

УДК 661.185.6

УЛУЧШЕНИЕ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ МОЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ**В.С. Павлов¹⁾, А.Г. Смирнов¹⁾, А.В. Рязанов²⁾**¹⁾Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
428003, Чебоксары, Российская Федерация²⁾Волжский филиал Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета
(МАДИ)
428000, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Применяемые моющие растворы могут усиливать процессы коррозии металлических поверхностей в случае недостаточного их смыва, особенно в стыковых соединениях. В работе рассматривается необходимость более детального исследования возможностей совместного использования различных по своим физико-химическим свойствам материалов для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений деталей сельскохозяйственных машин при подготовке к их длительному хранению на открытых площадках. В работе испытывались образцы из стали Ст.3 в пакетах по 10 шт. с размерами 150x70x2 мм в водных моющих растворах:

- 3 процентный водный раствор каустической соды;
- 3 процентный водный раствор моющего средства Лабомид;
- 3 процентный водный раствор моющего средства Лабомид с ингибитором коррозии.

В работе в качестве показателя коррозионной активности водных растворов моющих средств была принята продолжительность выдержки образцов до появления первых очагов коррозии. При очистке поверхностей деталей в 3 %-ном водном растворе каустической соды первые очаги коррозии на образцах появляются на вторые сутки, в 3%-ном водном растворе моющего средства Лабомид – на тринадцатые сутки. Межоперационная коррозионная стойкость поверхностей образцов в случае использования в качестве моющего средства Лабомид повышается в 3,4 раза. В рассмотренном в исследованиях варианте применения водного раствора с 3 %-ным моющим средством Лабомид с добавлением 0,1 % тетрабората калия очаги коррозии на образцах появляются на 26-е сутки, что прекрасно иллюстрирует ингибирующие свойства тетрабората калия. Время появления очагов коррозии в последнем растворе в 7,75 раза дольше в сравнении с первым раствором. Скорость коррозии под действием ингибитора уменьшается в два раза (27,9:14,2=1,96).

Добавление ингибиторов в моющие растворы позволяет увеличить коррозионную стойкость деталей.

Ключевые слова: моющее средство, Лабомид, коррозия, электродный потенциал, дисперсия, критерий Кохрена, ингибитор коррозии.

Введение. Для очистки поверхностей деталей узлов и агрегатов, загрязненных смазочными материалами, топливом, осадками и лаковыми отложениями, нагаром, накипью применяют водные растворы синтетических моющих средств (СМС), выпускаемых промышленностью в виде сыпучего, гигроскопического белого или светло-желтого порошка (табл.1). Наибольшее распространение получили препараты серии Лабомид [1, 12], которые заменили каустическую соду, являющуюся токсичным веществом, хорошо растворяющимся в воде и в спирте. Каустическая сода вызывает ожоги на коже, а попадание ее в глаза приводит к слепоте. У рабочих, использующих на производстве едкий натрий, ногти становятся ломкими, трескаются по краям и отделяются от ногтевого ложа [2].

Таблица 1 – Состав синтетических моющих средств, % по массе

Марки СМС	Составляющие СМС, %				
	Синтакол ДС-10	Алил-сульфаты	Сода кальцинированная	Тринирифосфат натрия	Метасиликат натрия
Лабомид - 201	3,5	-	50	30	16,5
Лабомид - 203	8	2	50	30	10

В табл. 1 представлены нетоксичные, негорючие СМС, которые хорошо растворяются в воде.

Водные растворы СМС технического назначения допускают очистку деталей как из черных, так и из цветных металлов.

Важность качественной очистки от загрязнений поверхностей машин, узлов и деталей доказывает практика их эксплуатации. Так в трудах А. И. Селиванова [9] было доказано, что только за счет неудовлетворительной очистки деталей межремонтный срок службы машин уменьшается на 20 – 50 % [12].

Академик А. И. Селиванов [9] еще в XX веке утверждал, что очистка металлических поверхностей от всевозможных загрязнений является сложной проблемой, успешное решение которой возможно лишь на основе глубоких научных исследований.

Существенное влияние на износ деталей и их сопряжений влияет коррозия конструкционных материалов, из которых они изготовлены. В этом направлении постоянно ведутся научные исследования, в основном в области разработок новых конструкций моечных установок. Однако такое однонаправленное изучение данного вопроса не позволяет выявить все аспекты проблемы очистки оборудования. Этот процесс можно охарактеризовать, перефразируя всем известное высказывание академика П. А. Ребиндера: существующие технологические процессы далеки от оптимальных, и объясняется это, прежде всего, тем, что технология очистки металлических поверхностей разрабатываются в отрыве от современных физико-механических наук [5].

Аналогичные мнения изложены в трудах многих ученых [3, 8, 11], в трудах которых обращается особое внимание на необходимость более детального исследования возможностей совместного использования различных по своим физико-химическим свойствам материалов для создания противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений деталей сельскохозяйственных машин при подготовке к их длительному хранению на открытых площадках.

При изучении состава моющих средств серии Лабомид необходимо обратить особое внимание на следующие моменты:

- синтакол ДС-10 является поверхностно-активным веществом, обладает малой пенообразующей способностью, относится к группе противонакипов. Он, адсорбируясь на границах раздела фаз «жидкость – газ, жидкость – жидкость, жидкость – твердое вещество», уменьшает поверхностную энергию натяжения между поверхностями загрязнений и очищаемого изделия;

- кальцинированная сода не является эффективным моющим средством, но при концентрации в растворах в пределах 5 – 10 г/л создает значительный щелочной резерв, что благоприятно влияет на моющий процесс, однако при высыхании на поверхностях она способствует развитию коррозии черных металлов;

- метасиликат натрия, благодаря высокому отрицательному заряду, повышает эффективность моющего действия растворов СМС.

На рабочих участках технического обслуживания и ремонта оборудования автотранспортных и сельскохозяйственных предприятий используются стационарные установки с паро- и электроподогревом для мойки деталей типа 196М, в которых СМС применяют в концентрации до 30 г/л в моющем растворе, подогреваемом до 80 – 90 °С [10].

Таким образом, **целью наших исследований** является определение коррозионной активности растворов моющих средств, используемых для очистки деталей в период технического обслуживания и ремонта.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- исследовать коррозионную активность 3 %-ного водного раствора каустической соды и 3 %-ного водного раствора моющего средства Лабомид;

- исследовать ингибирующие свойства тетрабората калия в 3 %-ном водном растворе моющего средства Лабомид с концентрацией 0,1 %.

Таблица 2 – Результаты исследований продолжительности до появления первых очагов коррозии

Наименование показателей	3%-ный водный раствор каустической соды	3%-ный раствор Лабомид	3%-ный раствор Лабомид +0,1% тетрабората калия
1	2	3	4
Количество образцов	10	10	10
Время до появления первых очагов коррозии, сутки	3,2,4,4,5, 2,3,4,5,4	12,14,13,15,16, 13,15,15,16,13	27,28,26,29,30 26,28,29,29,28
Средний срок до появления первых очагов коррозии, сутки	3,6	14,2	27,9
Построчная дисперсия	1,2711	1,0222	1,8333
Сумма всех дисперсий, S_f^2		4,1266	
Критерий Кохрена $G_p = \frac{m_0 \cdot S_f^2}{\sum S_i^2}$		0,4442	
Табличное значение критерия Кохрена при числе совокупности N=30и уровне значимости $\alpha=0,05$		0,25	
Вывод о воспроизводимости экспериментов	Воспроизводимы, т.к. $G_p < G_{табл.}$		
Среднеквадратическое отклонение, S_i	1,2743	1,0110	1,3540
Коэффициент вариации выходов, %	35,3083	7,1988	6,5710
Ошибка средней, $S_{\bar{x}}$	0,4029	0,3196	0,4280
Относительная ошибка средней, %	11,1916	7,1197	1,5340
Доверительный интервал среднего значения $\bar{x} \pm t \cdot S_{\bar{x}}$, где $t=1,96$	3,6±0,7897 (2,81...4,44 суток)	14,8±0,6264 (14,18...14,83 суток)	27,9±0,8389 (27,06...28,73 суток)
Число степеней свободы $v=n-1$	9	9	9

Материалы и методы исследований. Для моделирования процесса мойки деталей от загрязнений была создана лабораторная моющая установка согласно рекомендациям ученых [4]. Она состоит из двустенной термостатированной ванны емкостью 1,5 м³, куда вливается моющий раствор и устанавливается пакет испытуемых образцов, предварительно очищенных от продуктов окалина и первичной коррозии. С помощью пропеллерной мешалки, приводимой в действие электродвигателем, раствор находится в постоянном взвешенном состоянии. Он подается через рубашку, расположенную вокруг ванны, перекачиванием воды из термостата ТС-24.

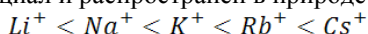
Испытывались образцы из стали Ст.3 размером 150x70x2 мм в водных моющих растворах:

- 3 процентном водном растворе каустической соды;
- 3 процентном водном растворе моющего средства Лабомид;
- 3 процентном водном растворе моющего средства Лабомид с ингибитором коррозии.

Количество образцов в каждом пакете не превышало 10-ти штук.

После выдержки образцов в рабочей жидкости в течение 30 минут они вынимались из моющей ванны и размещались в вертикальном положении на высоте 1 м от уровня пола в пункте технического обслуживания. Результаты исследований растворов боратов, применяемых в качестве охлаждающей жидкости для металлорежущих станков, приведены в исследованиях В. Г. Скворцова, Н. В. Фадеева [10, 14]. В данных трудах был выявлен небольшой ингибирующий эффект их действия в межоперационный период. Предварительная проверка данной гипотезы, осуществленная нами, подтвердила ее достоверность. Поэтому в данной работе в качестве показателя коррозионной активности водных растворов моющих средств была принята продолжительность выдержки образцов до появления первых очагов коррозии. Образцы регулярно осматривались с помощью лупы 2-х кратного увеличения.

В качестве ингибитора использовался тетраборат калия, так как он имеет более положительный потенциал и распространен в природе [12]:



Результаты исследований и их обсуждение.

Результаты исследований, выполненных согласно методике, предложенной В. Е. Рязановым, представлены в таблице 2 [6].

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что при очистке поверхностей деталей 3%-ным водным раствором каустической соды первые очаги коррозии на образцах появляются на вторые сутки, в 3%-ном водном растворе моющего средства Лабомид – на тринадцатые сутки. Межоперационная коррозионная стойкость поверхностей образцов в случае использования в качестве моющего средства Лабомид повышается в 3,4 раза. В рассмотренном в исследованиях варианте применения водного раствора с 3 %-ным моющим средством Лабомид с добавлением 0,1 % тетрабората калия очаги коррозии на образцах появляются на 26-е сутки, что доказывает ингибирующие свойства тетрабората калия. Очаги коррозии в последнем растворе появляются в 7,75 раза медленнее в сравнении с первым раствором. Скорость коррозии под действием ингибитора уменьшается в два раза (27,9:14,2=1,96).

Выводы.

1. Раствор каустической соды не рекомендуется использовать в качестве моющего средства в силу его токсичности и отсутствия ингибирующих свойств.
2. Для очистки деталей в процессе технического обслуживания и ремонта рекомендуется использовать синтетические моющие средства совместно с ингибиторами, в частности, с боратом калия.

Литература

1. Гороновский, И. Т. Краткий справочник по химии / И. Т. Гороновский, Ю. П. Назаренко, Е. Ф. Некряч. – Киев: «Наукова думка», 1987. – 833 с.
2. Дуденков, С. В. Основы теории и практика применения флотационных реагентов / С. В. Дуденков, Л. Я. Шубов, Л. А. Глазунов. – М.: Недра, 1969. – 390 с.
3. Пучин, Е. А. Повышение долговечности сварных конструкций сельскохозяйственных машин // Труды ГОСНИТИ. – 1993. – № 94. – С. 40-44.
4. Пучин, Е. А. Практикум по ремонту машин: учебное пособие / Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский. – М.: Колос, 2009. – 327 с.
5. Ребиндер, П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. – Москва: Наука, 1978. – 368 с.
6. Рязанов, В. Е. Основы научных исследований и патентования. Практикум: учебное пособие / В. Е. Рязанов, М. А. Ершов. – Чебоксары: ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2011. – 248 с.
7. Северный, А. Э. Практикум по хранению и защите от коррозии сельскохозяйственной техники: учебно-методические рекомендации / А. Э. Северный, Е. А. Пучин, В. Е. Рязанов. – М.: ФГНУ «Росинформатех», 2009. – 160 с.
8. Северный, А. Э. Противокоррозионная защита автомобилей. Технология, материалы, оборудование / А. Э. Северный, Е. А. Пучин, Н. А. Ефимов. – М.: ГОСНИТИ, 1991. – 208 с.

9. Селиванов, А. И. К истории развития технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в СССР / А. И. Селиванов // Труды ГОСНИТИ. — М., 1967. — Т.12. — С. 131-150.
10. Скворцов, В. Г. Система полибората аммония – моноаммоний фосфат – вода при 25 °С / В. Г. Скворцов, Ш. В. Сандедтинов, А. Д. Поляков // Неорганическая химия. – 1988. – Т.37. – № 11. – С. 2612-2622.
11. Смирнов, А.Г. Защита от коррозии сварных швов и стыков деталей кузовов легковых автомобилей / А. Г. Смирнов, В. С. Павлов // Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики: материалы Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках мероприятий, посвященных 85-летию Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – Чебоксары, 2016. – С. 379-386.
12. Тельнов, Н. Ф. Технология очистки и мойки сельскохозяйственных машин: монография / Н. Ф. Тельнов. – М.: Колос, 1973. – 295 с.
13. Фадеев, И. В. Очистка и мойка машин: учебное пособие / И. Ф. Фадеев, В. Е. Рязанов, И. Н. Смолина. – Чебоксары: Волжский филиал МАДИ, 2016 – 112 с.
14. Фадеев, Н. В. Коррозия и защита металлов: учебное пособие / Н.В. Фадеев, Ш. В. Сандедтинов, С. В. Житов. – Чебоксары: Волжский филиал МАДИ, 2014. – 110 с.

Сведения об авторах

1. **Павлов Владимир Степанович**, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К.Маркса,29, e-mail: pvstolikovo@mail.ru, тел. 8-927-862-30-04;
2. **Смирнов Анатолий Германович**, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К.Маркса,29, e-mail: stts@ltnta.ru, тел. 8-927-847-79-49;
3. **Рязанов Антон Владиславович**, студент Волжского филиала Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), 428000, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей, д.101, корп. 30., 8-987-735-49-35.

IMPROVEMENT OF ANTI-CORROSION PROPERTIES OF CLEANING LIQUIDS

V.S. Pavlov¹⁾, A.G. Smirnov¹⁾, A.V. Ryazanov²⁾

¹⁾Chuvash State Agricultural Academy
428003, Cheboksary, Russian Federation

²⁾Volzhsky branch of Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI)
428000, Cheboksary, Russian Federation

Abstract. *The used cleaning solutions can strengthen the corrosion of metal surfaces, especially in butt joints, if not washed off properly. The article considers the need for a more detailed study of the possibilities of combined use of materials with different physico-chemical properties to protect against corrosion butt and welded joints of parts of agricultural machines during their preparation for long-term storage in open areas. During the study we tested St.3 steel samples in packs of 10 pcs. with dimensions of 150x70x2 mm in water cleaning solutions:*

- 3% water solution of caustic soda,
- 3% water solution of Labomid,
- 3% water solution of Labomid with corrosion inhibitor.

The indicator of the corrosive activity of water cleaning solutions was the time-period during which the samples did not reveal the first signs of their exposure to corrosion. When the surfaces of parts are cleaned with a 3% water solution of caustic soda, the samples reveal the first signs of corrosion in a day, when cleaned with a 3% water solution of Labomid – in twelve days. Interoperational corrosion resistance of the sample surfaces increases 3.4 times when Labomid is used. In the study the water solution of 3% Labomid and 0.1% potassium tetraborate is used and the signs of corrosion on the samples appear in twenty-five days, which shows the inhibiting properties of potassium tetraborate. The time-period of samples revealing signs of corrosion is 7.75 times longer with the latter solution than with the former. The corrosion rate if the inhibitor is used is twice lower (27.9: 14.2 = 1.96). Adding inhibitors to cleaning solutions increases the corrosion resistance of parts.

Key words: *cleaning solution, Labomid, corrosion, electrode potential, dispersion, Cochran test, corrosion inhibitor.*

References

1. Goronovskiy, I. T. Kratkiy spravochnik po himii [A Brief Guide to Chemistry] / I. T. Goronovskiy, Yu. P. Nazarenko, E. F. Nekryach. – Kiev: «Naukova dumka», 1987. – 833 p.
2. Dudenkov, S. V. Osnovy teorii i praktika primeneniya flotacionnyh reagentov [The basics of the theory and practice of using flotation reagents] / S. V. Dudenkov, L. Ya. Shubov, L. A. Glazunov. – М.: Nedra, 1969. – 390 p.

3. Puchin, E. A. Povyshenie dolgovechnosti svarnykh konstruktsiy sel'skohozyaystvennykh mashin [Increasing the durability of welded structures of agricultural machines] // Trudy GOSNITI. – 1993. – № 94. – P. 40-44.
4. Puchin, E. A. Praktikum po remontu mashin: uchebnoe posobie [Machine repair tutorial] / E. A. Puchin, V. S. Novikov, N. A. Ochkovskiy. – M.: Kolos, 2009. – 327 p.
5. Rebinder, P. A. Poverhnostnye yavleniya v dispersnykh sistemah. Kolloidnaya himiya [Surface phenomena in disperse systems. Colloid chemistry]. – Moskva: Nauka, 1978. – 368 p.
6. Ryazanov, V. E. Osnovy nauchnykh issledovaniy i patentovedeniya. Praktikum: uchebnoe posobie [Fundamentals of Scientific Research and Patent Science] / V. E. Ryazanov, M. A. Ershov. – Cheboksary: FGBOU VPO CHGSKHA, 2011. – 248 p.
7. Severny, A. E. Praktikum po hraneniyu i zashchite ot korrozii sel'skohozyaystvennoy tekhniki: uchebno-metodicheskie rekomendatsii [Tutorial on storage and protection against corrosion of agricultural machinery] / A. E. Severny, E. A. Puchin, V. E. Ryazanov. – M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. – 160 p.
8. Severny, A. E. Protivokorroziionnaya zashchita avtomobiley. Tekhnologiya, materialy, oborudovanie [Anti-corrosion protection of cars. Technology, materials, equipment] / A. E. Severny, E. A. Puchin, N. A. Efimov. — M.: GOSNITI, 1991. — 208 p.
9. Selivanov, A. I. K istorii razvitiya tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta sel'skohozyaystvennoy tekhniki v SSSR [A history of the development of maintenance and repair of agricultural machinery in the USSR] / A. I. Selivanov // Trudy GOSNITI. — M., 1967. — T.12. — P. 131-150.
10. Skvortsov, V. G. Sistema poliborata ammoniya – monoammoniy fosfat – voda pri 25 °C [Ammonium polyborate system – monoammonium phosphate – water at 25 °C] / V. G. Skvortsov, Sh. V. Sadedtinov, A. D. Polyakov // Neorganicheskaya himiya. – 1988. – T.37. – № 11. – P. 2612-2622.
11. Smirnov, A.G. Zashchita ot korrozii svarnykh shvov i stykov detaley kuzovov legkovykh avtomobiley [Protection against corrosion of welded joints and joints of car body parts] / A. G. Smirnov, V. S. Pavlov // Sovremennoe sostoyanie prikladnoy nauki v oblasti mekhaniki i energetiki: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, provodimoy v ramkah meropriyatiy, posvyashchennykh 85-letiyu Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skohozyaystvennoy akademii. – Cheboksary, 2016. – P. 379-386.
12. Tel'nov, N. F. Tekhnologiya ochistki i moyki sel'skohozyaystvennykh mashin: monografiya [Technology of cleaning and washing agricultural machines] / N. F. Tel'nov. – M.: Kolos, 1973. – 295 p.
13. Fadeev, I. V. Ochistka i moyka mashin: uchebnoe posobie [Cleaning and washing machines] / I. F. Fadeev, V. E. Ryazanov, I. N. Smolina. – Cheboksary: Volzhsky filial MADI, 2016 – 112 p.
14. Fadeev, N. V. Korroziya i zashchita metallov: uchebnoe posobie [Corrosion and protection of metals] / N.V. Fadeev, Sh. V. Sadedtinov, S. V. Zhitov. – Cheboksary: Volzhsky filial MADI, 2014. – 110 p.

Information about the authors

1. **Pavlov Vladimir Stepanovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technology Machines and Complexes, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, 29, K. Marks Str., e-mail: pvstolikovo@mail.ru, tel. 8-927-862-30-04;
2. **Smirnov Anatoly Germanovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technology Machines and Complexes, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, 29, K. Marks Str., e-mail: sts@ltnta.ru, tel. 8-927-847-79-49;
3. **Ryazanov Anton Vladislavovich**, student of the Volzhsky branch of Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI), 428000, Chuvash Republic, Cheboksary, Traktorostroiteley Pr., 101, building 30, 8-987-735-49-35.

УДК 621.43

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МАКЕТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ МАСЛОСНАБЖЕНИЯ В ОСНОВНЫХ СОПРЯЖЕНИЯХ ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ

С. В. Путинцев

*Московский государственный университет им. Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет),
105005, Москва, Российская Федерация*

***Аннотация.** В работе была доказана актуальность разработки и применения специального оборудования для экспериментального моделирования процессов маслоснабжения в основных смазываемых узлах поршневого двигателя – его цилиндро-поршневой группе и кривошипно-шатунном механизме. Были описаны особенности конструкции макетной установки, выполненной на базе одноцилиндрового малоразмерного дизеля с воздушным охлаждением 1Ч 8,5/8,0 (ТМЗ-450Д), и различные методики проведения экспериментов по оценке условий струйного маслоснабжения деталей цилиндро-поршневой группы. Были*