



ский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-56,

Ключевые слова: технический сервис; сельскохозяйственная техника; John Deere; сервисный центр; мобильный технический сервис; техническое обслуживание; организация ремонта.

INCREASE OF EFFICIENCY OF SERVICE CENTERS OF AGRICULTURAL MACHINERY JOHN DEERE ON THE SARATOV REGION TERRITORY

Shishurin Sergey Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Maintenance of AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Chumakova Svetlana Valentinovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Mathematics and Mathematical Modeling", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Medenko Alexander Aleksandrovich, Post-graduate Student of the chair "Technical Maintenance of AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: technical service; agricultural machinery; John Deere; service center; mobile technical service; maintenance; repair organization.

The article considers the technique for determining the location of additional service centers for John Deere agricultural equipment in the Saratov region. The analysis of the distribution of agricultural equipment John Deere in the districts of the Saratov region is presented. The time spent by a specialist in the service department for performing maintenance work is justified. The distribution and fixing of serviced agricultural machinery for the main service center, additional service centers and points of mobile service were presented. As a result of the analyzes and calculations, using the dealer's statistics and relying on the world experience of dealerships it is established that for the timely, high-quality and cost-effective provision of John Deere agricultural equipment service in the Saratov region, dealers need to organize and equip, in accordance with the manufacturer's requirements, two additional service centers and one mobile service point.

УДК 620.197.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

ШЛЫКОВ Алексей Евгеньевич, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

ТАРУКИН Евгений Михайлович, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

КАЛАШОВ Александр Александрович, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

В статье рассмотрены проблемы, возникающие при хранении сельскохозяйственной техники в неиспользуемый период года. Проанализировано состояние металлофонда России, а также выявлены основные причины потери металла в сельском хозяйстве вследствие коррозионно-механического изнашивания. Приведены результаты сравнительных лабораторных испытаний образцов ингибиторов коррозии. Расширен ассортимент отечественных ингибиторов коррозии металлов путем разработки нового состава. Доказано, что опытный образец превосходит наиболее близкий по свойствам аналог.

Введение. В нашей стране в последние годы наблюдается дефицит сельскохозяйственной техники, а также отмечается неудовлетворительное состояние вопроса ее хранения. Вызвано это многими причинами, наиболее важными из которых являются слабая материально-техническая база и отсутствие эффективных средств защиты от коррозии и износа.

В общем комплексе мер по обеспечению постоянной технической готовности машин к использованию особое место занимает организация их хранения в нерабочий период. Для большинства сельскохозяйственных машин этот период доходит до 90–95 % календарного времени года [7].

На сегодняшний день исследование и предотвращение коррозионно-механических про-

цессов изнашивания при эксплуатации техники является довольно актуальным. Машины и оборудование от длительного нахождения под воздействием атмосферных осадков, солнечной радиации, перепадов температур и влажности интенсивно корродируют [9].

Ежегодный ущерб металлофонду России вследствие коррозии составляет около 12 % от общей массы, т.е. почти 30 % ежегодно производимого металла. Одновременно с этим существуют и косвенные потери металлов, которые превышают прямые в 3–4 раза.

Металлофонд Российской Федерации составляет порядка 1600 млн т, примерно 10–12 % из них приходится на долю сельского хозяйства страны. Срок службы оборудования и тех-



ники, применяемой на аграрных предприятиях в 2,5–3 раза меньше, чем на транспорте или в промышленности. На устранение ущерба, нанесенного деталям и агрегатам коррозионно-механическим изнашиванием, требуется до 30 % средств от общих затрат на восстановление их работоспособности.

Потери металла с 1 м² незащищенной поверхности металла могут достигнуть 90–110 г. В случае контакта с влажной почвой, растительными остатками – до 200 г в год. Соприкосновение частей машин с ядохимикатами, удобрениями может увеличить эти потери в несколько раз [10].

Практически треть отказов сельхозмашин вызвана коррозионно-механическим изнашиванием, на 50 % снижается прочность углеродистых сталей и серого чугуна, в 2–4 раза увеличивается износ сопряженных деталей. Происшедшие в результате коррозии изменения в структуре металла приводят к поломкам и выходу из строя машин в наиболее ответственные моменты напряженных сельскохозяйственных работ [6].

Эффективным способом защиты сельскохозяйственной техники от коррозии в нерабочий период является консервация защитными составами силовых агрегатов машин, рабочих органов, деталей и узлов, не имеющих защитной покраски, а также мест с поврежденным лакокрасочным покрытием [8].

Цель исследования – изучить ряд существующих ингибиторов коррозии, предложить новый консервационный состав и сравнить показатели лабораторных испытаний образцов.

Методика исследований. В настоящее время для применения в сельском хозяйстве рекомендован широкий перечень консервантов, включающий в себя пластичные смазки, консервационные масла, пленкообразующие ингибированные и восковые составы и ингибиторы коррозии [1–3].

Отсутствие научно обоснованной концепции создания ингибиторов коррозии привело к появлению готовых к применению консервационных масел и составов, представляющих сложные композиции, состоящие иногда более чем из десяти ингредиентов. Такие составы обладают низкой стабильностью и, как следствие, малым сроком хранения (до 6 месяцев). Аналогичная ситуация существует и на рынке противоизносных добавок.

Кроме того, ситуацию усугубляет тот факт, что в настоящее время на рынке в большом количестве присутствуют составы зарубежного производства, которые по отдельным показателям могут превосходить более дешевые отечественные, что приводит к вытеснению последних с рынка.

Результаты исследований. В условиях отсутствия альтернативы сельскохозяйственные товаропроизводители вынуждены покупать дорогие составы или, при недостатке средств,

отказаться от проведения противокоррозионных мероприятий частично или полностью.

В связи с этим возникает острая необходимость разработки концепции создания защитных средств от коррозии и износа с полифункциональными защитными свойствами с применением нанотехнологий [4].

Решением данной проблемы может стать разработанный ингибитор (патент RU 2597442 С1), который относится к области защиты металлов от атмосферной коррозии с помощью ингибиторов и может быть использован для временной защиты от коррозии изделий из черных и цветных металлов, а также деталей машин и оборудования при их транспортировании и хранении.

Преследуемым при создании ингибитора техническим результатом является повышение защитной эффективности и эксплуатационных свойств ингибитора, а также расширение ассортимента отечественных ингибиторов коррозии металлов.

Ингибитор содержит продукт конденсации борной кислоты, диизопропаноламина (ДИПА) и фталевой кислоты в мольном соотношении 1:(2-3):1 соответственно, бензотриазол и продукт взаимодействия глицидилметакрилата (ГМА) и борной кислоты в мольном соотношении 0,5:1 при следующем соотношении компонентов, мас. %: продукт конденсации борной кислоты, ДИПА и фталевой кислоты 80,0-90,0, бензотриазол 8,0-19,0, продукт взаимодействия ГМА и борной кислоты 1,0-2,0.

Введение продукта конденсации и продукта взаимодействия в иных мольных соотношениях реагентов, а также их сочетание с бензотриазолом при ином массовом соотношении компонентов, кроме указанных, не позволяет получить эффективный ингибитор коррозии с высокими эксплуатационными свойствами.

Предложенный ингибитор применяют в виде 20–25%-го раствора в минеральном масле. В качестве минерального масла используют индустриальные масла И-12А, И-20А, И-30А по ГОСТ 20799-88 или веретенное масло АУ по ТУ 38.1011232-89.

При синтезе продукта конденсации и продукта взаимодействия используется борная кислота по ГОСТ 18704-78.

Диизопропаноламин (ДИПА) [C₆H₁₅NO₂//(CH₃CHONCH₂)₂NH] представляет собой бесцветную жидкость плотностью 0,989 г/см³ и температурой кипения 248,7 °С. В промышленности ДИПА получают одностадийным присоединением аммиака к избытку пропиленоксида. Реакцию проводят при 90–200 °С, давлении 5,0–15,0 МПа в присутствии небольшого количества воды (2–5 % от исходного количества NH₃).

Фталевая кислота C₆H₄(CO₂H)₂ (ГОСТ 4556-78) является ароматической дикарбоновой кисло-



той, представляет собой бесцветные кристаллы с температурой плавления 211 °С и плотностью 1,593 г/см³.

До последнего времени фталевую кислоту получали окислением тетрахлорнафталина азотной кислотой, но в 2010 г. специалисты химического концерна Badische Anilin-und Sodafabrik (Германия) разработали способ получения фталевой кислоты окислением нафталина концентрированной серной кислотой в присутствии солей оксида ртути.

Глицидилметакрилат (ГМА) C₇H₁₀O₃ (ТУ 38-103645-88) – бесцветная жидкость с температурой кипения 41,5 °С, получают взаимодействием метакрилата калия или натрия с избытком эпихлоргидрина или каталитической переэтерификацией метилметакрилата глицидолом.

Бензотриазол-1, 2, 3 формулы C₆H₅N₃ (ТУ 6-09-1291-87) представляет собой белый кристаллический порошок с температурой плавления 96–99°С и массовой долей летучих веществ не более 0,15 %.

Технология получения продукта конденсации заключается в следующем. В лабораторный реактор, снабженный мешалкой, насадкой Дина-Старка, обратным холодильником и термометром, при температуре 100–110 °С и постоянном перемешивании загружают 266–400 г (2–3 моля) ДИПА и 61 г (1 моль) борной кислоты. Реакционную массу нагревают до 180–200 °С и проводят реакцию конденсации в течение 45–60 мин. Затем в реактор вводят 166 г (1 моль) фталевой кислоты и продолжают реакцию конденсации в течение 60–90 мин при температуре 180–200 °С.

Полученный продукт представляет собой бесцветную вязкую жидкость со следующими характеристиками:

кинематическая вязкость при 100°С, сСт – не более 55,0;

аминное число, мг HCl/г – не менее 42;

зольность, % – отсутствует;

температура вспышки в открытом тигле, °С – не ниже 200.

Технология получения продукта взаимодействия заключается в следующем. 61 г бор-

ной кислоты (1 моль) и 71 г ГМА (0,5 моля) загружают в реакционный сосуд, снабженный мешалкой, обратным холодильником и термометром. Реакционную смесь нагревают до 90–95 °С и выдерживают при перемешивании в течение 4–5 ч. Получают бесцветную жидкость (выход 85 %) с температурой кипения 115 °С.

Для приготовления ингибитора последовательно смешивали продукт конденсации с продуктом взаимодействия и бензотриазолом при 40–50 °С. Конкретные составы предложенного ингибитора представлены в табл. 1. Составы 4 и 5 являлись контрольными. Для коррозионных испытаний приготовили 20%-й раствор ингибитора в индустриальном масле И-20А.

Прототипом для создания послужил ингибитор коррозии металлов, представляющий собой продукт конденсации борной кислоты с диэтаноламином и растительным маслом при мольном соотношении реагентов 1:3:(1–2) соответственно. Используют ингибитор в количестве 20–40 мас. % в нефрасе, арктическом дизельном топливе, авиационном керосине (RU 2207402 С1, кл.С23F 11/14, 27.06. 2003).

Наиболее близким аналогом является ингибитор коррозии металлов, содержащий, мас. %: продукт конденсации борной кислоты с диэтаноламином и растительным маслом при мольном соотношении реагентов 1:3:(0,5–0,7) соответственно – 85-95 и бензотриазол – 5–15. Используют ингибитор в виде 17–25%-го раствора в минеральном масле (RU 2303081 С1, кл.С23F 11/14, 20.07.2007).

Противокоррозионную эффективность предлагаемых образцов ингибитора в сравнении с ингибитором-аналогом определяли по ГОСТ 9.054-75 при испытаниях пластин из легированной стали марки 60Г и латуни марки Л-62. Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что все приготовленные образцы ингибитора коррозии превосходят аналог по противокоррозионной стойкости. Наилучшие результаты по проникающей способности и водовытеснению показали составы 3 и 5.

Заключение. Таким образом, использование предложенного ингибитора и консервационных

Таблица 1

Соотношение масс компонентов опытного образца

Компонент ингибитора	Содержание компонентов по примерам, масс. %				
	1	2	3	4	5
Продукт конденсации борной кислоты с ДИПА и фталевой кислоты (1:2:1)	80,0			78,0	
Продукт конденсации борной кислоты с ДИПА и фталевой кислоты (1:2,5:1)		85,0			
Продукт конденсации борной кислоты с ДИПА и фталевой кислоты (1:3:1)			90,0		92,0
Бензотриазол	19,0	13,5	8,0	19,5	7,5
Продукт взаимодействия ГМА и борной кислоты (0,5:1)	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5

Результаты лабораторных испытаний опытных образцов

Показатели	Значение показателей по примерам					Прототип по патенту 2303081
	1	2	3	4	5	
Проникающая способность в микрозазоре между двумя стальными пластинами (сталь 60Г), мм: через 30 мин через 24 ч	94	97	100	92	100	91
	103	107	110	100	110	100
Проникающая способность на порошке оксида железа через 2 ч, мм	25	27	29	24	29	23
Водовытеснение на стальном кругу, мм: D 1 D 2 D 3	83	85	88	81	89	80
	77	79	81	76	81	75
	77	79	81	75	81	75
Эффективность вытеснения 3%-го раствора NaCl с латунной поверхности (латунь Л-62) через 48 ч: диаметр пятна состава, мм % коррозии под пятном	30	30	30	30	30	30
	0	0	0	1 неск. точек	0	2 потемн. поверхн.
Поверхность латуни, пораженная коррозией через 21 сут. в камере соляного тумана, %	0	0	0	0 точеч. корр.	0	5 точеч. корр.

составов на его основе позволит надежно защитить от атмосферной коррозии изделия, детали машин и оборудования из черных и цветных металлов при транспортировании и хранении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вигродович В.И., Прохоренков В.Д., Сиволодский А.Е. Новый консервационный состав // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 5. – С. 24–26.
2. Гайдар С.М., Кузнецова Е.Г., Князева Л.Г. Консервационные составы на основе водорастворимых ингибиторов коррозии // Наука в центральной России. – 2013. – № 5. – С. 43–47.
3. Гайдар С.М., Кузнецова Е.Г., Князева Л.Г. Защитная эффективность водорастворимых ингибиторов коррозии при консервации сельскохозяйственной техники // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 6. – С. 23–25.
4. Гайдар С.М., Низамов Р.К., Голубев М.И. Концепция создания ингибиторов коррозии с использованием нанотехнологических подходов // Лесной вестник. – 2012. – № 7. – С. 140–142.
5. Ингибитор коррозии металлов / Патент на изобретение № 2597442 РФ, опуб. 10.09.2016 г., Бюл. № 25.
6. Кормаков Л.Ф., Орлик Л.С., Бахтеев Ю.Д. Рынок сельскохозяйственной техники: проблемы и решения. – М.: Росинформагротех, 2009. – 192 с.

7. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. – М., 1998. – 219 с.

8. Миронов Е.Б., Лисунов Е.А., Крупин А.Е. Устройство для приготовления защитных составов при консервации сельскохозяйственной техники // Вестник Мордовского университета. – 2016. – Т. 26. – № 4. – С. 490–498.

9. Миронов Е.Б., Лисунов Е.А., Гладыш А.Ю. Процесс образования и развития электрохимической коррозии сельскохозяйственной техники. // Аграрный Вестник Верхневолжья. – 2015. – № 4. – С. 49–52.

10. Решетов Д.Н. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

Шлыков Алексей Евгеньевич, старший преподаватель, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. Россия.

Тарукин Евгений Михайлович, старший преподаватель, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. Россия.

Калашов Александр Александрович, старший преподаватель, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. Россия.
606340, г. Княгинино, ул. Октябрьская, 22а.
Тел.: 89101339796.

Ключевые слова: коррозия; ингибитор; консервационный состав; испытания; хранение; сельскохозяйственная техника; защита техники.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CORROSION INHIBITORS

Shlykov Alexei Evgenievich, Senior Teacher, Nizhny Novgorod State Engineering-economic University. Russia.

Tarukin Evgenii Mikhailovich, Senior Teacher, Nizhny Novgorod State Engineering-economic University. Russia.

Kalashov Aleksandr Aleksandrovich, Senior Teacher, Nizhny Novgorod State Engineering-economic University. Russia.

Keywords: corrosion; inhibitor; conservation composition; testing; storage; agricultural machinery; protection of technology.

The article deals with the problems arising from the storage of agricultural machinery in the unused period of the year. The state of the Russian Metal Fund is analyzed, and the main causes of metal loss in agriculture due to corrosion-mechanical wear are revealed. The results of comparative laboratory tests of samples of corrosion inhibitors are presented. The range of domestic metal corrosion inhibitors has been expanded by developing a new composition. It is proved that the prototype is superior to most similar analogue.

