

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Казанский национальный исследовательский технологический университет



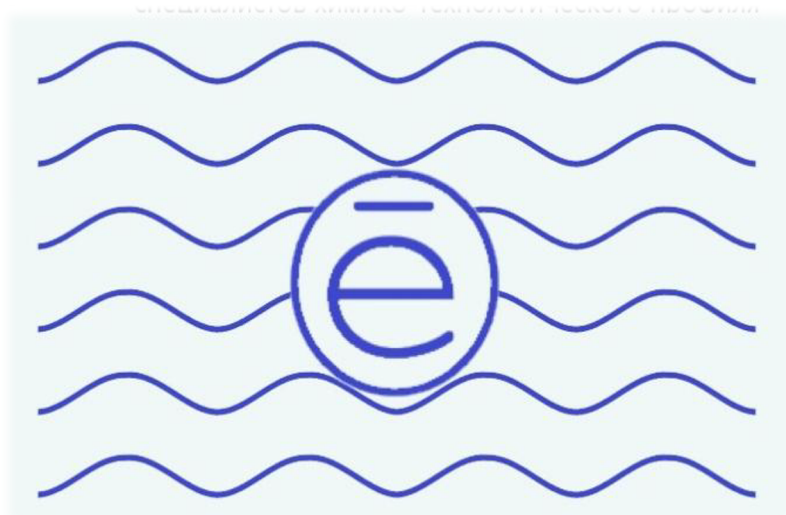
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

II Всероссийская научная конференция
с международным участием

Материалы конференции

28–31 октября 2025 г.

г. Казань



ISBN 978-5-7882-3602-5

© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2025

УДК 66.087
ББК 35.35
ТЗЗ

Издается по решению Ученого совета
Казанского национального исследовательского технологического университета

Редакционная коллегия:

Дресвянников Александр Федорович – д.х.н., зав. кафедрой ТЭП КНИТУ;
Межевич Жанна Витальевна – к.х.н., доцент кафедры ТЭП КНИТУ;
Ахметова Анна Николаевна – к.т.н., доцент кафедры ТЭП КНИТУ;
Березин Николай Борисович – д.х.н., профессор кафедры ТЭП КНИТУ;
Ившин Яков Васильевич – д.х.н., профессор кафедры ТЭП КНИТУ.

ТЗЗ Теоретические и прикладные аспекты электрохимических процессов и защита от коррозии : материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием (Казань, 28–31 октября 2025 г.); Минобрнауки России; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2025.

ISBN 978-5-7882-3602-5

Представлены доклады по коррозии и защите металлов, методам коррозионного мониторинга и испытаний, перспективным материалам и электрохимическим технологиям, химическим источникам электрической энергии, электрохимическим методам обработки поверхности материалов.

Предназначены для специалистов в области электрохимии и электрохимической технологии, защиты от коррозии, материаловедения, а также аспирантов и студентов, обучающихся по направлениям подготовки: 18.03.01 и 18.04.01 «Химическая технология», 18.03.02 и 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 21.03.01 и 21.04.01 «Нефтегазовое дело», 22.03.01 и 22.04.01 «Материаловедение и технология материалов».

Все материалы представлены в авторской редакции.

УДК 66.087
ББК 35.35

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:

- Windows: процессор Intel 1,3 Гц или аналогичный;
Microsoft Windows XP Service Pack 2
128 МБ оперативной памяти
- MacOS: процессор PowerPC G4 или Intel
MacOS X 10.5
128 МБ оперативной памяти
- Linux: 32-разрядный процессор Intel Pentium или аналогичный
SUSE Linux Enterprise Desktop 10 или Ubuntu 7.10; GNOME или KDE Desktop Environment

Ответственный за выпуск Ж. В. Межевич

Подписано к использованию 15.12.2025

Объем издания 19,0 Мб Заказ 74/25

Издательство Казанского национального исследовательского
технологического университета

420015, г. Казань, К. Маркса, 68

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель: Казаков Юрий Михайлович – д.т.н., ректор
КНИТУ, г. Казань

Заместители председателя: Гильмутдинов Ильфар Маликович –
д.т.н., проректор по научной работе и инновациям КНИТУ,
г. Казань

Башкирцева Наталья Юрьевна – д.т.н., профессор, директор ИНХН
КНИТУ, г. Казань

Дресвянников Александр Федорович – д.х.н., зав. кафедрой ТЭП
КНИТУ, г. Казань

Ответственный секретарь: Межевич Жанна Витальевна –
к.х.н., доцент кафедры ТЭП КНИТУ, г. Казань

Секретариат:

Хайруллина Алина Исмагиловна – к.х.н., доцент кафедры АХСМК КНИТУ, г. Казань

Кашфразьева Ляйсан Илдусовна – к.х.н., ассистент кафедры АХСМК КНИТУ, г. Казань

Члены оргкомитета:

Березин Николай Борисович – д.х.н., профессор кафедры ТЭП КНИТУ, г. Казань

Кадиров Марсил Кахирович – д.х.н., профессор кафедры физики КНИТУ, г. Казань

Ившин Яков Васильевич – д.х.н., профессор кафедры ТЭП КНИТУ, г. Казань

Колпаков Михаил Евгеньевич – д.х.н., профессор кафедры АХСМК КНИТУ, г. Казань

Плетнев Михаил Андреевич – д.х.н., зав. кафедрой химии и химической технологии ИЖГТУ
им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск

Ткачева Валерия Эдуардовна – к.т.н., эксперт по защите от коррозии Департамента по управ-
лению безопасностью и эффективностью производственных процессов ООО «Иркутская
нефтяная компания», г. Иркутск

Петрова Екатерина Владимировна – д.х.н., зав. кафедрой АХСМК КНИТУ, г. Казань

Шаехов Марс Фаритович – д.т.н., профессор кафедры ПНТиП КНИТУ, г. Казань

Желовицкая Алла Всеволодовна – к.х.н., доцент кафедры общей химии и экологии КНИТУ-
КАИ, г. Казань

Виноградова Светлана Станиславовна – к.т.н., доцент кафедры ТЭП КНИТУ, г. Казань

Григорьева Ирина Олеговна – к.х.н., доцент кафедры ТЭП КНИТУ, г. Казань

Ситников Сергей Юрьевич – к.т.н., доцент кафедры ИТиИС КГЭУ, г. Казань

Мавлетов Марат Нафисович – заместитель генерального директора ООО «Инжиниринговая
компания «Казанский Гипрониавиапром», г. Казань

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО	12
1. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОЦЕССЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ	15
Аршинова И.С., Кузнецов В.В., Хазанов Н.А., Литвиненко П.М. Исследование электроосаждения из водно-органического электролита на основе хлорида хрома (III) методом импедансной спектроскопии.....	15
Аршинова И.С., Кузнецов В.В., Татосян Г.К., Литвиненко П.М. Поведение ионов хрома в растворе трехвалентного электролитического хромирования.....	18
Богословская А.Д., Верещагин А.Н., Карпенко К.А. Ализарин и его производные как перспектива для редокс-проточных батарей.....	21
Винокуров Д.А., Алешина В.Х., Щербакова А.В., Григорян Н.С., Аснис Н.А., Гиринов О.С. Прямая металлизация отверстий печатных плат с применением углеродной дисперсии.....	25
Гайнуллин Р.Р., Кадиров М.К., Холин К.В. Карбонизованные никелевые комплексы пектата натрия как электрокатализаторы реакции выделения водорода и реакции окисления водорода.....	28
Гоффман В.Г., Гороховский А. В. Сверхнизкотемпературные суперионные электрохимические системы на основе полититаната калия.....	32
Грунчев М.А., Желовицкая А.В. Трехмерная технология электро-фентон для электрохимической деструкции органических соединений	36
Захаров А.В., Хранилов Ю.П. Влияние примесей железа в анодном материале на процессы электрорафинирования меди	40
Зиатдинова А.М., Межевич Ж.В., Березин Н.Б. Электроосаждение сплавов цинка из комплексных электролитов	44
Ившин Я.В. Электродный нагреватель – эффективный инструмент для увеличения добычи высоковязких нефтей	46
Игнатьева А.В., Кашрафазьева Л.И., Петрова Е.В., Дресвянников А.Ф. Электрохимический синтез прекурсоров алюмооксидных систем в водно-органической среде	49
Киреев С.Ю., Янгуразова А.З., Киреева С.Н. Импульсные режимы электролиза: минимизация внутренних напряжений в покрытиях.....	53
Киреев С.Ю., Янгуразова А.З., Киреева С.Н. Влияние импульсных режимов электролиза на коррозионную стойкость олово-цинковых гальванических покрытий	56
Киреев С.Ю., Штепа В.Н., Шинкевич К.С., Крылов В.А. Разработка технологии синтеза феррата бария	59

Колесников А.В. Электрохимическая флотация – перспективный процесс извлечения загрязнений из сточных вод гальванических производств.....	62
Корзун В.Р., Пянко А.В., Кубрак П.Б. Электрохимические свойства электролитических никелевых пен для водородной энергетики	65
Корякин Е.А., Гевел Т.А., Суздальцев А.В. Катодный процесс на вольфраме в расплаве $KCl-K_2TiF_6-TiO_2$	68
Кубанова М.С., Юрьева Т.М., Куриганова А.Б., Смирнова Н.В. Электрохимическое поведение алюминия в условиях импульсного электролиза	72
Маляревич О.А., Яскевич В.В., Черник А.А. Электрохимическое получение порошков меди для 3D-печати.....	74
Мамонова В.Е., Арапова М.В., Брагина О.А., Немудрый А.П. Исследование структуры и свойств перовскитоподобного оксида $La_{0.4}Sr_{0.6}Fe_{1-x}Al_xO_{3-\delta}$	78
Мингазова Г.Г., Водопьянова С.В. Особенности получения композиционных покрытий $Ni-ZrO_2$	80
Мухамедеев А.Э., Дресвянников А.Ф. Получение ферритов в электролизере с растворимым анодом.....	84
Мухамедеев А.Э., Дресвянников А.Ф., Григорьева И.О., Хайруллина А.И. Закономерности электрохимического поведения стального анода при синтезе прекурсоров ферритов бария	87
Никитин В.С., Останина Т.Н. Влияние плотности тока на электрокаталитические свойства никелевых пен по отношению к реакции выделения кислорода при электролизе воды	90
Орлова К.А., Григорян Н.С., Аснис Н.А., Ваграмян Т.А., Гиринов О.С. Влияние добавок на пористость иммерсионных оловянных покрытий	94
Орлова К.А., Григорян Н.С., Аснис Н.А., Гиринов О.С. Влияние блескообразующих добавок на качество гальванических оловянных покрытий	97
Панкратов И.С., Соловьева Н.Д., Ялымова Т.Ю. Совместное электроосаждение цинка и хрома.....	100
Полыгалов Ю.Р., Колпаков М.Е., Ермолаева Е.А., Дресвянников А.Ф. Исследование и оптимизация электрохимической очистки воды в коаксиальном электролизере	103
Пянко А.В. Влияние дисперсных частиц диоксида титана на фазовую структуру и функциональные свойства композитного сплава Sn-Ni	107
Дресвянников А.Ф., Ахметова А.Н., Салмина О.А. Локальное легирование поверхности титановых сплавов электрохимическим методом.....	109
Сатараев Д.А., Колпаков М.Е., Дресвянников А.Ф. Синтез прекурсора высокоэнтропийного сплава Fe-Ni-Co-Cu-Sn посредством гальванического замещения.....	112

Сурначев Д.А., Хазанов Н.А., Трофимов А.В., Шафеев Д.Р., Аснис Н.А., Ваграмян Т.А. Исследование процесса никелирования высокопористого ячеистого материала в импульсном режиме.....	116
Сучков В.С., Степин С.Н., Ившин Я.В., Гатаулина Ч.В. Влияние материала ядра на противокоррозионную эффективность керновых пигментов.....	119
Коновалов Д.Н., Лазарев С.И., Сысоева А.Г. Совершенствование электроионитного аппарата для разделения слабоминерализованных растворов	122
Толмачев Я.В., Абрашов А.А., Медынская А.В., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Исследование функциональных свойств черных никельсодержащих покрытий.....	125
Тузов Д.А., Борзенко М.И., Зинкичева Т.Т., Назмутдинов Р.Р. Строение барьерных слоев полиоксвольфраматов на ртутном электроде по данным молекулярного моделирования	128
Тураев Д.Ю. Преимущества нерастворимого анода PbO_2/Ti по сравнению с другими нерастворимыми анодами в процессах электрохимической обработки технологических растворов и промывных вод гальванического производства.....	131
Ульянкина А.А., Беличенко Т.А., Кравченко Д.О., Смирнова Н.В. Электрохимическое получение фото- и электроактивных материалов из вольфрама и вольфрамсодержащих отходов с использованием переменного тока.....	134
Фазлеева Р.Р., Насретдинова Г.Р., Масленников А.А., Евтюгин В.Г., Янилкин И.В., Губайдуллин А.Т., Зиганшина А.Ю., Янилкин В.В. Медиаторный электросинтез каталитически активных нанокomпозитов наночастиц золота с порфиринами, проявляющих способность связывать противоопухолевые препараты.....	137
Филимонова О.С., Хорохорина И.В., Лазарев С.И. Перспективы применения электродеионизации для очистки хромсодержащих технологических растворов.....	139
Шакиров Т.Р., Хацринов А.И., Дубровина К.Р., Табаков А.А., Панаева А.О., Прахов А.А. Переработка калийных и калийно-магниевых рассолов на соду и поташ электрохимическим способом	143
Шарина А.Н., Плетнев М.А., Бесогонов В.В., Морозов А.В. Измерение толщины тонких пленок PEDOT:PSS методом атомно-силовой микроскопии.....	146
Шафеев Д.Р., Хазанов Н.А., Сурначев Д.А., Аснис Н.А., Ваграмян Т.А. Исследование влияния добавок в электролите никелирования на распределение покрытия на высокопористом ячеистом материале	148
Эндерс П.Я., Козлов А.В., Соловьев Е.А., Сахапов И.Ф., Гафуров И.Р., Низамеев И.Р., Холин К.В., Яхваров Д.Г., Кадиров М.К. Электрохимические характеристики палладиевого пинцерного катализатора в реакциях восстановления кислорода и выделения водорода	150
Яковлев И.И., Зимбовский Д.С., Марова Д.А., Курлыкин А.А., Е Пэйлинь, Евдокимов П.В., Капитанова О.О. Оптимизация синтеза и формования керамических сепараторов состава $Li_{1.4}Al_{0.4}Ti_{1.4}(PO_4)_3$	153

2. КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДЫ КОРРОЗИОННОГО МОНИТОРИНГА И ИСПЫТАНИЙ 155

Айдемирова Ф.А., Урядников А.А., Урядникова М.Н.

Исследование защитной эффективности консервационных составов на основе рапсового масла..... 155

Баранова В.А., Абрашов А.А., Колесникова А.В., Григорян Н.С.

Бесхроматная пассивация алюминиевой поверхности в растворе на основе гексафтортитановой
и гексафторциркониевой кислот 157

Бережная А.Г., Чернявина В.В.

Некоторые новые ингибиторные смеси для сернокислотной коррозии низкоуглеродистой стали 160

Березин Н.Б., Межевич Ж.В., Тухбатуллин А.И.

Некоторые вопросы теории и практики стресс-коррозионной повреждаемости трубных сталей 164

Березин Н.Б., Межевич Ж.В., Тухбатуллин А.И.

Электрохимическое легирование цинковых покрытий из растворов, содержащих гетероядерные
координационные соединения соосаждаемых металлов 167

Богомолов П.А., Ившин Я.В.

Оценка степени коррозионной опасности хлорорганических соединений в нефтяной промышленности..... 170

Вагапов Р.К., Запевалов Д.Н.

Некоторые аспекты исследования морфологии продуктов коррозии в газовой среде 173

Вагапов Р.К., Запевалов Д.Н., Ибатуллин К.А.

Использование коррозионных установок для оценки локальной углекислотной коррозии сталей 175

Вагапов Р.К., Запевалов Д.Н., Гайзуллин А.Д.

Особенности исследования технологичности ингибиторов коррозии на газовых объектах 177

Газизянова А.Р., Решетников С.М., Тюкалов А.В., Федотова И.В.

Спектроскопическое исследование механизмов защиты стали 10 масляными композициями с азотсодержащими
ингибиторами 179

Гайзуллин А.Д., Вагапов Р.К.

Исследование влияния моноэтиленгликоля на углекислотную коррозию..... 181

Родионова Л.Д., Ломакина И.А., Горлов Д.А., Дьяков А.А.

Поляризационные исследования супергидрофобных покрытий на основе цинка и никеля на углеродистой стали 184

Жилин И.А., Чаусов Ф.Ф., Ломова Н.В., Казанцева И.С., Исупов Н.Ю., Аверкиев И.К.

Пассивация стали 20 в нейтральных водных средах в присутствии хелатных комплексов нитрило-трис-
метиленфосфоновой кислоты $\text{Na}_4[\text{ZnN}(\text{CH}_2\text{PO}_3)_3]$, $\text{Na}_4[\text{NiN}(\text{CH}_2\text{PO}_3)_3]$ и $\text{Na}_4[\text{CuN}(\text{CH}_2\text{PO}_3)_3]$ 186

Йе Вин, Ратников А.К., Капустин Ю.И.

Ингибиторная защита алюминиевых сплавов 189

Ганиев И.Н., Акбаров Ш.С., Худойбердизода С.У., Киреев С.Ю., Саидзода М.М.

Исследование влияния легирования индием на коррозионную стойкость алюминиевого сплава типа дуралюмин
 Al-Mg-Li-Zr в хлоридсодержащих растворах..... 191

Козлов Ф.С., Мазурова Д.В., Абрашов А.А., Ваграмян Т.А.

Последующая обработка цинкфосфатных покрытий 196

Коробейникова Е.В., Кривилев М.Д., Решетников С.М., Харанжевский Е.В. Термодинамическое описание окислительно-восстановительных реакций при формировании защитных покрытий B_4C-BN	198
Курьято В.А., Курьято Н.А., Живодерова В.А., Алексеев Р.С., Евтюхин Д.О. Поляризационные измерения против сероводородной коррозии углеродистой стали	201
Курьято В.А., Князева Л.Г., Курьято Н.А., Дорохов А.В. Защитная эффективность цинкнаполненных покрытий против атмосферной коррозии углеродистой стали	205
Лестев А.Е. Анализ импорта китайских ингибиторов коррозии для применения в российской нефтедобыче	208
Литвиненко П.М., Татосян Г.К., Аршинова И.С. Исследование влияния концентрации серной кислоты на толщину и защитную способность оксидных покрытий алюминия	211
Миронова Е.А. Защита от коррозии при консервации высоковольтного электрооборудования	213
Мишуrow В.И. Водный экстракт пустырника как ингибитор кислотной коррозии стали.....	215
Москвин И.Г., Степин С.Н., Ившин Я.В. Защитные свойства противокоррозионных эпоксидных и неизоцианатных эпоксиуретановых покрытий аминного и аминосиланольного отверждения.....	218
Плетнев М.А. Физикохимия кислотной коррозии	221
Плотникова М.Д., Щербань М.Г., Шеин А.Б., Шумяцкая К.Ю. Особенности адсорбции 1,2,4-триазолов в условиях кислотной коррозии малоуглеродистой стали.....	225
Пупышева Д., Межевич Ж.В., Березин Н.Б. Коррозионные испытания легированных кобальтом и никелем цинковых покрытий	227
Родионова Л.Д., Дьяков А.А., Семенюк Т.В., Горлов Д.А., Ломакина И.А. Коррозионные испытания супергидрофобного медно-цинкового покрытия на углеродистой стали.....	229
Сафин М.В., Дресвянников А.Ф. Влияние N-допированных квантовых точек на коррозию металлических поверхностей.....	231
Семенюк Т.В., Абрамов А.Е., Цыганкова Л.Е. Ингибирование стали Ст3 в модельных пластовых водах, содержащих сероводород и углекислый газ	234
Сухорукова В.А., Лактюшина Д.П., Абрашов А.А., Руссу В.В., Григорян Н.С. Защитные цирконийсодержащие покрытия на серебрянных и оловянных поверхностях	237
Тарасова Н.В., Колобанов А.С. Компьютерная обработка изображений в оценке коррозионной стойкости цинковых покрытий.....	240
Тимербаева З.З., Шумилова М.А., Чаусов Ф.Ф. Изучение эффективности нитрило-трис-метилеифосфонатом цинката для подавления негативного воздействия некоторых видов микроорганизмов, стимулирующих биокоррозию	243

Фатхуллин И.А. Новые перспективные материалы анодов для катодной защиты от коррозии внутренней поверхности резервуаров	246
Шлома О.А., Дидык А.А., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Защитные адгезионные РЗМ-содержащие покрытия на алюминиевом сплаве АМг6	251
Шпанько С.П., Сидоренко Е.Н. Влияние внешних факторов эксперимента на антикоррозионные и физические свойства органических пленок	253
Юсупова А.А., Виноградова С.С. Модификационный метод обработки поверхностного слоя нержавеющей сталей	256
3. СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ	260
Вдовенков Ф.А., Колосов А.Н., Козадеров О.А., Кузьменко Г.А. Роль фрактальной шероховатости электрода в кинетике электрохимического процесса: транспортно-кинетический контроль	260
Горшенина В.А., Абоносимов О.А., Лазарев С.И. Исследование кинетических характеристик электромембранного разделения технологических растворов хлористого кальция	264
Кононов А.И., Стрекалова С.О., Хворова М.А., Мингазов Р.Р., Морозов В.И., Будникова Ю.Г. Электрохимический метод синтеза N-арилфенотиозинов	268
Саввина А.А., Карасева Е.В., Колосницын В.С. Усовершенствованный метод Винсента–Брюса определения кажущихся чисел переноса катиона лития	270
Ситников С.Ю. Применение моделей на основе машинного обучения при исследовании и проектировании электрохимических систем	274
Вдовенков Ф.А., Тараканов П.П., Фомин П.В., Козадеров О.А. Вольтамперометрия катодного восстановления нитрат-иона на электроосажденных медных покрытиях с различной шероховатостью	276
Филиппова М.И., Лазарев С.И. О некоторых особенностях разделения промышленных растворов электронанофильтрацией	280
Шматова О.Е., Хайдаров А.Н., Бакеева Р.Ф. Разработка кондуктометрической методики нахождения ККМ катионных ПАВ для целей входного и выходного контроля	284
4. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛОВ	287
Васильев А.С., Калинкина А.А., Елистратов Т.Д., Жирухин Д.А., Ваграмян Т.А. Влияние функциональной добавки на микрораспределение и механические свойства электроосажденной меди	287
Ильина Е.А., Козадеров О.А., Соцкая Н.В., Колбешкина Е.Д., Коленко О.Д. Электрокристаллизация меди из сульфатных растворов в присутствии дисульфидной и полимерной добавок	290

Петрушина А.А., Абрашов А.А., Айвазян А.А., Лямина В.К., Григорян Н.С. Гидрофобизация анодно-оксидных покрытий на сплаве магния МА2	293
Калинкина А.А., ЧжоТхет Вин, Гуня А.А., Касаткин В.Э., Ваграмян Т.А. Особенности распределения меди на микропрофиле в щелочном электролите меднения	296
5. ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ПРИБОРЫ, УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	299
Зимбовский Д.С., Яковлев И.И., Садыков Д.Ф., Евдокимов П.В., Капитанова О.О. Сверхбыстрое спекание литий-проводящего твердого электролита $\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$ для использования в твердотельных аккумуляторах.....	299
Кадилов Д.М., Низамеев И.Р., Минзанова С.Т., Карасик А.А., Кадилов М.К., Холин К.В. Молекулярные катализаторы на основе переходных металлов реакций окисления водорода и восстановления кислорода для протоннообменных мембранных топливных элементов.....	302
Капитанова О.О., Чжоу Д., Яковлев И.И., Кирьянова А.В., Зимбовский Д.С., Евдокимов П.В., Путляев В.И., Веселова И.А. Разработка подходов к улучшению функциональных свойств керамического электролита со структурой Nasicon для твердотельных аккумуляторов	305
Нифталиев С.И., Кузнецова И.В., Сертаков В.С. Синтез материалов на основе оксидов ванадия для перспективных источников тока	308
Мередова Х.А., Аширов А.И., Курбанова М.А. Использование солнечной и водородной энергии для обработки железобетонных изделий теплом и влагой.....	311
Морозов М.В., Соловьев Е.А., Гайнуллин Р.Р., Холин К.В., Кадилов М.К. Создание электродов на основе никеля с повышенной мощностью для химических источников тока	313
Шестаков К.В., Лазарев С.И., Гессен М.С., Калинина Е.Ю. Разработка автоматизированной установки для проведения исследований по электродиализной очистке сточных вод и технологических растворов	316
6. СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ	319
Квятковская А.С., Хамзина А.Р., Сабурова Ю.Б. Исследование способа защиты от коррозии внутрискважинного оборудования с помощью электронного устройства.....	319
Лебедева Э.М., Низамеева Г.Р., Низамеев И.Р., Зиганшина А.Ю., Морозова Ю.Э., Кадилов М.К. Каталитические системы на основе наночастиц Pd, стабилизированных октакарбокси- тетраундецилкаликс[4]резорцинареном, в реакции восстановления кислорода в топливных элементах	322
Мингазов Р.Р., Хворова М.А., Стрекалова С.О., Кононов А.И., Морозов В.И., Будникова Ю.Г. Тандемное применение вольтамперометрии и ЭПР-спектроскопии для установления интермедиатов окисления фенотизина	325

Низамеев И.Р., Низамеева Г.Р., Лебедева Э.М., Воробьева В.В. Электрохимические и оптико-электрические свойства композитных электродов на основе PEDOT:PSS и ориентированных никелевых волокон.....	327
Низамеева Г.Р., Лебедева Э.М., Воробьева В.В., Низамеев И.Р. Композитные покрытия на основе никеля и биополимерной матрицы хитозана в качестве катализаторов реакции выделения водорода.....	330
Стрекалова С.О., Кононов А.И., Хворова М.А., Мингазов Р.Р., Морозов В.И., Будникова Ю.Г. (Фото)электрохимически индуцированное аминирование (гетеро)ароматических соединений	333
Хворова М.А., Стрекалова С.О., Кононов А.И., Мингазов Р.Р., Морозов В.И., Будникова Ю.Г. Фенотиазинирование (гетеро)ароматических соединений в условиях анодного окисления	335
Шапилов Р.Р., Музипов З.М., Галяметдинов Ю.Г. Электрохимические аспекты фотокаталитического разложения органических загрязнителей на 2D-нанопластинах $ZnIn_2S_4$	337
Еливанова А.П., Калугина Л.И. Применение современных технологий в подготовке специалистов химико-технологического профиля	340

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ СТАЛИ 10 МАСЛЯНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ С АЗОТСОДЕРЖАЩИМИ ИНГИБИТОРАМИ

Газизянова А.Р., Решетников С.М., Тюкалов А.В., Федотова И.В.

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, Россия

Аннотация. Методами РФЭ- и ИК-спектроскопии изучено формирование защитных слоев на стали 10 из масляных композиций на основе октановой кислоты с гексаметиленetetрамин (ГМТА) и гидразин-гидратом (ГГ). При содержании ингибиторов 5 % и термоактивации при 100 °С достигается до 85 % защиты, что связано с образованием комплексных соединений и объемных ассоциатов, усиливающих барьерные свойства покрытия.

Ключевые слова: коррозия, консервационный состав, спектральные методы анализа, гексаметиленetetрамин, гидразин-гидрат, октановая кислота, ингибиторы

Масляные композиции (смесь индустриального масла, октановой кислоты и 0,1–5 мас. % гексаметиленetetрамина и гидразин-гидрата) наносились на образцы стали 10 и подвергались термообработке при 50–150 °С. Исследования методом РФЭС проводили для анализа химических связей (Fe2p, N1s, C1s, O1s), ИК-спектроскопию – для анализа спектральных полос и регистрации их сдвигов после термоактивации.

РФЭС-исследования выявила связи Fe–O и Fe–N–O при энергиях 709–712 эВ и 706,7–707,8 эВ, а также функциональные группы C–H, N–C–O, Me–O, N–C–O–H, C–OH, формирующиеся на поверхности покрытия [1].

ИК-спектры показали сдвиг полос C–N и N–C–N ($1238 \rightarrow 1232 \text{ см}^{-1}$; $1048 \rightarrow 1073 \text{ см}^{-1}$) после термоактивации, что указывает на химическое взаимодействие ингибиторов с металлом и образование комплексных соединений [1]. Установлено, что термообработка усиливает не только химические связи с поверхностью, но и формирование объемных ассоциатов в масляной среде, увеличивающих омическое сопротивление и затрудняющих перенос заряженных частиц. Сравнительный анализ ГМТА и ГГ показал схожую эффективность в защите металла, при этом ГМТА вызывает более выраженные спектральные изменения, что может свидетельствовать о различиях в механизме взаимодействия.

Формирование комплексных соединений и объемных ассоциатов с участием ингибиторов является ключевым фактором повышения коррозионной стойкости покрытий, обеспечивая многоуровневую защиту: химическое связывание с поверхностью, барьерный эффект масляного слоя и затруднение ионного переноса в электролите [2].

Литература

1. Terebova N.S., Reshetnikov S.M., Gazizyanova A.R., Tyukalov A.V., Fedotova I.V., Sabanova L.A. Study of oil formulations based on octanoic acid and some nitrogen-containing compounds as corrosion inhibitors // *Int. J. Corros. Scale Inhib.* – 2025. – Vol. 14, no. 1. – P. 194–205.

2. Pletnev M.A., Reshetnikov S.M. Cooperative effects in the problem of acid corrosion of metals // *Protection of Metals.* – 2004. – Vol. 40. – P. 460–467.