



УДК 620.193

**И.А. Стрельников, Д.А. Пестряев, Ш.В. Садетдинов**  
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет им. И. Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия  
E-mail: strelnikov.15@mail.ru  
Дата поступления 27.10.2020

## ВЛИЯНИЕ ДИПИНАКОНБОРАТОВ НА КАЧЕСТВО МОЙКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

### Аннотация

Важной операцией в технологии ремонтного производства является мойка деталей и узлов машин с целью очистки металлической поверхности от разного вида загрязнений. Известные синтетические моющие средства Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-203, МС-6, МС-8, Темп-100, Темп-100А не обеспечивают необходимого качества мойки деталей и узлов машин в ремонтном производстве металлургических заводов. Поэтому исследования по улучшению качества мойки очищаемой металлической поверхности путем повышения, моющего и противокоррозионного свойств синтетических моющих средств (СМС) являются актуальными и востребованными. В настоящей работе рассматривается влияние дипинаконборатов лития (ДПКБЛ), натрия (ДПКБН) и калия (ДПКБЛК) на качество мойки металлической поверхности путем улучшения моющего и противокоррозионного свойства раствора Лабомид-203. Приводятся физико-химические характеристики дипинаконборатов лития, натрия и калия, которые характеризуют их как индивидуальные соединения. Исследованием влияния содержания дипинаконборатов лития, натрия, калия в составе раствора Лабомид-203 на степень очистки и смачивания металлической поверхности. Показано, что названные характеристики зависят от концентрации дипинаконбората и эффективной является концентрация 30 г/л. Установлено, что оптимальным режимом качественной мойки испытуемыми СМС с использованием дипинаконборатов являются температура 80°C при продолжительности процесса 5 минут. Коррозионная стойкость стали Ст3 к 5%-ному водному раствору Лабомид-203 дипинаконборатов и в присутствии ДПКБЛ, ДПКБН и ДПКБК концентрации 30 г/л увеличивается, что подтверждено изучением скорости коррозии стали в испытуемых СМС. На основе полученных экспериментальных данных сделано заключение, что дипинаконбораты лития, натрия и калия являются эффективными присадками к синтетическим моющим средствам и повышают качество мойки металлической поверхности. Дипинаконбораты можно рекомендовать в качестве присадок к СМС, повышающим качество мойки металлической поверхности в технологии ремонта механического оборудования металлургических заводов.

**Ключевые слова:** синтетические моющие средства, мойка деталей и узлов машин, металлургические заводы. Лабомид-203, дипинаконбораты лития, натрия, калия, концентрация 30 г/л, степень очистки и смачивания металлической поверхности, оптимальный режим мойки, температура 80°C, продолжительность мойки 5 минут, скорость коррозии стали Ст3.

### Введение

Современные металлургические заводы оснащены сложным, высокопроизводительным и дорогостоящим оборудованием. В процессе работы они теряют свои качества из-за износа и разрушения деталей, что приводит к снижению точности,

мощности и производительности оборудования. Для поддержания оборудования в нормальном состоянии необходимо производить ремонтные работы.

Технологический процесс планово-предупредительного ремонта включает раз-

борку, очистку, мойку, дефектацию, сортировку, восстановление и изготовление деталей, комплектование, сборку, испытания и окраску [1,2].

Важной операцией в технологии ремонтного производства является мойка деталей и узлов машин с целью очистки металлической поверхности от разного вида загрязнений, таких как масла, смазки, грязи, пылевые отложения и так далее. Мойку производят при помощи синтетических моющих средств (СМС) Лабомид-203, МС-8, Темп-100А, Боратфосфатных и некоторых других [3-5].

Недостатками известных синтетических моющих средств являются их низкое качество мойки металлической поверхности металла и противокоррозионное свойство. В научно-технической литературе имеются сведения о подверженности технологических средств к биопоражению, что является предметом отдельного исследования [6,7]. Для повышения моющих, противокоррозионных свойств СМС и качества мойки, к ним добавляют специальные присадки. Следует отметить, что исследования в области повышения моющего и противокоррозионного свойств СМС, а также качества мойки очищаемой металлической поверхности являются актуальными и востребованными [8-11].

Цель работы – улучшение качества мойки металлической поверхности путем повышения, моющего и противокоррозионного свойств синтетического моющего средства Лабомид-203 с использованием дипинаконборатов лития (натрия, калия).

### Основная часть

Для улучшения качества мойки металлической поверхности к водному раствору синтетического моющего средства Лабомид-203 добавляли в отдельности дипинаконбораты лития (натрия, калия).

Дипинаконборат лития (ДПКБЛ) формулы  $\text{Li}[\text{V}(\text{O}_2\text{C}_6\text{H}_{12})_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , дипинаконборат натрия (ДПКБН) формулы  $\text{Na}[\text{V}(\text{O}_2\text{C}_6\text{H}_{12})_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , дипинаконборат калия (ДПКБК) формулы  $\text{K}[\text{V}(\text{O}_2\text{C}_6\text{H}_{12})_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , получали путем упаривания при  $60^\circ\text{C}$  смеси монобората ще-

лочного металла и пинаконгидрата в мольном соотношении 1:2 [12]. Дипинаконбораты лития, натрия и калия – это бесцветные кристаллические вещества, составы которых установлены химическим анализом образцов. Результаты кристаллооптического исследования твердых фаз характеризуют дипинаконбораты лития, натрия и калия, как индивидуальные соединения.

Для ДПКБЛ определены: растворимость, % при  $25^\circ\text{C}$ , которая равна 3,50; плотность –  $1,148 \text{ г/см}^3$ , вычислены молекулярный и удельный объемы, равные  $280,27 \text{ см}^3/\text{моль}$  и  $0,87 \text{ см}^3/\text{г}$ , соответственно, а показатели преломления кристаллов равны  $n_g - 1,450$ ;  $n_p - 1,436$ .

Для ДПКБН определены: растворимость, % при  $25^\circ\text{C}$  – 28,51; плотность –  $1,157 \text{ г/см}^3$ , вычислены молекулярный и удельный объемы, равные  $284,19 \text{ см}^3/\text{моль}$  и  $0,86 \text{ см}^3/\text{г}$ , соответственно, а показатели преломления кристаллов равны  $n_g - 1,462$ ;  $n_p - 1,459$ .

Для ДПКБК определены: растворимость, % при  $25^\circ\text{C}$  – 50,88; плотность –  $1,184 \text{ г/см}^3$ , вычислены молекулярный и удельный объемы, равные  $298,1 \text{ см}^3/\text{моль}$  и  $0,85 \text{ см}^3/\text{г}$ , соответственно, а показатели преломления кристаллов равны  $n_g - 1,466$ ;  $n_p - 1,448$ .

Испытания по влиянию дипинаконборатов на качество мойки металлической поверхности проводили по методике, описанной в научной статье [13]. В эксперименте использовали лабораторную моечную установку и образцы из стальной пластинки Ст3 размером  $150 \times 70 \times 2$  мм. Перед испытанием поверхность образцов шлифовали с одной стороны, удаляли продукты коррозии в ингибированной кислоте, обезжиривали венской известью, промывали холодной водой и сушили между листами фильтровальной бумаги. Затем на обезжиренную поверхность образцов наносили модельное загрязнение в количестве 0,1 г равномерным слоем, выдерживали на воздухе в течение 30 минут и образцы с загрязнением взвешивали. В качестве модельного загрязнения использовали смесь отработавшего моторного масла со смолистым отложением из центрифуги в соотношении 2:1.

Далее устанавливали образцы с загрязнением в моечную установку с испытуемым СМС и производили мойку при температурах раствора 20,40,60,80 и 100°С в течение 2, 3, 4, 5 и 6 минут. Образцы после мойки высушивали и взвешивали. Степень очистки металлической поверхности определяли весовым методом с вычислением процента смываемости загрязнений с поверхности металла по формуле:  $P = M_1 - M_2 / M_1 \cdot 100\%$ , где  $M_1$  – масса образца с загрязнением;  $M_2$  – масса образца после мойки. Одновременно со степенью очистки металлической поверхности испытуемыми СМС определяли и степень смачивания путем визуального фиксирования нарушения сплошности водяной пленки на поверхности металла. Смачивающая способность характеризуется временем в секундах от начала испытания до разрыва водяной пленки [14].

Так как химический состав СМС влияет на качество мойки [15] изучено влияние концентрации дипинаконборатов лития, натрия, калия на степень очистки и смачивания металлической поверхности.

Результаты исследования влияния концентрации ДПКБЛ, ДПКБН и ДПКБК в составе 5%-ного раствора Лабомида-203 при 20°С при продолжительности мойки 5 минут на степень очистки и смачивания металлической поверхности представлены на рисунке.

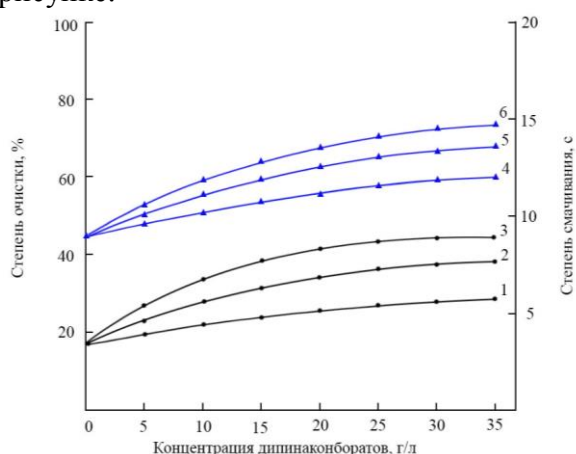


Рисунок 1. Зависимость степени очистки и смачивания металлической поверхности от концентрации дипинаконборатов в составе 5%-ного раствора Лабомида-203:

- 1,4 – 5%-ный раствор Лабомида-203+ ДПКБЛ;
- 2,5 – 5%-ный раствор Лабомида-203+ ДПКБН;
- 3,6 – 5%-ный раствор Лабомида-203+ ДПКБК

Согласно данным рисунка 1 степень очистки и смачивания металлической поверхности зависит от концентрации дипинаконбората. При концентрации 30 г/л дипинаконбората достигается наивысшее значение очистки и смачивания, а дальнейшее повышение концентрации дипинаконбората не приводит к существенному увеличению рассматриваемых показателей. Поэтому в следующих экспериментах использовали 5%-ный раствор Лабомида-203 с концентрацией дипинаконбората 30 г/л.

С учетом того, что на эффективность процесса очистки поверхности металла влияют такие технологические параметры как: продолжительность мойки и температура раствора СМС [16], проведены исследования по выявлению оптимального режима мойки загрязненной металлической поверхности.

Полученные экспериментальные данные по степени очистки и смачивания металлической поверхности при различных режимах мойки испытуемыми СМС представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что дипинаконбораты лития, натрия и калия в составе 5%-ного водного раствора Лабомида-203 увеличивают степень очистки и смачивания металлической поверхности. При этом значения степени очистки и смачивания увеличиваются при добавлении дипинаконборатов в ряду ДПКБЛ < ДПКБН < ДПКБК, а также с повышением температуры от 20 до 80°С. В интервале температур раствора от 80 - 100°С значения характеризующие качество мойки уменьшаются и происходит помутнение раствора СМС. Данное явление объясняется процессом дегидратации молекул поверхностно-активных веществ и выделением в раствор молекул коллоидных частиц, что в итоге приводит к уменьшению концентрации компонентов СМС и ухудшению качества мойки [17]. Оптимальным режимом качественной мойки испытуемыми СМС являются температура 80°С при продолжительности процесса 5 минут.

Таблица 1

Степень очистки и смачивания металлической поверхности испытуемыми СМС  
при различных режимах мойки

| Температура раствора, °С | Время мойки, мин | Лабомид-203        |                       | Лабомид-203+ДПКБЛ  |                       | Лабомид-203+ДПКБН  |                       | Лабомид-203+ДПКБК  |                       |
|--------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
|                          |                  | Степень очистки, % | Степень смачивания, с | Степень очистки, % | Степень смачивания, с | Степень очистки, % | Степень смачивания, с | Степень очистки, % | Степень смачивания, с |
| 20                       | 2                | 12,8               | 8                     | 16,6               | 9                     | 22,9               | 10                    | 24,8               | 11                    |
|                          | 3                | 13,6               | 9                     | 19,5               | 10                    | 25,4               | 11                    | 29,8               | 12                    |
|                          | 4                | 14,8               | 10                    | 24,8               | 11                    | 31,0               | 12                    | 36,5               | 13                    |
|                          | 5                | 17,4               | 11                    | 28,2               | 12                    | 38,6               | 14                    | 44,0               | 15                    |
|                          | 6                | 17,8               | 11                    | 28,6               | 12                    | 38,8               | 14                    | 44,8               | 15                    |
| 40                       | 2                | 38,2               | 10                    | 40,4               | 11                    | 42,7               | 12                    | 49,4               | 14                    |
|                          | 3                | 41,4               | 11                    | 43,5               | 13                    | 46,8               | 14                    | 53,3               | 15                    |
|                          | 4                | 42,8               | 12                    | 45,2               | 14                    | 50,6               | 15                    | 55,1               | 16                    |
|                          | 5                | 43,5               | 14                    | 47,8               | 15                    | 58,0               | 16                    | 67,7               | 17                    |
|                          | 6                | 43,8               | 14                    | 48,3               | 15                    | 58,8               | 16                    | 68,2               | 17                    |
| 60                       | 2                | 58,4               | 12                    | 65,1               | 14                    | 71,7               | 16                    | 78,9               | 18                    |
|                          | 3                | 60,8               | 13                    | 68,8               | 15                    | 74,8               | 17                    | 81,2               | 19                    |
|                          | 4                | 61,7               | 15                    | 70,7               | 17                    | 79,5               | 19                    | 85,0               | 21                    |
|                          | 5                | 62,9               | 16                    | 73,5               | 18                    | 86,6               | 21                    | 88,3               | 22                    |
|                          | 6                | 63,4               | 16                    | 73,8               | 18                    | 87,1               | 21                    | 88,6               | 23                    |
| 80                       | 2                | 69,7               | 14                    | 71,2               | 18                    | 76,7               | 18                    | 82,2               | 19                    |
|                          | 3                | 71,6               | 15                    | 74,6               | 19                    | 80,8               | 19                    | 85,7               | 22                    |
|                          | 4                | 73,2               | 16                    | 77,2               | 21                    | 84,6               | 21                    | 90,3               | 23                    |
|                          | 5                | 74,3               | 17                    | 80,5               | 23                    | 92,0               | 23                    | 98,6               | 25                    |
|                          | 6                | 75,6               | 17                    | 80,8               | 23                    | 92,9               | 23                    | 98,8               | 26                    |
| 100                      | 2                | 69,1               | 13                    | 70,5               | 17                    | 77,9               | 18                    | 82,1               | 19                    |
|                          | 3                | 68,6               | 12                    | 69,6               | 16                    | 76,3               | 16                    | 81,5               | 18                    |
|                          | 4                | 67,3               | 11                    | 68,3               | 15                    | 75,4               | 14                    | 80,0               | 16                    |
|                          | 5                | 66,5               | 10                    | 67,5               | 14                    | 73,6               | 13                    | 78,6               | 14                    |
|                          | 6                | 66,0               | 10                    | 66,4               | 13                    | 71,4               | 13                    | 77,8               | 14                    |

Нами также была изучена коррозионная стойкость стали Ст3 к 5%-ному водному раствору Лабомида-203 дипинаконборатов и в присутствии ДПКБЛ, ДПКБН и ДПКБК концентрации 30 г/л. Исследования скорости коррозии стали в испытуемых СМС проводили по методике, описанной в литературе [18]. Коррозионные испытания (рисунок 2) показали, что 5%-ный водный раствор Лабомида-203 проявляет относительно большую коррозионную активность. Скорость коррозии стали после 24 и 120 часов испытания в указанном растворе составляет  $52,9 \cdot 10^{-3}$  и  $25,4 \cdot 10^{-3}$  г/м<sup>2</sup>·ч, соответственно. Присутствие дипинаконборатов в 5%-ном водном растворе Лабомида-203, снижает скорость коррозии стали в изучаемых синтетических моющих средствах (см. рисунок 2).

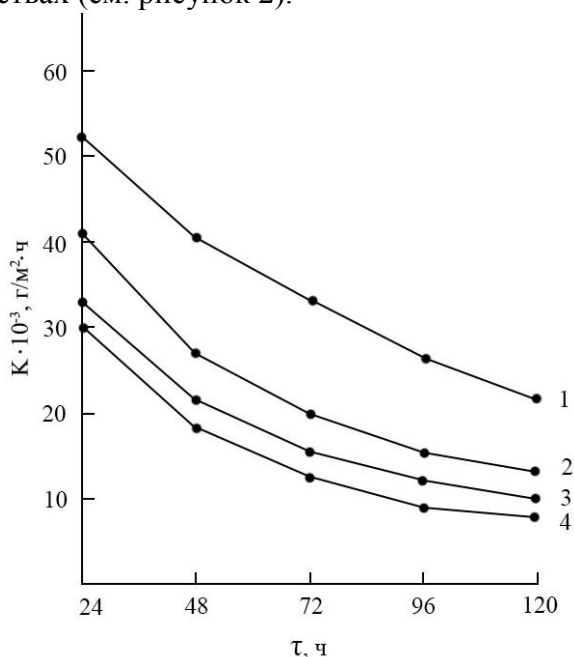


Рисунок 2. Влияние дипинаконборатов на скорость коррозии стали Ст3:  
 1 – 5%-ный раствор Лабомида-203;  
 2 – 5%-ный раствор Лабомида-203+ ДПКБЛ;  
 3 – 5%-ный раствор Лабомида-203+ ДПКБН;  
 4 – 5%-ный раствор Лабомида-203+ ДПКБК

Полученные экспериментальные данные, хорошо согласуются с известными фактами по влиянию боратных комплексов на противокоррозионные свойства синтетических моющих средств Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-203, МС-6, МС-8, Темп-100, Темп-100А [19,20], которые ши-

роко используются при ремонте механического оборудования металлургических заводов.

### Заключение

На основе полученных экспериментальных данных можно заключить следующее:

- дипинаконбораты лития, натрия и калия являются эффективными присадками к синтетическим моющим средствам и повышают качество мойки металлической поверхности;
- наивысшие значения степени очистки и смачивания металлической поверхности получены при концентрации дипинаконбората 30 г/л в составе синтетического моющего средства;
- качественная мойка металлической поверхности с применением дипинаконбората достигается при температуре 80°C и продолжительности процесса 5 минут;
- дипинаконбораты снижают скорость коррозии стали в синтетических моющих средствах;
- из изученных дипинаконборатов наиболее эффективной присадкой к синтетическим моющим средствам является дипинаконборат калия;
- дипинаконбораты лития, натрия и калия можно рекомендовать в качестве присадки к СМС повышающей качество мойки металлической поверхности в технологии ремонта механического оборудования металлургических заводов.

### Библиографический список

1. Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин. – М.: Металлургия. – 415 с.
2. Фадеев И.В., Ременцов А.Н., Мороз С.М., Ш.В.Садетдинов. Разработка композиции технологической жидкости для увеличения долговечности деталей и узлов транспортных средств // Вестник Московского автомобильно-

дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2017. – № 3 (50). – С.90-97.

3. Пестряев Д.А., Садетдинов Ш.В. Повышение эффективности мойки деталей при ремонте мобильной техники в агропромышленном комплексе // В сборнике: Молодежь и инновации. Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – 2020. – С. 261-265.
4. Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В., Фадеев И.В. Физико-химические основы разработки синтетических моющих средств на основе боратов для очистки поверхности металла // В сборнике: Современные технологии в машиностроении и литейном производстве. Материалы III Международной научно-практической конференции. – 2017. – С.8-14.
5. Илларионов И.Е. Пестряев Д.А., Садетдинов Ш.В., Стрельников И.А. Разработка боратфосфатных моющих средств для очистки деталей металлургических машин в ремонтном производстве // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2019. – № 1(12). – С.71-75.
6. Uspensky I.A., Fadeev I.V., Pestryaeva L.Sh., Sadetdinov Sh.V. Enhancing the antimicrobial properties of borates in coolant fluids // В сборнике : IOP Conference Series: Earth and Environmental Science The proceedings of conference AgroCON-2019. – 2019. – С.012143.
7. Пат.2718066 Российская Федерация, МПК С 10М 125/26. Бактерицидная присадка к смазочно-охлаждающим жидкостям // Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В., Пестряева Л.Ш., Пешкумов О.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова». № 2019124048; заявл. 23.07.2019; опубл. 30.03.2020.
8. Пестряев Д.А., Садетдинов Ш.В., Пестряева Л.Ш. Влияние некоторых боратов на электрохимическое поведение стали в растворах синтетических моющих средств // В сборнике: Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе. Сборник материалов Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, посвященной 55-летию создания кафедры технического сервиса (ремонта машин и технологии конструкционных материалов). – 2019. – С. 145-152.
9. Пат.2680083 Российская Федерация, МПК С 11D 9/16, С 11D 3/30. Моющая композиция для очистки металлических поверхностей // Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В., Королев А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова». № 2018141011; заявл. 21.11.2018; опубл. 15.02.2019.
10. Садетдинов Ш.В., Стрельников И.А., Пестряев Д.А. Аминоборатные ингибиторы коррозии механического оборудования металлургических заводов // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2020. – № 1(14). – С.18-24.
11. Пестряев Д.А., Садетдинов, Ш.В. Противокоррозионная присадка триборатэтилендиамина к моющим средствам для агропромышленного комплекса // В сборнике: Молодежь и инновации. Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – 2020. – С. 261-265.
12. Калачева В.Г., Шварц Е.М., Беньковский В.Г., Леонов И.Д. Дипинаконбораты щелочных металлов // Журнал неорганической химии. – 1970. – Т.15. – № 2. – С.401-403.
13. 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.
14. Быков В.В., Загородских Б.П., Садетдинов Ш.В., Юдин В.М. Повышение эффективности мойки деталей при ремонте автомобилей // Известия Нижне-

- волжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1(53). – С.358-363.
15. Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В. Влияние моноборатов лития, натрия, калия на моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств // Приволжский научный журнал. – 2015. – № 2(34). – С.86-90.
16. Быков В.В., Загородских Б.П., Ременцов А.Н., Юдин В.М. Влияние температуры растворов синтетических моющих средств на их моющую способность // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1(53). – С.249-255.
17. Абрамзон А.А., Котомин А.А. Моющее действие компонентов синтетических моющих средств // Журнал прикладной химии. – 2000. – Т.23. – № 11. – С.1902-1904.
18. Успенский И.А., Фадеев И.В., Пестряева Л.Ш., Садетдинов Ш.В., Казарин А.С. Новые ингибиторы коррозии для защиты сельскохозяйственной техники // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3(59). – С.365-376.
19. Стрельников И.А., Пестряев Д.А., Садетдинов Ш.В. Коррозионные характеристики углеродистой стали в растворах синтетических моющих средств // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т.16. – № 3 (183). – С.112-115
20. 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.

---

---

*Information about the paper in English*

**I.A. Strelnikov, D.A. Pestryaev, Sh.V. Sadetdinov**  
Ulianov Chuvash State University  
Cheboksary, Russia  
E-mail: strelnikov.15@mail.ru  
Received 27.10.2020

EFFECT OF DIPINAKONBORATES ON THE QUALITY OF METAL SURFACE CLEANING

**Abstract**

A crucial operation of a repair process is cleaning machine parts and units to remove various types of dirt from metal surfaces. Well-known detergents, such as Labomid-101, Labomid-203, MC-6, MC-8, Temp-100, Temp-100A, do not ensure the required quality of cleaning machine parts and units, when repairing metallurgical plants. Thus, research on improving the quality of washing a metal surface to be cleaned by increasing cleaning and anti-corrosion properties of detergents is currently relevant and essential. This paper describes the effect of lithium, sodium and potassium dipinakonborates on the quality of cleaning the metal surface by improving cleaning and anti-corrosion properties of Labomid-203. The authors state physical and chemical characteristics of lithium, sodium and potassium dipinakonborates, which characterize them as individual compounds. The research on the effect of the content of lithium, sodium and potassium dipinakonborates in Labomid-203 solution on the level of cleaning and wetting the metal surface showed that the said characteristics depended on the dipinakonborate concentration. The efficient concentration is 30 g/l. It was found that an optimum mode of the thorough cleaning with the detergents under study with dipinakonborates was 80°C within 5 minutes. There is an increase in corrosion resistance of steel St3 to a 5% water solution of Labomid-203 dipinakonborates and in the presence of lithium, sodium and potassium dipinakonborates with a concentration of 30 g/l. This is proved by studying the steel corrosion rate in the detergent under tests. The experimental data showed that lithium, sodium and potassium dipinakonborates were efficient additives to detergents and increased the quality of metal surface cleaning. Dipinakonborates may be recommended as additives to the detergents increasing the quality of metal surface cleaning, when repairing mechanical equipment of metallurgical plants.

**Keywords:** detergents, cleaning machine parts and units, metallurgical plants, Labomid-203, lithium, sodium and potassium dipinakonborates, concentration of 30 g/l, level of cleaning and wetting the metal surface, optimum cleaning mode, 80°C, cleaning within 5 minutes, corrosion rate of steel St3.

---

---