

# Полная исследовательская публикация

Тематический раздел: Исследование новых технологий.

Утверждённая научная специальность ВАК: 1.4.3. Органическая химия; 1.4.4. Физическая химия;

1.4.14. Кинетика и катализ; 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Идентификатор ссылки на объект – ROI: jbc-01/25-83-9-30

Цифровой идентификатор объекта – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-30

УДК 620.193. Поступила в редакцию 22 июля 2025 г.

## Защита от коррозии стальных изделий новыми масляными ингибиционными покрытиями

© Зарапина\* Ирина Вячеславовна, Осетров<sup>+</sup> Александр Юрьевич

Кафедра «Химия и химические технологии». Технологический институт. Тамбовский государственный технический университет. ул. Советская, д.106/5, пом. 2. г. Тамбов, 392000. Россия. Тел.: +7 (4752) 63-10-19. E-mail: ksanset@list.ru

\*Ведущий направление; <sup>+</sup>Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** моторное масло, турбинное масло, консервационный состав, ингибитор коррозии, скорость коррозии.

### Аннотация

В работе представлены результаты экспериментальных исследований защитной эффективности малокомпонентных консервационных составов на масляной основе. В качестве растворителя-основы консервационного состава использовалось отработанное моторное масло, осветленное карбамидом, и отработанное турбинное масло ТП-22С, регенерированное адсорбционно-щелочным методом. В качестве ингибирующей активной добавки использовали смесь коллоидного графита с толщиной пластинок менее 100 нм и триэтаноламина в соотношении 1:1. Максимальная концентрация активной добавки составила 5 % масс. Исследования проводились на образцах из стали Ст20, которые погружались в ванну с масляным составом (температура 20 °C) на 1 мин., извлекались и выдерживались в подвешенном состоянии на воздухе при комнатной температуре в течение суток для стекания избытка масляной композиции и формирования защитной пленки. Оценка защитной эффективности композиции, содержащей 5 % масс. активной ингибирующей добавки проводилась методом, в основу которого положено определение изменения потенциала φ металла под защитной пленкой при погружении в электролит. Определено, что при нанесении предлагаемых защитных композиций наблюдается смещение электродного потенциала в положительную область по сравнению с потенциалом незащищенной поверхности, причем наблюдаются довольно протяженные области торможения коррозионного процесса, на которых величина  $\Delta\phi = const$ . Определялась способность масляных композиций вытеснять 0.1%-ный раствор бромистоводородной кислоты с поверхности металлической пластинки при этом консервационный состав на основе отработанного трансформаторного масла, содержащий 5 % масс. активной ингибирующей добавки полностью вытесняет бромистоводородную кислоту с поверхности пластиинки. Данный состав показал максимальную защитную эффективность (93%) при проведении коррозионных исследований в среде сильного электролита ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Сделано предположение о механизме влияния коллоидной формы графита и триэтаноламина на повышение защитной эффективности консервационных противокоррозионных составов.

### Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Зарапина И.В., Осетров А.Ю. Защита от коррозии стальных изделий новыми масляными ингибиционными покрытиями. *Бутлеровские сообщения*. 2025. Т.83. №9. С.30-37. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-30

### Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Зарапина И.В., Осетров А.Ю. Защита от коррозии стальных изделий новыми масляными ингибиционными покрытиями. *Бутлеровские сообщения А*. 2025. Т.11. №3. Id.14. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-30/ROI-jbc-RA/25-11-3-14

### The output for citing the English online version of the article:

Irina V. Zarapina, Alexander Yu. Osetrov. Corrosion protection of steel products with new oil-inhibited coatings. *Butlerov Communications A*. 2025. Vol.11. No.3. Id.14. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-30/ROI-jbc-A/25-11-3-14

- [1] Улиг Г.Г., Реви Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику. *Ленинград: Химия*. **1989**. 456с. [G.G. Ulig, R.U. Revi. Corrosion and its control. Introduction to corrosion science and technology. *Leningrad: Chemistry*. **1989**. 456p. (Russian)]
- [2] Неверов А.С., Родченко Д.А., Цырлин М.И. Коррозия и защита материалов. Учебное пособие. *Москва: Форум: ИНФРА-М*. **2013**. 224с. [A.S. Neverov, D.A. Rodchenko, M.I. Tsyrlin. Corrosion and protection of materials. Study guide. *Moscow: Forum: INFRA-M*. **2013**. 224p. (Russian)]
- [3] Тюменцева С.И., Парфёнова С.Н. Покрытие для защиты металлов от коррозии. *Бутлеровские сообщения*. **2013**. Т.35. №9. С.129-130. ROI: jbc-01/13-35-9-129 [S.I. Tumentseva, S.N. Parfenova. Coating for protection of metals from corrosion. *Butlerov Communications*. **2013**. Vol.35. No.9. P.129-130. ROI: jbc-01/13-35-9-129 (Russian)]
- [4] H.U. Herpert. The Corrosion Handbook. *New York: John Wiley & Sons, Inc.* **2014**. 1188р.
- [5] Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Шабалина Т.Н., Багдасаров Л.Н. Смазочные материалы и проблемы экологии. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. *Москва: ГУП Издательство «Нефть и газ»*. **2000**. 424с. [A.Yu. Evdokimov, I.G. Fuks, T.N. Shabalina, L.N. Bagdasarov. Lubricants and environmental problems. Russian State University of Oil and Gas. Them. I.M. Gubkin. *Moscow: State Unitary Enterprise Oil and Gas Publishing House*. **2000**. 424p. (Russian)]
- [6] Иванов М.Г., Иванов Д.М., Бурая И.В. Закономерности изменения антикоррозийной активности сульфонатных присадок в полиальфоолеиновом масле под действием ультразвука. *Бутлеровские сообщения*. **2022**. Т.72. №11. С.106-113. DOI 10.37952/ROI-jbc-01/22-72-11-106 [Mikhail G. Ivanov, Denis M. Ivanov, Irina V. Buraya. Patterns of changes in the anticorrosion activity of sulfonate additives in polyalfoolefin oil under the action of ultrasound. *Butlerov Communications A*. **2022**. Vol.4. No.4. Id.9. DOI: 10.37952/ROI-jbc-A/22-4-4-9]
- [7] Иванов М.Г., Иванов Д.М. Об антикоррозийных свойствах ружейного масла РЖ. Проблема ингибитора коррозии АКОР-1. *Бутлеровские сообщения*. **2021**. Т.66. №5. С.51-57. DOI 10.37952/ROI-jbc-01/21-66-5-51 [M.G. Ivanov, D.M. Ivanov. On the anti-corrosion properties of gun oil RZh. The problem of corrosion inhibitor AKOR-1. *Butlerov Communications B*. **2021**. Vol.1. No.1. P.13. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/21-66-5-51/ROI-jbc-RB/21-1-1-13]
- [8] Кожевников В.А., Попов С.К., Строгонов К.В. Возможности и перспективы использования отработанных нефтепродуктов как топлива. *Известия Томского политехнического университета. Инжениринг георесурсов*. **2022**. Т.333. №8. С.192-204. DOI 10.18799/24131830/2022/8/3613 [V.A. Kozhevnikov, S.K. Popov, K.V. Strogonov. Opportunities and prospects for the application of used petroleum products as fuel. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Georesource Engineering*. **2022**. Vol.333. No.8. P.192-204. DOI 10.18799/24131830/2022/8/3613 (Russian)]
- [9] Прохоренков В.Д., Остриков В.В., Князева Л.Г., Чернышева И.Ю. Противокоррозионные свойства отработанного моторного масла М10Г<sub>2</sub>(К). *Практика противокоррозионной защиты*. **2003**. №2. С.7-11. [V.D. Prokhorenkov, V.V. Ostrikov, L.G. Knyazeva, I.Yu. Chernysheva. Anticorrosion properties of waste motor oil M10G<sub>2</sub>(K). *Practice of Anti-Corrosion Protection*. **2003**. No.2. P.7-11. (Russian)]
- [10] Остриков В.В., Тупотилов Н.Н., Корнев А.Ю., Власов С.В. Смазочная композиция на основе отработавшего моторного масла. *Химия и технология топлив и масел*. **2006**. №4. С.35-37. [V.V. Ostrikov, N.N. Tupotilov, A.Yu. Kornev, S.V. Vlasov. Lubricating composition based on waste motor oil. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. **2006**. No.4. P.35-37. (Russian)]
- [11] Крымская Р.С. Ингибионный состав для внутренней консервации. *Бутлеровские сообщения*. **2019**. Т.60. №12. С.81-86. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/19-60-12-81 [R.S. Krymskaya. Inhibited composition for internal preservation. *Butlerov Communications*. **2019**. Vol.60. No.12. P.81-86. ROI: jbc-01/19-60-12-81 (Russian)]
- [12] Лямина Г.В., Шевченко И.Н., Данилова Т.В. Разработка ингибитора коррозии на основе суспензий наночастиц оксида цинка для сталей в кислых средах. *Бутлеровские сообщения*. **2022**. Т.71. №7. С.20-28. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/22-71-7-20 [Galina V. Lyamina, Ivan N. Shevchenko, Taisia V. Danilova. Development of a corrosion inhibitor based on suspensions of zinc oxide nanoparticles for steels in acidic media. *Butlerov Communications A*. **2022**. Vol.4. No.3. Id.13. DOI: 10.37952/ROI-jbc-A/22-4-3-13]
- [13] Рухов А.В., Осетров А.Ю., Аль-амери Саджа Нафеа Мохсин, Рухов А.В., Черникова О.В. Особенности влияния коллоидных форм графита на коррозионную стойкость стальных изделий, покрытых модифицированными защитными композициями на основе отработанных нефтяных моторных масел. *Бутлеровские сообщения*. **2023**. Т.74. №5. С.41-47. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/23-74-5-41 [A.V. Rukhov, A.Yu. Osetrov, Saja Nafea Mohsin Al-Ameri, A.V. Rukhov, O.V. Chernikova. Features of the influence of colloidal forms of graphite on the corrosion resistance of steel products coated with modified protective compositions based on used petroleum motor oils. *Butlerov Communications A*. **2023**. Vol.5. No.2. Id.12. DOI: 10.37952/ROI-jbc-A/23-5-2-12]

## Полная исследовательская публикация \_\_\_\_\_ Зарапина И.В., Осетров А.Ю.

- [14] Кошелев В.Н., Примерова О.В., Ступникова А.С. Азот и серосодержащие гетероциклы – потенциальные антиокислительные присадки в минеральных и синтетических маслах. *Бутлеровские сообщения*. **2021**. Т.67. №8. С.47-60. DOI 10.37952/ROI-jbc-01/21-67-8-47. [V.N. Koshelev, O.V. Primerova, A.S. Stupnikova. Nitrogen and sulfur-containing heterocycles are potential antioxidant additives in mineral and synthetic oils. *Butlerov Communications A*. **2021**. Vol.2. No.3. Id.16. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/21-67-8-47/ ROI-jbc-A/25-11-3-14]
- [15] Патент РФ 2554357. МПК C10M 175/02. Способ очистки отработанного масла. Остриков В.В., Корнев А.Ю., Попов С.Ю., Шихалев И.Н.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук. №2014131692/04; заявл. 30.07.2014; опубл. 27.06.2015. Бюл. №18. [Patent RU 2554357. IPC C10M 175/02. A method for cleaning waste oil. V.V. Ostrikov, A.Yu. Kornev, S.Yu. Popov, I.N. Shikhalev. Applicant and patent holder state scientific institution all-russian scientific research institute for the use of machinery and petroleum products of the russian academy of agricultural sciences. No.2014131692/04; application. 30.07.2014; published. 27.06.2015. Bul. No.18. (Russian)]
- [16] Рухов А.В., Осетров А.Ю., Аль-амери Саджа Нафеа Мохсин, Черникова О.В., Рухов А.В., Спиридонова А.П. Адсорбционно-щелочной метод регенерации машинных масел на примере комплексной переработки отработанных синтетических моторных и турбинных масел. *Бутлеровские сообщения*. **2023**. Т.73. №3. С.46-53. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/23-73-3-46 [Artem V. Rukhov, Alexander Yu. Osetrov, Saja Nafea Mohsin Al-Ameri, Olga V. Chernikova, Anton V. Rukhov, Anna P. Spiridonova. Adsorption-alkaline method of regeneration of engine oils on the example of complex processing of waste synthetic motor and turbine oils. *Butlerov Communications A*. **2023**. Vol.5. No.1. Id.18. DOI: 10.37952/ROI-jbc-A/23-5-1-18]
- [17] Дребенкова И.В., Царюк Т.Я. Экспресс-метод оценки защитной эффективности консервационных материалов. *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Прикладные науки. Строительство*. **2008**. №6. С.86-90. [I.V. Drebenkova, T.Ya. Tsaryuk. Express method for evaluating the protective effectiveness of conservation materials. *Bulletin of Polotsk State University. Series B: Applied Sciences. Construction*. **2008**. No.6. P.86-90.]
- [18] Физико-химические методы анализа. Под ред. Алексковского В.Б. и Яцмиирского К.Б.). *Ленинград: Химия*. **1971**. 424c. [Physico-chemical methods of analysis. Ed. V.B. Aleskovsky and K.B. Yatsimirsky. Leningrad: Chemistry. **1971**. 424p.]
- [19] Патент РФ 2736196. МПК C23F 11/02. Камерный ингибитор коррозии. Андреев Н.Н., Гончарова О.А., Лучкин А.Ю., Кузнецов Д.С., Бетретдинова О.А.; заявитель и патентообладатель ФГБУН ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН. № 2020112430; заявл. 26.03.2020; опубл. 12.11.2020, Бюл. №35. 9c. [Patent RU 2736196. IPC C23F 11/02. Chamber corrosion inhibitor. N.N. Andreev, O.A. Goncharova, A.Yu. Luchkin, D.S. Kuznetsov, O.A. Betretdinova. Applicant and patent holder of the frumkin institute of physics and technology of the russian academy of sciences. No.2020112430; application dated 03.26.2020; publ. 12.11.2020. Bul. No.35. 9p.]
- [20] Irina V. Zarapina, Alexander Yu. Osetrov. Corrosion protection of steel products with new oil-inhibited coatings. *Butlerov Communications A*. **2025**. Vol.11. No.3. Id.14. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-30/ROI-jbc-A/25-11-3-14
- [21] Зарапина И.В., Осетров А.Ю. Защита от коррозии стальных изделий новыми масляными ингибированными покрытиями. *Бутлеровские сообщения А*. **2025**. Т.11. №3. Id.14. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-30/ROI-jbc-RA/25-11-3-14

The English version of the article have been published in the international edition of the journal

**Butlerov Communications A**  
*Advances in Organic Chemistry & Technologies*

*The Reference Object Identifier – ROI: jbc-B/25-11-3-14*

*The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-30/ROI-jbc-B/25-11-3-14*

## Corrosion protection of steel products with new oil-inhibited coatings

Irina V. Zarapina,\* Alexander Yu. Osetrov<sup>+</sup>

*Department Chemistry and Chemical Technologies. Technological Institute.  
Tambov State Technical University. Soviet St., 106/5, Room 2. Tambov, 392000.  
Russia. Phone: +7 (4752) 63-10-19. E-mail: ksanset@list.ru*

---

\*Supervising author; <sup>+</sup>Corresponding author

**Keywords:** engine oil, turbine oil, preservative composition, corrosion inhibitor, corrosion rate.

### Abstract

The paper presents the results of experimental studies of the protective effectiveness of low-component oil-based preservatives. Spent engine oil clarified with carbamide and spent turbine oil TP-22C, regenerated by the adsorption-alkaline method, were used as the solvent base of the conservation composition. A mixture of colloidal graphite with a plate thickness of less than 100 nm and triethanolamine in a ratio of 1:1 was used as an inhibitory active additive. The maximum concentration of the active additive was 5 % wt. The studies were carried out on samples made of St20 steel, which were immersed in a bath with an oil composition (temperature 20 °C) for 1 min, extracted and suspended in air at room temperature for 24 hours to drain off excess oil composition and form a protective film. Evaluation of the protective effectiveness of a composition containing 5 masses. The % of the active inhibitory additive was carried out by a method based on the determination of the change in the potential  $\phi$  of the metal under the protective film when immersed in an electrolyte. It is determined that when applying the proposed protective compositions, the electrode potential is shifted to a positive region compared to the potential of the unprotected surface, and quite extensive areas of corrosion process inhibition are observed, in which the value  $\phi = \text{const}$ . The ability of oil compositions to displace a 0.1% solution of hydrobromic acid from the surface of a metal plate was determined, while a preservative composition based on spent transformer oil containing 5 % wt. of the active inhibitory additive completely displaces hydrobromic acid from the plate surface. This composition has shown maximum protective effectiveness (93%) when conducting corrosion studies in a strong electrolyte ( $K_2SO_4$ ) environment. An assumption is made about the mechanism of influence of the colloidal form of graphite and triethanolamine on increasing the protective effectiveness of preservative anticorrosive compounds.