



УДК 547:548.736:620.193

Ш.В. Садетдинов, И.А. Стрельников, Д.А. Пестряев
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И. Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Российская Федерация
E-mail: avgustaf@list.ru
Дата поступления 21.04.2020

АМИНОБОРАТНЫЕ ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ

Аннотация

Анализом научно-технической литературы показано, что механическое оборудование металлургических заводов подвергается коррозионно-механическим повреждениям, что приводит к значительным материальным потерям и техногенным катастрофам. Защита металлургических конструкций от коррозионного разрушения с применением эффективных ингибиторов коррозии является актуальной проблемой, а исследования в этой области представляют большую научно-практическую значимость. Особое внимание в исследованиях уделяется разработке ингибиторов коррозии на основе аминов и боратов, которые характеризуются высоким ингибирующим эффектом, широким спектром противокоррозионного действия, а также доступностью реагентов и не сложными условиями синтеза. Этим требованиям отвечают аминокоррозионные соединения: триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония, синтез которых приводится в настоящей работе. Исследованиями показано, что они существенно тормозят скорость коррозии стали Ст10 в 3%-ном растворе NaCl, который выбран в качестве агрессивной среды. Установлено, что оптимальной концентрацией аминокоррозионных соединений является 0,5 мас.% в коррозионной среде. Потенциодинамическим методом для стали Ст10 получены анодные и катодные поляризационные кривые, которые показывают, что триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония преимущественно замедляют анодный процесс. Результаты усталостных и коррозионно-усталостных испытаний стали в испытываемых средах свидетельствуют о том, что триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония в большей мере уменьшают разрушающее действие коррозионных поражений и в меньшей мере уменьшают коррозионно-механическое поражение. Полученные данные позволяют рекомендовать триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония в качестве эффективных ингибиторных присадок к синтетическим моющим средствам, используемым при ремонте механического оборудования металлургических заводов.

Ключевые слова: триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония, пентаборатдиэтаноламмония, сталь Ст10, 3%-ный раствор NaCl, скорость коррозии, потенциодинамические поляризационные кривые, коррозионно-механическое поражение, механическое оборудование, ингибитор коррозии.

Введение

Производственные конструкции и механическое оборудование металлургических заводов находятся в условиях интенсивного воздействия разрушающих факторов технологии. Вследствие физико-химического взаимодействия с окружающей средой и механических нагрузок происхо-

дят их коррозионно-механические повреждения, что является одной из причин значительных материальных потерь, а также возникновения экологических и техногенных катастроф [1, 2].

Защиту металлических конструкций от коррозионного разрушения осуществляют различными способами, в том числе ингибиторами коррозии металлов. Весьма

эффективно применение ингибиторов в металлургической промышленности при ремонтных работах оборудования в составе синтетических моющих средств; в качестве компонента консервационных масел и лакокрасочных покрытий, а также при травлении проката, труб, стальных изделий [3-7].

В настоящее время известна обширная номенклатура ингибиторов коррозии, однако исследования по разработке новых эффективных ингибиторов являются весьма актуальными [8, 9]. Особое внимание в исследованиях уделяется разработке ингибиторов коррозии на основе аминов и боратов. Аминоборатные ингибиторы характеризуются высоким ингибирующим эффектом, широким спектром противокоррозионного действия, доступностью реагентов и не сложными условиями синтеза [10,11].

Основная часть

С целью установления возможности применения новых аминоборатных соединений: триборатмоноэтаноламина (ТРБМЭА) состава $3 \text{ H}_3\text{BO}_3 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$, тетраборатмоноэтаноламмония (ТЕБМЭА) состава $(\text{NH}_4)_2 \text{ B}_4\text{O}_7 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$ и пентаборатдиэтаноламмония (ПБДЭА) состава $\text{NH}_4 \text{ B}_5\text{O}_8 \cdot 2\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$, в качестве ингибиторов коррозии черных металлов для нейтральных сред изучено их влияние на коррозию стали Ст10 в 3%-ном растворе NaCl.

Образование соединения триборатмоноэтаноламина выявлено при изучении системы $\text{H}_3\text{BO}_3 - \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C , тетраборатмоноэтаноламмония – $(\text{NH}_4)_2 \text{ B}_4\text{O}_7 - \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C и пентаборатдиэтаноламмония – $\text{NH}_4 \text{ B}_5\text{O}_8 - \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C методами физико-химического анализа [12,13].

Триборатмоноэтаноламина синтезировали растворением в 300 мл дистиллированной воды 61,0 г (1 моль) моноэтаноламина и 185,5 г (3 моля) борной кислоты. Из полученного раствора при изотермическом испарении выпадают кристаллы состава $3 \text{ H}_3\text{BO}_3 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$. Химическим анализом триборатмоноэтаноламина найдено, %:

B – 13,32; N – 5,46 %. Показатель преломления кристаллов измеренный на поляризационном микроскопе МИН-8 равен 1,489. Плотность, найденная пикнометрически в бензоле и толуоле равна $1,359 \text{ г/см}^3$, молекулярный объем равен $181,46 \text{ см}^3/\text{моль}$, удельный объем – $0,73 \text{ см}^3/\text{г}$.

Синтез тетраборатмоноэтаноламмония проводили путем растворения в 300 мл дистиллированной воды 61,0 г (1 моль) моноэтаноламина и 191,2 г (1 моль) тетрабората аммония. При изотермическом испарении данного раствора выпадают кристаллы состава $(\text{NH}_4)_2 \text{ B}_4\text{O}_7 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$. Тетраборатмоноэтаноламмония мелкокристаллическое вещество, химическим анализом найдено, %: B – 17,06; N – 16,69. Показатель преломления кристаллов, найденный иммерсионным методом равен 1,561. Плотность, найденная пикнометрически в бензоле и толуоле равна $1,114 \text{ г/см}^3$, молекулярный объем равен $226,45 \text{ см}^3/\text{моль}$, удельный объем – $0,90 \text{ см}^3/\text{г}$.

Двойное соединение пентаборатдиэтаноламмония состава $\text{NH}_4 \text{ B}_5\text{O}_8 \cdot 2\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$ было синтезировано по следующей методике. В 300 мл дистиллированной воды растворяли 122 г (2 моля) моноэтаноламина и 200,0 г (1 моль) пентабората аммония. Для пентаборатдиэтаноламмония были определены: показатель преломления кристаллов, который равен 1,569; плотность в параксилоле и криоскопическом бензоле, которая оказалась равной (в среднем) $1,576 \text{ г/см}^3$; используя экспериментальную величину плотности для двойного соединения, были вычислены молекулярный и удельный объемы. Они оказались равными: $V_{\text{м.о.}} = 204,31 \text{ см}^3/\text{моль}$ и $V_{\text{у.о.}} = 0,635 \text{ см}^3/\text{г}$.

Влияние аминоборатных соединений на коррозию углеродистой стали изучали гравиметрическим методом, который подробно описан в работе [14]. Эффективность действия ингибиторов оценивали по потере массы образцов в исследуемых средах.

Скорость коррозии (K) вычисляли по формуле: $K = m_0 - m / S \cdot t$, где m_0 и m – масса пластинки до и после опыта, соответственно, г; S – площадь пластинки, м^2 ; t – время проведения опыта, ч.

Ингибиторный эффект (γ) вычисляли по формуле: $\gamma = K_0/K$, где K и K_0 - скорость коррозии в присутствии ингибитора и без него, соответственно.

Степень защиты (Z) определяли в %: $Z = K_0 - K / K_0 \cdot 100$.

Экспериментальные данные по влиянию триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония на скорость коррозии, ингибиторный эффект и степень защиты стали Ст10 в растворе хлорида натрия за 10 суток приведены в таблице 1.

Согласно данным таблицы 1, сталь Ст10 в 3%-ном растворе NaCl имеет высокую скорость коррозии, которая значительно снижается при введении в коррозионную среду аминокоррозонных соединений. Наибольшее снижение скорости коррозии стали наблюдается при достижении 0,5%-ного содержания триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония. Дальнейшее

увеличение концентрации аминокоррозонных присадок не приводит к существенному снижению скорости коррозии стали. При концентрации аминокоррозонных присадок 0,5 мас.% ингибиторный эффект и степень защиты достигают наибольших значений, которые увеличиваются в ряду триборатмоноэтаноламина < тетраборатмоноэтаноламмония < пентаборатдиэтаноламмония. Из рассматриваемых аминокоррозонных соединений наибольшее ингибиторное свойство проявляет пентаборатдиэтаноламмония и который в большей степени подщелачивает раствор. Высокое противокоррозонное свойство стали в присутствии аминокоррозонных присадок можно объяснить образованием на поверхности металла плотной пассивной феррогидроксоаминокоррозонной пленки, образующейся по донорно-акцепторному механизму через атом азота, гидроксильные группы и хемосорбцию борат-ионов [15, 16].

Таблица 1

Влияние триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония на среднюю скорость коррозии (K), коэффициент торможения (γ) и степень защиты (Z) стали Ст10 в 3%-ном растворе NaCl за 10 суток

Коррозионная среда	Концентрация, мас. %	$K \cdot 10^{-3}$, г/м ² ·ч	γ	Z, %	pH
NaCl (контроль)	3,0	61,24	1,00	0,00	7,0
NaCl+ триборатмоноэтаноламина	3,0+0,3	15,30	4,00	75,02	7,3
NaCl+ триборатмоноэтаноламина	3,0+0,4	8,97	6,83	85,35	7,4
NaCl+ триборатмоноэтаноламина	3,0+0,5	4,52	13,55	92,62	7,5
NaCl+ триборатмоноэтаноламина	3,0+0,6	4,49	13,64	92,67	7,5
NaCl+ тетраборатмоноэтаноламмония	3,0+0,3	9,14	6,70	85,01	7,6
NaCl+ тетраборатмоноэтаноламмония	3,0+0,4	5,18	11,82	91,54	7,7
NaCl+ тетраборатмоноэтаноламмония	3,0+0,5	2,83	21,64	95,38	7,9
NaCl+ тетраборатмоноэтаноламмония	3,0+0,6	2,80	21,87	95,43	7,9
NaCl+ пентаборатдиэтаноламмония	3,0+0,3	8,32	7,36	86,41	7,8
NaCl+ пентаборатдиэтаноламмония	3,0+0,4	4,78	12,81	92,20	7,9
NaCl+ пентаборатдиэтаноламмония	3,0+0,5	1,16	52,79	98,10	8,1
NaCl+ пентаборатдиэтаноламмония	3,0+0,6	1,12	54,68	98,11	8,1

Методом снятия потенциодинамических поляризационных кривых [17] изучено влияние триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония на электрохимическое поведение стали Ст10. Поляризационные кривые снимали на потенциостате П-5848 со скоростью развертки 1 мВ/с. Электрод сравнения – хлоридсеребряный (х.с.э.). Химически агрессивной средой служил 3%-ный раствор хлорида натрия, а содержание аминокоррозивных добавок составляло 0,5 мас.%. На рисунке 1 приведены анодные и катодные потенциодинамические поляризационные кривые стали Ст10. В 3%-ном растворе NaCl сталь интенсивно растворяется (кривые 1 и 1'). В присутствии аминокоррозивных ингибиторов (кривые 2-4 и 2'-4') потенциалы растворения металла смещены в положительную сторону относительно $E_{кор}$ в фоновом электролите, преимущественно замедляя анодный процесс. Результаты электрохимических исследований коррелируют с данными, полученными гравиметрическим методом.

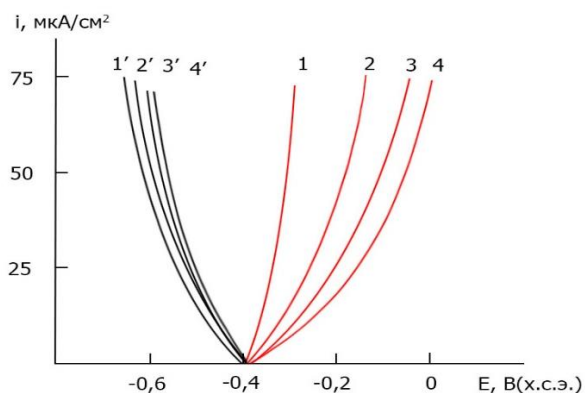


Рисунок 1. Анодные и катодные потенциодинамические поляризационные кривые стали Ст10: 1-1' – в 3%-ном растворе NaCl, 2-2' – в 3%-ном растворе NaCl+0,5мас% триборатмоноэтаноламина, 3-3' – в 3%-ном растворе NaCl+0,5мас% тетраборатмоноэтаноламмония, 4'-4' – в 3%-ном растворе NaCl+0,5мас% пентаборатдиэтаноламмония

Известно, что в агрессивных средах разрушение стали связано с чисто коррозионными и коррозионно-механическими поражениями. Наличие ингибитора в коррозионной среде может оказывать влияние на

оба разрушающих фактора, которые снижают прочность металла [18,19]. Изучение влияния триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдимоноэтаноламмония на коррозионную усталость стали Ст10 в 3%-ном растворе NaCl проводилось методом, описанным в работе [20]. База испытания $N = 2 \cdot 10^6$ циклов. Результаты усталостных и коррозионно-усталостных испытаний стали в растворе хлорида натрия с добавкой аминокоррозивных добавок показали, что триборатмоноэтаноламина, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдимоноэтаноламмония в большей мере уменьшают разрушающее действие коррозионных поражений и в меньшей мере уменьшают коррозионно-механическое поражение.

На рисунке 2 в качестве иллюстрации приводятся результаты усталостных и коррозионно-усталостных испытаний стали Ст10 в 3%-ном растворе NaCl с добавлением 0,5 мас.% пентаборатдимоноэтаноламмония.

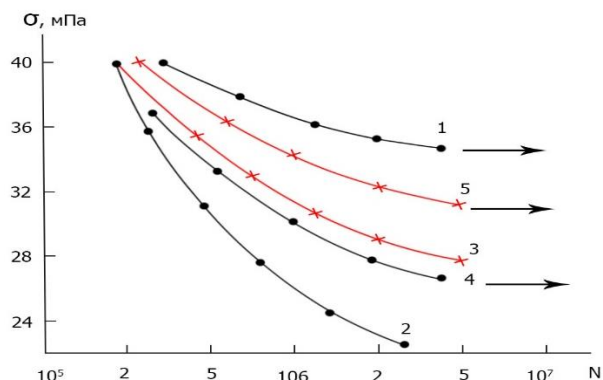


Рисунок 2. Кривые усталости и коррозионной усталости стали Ст10: 1 – на воздухе, 2 – в 3%-ном растворе NaCl, 3 – в 3%-ном растворе NaCl с добавлением 0,5 мас.% пентаборатдимоноэтаноламмония, 4 – на воздухе после предварительной выдержки в 3%-ном растворе NaCl, 5 – на воздухе после предварительной выдержки в 3%-ном растворе NaCl с добавлением 0,5 мас.% пентаборатдимоноэтаноламмония

Из данных представленных на рисунке 2 следует, что суммарная потеря циклической прочности исследуемой стали в 3%-ном растворе NaCl на базе испытания

$N = 2 \cdot 10^6$ циклов составляет 11,8 МПа (кривые 1 и 2). Из них 6,9 МПа приходится на чисто коррозионные поражения и 4,9 МПа на коррозионно-механические (кривые 1, 2 и 4). Добавка пентаборатдиэтаноламмония в в 3%-ный раствор NaCl существенно увеличивает циклическую прочность стали (сравни кривые 2 и 3), что обусловлено снижением эффективности действия разрушающих факторов в уменьшении циклической прочности стали (кривые 1, 3 и 5). На данной базе испытания пентаборатдиэтаноламмония в большей мере уменьшает разрушающий эффект коррозионных чем коррозионно-механических поражений. Такое действие пентаборатдиэтаноламмония можно объяснить, согласно [21, 22], его влиянием на кинетику электродных процессов, т.е. уменьшением эффективности обычных микроэлементов и специфических пар Эванса, с деятельностью которых связываются чисто коррозионные и коррозионно-механические поражения.

Испытания технологических свойств синтетических моющих средств в присутствии аминокорбатов показали, что триборатмоноэтанолamina, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония являются эффективными ингибиторами коррозии. На основе полученных экспериментальных данных, которые хорошо согласуются с известными фактами [23,24], они могут быть рекомендованы в качестве противокоррозионной присадки в состав синтетических моющих средств Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-203, МС-6, МС-8, Темп-100. темп-100А, используемые при ремонте механического оборудования металлургических заводов.

Заключение

1. Защита металлургических конструкций от коррозионного разрушения с применением эффективных ингибиторов коррозии является актуальной проблемой, а исследования в этой области представляют большую научно-практическую значимость.
2. Аминокорбатные соединения: триборатмоноэтанолamina, тетраборатмоноэта-

ноламмония и пентаборатдиэтаноламмония значительно снижают скорость коррозии стали Ст10 в 3%-ном растворе NaCl.

3. Триборатмоноэтанолamina, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония преимущественно замедляют анодный процесс в большей мере уменьшают разрушающий эффект коррозионных чем коррозионно-механических поражений.
4. Триборатмоноэтанолamina, тетраборатмоноэтаноламмония и пентаборатдиэтаноламмония являются эффективными ингибиторами коррозии и рекомендованы в качестве противокоррозионной присадки в составе синтетических моющих средств Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-203, МС-6, МС-8, Темп-100. темп-100А, используемых при ремонте механического оборудования металлургических заводов.

Библиографический список

1. Субботина О., Терентьев С. Современные отечественные покрытия для защиты от коррозии на предприятиях металлургии // Национальная металлургия, 2007. - № 6. - С.42-44.
2. Каландаров Н.О., Гойибова Д.Ф. Влияние коррозии на прочность оборудования // Молодой ученый, 2016. - № 9. - С.171-173.
3. 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.
4. Фадеев И.В., Ременцов А.Н., Мороз С.М., Садетдинов Ш.В. 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.
5. Патент на изобретение RU 2572125 С2. 27.12.2015. Ингибитор коррозии для

- грунтовок по металлу. Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В., Новоселов А.М. Заявка № 2014113529/05 от 07.04.2014.
6. Фадеев И.В., Половняк В.К., Еремеева С.С., Садетдинов Ш.В. Влияние амидоборатных соединений на противокоррозионные свойства стали // Научно-технический вестник Поволжья, 2015. - № 3. - С.19-24.
 7. Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В., Стрельников И.А., Гартфельдер В.А. Влияние фосфатборатных соединений на противокоррозионную устойчивость стали в нейтральных водных средах // Черные металлы, 2018. - № 5. - С.47-53.
 8. Бышов Н.В., Полищук С.Д., Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, 2019. - № 2(54). - С.265-275.
 9. Фадеев И.В., Ременцов А.Н., Садетдинов Ш.В. Повышение противокоррозионной стойкости кузова автомобиля в условиях эксплуатации // Грузовик, 2018. - № 9. - С.35-38.
 10. Левашова В.И. Обзор ингибиторов коррозии на основе борорганических соединений / В.И. Левашова, И.В. Янгирова, И.В. Казакова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6 [Электронный ресурс]. – URL: <http://science-education.ru/pdf/2014/6/135.pdf>.
 11. Фадеев И.В., Новоселов А.М., Садетдинов Ш.В. Теоретические основы разработки новых ингибиторов коррозии для автотранспортного комплекса // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), 2014. - Вып.4(39). - С.17-21.
 12. Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В., Фадеев И.В. Системы из боратов аммония с некоторыми солями, аминами и амидами; Монография // Чебоксары: Изд-во Чувашского гос. ун-та им. И.Н.Ульянова, 2019. - 232 с.
 13. Скворцов В.Г., Садетдинов Ш.В., Молодкин А.К., Цеханский Р.С., Спиридонов Ф.П. Системы $(\text{NH}_4)_2\text{V}_4\text{O}_7 - \text{N}_2\text{H}_4\text{CO}(\text{N}_2\text{H}_4\text{CS}) - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C // Журнал неорганической химии, 1979. - Т.24. № 7. - С. 2009-2012.
 14. Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В. Коррозия черных металлов в средах, имитирующих условия эксплуатации автомобилей // Черные металлы, 2019. - № 4. - С.67-72.
 15. 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.
 16. Фадеев И.В., Александрова Г.А., Садетдинов Ш.В. Повышение противокоррозионных свойств технологических сред в машиностроении // В сборнике: Наука, производство, образование: состояние и направления развития, сборник научных трудов, 2019. - С.5-12.
 17. 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.
 18. Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В. Повышение коррозионной стойкости стали // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), 2015. - № 2(41). - С.107-114.
 19. Фадеев И.В., Новоселов А.М., Садетдинов Ш.В. Влияние амидоборатного комплекса на коррозию и коррозионную усталость стали С.10 // Приволжский научный журнал, 2014. - № 3(31). - С.31-35.

20. Патент на изобретение RU 2687860 С1. 17.05.2019. Водорастворимый ингибитор коррозии металлов. Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В. Заявка № 201833363 от 20.09.2018.
21. Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В., Гильманшина Т.Р. Противокоррозионная амидоборатная присадка к моющим средствам для машиностроительной промышленности // В сборнике: Современные технологии в машиностроении и литейном производстве, материалы IV Международной научно-практической конференции. Под редакцией И.Е. Илларионова, 2018. - С.328-334.
22. Фадеев И.В., Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В. Аминоборатный раствор для получения магнетитных покрытий на стали // Вестник Московского Автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), 2016. - № 1(44). - С.68-74.
23. Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В., Фадеев И.В., Стрельников И.А., Шалунов Е.П. Влияние боратов на противокоррозионную усталость стали Ст3 в растворах синтетических моющих средств // Черные металлы, 2020. - № 1. - С.50-55.
24. Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В., Илларионов И.Е. Разработка синтетических моющих средств на основе боратов для очистки поверхности металла; Монография // Чебоксары: Изд-во Чувашского гос. ун-та им. И.Н. Ульянова, 2016. - 185 с.

Information about the paper in English

Sh.V. Sadetdinov, I.A. Strelnikov, D.A. Pestryaev
 I.N. Ulyanov Chuvash State University
 Cheboksary, Russian Federation
 E-mail: avgustaf@list.ru
 Received 21.04.2020

AMINOBORATE-BASED CORROSION INHIBITORS FOR MECHANICAL EQUIPMENT
 OF METALLURGICAL PLANTS

Abstract

The analysis of scientific and technical literature showed that mechanical equipment of metallurgical plants is exposed to corrosion and mechanical damages, resulting in significant financial losses and man-made disasters. Protection of metallurgical structures against the corrosion damage by using efficient corrosion inhibitors is a currently important issue, and research on this area presents a great scientific and practical value. Regarding the studies, a special attention is devoted to developing corrosion inhibitors based on amines and borates characterizing by a high inhibiting effect, a broad range of the inhibiting effect, availability of chemical agents and simple synthesis conditions. These requirements are met by aminoborate-based compounds: monoethanolamine triborate, monoethanolammonium tetraborate and diethanolammonium pentaborate, whose synthesis is described in this paper. The studies show that they significantly reduce the corrosion rate of steel St10 in a 3% NaCl solution chosen as aggressive environment. It is found that an optimum concentration of aminoborates is 0.5 % wt. in corrosive environment. The potentiodynamic method was used to build anode and cathode polarization curves for steel St10, showing that monoethanolamine triborate, monoethanolammonium tetraborate and diethanolammonium pentaborate mainly slow down the anode process. Fatigue and corrosion-fatigue tests of steel in the experimental environment show that monoethanolamine triborate, monoethanolammonium tetraborate and diethanolammonium pentaborate to a greater extent decrease the damaging effect of corrosion damages and to a lesser extent decrease corrosion and mechanical damages. These data prove the recommendation to use monoethanolamine triborate, monoethanolammonium tetraborate and diethanolammonium pentaborate as efficient inhibiting additives to synthetic cleaning agents to repair mechanical equipment of metallurgical plants.

Keywords: monoethanolamine triborate, monoethanolammonium tetraborate, diethanolammonium pentaborate, steel St10, 3% NaCl solution, corrosion rate, potentiodynamic polarization curves, corrosion-mechanical damage, mechanical equipment, corrosion inhibitor.
