




*V Международная
конференция молодых ученых*



**АКТУАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ
И ПРАКТИКИ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

*The international conference
of young scientists*

**ACTUAL PROBLEMS OF
THEORY AND PRACTICES
OF ELECTROCHEMICAL
PROCESSES**

Энгельс

25-28 апреля 2023

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.
ЭНГЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

Сборник статей молодых ученых

**ЭНГЕЛЬС
2023**

УДК 541.13: 541:18: 620.19:621.35:544.6:677.4:678.04

ББК 24

А43

Редакционная коллегия:

Н.Д. Соловьева, д-р техн. наук, профессор

Т.П. Устинова, д-р техн. наук, профессор

В.Н. Целуйкин, д-р техн. наук, профессор

Л.Н. Ольшанская, д-р хим. наук, профессор

Е.В. Ченцова, канд. хим. наук, доцент

И.И. Фролова, канд. техн. наук

Т.Ю. Ялымова, канд. техн. наук, доцент

А43 Актуальные проблемы теории и практики электрохимических процессов : сборник материалов V Международной научной конференции молодых ученых. 25–28 апреля 2023 г. – Энгельс: Из-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2023. – 308 с.
ISBN 978-5-6049265-1-2

В сборнике материалов V Международной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы теории и практики электрохимических процессов» представлены доклады научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, студентов старших курсов ВУЗов, посвященные развитию фундаментальных и прикладных исследований приоритетных направлений в области электроосаждения металлов, сплавов, композиционных материалов и покрытий; вопросам разработки суперконденсаторов, новых электрохимических систем для химических источников тока и совершенствования существующих, проблемам экологической безопасности и рационального использования природных и энергетических ресурсов, разработке и изучению эксплуатационных свойств композиционных материалов на основе термо- и реактопластичных материалов, представлены работы по разработке программного обеспечения инженерных расчётов, по современным технологиям в организации образовательной деятельности.

Сборник предназначен для химиков и химиков-технологов широкого профиля, в том числе для преподавателей, научных сотрудников, аспирантов, студентов высших учебных заведений, работников НИИ, заводских лабораторий, природоохранных учреждений.

Статьи публикуются в авторской редакции.

УДК 541.13: 541:18: 621.35:544.6:677.4:678.04

ББК 24

ISBN 978-5-6049265-1-2

© Министерство науки и высшего образования РФ, 2023

© СГТУ им. Гагарина Ю.А., 2023

УДК 544.6.018.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

¹Киреев С.Ю., ²Штепа В.Н., ²Штепа А.Г., ¹Киреева С.Н.,
¹Камардина Н.В., ²Шикунец А.Б.

¹ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия

²УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, Беларусь

Развитие сельского хозяйства, экстенсивная индустриализация и быстрый рост мирового населения провоцируют загрязнение окружающей среды. Проблема водоподготовки в бессточных технологиях усугубляется малой эффективностью традиционных методов очистки с одной стороны и регулярному ужесточению экологических стандартов с другой стороны. В работе рассмотрено применение различных электрохимических процессов для очистки воды. Одним из главных преимуществ электрохимического метода – безреагентность, что позволяет использовать его в качестве стадий водоподготовки в бессточных технологиях гидропоники, для выращивания гидробионтов, для пищевой промышленности.

Ключевые слова: водоподготовка, очистка воды, бессточные технологии, электрохимические процессы, электрокоагуляция, электрофлотация.

THE USE OF ELECTROCHEMICAL TECHNOLOGIES FOR WATER TREATMENT AND WASTEWATER TREATMENT

¹Kireev S.Yu., ²Shtepa V.N., ²Shtepa A.G., ¹Kireeva S.N.,
¹Kamardina N.V., ²Shikunets A.B.

¹Penza State University, Penza, Russia

²Polesky State University, Pinsk, Belarus

The development of agriculture, extensive industrialization and the rapid growth of the world population provoke environmental pollution. The problem of water treatment in drainless technologies is aggravated by the low efficiency of traditional cleaning methods on the one hand and the regular tightening of environmental standards on the other hand. The paper considers the use of various electrochemical processes for water purification. One of the main advantages of the electrochemical method is its non-reactivity, which allows it to be used as water treatment stages in drainless hydroponics technologies, for the cultivation of hydrobionts, for the food industry.

Keywords: water treatment, water purification, drainless technologies, electrochemical processes, electrocoagulation, electroflotation.

Ключевыми вопросами в сфере экологической безопасности государства являются: обеспечение качественного и экологически безопасного водопользования, уменьшение техногенной нагрузки на водоемы путем соблюдения норм и стандартов очистки сточных вод для возвращения их в естественную цепочку водообмена. По данным Всемирной организации здравоохранения, более 80% всех заболеваний человека напрямую связано с употреблением некачественной воды. В тоже время сточные воды промышленных предприятий, как правило, являются наиболее загрязненными. Стоимость удаления загрязняющих веществ из 1 м³ таких сточных вод сильно варьируется и зависит от параметров подаваемой на установки воды, возможностей оборудования и требований к воде после очистки (повторное использование, сброс в природные водоемы или канализацию и т.д. [1]).

Для водоподготовки и очистки сточных вод применимы различные электрохимические процессы для удаления загрязняющих веществ (от ионов до коллоидных частиц и органических веществ): электрохимическое окисление, электрохимическое восстановление, электрокоагуляция, электрофлотация, электроосаждение, электрохимическая генерация реагентов [2-6].

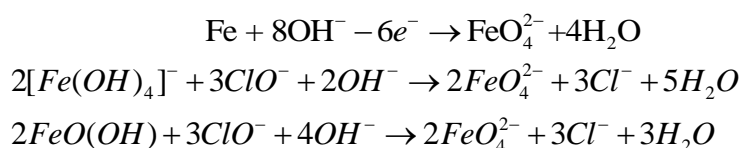
При обработке воды на поверхности анода возможно протекание различных процессов: непосредственное окисление компонентов раствора на аноде, электрохимическая генерация частиц-окислителей. Протекание тех или иных процессов зависит от состава электролита, материала электрода и величины электродного потенциала при поляризации электрода.

При анодной поляризации инертного электрода на его поверхности, кроме процессов окисления воды и гидроксид-ионов, протекают процессы, приводящие к образованию высокоактивных свободных радикалов, которые могут разлагать органические и металлоорганические загрязнители, инициируя цепь радикального окисления. Эффективность использования таких окислителей зависит, в том числе, и от скорости доставки очищаемой воды к поверхности анода. Повысить эффективность перемешивания прианодного пространства позволяют классические методы снижения диффузионных ограничений: барботаж, направление потока обрабатываемой воды к поверхности электрода, встряхивание или вибрация, ультразвук и т.п.

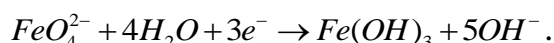
При недостаточной концентрации восстановителя в прианодном пространстве радикалы превращаются в персульфат, перкарбонат-анионы и образуют молекулы пероксида водорода. Данные частицы более стабильны в растворах и обеспечивают окисление загрязнителей в объеме фазы даже после отключения тока.

Наличие хлорид-анионов в обрабатываемой воде приводит к образованию молекулярного хлора, который в щелочной и нейтральной среде образует гипохлорит-анионы, а в кислой среде – преимущественно хлорноватистую кислоту. Это может быть эффективно использовано для дезинфекции, очистки сточных и подземных вод, а также для удаления запаха. Однако, действие этих частиц на органические вещества может привести к синтезу стабильных и высокотоксичных хлорсодержащих производных, исключая возврат воды для выращивания гидробионтов и гидропонных культур.

Использование в качестве анодного материала нелегированной железной стружки позволяет, при определенных условиях, формировать в растворе феррат-анионы, которые являются одними из наиболее сильных окислителей в растворах:



Продуктом восстановления ферратов в щелочной и нейтральной среде будет осадок гидроксида железа (III), выполняющего роль коагулянта

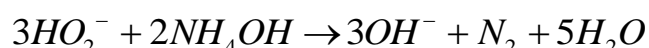
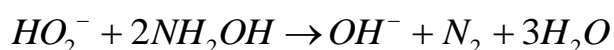
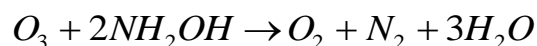
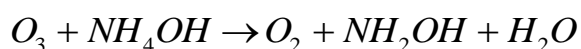
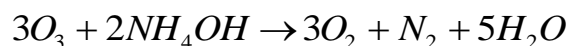


Кроме этого, в прианодном пространстве наблюдаются процессы электрокоагуляции, протекающие за счет растворения материала анода (железа) до $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Для решения вопросов водоподготовки в бессточных технологиях гидропоники и для выращивания гидробионтов наиболее актуальной задачей является удаление аммонийного азота и фосфатов.

При малых величинах анодной плотности тока (ниже потенциала окисления воды) аммонийный азот окисляется до N_2 . Повышение анодной поляризации до потенциала окисления молекул воды, аммонийный азот способен окисляться до нитритов и нитратов. Образование продуктов окисления воды - пероксидов и озона способствует протеканию процессов

денитрификации в объеме раствора после отключения электрического тока [7]:



Удаление фосфатов объясняется связыванием их в малорастворимый фосфат железа ($PP_{(FePO_4)} = 1,29 \cdot 10^{-22}$).

Использование источников импульсного тока для поляризации электродов приводит к интенсификации денитрификации. Это объясняется более высокими амплитудными значениями потенциала электрода при поляризации импульсами тока по сравнению с поляризацией электродов постоянным током [8].

Подобно электрохимическому окислению, электрохимическое восстановление может протекать либо непосредственно на поверхности катода, либо в объеме под действием восстановителя, генерируемого на электроде. Этот процесс обычно используется для обработки воды, загрязненной ионами тяжелых металлов, неорганическими анионами (броматы, перхлораты), или галогенированные органические соединения (хлорпроизводные углеводородов и фенолов). Наиболее полное извлечение ионов тяжелых металлов из раствора наблюдается при использовании различных режимов импульсного электролиза [9].

Таким образом, электрохимические процессы для водоподготовки и очистки воды имеют ряд преимуществ перед традиционными физическими и физико-химическими методами: возможность автоматизации и безреагентность, что позволяет их использовать в качестве стадий водоподготовки в бессточных технологиях гидропоники, для выращивания гидробионтов, для пищевой промышленности. В настоящее время такие технологии наиболее распространены в локальных системах с малой и средней производительностью. Дополнительные исследования в данной области позволят масштабировать установки, значительно повысив их эффективность.

Литература

1. Штепа, В.Н. Прикладные задачи моделирования процессов водоочистки с учётом критериев эколого-ресурсоэффективности / В. Н. Штепа, Н. А. Заец, Д. Г. Алексеевский // Биотехнология: достижения и перспективы развития : Сборник материалов V международной научно-практической конференции, Пинск, 25–26 ноября 2021 года. – Пинск: Полесский государственный университет, 2021. – С. 229-232.
2. Mousset, E. A review of electrochemical reduction processes to treat oxidized contaminants in water / E. Mousset, K. Doudrick // *Current Opinion in Electrochemistry*. – 2020. – Т. 22. – С. 221-227.
3. Sirés I. et al. Electrochemical advanced oxidation processes: today and tomorrow. A review // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2014. – Т. 21. – С. 8336-8367.
4. Azimi A. et al. Removal of heavy metals from industrial wastewaters: a review // *ChemBioEng Reviews*. – 2017. – Т. 4. – № 1. – С. 37-59.
5. Kireev, S.Y. Intensification of processes of electrodeposition of metals by use of various modes of pulse electrolysis / S.Yu. Kireev // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2017. – Vol. 8, No. 2. – P. 203-210. – DOI 10.1134/S2075113317020095.
6. Перельгин, Ю.П. Электролитическое осаждение сплава олово-цинк из кислого лактатного электролита / Ю.П. Перельгин, С.Ю. Киреев, А.Ю. Киреев // *Гальванотехника и обработка поверхности*. – 2008. – Т. 16, № 2. – С. 12-13.
7. Оценка эффективности параметров безреагентной электролизной очистки сточных вод от азотсодержащих соединений / В. Н. Штепа, С. Ю. Киреев, А. В. Козырь [и др.] // *Гальванотехника и обработка поверхности*. – 2022. – Т. 30, № 4. – С. 48-56. – DOI 10.47188/0869-5326_2022_30_4_48
8. Электроосаждение цинка из кислого лактатного электролита с использованием униполярного гальваностатического режима импульсного электролиза / Д. И. Кирикова, С. Н. Киреева, С. Ю. Киреев, Ю. П. Перельгин // *Гальванотехника и обработка поверхности*. – 2016. – Т. 24, № 3. – С. 32-38. – DOI 10.47188/0869-5326_2016_24_3_32
9. Киреев, С. Ю. Интенсификация процессов электроосаждения металлов с использованием различных режимов импульсного электролиза / С. Ю. Киреев // *Перспективные материалы*. – 2016. – № 11. – С. 5-15.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛИТИЕВЫЕ И ТРАДИЦИОННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА, ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ. ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА.

Казаринов И.А. Проточные батареи на основе органических редокс–систем для крупномасштабного накопления и хранения электрической энергии	4
Баширов О.А., Леонова Н.М., Леонова А.М., Суздальцев А.В. Аноды для литий-ионных источников тока из композитных материалов карбида кремния	8
Попова М.А., Красовская В.Д., Вельдин А.С. Влияние добавок фтора и оксида титана (iv) на ёмкостные характеристики фосфата ванадия лития	11
Макарова А.Д., Гоффман В.Г., Гороховский А.В., Байняшев А.М., Кузьмина В.М., Гоннова Я.А. Термические исследования полититаната калия различного состава	16
Сафиуллин Н.С., Вернигор И.Е., Новиков В.Т. Влияние состава катализатора на его активность в реакции окисления H_2 в щелочных электролитах	19
Железнов Д.И., Михайлова Д.А., Горбунов М.В., Викулова М.А., Цыганов А.Р., Артюхов Д.И., Горшков Н.В. Высокоэнергетический помол с сажей как способ увеличения электрохимической емкости материала со структурой голландита состава $K_{1.6}(Ni_{0.8}Ti_{7.2})O_{16}$	23
Карзан С.Н., Чаевский В.В., Abdelhafed Taleb Суперкондесатор на основе смеси поливинилиденфторида и активированного графита	27
Филиппова М.В., Мещерякова М.О. Ферментный кислородный катод на основе <i>LACCASE PLEUROTUS OSTREATUS</i> НК-35 для биотопливного элемента	31
Воронков Д. Е., Ханина А.А., Киселева Ю.А., Миронова Д.С. Электрохимические свойства хинонов, антрахинонов и их аналогов – органических редокс-систем для проточных батарей	34
Печенегов Ю.Я., Косов В.А., Косов М.А., Денисов В.А. Расчет толщины пиротаблеток в разогретых химических источниках тока	38
Печенегов Ю.Я., Косов В.А., Косов М.А., Денисов В.А. Методика расчета температуры горения пиротаблеток тепловых батарей	43
Попова С.С., Фролова И.И., Хуссейн Али Хуссейн Технологические рекомендации по способу модифицирования	46

гидридообразующих металлов для генерации и аккумуляции водорода

ЭЛЕКТРОХИМИЯ МЕТАЛЛОВ, СПЛАВОВ, КОМПОЗИЦИОННЫХ И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ С КАРКАСНОЙ И СЛОИСТОЙ СТРУКТУРОЙ. АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ. КОРРОЗИЯ. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ.

- Вайсбеккер М.С., Бекезина Т.П., Останина Т.Н.** Исследование влияния срока хранения и использования сульфит-тиосульфатного электролита золочения на его стабильность и морфологию осаждённых слоёв золота 51
- Ахметова А.Н., Дресвянников А.Ф., Денисов А.Е., Красильникова А.А.** Катодное легирование поверхности титанового сплава наноразмерными частицами палладия 55
- Бочарникова М.Ю., Мальцева Е.В., Грушевская С.Н., Козадеров О.А.** Анодная модификация поверхности палладий-содержащих сплавов на основе серебра для создания пористых структур 58
- Брыксина В.А., Князева Л.Г., Курьято Н.А., Родионова Л.Д.** Поляризационные исследования контактных ингибиторов для защиты углеродистой стали 62
- Горшков Л.В., Гевел Т.А., Суздальцев А.В., Зайков Ю.П.** электрохимический синтез силицида никеля в расплаве $KCl-K_2SiF_6$ 66
- Джумиева А.С., Целуйкин В.Н., Тихонов Д.А., Яковлев А.В., Трибис А.И.** Исследование свойств композиционных никелевых покрытий, осаждённых в гальваностатическом режиме 70
- Карпов В.С., Кобылко Д.А., Белоусов А.И., Ченцова Е.В., Соловьева Н.Д.** Влияние концентрации глицина на электрохимические характеристики стального электрода в сульфатном электролите железнения 74
- Трофимова Т.С., Останина Т.Н., Мазурина Е.А., Рудой В.М.** Нанесение катализатора $NiFe-P$ на поверхность электролитических пен никеля и его влияние на реакцию выделения водорода в щелочи 78
- Зайцев Д.П., Терин Д.В., Удовенко А.В., Корсукова И.Д., Ревзина Е.М.** Исследование морфологии и гидрофильно/гидрофобного баланса слоёв пористого арсенида галлия 82
- Калугин Л.Е., Дресвянников А.Ф.** Электрохимическое поведение металлов подгруппы титана в водных растворах солей металлов семейства железа 88

Панкратов И.С., Соловьева Н.Д. Влияние катодного внедрения хрома в цинковое покрытие на его защитную способность	91
Погорелова В.В., Протасова И.В. Оценка влияния потенциала осаждения на электрохимические свойства цинк-никелевого покрытия в 0,1 М HCl.	95
Романюк Е.В., Протасова И.В. Кинетика ионизации водорода из наводороженного обесцинкованного покрытия в присутствии малеат-иона	99
Тинаева А.Е., Козадеров О.А. Ионный состав аммиакатно-хлоридно-глицинатных электролитов осаждения сплавов цинк-никель	103
Кондрашов С.Г., Ченцова Е.В., Соловьёва Н.Д. Изучение влияния анионного состава электролитов на свойства железных покрытий	107
Алфёров А.А., Брудник С.В., Яковлев А.В. Двухступенчатая электрохимическая интеркаляция и окисление графита	113
Фокин Д.В., Евсеев А.К., Горончаровская И.В., Царькова Т.Г. Электрохимически индуцированное изменение морфологии тромбоцитов на оптически прозрачном электроде	118
Ялымова Т.Ю., Соловьева Н.Д. Композиционные электрохимические покрытия на основе сплава Zn-Ni	121
Рябова О.В., Солоницына В.А., Кулиниченко С.А. Формирование цветной оксидной пленки на сплаве алюминия в электролите окрашивания с серноокислым оловом	125
Мурычев Г.А., Саркисян А.Э., Гоц И.Ю. Анализ коррозионно-адгезионного поведения оксидированного сплава АМГ6	130
Бахытова Е.Р., Макарова А.Д., Байняшев А.М., Гоффман В.Г. Нелинейные импедансные эффекты в керамических материалах на основе полититаната калия	134
Гоннова Я.А., Макарова А.Д., Гоффман В.Г. Зависимость свойств композитов на основе полититаната калия от кислотности	137
Очеретин В.А., Байняшев А.М., Колоколова Е.В., Гоффман В.Г. Перколяционные эффекты в системе PVB-AgI	140
Гостев С.Д., Давыдова А.Р., Сидорова С.А., Гоц И.Ю. Коррозия жаропрочной стали 20X23H18 при взаимодействии с электровакуумным стеклом марки С93-3	144
Яковлева Е.В., Брудник С.В., Курятов Д.В., Яковлев А.В. Перспективы применения электрохимически синтезированных графеновых материалов	148
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Ольшанская Л.Н., Лазарева Е.Н., Вихрова Н.В., Сагитова Л.В.	

Металлсодержащие гальваношламы - ресурсосберегающие материалы для получения промышленных товаров	154
Киреев С.Ю., Штепа В.Н., Штепа А.Г., Киреева С.Н., Камардина Н.В., Шикунец А.Б. Использование электрохимических технологий для водоподготовки и очистки сточных вод	159
Мавлетов М.Н., Березин Н.Б., Межевич Ж.В. Электрохимические технологии в экологии и водоподготовке	163
Мурыгина Е.Р., Ялымова Т.Ю. Исследование возможности совершенствования реагентного способа очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов	166
Коновалов Д.Н., Лазарев С.И., Коновалов Д.Д., Малин П.М. Особенности электронанофильтрационного выделения ионов SO_4^{2-} , PO_4^{3-} и Zn^{2+} из технологических растворов гальванических производств	170
Сатараев Д.А., Лестев А.Е., Дресвянников А.Ф. Экологический аспект применения производных 4-изофенилфенола в качестве ингибиторов коррозии в нефтяной промышленности	174
Мартынюк Ю.П., Подосёнов М.А. Электронный нос на базе стандартных датчиков газа	178
Бычкова Е.В., Кодиров Х.Б., Трущелев А.В., Коржов Н.Д., Щербина Н.А. Исследование биоразлагаемости полимерного пленочного материала на основе полилактида	182
Лазарева Е.Н., Ольшанская Л.Н., Татаринцева Е.А., Черемухина И.В., Черемухин В.А., Лазарев Д.А., Науменко К.А. Технологии получения катализаторов на основе оксидов переходных металлов и области их применения	186
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ	
Мостовой А.С., Ким М.Ю., Жижин Н.Д., Свиткина В.В., Бекешев А.З. Эпоксидные композиты, наполненные исходной и электрохимически модифицированной кремнистой породой	190
Прокопович К.В., Киселев Н.В., Питер Огбуна Оффор, Бурмистров И.Н., Метленкин Д.А. Полимерный композиционный материал на основе поливинилового спирта, наполненного углеродными квантовыми точками с улучшенной электронной проводимостью	194
Леонов Д.В., Левкина Н.Л., Устинова Т.П. Нормативно-технологические вопросы получения полиамида-6, модифицированного на стадии синтеза окисленным графитом	200
Лабурченко Е.О., Борисова Н.В., Сладков О.М., Устинова Т.П. Антикоррозионные покрытия трубопроводов в нефтегазовой	204

отрасли

Скрынник Н.С., Левкина Н.Л., Плакунова Е.В. Эпоксидные композиционные материалы, наполненные дисперсным фельзитом 210

Волкова Е.С., Борисова Н.В., Устинова Т.П., Баходиров М.Ж. Исследование эксплуатационной устойчивости композитов на основе полиамида-6 и пан – волокнистых материалов 212

Щербина Н.А., Горячкин П.Д., Бычкова Е.В. Перспективы использования очищенного фосфогипса в качестве наполнителя композитов 218

Зубова Н.Г., Николаев А.Г., Денисюк М.Н. Исследование влияния модифицированных волокнистых наполнителей на стойкость эпоксидных композитов к действию нефтепродуктов 224

Шаховский Н.А., Борисова Н. В., Бычкова Е.В. Исследование свойств композитов на основе поливинилхлорида и пан волокнистых отходов для кабельных пластикатов 227

Тураев Т.А., Кардаш М.М., Терин Д.В., Айнетдинов Д.В. Влияние низкотемпературной вч аргоновой плазмы на свойства гетерогенных мембран поликон 233

Черемухина И.В., Мацнева Т.А., Лезарева Е.Н., Штанько П.А., Ребро А.Е., Черемухин В.А., Табаков Д.А., Середа В.В. Эффективный способ увеличения жизнеспособности препрегов на основе термореактивного связующего 238

Абдуллаев Р.А. Перспективы развития предприятий нефтегазовой отрасли в республике Узбекистан 243

КОМПЬЮТЕРНЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аль-Джарах З.Р., Альшебли М.А., Антипов В.Н., Баженов И.П., Быкадоров И.В., Липидин Н.О., Мышенков А.С., Сенин А.В., Хромкина А.А., Шариф М.А., Клинаев Ю.В. Разработка программного обеспечения инженерных расчётов при проектировании оптимальных схем размещения оборудования нефтедобычи из нефтегазоносных пластов месторождений 246

Тихонов Д.А., Шнайдер М.Г., Свиридова А.Д., Трибис А.И. Моделирование процесса электроосаждения никеля с использованием численного моделирования 257

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Аль-Джарах З.Р., Альшебли М.А., Антипов В.Н., Баженов И.П., Быкадоров И.В., Липидин Н.О., Мышенков А.С., Сенин А.В., Хромкина А.А., Шариф М.А., Клинаев Ю.В. WINDOWS- 265

приложение в среде VBA MS EXCEL для расчёта предельного нефтяного дебита семиточечной схемы добычи из нефтегазового пласта месторождения

Кожанов Л.В., Жилина Е.В., Люткова Ж.Н., Кожанова Е.Р. Применение информационных технологий при изучении статистических методов контроля качества продукции	276
Залевский А.В., Епифанова Н.Н. Экология физической культуры и спорта и зеленая экономика	283
Жилина Е.В., Люткова Ж.Н. Ментальные карты как инструмент самореализации творческих способностей и развития SOFT SKILLS	292
Семенова Т.В. Пути совершенствования организации продуктивной образовательной деятельности студентов вуза	295