

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРОВАННЫХ МАЗУТНЫХ СОСТАВОВ НА АТМОСФЕРОСТОЙКОСТЬ

*Петрашев¹ А.И., Губашева² А.М.,
Жазыкбаева³ Г.М.*

*¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»,
² НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
³ НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет*

Аннотация

При эксплуатации и хранении в нерабочий период техники для внесения минеральных удобрений происходит разрушение рабочих поверхностей металла под действием атмосферной коррозии. Коррозионные разрушения вызывают до 33 % отказов машин, на 40...55 % снижают прочность углеродистых сталей и серого чугуна, в 2...4 раза увеличивают износ сопряженных деталей. На устранение ущерба от коррозии, ежегодно тратится до 30 % общих затрат, расходуемых на восстановление работоспособности машин и агрегатов.

В плане снижения затрат на ремонт важное значение приобретает аспект повышения уровня противокоррозионной защиты техники для внесения минеральных удобрений при их консервации, как один из резервов обеспечения долговечности.

В настоящее время для защиты техники от атмосферной коррозии одними из наиболее доступных и эффективных являются материалы, которые можно получить из дешевых компонентов с добавлением ингибиторов коррозии.

Традиционно применяемые при консервации бензино-битумные составы имеют низкую стойкость к воздействию атмосферной коррозии, а введение в них ингибиторов коррозии и атмосферостойких добавок повышает их защитные свойства, но существенно усложняет и удорожает технологию производства, делая ее недоступной для сельхозпредприятий.

Обзор информации по консервационным материалам показывает, что практически не исследованы защитные составы на доступной и дешевой мазутной основе с добавлением ингибиторов коррозии.

Проведение научных исследований, направленных на разработку рецептуры эффективного защитного состава позволит повысить уровень противокоррозионной защиты тукоразбрасывающих машин в процессе консервации и их надежность в процессе эксплуатации.

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

Введение

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.

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 , °С) воздуха, количество осадков (b , мм), солнечная радиация (инсоляция, кВт·ч/м²).

Материалы и методика исследований

Исследования защитных свойств ингибированного мазутного состава на

атмосферостойкость проводились в г. Уральске, центре Западно-Казахстанской области, в 2017 – 2018 годах.

На атмосферные испытания поставлена партия по 6 пластин из стали 08кп размером 120 х 60 х 3 мм, покрытые ингибированным мазутным составом (84 % мазут М100 + 6 % Эмульгин + 10 % уайт-спирит). Контрольная партия - без покрытия.

Массу компонентов отмеряли на электронных весах ВК-3000 в соответствии с их раскладом, компоненты загружали в

металлические кружки.

Компоненты ингибированного мазутного состава нагревали до 80-90°С, тщательно перемешивали и фильтровали в горячем виде. В нагретом виде (38-43°С) ингибированный мазутный состав наносили кистью на партии пластин, предварительно взвешенных на аналитических электронных весах СЕ 224-С.

Средняя толщина покрытия $h_{п}$ (мм), нанесенного на пластину, по данным гравиметрических

измерений рассчитывалась по формуле:

$$h_{\text{п}} = \frac{m_{\text{п.с}} - m_{\text{п}}}{\rho_{\text{к}} S_{\text{п}}}, (1)$$

где $m_{\text{п.с}}$, $m_{\text{п}}$ – масса пластины с покрытием и без покрытия, г;
 $S_{\text{п}}$ – площадь пластины, мм²;
 $\rho_{\text{к}}$ – плотность нанесенного состава, г/мм³.

Для испытаний на атмосферостойкость покрытые составами пластины размещали на открытом коррозионном стенде (рисунок 1).



Рисунок 1 – Испытания защитных составов на атмосферостойкость

Съем пластин с коррозионного стенда осуществляли через 3, 6, 9, 12 мес., при каждом съеме брали по 3 пластины с партии.

Покрyтия с пластин смывали растворителем (уайт-спиритом), продукты коррозии убирали протравливанием в 10 % растворе соляной кислоты с 10 г/л

ингибитора ПКУ. Очищенные пластины промывали дистиллированной водой, сушили спиртом и взвешивали на электронных аналитических весах CE 224-C.

Коррозионные потери металла $\Delta m_{\text{пот}}$ (г/м²) рассчитывали по формуле:

$$\Delta m_{\text{пот}} = \frac{m_{\text{до}} - m_{\text{исп}}}{S_{\text{п}}}, (2)$$

где $m_{\text{до}}$ – масса стальной пластины до испытаний, г/м²;
 $m_{\text{исп}}$ – масса стальной пластины после испытаний, г/м²;
 $S_{\text{п}}$ – площадь пластины, м².

Обсуждениеполученныхданныхизаключение

Западно-Казахстанская область имеет три различные

климатические зоны: умеренно-холодную полузасушливую, 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 °С в январе до «плюс» 22,6 °С в июле (на 35,4 °С) (рисунок 2).

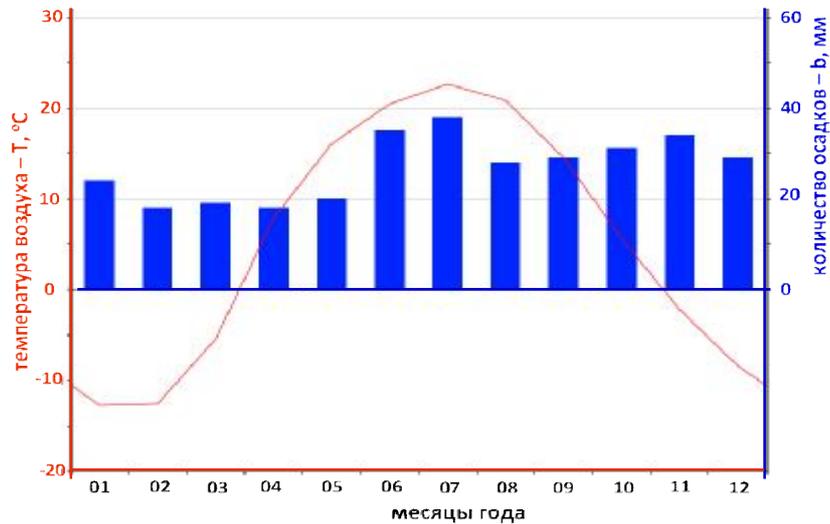


Рисунок 2– Средняя месячная температура T воздуха и количество осадков b

Средняя месячная влажность воздуха колеблется: от 92 % в декабре-январе до 28 % в августе (рисунок 3).

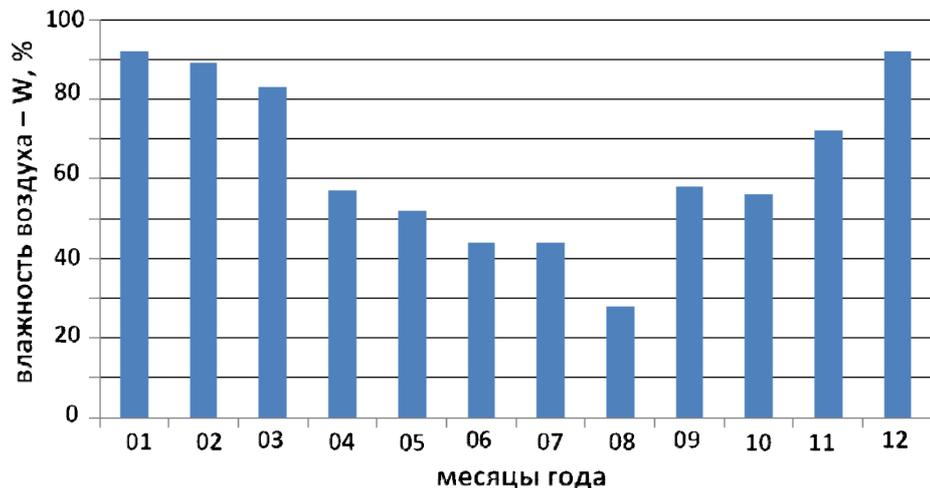


Рисунок 3– Средняя месячная влажность W воздуха

На основании представленных средних месячных данных определены средние годовые значения температуры и влажности воздуха, осадков. Средняя годовая температура

воздуха в Уральске – «плюс» 5,5 °С, 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), на основании статистической обработки многолетних наблюдений и коррозионных

испытаний различных материалов была разработана модель [2,3,4], устанавливающая связь между скоростью атмосферной коррозии углеродистой стали и параметрами климата, для стали уравнение имеет вид:

$$K_{к.т} = 0,78W + 1,22T - 52,68, \quad (3)$$

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

W – средняя годовая относительная влажность, %;

T – средняя годовая температура, °С.

В формуле (3) скорость атмосферной коррозии показывает убыль толщины металла за 1 год. Для расчета потери массы металла за 1 год [2] используется формула:

$$K_{с.т} = 7,8(0,78W + 1,22T - 52,68), \quad (4)$$

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

7,8 – коэффициент, учитывающий плотность углеродистой стали;

W – средняя годовая относительная влажность, %;

T – средняя годовая температура, °С.

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:

$$K_{с.т} = 11,51[SO_2]^{0,31} \cdot e^{[0,074(T-10)+0,026W]t^{0,84}+0,31 b[H^+]t}, \quad (5)$$

где: $[SO_2]$ – загрязненность воздуха диоксидом серы

$[SO_2] = 16,4$ мкг/м³ [7];

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

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

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

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

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

По формулам (4) и (5) 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, °С	Уровень осадков, мкм/год	Потери металла, г/(м ² ·год)
(4)	64	5,5	не учитывает	30,8
(5)	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) до 103,2 г/(м²·год) – по формуле (5).

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.

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, мкм	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 (84% мазут + 6% Эмульгин + 10% 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 4 показана динамика изменения коррозионных потерь пластин стали 08кп, испытанных без покрытия, а также

защищенных покрытиями из ингибированного мазутного состава и бензино-битумного состава.

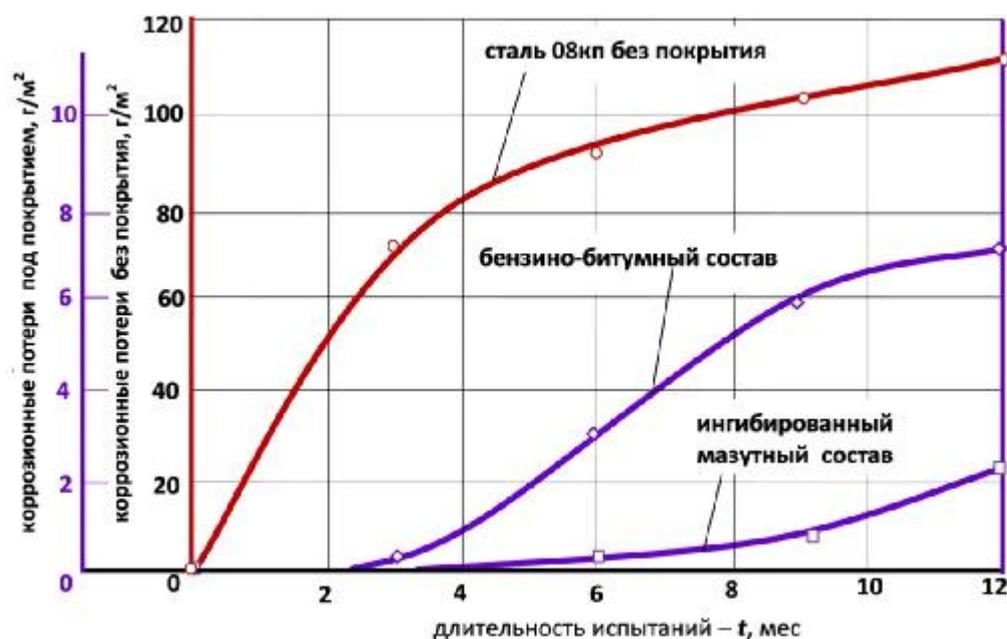


Рисунок 4 – Динамика изменения коррозионных потерь стали 08кп без защиты и при защите консервационными составами в условиях открытой атмосферы

Годовые потери незащищенной стали 08кп в условиях г. Уральска составили 113 г/м^2 , 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 5).



Рисунок 5 – Вид пластин после атмосферных испытаний

По результатам натурального исследования покрытий в условиях г.Уральска, показывают снижение годовых коррозионных потерь стали от 8 кг до 2,14 г/м² – при защите ингибированными мазутными составами и до 7,0 г/м² – при защите бензино-битумными составами, что свидетельствует о высокой атмосферостойкости ингибированных мазутных составов.

Ингибированный мазутный состав: содержащий топочный мазут М100 – 84 %, кубовые амины – 6 % и уайт-спирит – 10 % рекомендуется к применению при консервации сельскохозяйственной техники на период длительного хранения – до 1 года. По стоимости исследованный состав дешевле

бензино-битумного состава в 1,3 раза, при этом он защищает от атмосферной коррозии углеродистую сталь тукоразбрасывателей в течение 12 мес., снижая коррозионные потери в 52 раза.

Предложенный консервационный состав используется в ТОО «Асан-Аул» Западно-Казахстанской области при консервации рабочих органов разбрасывателей НРУ-0,5, РУМ-5, посевных комплексов АУП-18-05, зернотуковых сеялок СЗП-3,6А и другой техники и во многих сельхозпредприятиях 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>

References

1. Sohranyaemost i protivokorroziionnaya zaschita tehniky v selskom hozyaystve / V.I. Chernoiivanov, A.E. Severnyiy, A.N. Zazulya i dr. – M.: Izd-vo GOSNITI, 2009. - 240 p.
2. Taha, F.Zh.T. Sovershenstvovanie oborudovaniya i tehnologii konservatsii selskohozyaystvennoy tehniky ingibirovannyimi bitumnyimi sostavami: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.20.03 / Michurinskiy gosudarstvennyiy agrarniy universitet / Taha Firas Zhumaа Taha. – Tambov. – 2017. – 183 p.

3. Golubev, M.I. Povyishenie effektivnosti zaschityi lesohozyaystvennyih mashin ot korrozii pri hranenii / M.I. Golubev // Aktualnyie napravleniya nauchnyih issledovaniy NHI veka: teoriya i praktika. – 2014. – T.2. - # 2-2 (7-2). – P. 38-41.
4. Byikov, V.V. Kartyi atmosferno korrozii lesnyih mashin / V.V. Byikov, M.I. Golubev // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik. – 2011. – # 5 (81). – P. 53-56.
5. Byikov, V.V. Monitoring usloviy hraneniya mashin lesnogo hozyaystva / V.V. Byikov, M.I. Golubev // Nauka v tsentralnoy Rossii. - 2014. - # 3 (9). – P. 14-18.
6. Atmosfernaya korroziya uglerodistoy stali: modelirovanie i kartografirovaniye territorii Rossiyskoy Federatsii / T.N. Igonin, A.A. Mihaylov, Yu.M. Panchenko i dr. / Fiziko-himicheskie protsessyi v kondensirovannyih sredah i na mezhfaznyih granitsah (FAGRAN-2010): mater. V vserossiyskoy konferentsii, Voronezhskiy GU. – Voronezh: Nauchnayakniga, 2010. – P. 77-78.
7. Igonin V.T. Atmosfernaya korroziya uglerodistoy stali i tsinka: modelirovanie i kartografirovaniye territorii Rossiyskoy Federatsii: avtoref. dis. ... kand. him. nauk: 05.17.03 / Institut fizicheskoy himii i elektrohimii im. A.N. Frumkina / Igonin Timofey Nikolaevich. – Moskva. – 2012. – 26 p.
8. Entsiklopediya Krugosvet. Kislotnyie osadki [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.krugosvet.ru/node/35207>
9. Yakovlev, A.D. Himiya i tehnologiya lakokrasochnyih pokryitiy / A.D. Yakovlev. - 4-e izd., ispravl. - SPb.: Himizdat, 2010. - 448 p.
10. Tablitsyi insolyatsii dlyarashcheta FES. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.solbat.su/meteorology/insolation>

МАЗУТТЫҚ НЕГІЗГЕ КОРРОЗИЯ ТЕЖЕГІШТЕРІ ҚОСЫЛҒАН САҚТАУ ҚҰРАМДАРЫНЫҢ АТМОСФЕРАЛЫҚ ӘСЕРЛЕРГЕ ТҮРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

*Петрашев¹ А.И., Губашева² А.М.,
Жазықбаева³ Г.М.*

¹ФМБФҰ «Ауыл шаруашылығында мұнай өнімдері мен техниканы пайдалану бойынша бүкілресейлік ғылыми-зерттеу институты»,

²КеАҚ «Жәңгір хан атындағы Батыс-Қазақстан аграрлық-техникалық университеті»,

³КеАҚ «Жәңгір хан атындағы Батыс-Қазақстан аграрлық-техникалық университеті»,

Түйін

Бұл мақалада Батыс-Қазақстан облысының климаттық жағдайында минералды тыңайтқыштарды енгізетін ауыл шаруашылық техникасын коррозиядан қорғауға арналған мазут негізіндегі сақтау құрамдарының сақтағыш қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Орал қаласының берілген орташа жылдық климаттық факторларының негізінде болжамды коррозиялық тозу мөлшерлері анықталды, көміртекті болаттар үшін - 30,8 г/(м²·жыл) дан 103,2 г/(м²·жыл) дейін.

Батыс-Қазақстан облысының коррозиялық-белсенді климаттық факторларын талдау нәтижесі атмосфераның жоғары тұздалуын көрсетеді. Орал қаласының тұздалу мөлшері жылына 4504 МДж/м² құрайды, бұл битум жабындарының қарқынды тозуына ықпал етеді.

Атмосфералық әсерлерге тұрақтылыққа эксперименттік зерттеулер, Орал қаласының климаттық факторларының әсер етуі жағдайында, стандарттық әдістер негізінде жүзеге асырылды.

Сынақ үшін өлшемі 120 x 60 x 3 мм 12 данадан тұратын мазут негізіне коррозия тежегіштерін қоса алынатын сақтау құрамдары енгізілген (84 % мазут М100 + 6 % Эмульгин + 10 % уайт-спирит) және бензинді-битум құрамдары енгізілген (60 % бензин + 35 % битум + 5 % қолданылған май) 2 партия 08кп болат пластиналар алынып, ашық коррозиялық стендке ілінді. Бақылау партиясы - жабынсыз.

Зеттеу нәтижесінде бензинді-битум құрамдары енгізілген 08кп болат пластиналардың коррозиялық тозу мөлшері -7,0 г/м², ал мазут негізіне коррозия тежегіштерін қоса алынатын сақтау құрамдары енгізілген болат пластиналардың коррозиялық тозу мөлшері -2,14 г/м² құрайды.

Орал қаласының климаттық жағдайында жабынсыз 08кп болат пластиналардың жылдық коррозиялық тозу мөлшері болжамды көрсеткіштерден 113 г/м² –ден 8,7 % айырмашылыққа ие.

Ұсынылған сақтау құрамының бағасы бензинді-битумды құрамынан 1,3 есе арзан бола отыра, көміртекті болаттарды атмосфералық коррозиядан қорғау қабілеті жоғары болып келеді. 12 ай мерзім аралығында коррозиялық тозу мөлшерін 52 есе төмендетеді.

Кілттік сөздер: ауыл шаруашылығы техникасы, минералды тыңайтқыштар, коррозия, сақтау құрамдары, мазут, атмосфералық әсерлерге тұрақтылық, сақтағыш қасиеттері, коррозияға қарсы ингибиторлар, коррозиялық шығындар.

STUDY OF INHIBITED MAZE COMPOSITIONS ON ATMOSPHERE RESISTANCE

*Petrashev¹ A.I., Gubasheva² A.M.,
Zhazykbaeva³ G.M.*

*¹FGBNU "Russian Scientific Research Institute of the use of equipment and
petroleum products in agriculture",*

² West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir

Summary

In this work, we studied the protective properties of conservation compounds on the basis of fuel oil in relation to the protection of agricultural equipment for the application of mineral fertilizers from corrosion in the climatic conditions of the West Kazakhstan region.

On the basis of the presented average annual climatic factors of the city of Uralsk, projected corrosive losses of carbon steel were determined from 30.8 g / (m² · year) to 103.2 g / (m² year).

Analysis of the corrosive climatic factors of the West Kazakhstan region shows a high insolation of the atmosphere. The magnitude of insolation in Uralsk for 1 year is 4504 MJ / m², which contributes to a more intensive destruction of bitumen coatings.

Experimental studies on weather resistance were carried out on the basis of standard methods, under the influence of climatic factors at the city of Uralsk.

For testing 2 batches of 12 steel plates each 08kp in size 120 x 60 x 3 mm, covered with inhibited fuel oil composition (84% MAZ + 6% black oil Emulgin + 10% mineral spirit) and gasoline-bitumen composition (60% gasoline + 35% bitumen + 5% waste oil) were placed on an outdoor corrosion stand. Inspection lot was uncoated.

The research results show that the annual corrosion loss of 08kp steel plates coated with a gasoline-bitumen composition is 7.0 g / m², covered with an inhibited fuel oil composition of is 2.14 g / m².

Annual losses of unprotected 08kp steel in the conditions of the city of Uralsk amounted to 113 g / m², which is 8.7% different from the predicted metal loss.

At cost, the proposed composition is cheaper than the gasoline-bitumen composition by 1.3 times, while it protects carbon sprays of spreaders from atmospheric corrosion for 12 months, reducing corrosion losses by 52 times.

Keywords: agricultural machinery, mineral fertilizers, corrosion, conservation compositions, fuel oil, weather resistance, protective properties, corrosion inhibitors, corrosion losses.