

Тип статьи: научная

УДК 620.193

DOI: 10.35887/2305-2538-2024-4-148-157

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИТУМНЫХ ПРАЙМЕРОВ ДЛЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

Лариса Геннадьевна Князева¹, Андрей Валерьевич Дорохов², Николай Алексеевич Курьято³
^{1,2,3}Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и

нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация

¹ Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация

¹ Knyazeva27@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3232-2210>

² dorokhov.andryusha@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1778-457X>

³ cska-sparta@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1319-7370>

Автор, ответственный за переписку: Лариса Геннадьевна Князева, Knyazeva27@mail.ru
Corresponding author: Larisa Knyazeva, Knyazeva27@mail.ru

Реферат. С целью защиты сельскохозяйственной техники в нерабочий период от атмосферной коррозии возможно применение битумных праймеров (БП), представляющих собой композиции из нефтяного битума с добавлением растворителей и, возможно, других добавок. В работе исследовали защитные свойства композиций на основе битумного праймера «Оргкровля №1», разведенного уайт-спиритом, с модифицирующими добавками на образцах стали 08кп. Ускоренные коррозионные испытания в 0,5 М растворе NaCl показали: разбавление БП 40 масс. % уайт-спирита при нанесении в один слой приводит к снижению защитной эффективности до 75 %, 67 масс. % - до 37 %; введение в разбавленный БП 40 масс.% уайт-спирита добавок (5 масс.%) парафина П2 повышает его защитную эффективность (Z) до 98 %, КО-СЖК – до 87 %, Эмульгина – до 94%; при разведении БП 67 масс.% уайт-спирита максимальную Z= 60 % обеспечивает добавка 1 масс. % олифы +1 масс. % ПООМ. Ускоренные испытания в термовлагокамере Г-4, камере солевого тумана показали наилучшие результаты для покрытий БП, разбавленного 40 масс.% уайт-спирита, с добавкой 5 масс. % парафина П2. Наиболее высокие значения защитной эффективности в термовлагокамере Г-4 для БП, разбавленного 67 масс.% уайт-спирита, обеспечивают покрытия с 2 масс.% олифы (Z = 97%), 5 масс.% ПООМ (Z = 97%), 1 масс. % олифы +1масс. % ПООМ (Z = 96%). По 9-месячным результатам натурно-стендовых испытаний модифицированного БП, разбавленного 40 масс. % уайт-спирита, наилучшие результаты обеспечивает покрытие с добавкой 5 масс. % парафина П2 и Эмульгина. Эти 2 добавки эффективно защищают сталь в концентрированном растворе (200 г/л) минерального удобрения борофоски.

Ключевые слова: коррозия, битумный праймер, ингибитор коррозии, углеродистая сталь, защитная эффективность, ускоренные коррозионные испытания, натурно-стендовые.

PROTECTIVE PROPERTIES OF MODIFIED BITUMEN PRIMERS FOR ANTI-CORROSION PROTECTION OF AGRICULTURAL MACHINERY AND EQUIPMENT

Larisa Knyazeva¹, Andrey Dorokhov², Nikolay Kur'yato³

^{1,2,3}All-Russian Research Institute for Use machinery and Petroleum products in Agriculture, Tambov, Russian Federation

¹ Tambov State University, Tambov, Russian Federation

¹ Knyazeva27@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3232-2210>

² dorokhov.andryusha@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-1778-457X>

³ cska-sparta@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1319-7370>

Abstract. In order to protect agricultural machinery from atmospheric corrosion during the non-working period, it is possible to use bitumen primers (BP), which are compositions of petroleum bitumen with the addition of solvents and, possibly, other additives. The protective properties of compositions based on the bitumen primer "Orgkrovlya No. 1" diluted with white spirit with modifying additives on samples of 08kp steel were studied in the work. Accelerated corrosion tests in 0.5 M NaCl solution showed the following: dilution of BP with 40 wt. % white spirit when applied in one layer leads to a decrease in the protective efficiency to 75%, 67 wt. % - to 37%; the introduction of additives (5 wt.%) of P2 paraffin into the diluted BP with 40 wt. % white spirit increases its protective efficiency (Z) to 98%, KO-SZhK - up to 87%, Emulgin - up to 94%; When diluting BP with 67 wt.% white spirit, the maximum Z = 60% is provided by the addition of 1 wt.% drying oil +1 wt.% POOM. Accelerated tests in the G-4 heat and humidity chamber and the salt spray chamber showed the best results for BP coatings diluted with 40 wt.% white spirit and with the addition of 5 wt.% P2 paraffin. The highest values of protective efficiency in the G-4 heat and humidity chamber for BP diluted with 67 wt.% white spirit are provided by coatings with 2 wt.% drying oil (Z = 97%), 5 wt.% POOM (Z = 97%), 1 wt.% drying oil +1 wt.% POOM (Z = 96%). According to the 9-month results of full-scale bench tests of modified BP diluted with 40 wt.% white spirit, the best results are provided by the coating with the addition of 5 wt. % paraffin P2 and Emulgin. These 2 additives effectively protect steel in a concentrated solution (200 g/l) of mineral fertilizer borofoska.

Keywords: corrosion, bitumen primer, corrosion inhibitor, carbon steel, protective efficiency, accelerated corrosion tests, full-scale bench tests.

Для цитирования: Князева Л.Г., Дорохов А.В., Курьято Н.А. Защитные свойства модифицированных битумных праймеров для противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники оборудования // Наука в Центральной России Science in the Central Russia. 2024. Т. 70, № 4. С. 148-157. <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-4-148-157>.

For citation: Knyazeva L., Dorokhov A., Kur'yato N. Protective properties of modified bitumen primers for anti-corrosion protection of agricultural machinery and equipment. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2024; 70(4): 148-157. (In Russ.) <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-4-148-157>.

Введение. Использование битумов в качестве материалов для противокоррозионной защиты имеет долгую историю. Битум является природным продуктом, который известен человечеству уже на протяжении тысячелетий. Впервые открыли битум шумеры пять тысяч лет назад [1].

Битумы представляют собой сложные коллоидные системы, в состав которых входят масла (37-68 %), смолы (10-40 %), асфальтены, асфальтогеновые кислоты и их ангидриды [2-5]. Элементарный состав битумов колеблется в пределах: углерод –70-87%, водород – 8-12%, сера – 0,5-7%, кислород – 0,2-12%, азот – 0...2%. Битумы не растворимы в воде, полностью или частично растворимы в бензоле, хлороформе, сероуглероде и других органических растворителях с плотностью 0,95–1,50 г/см³, плавятся при нагревании и обладают пластичными вяжущими свойствами.

Еще в древности битум использовали для уплотнения деревянных кораблей и защиты от коррозии. С течением времени битум стал использоваться для защиты металлических конструкций от коррозии, в частности, для защиты металлических каркасов зданий и мостов. Битум обладает хорошей адгезией к металлу и способен обеспечить долговечную защиту от воздействия влаги и агрессивных компонентов среды.

Современные технологии позволяют использовать битум в различных формах; пленки, мастики, краски и грунты. Для повышения качества битумов их модифицируют различными добавками, к наиболее интересным относятся крупнотоннажные отходы и побочные продукты нефтехимических производств [6, 7].

Механизм защитного действия битумных материалов основан на барьерном эффекте, предотвращающем проникновение коррозионной среды к металлу. Еще в 30-х годах 20-го века появилась Шведская технология барьерной защиты, базирующаяся на создании толстого битумного слоя на поверхности относительно несложных конструкций, которая отлично

подходила для сельскохозяйственной техники тех времен.

С целью защиты сельскохозяйственной техники в нерабочий период от атмосферной коррозии возможно применение битумных праймеров (БП) - жидких битумов [8], представляющих собой композицию из нефтяного битума с добавлением растворителей и, возможно, других добавок. Все промышленно выпускаемые БП, как правило, обладают хорошей адгезией, что позволяет им создавать барьер между металлической поверхностью и агрессивной средой и увеличивать срок службы сельскохозяйственной техники. К 10 лучшим промышленно выпускаемым БП 2023 года, по мнению журнала Expertology относятся: ТЕХНОНИКОЛЬ AQUAMAST; GOODNIM P1; П PROFIMAST; ECOMAST; SMARTMIX; PETROMAST; БИТУМЕКС ПБ-034; FARBITEX; OBERN BLACK; ГРИДА НТ. Их стоимость колеблется от 117 до 344 руб/л в ценах 2023 года [9]. Очень распространенными на рынке являются БП «Оргкровля-1», стоимость которого не превышает 50 руб/л в ценах 2024 г.

Целью данной работы является исследование защитных свойств композиций на основе битумного праймера «Оргкровля №1» с модифицирующими добавками, определяющими их противокоррозионные свойства.

Материалы и методы.

Для исследования были получены композиции, где в роли основы использовали БП «Оргкровля №1» (ТУ 5775-013-00289973-2010, уайт-спирит (у-с) 30-67 масс. % и различные добавки (парафин П2, КО-СЖК (кубовые остатки синтетических жирных кислот), Эмульгин, ПООМ (продукты очистки отработанных моторных масел) [10,11], олифа, нерафинированное подсолнечное масло. суммарное количество которых не превышало 5 масс.%. БП может быть использован для обработки металла, окончательный набор свойств происходит через 20 суток.

Исследования проводили на углеродистой стали 0,8кп. Для нанесения покрытия стальные образцы опускали в исследуемый состав на 10 сек., после чего оставляли на воздухе в подвешенном вертикальном положении на 1 сутки для стекания избытка композиции и формирования защитной пленки [9, 10]. Через 1-5 дней после полного высыхания, проводили испытания.

Ускоренные коррозионные испытания в 0,5 М (3%-ном) растворе NaCl проводили в соответствии с ГОСТ 9.042-75, в термовлагокамере Г4 с автоматическим регулированием влажности и температуры – в соответствии с ГОСТ 9.054-75 (температура воздуха в термовлагокамере – 38-42 0С, относительная влажность – 95-100%, продолжительность испытаний - 40 суток).

Результаты и их обсуждение.

При ускоренных коррозионных испытаниях в 0,5 М (3%-ном) растворе NaCl по ГОСТ покрытия самого битумного праймера, нанесенного окунанием в 1,2,3 слоя, соответственно имеющие толщину 670, 1441, 2016 мкм практически полностью защищают сталь 0,8кп от коррозии (защитная эффективность (Z) составляет ~ 100%), о чем свидетельствует внешний вид покрытия (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид стальных образцов без покрытия и с покрытием из БП, толщиной 670, 1441, 2016 мкм после экспозиции в течение 14 суток в 0,5 М NaCl

После снятия покрытия БП явных следов коррозии на образцах замечено не было.

Разбавление БП 40 масс. % уайт-спирита при нанесении в один слой приводит как к снижению толщины покрытия до 220 мкм, так и к снижению его защитной эффективности в 0,5 М растворе NaCl до 75 % (таблица 1).

Таблица 1 –Защитная эффективность модифицированного битумного праймера, содержащего 40 масс.% уайт-спирита в 0,5 М растворе NaCl. Продолжительность 14 суток

Покрытие		Толщина, мкм	K, г/м ² ·ч	Z, %	Внешний вид покрытия после испытаний
Основа	добавка				
Без покрытия		-	0,0555		
БП +40 % уайт-спирита	-	220	0,0139	75	
	5 масс. % Эмульгина	80	0,0033	94	
	5 масс. % КОСЖК	150	0,0072	87	
	5 масс. % парафина П2	220	0,0011	98	

Введение различных добавок в разбавленный БП (40 масс.% уайт-спирита) повышает его защитную эффективность на 12-23 % (таблица 1): использование парафина до 98 %, КО-СЖК – до 87 %, Эмульгина – до 94%. Внешний вид этих покрытий после ускоренных испытаний показан в таблице 1. Визуально они после испытаний имеют небольшие дефекты, хотя коррозионные разрушения за период испытаний не наблюдаются.

Разбавление БП 67 масс. % уайт-спирита снижает толщину такого покрытия в 4.4 раза, по сравнению с предыдущим случаем и уменьшает его защитную эффективность до 37 % (таблица 2). При добавлении 5 масс.% парафина П2 в такой БП толщина покрытия уменьшается с 220 мкм (таблица 1) до 47 мкм (таблица 2), а Z составляет 45 % (вместо 98 %), что выше, чем без добавки, но существенно ниже, чем для БП, содержащего 40 масс.% уайт-спирита при таком же содержании парафина П2. Интересно, что при 2 масс.% парафина П2 защитная эффективность на 6 % выше, чем при концентрации 5 масс.% в этом случае. Аналогичная тенденция наблюдалась для БП с 67 масс.% уайт-спирита с добавкой олифы: при 2 масс.% олифы защитная эффективность на 8 % выше, чем при 5 масс.% (таблица 2). Максимальную степень защиты (60 %) в 0,5 М растворе NaCl обеспечивает добавка 1 масс. % олифы +1 масс. % ПООМ. Добавка только олифы приводит к созданию покрытий с худшей адгезией, чем при использовании двухкомпонентной добавки с ПООМ.

Таблица 2 –Защитная эффективность модифицированного битумного праймера, содержащего 67 масс. % уайт-спирита в 0,5 М растворе NaCl. Продолжительность 14 суток

Покрытие		Толщина, мкм	K, г/м ² ·ч	Z, %
Основа	добавка			
Без покрытия		-	0,0555	-
БП +67 масс. % уайт-спирита	-	50		37
	2 масс. % парафина П2	65	0,0267	51
	5 масс. % парафина П2	47	0,0306	45
	2 масс.% олифы	36	0,0235	58
	5 масс.% олифы	23	0,0276	50
	2 масс. % ПООМ	39	0,0324	41

	5 масс. % ПООМ	24	0,0292	47
	2 масс. % нераф. подсолнечного масла	56	0,0256	54
	1 масс. % олифы +1масс. % Эмульгина	16	0,0297	47
	1 масс. % олифы +1масс. % ПООМ	46	0,0223	60

На рисунке 2 показаны фотографии образцов стали с покрытиями (5 масс.%) после суточных испытаний в термовлагокамере Г-4. Коррозионные процессы ни на одном стальном образце за этот период времени не начались, защитная эффективность самого БП и всех модифицированных составов ~ 100 %.



Без покрытия Без добавок Парафин КОСЖК Эмульгин

Рисунок 2– Фотографии образцов стали с покрытиями БП с добавками парафина, КО-СЖК, Эмульгина после суточных коррозионных испытаний в термовлагокамере Г-4.

В таблице 3 приведены результаты испытаний стальных образцов с покрытиями модифицированного БП, разбавленного 40 масс. % уайт-спирита в термовлагокамере Г-4 в течение 40 суток. Уже сам БП без добавок обеспечивает высокую степень защиты (94 %), введение в него добавок Эмульгина, КО-СЖК, парафина П2 увеличивает ее на 2-6 %. Наилучшие результаты обеспечивает покрытие с добавкой 5 масс. % парафина П2, как и в случае ускоренных коррозионных испытаний в солевом растворе. Защитная способность подтверждается и внешним видом образцов после испытаний в термовлагокамере Г-4 (таблица 3). На поверхности всех образцов с покрытиями отсутствуют следы видимых коррозионных поражений. Отличие внешних условий, по сравнению с испытаниями в 0,5 М NaCl, заключается в отсутствии воздействия агрессивных Cl⁻ ионов в данных условиях.

При использовании БП, разбавленного до 67 масс. % уайт-спиритом, защитная эффективность БП снижается до 70 % (таблица 4). Введение в такой БП 5 масс.% парафина П2 обеспечивает защитную эффективность Z = 83 % (при 40 масс.% уайт-спирита Z ~ 100% (таблица 3)).

Таблица 3 – Результаты ускоренных коррозионных испытаний в термовлагокамере Г-4 модифицированного БП, разбавленного 40 масс. % уайт-спирита. Продолжительность 40 суток

Покрытие		Толщина, мкм	K, г/м ² ·ч	Z, %	Внешний вид покрытия после испытаний
Основа	добавка				
Без покрытия		-	0,0401		
БП +40 масс. % уайт-спирита	-	200	0,0024	94	
	5 масс. % Эмульгина	100	0,0013	97	
	5 масс. % КО-СЖК	150	0,0017	96	

	5 масс. % Парафина П2	200	0,0001	~100			
--	--------------------------	-----	--------	------	--	---	--

Наиболее высокие значения защитной эффективности в БП, разбавленном 67 масс.% уайт-спирита, обеспечивают покрытия с 2 масс.% олифы (Z = 97%), 5 масс.% ПООМ (Z = 97%), 1 масс.% олифы + 1 масс.% ПООМ (Z = 96%).

Таблица 4 – Результаты ускоренных коррозионных испытаний в термовлагокамере Г-4 модифицированного БП, разбавленного 67 масс. % уайт-спирита. Продолжительность 40 суток

Основа	Покрытие		Толщина, мкм	K, г/м ² ·ч	Z, %
		добавка			
Без покрытия			-	0,3066	
БП +67 масс. % уайт-спирита		-	50		70
		2 масс. % парафина П2	65	0,0984	68
		5 масс. % парафина П2	47	0,0521	83
		2 масс. % олифы	36	0,0095	97
		5 масс. % олифы	23	0,0174	94
		2 масс. % ПООМ	39	0,0153	95
		5 масс. % ПООМ	24	0,0092	97
		2 масс. % нераф. подсолнечного масла	56	0,0718	77
		1 масс. % олифы + 1 масс. % Эмульгина	27	0,0429	86
		1 масс. % олифы + 1 масс. % ПООМ	46	0,0118	96

Стальные образцы с покрытием из модифицированного БП также помещали в камеру солевого тумана. Фотографии образцов стали 08кп с покрытием на основе битумного праймера (БП), дополнительно содержащего уайт-спирит и ингибитор коррозии, после 16 и 20-ти суток экспозиции в камере солевого тумана представлены в таблице 5. Наилучшие результаты в этом случае показало покрытие из битумного праймера, разбавленного 40 масс.% уайт-спирита с 5 масс. % парафина П2, которое полностью защитило стальную поверхность в таких условиях.

Таблица 5 – Фотографии образцов стали 08кп с покрытием из БП с 40 масс. % уайт-спирита и ингибитором коррозии после испытаний в камере солевого тумана

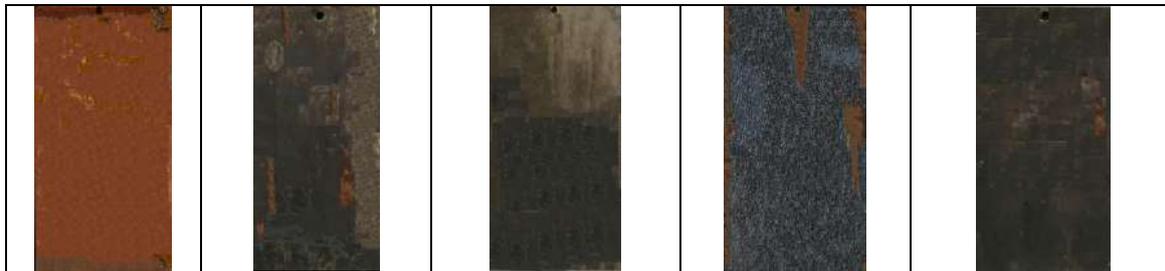
Состав	Внешний вид образца	Состав	Внешний вид образца
БП + 40 % у.с. + 5 % парафина П2 20 суток		БП + 40 % у.с. 16 суток	
БП + 40 % у.с. + 5 % Эмульгина 20 суток		БП + 40 % у.с. + 2 % олифы 16 суток	

БП + 40 % у.с. + 5 % КОСЖК 20 суток		БП + у.с. (1:2) + 5 % олифы 20 суток	
БП + у.с. (1:2) + 5 % ПООМ 20 суток		БП + 40 % у.с. + 1 % олифы + 1 % ПООМ 16 суток	

В таблице 6 показаны результаты натурно-стендовых испытаний модифицированного БП, разбавленного 40 масс. % уайт-спирита. Как и в случае ускоренных коррозионных испытаний, наилучшие результаты обеспечивает покрытие с добавкой 5 масс. % парафина П2. Практически также эффективна присадка Эмульгин в количестве 5 масс. %.

Таблица 6 – Результаты натурно-стендовых испытаний модифицированного БП, разбавленного 40 масс. % уайт-спирита

Без покрытия	Покрытие на основе битумного праймера, содержащее в своём составе 40 масс. % уайт-спирита и с добавлением 5 масс. % ИК							
	Без добавки		Парафин П2		КО-СЖК		Эмульгин	
2 месяца								
К, г/м ² ·ч	К, г/м ² ·ч	Z, %	К, г/м ² ·ч	Z, %	К, г/м ² ·ч	Z, %	К, г/м ² ·ч	Z, %
0,0009	0,0004	56	0,0001	93	0,00012	86	0,0003	66
								
3 месяца								
К, г/м ² ·ч	К, г/м ² ·ч	Z, %	К, г/м ² ·ч	Z, %	К, г/м ² ·ч	Z, %	К, г/м ² ·ч	Z, %
0,0009	0,00057	36	0,00030	67	0,00045	50	0,00037	59
								
9 месяцев								
К, г/м ² ·ч	К, г/м ² ·ч	Z, %	К, г/м ² ·ч	Z, %	К, г/м ² ·ч	Z, %	К, г/м ² ·ч	Z, %
0,0009	0,00058	35	0,00026	71	0,00054	39	0,00028	69



Для консервационных материалов, используемых для противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники и оборудования, важна защитная эффективность в средах с минеральными удобрениями. Определили скорость коррозии (К, г/м²·ч) стали 0,8 кп в минеральных удобрениях с концентрацией 200 г/л при 78-часовой экспозиции. По значению К минеральные удобрения можно расположить в ряд:

$$\text{диаммофоска (0,0146 г/м}^2\cdot\text{ч)} < \text{карбамид (0,0287 г/м}^2\cdot\text{ч)} < \text{суперфосфат (0,0327 г/м}^2\cdot\text{ч)} < \\
 < \text{хлористый калий (0,0532 г/м}^2\cdot\text{ч)} < \text{борофоска (0,0560 г/м}^2\cdot\text{ч)}$$

Внешний вид пластин показан в таблице 7. Из представленных результатов следует, что одним из наиболее агрессивных минеральных удобрений является борофоска.

Таблица 7 – Скорость коррозии (К) образцов стали 0,8кп в концентрированных растворах минеральных удобрений (200 г/л). Экспозиция 78 суток.

Минеральное удобрения	Диаммо фоска	Карбамид	Супер фосфат	Хлористый калий	Борофоска
Фотография после испытаний					

В растворе борофоски (200 г/л) была исследована электропроводность покрытий из композиций на основе на приборе ИКС-1. Результаты отражены на рисунке 3.

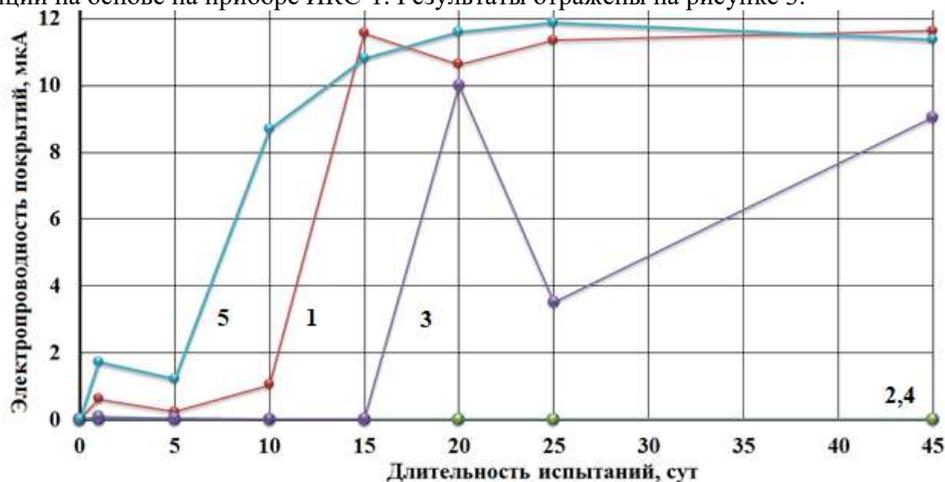


Рисунок 3 – Динамика изменения электропроводности покрытий из БП в растворе борофоски: 1 – без добавок; 2 – с 5 % парафина П2; 3 – с 5 % КО-СЖК; 4 – с 5% Эмульгина; 5 – мастика Dugla Profi

Самым эффективным в концентрированном растворе борофоски оказались битумные

покрытия (кривая 2) с парафином П2 (толщиной 190 мкм) и с Эмульгином (200 мм), которые на время испытаний (45 суток) полностью изолировали защищаемый металл от доступа раствора удобрения. Меньшая эффективность битумного покрытия с КО-СЖК (покрытие полностью изолировало углеродистую сталь только 15 суток), в том числе, связано с меньшей толщиной покрытия (90 мкм). А вот тот факт, что готовая мастика Dugla Profi оказалась неэффективной в растворе борофоски даже в течение суток, не связан только с толщиной покрытия, которая составляла 190 мкм.

Заключение. Таким образом, защитная эффективность битумных праймеров снижается при добавлении уайт-спирита. Повысить ее можно, добавляя такие ингибиторы коррозии, как парафин П2 и Эмульгин в количестве 5 масс.% при разведении БП 40 масс.% уайт-спирита, ПООМ при разведении 67 масс.% уайт-спирита. По 9-месячным результатам натурно-стендовых испытаний модифицированного БП, разбавленного 40 масс. % уайт-спирита, наилучшие результаты обеспечивает покрытие с добавкой 5 масс. % парафина П2 и Эмульгина. Эти 2 добавки эффективно защищают сталь в концентрированном растворе (200 г/л) минерального удобрения борофоски.

Так как механизм действия модифицированных БП блокировочный, их защитное действие напрямую зависит от толщины покрытия. Для дальнейших исследований рекомендуется покрытия наносить с помощью пневмораспыления не менее, чем в 2-3 слоя.

Список источников

1. [Электронный ресурс]. URL <https://e-plus.media/arctice/chudesnyj-nefteprodukt-kak-bitumnyyazan-s-visyachimi-sadami-semiramidy/> Дата обращения 8.07.2004.
2. Сорокин М. Ф., Шодэ Л. Г., Кочнова З. А. Химия и технология пленкообразующих веществ. М.: Химия. -1981. - 448 с.
3. Ярцев В.П., Ерофеев А.В. Битумные композиты: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям 270102, 270105, 270205. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 80 с.
4. Сыроежко, А. М. Взаимосвязь структурно-группового состава гудронов и битумов их нефтей различной природы с их эксплуатационными параметрами / А. М. Сыроежко, О. Ю. Бегак, В. В. Федоров // Журнал прикладной химии. - 2004. - № 4. - С. 661-669.
5. Шеина, Т. В. Взаимосвязь фракционного состава надмолекулярной структуры и эксплуатационных показателей дорожных битумов. Часть II / Т. В. Шеина, А. А. Самохина // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. - 2015. - № 4(21). - С.108-114.
6. Нгуен Ван Тхань, Битумно-смоляные композиции на основе модифицированных нефтеполимерных смол / Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов, Нгуен Ван Тхань, Л. Р. Хаяльева // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. - 2018. - № 2. - С. 90-98.
7. Петрашев А. И. Смачивающие и защитные свойства консервационных материалов // Практика противокоррозионной защиты. №1(27). 2003. -С. 16-19.
8. Что такое битумный праймер и для чего он нужен. [Электронный ресурс]. Url: <https://znaet.petrovich.ru/stroitelstvo/fundament-podval/gidroizolyatsiya/instruktsiya/chto-takoe-bitumnyy-praumer-i-dlya-chego-on-nuzhen> (дата обращения 8.07.2024).
9. 10 лучших битумных праймеров [Электронный ресурс]. URL <https://expertology.ru/luchshikh-bitumnykh-praumerov/> Дата обращения 11.06.2024.
10. Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д., Князева Л.Г. Защитная эффективность продуктов очистки отработавших масел в условиях электрохимической коррозии стали. Технологии нефти и газа. 2008. № 4 (57). С. 24-30.
11. Прохоренков В.Д., Вигдорович В.И., Князева Л.Г., Епифанцев С.С. Состав и противокоррозионные свойства остаточных продуктов очистки и осветления отработанных моторных масел//Практика противокоррозионной защиты. 2003. № 3 (29). С. 55-58.
12. Vighdorovich V.I., Tsygankova L.E., Knyazeva L.G., Shel N.V. Protective Effectiveness of Oil Compositions in the Presence of Sulfur-containing Corrosion Stimulators//Chemistry and Technology of Fuels and Oils. 2020. T. 56. № 4. С. 570-579.

References

1. [Electronic resource]. URL <https://e-plus.media/arctice/chudesnyj-nefteprodukt-kak-bitum-svyazan-s-visyachimi-sadami-semiramidy/> Date of access 07/08/2004.
2. Sorokin M. F., Shode L. G., Kochnova Z. A. Chemistry and technology of film-forming substances. Moscow: Chemistry. - 1981. - 448 p.
3. Yartsev V. P., Erofeev A. V. Bitumen composites: a textbook for students studying in specialties 270102, 270105, 270205. Tambov: Publishing house of FGBOU VPO "TSTU", 2014. - 80 p.
4. Syroezhko, A. M. Relationship between the structural-group composition of tars and bitumens from oils of different nature and their operational parameters / A. M. Syroezhko, O. Yu. Begak, V. V. Fedorov // Journal of Applied Chemistry. - 2004. - No. 4. - P. 661-669.
5. Sheina, T. V. Relationship between the fractional composition of the supramolecular structure and operational indicators of road bitumens. Part II / T. V. Sheina, A. A. Samokhina // Bulletin of SGASU. Urban development and architecture. - 2015. - No. 4 (21). - P. 108-114.
6. Nguyen Van Thanh, Bitumen-resin compositions based on modified petroleum polymer resins / L. I. Bondaletova, V. G. Bondaletov, Nguyen Van Thanh, L. R. Khayaliev // Bulletin of Tver State University. Series: Chemistry. - 2018. - No. 2. - P. 90-98.
7. Petrashev A. I. Wetting and protective properties of preservation materials // Practice of anti-corrosion protection. No. 1 (27). 2003. - P. 16-19.
8. What is a bitumen primer and what is it for. [Electronic resource]. URL: <https://znaet.petrovich.ru/stroitelstvo/fundament-podval/gidroizolyatsiya/instruktsiya/chto-takoe-bitumnyy-praymer-i-dlya-chego-on-nuzhen> (date of access 07/08/2024).
- 9.10 best bitumen primers [Electronic resource]. URL <https://expertology.ru/luchshikh-bitumnykh-praymerov/> Date of access 06/11/2024.
10. Vigdorovich V.I., Prokhorenkov V.D., Knyazeva L.G. Protective efficiency of waste oil purification products under conditions of electrochemical corrosion of steel // Oil and Gas Technologies. 2008. No. 4 (57). P. 24-30.
11. Prokhorenkov V.D., Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Epifantsev S.S. Composition and anticorrosive properties of residual products of cleaning and clarification of used motor oils//Practice of anticorrosive protection. 2003. No. 3 (29). P. 55-58.
12. Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E., Knyazeva L.G., Shel N.V. Protective Effectiveness of Oil Compositions in the Presence of Sulfur-containing Corrosion Stimulators//Chemistry and Technology of Fuels and Oils. 2020. T. 56. № 4. С. 570-579.

Информация об авторах

Л.Г. Князева – доктор химический наук, доцент; А.В. дорохов – кандидат химических наук; Н.А. Курьято – младший научный сотрудник.

Information about the authors

L. Knyazeva – doctor of science (chemistry), associate professor; A. Dorokhov – candidate of chemical science; N. Kur'yato – junior researcher.

Вклад авторов: Л.Г. Князева – формулировка цели и выводов, анализ результатов исследования; А.В. Дорохов – проведение экспериментальных исследований; Н.А. Курьято – обработка результатов исследования, проведение экспериментальных исследований.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: L. Knyazeva – formulation of the goal and conclusions, analysis of research results; A. Dorokhov – conducting experimental studies; N. Kur'yato – processing of research results, conducting experimental studies.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 18.07.2024 Принята к публикации (Accepted): 25.08.2024