ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-39

ADDITIVE TO MEANS FOR WASHING PARTS OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT

I. A. Uspensky¹, I. V. Fadeev², L. Sh. Pestrjaeva³, Sh. V. Sadaddinov⁴, N. I. Khaylov¹¹Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan²Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev, Cheboksary³Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary⁴Chuvash State University named after I. N. Ulyanov, Cheboksary

Received 07.03.2020

Submitted 31.09.2020

Summary

The article presents the results of a study of detergents and anticorrosive properties of synthetic detergents Labomid-203, MS-8, Temp-100A and the effect on these indicators of a special additive orthoborathexamethylentetramine composition $H_3BO_3 \cdot C_6H_{12}N_4$ and the temperature of the solution. Gravimetric and electrochemical studies have shown that the inhibitory ability of the solutions of the studied of synthetic detergents increases with the addition of orthoborathexamethylentetramine, and the rate of metal corrosion decreases. Based on the results of the study of the washing properties of synthetic detergents compositions, the optimal parameters of the washing process were determined: temperature-80°C, duration of washing-5 minutes. Based on experimentally obtained data, it is concluded that orthoborathexamethylentetramine is an effective additive and is recommended for use in the composition of SD used in the repair of automotive equipment.

Abstract

Introduction. Synthetic detergents are used to clean parts and components of automotive equipment from contamination. Their use makes it possible to improve the sanitary and hygienic conditions of work of disassemblers and increase their productivity. High-quality washing and cleaning operations increase the service life of machines up to 20-30%. However, currently used synthetic detergents do not have sufficient passivating and washing properties in relation to the cleaned metal surface. In this regard, improving the efficiency of the technological process of washing parts when repairing units and components of automotive equipment is an urgent problem that is important for the agro-industrial and motor transport complexes. **Object.** The object of research are detergents and anticorrosive properties of synthetic detergents Labomid-203, MC-8, Temp-100A and the impact on these indicators of special additives orthoborathexamethylentetramine composition of $H_3BO_3 \cdot C_6H_{12}N_4$. **Materials and methods.** In order to increase the washing efficiency, orthoborathexamethylentetramine was added to 5% aqueous solutions Labomid-203, MS-8, and Temp-100A and their anticorrosive and cleaning properties were studied in relation to St3 steel (GOST 380-88), as well as the effect of the solution temperature on the quality of the wash. Studies of the effect of orthoborathexamethylentetramine on the anticorrosive properties of synthetic detergents solutions were carried out using the gravimetric method. To do this, we used samples of size 120×10×1 mm, made of sheet steel St3. Samples were ground and degreased. Completely immersed in glass vessels and tested at a ratio of the volume of the solution to the metal surface of 18-20 ml/cm². Electrodes with an area of 2.5 cm² were used for electrochemical measurements. Measurements were made in a thermostatically controlled three-electrode glass cell. Potentiodynamic polarization curves were obtained on the P-5848 potentiostat in the potentiodynamic polarization mode ($V = 1.0$ mV/s with a platinum auxiliary electrode). A silver chloride electrode was used as the reference electrode, and a 3% solution of sodium chloride was used as a corrosive medium. Tests of the cleaning properties of the compositions were carried out in the original laboratory washing plant using samples made of St3 steel with a size of 150×70×2 mm. preparation of samples for experiments included one-way grinding of the surface of the samples, removal of corrosion products in inhibited acid, one-way degreasing using Viennese lime, washing in cold water and drying with filter paper, measuring the size of samples and weighing them, applying a uniform layer of model contamination to the degreased

surface of the samples. Then the samples were kept in the air for 30 minutes. The model contamination was a mixture of spent engine oil with a resinous Deposit from a centrifuge in a ratio of 2:1. Samples with model contamination were placed in the washing unit, which was made in the form of a double-wall thermostatic bath. The solution with a volume of 1 liter was heated through a jacket installed around the bath. To do this, water with the required temperature was pumped from the TS-24 thermostat to the temperature of the program test 20, 40, 60, 80, 100°C and stirred with a stirrer using an electric motor. After washing, the samples were kept at room temperature for 4-5 hours until they were completely dry. The washing capacity was determined by the gravimetric method, taking into account the removed contamination using a special formula. To determine the wetting capacity, samples measuring 150×70 mm were sequentially immersed in a solution of the tested detergent and for 10 seconds in distilled water. Then the samples were taken out of the water and visually recorded the violation of the continuity of the water film. In this case, the surface removed from the edges and sharp edges by less than 10 mm was not taken into account. The wetting capacity is determined by the length of time from the moment the sample is removed from the water to the moment the water film breaks. **Results and conclusions.** Experimental studies have shown that the inhibitory ability of the solutions of the studied of synthetic detergents increases with the addition of orthoborathexamethylentetramine, and the rate of metal corrosion decreases. The temperature of the cleaning solution significantly affects the washing capacity and wettability. In the temperature range of 20-80°C, the washing capacity of the tested products increases sharply and at 80°C the maximum value of the washing capacity is reached. In the range of solution temperatures from 80 to 100°C, the cleaning property of the tested detergents deteriorates. In this regard, the optimal mode of washing the tested compositions of synthetic detergents is a temperature of 80°C with a washing duration of 5 minutes. Therefore, orthoborathexamethylentetramine is an effective additive that increases the anticorrosive and cleaning properties of SD and is recommended for use as part of synthetic detergents used in the repair of automotive equipment.

Key words: washing of parts, Labomid-203, MS-8, Temp-100A, orthoborathexamethylentetramine, anticorrosive and washing properties, gravimetric and electrochemical studies, wettability, agro-industrial complex.

Citation. Uspensky I. A., Fadeev I. V., Pestrjaeva L. Sh., Sadaddinov Sh. V., Khaylov N. I. Additive to the means for washing parts of automotive vehicles. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 4(60). 414-425 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-39.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 620.193:629.3.083.5

ПРИСАДКА К СРЕДСТВАМ ДЛЯ МОЙКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

И. А. Успенский¹, доктор технических наук, профессор

И. В. Фадеев², кандидат технических наук, доцент

Л. Ш. Пестряева³, кандидат педагогических наук, доцент

Ш. В. Садетдинов⁴, доктор химических наук, профессор

Н. И. Хайлов¹, аспирант

¹Рязанский агротехнологический университет им. П. А. Костычева, Рязань,

²Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

³Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, г. Чебоксары

⁴Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Дата поступления в редакцию 07.03.2020

Дата принятия к печати 31.09.2020

Аннотация. В статье представлены результаты исследования моющих и противокорро-

зионных свойств синтетических моющих средств (СМС) Лабомид-203, МС-8, Темп-100А и влияние на эти показатели специальной добавки ортоборатгексаметилентетрамина (*ОБГМТА*) состава $H_3BO_3 \cdot C_6H_{12}N_4$ и температуры раствора. Гравиметрическими и электрохимическими исследованиями установлено, что ингибирующая способность растворов исследуемых СМС при добавлении *ОБГМТА* повышается, а скорость коррозии металла снижается. По результатам исследования моющих свойств составов СМС определены оптимальные параметры технологического процесса мойки: температура – 80 °С, продолжительность мойки – 5 минут. На основе экспериментально полученных данных сделан вывод, что *ОБГМТА* является эффективной присадкой и рекомендуется к использованию в составе СМС, применяемых при ремонте автотракторной техники.

Актуальность. Для очистки от загрязнений деталей и узлов автотракторной техники применяются синтетические моющие средства (СМС). Их применение позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия работы разборщиков и повысить производительность их труда. Высококачественные моечно-очистные работы увеличивают межремонтный ресурс машин до 20-30 %. Однако применяемые в настоящее время СМС не имеют достаточных пассивирующих и моющих свойств по отношению к очищаемой металлической поверхности. В связи с этим повышение эффективности технологического процесса мойки деталей при ремонте агрегатов и узлов автотракторной техники является актуальной проблемой, имеющей важное значение для агропромышленного и автотранспортного комплексов. **Объект.** Объектом исследований являются моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств Лабомид-203, МС-8, Темп-100А и влияние на эти показатели специальной добавки ортоборатгексаметилентетрамина (*ОБГМТА*) состава $H_3BO_3 \cdot C_6H_{12}N_4$. **Материалы и методы.** С целью повышения эффективности мойки к 5 %-м водным растворам Лабомид-203, МС-8 и Темп-100А добавляли *ОБГМТА* и исследовали их противокоррозионные и моющие свойства по отношению к стали Ст3 (ГОСТ 380-88), а также влияние температуры раствора на качество мойки. Исследования влияния *ОБГМТА* на противокоррозионные свойства растворов СМС проводили с использованием гравиметрического метода. Для этого пользовались образцами размером 120×10×1 мм, изготовленными из листовой стали Ст3. Образцы шлифовали и обезжиривали. Полностью погружали в стеклянные сосуды и испытывали при соотношении объема раствора к поверхности металла 18-20 мл/см². Для электрохимических измерений использовали электроды площадью 2,5 см². Измерения проводили в термостатируемой стеклянной трехэлектродной ячейке. Потенциодинамические поляризационные кривые получили на потенциостате П-5848 в потенциодинамическом режиме поляризации ($V = 1,0$ мВ/с с платиновым вспомогательным электродом). В качестве электрода сравнения служил хлоридсеребряный электрод, коррозионно-активной среды – 3 %-й раствор хлорида натрия. Испытания моющих свойств составов осуществляли в оригинальной лабораторной моечной установке с применением образцов из стали Ст3 размером 150×70×2 мм. Подготовка образцов к экспериментам включала одностороннее шлифование поверхности образцов, удаление продуктов коррозии в ингибированной кислоте, одностороннее обезжиривание с использованием венской извести, промывание в холодной воде и сушку фильтровальной бумагой, измерение размеров образцов и взвешивание их, нанесение на обезжиренную поверхность образцов модельного загрязнения равномерным слоем. Затем образцы в течение 30 минут выдерживали на воздухе. Модельным загрязнением служила смесь отработавшего моторного масла со смолистым отложением из центрифуги в соотношении 2 : 1. Образцы с модельным загрязнением размещали в моечной установке, которая была изготовлена в виде двустенной термостатированной ванны. Раствор объемом 1 литр подогревали через рубашку, установленную вокруг ванны. Для этого воду с требуемой температурой перекачивали из термостата ТС-24 до температуры программного испытания 20, 40, 60, 80, 100 °С и перемешивали мешалкой с помощью электромотора. После мойки образцы выдерживали при комнатной температуре в течение 4-5 часов до их полного высыхания. Моющую способность определяли гравиметрическим методом с учетом удаленного загрязнения по специальной формуле. Для определения смачивающей способности образцы размером 150×70 мм последовательно погружали в раствор испытуемого моющего средства и на 10 секунд в дистиллированную воду. Затем об-

разцы вынимали из воды и визуально фиксировали нарушение сплошности пленки воды. При этом поверхность, удаленную от краев и острых кромок менее чем на 10 мм, во внимание не принимали. Смачивающая способность определяется продолжительностью времени от момента выемки образца из воды до момента разрыва водяной пленки. **Результаты и выводы.** Экспериментальные исследования показали, что ингибирующая способность растворов исследуемых СМС при добавлении ОБГМТА повышается, а скорость коррозии металла снижается. Температура моющего раствора существенно влияет на моющую способность и смачиваемость. В интервале температур 20-80 °С, моющая способность испытуемых средств резко нарастает, и при 80 °С достигается предельное значение моющей способности. В интервале температур раствора от 80 до 100 °С моющее свойство испытуемых моющих средств ухудшается. В связи с этим оптимальным режимом мойки испытуемых составов СМС является температура 80 °С при продолжительности мойки 5 минут. Следовательно, ОБГМТА является эффективной присадкой, повышающей противокоррозионные и моющие свойства СМС, и рекомендуется к использованию в составе СМС, применяемых при ремонте автотракторной техники.

Ключевые слова: мойка деталей, Лабомид-203, МС-8, Темп-100А, ортоборат-гексаметилентетрамин, синтетические моющие средства, присадки.

Цитирование. Успенский И. А., Фадеев И. В., Пестряева Л. Ш., Садетдинов Ш. В., Хайлов Н. И. Присадка к средствам для мойки деталей автотракторной техники. *Известия НВ АУК*. 2020. 4(60). 414-425. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-39.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Широкое применение для очистки от загрязнений деталей и узлов автотракторной техники на предприятиях агропромышленного и автотранспортного комплексов нашли синтетические моющие средства (СМС). Наиболее часто для этих целей используют Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-203, МС-6, МС-8, Темп-100 и Темп-100А [8, 9]. Перечисленные препараты представляют собой сыпучие светло-желтые порошки хорошо растворимые в воде, растворы которых нетоксичны, негорючи и пожаробезопасны. Их применение позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия работы разборщиков и повысить производительность их труда. Высококачественные моечно-очистные работы дают суммарное увеличение межремонтного ресурса деталей и машин в целом до 20-30 %. С учетом важности процесса мойки деталей в технологическом процессе ремонта создаются эффективные СМС, а также разрабатываются новые технологии мойки деталей. Согласно литературным данным и практике применения СМС, они не имеют достаточных пассивирующих и моющих свойств по отношению к очищаемой металлической поверхности [6, 16, 17].

В связи с этим повышение эффективности технологического процесса мойки деталей при ремонте агрегатов и узлов автотракторной техники является актуальной проблемой, имеющей важное значение для агропромышленного и автотранспортного комплексов.

Материалы и методы. Известно, что для повышения технологических свойств СМС, обеспечивающих качественную мойку, к ним добавляют специальные присадки. Из литературных источников известно широкое применение для этих целей фосфатов, боратов, силикатов, нитритов и некоторых органических соединений [1, 10, 12-14].

С целью повышения эффективности мойки к 5%-м водным растворам Лабомид-203, МС-8 и Темп-100А добавляли ОБГМТА состава $H_3BO_3 \cdot C_{12}H_{12}N_4$ и исследовали их противокоррозионные и моющие свойства по отношению к стали Ст3 (ГОСТ 380-88), а

также влияние температуры на качество мойки. Выбор стали марки Ст3 объясняется его широким применением в машиностроении.

Образование двойного соединения ОБГМТА эквимолекулярного состава $H_3BO_3 \cdot C_6H_{12}N_4$ установлено и идентифицировано исследованиями [2]. Синтезировали его путем растворения в 300 мл дистиллированной воды 140 г (1 моль) гексаметилентетрамина и 62 г (1 моль) ортоборной кислоты. Смесь непрерывно перемешивали в течение 1 часа при температуре 50 °С и далее раствор перенесли в кристаллизатор для выращивания кристаллов. ОБГМТА кристаллизуется в виде мелкокристаллического вещества, который растворяется в воде инконгруэнтно. Его химический состав, %: В – 5,44; N – 27,70. Показатель преломления кристаллов, найденный иммерсионным методом с помощью поляризационного микроскопа МИН-8, равен 1,630, плотность – 1,318 г/см³, молярный объем – 153,12 см³/моль, удельный объем – 0,76 см³/г.

Исследования влияния ОБГМТА на противокоррозионные свойства растворов Лабомид-203, МС-8 и Темп-100А проводили гравиметрическим методом [7]. Для исследований использовали пластинки из стали Ст3 размером 120×10×1 мм из одной партии, поэтому ее химический состав, структура и механические свойства были одинаковыми. Перед испытаниями поверхность образцов последовательно шлифовали наждачной бумагой различной зернистости, полировали на сукне до полного удаления рисок, остающихся от шлифования. Продукты коррозии с поверхности образцов удаляли в ингибированной кислоте (18 % HCl + 0,5 % КИ-1).

Образцы шлифовали и обезжиривали. Полностью погружали в стеклянные сосуды и испытывали при соотношении объема раствора к поверхности металла 18-20 мл/см².

Эффективность действия ингибиторов оценивали по потере массы образцов в исследуемых средах с определением скорости коррозии (K), ингибиторного эффекта (коэффициента торможения) (γ), степени защиты по методике, приведенной в [7].

Для электрохимических измерений использовали электроды площадью 2,5 см². Измерения проводили в термостатируемой стеклянной трехэлектродной ячейке. Потенциодинамические поляризационные кривые получали на потенциостате П-5848 в потенциодинамическом режиме поляризации ($V = 1,0$ мВ/с с платиновым вспомогательным электродом). В качестве электрода сравнения служил хлоридсеребряный электрод, коррозионно-активной среды – 3 %-й раствор хлорида натрия (фоновый раствор).

Испытания моющих свойств составов (таблица 2) осуществляли в оригинальной лабораторной моечной установке с применением образцов из стали Ст3 размером 150×70×2 мм. Подготовка образцов к экспериментам включала одностороннее шлифование поверхности образцов, удаление продуктов коррозии в ингибированной кислоте, одностороннее обезжиривание с использованием венской извести, промывание в холодной воде и сушку фильтровальной бумагой, измерение размеров образцов и взвешивание их, нанесение на обезжиренную поверхность образцов модельного загрязнения равномерным слоем. Затем образцы в течение 30 минут выдерживали на воздухе. Модельным загрязнением служила смесь отработавшего моторного масла со смолистым отложением из центрифуги в соотношении 2 : 1. Образцы с модельным загрязнением размещали в моечной установке, которая была изготовлена в виде двустенной термостатированной ванны. Моющий раствор подогревали через рубашку, установленную вокруг ванны. Для этого воду с требуемой температурой перекачивали из термостата ТС-24. Температуру жидкости контролировали термометром, вмонтированным в ванну с жидкостью. В ванну моечной установки наливали 1 литр раствора испытуемого моющего средства, нагревали раствор до температуры программного испытания 20, 40,

60, 80, 100 °C и перемешивали мешалкой с помощью электромотора. После мойки образцы выдерживали при комнатной температуре в течение 4-5 часов до их полного высыхания. Моющую способность определяли гравиметрическим методом с учетом удаленного загрязнения по специальной формуле [5].

Для определения смачивающей способности образцы размером 150×70 мм последовательно погружали в раствор испытуемого моющего средства и на 10 секунд в дистиллированную воду. Затем образцы вынимали из воды и визуально фиксировали нарушение сплошности пленки воды. При этом поверхность, удаленную от краев и острых кромок менее чем на 10 мм, во внимание не принимали. Смачивающая способность определяется продолжительностью времени от момента выемки образца из воды до момента разрыва водяной пленки [15].

Результаты и обсуждение. Результаты исследования влияния ОБГМТА на скорость коррозии, ингибиторный эффект и степень защиты стали Ст3 в испытуемых растворах СМС за 10 суток приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние ОБГМТА на среднюю скорость коррозии (K), коэффициент торможения (γ) и степень защиты (Z) стали Ст3 в испытуемых растворах СМС за 10 суток

Table 1 – Effect of OBGMTA on the average corrosion rate (K), braking coefficient (γ), and degree of protection (Z) of St. 3 steel in the tested SMS solutions for 10 days

Испытуемые растворы / Test solutions	Концентрация, мас. % / Density, wt. %	$K \cdot 10^{-3}$, г/м ² ·ч g/m ² ·h	γ	Z , %	pH
NaCl (контроль) / NaCl (control)	3,0	61,24	1,00	0,00	7,0
Лабомид-203 / Labomid-203	5,0	16,26	3,77	73,38	8,3
МС-8 / MS-8	5,0	11,55	5,30	86,58	8,5
Темп-100А / Temp-100А	5,0	8,96	6,84	85,37	8,7
Лабомид-203 + ОБГМТА / Labomid-203 + OBGMTA	5,0 + 3,0	6,78	9,03	88,92	8,5
МС-8 + ОБГМТА / MS-8 + OBGMTA	5,0 + 3,0	5,88	10,41	90,40	8,7
Темп-100А + ОБГМТА / Temp-100А + OBGMTA	5,0 + 3,0	3,06	20,01	94,93	9,0

Из приведенных данных таблицы 1 следует, что ингибирующая способность растворов Лабомид-203, МС-8 и Темп-100А при добавлении ОБГМТА повышается, а скорость коррозии металла снижается. Значения pH в растворах испытуемых СМС показывают, что ОБГМТА незначительно подщелачивает раствор и обладает буферным действием.

Электрохимическими исследованиями установлено, что ОБГМТА не оказывает существенного влияния на катодную поляризуемость металла и является преимущественно ингибитором анодного действия, что хорошо согласуется с литературными данными [4, 11].

На рисунке 1 приведены анодные и катодные потенциодинамические поляризационные кривые стали Ст3 в растворах изучаемых СМС, приведенных в таблице 1.

Рисунок 1 – Анодные и катодные потенциодинамические поляризационные кривые стали Ст3:
1'-1 – в 3%-м растворе NaCl; 2'-2 – Лабомид-203; 3'-3 – МС-8; 4'-4 – Темп-100А;
5'-5 – Лабомид-203 + ОБГМТА; 6'-6 – МС-8+ ОБГМТА; 7'-7 – Темп-100А + ОБГМТА

Figure 1 – Anode and cathode potentiodynamic polarization curves of steel St. 3:
1'-1 – in 3% NaCl solution ; 2'-2 – Labomide-203; 3'-3 – MS-8; 4'-4 – Temp-100A;
5'-5 – Labomid-203 + OBHMTA; 6'-6 – MS-8 + OBHMTA; 7'-7 – Temp-100A + OBHMTA

Для изучения влияния температуры на моющее свойство испытуемых СМС готовили растворы последовательным растворением в дистиллированной воде при перемешивании Лабомида-203 (Темп-100А, МС-8) и ОБГМТА. Составы испытуемых моющих средств приведены в таблице 2.

Экспериментальные исследования показали, что температура моющего раствора существенно влияет на моющую способность и смачиваемость, что хорошо согласуется с литературными данными [3].

На рисунке 2 приведены графики зависимости моющей способности растворов испытуемых составов СМС (таблица 1) от температуры раствора при продолжительности мойки 5 минут.

Кинетика моющей способности испытуемых составов СМС в зависимости от температуры аналогичны и отличаются лишь их предельными значениями. Из рисунка 1 видно, что в интервале температур 20-80 °С, моющая способность испытуемых средств резко нарастает и при 80 °С достигается предельное значение моющей способности. В интервале температур раствора от 80 до 100 °С моющее свойство испытуемых моющих средств ухудшается, происходит помутнение раствора. Данное явление можно объяснить началом процесса дегидратации молекул поверхностно-активных веществ и выделением в раствор молекул коллоидных частиц.

Таблица 2 – Составы испытуемых моющих средств
для очистки металлических поверхностей

Table 2 – Compositions of tested detergents for cleaning metal surfaces

Наименование компонентов моющего средства / Name of components detergent	Содержание компонентов в составах, мас. % / Content of components in compositions, wt. %					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6

Лабомид-203 / Labomid-203	5,0	5,0	-	-	-	-
ОБГМТА / ОБНМТА	-	3,0	-	-	-	-
МС-8 / MS-8	-	-	5,0	5,0	-	-
ОБГМТА / ОБНМТА	-	-	-	3,0	-	-
Темп-100А / Temp-100А	-	-	-	-	5,0	5,0
ОБГМТА / ОБНМТА	-	-	-	-	-	3,0
Вода / Water	до 100	до 100	до 100	до 100	до 100	до 100

Рисунок 2 – Зависимость моющей способности испытуемых СМС от температуры раствора: 1 – состав №1, 2 – состав № 3, 3 – состав № 5, 4 – состав №2, 5 – состав № 4, 6 – состав № 6

Figure 2 – Dependence of the washing capacity of the test SD on the temperature of the so lution: 1 – composition №1, 2 – composition № 3, 3 – composition № 5, 4 – composition №2, 5 – composition № 4, 6 – composition № 6

Этот процесс имеет тенденцию усиления, что приводит к уменьшению концентрации компонентов состава моющего средства для очистки металлических поверхностей и соответственно к ухудшению его моющего свойства. В связи с этим оптимальным режимом мойки испытуемых составов СМС (таблица 1) является температура 80 °С при продолжительности мойки 5 минут.

Результаты экспериментов по определению моющей способности и смачиваемости испытуемых составов СМС для очистки металлических поверхностей при температуре мойки 80 °С и продолжительности мойки 5 минут представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Моющая способность (%) и смачиваемость (с) составов СМС (таблица 1) при температуре раствора 80 °С и продолжительности мойки 5 минут

Table 3 – Detergency (%) and wettability (s) of SD formulations (table 1) at a solution temperature of 80°C and a wash duration of 5 minutes

Состав моющего средства / Detergent composition	Моющая способность, / Detergency, %	Смачиваемость, с / Wettability, s
--	--	--------------------------------------

№1	64,2	27
№2	69,4	29
№3	72,8	29
№4	79,3	32
№5	85,4	30
№6	92,6	36

Из данных таблицы 3 следует, что моющая способность и смачиваемость СМС Лабомид-203, МС-8 и Темп-100А (составы 1, 3 и 5) увеличивается при добавлении *ОБГМТА* (составы 2, 4 и 6). Состав № 6 имеет моющую способность 92,6 %, что позволяет практически полностью очистить металлическую поверхность от загрязнения.

Выводы. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что известные СМС Лабомид-203, МС-8 и Темп-100А в сочетании с *ОБГМТА* повышают эффективность мойки металлической поверхности от загрязнений.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно заключить, что *ОБГМТА* является эффективной присадкой, повышающей противокоррозионные и моющие свойства СМС, и рекомендуется к использованию в составе СМС, применяемых в ремонтном производстве на предприятиях агропромышленного и автотранспортного комплексов. Установлено, что оптимальным режимом мойки разработанных составов моющих средств является температура 80 °С при продолжительности мойки 5 минут и они могут быть рекомендованы в качестве эффективного средства для мойки деталей при ремонте агрегатов и узлов автотракторной техники на предприятиях агропромышленного и автотранспортного комплексов.

Библиографический список

1. Влияние температуры растворов синтетических моющих средств на их моющую способность / В. В. Быков, Б. П. Загородских, А. Н. Ременцов, В. М. Юдин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1(53). С. 249-255.
2. Илларионов И. Е., Садетдинов Ш. В. Коррозия черных металлов в средах, имитирующих условия эксплуатации автомобилей // Черные металлы. 2019. № 4. С. 67-72.
3. Исследование влияния параметров рабочих тел индуктора на коэффициент мощности / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Г. А. Борисов, Н. В. Лимаренко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 3 (55). С. 360-369.
4. Исследование параметров магнитного поля в рабочей камере индуктора / Н. В. Лимаренко, В. П. Жаров, Ю. В. Панов, Б. Г. Шаповал // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. 2016. № 1. С. 136-142.
5. Кобин С. С., Ретюнских В. Н. Загрязнения сельскохозяйственных машин // Новая наука: Проблемы и перспективы. 2016. № 115-2. С. 177-180.
6. Лимаренко Н. В., Жаров В. П. Влияние температуры на параметры работы индуктора, используемого при обеззараживании материалов // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2016. № 1. С. 88-91.
7. Лисунов Е. А., Миронов Е. Б., Гладцын А. Ю. Процесс образования и развития электрохимической коррозии сельскохозяйственной техники // Аграрный вестник Верхневолжья. 2015. № 4 (12). С. 49-52.
8. Повышение противокоррозионных свойств растворов синтетических моющих средств для мобильной техники в АПК / Н. В. Бышов, И. В. Фадеев, Г. А. Александрова, Ш. В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. 2019. № 45. С. 20-24.
9. Повышение эффективности мойки деталей при ремонте автомобилей / В. В. Быков, Б. П. Загородских, Ш. В. Садетдинов, В. М. Юдин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1(53). С. 358-363.

10. Стрельников И. А., Пестряев Д. А., Садетдинов Ш. В. Влияние температуры раствора боратфосфатных моющих средств на качество очистки металла // Механическое оборудование металлургических заводов. 2019. № 2(13). С. 23-28.
11. Тойгамбаев С. К. Совершенствование процессов очистки деталей от загрязнений при ремонте машин // Актуальные проблемы современной науки. 2016. № 3 (88). С. 217-221.
12. Фадеев И. В., Белов В. В., Садетдинов Ш. В. Применение тетраборатов лития, натрия, калия в качестве экологически чистых добавок к моющим средствам // Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 21. С. 52-55.
13. Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В. Новые боратсодержащие присадки к моющим средствам для узлов и агрегатов транспортных средств // Автотранспортное предприятие. 2015. № 2. С. 46-50.
14. Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В. Моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств для узлов и деталей транспортных средств в присутствии некоторых боратов // Грузовик. 2016. № 6. С. 17-20.
15. Шемякин А. В., Терентьев В. В., Латышенков М. Б. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами // Известия Юго-Западного гос. ун-та. 2016. № 2. С. 89-91.
16. Экспериментальное исследование влияния массы рабочих тел на параметры, характеризующие качество функционирования индуктора / Н. В. Лимаренко, В. П. Жаров, Ю. В. Панов, Б. Г. Шаповал // Вестник Дон.ГТУ. 2016. Т. 16. № 2. С. 90-96.
17. Effect of deicing compounds on aircraft materials / A. Bjorgum [et al.] // EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-zarubezhnogo-opyta-issledovaniy-korrozii-i-sredstv-zaschity-ot-korrozii>.

Conclusions. Experimental data indicate that the well-known SD Labomid-203, MS-8 and Temp-100A in combination with OBHMTA increase the efficiency of cleaning the metal surface from contamination. Thus, based on the conducted research, it can be concluded that OBHMTA is an effective additive that increases the anticorrosive and cleaning properties of SD and is recommended for use in the composition of SD used in repair production at enterprises of agro-industrial and motor transport complexes. It is established that the optimal mode of washing the developed detergent compositions is the temperature of 80°C for the duration of washing 5 minutes and they can be recommended as an effective tool for washing parts when repairing units and components of automotive equipment at the enterprises of agro-industrial and motor transport complexes.

Reference

1. Vliyanie temperatury rastvorov sinteticheskikh moyuschih sredstv na ih moyuschuyu sposobnost' / V. V. Bykov, B. P. Zagorodskih, A. N. Remencov, V. M. Yudin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2019. № 1(53). P. 249-255.
2. Illarionov I. E., Sadetdinov Sh. V. Korroziya chernyh metallov v sredah, imitiruyuschih usloviya jekspluatsii avtomobilej // Chernye metally. 2019. № 4. P. 67-72.
3. Issledovanie vliyaniya parametrov rabochih tel induktora na koefitsient moschnosti / I. A. Uspenskij, I. A. Yuhin, G. A. Borisov, N. V. Limarenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2019. № 3 (55). P. 360-369.
4. Issledovanie parametrov magnitnogo polya v rabochej kamere induktora / N. V. Limarenko, V. P. Zharov, Yu. V. Panov, B. G. Shapoval // Vestnik Don. gos. tehn. un-ta. 2016. № 1. P. 136-142.
5. Kobin S. S., Retyunskih V. N. Zagryazneniya sel'skohozyajstvennyh mashin // Novaya nauka: Problemy i perspektivy. 2016. № 115-2. P. 177-180.
6. Limarenko N. V., Zharov V. P. Vliyanie temperatury na parametry raboty induktora, ispol'zuemogo pri obezzarazhivanii materialov // Izvestiya VUZov. Pischevaya tehnologiya. 2016. № 1. P. 88-91.

7. Lisunov E. A., Mironov E. B., Gladcyu A. Yu. Process obrazovaniya i razvitiya jlektrohimicheskoy korrozii sel'skohozyajstvennoj tehniki // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. 2015. № 4 (12). P. 49-52.
8. Povyshenie protivokorroziionnyh svojstv rastvorov sinteticheskikh moyuschih sredstv dlya mobil'noj tehniki v APK / N. V. Byshov, I. V. Fadeev, G. A. Aleksandrova, Sh. V. Sadetdinov // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. 2019. № 45. P. 20-24.
9. Povyshenie jeffektivnosti mojki detalej pri remonte avtomobilej / V. V. Bykov, B. P. Zagorodskih, Sh. V. Sadetdinov, V. M. Yudin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2019. № 1(53). P. 358-363.
10. Strel'nikov I. A., Pestryaev D. A., Sadetdinov Sh. V. Vliyanie temperatury rastvora boratfosfatnyh moyuschih sredstv na kachestvo ochistki metalla // Mehanicheskoe oborudovanie metallurgicheskikh zavodov. 2019. № 2(13). P. 23-28.
11. Tojgambaev S. K. Sovershenstvovanie processov ochistki detalej ot zagryaznenij pri remonte mashin // Aktual'nye problemy sovremennoj nauki. 2016. № 3 (88). P. 217-221.
12. Fadeev I. V., Belov V. V., Sadetdinov Sh. V. Primenenie tetraboratov litiya, natriya, kaliya v kachestve jekologicheskij chistykh dobavok k moyuschim sredstvam // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. 2015. № 21. P. 52-55.
13. Fadeev I. V., Remencov A. N., Sadetdinov Sh. V. Novye boratsoderzhaschie prisadki k moyuschim sredstvam dlya uzlov i agregatov transportnyh sredstv // Avtotransportnoe predpriyatie. 2015. № 2. P. 46-50.
14. Fadeev I. V., Remencov A. N., Sadetdinov Sh. V. Moyuschie i protivokorroziionnye svojstva sinteticheskikh moyuschih sredstv dlya uzlov i detalej transportnyh sredstv v prisutstvii nekotoryh boratov // Gruzovik. 2016. № 6. P. 17-20.
15. Shemyakin A. V., Terent'ev V. V., Latyshenok M. B. Povyshenie jffektivnosti protivokorroziionnoj zaschity stykovykh i svarnykh soedinenij sel'skohozyajstvennykh mashin konservacionnymi materialami // Izvestiya Yugo-Zapadnogo gos. un-ta. 2016. № 2. P. 89-91.
16. Jeksperimental'noe issledovanie vliyaniya massy rabochih tel na parametry, harakterizuyuschie kachestvo funkcionirovaniya induktora / N. V. Limarenko, V. P. Zharov, Yu. V. Panov, B. G. Shapoval // Vestnik Don. GTU. 2016. Vol. 16. № 2. P. 90-96.
17. Effect of deicing compounds on aircraft materials / A. Bjorgum [et al.] // EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-zarubezhnogo-opyta-issledovaniy-korrozii-i-sredstv-zaschity-ot-korrozii>.

Authors Information

Uspensky Ivan Alekseevich, head of the Department of technical operation of transport of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev (Russia, 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1), doctor of technical sciences, professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4343-0444>, ivan.uspensckij@yandex.ru.

Fadeev Ivan Vasilyevich, head of the Department of machine science of the Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev (Russia, 428000, Cheboksary, K. Marxstr., 38), candidate of technical sciences, associate professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-1812>, ivan-fadeev-2012@mail.ru.

Pestryaeva Lyudmila Sheizdanovna, associate professor of the Department of physical education and sports of the Chuvash State Agricultural Academy (Russia, 428000, Cheboksary, K. Marxstr., 31), candidate of pedagogical sciences, associate professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0426-5757>, sport.chgsxa@mail.ru.

Sadetdinov Sheizdan Vazykhovich, professor of the Department of materials science and metallurgical processes of the Chuvash State University named after I. N. Ulyanova (Russia, 428000, Cheboksary, Moskovsky Ave., 15), doctor of chemical sciences, professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-1812>, avgustaf@list.ru.

Khaylov Nikolay Igorevich, post-graduate student of the Department of technical operation of transport of the Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev (Russia, 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4969-3357>, khaylov47@mail.ru.

Информация об авторах

Успенский Иван Алексеевич, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспорта Рязанского государственного агротехнологического университета им П.А. Костычева (РФ, 390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1), доктор технических наук, профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4343-0444>, ivan.uspensckij@yandex.ru.

Фадеев Иван Васильевич, заведующий кафедрой машиноведения Чувашского государственного педагогического университет им. И.Я. Яковлева (РФ, 428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38), кандидат технических наук, доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-1812>, ivan-fadeev-2012@mail.ru.

Пестряева Людмила Шейиздановна, доцент кафедры физического воспитания и спорта Чувашской государственной сельскохозяйственной академии (РФ, 428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 31), кандидат педагогических наук, доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0426-5757>, sport.chgsxa@mail.ru.

Садетдинов Шейиздан Вазыхович, профессор кафедры материаловедения и металлургических процессов Чувашского государственного университета им. И. Н. Ульянова (РФ, 428000, г. Чебоксары, пр. Московский, 15), доктор химических наук, профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-1812>, avgustaf@list.ru.

Хайлов Николай Игоревич, аспирант кафедры технической эксплуатации транспорта Рязанского государственного агротехнологического университета им П.А. Костычева (РФ, 390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4969-3357>, khaylov47@mail.ru.