УДК 620.197.7:631.17

DOI: 10.35887/2305-2538-2019-5-125-133

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ CORTEC VPCL-368 И CORTEC VPCL-369 ДЛЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

¹Князева Лариса Геннадьевна¹Дорохов Андрей Валерьевич²Курьято Николай Алексеевич³Прохоренков Вячеслав Дмитриевич¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»²ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»³ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Реферат. Исследовали эффективность консервационных материалов (Z) на основе индустриального масла И-20А с добавками Cortec VpCI-368 (I) и Cortec VpCI-369 (II), в которых скомбинированы летучий и контактный ингибиторы коррозии с целью защиты сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии. Использовали электрохимические и ускоренные коррозионные (в термовлажностной камере Г-4) методы исследования. Сравнение результатов электрохимических исследований масляных композиций на стали Ст3 показало, что при концентрации 7-10 масс. % I и II в И-20А их защитная эффективность высока ($Z = 96-98\%$) и практически не зависит от природы добавки. Значение Z находится на одном уровне с Z чистых I и II, что связано с лучшей проникающей способностью масляных композиций в дефекты металлической поверхности. Защитная эффективность И-20А составила 21 %. Cortec VpCI-368 хуже работают на меди, особенно в разведенном состоянии, чем Cortec VpCI-369. При ускоренных коррозионных испытаниях добавление I и II в И-20А также повышает Z. Составы лучше всего работают на стали и латуни, хуже на меди. На стали в 0,5 М растворе NaCl введение I в И-20А повышает Z на ~ 40 %, на меди - на ~6 %, на латуни на ~70%. Составы на основе I и II в И-20А могут быть рекомендованы для защиты сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: противокоррозионная защита, сельскохозяйственная техника, защитная эффективность, Cortec VpCI-368 (I) и Cortec VpCI-369.

STUDY OF EFFICIENCY OF COMPOSITIONS BASED ON CORTEC VPCL-368 AND CORTEC VPCL-369 FOR ANTI-CORROSION PROTECTION OF AGRICULTURAL EQUIPMENT

¹Knyazeva Larisa G.¹Dorokhov Andrey V.²Kuryato Nikolay A.³Prokhorenkov Vyacheslav D.¹FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"²FSBEI HE "Tambov State University named after G.R. Derzhavina"³FSBEI HE "Tambov State Technical University"

Abstract. The effectiveness of conservation materials (Z) based on industrial oil I-20A with additives Cortec VpCI-368 (I) and Cortec VpCI-369 (II), in which volatile and contact corrosion inhibitors are combined to protect agricultural equipment from atmospheric corrosion, was investigated. Electrochemical and accelerated corrosion (in the G-4 thermal moisture chamber) research methods were used. Comparison of the results of electrochemical studies of oil compositions on steel St3 showed that at a concentration of 7-10 mass. % I and II in I-20A their protective effectiveness is high ($Z = 96-98\%$) and practically does not depend on the nature of the additive. The value of Z is on the same level as Z of pure I and II, which is associated with better penetration of oil compositions into defects in a metal surface. The protective effectiveness of I-20A was 21%. Cortec VpCI-368 performs worse on copper, especially when diluted, than Cortec VpCI-369. Addition of I and II to I-20A also increases Z during accelerated corrosion tests. The compositions work best on steel and brass, worse on copper. The

introduction of I in I-20 A increases Z on steel by ~ 40%, on copper by ~ 6%, on brass by ~ 70% in a 0.5 M NaCl solution. Compounds based on I and II in I-20A can be recommended for the protection of agricultural machinery.

Keywords: anticorrosive protection, agricultural machinery, protective efficiency, Cortec VpCI-368 (I) and Cortec VpCI-369.

Введение. Для противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники традиционно используют консервационные материалы на масляной основе, как одни из самых доступных [1-8] и водно-восковые составы [9-11]. В ФГБНУ ВНИИТиН в последние годы ведутся разработки по исследованию возможности использования летучих ингибиторов коррозии (ЛИК) для этих целей [12-17]. Добавление их в малых количествах в коррозионную среду должно тормозить или полностью подавлять коррозионные процессы на защищаемом металле за счет хемосорбции, приводящей к образованию на поверхности металла мономолекулярного слоя ЛИК. На отечественном рынке уже появились материалы, в которых скомбинированы летучий и контактный ингибиторы. Использование таких материалов должно, блокировать коррозионные процессы, возникающие в местах дефектов на поверхности металла из-за нарушения адгезии защитного покрытия. К таким материалам относятся Cortec VpCI-368 и Cortec VpCI-369. Разработчики предлагают использовать эти материалы как временные покрытия для защиты от атмосферной коррозии и как противокоррозионные добавки в консервационные масла и смазки. В данной работе проводили исследования защитных свойств консервационных материалов на основе индустриального масла И-20А с добавками Cortec VpCI-368 и Cortec VpCI-369.

Методика эксперимента.

Покрытия исследуемых составов на защищаемые металлы (сталь Ст3, медь М1, латунь Л62) наносили с помощью кисти.

Ускоренные коррозионные испытания проводили в термовлагокамере Г-4 (ГОСТ 9.054-75), в 0,5 М растворе NaCl (ГОСТ 9.042-75).

Для электрохимических исследований использовали потенциостат IPC-ProMF со скоростью развертки потенциала 0,66 мВ/с. В электрохимической ячейке из стекла «Пирекс» с разделенным шлифом анодным и катодным пространствами рабочими электродами были сталь Ст3, медь М-1 и латунь Л-62 с площадью с площадью рабочей поверхности 0,5 см² и 0,4-0,8 см², соответственно, армированные в оправку из смеси эпоксидной смолы ЭД-6 с полиэтиленполиамином. Electrodes полировали оксидом магния и обезжиривали ацетоном или спиртом.

В качестве электрода сравнения использовали насыщенный водный хлорид-серебряный, вспомогательного – гладкую платину [11]. Потенциалы пересчитаны по н.в.ш. Для расчета скорости коррозии использовали уравнение:

$$K = \gamma i_{\text{кор}},$$

где K – скорость коррозии, г/(м²·час); $i_{\text{кор}}$ – ток коррозии, А/м²; γ – электрохимический эквивалент железа с учетом его перехода в раствор (окисление) в виде Fe²⁺ (г/А·час);.

Защитную эффективность композиций на основе Cortec VpCI-368 и Cortec VpCI-369 определяли по формуле:

$$Z = \frac{K_0 - K}{K_0} \cdot 100 \%,$$

где K₀ и K – скорости коррозии металла в отсутствие и при наличии масляной пленки, соответственно.

После погружения в раствор рабочие электроды выдерживали 10-15 мин для установления квазистационарного потенциала. Электрохимические измерения проводили в потенциодинамическом режиме.

Результаты и обсуждение

Известно, что для экспресс-оценки защитных свойств коррозионных материалов хорошо подходят электрохимические методы, которые не требуют много времени и работают с малыми количествами исследуемых веществ. В работе проведены поляризационные испытания на рабочих электродах с нанесенными исследуемыми составами.

Поляризационные кривые для составов на основе И-20А и Cortec VpCI-369 показаны на рисунке 1.

1 – покрытие отсутствует, 2 - VpCI-369; 3- И-20А; 4 - И-20А + 3% VpCI-369;
5 - И-20А + 5% VpCI-369; 6 - И-20А + 7% VpCI-369; 7 - И-20А + 10% VpCI-369

Рисунок 1 – Поляризационные кривые на стали Ст3,
покрытой защитными композициями в 0,5 М NaCl

Стационарный потенциал коррозии ($E_{кор}$) стали Ст3 составляет $-0,36$ В, плотность тока коррозии в фоновом растворе ($i_{кор}$) - $11 \cdot A/m^2$ (рисунок 1, таблица 1).

Таблица 1 – Результаты электрохимических измерений для составов на основе И-20 А и Cortec VCI -369

Состав покрытия	Электроды								
	Сталь Ст3			Медь М1			Латунь Л62		
	$-E_{кор},$ В	$i_{кор},$ A/m^2	Z %	$-E_{кор},$ В	$i_{кор},$ A/m^2	Z %	$-E_{кор},$ В	$i_{кор},$ A/m^2	Z %
Без покрытия	0,36	11	-	0,008	0,025		0,01	0,020	
И-20А	0,37	8,7	21	-0,009	0,0141	44	-0,03	0,012	40
VCI 369	0,23	3,2	71	-0,035	0,0001	99	0	0,00002	99
3% VCI 369 в И-20А	0,28	3,2	71						
5% VCI 369 в И-20А	0,10	1,4	87	-0,145	0,0027	90	0	0,00006	99
7% VCI 369 в И-20А	0,05	0,29	97						
10% VCI 369 в И-20А	0,01	0,16	98	-0,120	0,0063	75	-0,015	0,006	70

На анодной поляризационной кривой имеется линейный тафелевский участок с наклоном 56 мВ, близким к значению $2,3 RT/F$ (где R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура; F – постоянная Фарадея), что характерно для анодной ионизации железа в хлоридных слабосильных средах в отсутствии пассивации. После нанесения пленки свежего масла И-20А $E_{кор}$ увеличивается до $-0,37$ В, а $i_{кор}$ - снижается до $8,7 \cdot A/m^2$. Защитная эффективность такого покрытия (Z) составляет 21 %. Если стальной электрод покрыть Cortec VCI -369, то потенциал коррозии смещается в положительную сторону до $-0,23$ В, а ток коррозии уменьшается до $3,2 A/m^2$, защитная эффективность $Z = 71$ %. Таких же результатов по защитной эффективности можно добиться, используя состав из промышленного масла И-20 А и всего лишь с 3 масс.%

Cortec VCI -369 (рисунок 1, таблица1), потенциал коррозии в этом случае составляет $E_{кор} = -0,28$ В. А состав, содержащий 10 масс.% Cortec VCI -369 в И-20 А уже обеспечивает защитную эффективность $Z = 98$ %, смещая потенциал в положительную сторону до $-0,01$ В.

Логично предположить, что при введении в масла малых концентраций Cortec VCI -369 повышение защитной эффективности происходит и за счет летучих компонентов, которые лучше проникают в дефекты металлической поверхности.

При использовании Cortec VCI -368 наблюдается аналогичная картина (рисунок 2, таблица 2). Потенциал коррозии смещается в положительную сторону до $-0,17$ В, а ток коррозии уменьшается до $1,2$ А/м², защитная эффективность составляет $Z = 89$ %. Эта величина превышает величину защитной эффективности Cortec VCI -369. Защитная эффективность консервационных составов с 5-10 % Cortec VCI -368 в И-20А, высока (96 %) и не зависит от концентрации антикоррозионной добавки.

1 – покрытие отсутствует, 2 – И-20А; 3- VpCI-368; 4 - И-20А + 3% VpCI-368;
5 - И-20А + 5% VpCI-368; 6 - И-20А + 7% VpCI-368; 7 - И-20А + 10% VpCI-368

Рисунок 2 – Поляризационные кривые на стали Ст3,
покрытой защитными композициями в 0,5 М NaCl

Таблица 2 – Защитные свойства составов на основе И-20 А и Cortec VCI -368 на стали Ст3

Состав покрытия	Электроды								
	Сталь Ст3			Медь М1			Латунь Л62		
	$-E_{кор},$ В	$i_{кор},$ А/м ²	Z %	$-E_{кор},$ В	$i_{кор},$ А/м ²	Z %	$-E_{кор},$ В	$i_{кор},$ А/м ²	Z %
Без покрытия	0,36	11	-	0,008	0,025		0,01	0,022	
И-20А	0,37	8,7	21	-0,009	0,01	53	-0,03	0,006	72
VCI 368	0,17	1,2	89	-0,113	0,003	91	-0,067	0,0006	97
3% VCI 368 в И-20А	0,31	1,32	89						
5% VCI 368 в И-20А	0,18	0,44	96	-0,078	0,0125	40	-0,016	0,006	73
7% VCI 368 в И-20А	0,29	0,45	96						
10% VCI 368 в И-20А	0,17	0,43	96	-0,063	0,0158	37	-0,01	0,00003	99

Сравнение результатов электрохимических исследований масляных композиций на стали Ст3 показало, что при концентрации 7-10 масс. % Cortec VCI -368 и Cortec VCI -369 в индустриальном масле И-20А их защитная эффективность высока (96-98 масс. %) и практически не зависит от природы добавки (рисунок 3). Значение защитной эффективности находится на одном уровне с Z чистых Cortec VCI -368 и Cortec VCI -369. Защитная эффективность масла И-20А при электрохимических исследованиях, составила всего 21 %.

Рисунок 3 – Зависимость защитной эффективности VpCI-368 (1) и VpCI-369 (2) от концентрации ингибитора

Работают составы на основе Cortec VCI -369, помимо стали, на меди и латуни (таблица 1). Высокие результаты получены при концентрации ингибитора 5 масс.%. Использование чистого Cortec VCI -369 без добавления в масло позволяет практически полностью защитить поверхности из латуни и меди.

Как показали электрохимические испытания, составы на основе Cortec VCI -368 хуже работают на меди, особенно в разведенном состоянии, чем Cortec VCI -369. На латуни защитная эффективность выше в разведенном состоянии.

В таблице 3 приведены результаты гравиметрических исследований составов на основе Cortec VCI -369 в 0,5 М растворе NaCl на стали Ст3, меди М1, латуни Л62. На всех металлах их использование способствует повышению защитной эффективности. Составы лучше всего работают на стали и латуни, хуже на меди. На стали оптимальная концентрация Cortec VCI -369 при гравиметрических исследованиях составляет 5 -7 масс%, при этом защитная эффективность И-20 А повышается ~40 %, на меди введение исследуемого ингибитора в количестве 5-10 масс.% повышает защитную эффективность масла на 6 %. Для защиты латуни в 0,5 М растворе NaCl достаточно добавить Cortec VCI -369 в количестве 3 % , чтобы добиться максимальной защитной эффективности (80 %), защитная эффективность при этом повышается на 68 %.

Таблица 3 – Результаты ускоренных коррозионных испытаний в 0,5 М растворе NaCl. Экспозиция 456 часов.

С добавки, масс%	Сталь Ст3		Медь М2		Латунь Л62	
	К, г/(м ² ч)	Z, %	К, г/(м ² ч)	Z, %	К, г/(м ² ч)	Z, %
Контроль	0,1229		0,0300		0,0300	
0	0,0980	20	0,0200	33	0,0264	12
VCI 369 в И-20А						
3	0,0872	29	0,0200	33	0,0060	80
5	0,0380	69	0,0181	39	0,0090	70
7	0,0380	69	0,0181	39	0,0150	50
10	0,0380	69	0,0181	39	0,0141	53

При ускоренных коррозионных испытаниях к в термовлагокамере Г-4 (таблица 4) защитная эффективность на стали Ст3 составов с добавкой Cortec VCI -369 чуть выше, чем с Cortec VCI -368. Достаточно ее концентрации 3 масс. % вместо 5-7 масс.%, чтобы добиться одинаково высокой защитной эффективности $Z=97\%$.

Таблица 4 – Результаты ускоренных коррозионных испытаний в термовлагокамере Г-4. Экспозиция 960 часов.

VCI 368 в И-20А				VCI 369 в И-20А			
Толщина, мкм	С добавки, масс%	К, г/(м ² ч)	Z, %	Толщина, мкм	С добавки, масс%	К, г/(м ² ч)	Z, %
	Контроль	0,0760			Контроль	0,0760	
13	0	0,0570	25	13	0	0,0570	25
14	3	0,0110	86	14	3	0,0230	97
14	5	0,0025	97	15	5	0,0008	99
15	7	0,0020	97	15	7	0,0005	99
15	10	0,0013	98	16	10	0,0001	~100

Заключение. Сравнение результатов электрохимических исследований масляных композиций на стали Ст3 показало, что при концентрации 7-10 масс. % I и II в И-20А их защитная эффективность высока ($Z = 96-98\%$) и практически не зависит от природы добавки. Значение Z находится на одном уровне с Z чистых Cortec VCI -368и Cortec VCI -369, что связано с лучшей проникающей способностью масляных композиций в дефекты металлической поверхности. Cortec VCI -368 хуже работают на меди, особенно в разведенном состоянии, чем Cortec VCI -369.

При ускоренных коррозионных испытаниях добавление Cortec VCI -368и Cortec VCI -369 в индустриальное масло И-20А также повышает его защитную эффективность. Составы лучше всего работают на стали и латуни, хуже на меди.

Исследования показали, что составы на основе Cortec VCI -368 и Cortec VCI -369 могут быть использованы для защиты сельскохозяйственной техники, так как отличаются высокой защитной эффективностью с одной стороны, не требуют создания закрытого пространства с другой стороны.

Список литературы

1. Vigdorovich, V. I.; Tsygankova, L. E.; Shel', N. V., Knyazeva, L.G. Uryadnikov, A. A.; Kuznetsova, E.G. 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.-V.52.-N.7. Pp: 1157-1165. DOI: 10.1134/S2070205116070170.
2. Vigdorovich, V. I.; Tsygankova, L. E.; Tanygina, E. D., Tanygin, A. Yu.; Shel, N.V. Preservative materials based on vegetable oils for steel protection against atmospheric corrosion. I. Colza oil// International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. 2016. V. 5. N.1. Pp. 59-65. DOI: 10.17675/2305-6894-2016-5-1-5.
3. Vigdorovich, V. I.; Shel, N. V.; Tsygankova, L. E. Oil-based preservative materials for protection of copper against corrosion in atmospheres containing SO₂// International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. 2015. V: 4.N.3.P.210-220. DOI: 10.17675/2305-6894-2015-4-3-210-220
4. 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.
5. Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д., Князева Л.Г., Епифанцев С.С. Защита от атмосферной коррозии отработанными маслами, ингибированными продуктами их очистки. Сообщение 4. Защитная эффективность ингибированных ПООМ отработанных масел в условиях влагонасыщения// Практика противокоррозионной защиты. –2006. –№ 2 (40). –С. 41-47.
6. Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Кузнецова Е.Г., Урядников А.А., Остриков В.В., Зазуля А.Н. Антиккоррозионная эффективность пленок нефтяных и

синтетических масел и их физико-химические характеристики// Коррозия: материалы, защита. – 2014. – № 9. – С. 35-41.

7. Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Кузнецова Е.Г., Прохоренков В.Д. Антискоррозионная эффективность поверхностных защитных пленок товарных и отработанных синтетических масел на примере продукта МОБИЛ-1// Практика противокоррозионной защиты. – 2014. – № 2 (72). – С. 58-65

8. Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Остриков В.В., Чернышова И.Ю. Разработка консервационных материалов на основе отработанных масел. //Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2002. № 10. С. 38-40.

9. Прохоренков В.Д., Петрашев А.И., Князева Л.Г., Кузнецова Е.Г. Антискоррозионный водно-восковой состав "ГЕРОН"//Сельский механизатор. 2009. № 10. С. 28-29.

10. Князева Л.Г., Кузнецова Е.Г., Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д. Защитные свойства водно-восковых составов "ГЕРОН"// Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18. № 5. С. 2299-2303.

11. Петрашев А.И., Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Клепиков В.В. Технология консервации аграрной техники водно-восковым составом "ГЕРОН" //Наука в центральной России. 2013. № 1. С. 53-56.

12. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Zazulya A.N., Prokhorenkov V.D., Dorokhov A.V., Kuznetsova E.G., Uryadnikov A.A., Goncharova O.A. Suppression of Atmospheric Corrosion of Brass Using Volatile Inhibitors// Russian Agricultural Sciences. 2017. Т. 43. № 4. С. 342.

13. Vigdorovich, V.I. Use of IFKHAN Type of volatile Inhibitors for protection of steel Equipment in the Atmosphere of the Livestock Premises / V.I. Vigdorovich, L.G. Knyazeva, A.N. Zazulya, V.D. Prokhorenkov, A.V. Dorokhov, E.G. Kuznetsova, A.A. Uryadnikov // Russian Agricultural Sciences. – 2017. – V. 43. - № 2. – Pp. 184-187.

14. Вигдорович В.И., Князева Л.Г. и др. Использование летучего ингибитора ИФХАН-118 для защиты сельскохозяйственного оборудования от атмосферной коррозии//Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 1. С. 65-68.

15. Вигдорович, В.И. Использование летучих ингибиторов типа «ИФХАН» для защиты стального оборудования в атмосфере животноводческих помещений / В.И. Вигдорович В.И., Л.Г. Князева Л.Г., А.Н. Зазуля, В.Д. Прохоренков, А.В. Дорохов, Е.Г. Кузнецова, А.А. Урядников // Российская сельскохозяйственная наука. - 2017. - № 1. - С. 55-58.

16. Вигдорович В.И., Князева Л.Г., Кузнецова Е.Г., Андреев Н.Н., Урядников А.А. Противокоррозионная защита сельскохозяйственного оборудования летучими ингибиторами// Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 1. С. 56-58.

17. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Шель Е.Ю., Шель Н.В., Князева Л.Г., Дорохов А.В., Урядников А.А. Моделирование коррозионно-агрессивных атмосфер для оценки эффективности летучих ингибиторов// Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т. 84. № 7. С. 42-46.

References

1. Vigdorovich, V. I.; Tsygankova, L. E.; Shel', N. V., Knyazeva, L.G. Uryadnikov, A. A.; Kuznetsova, E.G. 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. -V.52. -N.7. Pp: 1157-1165. DOI: 10.1134/S2070205116070170.

2. Vigdorovich, V. I.; Tsygankova, L. E.; Tanygina, E. D., Tanygin, A. Yu.; Shel, N.V. Preservative materials based on vegetable oils for steel protection against atmospheric corrosion. I. Colza oil// International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. 2016. V. 5. N.1. Pp. 59-65. DOI: 10.17675/2305-6894-2016-5-1-5.

3. Vigdorovich, V. I.; Shel, N. V.; Tsygankova, L. E. Oil-based preservative materials for protection of copper against corrosion in atmospheres containing SO₂// International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. 2015. V: 4. N.3. P.210-220. DOI: 10.17675/2305-6894-2015-4-3-210-220

4. Prohorenkov V.D., Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G. Dostupnye protivokorroziionnye materialy dlya zashchity sel'skohozyajstvennoj tekhniki ot atmosfernoj korrozii//Praktika protivokorroziionnoj zashchity. 2003. № 3 (29). S. 51-54.

5. Vigdorovich V.I., Prohorenkov V.D., Knyazeva L.G., Epifancev S.S. Zashchita ot atmosfernoj korrozii otrabotannymi maslami, ingibirovannymi produktami ih ochistki. Soobshchenie 4. Zashchitnaya

эффективност' ingibirovannyh POOM otrabotannyh masel v usloviyahvlagonasyscheniya// Praktika protivokorroziionnoj zashchity. –2006. –№ 2 (40). –S. 41-47.

6. Knyazeva L.G., Vigdorovich V.I., Cygankova L.E., SHel' N.V., Kuznecova E.G., Uryadnikov A.A., Ostrikov V.V., Zazulya A.N. Antikorrozionnaya effektivnost' plenok neftyanyh i sinteticheskikh masel i ih fiziko-himicheskie harakteristiki// Korroziya: materialy, zashchita. – 2014. – № 9. – S. 35-41.

7. Knyazeva L.G., Vigdorovich V.I., Cygankova L.E., SHel' N.V., Kuznecova E.G., Prohorenkov V.D. Antikorrozionnaya effektivnost' poverhnostnyh zashchitnyh plenok tovarnyh i otrabotannyh sinteticheskikh masel na primere produkta MOBIL-1// Praktika protivokorroziionnoj zashchity. – 2014. – № 2 (72). – S. 58-65

8. Knyazeva L.G., Prohorenkov V.D., Ostrikov V.V., CHernyshova I.YU. Razrabotka konservacionnyh materialov na osnove otrabotannyh masel. // Himicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie. 2002. № 10. S. 38-40.

9. Prohorenkov V.D., Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Kuznecova E.G. Antikorrozionnyj vodno-voskovoj sostav "GERON"// Sel'skij mekhanizator. 2009. № 10. S. 28-29.

10. Knyazeva L.G., Kuznecova E.G., Vigdorovich V.I., Prohorenkov V.D. Zashchitnye svoystva vodno-voskovykh sostavov "GERON"// Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2013. T. 18. № 5. S. 2299-2303.

11. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Prohorenkov V.D., Klepikov V.V. Tekhnologiya konservacii agrarnoj tekhniki vodno-voskovym sostavom "GERON" // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 1. S. 53-56.

12. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Zazulya A.N., Prokhorenkov V.D., Dorokhov A.V., Kuznetsova E.G., Uryadnikov A.A., Goncharova O.A. Suppression of Atmospheric Corrosion of Brass Using Volatile Inhibitors// Russian Agricultural Sciences. 2017. T. 43. № 4. S. 342.

13. Vigdorovich, V.I. Use of IFKHAN Type of volatile Inhibitors for protection of steel Equipment in the Atmosphere of the Livestock Premises / V.I. Vigdorovich, L.G. Knyazeva, A.N. Zazulya, V.D. Prokhorenkov, A.V. Dorokhov, E.G. Kuznetsova, A.A. Uryadnikov // Russian Agricultural Sciences. – 2017. – V. 43. – № 2. – Pp. 184-187.

14. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G. i dr. Ispol'zovanie letuchego ingibitora IFHAN-118 dlya zashchity sel'skohozyajstvennogo oborudovaniya ot atmosfernoj korrozii// Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2016. № 1. S. 65-68.

15. Vigdorovich, V.I. Ispol'zovanie letuchih ingibitorov tipa «IFHAN» dlya zashchity stal'nogo oborudovaniya v atmosfere zhivotnovodcheskih pomeshchenij / V.I. Vigdorovich V.I., L.G. Knyazeva L.G., A.N. Zazulya, V.D. Prohorenkov, A.V. Dorokhov, E.G. Kuznecova, A.A. Uryadnikov // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. – 2017. – № 1. – S. 55-58.

16. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Kuznecova E.G., Andreev N.N., Uryadnikov A.A. Protivokorroziionnaya zashchita sel'skohozyajstvennogo oborudovaniya letuchimi ingibitorami// Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. T. 31. № 1. S. 56-58.

17. Vigdorovich V.I., Cygankova L.E., SHel' E.YU., SHel' N.V., Knyazeva L.G., Dorokhov A.V., Uryadnikov A.A. Modelirovanie korrozionno-agressivnyh atmosfer dlya ocenki effektivnosti letuchih ingibitorov// Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2018. T. 84. № 7. S. 42-46.

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.

Курыто Николай Алексеевич – магистрант Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный университет им Г.Р. Державина», Россия, г. Тамбов, e-mail: cska-sparta@yandex.ru.

Прохоренков Вячеслав Дмитриевич – доктор технических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», Россия, г. Тамбов.

Author credentials

Affiliations

Knyazeva Larisa G. – 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 V. – 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.

Kuryato Nikolay A – Master student of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Tambov State University named after G.R. Derzhavin», Russia, Tambov, e-mail: cskasparta@yandex.ru.

Prokhorenkov Vyacheslav D. – Full Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “Tambov State Technical University”, Russia, Tambov.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 18-16-00006

This work was supported by RNF, project No. 18-16-00006

Поступила в редакцию (Received): 16.09.2019 Принята к публикации (Accepted): 18.10.2019