИ.

Диаграммы Найквиста, полученные в этой серии опытов, приведены на Рисунке 3, а параметры эквивалентной схемы, описывающей эти диаграммы, в Таблице 3. Характеристические значения защитного действия различных вариантов обработки стали собраны в Таблице 4.

Таблица 3. Параметры эквивалентной схемы при различных вариантах обработки стального электрода.

Условия обработки	R_s , $k\Omega \cdot cm^2$	CPE_{sl} , $S \cdot s^n / cm^2$	n_{sl}	R_{sl} , $k\Omega \cdot cm^2$	CPE_{dl} , $S \cdot s^n / cm^2$	n_{dl}	R_{ct} , $k\Omega \cdot cm^2$
ИС	0,95	$3,41 \cdot 10^{-5}$	1,00	7,80	$4,39 \cdot 10^{-5}$	0,89	58,00
ТО без КИН	0,46	$6,87 \cdot 10^{-6}$	0,88	76,4	$2,62 \cdot 10^{-5}$	1,00	76,00
БТА 100%	0,47	$9,02 \cdot 10^{-7}$	0,91	106	$6,87 \cdot 10^{-6}$	0,67	402,00
ОДА 100%	0,59	$9,71 \cdot 10^{-7}$	0,85	209	$4,27 \cdot 10^{-6}$	1,00	441,00
ОДА 0,25 г//БТА 0,75 г	0,49	$1,08 \cdot 10^{-6}$	1,00	216,4	$2,30 \cdot 10^{-6}$	1,00	446,44
ОДА 0,5 г//БТА 0,5 г	0,29	$1,09 \cdot 10^{-6}$	0,79	352	$2,76 \cdot 10^{-6}$	1,00	643,52
ОДА 0,75 г//БТА 0,25 г	0,51	$1,08 \cdot 10^{-6}$	0,82	293,6	$2,56 \cdot 10^{-6}$	1,00	740,79

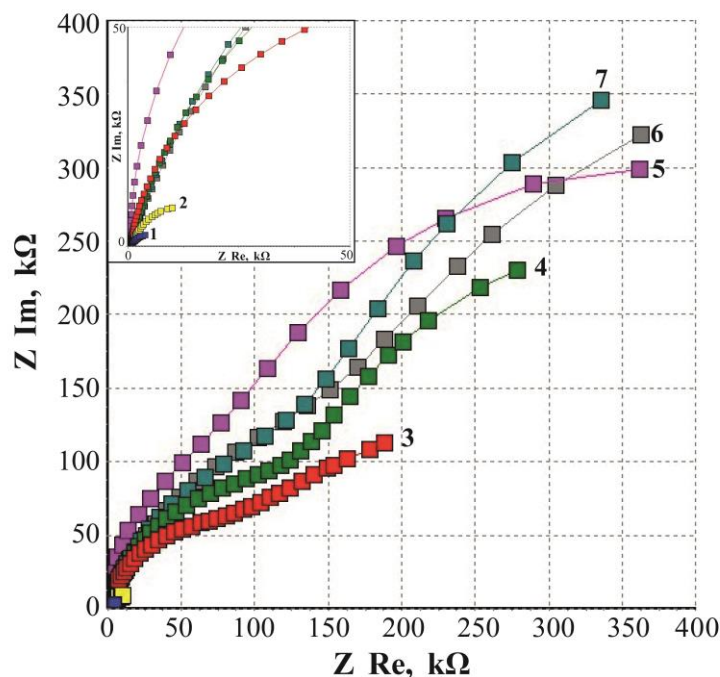


Рисунок 3. Диаграммы Найквиста стальных электродов в ББР (pH 7,36; 1 mM NaCl) при различных вариантах их обработки: 1 – ИС, 2 – ТО без КИН, 3 – БТА, 4 – ОДА, 5 – ОДА 0,25 г//БТА 0,75 г, 6 – ОДА 0,5 г//БТА 0,5 г, 7 – ОДА 0,75 г//БТА 0,25 г.

ТО стальных электродов без КИН приводила к увеличению сопротивления поверхностных слоёв (R_{sl}) почти на порядок. Кроме того, такой вид обработки вёл к снижению емкости границы раздела металл-электролит (CPE_{sl}) вследствие роста толщины оксидного слоя на поверхности. Анализ значений параметра CPE_{dl} до и после термообработки электрода указывает на уменьшение электрохимически активной поверхности. В результате ТО сопротивление R_{ct} увеличилось в 1,3 раза. Значения n_{sl} и n_{dl} фактически не изменились после ТО, что говорит об однородности оксидной плёнки и отсутствии диффузионных ограничений при протекании электродных процессов в двойном слое. Эффективность ТО для стали составила 24%.

Камерная обработка электродов парами БТА сопровождалась формированием адслоя на металле, о чём свидетельствует снижение параметра CPE_{sl} . Такая обработка приводит к увеличению сопротивления поверхностных слоёв по сравнению с поверхностными слоями на стали в ИС и после ТО. Значения CPE_{dl} уменьшались на порядок и поляризационное сопротивление возрастало примерно в 7 раз. Степень защиты для такой обработки составляет 86%.

Камерная обработка стали ОДА приводила к снижению значений параметров CPE_{sl} и CPE_{dl} . Блокирующее действие плёнки ОДА выше, чем у плёнки БТА, о чём свидетельствует значение R_{sl} . Степень защиты стали ОДА составила 87%.

Обработка в парах бинарного ОДА//БТА также приводит к снижению CPE_{sl} и CPE_{dl} , а также существенному росту R_{sl} и R относительно стали в ИС и термообработанных без КИН. В случае CPE_{sl} его величины практически не зависят от соотношения компонентов и близки к таковым у пленок ОДА. Величины R_{sl} зависят от соотношения компонентов смеси и имеют максимальное значение для комбинации ОДА 0,5 г//БТА 0,5 г. Доля электрохимически активной поверхности снижается сильнее, чем при обработке стали в парах ОДА. Этот вывод можно сделать из сравнения величин CPE_{dl} . Причем существенной разницы в значениях CPE_{dl} при различном соотношении компонентов не наблюдали. Величины R_{ct} , рассчитанные для пленок, полученных в парах бинарных ингибиторов, превосходят таковые для индивидуальных КИН. С ростом содержания ОДА в КИН растёт величина R_{ct} . Степени защиты для системы ОДА//БТА лежат в пределах 87–92%.

Сопоставление величин γ_{bl} и $\gamma_{акт}^*$ свидетельствует о блокировочном механизме действия ингибиторов. Более того процессы коррозии на неблокированных участках поверхности стали слегка ускорялись при всех рассмотренных вариантах обработки электродов. Значения $\gamma_{акт}^*$ были существенно ниже единицы. Блокировка поверхности для композитных ингибиторов была выше 95% и максимальна ($\Theta = 98\%$) для смеси равных весовых частей ОДА и БТА.

Таблица 4. Характеристические значения защитного действия различных вариантов обработки стали.

Условия обработки	γ_{bl}	$\gamma_{акт}^*$	Θ , %	Z^* , %
ТО без КИН	9,82	0,13	90	24
БТА 100%	13,62	0,51	93	86
ОДА 100%	26,85	0,28	96	87
ОДА 0,25 г//БТА 0,75 г	27,81	0,28	96	87
ОДА 0,5 г//БТА 0,5 г	45,23	0,24	98	92
ОДА 0,75 г//БТА 0,25 г	37,73	0,34	97	92

Таким образом, данные СЭИ подтверждают наибольшую эффективность защиты при введении в камеру равных по массе количеств ОДА и БТА. Механизм действия бинарного ингибитора блокировочный.

Выводы

Наиболее эффективную защиту стали обеспечивает обработка ОДА и БТА при их равном массовом содержании в камере. Взаимодействие компонентов КИН при их введении в камеру в виде гомогенизированной смеси ведёт к антагонизму защитного

действия ОДА и БТА. Раздельное внесение компонентов в камеру предпочтительнее использования однородной смеси ОДА и БТА. Изученные КИН ингибируют коррозионные процессы посредством блокировки поверхности стали. КО изученными ингибиторами приводит к стабилизации пассивного состояния стали.

Список литературы

1. О.И. Голяницкий, *Летучие ингибиторы коррозии черных металлов*, 1958, Челябинск: Челябинское книжное издательство, 75 с.
2. С. Келлер и Г. Рейнхард, Упаковочные материалы, содержащие летучие ингибиторы коррозии. Принципы защиты, *Коррозия: материалы, защита*, 2015, № 8, 24–34.
3. Yu.I. Kuznetsov, Fundamental and Practice of Volatile Corrosion Inhibitors of Atmospheric Corrosion of Metals, *Proceedings of 6th All Polish Corrosion Conference KORROZJA '99*, 1999, 425.
4. F.A. Ansari, C. Verma, Y.S. Siddiqui, E.E. Ebenso and M.A. Quraishi, Volatile corrosion inhibitors for ferrous and non-ferrous metals and alloys: A review, *Int. J. Corros. Scale Inhib.*, 2018, 7, no. 2, 126–150. doi: [10.17675/2305-6894-2018-7-2-2](https://doi.org/10.17675/2305-6894-2018-7-2-2)
5. M. Sieber, S. Lautner and F. Faßbender, Evaluation of volatile corrosion inhibitors in the presence of condensation water by electrochemical methods, 2019, *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, **480**, 012029. doi: [10.1088/1757-899X/480/1/012029](https://doi.org/10.1088/1757-899X/480/1/012029)
6. X. Cheng, X. Jiang, Ch. Guo, L. Pan and L. Lu, Insights into the Molecular Motion of Benzotriazole in the Volatile Corrosion Inhibitor Packaging: A Detection and Mass Transfer Study, *J. Macromol. Sci., Part B: Phys.*, **62**, no. 11, 583–601. doi: [10.1080/00222348.2023.2236849](https://doi.org/10.1080/00222348.2023.2236849)
7. Ю.И. Кузнецов, Л.В. Фролова и Е.В. Томина, О защите углеродистых сталей от сероводородной коррозии смесями летучих и контактных ингибиторов, *Защита металлов*, 2007, **43**, № 2, 160–166.
8. Р.К. Вагапов, Р.В. Кашковский и Ю.И. Кузнецов, Летучие ингибиторы сероводородной коррозии для защиты стального оборудования и трубопроводов, *Коррозия: материалы, защита*, 2010, № 10, 16–24.
9. Р.В. Кашковский, Летучие амины – эффективные ингибиторы сероводородной коррозии стали, *Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКАР*, 2011, № 2, 48–54.
10. Д.Н. Жерновников, Н.А. Курьято, В.А. Брыксина и А.В. Дорохов, Защита стали от атмосферной коррозии летучим ингибитором коррозии, *Инновационные материалы и технологии, 2024: Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых*, Минск, 31 марта – 04 апреля 2024 года – Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2024, 454–455.

-
11. V.I. Vigdorovich, L.E. Tsygankova, N.V. Shel, L.G. Knyazeva, A.V. Dorokhov and A.A. Uryadnikov, Assessment of the protective effectiveness of a volatile inhibitor in atmospheric corrosion of steel under conditions of increased concentrations of carbon dioxide, ammonia and hydrogen sulfide by electrochemical methods, *Int. J. Corros. Scale Inhib.*, 2020, **9**, no. 1, 34–43. doi: [10.17675/2305-6894-2020-9-1-2](https://doi.org/10.17675/2305-6894-2020-9-1-2)
 12. H.L. Zhang, T.F. Ma, L.X. Gao, D.Q. Zhang, G.A. Wei, H.B. Yan and S.L. Weu, Vapor phase assembly of urea–amine compounds and their protection against the atmospheric corrosion of carbon steel, *J. Coat. Technol. Res.*, 2020, **17**, 503–515. doi: [10.1007/s11998-019-00301-7](https://doi.org/10.1007/s11998-019-00301-7)
 13. M.A.G.Jr Valente, D.A. Teixeira D.L. Azevedo, G.T. Feliciano, A.V. Benedetti and C.S. Fugivara, Caprylate Salts Based on Amines as Volatile Corrosion Inhibitors for Metallic Zinc: Theoretical and Experimental Studies, *Front. Chem.*, 2017, **5**, 32. doi: [10.3389/fchem.2017.00032](https://doi.org/10.3389/fchem.2017.00032)
 14. Н.Н. Андреев, О.А. Гончарова, Ю.И. Кузнецов и А.Ю. Лучкин, Метод защиты металлов от атмосферной коррозии, Патент РФ 2649354, 02.04.2018.
 15. O.A. Goncharova, A.Yu. Luchkin, N.P. Andreeva, V.E. Kasatkin, S.S. Vesely, N.N. Andreev and Yu.I. Kuznetsov, Mutual Effects of Components of Protective Films Applied on Steel in Octadecylamine and 1,2,3-Benzotriazole Vapors, *Materials*, 2021, **14**, no. 23, 7181. doi: [10.3390/ma14237181](https://doi.org/10.3390/ma14237181)
 16. О.С. Макарова, Использование 2-Этилгексановой кислоты в качестве камерного ингибитора цинка и оцинкованной стали, Физикохимия–2023: СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ XVIII КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ ИФХЭ РАН, Москва, 04–08 декабря 2023 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, 2023, 112–113.
 17. А.В. Караулова, А.Ю. Лучкин, О.А. Гончарова и Н.Н. Андреев, О влиянии соотношения октадециламина и бензотриазола на защитные свойства их смеси при камерной обработке стали, *Коррозия: защита материалов и методы исследований*, 2024, **1**, 106–118. doi: [10.61852/2949-3412-2024-2-1-106-118](https://doi.org/10.61852/2949-3412-2024-2-1-106-118)
 18. A.Yu. Luchkin, V.E. Kasatkin, N.N. Andreev, S.S. Vesely, O.A. Goncharova and Yu.I. Kuznetsov, Analysis of the properties and mechanisms of action of chamber corrosion inhibitors based on electrochemical impedance spectra, *Int. J. Corros. Scale Inhib.*, 2024, **13**, no. 4, 1891–1907. doi: [10.17675/2305-6894-2024-13-4-1](https://doi.org/10.17675/2305-6894-2024-13-4-1)

Effect of the octadecylamine and 1,2,3-benzotriazole ratio on the protective properties of their mixture in the chamber treatment of steel. 2. Separate introduction of components

A.V. Karaulova,^{1,2} A.Yu. Luchkin,¹ O.A. Goncharova¹ and N.N. Andreev^{1*}

¹A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry, Russian Academy of Sciences, Leninsky pr. 31, 119071 Moscow, Russian Federation

²D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya sq. 9, 125047 Moscow, Russian Federation

*E-mail: n.andreev@mail.ru

Abstract

In the article, the chamber protection of steel with octadecylamine, benzotriazole and binary inhibitors based on them was studied by corrosion and electrochemical methods. It is demonstrated that antagonism of protective action of octadecylamine and benzotriazole in the case of their introduction into the chamber in the form of homogenised mixture is primarily associated mainly with interaction of components in the inhibitor portion. From the perspective of practical utility, the discrete introduction of octadecylamine and benzotriazole into the chamber is more advantageous than the use of a homogenised mixture. The optimal method for protecting carbon steel is the introduction of equal amounts of octadecylamine and benzotriazole into the chamber by weight. The mechanism of action of the binary inhibitor can be defined as a blocking action. The protective effect of the aforementioned chamber inhibitors is associated with the stabilisation of the passive state of steel.

Keywords: atmospheric corrosion, steel, chamber inhibitor, octadecylamine, benzotriazole, voltammetry, electrochemical impedance spectroscopy.