

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЗЕЛЕННЫХ ИНГИБИТОРОВ КИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ

**Т. И. Балькова, А. Ф. Наджи, П. В. Беззубцева**  
*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный  
университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»  
(г. Москва, Российская Федерация)*

*Аннотация:* статья посвящена исследованию консервационных материалов на основе зеленых ингибиторов и их эффективности.

*Ключевые слова:* органические ингибиторы; защита от коррозии; «зеленые» ингибиторы; консервационные материалы; исследование; эффективность.

## STUDY OF THE EFFICIENCY OF PRESERVATION MATERIALS BASED ON GREEN INGI-BITORS OF ACID CORROSION

**T. I. Balkova, A. F. Nadji, P. V. Bezzubtseva**  
*Russian Timiryazev State Agrarian University  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract:* the article is devoted to the study of conservation materials based on green inhibitors and their effectiveness.

*Keywords:* organic inhibitors; corrosion protection; «green» inhibitors; conservation materials; research; efficiency.

В последние годы из-за растущего интереса и внимания всего мира к защите окружающей среды и опасных последствий использования химических веществ в экологическом балансе, традиционный подход к ингибиторам коррозии постепенно изменился. В настоящее время существует ряд органических ингибиторов, относящихся к различным семействам химическим веществ, например, жирных амидов, пиридинов, имидазолинов и других 1,3-азолов, полимеров, которые показали отличную производительность как ингибиторы коррозии. В мире все большее

распространение получают экологически безопасные консервационные и смазочные материалы из альтернативных источников сырья, прежде всего растительного происхождения. Наиболее широко используются растительные масла различных видов маслосодержащего сырья, например рапсовое, подсолнечное, соевое и др. [1-3].

Целью добавления ингибиторов в низких концентрациях к агрессивным средам является задержка реакции между металлом и коррозионными веществами в среде. Они действуют путем адсорбции ионов или молекул на металлическую поверхность, как правило, снижая скорость коррозии, блокируя анодные и/или катодные реакции.

Ведутся исследования по поиску природных веществ, которые способны защитить металлы от коррозии. Было выяснено, что так называемыми «зелеными» ингибиторами кислотной коррозии являются многочисленные растения. В ходе экспериментов по снижению скорости кислотной коррозии установлены ингибирующие свойства у экстракта опунции, листьев алоэ веры, кожуры апельсина и авокадо, табака, черного перца, семян, клещевины, аравийской камеди, лигнина, кориандра, гибискуса, аниса, черного тмина, меди, лука, чеснока, горькой тыквы и других растений.

Окончательный выбор ингибитора для конкретного применения ограничивается несколькими факторами, включая повышение экологической осведомленности и необходимость поощрения экологически чистых процессов в сочетании со специфичной действия большинства кислотных ингибиторов, которые часто требуют совместного действия соединений для достижения эффективного ингибирования коррозии. Именно по этой причине в последние годы большие усилия были предприняты исследователями в этой области для разработки новых экологически чистых ингибиторов.

В последние 2 десятилетия ведутся интенсивные исследования по поиску и получению так называемых «зеленых» ингибиторов: более дешевых, легко доступных и снижающих риск воздействия на окружающую среду. Источники таких веществ – нетоксичные и возобновляемые растительные отходы. Описаны экстракты ряда растений, которые проявляют ингибирующие

свойства к различным металлам, но механизм их действия практически не изучен [7-8].

Первым свидетельством использования натурального продукта в качестве ингибиторов коррозии являются 1930-е годы. Когда экстракты *Chelidonium majus* (Celandine) и другие растения были впервые использованы с  $H_2SO_4$ . Успешные разработки исследований для получения естественных ингибиторов коррозии растут так же быстро, как набирают силу экологические проблемы.

Для ингибитора необходимо быть эффективным защитником металла от коррозии, его следует легко адсорбировать на металлической поверхности через процессы физасорбции или хемосорбции. Любой из этих процессов адсорбции зависит прежде всего от физико-химических свойств ингибиторной группы, такой как функциональные группы, электронной плотности на атоме-доноре, молекулярной структуры и т. д., например, органические молекулы, которые были широко применимы и были широко изучены и используемые в качестве ингибиторов коррозии, часто содержат атомы азота, кислорода и серы, а также множественные связи в их молекулах [3].

Природные продукты широко изучались как ингибиторы коррозии как в продукте смеси, экстрагированные из природных источников, таких как растения или, по существу, чистые продукты, полученные от животных или растений (т. е. витаминов и аминокислот).

Из экономической и экологической точек зрения экстракты растений являются отличной альтернативой как ингибиторы из-за их доступности и биоразлагаемости. Эти экстракты можно получить простым способом и дополнительная очистка не требуется. Экстракты обычно получают из дешевых растворителей, которые широко доступны по низкой цене и с низкой токсичностью; водный экстракт более облегчается из-за низкой растворимости многих натуральных продуктов в воде.

Недавно эта группа описала ингибирующее действие этанольных экстрактов из листьев в *Chlomolaena Odorata* L. в качестве экологически чистого ИК кислотной коррозии алюминия, с использованием эволюции водорода и термометрических мето-

дов; и совсем недавно, для коррозии мягкой стали в растворах  $H_2SO_4$  [2-4].

Низкая токсичность делает эфирные масла пригодными для использования в качестве ингибиторов коррозии для различных металлов в различных средах. Однако только ограниченное количество масел было проверено в качестве ингибиторов коррозии для алюминия и его сплавов. Ингибирующее действие этих продуктов связано с образованием защитного слоя на поверхности стальных материалов.

В технических целях наиболее доступно из растительных масел рапсовое, которое является сырьем для получения биотоплива – метиловых эфиров жирных кислот. Проводятся исследования возможности использования продуктов переработки рапсового масла в качестве компонентов консервационных материалов, продукты его переработки для технических целей – олеин, метиловые эфиры жирных кислот, кубовый остаток метиловых эфиров и глицериновая фракция. Анализ химической структуры продуктов переработки рапсового масла свидетельствует, что они содержат значительное количество органических кислот и сложных эфиров, что позволяет предполагать довольно высокий уровень их защитной эффективности [7-9].

В результате оценки защитных свойств продуктов установлено, что все они значительно превосходят минеральное масло по этому показателю, при этом наиболее эффективными являются рапсовое масло и кубовый остаток производства метиловых эфиров, защитная способность которых в 10...20 раз выше, чем у масла. Уровень защитных свойств глицериновой фракции выше, чем у минерального масла в 3,5 раза, а метиловых эфиров – в 2 раза.

Учитывая сложность предмета изучения, можно сделать вывод о том, что на практике все еще существует «барьер» между исследованиями и применением. Необходимо провести гораздо больше аналитических исследований и оценки микробиологических характеристик растительных экстрактов, которые изучены как новые экологически чистые материалы. На сегодняшний день уже было проведено значительное количество исследований, но это по-прежнему относительно неизведанное направление исследований, с большим потенциалом для улучшения, особенно в от-

ношении методов, используемых для получения «зеленых» ингибиторов.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Патент № 2553001 Российская Федерация. Консервационная консистентная смазка : № 2014115955/04 ; заявл. 22.04.2014 ; опубл. 10.06.2015 / Гайдар С. М., Дмитриевский А. Л., Петровский Д. И., Петровская Е. А. ; заявитель и патентообладатель АО «ВНИКТИнефтехимоборудование».

2. Гайдар С. М., Быкова Е. В., Карелина М. Ю. Перспективы использования лакокрасочных материалов, модифицированных фторсодержащими поверхностно-активными веществами, для защиты сельхозтехники // Техника и оборудование для села. 2015. № 7. С. 34-38.

3. Гайдар С. М. Этаноламиды карбоновых кислот как полифункциональные ингибиторы окисления углеводородов // Химия и технология топлив и масел. 2010. № 6 (562). С. 16-20.

4. Гайдар С. М., Кононенко А. С. Ингибированные составы для хранения сельскохозяйственной техники // Техника в сельском хозяйстве. 2011. № 3. С. 21-22.

5. Кононенко А. С., Гайдар С. М. Адгезионная прочность герметиков и нанокмпозиций на их основе // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2011. № 6. С. 38-42.

6. Гайдар С. М., Пыдрин А. В., Карелина М. Ю. Технология консервации автотракторных дизелей рабоче-консервационным составом // Техника и оборудование для села. 2014. № 12. С. 18-23.

7. Карелина М. Ю., Петровская Е. А., Пыдрин А. В. Оптимизация ингибированного состава для обеспечения сохраняемости сельскохозяйственной техники // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 121. С. 89-93.

8. Пыдрин А. В. Повышение коррозионной стойкости низкоуглеродистых сталей применением полифункциональных ингибиторов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». 2016. № 4 (74). С. 46-50.

9. Карелина М. Ю., Гайдар С. М. Технология повышения износостойкости поверхностей трибосопряжений физико-химическим методом // Грузовик. 2015. № 3. С. 12-16.

### **REFERENCES**

1. Gajdar S. M., Dmitrievskij A. L., Petrovskij D. I., Petrovskaya E. A. [Preservation grease] Patent 2553001 Russian Federation. № 2014115955/04; appl. 22.04.2014; publ. 10.06.2015.

2. Gajdar S. M., Bykova E. V., Karelina M. Yu. Perspektivy` ispol`zovaniya lakokrasochny`x materialov, modifitsirovanny`x ftorsoderzhashchimi poverxnostnoaktivny`mi veshhestvami, dlya zashchity` sel`xoztexniki [Prospects for the use of paints and varnishes modified with fluorine-containing surfactants to protect agricultural machinery]. *Texnika i oborudovanie dlya sela*, 2015, no. 7, pp. 34-38.
3. Gajdar S. M. E`tanolamidy` karbonovy`x kislot kak polifunktsional`ny`e ingibitory` okisleniya uglevodorodov [Ethanolamides of carboxylic acids as polyfunctional inhibitors of hydrocarbon oxidation]. *Ximiya i texnologiya topliv i masel*, 2010, no. 6 (562), pp. 16-20.
4. Gajdar S. M., Kononenko A. S. Ingibirovanny`e sostavy` dlya xraneniya sel`skoxozyajstvennoj texniki [Inhibited compositions for storage of agricultural machinery]. *Texnika v sel`skom xozyajstve*, 2011, no. 3, pp. 21-22.
5. Kononenko A. S., Gajdar S. M. Adgezionnaya prochnost` germetikov i nanokompozitsij na ix osnove [Adhesive strength of sealants and nanocompositions based on them]. *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya*, 2011, no. 6, pp. 38-42.
6. Gajdar S. M., Py`drin A. V., Karelina M. Yu. Texnologiya konservatsii avtotraktorny`x dizelej rabochekonservatsionny`m sostavom [Technology of conservation of autotractor diesel engines by working and conservation personnel]. *Texnika i oborudovanie dlya sela*, 2014, no. 12, pp. 18-23.
7. Karelina M. Yu., Petrovskaya E. A., Py`drin A. V. Op-timizatsiya ingibirovannogo sostava dlya obespecheniya soxranyaemosti sel`skoxozyajstvennoj texniki [Optimization of the inhibited composition to ensure the persistence of agricultural machinery]. *Trudy` GOSNITI*, 2015, vol. 121, pp. 89-93.
8. Py`drin A. V. Povy`shenie korrozionnoj stojkosti nizkouglerodisty`x stalej primeneniem polifunktsional`ny`x ingibitorov [Improved corrosion resistance of low-carbon steels using polyfunctional inhibitors]. *Vestnik Federal`nogo gosudarstvennogo obrazovatel`nogo uchrezhdeniya vy`sshego professional`nogo obrazovaniya «Moskovskij gosudarstvenny`j agroinzhenerny`j universitet imeni V. P. Goryachkina»*, 2016, no. 4 (74), pp. 46-50.
10. Karelina M. Yu., Gajdar S. M. Texnologiya povy`sheniya iznosostojkosti poverxnostej tribosopryazhenij fiziko-ximicheskim metodom [Technology of increasing wear resistance of surfaces of tribo-couplings by physical-chemical method]. *Gruzovik*, 2015, no. 3, pp. 12-16.

**Об авторах:**

**Балькова Татьяна Ивановна**, доцент кафедры «Материаловедения и технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук.

**Наджи Наджм Абдулзахра Фархунд**, аспирант кафедры «Материаловедения и технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Российский госу-

дарственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), njem.abd12@yahoo.com.

**Беззубцева Полина Вадимовна**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

*About the authors:*

**Tat'iana I. Bal'kova**, associate professor of the Department of Materials Science and Engineering Technology, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor

**Abdulzakhra F. Nadzhi**, postgraduate student of the Department of Materials Science and Engineering Technology, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), njem.abd12@yahoo.com.

**Polina V. Bezzubtseva**, master's degree, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).