УДК 620.197

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-3-103-111

**ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ
ПОЛИАЛЬФАОЛЕФИНОВОГО МАСЛА**¹Князева Лариса Геннадьевна¹Дорохов Андрей Валерьевич²Урядников Александр Алексеевич¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт

использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

²ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»

Реферат. Изучали защитные свойства консервационных составов на основе полиальфаолефинового масла Mobil Devlac и ингибитора коррозии Эмульгин. Проводили электрохимические исследования и ускоренные коррозионные испытания. Показали, что масляные пленки не являются барьером для молекул воды, необходимых для протекания коррозионных процессов на поверхности металла. На вязкостно-температурных кривых масла Mobil Devlac имеется излом с температурой, близкой к 60 °С, связанный с наличием в нем пакета поверхностно-активных веществ. Определили защитную эффективность неингибированного масла, которая составила ~ 40 % при электрохимических исследованиях и гравиметрических в 0,5 М растворе NaCl или ~ 80 % при исследованиях в термовлагокамере Г-4. Установили, что оптимальной концентрацией Эмульгина для получения максимального защитного эффекта ингибированного масла Mobil Devlac в лабораторных условиях является 5-7 масс.%. Для консервации сельскохозяйственной техники рекомендована концентрация Эмульгина не менее 15 масс.%. Методом поляризационного сопротивления показали, что вклад за счет ингибитора в общую защитную эффективность лежит в диапазоне 5 - 45 %, в зависимости от концентрации Эмульгина. Вклад в общую суммарную защитную эффективность поверхностной оксидной пленки может возрасть во времени до ~ 40 %, а ингибирующее действие Mobil Devlac, при этом, падать на 10 – 12 %. Определена интегральная эффективность масляного покрытия (95%), после достижения стационарного состояния за первые сутки.

Ключевые слова: полиальфаолефиновые масла, метод поляризационного сопротивления, поверхностные оксидные образования, ингибитор коррозии, Эмульгин, суммарная защитная эффективность

**ANTI-CORROSION PROPERTIES OF COATINGS BASED ON
POLYALPHAOLEFIN OIL**¹Knyazeva Larisa¹Dorohov Andrey²Uryadnikov Alexander¹FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"²FSBEI HE "Tambov State University named after G.R. Derzhavin"

Abstract. The protective properties of conservation formulations based on Mobil Devlac polyalphaolefin oil and Emulgin corrosion inhibitor were studied. Electrochemical studies and accelerated corrosion tests were performed. It was shown that oil films are not a barrier to water molecules necessary for corrosion processes to occur on the metal surface. It was shown that oil films are not a barrier to water molecules, necessary for the occurrence of corrosion processes on the metal surface. A kink with a temperature close to 60 °C associated with the presence of a package of surfactants is available on the viscosity-temperature curves of Mobil Devlac oil. The protective effectiveness of uninhibited oil was determined, which was ~ 40% during electrochemical studies and gravimetric in a 0.5 M NaCl solution or ~ 80% during studies in a G-4 thermal moisture chamber. It was

found that the optimal concentration of Emulgin to obtain the maximum protective effect of the inhibited Mobil Devlac oil under laboratory conditions is 5-7 wt.%. Emulgin concentration of at least 15 wt.% was recommended for the conservation of agricultural machinery. Using the polarization resistance method, it was shown that the contribution due to the inhibitor to the overall protective effectiveness lies in the range of 5–45%, depending on the concentration of Emulgin. The contribution to the common total protective effectiveness of the surface oxide film can increase in time up to ~ 40%, and the inhibitory effect of Mobil Devlac, at the same time, can fall by 10 - 12%. The integrated efficiency of the oil coating (95%) was determined after reaching a steady state in the first day.

Keywords: *polyalphaolefin oils, polarization resistance method, surface oxide formations, corrosion inhibitor, Emulgin, total protective effectiveness*

Введение. Для защиты сельскохозяйственной техники в АПК широко применяют покрытия на любой масляной основе [1-9]. В качестве растворителя-основы могут быть использованы синтетические масла. Синтетические масла различны по своей природе, одними из самых распространенных считаются полиальфаолефиновые (ПАОМ) [10]. В России сегодня потребление ПАОМ в виде базовых и товарных масел составляет почти половину от мирового производства [11, 12]. Эти масла отличаются рядом преимуществ над минеральными: четким составом и его однородностью, малой летучестью и коксуетемостью, высокой термостабильностью и стойкостью к окислению, возможностью использования в широком диапазоне температур, более высокими антикоррозионными свойствами. Но антикоррозионных свойств синтетических масел, тем не менее обычно недостаточно, чтобы использовать их непосредственно в качестве защиты от атмосферной коррозии, поэтому в данной работе исследуются защитные свойства составов на основе масла Mobil Devlac и ингибитора коррозии Эмульгин, причем оцениваются вклады отдельных компонентов в общую защитную эффективность.

Методика эксперимента. Для экспериментальных исследований использовали образцы углеродистой стали Ст3, нанося на них пленки из полиальфаолефинового масла толщиной 15 ± 2 мкм. Изучали противокоррозионные материалы на основе масла Mobil Devlac и ингибитора коррозии Эмульгин, в состав которого входит смесь первичных и вторичных алифатических аминов [13]. Влагопроницаемость пленок полиальфаолефиновых масел определяли по методике, описанной в [14]. Кинематическую вязкость композиций измеряли вискозиметром типа ВПЖ с точностью термостатирования $\pm 1^\circ\text{C}$ (ГОСТ 33-82). Поляризационные исследования проводили по методике, приведенной в [15]. Для оценки вкладов компонентов в общую защитную эффективность системы использовали метод поляризационного сопротивления [16, 17].

Оценку суммарной защитной эффективности и вклада в нее отдельных компонентов проводили по стандартному уравнению:

$$Z = 100[(K_0 - K_i)/K_0], \quad (1)$$

где K_0 и K_i – соответственно, контрольная и скорость коррозии изучаемого компонента.

Результаты и их обсуждение. Известно, что коррозионные процессы на стали протекают с участием молекул воды. Исследования показали, что вода легко проходит через пленки синтетического масла Mobil Devlac, нанесенные на перфорированные крышки, что фиксируется приростом массы влагопоглотителя (рисунок 1) к поверхности углеродистой стали, что может вызывать коррозию металла. Чем выше относительная влажность воздуха, тем выше влагопроницаемость масляных пленок, как следует из кривых, приведенных на рисунке 1. Таким образом, пленки синтетического масла не являются барьером для подачи к поверхности металла молекул воды, которые непосредственно участвуют в разрушении самопроизвольно образующихся на поверхности металла первичных оксидных слоев, в протекании анодного и катодного процессов при электрохимической коррозии.

На рисунке 2 показана вязкостно-температурная зависимость для масла Mobil Devlac в полулогарифмических координатах. Полулогарифмические координаты, чувствительные к выявлению характера зависимости ν от температуры, позволяют увидеть излом на вязкостно-температурных кривых с температурой, близкой к 60°C . Его возникновение, очевидно вызвано наличием пакета поверхностно-активных веществ в синтетическом масле, обеспечивающих, в том числе, и некоторую его защитную эффективность.

Относительная влажность воздуха 100 % (1) и 70 % (2)

Рисунок 1 – Привес цеолита Δm (мг/см²) от времени τ (ч) выдерживания покрытий Mobil Devlac на поверхности перфорированных крышек ячеек

Рисунок 2 – Зависимость логарифма кинематической вязкости (v , мм²/с) масла Mobil Devlac от температуры t (°C).

На рисунке 3 показаны поляризационные кривые с протяженным тафелевским участком с наклоном $0,065 \pm 0,005$ В (рисунок 3, кривая 1') на анодной поляризационной кривой незащищенной стали, что указывает на ее активное растворение и не противоречит литературным данным для этого металла.

1-покрытие отсутствует; 2- Mobil Devlac; 3 - Mobil Devlac, ингибированный 5 масс.% Эмульгина.
Комнатная температура, воздушная атмосфера, неподвижный электрод

Рисунок 3 – Поляризационные кривые на стали Ст3в 0,5 М NaCl:

Нанесение пленки Mobil Devlac на поверхность стали Ст3 в 0,5 М растворе NaCl затормаживает анодную реакцию (рисунок 3, кривая 1), ускоряет катодную, предельный катодный ток при этом снижается. Ингибирование синтетического масла Эмульгином облагораживает потенциал и снижает ток коррозии (рисунок 3, кривая 3), уменьшая, соответственно, скорость коррозии, защитная эффективность при этом возрастает (таблица 1). Такая тенденция сохраняется при ускоренных гравиметрических испытаниях в 0,5 М растворе NaCl (таблица 1). Данные, приведенные на рисунке 4 свидетельствуют о том, что оптимальной концентрацией Эмульгина при гравиметрических испытаниях является 5 масс.%, дальнейший ее рост с точки зрения защитного эффекта, не имеет смысла. Но при натурно-стендовых испытаниях такой концентрации ингибитора оказалось недостаточно для эффективной защиты (таблица 2). В реальных условиях концентрации сельскохозяйственной техники, нужно использовать концентрацию Эмульгина не менее 15 масс. %.

Таким образом, упомянутыми выше методами исследования можно найти оптимальные концентрации ингибитора в масле для получения желательного защитного эффекта.

Таблица 1 – Защитные свойства консервационных материалов на основе Mobil Devlac

Покрытие	Измерения					
	Поляризационные		Гравиметрические			
	0,5 М раствор NaCl		0,5 М NaCl 14 суток		Термовлагокамера Г-4	
	$K_{a/x} \cdot 10^{-4}, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	$Z, \%$	$K, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	$Z, \%$	$K, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	$Z, \%$
Mobil Devlac	3,41	38	0,025	43	0,0153	83
Mobil Devlac + 5 масс % Эмульгина	1,93	65	0,0002	~ 100	0,0001	~ 100
Отсутствует	5,50	–	0,046	–	0,090	–

Рисунок 4 – Зависимость защитной эффективности масла Mobil Devlac от концентрации в нем Эмульгина

Таблица 2 – Результаты натурно-стендовых испытаний составов

Состав	Продолжительность испытаний					
	3 месяца		7 месяцев		9 месяцев	
	$K, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	Z	$K, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	Z	$K, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	Z
Контроль	0,010	-	0,0065	-	0,0071	-
Mobil Devlac	0,005	49	0,0040	38	0,0049	31
Mobil Devlac + 5% Эмульгина	0,0008	92	0,0014	79	0,0030	58
Mobil Devlac + 10% Эмульгина	0,0001	99	0,0003	95	0,0010	86
Mobil Devlac + 15% Эмульгина	~ 0	~ 100	~ 0	~ 100	~ 0	~ 100

На рисунке 5 показаны кривые скорости коррозии стали Ст3, под плёнкой масла Mobil Devlac с различной концентрацией Эмульгина, полученные методом поляризационного сопротивления. Скорости коррозии стали для начальных точек кривых (точки A_i кривых, рисунок 5) получены через 0,25 часов после погружения электрода в раствор.

Рисунок 5 – Кривые скорости коррозии стали Ст3 в 0,5М NaCl под пленкой масла Mobil Devlac с концентрацией Эмульгина, %: 1 – без плёнки, 2 – отсутствует, 3 – 1; 4 – 3; 5 – 5; 6 – 10.

Все полученные кривые подобны и проходят почти параллельно. На начальных участках до линии ВХ на рисунке 5, при всех концентрациях Эмульгина скорость коррозии стали резко падает, что можно объяснить самопроизвольной перестройкой под действием окружающей среды структуры первоначально существующей на поверхности металла воздушно - оксидной плёнки с собственным защитным действием. Так как кривые идут почти параллельно можно признать несущественным влияние на процесс изменения поверхностных оксидных образований на металле масляной пленки и концентрация в ней Эмульгина. На участках BC_i (рисунок 5) скорость коррозии практически достигает постоянного значения или стремится к нему, величина $dK/d\tau$ мала, следовательно, практически достигается стационарное состояние, которое характеризуется существенно большим защитным эффектом, чем у исходных воздушно-оксидных пленок на поверхности углеродистой стали.

Определить защитный эффект поверхностных оксидных образований к моменту, соответствующему точке C_1 , можно по уравнению [17, 18]:

$$Z_1 = (K_{A1} - K_{C1})/K_{A1} \quad (2)$$

Для участка C_iD_i кривых для изменения во времени скорости коррозии характерно значение $dK/d\tau$, стремящееся к 0.

Выше уже было показано по результатам поляризационных и ускоренных коррозионных испытаний, что полиальфаолефиновое масло Mobil Devlac обладает собственной защитной эффективностью, причем достаточно существенной, следовательно, не является индифферентным растворителем-основой. К сожалению, полученные данные не позволяют судить о том, какие составляющие масла Mobil Devlac, имеющего в составе целый пакет заводских присадок, определяют его защитную эффективность.

Анализ кривой 2 на рисунке 5 также показывает, что благодаря полиальфаолефиновому маслу скорость коррозии на участке A_2C_2 снижается. Уравнение (3) описывает защитную эффективность ко времени C_2

$$Z_2 = (K_{C2} - K_{C1})/K_{A1} \quad (3)$$

Ингибирование масла Mobil Devlac Эмульгином (рисунок 5, кривые 3-6) этот параметр усиливает, причем он возрастает с ростом концентрации Эмульгина.

Защитную эффективность от введения 1 масс.% Эмульгина в масло Mobil Devlac (точка C_3) определяем из уравнения (4)

$$Z_3 = (K_{C2} - K_{C3})/K_{A1} \quad (4)$$

Аналогично, для масляных составов с концентрациями Эмульгина 3,5 и 10 масс. % получаем уравнения (5-7) для защитного эффекта:

$$Z_4 = (K_{C2} - K_{C4})/K_{A1} \quad (5)$$

$$Z_5 = (K_{C2} - K_{C5})/K_{A1} \quad (6)$$

$$Z_6 = (K_{C2} - K_{C6})/K_{A1} \quad (7)$$

Общая защитная эффективность от действия пленки ингибированного масла Mobil Devlac будет складываться из защитной эффективности компонентов : поверхностных оксидных пленок (Z_1); неингибированного масла (Z_2) и ингибитора коррозии, в зависимости от его концентрации ($Z_3 - Z_6$) (рисунок 6)

Рисунок 6 – Изменение защитного эффекта во времени для компонентов покрытия на основе полиальфаолефинового масла: поверхностных оксидных образований (1), Mobil Devlac (2), Эмульгина (3-5) при его концентрации в %: 3 – 1, 4 – 5, 5 – 10. Кривые, характеризующие суммарное защитное действие всех компонентов в присутствии Эмульгина в масляной плёнке, %: 6 – 1, 7 – 3, 8 – 5 и 9 – 10.

Защитная эффективность поверхностных оксидных образований в отсутствие плёнки масла Mobil Devlac возрастает во времени (рисунок 6, кривая 1) до постоянного значения $Z \sim 40$ %. Защитная эффективность других компонентов (масла и ингибитора) падает, например, для масла с 40 до 28 % (рисунок 6, кривая 2). Суммарная защитная эффективность исследуемой системы возрастает с увеличением концентрации Эмульгина, причем наибольший рост наблюдается при увеличении концентрации ингибитора с 1 до 5 %. Возрастание вклада Эмульгина в суммарную защитную эффективность (от 5 до ~ 45 %) зависит от его концентрации, что подтверждают данные, приведенные на рисунке 7. Кривые, снятые через 1 час и через сутки подобны. Максимальный вклад в защитную эффективность обеспечивается при концентрации Эмульгина 7 – 10 %, причем при измерениях через сутки величина достигаемой максимальной защитной эффективности $\sim$ на 15 % ниже, чем при измерениях через час. Это связано с особенностями формирования покрытия и его свойствами в растворах электролита.

Рисунок 7 – Зависимость защитного эффекта ингибированного масла Mobil Devlac от концентрации Эмульгина через 1 (1) и 24 ч (2) от начала коррозии стали

Данные, полученные методом поляризационного сопротивления не противоречат результатам поляризационных и гравиметрических испытаний. Суммарное защитное действие ингибированного полиальфаолефинового масла Mobil Devlac достигает 95 %.

Выводы

1. По электрохимическим и ускоренным коррозионным испытаниям оптимальной концентрацией Эмульгина для получения максимального защитного эффекта ингибированного масла Mobil Devlac в лабораторных условиях является 5 масс.%. По натурно-стендовым испытаниям концентрация Эмульгина должна быть не менее 15 масс.%, именно такая концентрация ингибитора должна быть рекомендована для консервации сельскохозяйственной техники в нерабочий период.

2. Метод поляризационного сопротивления позволяет увидеть отдельно вклад в общую защитную эффективность всех составляющих: поверхностных оксидных образований, растворителя - основы (полиальфаолефиновое масло Mobil Devlac) и ингибитора коррозии (Эмульгин). Вклад за счет ингибитора в общую защитную эффективность лежит в диапазоне 5 - 45 %, в зависимости от концентрации Эмульгина. Вклад в общую суммарную защитную эффективность поверхностной оксидной пленки может возрастать во времени до ~ 40 %, а ингибирующее действие Mobil Devlac, при этом, падать на 10 – 12 %. Интегральная эффективность защитных систем, включающих поверхностные оксидные образования, за первые сутки, когда достигается стационарное состояние, может составить 95 %.

Список литературы

1. Черноиванов В.И., Северный А.Э., Зазуля А.Н., Прохоренков В.Д., Петрашев А.И., Вигдорович В.И., Князева Л.Г. Сохраняемость и противокоррозионная защита техники в сельском хозяйстве. - Москва, 2009.
2. Vigdorovich V.I., Safronova N.V., Prokhorenkov V.D., Boldyrev A.V., Avanesova K.M. Anticorrosive properties and Thickening Capability of a TVK-1 Oil-soluble Additive // Защита металлов. – 1995. – Т. 31. – № 6. – С. 634-639.
3. Прохоренков В.Д., Вигдорович В.И., Князева Л.Г. Доступные противокоррозионные материалы для защиты сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии // Практика противокоррозионной защиты. – 2003. – № 3 (29). – С. 51-54.
4. Петрашев А.И., Князева Л.Г., Клепиков В.В. Технологические решения по консервации сельскохозяйственной техники отработанными моторными маслами // Труды ГОСНИТИ. – 2013. Т. 112. – № 2. – С. 61-65.
5. Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Кузнецова Е.Г., Урядников А.А., Остриков В.В., Зазуля А.Н. Антикоррозионная эффективность пленок нефтяных и синтетических масел и их физико-химические характеристики // Коррозия: материалы, защита. – 2014. – № 9. – С. 35-41.
6. Vigdorovich V.I., Shel N.V., Tsygankova L.E., Bernatsky P.N. Oil-based Preservative Materials for Protection of Copper against Corrosion in Atmospheres Containing SO₂ // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. – 2015. – Т. 4. – № 3. – С. 210-220.

7. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Kuznetsova E.G., Tsygankova L.E., Uryadnikov A.A., Shel' N.V. Kinetics and Mechanism of Electrode Reactions in Corrosion of Some Metals Covered with Oil Films in Acid and Neutral Chloride Environments // *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. – 2016. – Т. 52. – № 7. – С. 1157-1165.
8. Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E., Tanygina E.D., Tanygin A.Yu., Shel N.V. New Conservation Materials on the Base of Colza Oil for the Steel Protection Against Atmospheric corrosion // *Advanced Materials and Technologies*. – 2016. – № 3. – С. 48-52.
9. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Tsygankova L.E., Ostrikov V.V., Petrashev A.I. Properties of Petroleum and Synthetic Oils as Bases for Anticorrosion Materials // *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. – 2019. – Т. 55. – № 4. – С. 412 - 423.
10. Цветков О.Н. Поли- α -олефиновые масла: химия, технология, применение. М.: Техника Тума-групп, 2006. 192 с.
11. Черемискин А.Л. Исследование и разработка процесса синтеза поли - α - олефинов в проточных условиях: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 02.00.13 / А. Л. Черемискин; ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти – ОАО ВНИИ НП». - Москва, 2012. - 22 с.
12. Про настоящие синтетические масла на полиальфаолефинах (ПАО) [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/1880151/> /Дата обращения 01.06.2020.
13. Авторское свидетельство № 1385607. Противокоррозионная присадка «Эмульгин» к маслам; заявл. 18.02.1986, зарегистрировано 01.12.1987.
14. Вигдорович В.И., Шель Н.В., Князева Л.Г., Цыганкова Л.Е., Остриков В.В. Проницаемость масляных пленок молекулами воды, оксида серы (IV) и кислорода // *Все материалы. Энциклопедический справочник*. – 2018. – № 10. – С. 19-24.
15. Князева Л.Г. Научные основы создания антикоррозионных консервационных материалов на базе отработавших нефтяных масел и растительного сырья / диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук / ГОУВПО «Тамбовский государственный технический университет». Тамбов, 2012.
16. Вигдорович В.И., Закурнаев С.А. Оценка вкладов полисульфидной плёнки и ингибитора в защиту стали от сероводородной коррозии // *Коррозия: материалы, защита*. – 2009. – №2. – С. 17-22.
17. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Федотова Л.И. Оценка парциальных вкладов защитной фазовой плёнки и ингибитора в торможение коррозии металлов // *Практика противокоррозионной защиты*. – 2010. – №1 (55). – С. 55 – 62.

References

1. Chernoi Ivanov V.I., Severnyj A.E., Zazulya A.N., Prohorenkov V.D., Petrashev A.I., Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G. Sohranyaemost' i protivokorroziionnaya zashchita tekhniki v sel'skom hozyajstve. - Moskva, 2009.
2. Vigdorovich V.I., Safronova N.V., Prokhorenkov V.D., Boldyrev A.V., Avanesova K.M. Anticorrosive properties and Thickening Capability of a TVK-1 Oil-soluble Additive // *Zashchita metallov*. – 1995. – Т. 31. – № 6. – С. 634-639.
3. Prohorenkov V.D., Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G. Dostupnye protivokorroziionnye materialy dlya zashchity sel'skohozyajstvennoj tekhniki ot atmosferno korrozii // *Praktika protivokorroziionnoj zashchity*. – 2003. – № 3 (29). – С. 51-54.
4. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Klepikov V.V. Tekhnologicheskie resheniya po konservacii sel'skohozyajstvennoj tekhniki otrabotannymi motornymi maslami // *Trudy GOSNITI*. – 2013. Т. 112. – № 2. – С. 61-65.
5. Knyazeva L.G., Vigdorovich V.I., Cygankova L.E., SHel' N.V., Kuznecova E.G., Uryadnikov A.A., Ostrikov V.V., Zazulya A.N. Antikorroziionnaya effektivnost' plenok neftyanyh i sinteticheskikh masel i ih fiziko-himicheskie harakteristiki // *Korroziya: materialy, zashchita*. – 2014. – № 9. – С. 35-41.
6. Vigdorovich V.I., Shel N.V., Tsygankova L.E., Bernatsky P.N. Oil-based Preservative Materials for Protection of Copper against Corrosion in Atmospheres Containing SO₂ // *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. – 2015. – Т. 4. – № 3. – С. 210-220
7. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Kuznetsova E.G., Tsygankova L.E., Uryadnikov A.A., Shel' N.V. Kinetics and Mechanism of Electrode Reactions in Corrosion of Some Metals Covered with Oil Films in Acid and Neutral Chloride Environments // *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. – 2016. – Т. 52. – № 7. – С. 1157-1165.

8. Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E., Tanygina E.D., Tanygin A.Yu., Shel N.V. New Conservation Materials on the Base of Colza Oil for the Steel Protection Against Atmospheric corrosion // *Advanced Materials and Technologies*. – 2016. – № 3. – S. 48-52.
9. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Tsygankova L.E., Ostrikov V.V., Petrashev A.I. Properties of Petroleum and Synthetic Oils as Bases for Anticorrosion Materials // *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. – 2019. – T. 55. – № 4. – S. 412 - 423.
10. Cvetkov O.N. Poli-olefinovye masla: himiya, tekhnologiya, primeneniye. M.: Tekhnika Tuma-grupp, 2006. 192 s.
11. CHERemiskin A.L. Issledovanie i razrabotka processa sinteza poli -a- olefinov v protochnykh usloviyakh: avtoreferat dis. ... kandidata tekhnicheskikh nauk: 02.00.13 / A. L. CHERemiskin; OAO «Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut po pererabotke nefti – OAO VNII NP». - Moskva, 2012. - 22 s.
12. Pro nastoyashchie sinteticheskie masla na polial'faolefinah (PAO) [Elektronnyy resurs] // *Rezhim dostupa* : <https://www.drive2.ru/b/1880151/Data obrashcheniya 01.06.2020>.
13. Avtorskoe svidetel'stvo № 1385607. Protivokorroziionnaya prisadka «Emul'gin» k maslam; zayavl. 18.02.1986, zaregistrirovano 01.12.1987.
14. Vigdorovich V.I., Shel' N.V., Knyazeva L.G., Cygankova L.E., Ostrikov V.V. Pronicaemost' maslyanykh plenok molekulami vody, oksida sery (IV) i kisloroda // *Vse materialy. Enciklopedicheskij spravochnik*. – 2018. – № 10. – S. 19-24.
15. Knyazeva L.G. Nauchnye osnovy sozdaniya antikorroziionnykh konservacionnykh materialov na baze otrabotavshih neftyanykh masel i rastitel'nogo syr'ya / dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora himicheskikh nauk / GOUVPO "Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet". Tambov, 2012.
16. Vigdorovich V.I., Zakurnaev S.A. Ocenka vkladov polisul'fidnoj plyonki i ingibitora v zashchitu stali ot serovodorodnoj korrozii // *Korroziya: materialy, zashchita*. – 2009. – №2. – S. 17-22.
17. Vigdorovich V.I., Cygankova L.E., Fedotova L.I. Ocenka parcial'nykh vkladov zashchitnoj fazovoj plyonki i ingibitora v tormozhenie korrozii metallov // *Praktika protivokorroziionnoj zashchity*. – 2010. – №1 (55). – S. 55 – 62.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Князева Лариса Геннадьевна – доктор химических наук, доцент, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: Knyazeva27@mail.ru.

Дорохов Андрей Валерьевич – младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: dorokhov.andryusha@mail.ru.

Урядников Александр Алексеевич – кандидат химических наук, доцент Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный университет им Г.Р. Державина», Россия, г. Тамбов, e-mail: chemisttambov@mail.ru.

Author credentials

Affiliations

Knyazeva Larisa – Full Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: Knyazeva27@mail.ru.

Dorokhov Andrey – Junior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: dorokhov.andryusha@mail.ru.

Uryadnikov Alexander – Candidate of Chemical Sciences Associate Professor of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Tambov State University named after G.R. Derzhavin”, Russia, Tambov, e-mail: chemisttambov@mail.ru.

Работа выполнена за счет средств гранта РНФ (проект № 18-16-00006)

Поступила в редакцию (Received): 12.05.2020

Принята к публикации (Accepted): 17.06.2020