

А.И. Петрашев¹, доктор технических наук, старший научный сотрудник

А.М. Губашева², магистр

¹Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, РФ

²³Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСЕРВАЦИОННЫХ СОСТАВОВ НА МАЗУТНОЙ ОСНОВЕ НА АТМОСФЕРОСТОЙКОСТЬ

Аннотация

Коррозионные воздействия разрушают и качественно изменяют поверхность деталей машин, способствуя снижению износостойкости и прочности деталей. Для того чтобы замедлить эти процессы необходимо выбрать наиболее доступный способ хранения и подобрать или специально разработать оптимальные консервационные составы.

В данной работе исследовались защитные свойства консервационных составов на мазутной основе применительно к защите сельскохозяйственной техники для внесения минеральных удобрений от коррозии в климатических условиях Западно-Казахстанской области

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, минеральные удобрения, коррозия, консервационные составы, мазут, атмосферостойкость, защитные свойства.

Консервационные составы, нанесенные на рабочие поверхности сельскохозяйственной техники при хранении на открытых площадках, подвержены воздействию влаги, кислорода воздуха, солнечной радиации, изменению температуры. При этом изменяется структура покрытия, ухудшаются его защитные свойства.

При постановке техники на хранение в современных условиях в качестве консервационных составов используют бензино-битумные составы с добавлением отработанного масла [1]. Однако, из-за достаточно высоких цен на бензин и битум, себестоимость такого состава достаточно высока. Поэтому поиск дешевых и доступных компонентов для получения составов с длительностью защитного эффекта 1 год является актуальным. Анализ показал, что на сегодняшний день наиболее дешевым и доступным является топочный мазут М100, состав которого указывает на способность ингибировать коррозию стали.

К основным коррозионно-активным климатическим факторам относятся [2]: относительная влажность (W , %) и температура (T , °C) воздуха, количество осадков (b , мм), солнечная радиация (инсоляция, кВт·ч/м²). Исследования защитных свойств ингибированного мазутного состава на атмосферостойкость проводились в г. Уральске, центре Западно-Казахстанской области, в 2016 – 2017 годах. Западно-Казахстанская область имеет три различные климатические зоны: умеренно-холодную полусухую, теплую влажную континентальную и горячую влажную континентальную. Уральск находится в умеренно-холодной климатической зоне.

Меньше всего осадков выпадает в феврале, в среднем 18 мм, больше – в июле, в среднем 38 мм. Средняя месячная температура воздуха изменяется от «минус» 12,8 °C в январе до «плюс» 22,6 °C в июле (на 35,4 °C) (рисунок 1).

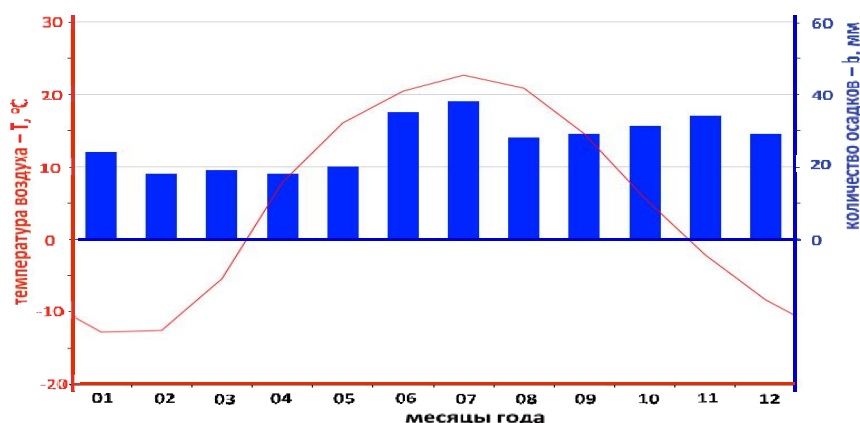


Рисунок 1. Средняя месячная температура T воздуха и количество осадков b

Средняя месячная влажность воздуха колеблется: от 92 % в декабре-январе до 28 % в августе (рисунок 2).

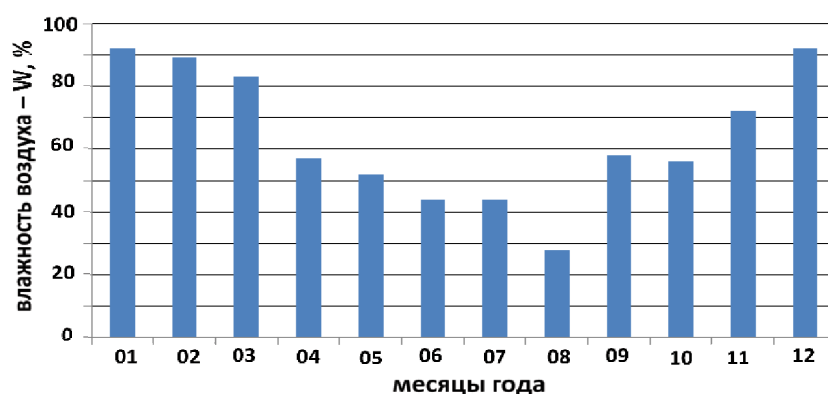


Рисунок 2. Средняя месячная влажность W воздуха

На основании представленных средних месячных данных определены средние годовые значения температуры и влажности воздуха, осадков. Средняя годовая температура воздуха в Уральске – «плюс» 5,5 °C, влажность воздуха – 64 %, уровень осадков – 323 мм.

Параметры климатических факторов оказывают влияние на скорость коррозии углеродистых сталей и стальных поверхностей сельскохозяйственной техники. В Мытищинском филиале МГТУ им. Н.Э. Баумана (МГУЛ) разработана модель [3,4,5], устанавливающая связь между скоростью атмосферной коррозии углеродистой стали и параметрами климата:

$$K_{к.т} = 0,78W + 1,22T - 52,68, \quad (1)$$

где $K_{к.т}$ – скорость атмосферной коррозии углеродистой стали, мкм/год;

W – средняя годовая относительная влажность, %;

T – средняя годовая температура, °C.

В формуле (1) скорость атмосферной коррозии показывает убыль толщины металла за 1 год. Для расчета потери массы металла за 1 год [2] используется формула:

$$K_{с.т} = 7,8(0,78W + 1,22T - 52,68), \quad (2)$$

где 7,8 – коэффициент, учитывающий плотность углеродистой стали;

$K_{с.т}$ – скорость коррозионных потерь массы стали, г/(м²·год).

В институте физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина на основе анализа многолетних данных ежегодных температур, влажностей воздуха, уровня

осадков и коррозионных потерь углеродистой стали [6,7], обоснована формула для расчета скорости атмосферной коррозии стали:

$$K_{\text{с.т}} = 11,51[\text{SO}_2]^{0,31} \cdot e^{[0,074(T-10)+0,026W]t^{0,54}+0,31 b[\text{H}^+]t}, \quad (3)$$

где $[\text{SO}_2]$ – загрязненность воздуха диоксидом серы, $[\text{SO}_2] = 16,4$ мкг/м³ [7];

T – средняя годовая температура воздуха, $T = 5,5$ °C;

W – средняя годовая относительная влажность, $W = 64$ %;

t – длительность экспозиции металла, $t = 1$ год;

b – уровень осадков, $b = 323$ мм/год;

$[\text{H}^+]$ – концентрация ионов водорода в осадках, $[\text{H}^+] = 10^{-5,65}$ г/моль [8].

По формулам (4.2) и (4.3) рассчитаны прогнозируемые значения коррозионных потерь углеродистой стали в течение 1 года в климатических условиях г. Уральска (Казахстан). Результаты расчета в таблице 1.

Таблица 1 – Прогнозируемые коррозионные потери углеродистой стали в климатических условиях г. Уральска (Казахстан)

Расчетная формула	Средние годовые показатели			
	Влажность, %	Температура, °C	Уровень осадков, мм/год	Потери металла, г/(м ² ·год)
(4.2)	64	5,5	не учитывает	30,8
(4.3)	64	5,5	323	103,2

По данным таблицы 1 прогнозируемые потери углеродистой стали от коррозии составят от 30,8 г/(м²·год) – по формуле (4.2) до 103,2 г/(м²·год) – по формуле (3).

Влажность и температура климата разрушающе воздействуют как на металл, так и на защитное покрытие. Солнечная радиация, содержащая ультрафиолетовые лучи, вызывает деструкцию защитного покрытия [2, 9]. Сравнительно быстро стареют под воздействием ультрафиолетовых лучей масляные, нитроцеллюлозные и битумные покрытия.

В г. Уральске величина инсоляции за 1 год составляет 4504 МДж/м² [10]. Следовательно, в Западно-Казахстанской области ожидается более интенсивное разрушение битумных покрытий.

При исследовании защитных свойств ингибированного мазутного состава, пластины с покрытиями размещались на стенде под открытым небом. Покрытия на пластинах высыхали и становились твердыми через 1,5 месяца испытаний. В таблице 3 представлены значения коррозионных потерь стали 08кп при защите покрытиями, содержащими ингибированный мазутный и бензино-битумный составы.

Таблица 3 – Результаты испытаний атмосферостойкости покрытий

№ п/п	Состав покрытия	Толщина покрытия, мм	Коррозионные потери стали 08кп, г/м ²			
			3 мес.	6 мес.	9 мес.	12 мес.
1	Контроль (без покрытия)	-	72	93	106	113
2	Ингибированный мазутный состав (82% мазут + 9% Эмульгин + 9% уайт-спирит)	68	0	0,38	0,84	2,14
3	Бензино-битумный состав	46	0,8	3,1	5,9	7,0

На рисунке 3 показана динамика изменения коррозионных потерь пластин стали 08кп, испытанных без покрытия, а также защищенных покрытиями из ингибированного мазутного состава и бензино-битумного состава.

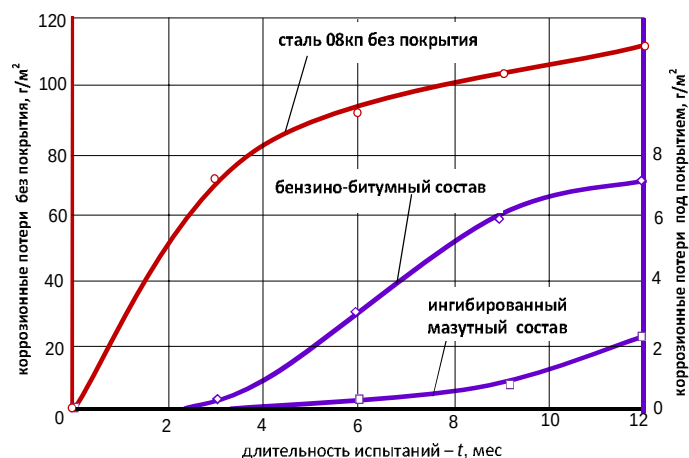


Рисунок 3 – Динамика изменения коррозионных потерь стали 08кп без защиты и при защите консервационными составами в условиях открытой атмосферы

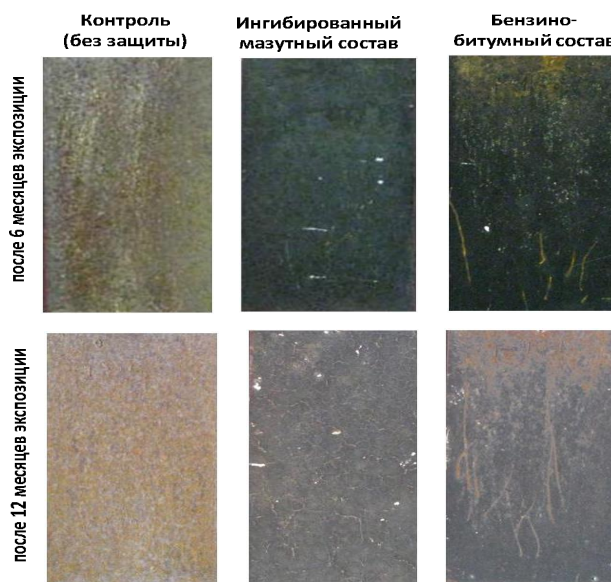


Рисунок 4. Вид пластин после атмосферных испытаний

Годовые потери незащищенной стали 08кп в условиях г. Уральска составили 113 г/м², что на 8,7 % отличается от прогнозируемых потерь металла, рассчитанных по формуле (3) института ИФХЭ РАН им. А.Н. Фрумкина. При защите бензино-битумным составом годовые потери металла снижаются в 16 раз, а при защите ингибированным мазутным составом – в 52 раза. Состояние исследуемых покрытий по результатам 6 мес. и 12 мес. испытаний показано на фотоснимках (рисунок 4).

Исследование подтвердило более высокую атмосферостойкость ингибированного мазутного состава в сравнении с бензино-битумным.

По результатам проведенных испытаний ингибированный мазутный состав рекомендуется к применению при консервации сельскохозяйственной техники на период длительного хранения – до 1 года. Эти результаты послужили основанием для более широкого использования мазута при разработке рецептуры консервационного состава, подходящего к условиям Западно-Казахстанской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сохраняемость и противокоррозионная защита техники в сельском хозяйстве / В.И. Черноиванов, А.Э. Северный, А.Н. Зазуля и др. – М.: Изд-во ГОСНИТИ, 2009. – 240 с.
2. Таха, Ф.Ж.Т. Совершенствование оборудования и технологии консервации сельскохозяйственной техники ингибированными битумными составами: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Мичуринский государственный аграрный университет / ТахаФирасЖумааТаха. – Тамбов. – 2017. – 183 с.
3. Голубев, М.И. Повышение эффективности защиты лесохозяйственных машин от коррозии при хранении / М.И. Голубев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т.2. – № 2-2 (7-2). – С. 38-41.
4. Быков, В.В. Карты атмосферной коррозии лесных машин / В.В. Быков, М.И. Голубев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2011. – № 5 (81). – С. 53-56.
5. Быков, В.В. Мониторинг условий хранения машин лесного хозяйства / В.В. Быков, М.И. Голубев // Наука в центральной России. – 2014. – № 3 (9). – С. 14-18.
6. Атмосферная коррозия углеродистой стали: моделирование и картографирование территории Российской Федерации / Т.Н. Игонин, А.А. Михайлов, Ю.М. Панченко и др. / Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах (ФАГРАН-2010): матер. V всероссийской конференции, Воронежский ГУ. – Воронеж: Научная книга, 2010. – С. 77-78.
7. Игонин В.Т. Атмосферная коррозия углеродистой стали и цинка: моделирование и картографирование территории Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. хим. наук: 05.17.03 / Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина/ Игонин Тимофей Николаевич. – Москва. – 2012. – 26 с.
8. Энциклопедия Кругосвет. Кислотные осадки [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru/node/35207>
9. Яковлев, А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий / А.Д. Яковлев. – 4-е изд., исправл. – СПб.: Химиздат, 2010. – 448 с.
10. Таблицы инсоляции для расчета ФЭС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solbat.su/meteorology/insolation>

ТҮЙІН

Коррозиялық әсерлер машина бөлшектерінің беткі қабатының сапасын бұзы өзгертіп, бөлшектердің тозуға төзімділігі мен беріктілігін төмендетеді. Бұл түрдегі әсерлерді баяулату үшін ең қолайлы сақтау тәсілі мен сақтау құрамдарын таңдау немесе арнайы сақтау құрамдарын дайындау қажет. Берілген мақалада минералды тыңайтқыштарды енгізуге арналған ауылшаруашылық техникасын Батыс-Қазақстан облысының климаттық жағдайында коррозиядан қорғау үшін мазут негізінде дайындалған сақтау құрамдарының қорғаныс қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

RESUME

Corrosive effects destroy and change the qualitatively of the surface of machine parts, contributing to a decrease in wear resistance and strength of parts. In order to slow down these processes, it is necessary choose the most accessible method of storage and to select or specially develop optimal conservational composition. In this work there have been investigated the protective properties of conservation compositions on a fuel oil basis with reference to the protection of agricultural machinery for the application of mineral fertilizers against corrosion in the climatic conditions of the West Kazakhstan region.