АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научная сессия НИЯУ МИФИ
6-10 апреля 2020 г.

Материалы конференции

Северск 2020

75 ЛЕТ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГАОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

АО «СИБИРСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

СЕВЕРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научная сессия НИЯУ МИФИ
6-10 апреля 2020 г.

Материалы конференции

Северск 2020

УДК 621.039
А 437

Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий: научная сессия НИЯУ МИФИ - 2020, 6-10 апреля 2020 г.: материалы конференции / Министерство науки и высшего образования РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ); под ред. М.Д. Носкова. – Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2020. – 189 с. – Текст (визуальный): электронный

ISBN 978-5-93915-141-2

Сборник включает материалы конференции «Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий». Приводятся научные и практические результаты исследований, связанных с проблемами развития атомного энергопромышленного комплекса, включая вопросы совершенствования химической технологии, автоматизации технологических процессов, социальные и экономические проблемы инновационного развития атомной отрасли, применения современных информационных технологий в атомной промышленности.

Для специалистов, работающих в атомной отрасли, а также для студентов старших курсов и аспирантов соответствующих специальностей.

Материалы сборника издаются в авторской редакции. Авторы несут полную ответственность за достоверность информации и возможность её опубликования в открытой печати.

ISBN 978-5-93915-141-2

© Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 2020

Уважаемые участники конференции!

Конференция «Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий» организована ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», АО «Сибирский химический комбинат» и Северским технологическим институтом – филиалом ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

В рамках конференции будут обсуждаться актуальные проблемы развития атомного энергопромышленного комплекса, включая вопросы совершенствования химической технологии, автоматизации технологических процессов, социальные и экономические проблемы инновационного развития атомной отрасли, применения современных информационных технологий в атомной промышленности. На конференции планируется уделить особое внимание совершенствованию технологий Сибирского химического комбината.

Целью конференции является содействие инновационно-техническому развитию атомной отрасли и внедрение результатов научных исследований в производство, а также совершенствование подготовки специалистов и кадров высшей квалификации для ГК «Росатом». В конференции принимают участие ведущие научные сотрудники и преподаватели, молодые ученые и студенты вузов, а также специалисты предприятий атомной промышленности.

Данный сборник будет способствовать профессиональному росту участников конференции, налаживанию делового сотрудничества и развитию творческих связей ученых и специалистов, работающих в атомной промышленности.

Председатель организационного комитета,
доктор физико-математических наук,
профессор М.Д. Носков

С О Д Е Р Ж А Н И Е

СЕКЦИЯ **Материалы и технологии атомного энергопромышленного комплекса**

Боянгина С.Н., Захарова Е.А., Богданова С.А. *18*
Исследование влияния состава фонового электролита на потенциометрическое определение йодидов

Бродский В.М., Шляхова Г.В. *19*
Микроструктура и деформационное поведение СМК титана ВТ1-0, полученного методом интенсивной пластической деформацией

Брякунова В.В., Зеличенко Е.А. *20*
Получение неорганического пигмента на основе апатита

Буценко Е.С., Габбасов В.Р., Гузеева Т.И., Циркунов П.Т. *21*
Формирование пористых структур на основе никелида титана методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза

Гайдай И.В., Дворянчиков А.В., Степанов И.А., Егорова Д.Е., Шрайнер А.Э., Софронов В.Л., Алой А.С., Абашкин А.Ю. *22*
Аппарат для получения оксидов урана

Головушкина Д.А., Зеличенко Е.А. *23*
Микродуговое оксидирование титана

Грачев Е.К., Карташов Е.Ю. *24*
Перспективы применения атомарного водорода

Гуммер Л.В., Иванова И.И., Агеева Л.Д. *25*
Взаимное влияние элементов (Ti и Fe) при определении их методом РФА

Доняева Е.С., Софронов В.Л., Терещенко А.В. *26*
Исследование процесса вакуумной сушки ионообменных смол

Зубарев Е.А, Воробьёв А.И., Гузеев В.В. *27*
Перспективные ионопроводящие фторидные материалы

Иконников Д.В., Кириченко Р.И., Муслимова А.В., Лисица В.А., Буйновский А.С. *28*
Способы анализа и разложения стеклокерамических проб

Корнелик А.С. *29*
Особенности электроснабжения железных дорог на постоянном и переменном токе

Кузьмин А.А., Макасеев Ю.Н., Житков С.А. *30*
Методы снижения эффекта образования усадочной раковины при кристаллизации слитков в условиях естественного охлаждения

Лазарев М. М., Молоков П. Б. *31*
Исследование экстракционных методов регенерации n,n-диметилацетамида из технологических растворов

Лисица В.А., Муслимова А.В., Буйновский А.С. *32*
Исследование гигроскопичности оксидов редкоземельных металлов

Мельникова Н.А., Шляхова Г.В. *33*
Получение и свойства сплава Э110 в ультрадисперсном состоянии

Мельникова Н.А., Немирович-Данченко М.М. *34*
Проблемы численного моделирования для кристаллических форм графита

Муслимова А.В., Рехтина Ю.К. *35*
Способы регенерации фторидов аммония

Огнева А.А. *36*
Перспективы развития и перехода на замкнутый топливный ядерный цикл

Осталкевич С.С., Буслаева П.А., Артемьев Г.Д., Ситанская А.В., Жаркова В.О., Болдырев К.А., Сафонов А.В. *37*
Иммобилизация урана в водоносных горизонтах вблизи шламохранилищ при очистке от NO_3^- и NH_4^+

Петренко А.Ю., Молоков П.Б. *38*
Расчет нестационарного состояния каскада экстракционного изотопного обогащения лития-7

Петренко Б.Ю., Селявский В.Ю. *39*
Исследование применения дезактивирующих пленок и их составов на оборудовании ХМП

Петровская А.С., Борисова В.Е., Ожерельев О.А. *40*
Получение изотактического полипропилена на титан содержащем катализаторе

Петровский Н.Е., Софронов В.Л., Ещев В.А. *41*
Карботермический метод синтеза смешанного нитридного уран-плутониевого топлива

Попова К.Е., Муслимова А.В., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Лисица В.А. *42*
Условия образования пирофосфата тория при переработке монацитов

Рыбалкин Е.Н., Федянин А.Л. *43*
Резервирование питания электроприемников по надежности электроснабжения

Селявский В.Ю., Петренко Б.Ю. *44*
Исследование метода соосаждения для разделения радионуклидов

Семенов С.С., Гузеев В.В., Циркунов П.Т., Зубарев Е.А., Калаев М.Е. . 45
О возможности создания ЗЯТЦ на основе газофторидных технологий

Ушаков А.О., Вахрушев Е.В., Ожерельев О.А. 46
Исследование процесса получения оксидов урана с применением СВЧ-нагрева

Федоров М.С., Лаптев С.К., Софронов В.Л., Ещев В.А. 47
Исследования процесса растворения смеси оксидов урана и плутония

Федоров М.С., Селявский В.Ю., Жиганов А.Н., Софронов В.Л. 48
Способ разделения урана и плутония из растворов, содержащих их смесь

Циркунов П.Т., Толмосова О.В., Голубева А.А., Гузеева Т.И. 49
Исследование процесса получения пентаоксида ванадия термическим разложением ванадатов аммония

Шайдуллин С.М., Козлов П.В., Ремизов М.Б. 50
Коррозионная стойкость огнеупорных материалов в расплавах боросиликатного стекла

Шерина А.А., Зеличенко Е.А. 51
Свойства защитных покрытий на титане

Шицко Е.Э., Софронов В.Л., Ещев В.А. 52
Получение снуп топлива

Шляжко Д.С., Двоеглазов К.Н., Софронов В.Л. 53
Перспективные варианты реэкстракции плутония применительно к задаче оптимизации технологии переработки ОЯТ РБН

***СЕКЦИЯ* Оборудование и автоматизация ядерно-химической технологии**

Антонов В.П, Коломин В.В. 55
Автоматизация процессов кожухотрубчатого теплообменника

Болтовская Н.А., Кропочев Е.В., Макасеев Ю.Н. 56
Проектирование барабанной вращающейся печи для получения диоксида урана

Боржигон Е.В., Федянин А.Л. 57
Применение программируемого логического контроллера Modicon Schneider Electric в системе управления пароперегревателем

Бочков В.Ю., Лохтина Л.Н. 58
Термопары в системах автоматизации объектов атомной энергетики

Брянский М.Н, Дружинин Р.И. Софронов В.Л. 59
Перспектива развития технологии производства смешанного нитридного уран-плутониевого топлива

Бугрина В.С., Щипков А.А. *60*
Математическая модель электроцентробежного скважинного насоса

Бугрина В.С., Лохтина Л.Н. *61*
Моделирование процесса остекловывания отходов переработки отработанного топлива

Вебер Д.А., Иванов К.А. *62*
Создание стенда программно-аппаратного моделирования с использованием среды математического моделирования «SimInTech» и аппаратных платформ ПЛК «ОВЕН» и «RASPBERRY PI»

Глаголев Н.А., Зарипова Л.Ф. *63*
Установка сернокислотного разложения плавикового шпата

Демешева Е.Г., Саяпин Д.А., Смертина А.А., Бояров А.А. *64*
Определение концентрации урана-235 в водных растворах

Догаев В.В.,Чухломин К.О. *65*
Установка улавливания оксидов азота

Дружинин Р.И., Брянский М.Н., Софронов В.Л., ... *66*
Получение смешанного нитридного уран-плутониевого топлива карботермическим методом

Дунаев Д.О., Федянин А.Л. *67*
Актуальность использования солнечного трекера на фотоэлектрическом модуле

Еремин Е.Е., Лохтина Л.Н. *68*
Использование гамма-спектрометрии для контроля технологических сред

Имагулов К.Н., Тогушаков С.А., Терентьева Н.Г., Маковский К.В. *69*
Проведение сравнительного анализа измерения примесей и макрокомпонентов методами ААС, АЭС и ИСП-МС

Кайров Е.Е. *70*
Метрологическое обеспечение производства на примере ФГУП «РАДОН»

Кокорев О.Н., Носков М.Д., Щипков А.А. *71*
Применение системы гидродинамического мониторинга для обеспечения экологической безопасности пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов

Кравцов А.С., Федянин А.Л. *72*
Обеспечение надежности электроснабжения потребителей первой категории

Кузнецова А.Н., Карташов Е.Ю. *73*
Очистка жидких радиоактивных отходов электрохимическим методом

Курганова Ю.А., Лохтина Л.Н. *74*
Применение экстракторов в процессах разделения

Малышев С.А., Лохтина Л.Н. *75*
Разработка автоматизированной системы измерений и обработки информации для энергетических объектов с использованием современных программно-аппаратных средств

Мамедов С.М., Ляпушкин С.В. *76*
Исследование автоматического электропривода шнекового питателя

Миндалев П.Ю., Кузнецова А.Н. *77*
Пиролиз в трубчатой печи

Морозов Е.О., Зарипова Л. Ф. *78*
Установка ректификации фтороводорода

Оглезнева Н.И., Кузнецова А.Н. *79*
Электрохимические методы очистки радиоактивно загрязненных отходов

Панфилова М.В., Зарипова Л.Ф. *80*
Усовершенствованная установка получения деминерализованной воды

Переверзев В.С., Симогаев Г.А. *81*
Обзор бесконтактных датчиков положения

Пилипенко А.М., Карташов Е.Ю. *82*
Разработка стенда гидрирования РЗМ

Попов Н.В. Федянин А.Л. *83*
Модернизация контура регулирования температуры в комплексе установок предварительного сброса воды

Сидорова А.А. *84*
Разработка и исследование модели электродегидратора установки подготовки нефти

Таюрский Д.Р., Карташов Е. Ю. *85*
Фторидная технология получения гексафторида урана в пламенном реакторе

Ткачук С.А., Русаков И.Ю. *86*
Установка переработки обедненного гексафторида урана

Флинта С.Д., Федянин А.Л. *87*
Выбор ПЛК для управления системой автоматического управления автоклава

Фролов М.Р., Федянин А.Л. *88*
Автоматизация системы распределения воды для инъекций

СЕКЦИЯ **Моделирование и информатизация технологий и объектов атомной отрасли**

Адонин Н.Р., Щипков А.А. *90*
Автоматизированная система управления стендом для испытания скважинных электроцентробежных насосов

Ахмедова А. Р., Шваб А.В. *91*
Моделирование тепломассообмена процесса получения гексафторида вольфрама в химическом аппарате

Верлинский М.В., Шинкевич Р.А., Орлов А.А. *92*
Оптимальные размеры вертикальных ребер в емкостях для десублимации UF_6

Генсеровский К.А., Брендаков В.Н. *93*
Моделирование процесса переноса тепловой энергии реактора БРЕСТ ОД - 300 на парогенератор

Гибадулина Т.А., Носков М.Д., Истомин А.Д. *94*
Разработка программного обеспечения для анализа эффективности производства

Гончарова Н.А., Гуцул М.В., Носков М.Д. *95*
Информационно-моделирующая экономическая система для повышения экономической эффективности работы эксплуатационных блоков способом СПВ

Горбачева В.Н., Шваб А.В. *96*
Моделирование аэродинамики и тепломассопереноса в химическом реакторе с вращающимся элементом

Журавлев А.А., Брендаков В.Н. *97*
Математическое моделирование процесса фторирования металлического вольфрама

Ким В.В., Брендаков В.Н. *98*
Математическое моделирование процесса термической диссоциации уранилнитратов

Кокорев О.Н., Кеслер А.Г., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А. *99*
Система информационного обеспечения управления пунктом глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов филиала «Северский» ФГУП «НО РАО»

Луцик И.О., Шаманин И.В., Аржанников А.В., Шмаков В.М., Каренгин А.Г., Модестов Д.Г., Приходько В.В., Беденко С.В., Кнышев В.В. *100*
Расчет функционалов нейтронного поля в гибридном реакторе, управляемом внешним D-T источником нейтронов: методика и результаты

Мелюшонок Н.С., Гуцул М.В., Носков М.Д., Сакирко Г.К. *101*
Применение технологии VR для представления и анализа данных при скважинном подземном выщелачивании урана

Мелюшонок Н.С., Истомин А.Д., Носков М.Д. *102*
Применение технологии дополненной реальности при разработке месторождений урана методом скважинного подземного выщелачивания

Никитин А.В., Носков М.Д., Сербин А.В. *103*
Использование искусственного интеллекта в атомной отрасли

Попова И.Г. *104*
Искусственный интеллект в отрасли – модный тренд или веление времени?

Попова К.Е., Гуцул М.В., Кеслер А.Г., Носков М.Д. *105*
Повышение равномерности отработки эксплуатационных блоков с помощью изменения дебитов технологических скважин

Правосуд С.С., Иванов К.А., Ярманова А.О. *106*
Создание комплекса лабораторных работ по курсу «управление ядерными энергетическими установками»

Правосуд С.С., Горбачев В.А., Горбачев П.А. *107*
Исследование устойчивости динамической модели реактора ВВЭР – 1200 по частотным характеристикам

Сербин А.В., Гуцул М.В., Носков М.Д., Щипков А.А. *108*
Применение искусственного интеллекта для прогнозирования состояния насосного оборудования полигона скважинного подземного выщелачивания урана

Сидорова А.А. *109*
Моделирование в пакете UNISIM DESIGN на примере установки подготовки нефти

Смирнов К.В., Фаустов Б.А., Фаустова И.Л. *110*
Метод оптического потока

Филонова А.А., Гуцул М.В., Кеслер А.Г., Носков М.Д. *111*
Влияние изменения дебитов закачных скважин на эффективность работы эксплуатационного блока при скважинном подземном выщелачивании урана

Шваб А.В., Астахов Д.С. *112*
Моделирование гидродинамики и тепломассопереноса в вертикальных и наклонных каналах сложной конфигурации

Шваб А.В., Гладченко Д.М. *113*
Моделирование взаимного влияния свободной и вынужденной конвекции на динамику бинарной смеси в химическом реакторе

Шваб А.В., Мусин. С.В. *114*
Исследование динамики и теплообмена при обтекании потоком тела, расположенного в канале

Шубин А.К., Брендаков В.Н. *115*
Численное исследование процесса восстановления гексафторида вольфрама водородом

Шубин А. К., Брендаков В. Н. *116*
Математическое моделирование процесса восстановления гексафторида вольфрама водородом

СЕКЦИЯ **Социальные и экономические проблемы инновационного развития атомной отрасли**

Болтовская Н.А., Кропочев Е.В., Воробьева Е.С. *118*
Основные направления инновационного развития атомной энергетики России

Боржигон Е.В., Белоконь Г.И., Флинта С.Д., Вотякова И.В. *119*
Авария на ФАЭС и экономические последствия для Японии

Власенкова О.В., Вотякова И.В., Воробьёв А.И., Луценко А.В. *121*
Моббинг в подростковой и молодежной среде

Вотякова М.О., Волчкова И.В. *122*
Влияние атомных городов на социально-экономическое развитие региона (на примере ЗАТО Северск)

Гаман Л.А. *123*
К вопросу о духовно-нравственной составляющей в технической цивилизации: на примере русской религиозно-философской мысли XX в.

Гаман П.И. *124*
Процессы цифровизации в атомной отрасли

Горина П.Р. *125*
Интернет как эффективное средство продвижения и продажи товаров на промышленных рынках

Гуммер Л.В., Ретунская Т.Н. *126*
Семья как институт гендерной социализации

Дягилев В.В., Мамедов С.М., Вотякова И.В. *127*
Актуальность ПАТЭС в атомной энергетике России

Исаакян А.Р. *128*
Особенности формирования корпоративной культуры на промышленных предприятиях

Катаев М.Ю., Лосева Н.В. *129*
Рекомендательные системы в задачах принятия решений

Кирсанова Е.С. *130*
О религии и исторической науке

Колотов И.Е., Тимофеева А.К., Филиппова Н.А. *131*
Новые бизнес-направления ТВЭЛ

Луценко А.В. *132*
Применение когнитивных технологий в образовании

Макаров И.В. *133*
Роль малого и среднего бизнеса в развитии промышленности Российской Федерации

Недоспасова О.П., Вотякова И.В. *134*
Социально-экономические аспекты старения: ракурс общества и пожилых

Огнева А.А., Гаман Л.А. *135*
Этнокультурные процессы в сибири: из истории русских сибиряков (XVII-XIX вв.)

Панфилова С.С., Ретунская Т.Н. *136*
Взаимоотношения в семье с позиции теории поколений X, Y, Z

Ретунская Т.Н. *137*
Развитие социальных навыков студентов в процессе обучения

Рожков Д.А., Гаман Л.А. *138*
Из истории атомной отрасли: авария на производственном объединении «МАЯК»: предпосылки, последствия, уроки

Семёнова Р.А., Маслич Е.А., Кирсанова Е.С. *139*
О благотворительной роли церкви в современном обществе на примере томского иоанно-предтеченского женского монастыря

Смирнова Т.Л., Верещагина К.Ю. *140*
Управление отношениями с заинтересованными сторонами в ядерной энергетике

Смирнова Т.Л., Скворцов К.Н. *141*
Гибкий подход в управлении проектами предприятий ядерной энергетики

Смирнова Т.Л., Шарова В.О. *142*
Формирование клиентоориентированного подхода предприятиями в ядерной энергетике РФ

Соколов Н.Н. *143*
Технологические последствия «третьего пути» в области социально-экономической политики США во второй половине XX в.

Фролов М.Р., Попов Н.В., Вотякова И.В. *144*
Атомный ледокольный флот России

Фурманова Д.В., Краковецкая И.В. *145*
Перспективы применения облачных технологий в современной промышленности

Шамраева А.О., Кирсанова Е.С. *146*
Виртуальная реальность и ее существование в истории науки

Якубов Я.О., Гаман Л.А. *147*
Пути взаимодействия власти и общества по вопросу переработки и захоронения радиоактивных отходов: к постановке проблемы

***СЕКЦИЯ* Тезисы на английском языке**

Adonin N.R., Shchipkov A.A. *149*
Automated control system of a test bench of well electric centrifugal pumps

Ageeva L.D., Gummer L.V., Muslimova A.V., Rekhtina Y.K., Hoholkina A.V., Shchipkova G.A. *150*
Determination of heavy metals by x-ray fluorescence in water samples

Aliev E.R., Kazantseva T.Yu. *151*
Coulometry Determination of Uranium and Plutonium

Andreeva, N.I., Kazantseva, T.Yu. *152*
The study of ultrasonic decontamination efficiency in the presence of shielding materials

Avdeev G.S., Kineva T.A. *153*
Generator and concentrated power system angular characteristics calculation

Bochkov, V.U., Lohtina, L.N. *154*
Thermocouples in automation systems of nuclear power units

Bychkov, N.A., Kazantseva, T.Yu. *155*
Development of technology and equipment for fractionation of am-cm using heavy diluten

Donyaeva E.S., Sofronov V.L., Tereschenko A.V. *156*
Study of vacuum drying for ion-exchange resins

Gordiets V.A., Kineva T.A. *157*
A country house power supply

Korobeynikov E.A., Sofronov V.L., Kazantseva T.Yu. *158*
Combined pyroelectrochemical and hydrometallurgical technologies of nitrite spent nuclear fuel processing

Kozlov Yu.K., Kazantseva, T.Yu. *159*
An optical transparency sensor. Development of an initial sensor, power unit

Kuzmin A.A., Makaseev Y.N. *160*
Obtaining scandium by electrical refining method in salt melt

Lavrov V.E., Sofronov V.L., Kartashov E.Yu. *161*
Production of uranium and plutonium nitride mixture by hydrogenating method

Lisitsa V.A., Kazantseva T.Yu., Muslimova A.V., Bujnovskij A.S. *162*
Research of hygroscopicity of rare earth metals oxides

Melyushonok N.S., Istomin A.D., Noskov M.D. *163*
Application of the augmented reality technology in developing uranium deposits by in situ leaching method

Mokhova S.S., Shchipkova G.A. *164*
Disposal of radioactive waste in used mining operations

Petrenko A.Y., Molokov P.B. *165*
Verification of cascade model starting mode of lithium isotope extraction enrichment

Petrovskiy N.E., Sofronof V.L., Eschev V.A. *166*
Carbothermal synthesis method mixed nitride uranium plutonium fuel

Petrovsky L.Yu., Kazantseva T.Yu. *167*
Combined technology for processing of mixed uranium plutonium spent nuclear fuel

Shamraeva A.O., Noskov M.D., Kazantseva T. Yu. *168*
Effect of filtration heterogeneity on the efficiency of uranium extraction by isl method

Shepelev M.B., Ivanov K.A., Shchipkova G.A. *169*
Comparison of pid regulator and neuroregulator

Sherina A.A., Zelichenko E.A. *170*
Water purification with natural sorbents

Shitsko E.E., Sofronov V.L. *171*
Obtaining mixed uranium-plutonium nitride (mupn) fuel

Strazhnik A.E., Kiskina M.A., Schipkova G.A. *172*
Problem of processing highly active waste accumulated for the last half century

Svetleyshiy A.D., Kazantseva T.Yu. *173*
Study of magnesium alloy casting technology

Sychev M.I., Adonin N.R., Shchipkov A.A., Kineva T.A. *174*
Simulation of operating modes of a submersible asynchronous motor as part of a centrifugal pump drive

Timofeeva, A.K., Kolotov, I.E. Filippova N.A. *175*
New tvel business areas

Zaharova E.A., Bogdanova S.A., Shchipkova G.A. *176*
Investigation of influence of background electrolyte composition on potentiometric determination of iodides

***СЕКЦИЯ* Атомный форсаж**

Белкин З.С., Дешина М.В., Бормотова Н.А., Богданова С.А., Новикова П.А. *178*
Методы контроля содержания фторид-ионов в различных объектах

Голынская Е.Ф., Ликонцева А.А., Мацур М.А., Правосуд С.С. *179*
Модель для исследования кинетики реактора

Грачев С.С., Байгулова А.А., Шиловская Е.С., Истомина Н.Ю. *180*
Расчет пероральной дозы, обусловленной продуктами, выращенными на дачном участке

Еферин Е.О.,Спиридонова Е.С.,Сусакин В.А., Храпов Н.С., Кириллов О.О. *181*
Интеллектуальный робот-манипулятор

Жарков К.П., Масленников А.Е., Боровиков В.О., Кабакова Г.В., Мельникова Н.А. *182*
Конструирование одноканальной системы автоматического полива

Калитай М.А., Мироченко А.А., Мироченко А.А., Палыш Я.И., Сусакин В.А., Вебер Д.А. *183*
Механический протез руки с мышечным управлением

Кикенина И.К., Соколов С.А., Богданова С.А., Бормотова Н.А. *184*
Ионометрический контроль содержания йодид-ионов в различных объектах

Мурашкин О.А., Медведев М.С., Истомина Н.Ю. *185*
Исследование дозовых нагрузок на человека, формируемых при употреблении продуктов питания, обработанных ионизирующим излучением

Палыш Я.И., Компанейцев Л.А., Карташов Е.Ю. *186*
Модуль мониторинга лесных пожаров

Спирин Д.А., Прозорович Д.В., Мисюра Т.К., Мельникова Н.А...... *187*
Компьютерное моделирование утилитарного наружного освещения проезжей части улично-дорожной сети

Шадрин С.М., Кабакова Г.В...... *188*
Портативная радиостанция

Секция
Материалы и технологии атомного энергопромышленного комплекса

Боянгина С.Н., Захарова Е.А., Богданова С.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ФОНОВОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НА ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЙОДИДОВ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: zvetoc@mail.ru

Потенциометрическое определение основано на непосредственном измерении потенциала индикаторного электрода (ИСЭ) и вычислении активности потенциалопределяющих ионов по уравнению Нернста [1]. Это удобный, простой и экспрессный метод, поскольку непосредственно на измерение тратится не более 1–2 мин. Продолжительность анализа определяется временем подготовки пробы.

Предварительно, пользуясь растворами с известной концентрацией и постоянной ионной силой, близкой к ионной силе анализируемого раствора, градуируют электрод, т. е. опытным путем определяют зависимость его потенциала от концентрации йодид-иона. Для стабилизации ионной силы в градуировочные и анализируемые растворы вводят поддерживающий (фоновый) электролит. Затем измеряют потенциал раствора с неизвестной концентрацией определяемого йодид-иона и по градуировочному графику находят его содержание [2].

Цель данной работы – исследовать возможность определения йодид-ионов методом прямой потенциометрии в водных растворах с добавкой различных фоновых электролитов.

Для установления рабочего диапазона ИСЭ нами использованы следующие растворы фоновых электролитов: нитрат калия, муравьиная кислота, фосфатный и пероксоборатный [3] буферные растворы (pH≈7). В качестве анализируемых растворов использован KI (10^{-7}-10^{-3} моль/дм^3) на фоне одного из указанных выше электролитов (0,1-1 моль/дм^3).

Установлено, что при измерениях микроконцентраций йодид-ионов во внепаспортном диапазоне с помощью йодид-селективного электрода в качестве фонового электролита необходимо использовать нитрат калия 0,01 моль/дм^3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новый справочник химика и технолога. Аналитическая химия. Ч.1. С.-Пб.: АНО НПО “Мир и семья”, 2002. – 964 с.;
2. Уильямс Дж. Определение анионов. Справочник. М.: Химия, 1982. 624 с.;
3. Бебешко Г.И. Патент РФ 2325658 С1. Дата публикации 27.05.2008. Бюл.№15.

Бродский В.М., Шляхова Г.В.

МИКРОСТРУКТУРА И ДЕФОРМАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ СМК ТИТАНА ВТ1-0, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail:lamansh@yandex.ru

Анализ исследований физико-механических свойств титановых сплавов, выполненных в течение последнего полувека, показывает, что резервы повышения комплекса свойств путем вариации химического состава легирующими добавками и изменения размеров зерна исходного материала традиционными методами практически исчерпаны. А в некоторых областях, например, таких как ядерная, легирование может быть недопустимо из-за ухудшения функциональных свойств и необходимости долговременных испытаний при введении в эксплуатацию нового материала. В то же время известно, что значительно повысить прочностные характеристики при одновременном росте функциональных свойств металла можно путем формирования в их объеме микро- и субмикрокристаллического состояния за счет интенсивной пластической деформации. В работе предпринято исследование деформационного поведения и локализации пластического течения на мезоскопическом уровне субмикрокристаллического титана ВТ1-0.

Анализ проведенных исследований показал, что способ осадки с трехкратным изменением оси деформирования в пресс-форме с последующей прокаткой позволяет реализовать в технически чистом титане ВТ1-0 ультрамелкозернистое состояние со средними размерами структурных элементов ≤ 0,16 мкм. Это состояние является термически стабильным и обеспечивает механические характеристики на уровне, соответствующем среднепрочным титановым сплавам. Процесс деформирования материала в ультрамелкозернистом состоянии при комнатной температуре на мезоскопическом уровне происходит путем формирования мезоплос-складок, ориентированных вдоль плоскостей действия максимальных сдвиговых напряжений. Характерный размер зеренно-субзеренной структуры материала в шейке разрушения существенно не меняется по сравнению с исходным, оставаясь ультрамелкозернистым, однако значительная часть элементов структуры оказывается вытянутой вдоль оси нагружения.

Брякунова В.В., Зеличенко Е.А.

ПОЛУЧЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКОГО ПИГМЕНТА НА ОСНОВЕ АПАТИТА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: VBryakunova@gmail.com

В связи с ростом выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, связанным со стремительным развитием промышленности, возникает необходимость разработки функциональных материалов с пониженной токсичностью. Пигменты, как известно, являются материалами, не подлежащими вторичной переработке. В то же время, мировой объем производства пигментов чрезвычайно велик. Вследствие этого, актуальной задачей является понижение токсичности подобных материалов. Особое внимание необходимо обратить на пигменты желто-оранжевой гаммы, в производстве которых в настоящее время используются токсичные соединения свинца и кадмия [1].

Относительно недавно было выявлено, что легированные медью кальциевые и стронциевые апатиты обладают интенсивной окраской, что позволяет использовать их в качестве неорганических пигментов [2].

Целью данной работы было получить пигмент на основе апатита и исследовать его свойства.

Пигмент был получен твердофазным синтезом. В качестве реагентов были использованы реактивы: $CaCO_3$, $(NH_4)_2HPO_4$, CuO.

Полученные образцы были проанализированы методом рентгенофазового анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Филатов. Реставрация настенной масляной живописи. М.: Изобразительное искусство. 1995. Гл.3.;
2. The Performance Materials Company / - FERRO, 2014. – [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.ferro.com (дата обращения (26.02.2020).

Буценко Е.С., Габбасов В.Р., Гузеева Т.И., Циркунов П.Т.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОРИСТЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: gabbasov.vlad@gmail.com

СВС-технология обладает целым рядом преимуществ, основными из которых являются: предельная простота применяемого оборудования, высокая производительность, отсутствие внешних источников энергии, безотходность и возможность изготовления крупных изделий [1]. Технология основана на сжигании исходных смесей реагентов (шихт) в специальных реакторах емкостью в среде инертного или реагирующего газа, а также в вакууме или на воздухе. Продукты горения могут быть получены в виде порошка или слитка определенной конфигурации [2]. Области применения материалов, полученных по технологии СВС широки: конструкционные материалы, фильтрующие элементы, носители для катализаторов, собственно катализаторы и т.д.

В технологии производства гексафторида урана актуальной проблемой является очистка парогазовых высоко-коррозионных смесей от пыли. Как правило, для этих целей используются металлокерамические фильтры из никеля, стоимость которых высока. Альтернативой данным фильтрам могут служить материалы на основе никелидов титана, алюминия, железа, меди и добавок, например, фторидов кальция и магния.

Для проведения экспериментов была использована стехиометрическая смесь порошка никеля и титана, которую тщательно перемешивали, прессовали в штабики диаметром 22 мм, вакуумировали и активировали добавками, поджигали угольным электродом, вольфрамовой спиралью. Фронт горения распространялся по штабику со скоростью 1–1,5 см/мин. После сгорания образовывался прочный пористый образец. Полученные образцы были исследованы микроскопическим и рентгенофазовым анализом.

ЛИТЕРАТУРА

1 Андреев Г.Г., Пермяков О.Е., Гузеева Т.И. Разработка технологии изготовления СВС-фильтров из интерметаллидов никеля и алюминия // Вестник науки Сибири. 2011. № 1;

2. Сычев А.Е., Мержанов А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез наноматериалов // Успехи химии. 2004. № 73 (2).

Гайдай И.В.[1], Дворянчиков А.В.[1], Степанов И.А.[1], Егорова Д.Е.[1], Шрайнер А.Э.[2], Софронов В.Л.[2], Алой А.С.[3], Абашкин А.Ю.[3]

АППАРАТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДОВ УРАНА

[1]Сибирский химический комбинат,
636039, г. Северск Томской обл., ул. Курчатова, 1,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
[3]Радиевый институт им. В.Г. Хлопина,
194021, Санкт-Петербург, 2-ой Муринский проспект, 28,
e-mail: gaydayiv@sxk.ru

В настоящее время термическая денитрация является перспективным методом производства оксидов урана. Данный способ представляет собой термическое разложение азотнокислых растворов (АЗКР) урана до UO_3.

В работе были рассмотрены следующие аппараты термической денитрации: реактор пламенного типа, плазмохимическая установка, денитратор кипящего слоя. Однако порошки, полученные с помощью данных установок, не удовлетворяют требуемым физико-механическим свойствам.

В связи с этим в данной работе была разработана конструкция тонкопленочного роторного денитратора (ТРД). Проведены испытания ТРД на АЗКР на лабораторном стенде. На основании полученных данных создана и смонтирована лабораторная установка термической денитрации на базе ТРД с узлами оплавления, дозирования и улавливания газовоздушной смеси (ГВС), образующейся в процессе реакции.

Сконструированная установка термической денитрации с основным аппаратом ТРД показала свою работоспособность. По результатам опытов был получен порошок триоксида урана, который соответствовал требуемому составу, пригодный для переработки в схеме сублиматного производства. Определены оптимальные параметры технологического режима работы ТРД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет о выполнении НИОКР «Научное сопровождение работ по испытанию ТРД с системой дозировки ПЛАВа и выгрузки триоксида урана» (заключительный). Инв. № 4235-И/А.С. Алой - Санкт-Петербург: АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина», 2017. - 33 с.

Головушкина Д.А., Зеличенко Е.А.

МИКРОДУГОВОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ ТИТАНА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: dary.golovushkina@mail.ru

Титан и сплавы на его основе по своим свойствам могут быть весьма привлекательны в различных отраслях промышленности – машино-, ракето- и судостроении, химической и атомной промышленности, вследствие того, что превосходят большинство конструкционных материалов своими физико-химическими характеристиками, такими как высокая удельная прочность и коррозионная стойкость.

Эксплуатация титановых изделий в различных отраслях может потребовать дополнительные свойства, не относящиеся к основному металлу. Вследствие этого поверхность титанового изделия оксидируют, чтобы добиться высокотемпературных титановых сплавов со специальной микроструктурой, упрочняющим и модифицирующим легированием и надежными защитными покрытиями.

Разработка технологий нанесения высокоэффективных и надежных покрытий для защиты и упрочнения является одной из актуальных задач науки и техники, так как это связано с ростом жесткости условий эксплуатации, агрессивности применяемых технологических сред и, соответственно, с повышением требований к конструкционным материалам.

Одним из эффективных методов получения неорганических композиционных оксидных слоев является метод микродугового оксидирования. За счет образования оксида изменяются теплозащитная и антикоррозионные способности, удельное электрическое сопротивление, напряжение пробоя, стойкость к тепловым ударам и т.д. В данной работе будет проведено микродуговое оксидирование титановых пластин в электролите состава H_2SO_4-H_3PO_4 при различной напряженности и времени процесса. Будет исследована поверхность до и после процесса оксидирования и выявлены оптимальные условия проведения процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности высокотемпературного окисления и микродугового оксидирования сплавов на основе ɣ-TiAl / Т.Г.Аванесян // Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» 2014 – 143с.

Грачев Е.К., Карташов Е.Ю.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АТОМАРНОГО ВОДОРОДА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: e.k.grachev@gmail.com

Химическая промышленность является большим потребителем водорода. Водород используется в колоссальных количествах в синтезе аммиака, для сжижения каменного угля, в восстановительной металлургии. В будущем, тяжелые изотопы водорода станут источником топлива термоядерных реакторов.

Перспективным применением водорода является гидрирование металлов. Гидриды металлов обладают уникальным свойством – высокой хрупкостью, что делает процесс гидрирования перспективным в таком технологическом переделе, как измельчение.

В промышленности этот метод известен как водородная декрипитация. Этот метод нашел применение в порошковой металлургии магнитных сплавов. Процесс измельчения сплавов Nd-Fe-B осуществляется путем дробления слитка магнитного сплава на куски размером 10-20 мм и обработки их водородом. При температуре процесса 300-350^{0}С происходит гидрирование межзёренной богатой неодимом фазы и ее деструкция. После гидрирования материал легко разрушается в порошок 1-3 мкм, так как зерна основной фазы Nd-Fe-B уже не связаны. К достоинствам метода относятся: высокая производительность и простота процесса, получаемые порошки стабильного качества, легко измельчаются, продолжительность измельчения незначительное, при этом отсутствуют окислительные процессы.

Водород существует в двух формах: в виде молекул и атомов. Атомарный водород рассматривается как вторая аллотропная модификация водорода. От молекулярного водорода, атомарный, отличается необычайной химической активностью, соответственно являясь более активным восстановителем. Он широко применяется в сварке тонких металлов.

Водородная декрипитация проводится молекулярным водородом. Если декрипитация будет проводиться атомарным водородом, уменьшается время протекания процесса гидрирования и снижается его температура, что делает этот процесс более экономически выгодным и применение его в промышленных масштабах позволит сократить себестоимость всего процесса. Авторами доклада будут подобно рассмотрены перспективы применения атомарного водорода.

Гуммер Л.В., Иванова И.И., Агеева Л.Д.

ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ (TI И FE) ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ МЕТОДОМ РФА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: lyubov.gummer@mail.ru

В настоящее время прослеживается тенденция к росту спроса на диоксид титана (ДОТ), так как он является важнейшим в мире белым пигментом. Традиционным применением этого пигмента является добавление его при изготовлении материалов лакокрасочной промышленности. ДОТ обладает уникальными свойствами такими как, разбеливающая способность, стойкость к УФ излучению, к высоким температурам и долговечность покрытий. Главным источником промышленного получения пигментного TiO_2 является ильменитовый концентрат, содержащий соединения титана с кислородом и железом [1].

Поэтому совершенствование процессов получения ДОТ из концентратов и соответственно увеличение производства этого продукта является актуальной задачей. Разработка новых технологий невозможна без аналитического контроля. При анализе сложных рудных объектов особенно эффективно применение методов, позволяющих одновременно определять большую группу элементов. Таким условиям удовлетворяет метод рентенофлуоресцентного анализа (РФА). Как правило, этот метод используют в качестве метода неразрушающего контроля. Данная работа посвящена исследованию взаимного влияния элементов (Ti и Fe), находящихся в анализируемой пробе, при их РФ определении [2].

В результате экспериментальной работы был проведен РФ методом качественный анализ порошков, состоящих из титана и железа в разных соотношениях. Установлена возможность одновременного определения железа и титана методом РФА в пигментном диоксиде титана без предварительного разделения их друг от друга. Это позволит впоследствии осуществлять аналитический контроль данных металлов на разных этапах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хазин Л.Г. Двуокись титана /Л.Г. Хазин. — 2-е изд. — Л.: Химия, 1970. — 176 с.;
2. Комиссаренков А.А. Рентгенофлуоресцентный метод анализа: методические указания к лабораторным работам /Комиссаренков А.А., Андреев С.Б. — С.-Пб.: ГОУВПОСПбГТУРП, 2008. — 36 с.

Доняева Е.С.[1,2], Софронов В.Л.[2], Терещенко А.В.[1,2]

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВАКУУМНОЙ СУШКИ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ

[1]Томский политехнический университет,
634050, г. Томск, проспект Ленина, 30,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: nwb@tpu.ru

В Томском политехническом университете на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т проведено исследование способа вакуумной сушки (глубокого обезвоживания) отработавших ионообменных смол (ОИС) с целью уменьшения объёма образующихся ОИС, направляемых на захоронение [1-3].

При этом были поставлены следующие задачи:

– определение оптимальных условий технологического процесса сушки для достижения требуемых значений массовой доли свободной влаги в конечном продукте.

– определение степени влияния условий сушки на физико-химические свойства (термическую и осмотическую стойкость) конечного продукта.

Проведена оценка технологической приемлемости данного способа по следующим показателям: соответствие требованиям нормативной документации, технико-экономическое сравнение с технологией цементирования.

В докладе будут представлены итоговые данные проведенных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савкин А. Е., Карлина О. К. Разработка технологии кондиционирования отработавших ионообменных смол // Радиоактивные отходы. — 2018. — № 1 (2). – С. 54 – 61;
2. Бабкин Д.Н., Прохоров Н.А., Сорокин В.Т., Демин А.В., Ирошников В.В. Технология переработки и хранения отработанных ионообменных смол для АЭС нового поколения // АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ, Т. 111, Вып. 4, Октябрь 2011. – С. 214 – 219;
3. Нестеров Ю.В. Иониты и ионообмен. Сорбционная технология при добыче урана и других металлов методом подземного выщелачивания - Москва, 2007. – 480 с., ил.

Зубарев Е.А, Воробьёв А.И., Гузеев В.В.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИОНОПРОВОДЯЩИЕ ФТОРИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: zubr.eg@mail.ru

Фториды металлов считаются привлекательными для различных применений из-за их особых термодинамических и ионопроводящих свойств. Для электрохимического накопления энергии их высокая энтальпия образования и их относительно высокая плотность делают фториды металлов интересными в качестве катодных материалов. Кроме того, быстро проводящие фторид-ионные материалы используются в твердотельных электрохимических устройствах, таких как твердотельные батареи, топливные элементы, датчики и электрохромные дисплеи. В датчиках фториды использовались для измерения различных физических и химических параметров. Недавно было показано, что фториды металлов также можно использовать как в качестве активных материалов, так и в качестве твердых электролитов в так называемых фторид-ионных батареях, которые основаны на обратимом анионном переходе [1].

В настоящее время известны ионопроводящие материалы на основе фторидов: (тетрафторостанат свинца) $PbSnF_4$, (дифторид свинца) PbF_2, (трифторид лантана) LaF_3. Их электропроводность оценивается в ~10 $Ом^{-1}см^{-1}$. Эта величина сравнима с электропроводностью угольного электрода. Перенос электричества в ионопроводящих материалах происходит за счет движения ионов фтора в кристаллической структуре материала.

Фторид-ионные батареи используют так называемые твердотельные ионные сверхпроводники. Подобные проводники имеют сильную температурную зависимость ионной проводимости, и при высоких температурах такие батареи имеют очень низкое внутреннее сопротивление [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. World Scientific Munnangi Anji Reddy, Maximilian Fichtner. Chapter 8: Fluoride-Ion Conductors. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789814651905_0008 (дата обращения (03.03.2020);

2. Международный научно-технический центр ISTC Solid State Fluoride Ion Composite Conductors for Solid State Batteries. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.istc.int/ru/project/1338C4B8CCF7748CC3256DC6003AD88A (дата обращения (03.03.2020).

Иконников Д.В., Кириченко Р.И., Муслимова А.В., Лисица В.А., Буйновский А.С.

СПОСОБЫ АНАЛИЗА И РАЗЛОЖЕНИЯ СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПРОБ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: denis.ikonnikov@outlook.com

Ситаллы – материалы, получающиеся при кристаллизации стекол, с равномерной тонкозернистой структурой. Они сочетают полезные свойства и кристаллов, и стёкол, и обладают рядом специфических свойств [1], определяющих обширность областей их применения. Основным фактором, влияющим на получение заданных свойств ситаллов, является подбор химического состава. Редкоземельные элементы (РЗЭ) могут быть введены в состав ситаллов в виде макро- и микрокомпонентов. Например, оксиды РЗЭ могут использоваться в ювелирных ситаллах для придания окраса (искусственные александрит и гелиолит содержат оксиды неодима и празеодима [2]), или в качестве катализаторов (La_2O_3) для образования центров кристаллизации в начале процесса кристаллизации стекла [3]. Химический анализ ситаллов осложнен их высокой прочностью, химической стойкостью и отсутствием стандартных образцов химического состава. Возможно применение метода рентгенофлуоресцентого анализа с построением градуировочных графиков на основании смесей оксидов элементов, но только при измельчении образцов до требуемой крупности. Эксперименты показали, что для ряда образцов ситаллов даже при использовании мельниц с шарами из карбида вольфрама происходит значительный намол WC в пробы, а требуемая степень измельчения (<40-76 мкм) не достигается. Альтернативой может стать разложение пробы, которое можно проводить методами фторирования или высокотемпературного спекания. В случае фторирования продукты реакции нерастворимы, поэтому ставится вопрос о переводе их в растворимую форму, для чего можно использовать отгонку HF в серной кислоте.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Шмаков, В. Паршин. Гибридно-пленочные интегральные микросхемы: выбор материалов и что необходимо учитывать при конструировании. Технологии в электронной промышленности, 2007, №2, 65;
2. Использование редкоземельных элементов для производства цветного стекла / С. Г. Ковчур, В. А. Федорова, А. П. Гайдук. - Минск: Высшая школа, 1982;
Павлушкин Н.М. Основы технологии ситаллов: Учеб. пособие для вызов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1979. – 360 с.

Корнелик А.С.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ НА ПОСТОЯННОМ И ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: alexey.kornelik@mail.ru

В работе рассмотрены особенности электроснабжения железных дорог. Представлены системы переменного и постоянного тока. Эти системы имеют свои преимущества и недостатки. Системы постоянного тока получили широкое распространение в ранний период электрификации из-за низкого удельного веса и высокого КПД электрооборудования, однако данные системы имеют большие токи оборудования, которые ограничивают возможную максимальную мощность локомотивов постоянного тока и количество их на участке.

В XX веке наиболее распространенными были именно системы постоянного тока и соответственно двигатели постоянного тока на электровозах, однако в последнее время, в связи с активным развитием полупроводниковой техники, предпочтение постепенно отдается двигателям переменного тока, например, асинхронным, так как характеристика такого двигателя, более подходящая для железнодорожного транспорта, а также данные двигатели более простые и экономичные, по сравнению с двигателями постоянного тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Moody, G T. "Part One". Southern Electric. — 3rd edition ed. — Лондон: Ian Allan Ltd., 1960 год;
2. Войнаровский П. Д.,. Электрические железные дороги // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907;
3. В.А. Раков. Опытный электровоз переменного тока ОР22-01 // Локомотивы отечественных железных дорог 1845-1955. — 2-е, переработанное и дополненное. — Москва: «Транспорт», 1995. — С. 426—429;
4. Локомотивный транспорт [электронный ресурс] Режим доступа: tst.nmu.org.ua/ua/Lokom_tran.doc;
5. Сидоров Н.И., Сидорова Н.Н..Как устроен и работает электровоз. – 5-е изд. перераб.и доп. – М.: Транспорт,1988 – 223с.;
6. Электрические машины и преобразователи подвижного состава; Учебник для студ. учреждений сред.проф.образования / А.В.Грищенко, В.В.Стреко-пытов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 320с.

Кузьмин А.А., Макасеев Ю.Н., Житков С.А.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ЭФФЕКТА ОБРАЗОВАНИЯ УСАДОЧНОЙ РАКОВИНЫ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СЛИТКОВ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: KuzminAAwork@yandex.ru

Проблема возникновения усадочной раковины при периодической отливке слитков остается актуальной. Для ее минимизации необходимо учитывать некоторые основные факторы: соотношение размеров слитка, скорость кристаллизации, теплопроводность кристаллизуемого материала и материала изложницы, а также ее толщина.

Большая толщина изложницы ускоряет процесс кристаллизации, вследствие чего увеличивается глубина раковины. Тонкая стенка обеспечивает более медленную кристаллизацию, но в то же время уменьшается глубина усадки.

В рамках данной работы предложены и смоделированы некоторые методы минимизации эффекта усадки: установка стержня в расплавленный материал, периодическая доливка материала по ходу кристаллизации, обогрев верхней части изложницы.

В качестве материала для моделирования был выбран парафин, который охлаждали в стеклянном стакане d = 70 мм. При естественном охлаждении раковина имела высоту 18 мм.

Быстрое, принудительное охлаждение приводит к ускоренной усадке материала и, как следствие, увеличению высоты раковины, а установка стержня в расплавленный материал и периодическая доливка материала по ходу кристаллизации – к неоднородности структуры полученного слитка и сложности автоматизации процесса.

Из предложенных методов самым оптимальным является обогрев верхней части изложницы. Это обусловлено тем, что при относительно небольших трудовых и энергетических и материальных затратах получается однородная структура слитка и минимальная высота усадочной раковины 8 мм, что сократило обрезь слитка в 2,25 раза.

Лазарев М. М., Молоков П. Б.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИОННЫХ МЕТОДОВ РЕГЕНЕРАЦИИ N,N-ДИМЕТИЛАЦЕТАМИДА ИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: mmlazarev2d@gmail.com

N,N-Диметилацетамид (ДМАА), как высокоэффективный апротонный растворитель, используется во многих отраслях промышленности, преимущественно для производства различных полимерных материалов. Данное вещество применяется в процессе изготовления высокопрочных термостойких синтетических арамидных волокон различных марок, а также пластмасс, пленок, лаков и красок. Также ДМАА является перспективным реагентом для многих областей технологии основного органического синтеза. Являясь ближайшим гомологом диметилформамида, ДМАА превосходит его по термической стабильности, обладает меньшей коррозионной активностью и токсичностью [1]. Отходы от производств, использующих ДМАА часто содержат вещества, ценные для атомной промышленности (такие как соли Na и Li), и в перспективе могут быть использованы в качестве источников данного сырья.

Известны различные способы регенерации диметилацетамида из технологических растворов, такие как адсорбция с последующей термической обработкой [2], экстракционные методы выделения, ректификационное разделение технологических растворов и другие. Экстракционные методы выделения ДМАА из водных растворов являются наиболее доступными для исследований и позволяют разработать методы для регенерации и последующего возврата вещества в технологический процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лакунин В. Ю. «Отработка качества диметилацетамида применительно к производству арамидных волокон» // Конструкции из композитных материалов 10.06.2015 [Электронный ресурс] Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=25609505/. (дата обращения (20.10.2019);
Патент РФ № 2007106501/15, 20.02.2007 «Способ очистки сточных вод, содержащих диметилацетамид» // Патент России № 2367623, 2009. / Ковалев Д. А., Ковалев А. С., Филимонов А. В.

Лисица В.А., Муслимова А.В., Буйновский А.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИГРОСКОПИЧНОСТИ ОКСИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: 43number@gmail.com

Оксиды редкоземельных металлов (РЗМ) являются одними из основных источников получения фторидов РЗМ. Поэтому при получении фторидов РЗМ, важным вопросом является вопрос хранения и подготовки сырья. Оксиды РЗМ являются весьма гигроскопичными, количество поглощённой влаги зависит от физико-механических характеристик порошка, продолжительности, условий хранения. При прямом контакте оксида неодима с водой в условиях, когда теплообмен с окружающей средой незначителен, происходит разогрев массы вследствие экзотермической реакции превращения оксидов в гидроксиды [1]:

$$Nd_2O_3 + 3H_2O = 2Nd(OH)_3 + 160{,}2кДж; (\Delta G = -116{,}5кДж)$$

Это возможно при транспортировке непросушенных оксидов РЗМ в герметичной таре в условиях перепада температур. Поэтому были проведены исследования гигроскопичности удаления влаги с двумя образцами оксидов неодима разных производителей.

Визуально образцы отличаются цветом порошка: первый образец, имеет бледно-розовый цвет, второй образец, светло-фиолетовый. Образцы имеют схожий гранулометрический состав (Analyzette 22 NanoTec Plus), основная фракция составляет 4-10 мкм. Был проведён эксперимент по выдержке образцов условиях 100% влажности в эксикаторе в течение месяца. Для исследования процесса удаления влаги из оксидов РЗМ был проведён ТГА-ДСК анализ (в атмосфере аргона). Газовую фазу определяли методом ИК-спектрометрии.

Таким образом, в результате изучения свойств исходного сырья для фторирования – оксидов неодима – показано, что они являются весьма гигроскопичными веществами. Часть влаги является адсорбционной, часть переходит в кристаллизационную или образует гидроксиды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рябчиков Д.И., Рябухин В.А., Аналитическая химия редкоземельных элементов и иттрия. - М.:Наука, 1966. - 382 с., ил.

Мельникова Н.А., Шляхова Г.В.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА СПЛАВА Э110 В УЛЬТРАДИСПЕРСНОМ СОСТОЯНИИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: natmeln100@mail.ru

Повышение конструктивной прочности и функциональных характеристик тепловыделяющих элементов связывается с использованием биметаллических оболочек с внутренним подслоем из циркониевого сплава Э110 в ультрадисперсном состоянии.

В настоящей работе представлены результаты исследования микроструктуры и механических свойств биоинертного сплава на основе циркония (Zr-1 мас. % Nb) в ультрамелкозернистом состоянии.

Ультрамелкозернистое состояние сплава было получено комбинированным методом интенсивной пластической деформации, который включал в себя многоцикловое abc-прессование при заданном температурном режиме, многоходовую прокатку в ручьевых валках при комнатной температуре и низкотемпературный дорекристаллизационный отжиг [1, 2]. Отжиг повышал пластичность сплава в ультрамелкозернистом состоянии без изменения размера зерна.

В результате двухэтапной интенсивной пластической деформации и отжига в сплавах сформирована ультрамелкозернистая структура со средним размером элементов зеренной-субзеренной структуры до 200 нм, которая обеспечила значительное повышение уровня механических свойств (предела прочности, предела текучести и микротвердости) сплава по сравнению с их исходным крупнозернистым или мелкокристаллическим состоянием.

Установлено, что разрушение материала протекает вязким образом. В то же время формирование ультрамелкозернистого состояния в сплавах не приводит к изменению модуля упругости при значительном увеличении пределов прочности и пластичности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерошенко А.Ю., Шаркеев Ю.П., Толмачев А.И. и др. Структура и свойства объемного ультрамелкозернистого титана полученного abc-прессованием и прокаткой // Перспективные материалы. – 2009. – Спец. выпуск. – № 7 – С. 107-112;
2. Danilov V.I., Shlyachova G.V., Zuev L.B., Orlova D.V. Manufacture of commercial-grade titanium: yieldability of material in submicrocrystalline state // Journal of International Scientific Publication: Materials, Methods & Technologies. – 2010. – Volume 4, Part 3. – P. 4-14.

Мельникова Н.А.[1], Немирович-Данченко М.М.[2]

ПРОБЛЕМЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ФОРМ ГРАФИТА

[1]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
[2]Томский университет систем управления и радиоэлектроники,
634050, г.Томск, пр.Ленина, 40,
e-mail: natmeln100@mail.ru

Среди современных материалов, активно используемых в последнее время в атомной энергетике, особое место занимает линейка модификаций углерода. В ней представлены как давно используемые и хорошо изученные макроскопические формы (например, терморасширенный графит), так и относительно новые для отрасли кристаллические формы: нанотрубки, фуллерены, астролены и т.п. Ключевой физической и технической особенностью строения таких материалов является то, что они показывают высокие значения механических и электрических параметров (например, у графена модуль Юнга может достигать значений в несколько единиц ТПа) и, в то же время, плотность тока автоэлектронной эмиссии может достигать значений 10 мА/см^2 [1].

Для материалов и задач, допускающих хорошее осреднение свойств по ансамблю частиц, могут применяться обычные методы численного моделирования. При переходе от масштабов сплошной среды к масштабам микромира возникают проблемы при выборе способов и методов теоретического моделирования. Здесь могут применяться модификации классических разностных методов для ограниченных областей (например, метод PLM [2]).

Авторами настоящей работы для исследования поведения сред на микроуровне особое внимание уделяется методам моделирования *ab initio* [3], использование которых позволяет получить теоретические результаты для конечной совокупности атомов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глухова О.Е., Терентьев О.А. Теоретическое изучение зависимостей модулей Юнга и кручения тонких однослойных углеродных нанотрубок типа zigzag и armchair от геометрических параметров // Физика твёрдого тела. – 2006. – Т. 48. – № 7. – С. 1329-1335;
2. Berenger J.-P. Three-dimentional perfectly matched layer for the absorption of electromagnetic waves // Journal of Computational Physics. – 1996. – 127. – P. 363-379;
3. Allen M.P., Tildesley D.J. Computer simulation of liquids. – Oxford: Clarendon Press. – 1987. – 385 p.

Муслимова А.В., Рехтина Ю.К.

СПОСОБЫ РЕГЕНЕРАЦИИ ФТОРИДОВ АММОНИЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: rekhtinajulia97@gmail.com

Последнее время большое внимание уделяется фтораммонийным технологиям переработки минерального сырья, где в качестве вскрывающих агентов используют гидродифторид, он же бифторид (БФА), либо фторид аммония. Преимуществом данных реагентов является возможность регенерации, что делает технологии экологически более безопасными и положительно сказывается на экономической части производства.

В работе [1] рассмотрен способ регенерации БФА во фтораммонийной технологии переработки ильменита. Процесс проводят следующим образом: раствор, полученный на стадии фильтрации гидротированного фторида аммония, упаривают в вакуумном кристаллизаторе до получения твердых кристаллов, полученный продукт – фторид аммония. Рекомендуемое давление данного процесса 400 мм рт.ст. [2], температура 70 °С. Фторид аммония пропускают через печь пирогидролиза, разогретую до 170 °С, в течение 100 минут, и направляют в холодильник на охлаждение. На выходе получают порошок БФА.

Регенерация фторида аммония подробно рассмотрена в работе [3] на примере процесса производства фторида бериллия. Реакционные газы (NH_4F, SiF_4), полученные при разложении шихты при 400 °С, пропускаются через камеру, в которой охлаждаются до 150 °С с одновременной подачей газообразного аммиака. Твердые составляющие поступают в мешалку, в которую также попадает газообразный аммиак. Кремнезем осаждается и отделяется от раствора в фильтре, а раствор фторида аммония концентрируется и превращается в кислый фторид аммония, который возвращается в испаритель.

ЛИТЕРАТУРА

3. Дьяченко А.Н. Пигменты диоксида титана / А.Н. Дьяченко, Р.И. Крайденко. – Москва, 2018. –142 с.
4. Раков, Э. Г. Фториды аммония: научное издание / Э. Г. Раков; науч. ред. Ю. А. Буслаев; ред. Н. К. Соковикова. - Москва: ВИНИТИ, 1988. – 155 с.: ил. – (Итоги науки и техники. Серия Неорганическая химия; т.15). – Библиогр.: 896 назв. - 0.00. Process tor the Production of Beryllium Fluoride. Patent N 385,235. Applit. Date: July 26, 1932; Complet. Acce.: Dec.22, 1932.

Огнева А.А.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПЕРЕХОДА НА ЗАМКНУТЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦИКЛ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: angelina.ogneva@mail.ru

В наше время все больше нарастает актуальность проблемы, возникающей из-за методов добычи ядерной энергии при увеличении количества АЭС. Вследствие этого природные запасы урана истощаются, что затрудняет увеличение объемов его добычи и количества открытого ядерного топлива [Кройш, 2006, с.5]. Выходом из этой ситуации могут послужить усовершенствованные реакторы на быстрых нейтронах и замыкание ядерного топливного цикла. Этой темой занимаются ведущие ученые Госкорпорации «Росатом», но тема до сих пор недостаточно изучена. Цель данной работы заключается в исследовании принципа действия замкнутого ядерного цикла, важности его внедрения в атомную промышленность будущего. Задачи определяются изучением принципа действия реактора на быстрых нейтронах [Уолтер, Рейнольдс, 1986, с.1-3]; сравнением количества вырабатываемой энергии в мире, в том числе и в России; прослеживанием стратегии по строительству атомных станций [Адамов, 2001, с.257-258]; выяснением коэффициентов воспроизводства нового топлива, выявлением плюсов и минусов замкнутого топливного ядерного цикла. Таким образом, развитие повторного изготовления ядерного топлива в замкнутом топливном цикле на быстрых нейтронах обеспечит глобальный прорыв в добыче атомной энергии. Переход на этот метод позволит эффективно использовать природный уран с наименьшими затратами на единицу мощности атомной электростанции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Кройш [и др.], Ядерный топливный цикл// ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ: МИФ И РЕАЛЬНОСТЬ, выпуск №3, ФЕВРАЛЬ 2006, с.45;
2. Уолтер А., Рейнольдс А., Реакторы-размножители на быстрых нейтронах, пер. с англ., М., 1986, с.85;
3. Адамов Е.О [и др.], Белая книга ядерной энергетики/М.: Изд-во ГУП НИКИЭТ, 2001, с.270.

Осталкевич С.С.[1], Буслаева П.А.[2], Артемьев Г.Д.[2], Ситанская А.В.[2], Жаркова В.О.[2], Болдырев К.А.[3], Сафонов А.В.[2]

ИММОБИЛИЗАЦИЯ УРАНА В ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТАХ ВБЛИЗИ ШЛАМОХРАНИЛИЩ ПРИ ОЧИСТКЕ ОТ NO_3^- И NH_4^+

[1]ФГУП «РАДОН», 141335, Сергиево-Посадский район, Московской обл., [2]ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН, 117342, г. Москва, ул. Обручева, 40 строение А,
[3]ИБРАЭ РАН, 115191, г. Москва, Большая Тульская ул., д. 52,
e-mail: ostalkevich@mail.ru

На предприятиях добычи и переработки урановых руд, а также после переработки РАО образуются высокосолевые азотно-сернокислые отходы с остаточным содержанием урана и ряда других металлов. Подобные отходы нейтрализуют раствором $Ca(OH)_2$ и перекачивают в хвостохранилища, в которых взвеси осаждаются на дне, а осветлённый раствор фильтруется сквозь днища и стенки хранилищ и смешивается с грунтовыми водами, приводя к их загрязнению.

Целью данной работы являлось изучение возможности биогенной очистки подземных вод, загрязненных уранил, нитрат, сульфат-ионами, а также ионами аммония за счет формирования урановой минеральной фазы в exsitu или insitu условиях.

В работе использованы пробы загрязнённых подземных вод, отобранные в районе АО «СХК» и АО «ЧМЗ» с высоким уровнем нитратного и аммонийного загрязнения. Основное внимание в данной работе уделялось роли минеральных добавок кальция и фосфора для стимулирования микробных процессов и осаждения урана в малорастворимых фосфатных и кальциевых формах. В серии лабораторных экспериментов установлено, что введение в загрязненную пластовую жидкость смеси глюкозы и ацетата приводит к резкой интенсификации микробных процессов, что сопровождается потреблением нитрат и сульфат-ионов, а также снижает значение eH в восстановительную область. Добавление кальция и фосфата приводило к интенсификации микробных процессов и быстрой иммобилизации урана в четырехвалентную малорастворимую форму. Компьютерное геохимическое моделирование процесса в программном коде PREEQC позволило предположить формы урана в осадке, преимущественно в виде кальциево-фосфатных форм отенита и урамфита. Проведен выбор стратегии очистки пластовых вод и установлено, что при insitu очитке происходит более полное удаление урана, чем в exsitu биофильтре. При этом, удаление аммония более полно происходит в окислительной части exsitu биофильтра.

Петренко А.Ю., Молоков П.Б.

РАСЧЕТ НЕСТАЦИОНАРНОГО СОСТОЯНИЯ КАСКАДА ЭКСТРАКЦИОННОГО ИЗОТОПНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЛИТИЯ-7

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: petrenkoAY@yandex.ru

Литий – относительно редкий элемент, рассеянный в коре Земли. Процессы его добычи и переработки являются дорогостоящими. Литий-7 − природный изотоп лития, широко применяющийся в атомной промышленности, из-за низкого сечения захвата тепловых нейтронов, равного 0,033 барн [1], но для этого необходимо достичь концентрации по тяжелому изотопу равную 99,995 %. На данный момент не существует единой технологии по обогащению изотопов лития.

Одним из способов обогащения является изотопный обмен, проходящий при экстракции краун-эфирами [2]. Перед запуском каскада, состоящего из разделительных элементов, концентрация изотопов смеси одинакова на всех ступенях каскада и в узлах обращения потоков, и равна их концентрации в исходном сырье. После запуска каскада начинает устанавливается профиль концентраций изотопов на каждой ступени разделения. Стационарное состояние характеризуется постоянными во времени концентрациями на каждой ступени устанавливается в течение определенного периода – временем накопления.

В данной работе рассмотрено состояние экстракционного каскада, в котором по всей длине происходит изотопный обмен, поскольку водная и органическая фаза подаются с равновесным содержанием лития. Вследствие сложности организации непрерывного узла обращения потоков, необходимы предварительные расчеты основных параметров нестационарного состояния каскада. В работе использовался итерационный метод приближения к равновесию фаз для расчета материальной составляющей и времени накопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плющев В.Е. Химия и технология редких и рассеянных элементов, ч. 1. / С.Б. Степина, П.И. Федоров; под. ред. К.А. Большакова – М.: «Высшая школа», 1976. – 368 с.;
2. Lithium Isotope Enrichment: Feasible Domestic Enrichment Alternatives / T. Ault [and etc.] – M.: Department of Nuclear Engineering University of California, 2012. – 49 c.

Петренко Б.Ю., Селявский В.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЗАКТИВИРУЮЩИХ ПЛЕНОК И ИХ СОСТАВОВ НА ОБОРУДОВАНИИ ХМП

АО «Сибирский химический комбинат»,
636039, г. Северск Томской обл., ул. Курчатова 1,
e-mail: shk@seversk.tomsknet.ru

В настоящее время срок эксплуатации объектов ядерного наследия подходит к завершающей стадии. На мировой арене в рамках развивающейся атомной отрасли важным фактором является разработка современных и эффективных методов дезактивации с последующим переводом оборудования и установок в ядерно безопасное состояние.

В данный момент основным направлением ХМЗ АО «СХК» является перевод завода в ядерно безопасное состояние, в рамках которого проводятся работы по дезактивации оборудования, зданий и помещений.

В качестве объекта исследования рассматривались помещение и оборудование ремонтной зоны (зоны с временным пребыванием обслуживающего персонала с максимальным уровнем загрязнения поверхностей) плутониевого производства. Контроль уровня загрязнения осуществлялся радиометром МКС-01Р методами прямого замера и сухого мазка.

Методика проведения пленочной дезактивации заключалась в следующем: на поверхность наносились разработанные полимерные композиции, изготовленные на основе поливинилового спирта, составы наносились в несколько слоев, композиции отличались по составу для улучшения прочностных характеристик образуемой пленки. Для нанесения на криволинейные и вертикальные поверхности использовалась разработанная матрица застывания. Для визуального определения дезактивируемой поверхности в состав добавлялся подкрашивающий индикатор. Пленка снималась с поверхности, поверхность замерялась на загрязнение, составлялась картограмма измерений, и выводился коэффициент дезактивации. Коэффициенты дезактивации составили от 20-130, после однократного применения, и до 400 при дезактивации в несколько этапов.

Разработанные составы позволили эффективно снять радиоактивное загрязнение (в том числе и неснимаемое), не уступив аналогичным методам дезактивации (химическая, пенная), и при этом не образовав большого объёма вторичных РАО.

Петровская А.С., Борисова В.Е., Ожерельев О.А.

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОТАКТИЧЕСКОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА НА ТИТАН СОДЕРЖАЩЕМ КАТАЛИЗАТОРЕ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: roks.16@mail.ru

В настоящее время множество «марок» полипропилена имеют высокий спрос у потребителя. Крупнейшие Российские производители начинают выпускать повышенное количество данной продукции с начала 2013 года. Одним из таких предприятий является ОАО «СИБУР Холдинг», который выпускает порядка 500 тыс. тонн в год с обширным ассортиментом продукта, вызывающего интерес своими технологическими особенностями.

Полимеризация полипропилена протекает в первичных реакторах смешения, которые работают параллельно между собой. Особую роль в технологии играют: растворитель, катализаторный комплекс и его донор. Для поддержания реакции необходимо подавать этилен и пропилен в заданном соотношении. Для регулирования молярной массы в реактор также поступает водород. Вся полученная суспензия транспортируется в дополимезатор, где в результате образуется 98% изотактический полипропилен. На последней стадии продукт дегазируется и из него удаляются каталитических включения, далее продукт перемещается в буферные емкости, из которых отбирается проба, для аналитической проверки всех необходимых физико-химических характеристик. В ходе выполнения практической части, особое внимание было уделено исследованию влияния расходов комплексов триэтилалюминия и титанмагневогокатализатора на производительность. Показано, что варьирование расходами и соотношениями ТЭА и ТМК приводит к снижению активности катализатора и уменьшению выхода целевого продукта.

Кроме того, в докладе рассмотрены несколько видов катализаторов, получения изотактического полипропилена, применяемых на ОАО «Сибур», а также особенности процесса образования суспензий в реакторах идеального смешения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эффективная практика глубокой переработки газового сырья в химическую продукцию на предприятиях ОАО «СИБУР Холдинг» и используемые технологические процессы \под ред. Э.А. Майера.- Томск: Издательский Дом Томского государственного университета,2014.-476с.

Петровский Н.Е., Софронов В.Л., Ещев В.А.

КАРБОТЕРМИЧЕСКИЙ МЕТОД СИНТЕЗА СМЕШАННОГО НИТРИДНОГО УРАН-ПЛУТОНИЕВОГО ТОПЛИВА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: spealko@gmail.com

На площадке АО «Сибирский химический комбинат» строится опытно-демонстрационный энергетический комплекс в составе энергоблока с реактором БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем и замыкающего ядерный топливный цикл пристанционного завода, который включает в себя модуль переработки облученного смешанного уран-плутониевого (нитридного) топлива, а также модуль фабрикации и рефабрикации для изготовления стартовых ТВЭЛов из привозных материалов, а впоследствии ТВЭЛов из переработанного облученного ядерного топлива.

Процесс карботермического синтеза является одним из этапов технологии фабрикации нитридного топлива, который заключается в последовательном синтезе из диоксидов урана и плутония их карбидов, а затем нитридов при температуре 1550–1650 ºС. Синтез проводят сначала в постоянном потоке азота, а затем в потоке смеси азота и водорода.

Использование в реакторах мононитридного смешанного уран-плутониевого топлива (степень выгорания топлива возрастает) позволяет повысить энергетическую эффективность за счет повышенной плотности нитридного топлива (14,3 г/см^3) по сравнению с диоксидом (10,9 г/см^3) и карбидом (13,6 г/см^3). При этом нитридное топливо обладает теплопроводностью в 6 раз превышающей теплопроводность оксидного топлива, и имеет приемлемую температуру плавления.

В докладе будет рассмотрено: внедрение новой технологии производства топлива, который предполагает анализ технологических процессов и выбор оптимальных режимов их проведения, проектирование и создание аппаратов, а также синтез алгоритмов управления.

Попова К.Е., Муслимова А.В., Софронов В.Л.,
Буйновский А.С., Лисица В.А.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПИРОФОСФАТА ТОРИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МОНАЦИТОВ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: ksenya.ksenia.popova@mail.ru

Редкоземельные элементы (РЗЭ) являются неотъемлемой частью технического прогресса и применение в атомной отрасли, лазерной технологии, электронно-вычислительно-технике и других областях. Источником РЗЭ являются природные руды и концентраты, в том числе, монацитовые. При переработке монацита особую сложность представляет отделение РЗЭ от радиоактивных примесей (тория).

В данном докладе будут рассмотрены способы отделения соединений тория в виде малорастворимых фосфатов и пирофосфатов. Сложность заключается в соблюдении условий, влияющих на степень разделения РЗЭ и тория и форму соединений тория. При переработке сульфатных растворов выщелачивания монацита по методу ступенчатой нейтрализации для выделения тория в виде гидратированного пирофосфата необходимо:

1) достаточно сильно разбавлять растворы как для достижения высокой степени выщелачивания сульфатов РЗЭ и тория, так и для относительного снижения кислотности получаемых растворов;

2) проводить дальнейшее снижение pH до 1,0-1,2 при добавлении аммиака [1-2], NaOH, MgO [3] и т.д. при нагревании больших объемов растворов, так как иначе в осадок будут выпадать кислые фосфаты тория, увлекая с собой достаточно большую часть РЗЭ;

3) учитывать, что в присутствии балластных примесей из-за возможности образования аморфных осадков с хорошо развитой поверхностью pH начала осаждения РЗЭ может измениться, в результате чего не удастся обеспечить достаточную полноту разделения.

В этой связи интерес представляют способы, переработки, обеспечивающие отделение тория от РЗЭ на стадии вскрытия концентратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vijayalakshmi R. et al. Hydrometallurgy. 2001. V. 61. P. 75-80;
2. Xue B. et al. Trans. of Nonfer. Metals Society of China. 2011. T. 21. №. 10. C. 2306-2310;
3. Zellmann R., Muller R. Patent U.S. № 2099325. Publ. date 16.11.1938.

Рыбалкин Е.Н., Федянин А.Л.

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ ПО НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: avioforse@gmail.com

Категории электроприемников по надежности электроснабжения определяются в процессе проектирования системы электроснабжения на основании нормативной документации, а также технологической части проекта.

Из состава электроприемников первой категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров. К таким электроприемникам можно отнести, например, охлаждающие установки, аппараты жизнеобеспечения людей в больнице и т.д.

Для реализации системы резервного электроснабжения необходимо осуществить анализ технологического цикла работы потребителя, время его возможного нахождения без питания, а также последствия, к которым может привести не своевременный ввод резервного питания для потребителя данной группы.

Иногда такое резервирование целесообразней применять не на подстанциях, а непосредственно в цехах, где имеются потребители 1-й категории. Питания к таким цехам подходит от разных подстанций (или от разных секций подстанции), а для переключений используют простейшие средства автоматики. Распределение нагрузок производится по категориям электроприемников, а не по цехам, что позволяет уменьшить расходы на резервирование источников питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.;
2. Справочник энергетика промышленных предприятий. В.А. Гольстрем, А.С. Иваненко. – Киев.: «Техника», 1985. – 464 с.;
3. Б.Н. Неклепаев. Электрическая часть электростанций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 640 с.

Селявский В.Ю., Петренко Б.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА СООСАЖДЕНИЯ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ

АО «Сибирский химический комбинат»,
636039, г. Северск Томской обл., ул. Курчатова 1,
e-mail: shk@seversk.tomsknet.ru

Проблемы переработки радиоактивных отходов, содержащих долгоживущие радиоактивные элементы, обусловлены усилением международных требований к безопасности обращения с радиоактивными элементами, а именно необходимость переработки, разделения и минимизации объемов радиоактивных элементов с переводом радионуклидов в состояние, которое предотвращает миграцию в окружающую среду. Экстракционные и ионообменные методы - одни из наиболее привлекательных, но эти процессы требуют сложного и дорогостоящего оборудования. Главные трудности при концентрировании и разделении радионуклидов связаны с их низкой концентрацией по отношению к присутствующим в растворах примесям. Поэтому селективное разделение из растворов с высокой активностью, имеющих сложный химический и радиохимический состав, этими методами достаточно проблематично. В связи с этим использование методов соосаждения с носителями наиболее приемлемы для адаптации в действующих производствах. Различают следующие типы коллекторов для соосаждения: неорганические, органические и смешанные. К неорганическим относятся - гидроксиды, фториды, фосфаты металлов и другие труднорастворимые соединения, получаемые осадки медленно коагулируют, требуют выдержки, обрабатываемый раствор не должен содержать примесей, препятствующих проведению процесса. Органические - солевые, синтетические или природные материалы, способны избирательно извлекать элементы из их чрезвычайно разбавленных растворов. Смешанные соосадители (оксалаты металлов, соли различных органических кислот) являются эффективными коллекторами, для выделения и разделения радионуклидов. В качестве соосадителя в процессе соосаждения предлагается использовать оксалат кальция, поскольку он наименее растворимый из оксалатов щелочноземельных металлов, позволяет количественно очищать раствор от радионуклидов, захватывая их в осадок и оставляя сопутствующие примеси в растворе, а хорошая растворимость осадка оксалата кальция в кислоте позволяет проводить процесс соосаждения, многократно концентрируя на нём радионуклиды из раствора.

Семенов С.С., Гузеев В.В., Циркунов П.Т., Зубарев Е.А., Калаев М.Е.

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЗЯТЦ НА ОСНОВЕ ГАЗОФТОРИДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: svinks13@gmail.com

В настоящее время рассматривается несколько путей создания технологии закрытого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) для реакторов на быстрых нейтронах.

Для фабрикации топлива наиболее проработана карботермическая технология синтеза плотного нитридного топлива (СНУП-топлива). Предполагается, что эта технология будет работать в связке с комбинированной или гидрометаллургической технологией переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Альтернативное направление – фабрикация СНУП-топлива за счёт прямого синтеза из металлической лигатуры урана и плутония и последующей пирохимической технологии переработки ОЯТ.

Кроме этих путей, возможно создание газофторидной технологии переработки ОЯТ. Подобную технологию для тепловых реакторов разрабатывала ОАО «ВНИИХТ».

Суть технологии: ОЯТ проходит операцию волоксидации, затем фторируется фтористым водородом, после элементарным фтором. За счёт разной температуры десублимации, образующихся фторидов, происходит отделение U, Pu, Am, Np от редкоземельных элементов и других дочерних элементов. Далее летучие фториды U, Pu, Np, Am подвергаются пирогидролизу с получением оксидов, пригодных для создания МОКС-топлива или использования в карботермическом синтезе нитридов. Возможно также плазмохимическая переработка летучих фторидов актинидов с получением мелкодисперсного порошка нитридов. Данный порошок помещается в печь обесфторивания, после направляется на фабрикацию топлива.

В обоих вариантах переработки фторидов в качестве побочного продукта выделяется фтористый водород, который направляется в модуль переработки на фторирование ОЯТ. Часть фтористого водорода используется для получения фтора. Количество фтора будет постепенно уменьшаться в производственном цикле. Однако для корректировки изотопного состава рефабрицированного топлива предполагается добавлять обеднённый уран. Для этой цели при газофторидной технологии идеально подходит отвальный гексафторид урана (ОГФУ). Тем самым частично решается проблема утилизации ОГФУ и восполнение фтора в производственном цикле.

Ушаков А.О., Вахрушев Е.В., Ожерельев О.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДОВ УРАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЧ-НАГРЕВА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: su96.su96.su96@mail.ru

В настоящее время ведутся активные работы по преодолению естественных ограничений в замыкании ядерного топливного цикла (ЯТЦ). В связи с этим, одним из перспективных направлений можно считать разработку технологий по внедрению в замкнутый топливный цикл отработанного ядерного топлива.

Применение СВЧ-нагрева относится к тем методам, которые способны решить данную проблему. Для подтверждения эффективности и его реализуемости в технологии ЯТЦ была разработана специальная лабораторная установка малой мощности, в которой проводилось несколько различных опытов, в том числе рассматривались процессы СВЧ-денитрации $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ и восстановления образующихся после данной денитрации оксидов UO_3 и U_3O_8 (ЗОУ) до UO_2.

В рамках этих исследований было подтверждено, что процесс СВЧ-денитрации в отличие от классических методов термоденитрации, протекающих по цепочке $UO_2(NO_3)_2{\cdot}6H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2{\cdot}3H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2{\cdot}2H_2O$, происходит по следующей схеме: $UO_2(NO_3)_2{\cdot}6H_2O \rightarrow UO_2(OH)NO_3 \rightarrow UO_3$ [1].

Одновременно с этим была также подтверждена возможность последовательного проведения процесса восстановления образующегося после СВЧ-денитрации UO_3 по следующим схемам: $UO_3 + H_2 \rightarrow UO_2 + H_2O$; $U_3O_8 + 2H_2 \rightarrow 3UO_2 + 2H_2O$.

Проведенные исследования и их результаты позволяют утверждать, что применение СВЧ-нагрева в технологии замкнутого ЯТЦ имеет большой потенциал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулюхин С.А., Каменская А.Н. Механизм разложения смеси $UO_2(NO_3)_2{\cdot}6H_2O$ под действием микроволнового излучения. Часть 2 // Радиохимия. — 2009. — Т. 51, № 5.;
2. Ванецев А.С. Микроволновый синтез простых и сложных металлооксидов из солевых прекурсоров // Диссертация на соискание ученой степени. Москва 2004.;
3. Пат. 2603359 Российская федерация, МПК G21F 9/00. Способ получения оксидов урана / Куляко Ю.М., Винокуров С.Е., Двоеглазов К.Н. и др.; заявл. 26.11.15; опубл. 27.11.16, Бюл. №33. – 9 с.;
4. Bykov Yu.V., Rybakov K.I., Semenov V.E. High-temperature microwave processing of materials // J. Phys. D: Appl. Phys. V. 34. 2001.

Федоров М.С., Лаптев С.К., Софронов В.Л., Ещев В.А.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ СМЕСИ ОКСИДОВ УРАНА И ПЛУТОНИЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: psihiatrist@mail.ru

Переработка отработавшего ядерного топлива является важной частью для замкнутого ядерного топливного цикла. Этот процесс обеспечивает извлечение ценных компонентов как уран, плутоний и радиоактивные изотопы.

При производстве смешанного нитридного топлива образуется и накапливается значительное количество скрапа в виде смеси соединений урана и плутония различного химического состава и концентрации, который из-за сложного химического состава невозможно направить на повторную обработку. Под термином «скрап» следует понимать спеченные таблетки нитридов урана и плутония, не соответствующие требованиям технических условий как по химическому составу по основным компонентам и/или примесям, так и по геометрическим параметрам, а также имеющие значительное количество механических дефектов на поверхности таблеток.

В работе приведены результаты исследований, направленных на определение оптимальных условий процесса растворения смесей оксидов урана и плутония полученных после окисления отходов нитридного топлива в виде скрапа в азотной кислоте. При этом рассматривали такие параметры процесса как концентрация азотной кислоты, температура, время протекания, а также добавление реагентов, содержащих фтор-ион.

К процессу растворения уран-плутониевых предъявляются следующие требования:

– полнота растворения смеси соединений урана и плутония;

– минимальный объем образующихся в процессе растворения разбавленных растворов;

– процесс должен быть ядерно-безопасным;

– полученные растворы должны быть устойчивы во времени, то есть в них не должны происходить химические процессы, приводящие к выпадению в осадок ценных компонентов;

В докладе будет представлены результаты исследований процесса растворения смесей оксидов урана и плутония.

Федоров М.С.[1,2], Селявский В.Ю.[1], Жиганов А.Н.[2], Софронов В.Л.[2]

СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ УРАНА И ПЛУТОНИЯ ИЗ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ИХ СМЕСЬ

[1]АО «СХК», г. Северск Томской обл., ул. Курчатова, 1,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: maxwin1@list.ru

В результате растворения в азотной кислоте скрапа в виде смеси соединений урана и плутония, образующегося при производстве смешанного уран-плутониевого нитридного топлива, образуется азотнокислый раствор, содержащий уран и плутоний.

Для выделения плутония из данного раствора выбран метод осаждения, достоинствами которого являются хорошее извлечение плутония из растворов в форме, пригодной для последующей работы, а также простота аппаратурно-технологического оформления процесса. К недостаткам можно отнести большое число периодических операций и сравнительно низкие выходы плутония, и малую производительность процесса [1].

После растворения определены концентрация плутония в растворе и кислотность раствора. Проанализированы литературные источники и определено, что оптимальная кислотность раствора для осаждения должна находиться на уровне 2,0 - 3,0 моль/л [1]. Необходимую кислотность раствора получена разбавлением азотнокислого раствора дистиллированной водой. В качестве осадителя использованы щавелевая кислота и аммоний щавелевокислый. Навеска осадителя рассчитана по стехиометрии реакции. Проведены исследования по влиянию избытка/недостатка осадителя, влияние температуры раствора на степень выделения плутония из раствора. После осаждения проведена фильтрация раствора и промывка осадка. В качестве промывных растворов изучено влияние азотной кислоты, смеси азотной и щавелевой кислот, а также дистиллированной воды.

После серии опытов получены оптимальные параметры процесса осаждения – осадитель, температура раствора при осаждении, влияние исходной кислотности раствора, тип промывного раствора. Применяя полученные параметры, можно добиться значительного выделения плутония из раствора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Химия актиноидов: В 3-х т. Т. 2: Пер. с англ./Под ред. Дж. Каца, Г. Сиборга, Л. Морсса – М.: Мир, 1997. – 664 с., ил.

Циркунов П.Т., Толмосова О.В., Голубева А.А., Гузеева Т.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНТАОКСИДА ВАНАДИЯ ТЕРМИЧЕСКИМ РАЗЛОЖЕНИЕМ ВАНАДАТОВ АММОНИЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: olubevanastasia@mail.ru

Ванадий (V) – является одним из самых уникальных элементов, который широко применяется для легирования сталей, чугунов, полупроводниковых материалов. На его основе созданы материалы, используемые для самолето- и ракетостроения и в ядерной технике. Он относится к классу тугоплавких – $t_{пл.}$ = 1887 °C, $t_{кип.}$ = 3377 °C., обладает хорошей прочностью и пластичностью. Получение ванадия, его лигатур на основе феррованадия и многих других соединений связано с синтезом V_2O_5.

Пентаоксид ванадия широко используется в качестве катализатора в химической промышленности, поскольку обладает хорошей устойчивостью к каталитическим ядам, относительной дешевизной, в сравнении с катализаторами на основе платины [1, 2]. Благодаря высокой окислительной способности V_2O_5 может быть использован в качестве активатора процесса СВС – самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Одним из способов синтеза V_2O_5 является термическое разложение ванадата аммония (V), однако в литературе температура термического разложения его указана в широком диапазоне, поэтому необходимо получить более точные сведения о температурах разложения NH_4VO_3 и свойствах порошков V_2O_5, которые при этом образуются. Термическое разложение NH_4VO_3 было исследовано методом ДТА.

Полученные образцы были исследованы электронно-микроскопическим и рентгенофазовым анализом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия. Химия металлов. — М.: Мир, 1972. — Т. 2. — 871 с.;
2. Химия и технология редких и рассеянных элементов, ч.3. Под ред. К.А. Большакова. Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1976. - 320 с.

Шайдуллин С.М.[1,2], Козлов П.В.[1,3], Ремизов М.Б.[1]

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РАСПЛАВАХ БОРОСИЛИКАТНОГО СТЕКЛА

[1]ФГУП «Производственное объединение «Маяк»,
456784, г. Озерск, Челябинской обл., пр. Ленина, 3,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
[3]Озерский технологический институт НИЯУ МИФИ,
456783, г. Озерск, Челябинская обл., пр. Победы, 48,
e-mail: cpl@po-mayak.ru

Тенденция использования стекла в качестве матрицы, включающей в себя продукты деления и актиноиды, сформировалась к началу 80-х годов прошлого века и до сих пор усилия многих ученых направлены на совершенствование этого метода.

Ориентировочно в 2026 г. на ФГУП «ПО «Маяк» должен быть запущен новый комплекс остекловывания, универсальный по составу отверждаемых ЖРО. Срок службы печей, как правило, лимитируется разрушением (часто аварийным) ограниченного числа конструктивных элементов варочного бассейна и газового пространства в зонах варки и максимальных температур [1].

Цель настоящей работы состояла в поиске наиболее устойчивых в расплавах боросиликатных стекол огнеупорных керамических материалов отечественного производства для изготовления систем перемешивания стекломассы. Для этого были проведены испытания образцов ряда современных материалов со стеклообразующим составам, включающим высокое содержание коррозионно-активных компонентов, а также осуществлено сравнение испытанных образцов по показателям коррозионной стойкости и сделан предварительный выбор огнеупоров с наилучшими показателями.

По итогам проведенной работы можно сделать вывод, что наибольшую коррозионную устойчивость в статических испытаниях проявил корундовый огнеупор с содержанием оксида алюминия не менее 95 %, что позволяет рассматривать его в качестве перспективного для изготовления элементов перемешивающих устройств для печей остекловывания ВАО на боросиликатном стекле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Токарев В.Д., Игнатьев С.С., Попов О.Н. Анализ службы огнеупорных материалов в ванных стекловаренных печах // Стекло и керамика. — 2006. — № 5. — С. 19-22.

Шерина А.А., Зеличенко Е.А.

СВОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТИТАНЕ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: anastasiya.sherina@gmail.com

В настоящее время большое внимание уделяется поверхностному модифицированию сплавов. Значительный интерес вызывают технологии, позволяющие получать твердую износостойкую оксидную керамику с хорошей адгезией. К их числу относится метод микродугового оксидирования (МДО), который является одним из эффективных и интенсивно развивающихся методов модификации поверхности металлов [1].

Метод МДО был разработан и широко используется для нанесения защитных упрочняющих покрытий на титане, алюминии, цирконии и т.д. В то же время, МДО показал себя эффективным для формирования биопокрытий на поверхности титана.

Сущность МДО заключается в том, что под действием высокого напряжения, прикладываемого между находящейся в электролите деталью и электродом, на поверхности детали возникают мигрирующие точечные микродуговые разряды, под термическим, плазмохимическим и гидродинамическим воздействием которых поверхностный слой детали перерабатывается в керамическое покрытие, прочно сцепленное с основой [2].

Существенными преимуществами метода МДО являются: простота технологического оборудования, применение экологически чистых, неагрессивных электролитов, возможность нанесения покрытий на сложнопрофильные изделия,отсутствие предварительной подготовки поверхности в начале технологической цепочки.

В данной работе было проведено изучение влияния микродугового оксидирования на коррозионную стойкость титана и сплавов на его основе, применяемых в медицине.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.И. Иголкин Титан в медицине // Титан. – 1993. – N 1. – С. 86-90;
2. Суминов И. В. Микродуговое Оксидирование (обзор): учебное пособие / И. В. Суминов, А. В. Эпельфельд, Б. Л. Крит. Москва : РГТУ «МАТИ», 2001. 38 с.;
3. Погребняк, А.Д. Электролитно-плазменная технология для нанесения покрытий и обработки металлов и сплавов / А.Д. Погребняк, А.Ш. Коверина, М.К. Кылышканов // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2014. – Т. 50. - № 1. – С. 72 - 88.

Шицко Е.Э., Софронов В.Л., Ещев В.А.

ПОЛУЧЕНИЕ СНУП ТОПЛИВА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: zhenkeeeee@mail.ru

Одним из ключевых и самых продвинутых на сегодня элементов проекта "Прорыв" является разработка смешанного уран-плутониевого нитридного топлива (СНУП). Это аналог МОКС-топлива, только вместо оксида урана используется нитрид. У этого топлива есть определенные плюсы, однако почти полностью отсутствует опыт применения в реакторах. Из плюсов же стоит отметить большие концентрации атомов урана/плутония в нитридах, более высокую теплопроводность в нитридах и больший коэффициент воспроизводства плутония в нитридах. Бонусом еще то, что нитрид не плавает в свинце, в отличии от оксидов - важно при тяжелых авариях. Минусом же СНУП является, кроме неотработанности, пирофорность (самовоспламеняется на воздухе и в воде), плохая технологичность в производстве топлива и его переработке и большее распухания топлива под воздействием радиации [1, 2].

В рамках "Прорыва" есть большая программа (КПРЭО) по "прожигу" твэлов разной конструкции, с оболочками из разной стали, с таблетками СНУП, изготовленными с разными технологическими параметрами. В рамках КПРЭО исследуются как разбираемые сборки с отдельными СНУП твэлами (КЭТВС), так и полноценные ТВС со всеми твэлами (ЭТВС). Обычный процесс исследования заключается в изготовлении ТВС с нужными параметрами, установке в реактор, а потом - при нужном выгорании (от 4 до 8% атомов тяжелых металлов), после выдержки – после реакторных исследований.

Топливные таблетки СНУП получают путем обжига смеси оксидов урана и плутония с сажей в атмосфере азота при температуре 1600^0С. Затем получившуюся керамику размалывают, прессуют в таблетки и еще раз обжигают для гомогенности.

ЛИТЕРАТУРА

1.Программа комплексного социально-экономического развития г. Обнинска как наукограда Российской Федерации на 2013-2017 годы и на период до 2020 года [Электронный ресурс] Режим доступа:https://base.garant.ru/15941710/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/ (дата обращения (24.02.2019);
2.Весть-News [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.vest-news.ru/news/98636 (дата обращения (24.02.2019).

Шляжко Д.С.[1], Двоеглазов К.Н.[2], Софронов В.Л.[3]

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ РЕЭКСТРАКЦИИ ПЛУТОНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ РБН

[1]Сибирский химический комбинат,
636039, г. Северск Томской обл., ул. Курчатова, 1,
[3]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
[2]ЧУ «ИТЦП «ПРОРЫВ»,
107140, г Москва, ул. Красносельская М., 2/8,
e-mail: titan87@sibmail.com

В настоящее время все заводы по регенерации облученного ядерного топлива используют процесс PUREX (Plutonium Uranium Refining by Extraction) для извлечения урана, плутония и нептуния, присутствующих в этом топливе.

В качестве восстановителя плутония в PUREX процессе используют сульфамат двухвалентного железа или четырёхвалентный уран.

Недостатком восстановительной реэкстракции плутония является необходимость введения значительного избытка восстановителя: четырёх-десятикратный избыток при использовании сульфамата двухвалентного железа и трёхкратный-восьмикратный при использовании четырёхвалентного урана против стехиометрического [1], который приходится разрушать перед проведением последующей экстракционной очистки плутония.

В данной работе проведен сравнительный анализ перспективных способов реэкстракции плутония применительно к технологии переработки ОЯТ РБН.

Показано, что практический интерес представляют собой два способа реэкстракции плутония: вытеснительная и карбамидная. Приведены их преимущества и недостатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борин Л.Л., Карелин А.И. Термодинамика окислительно-восстановительных процессов в технологии актиноидов, М., Атомиздат, 1977, С. 103.

Секция
Оборудование и автоматизация ядерно-химической технологии

Антонов В.П, Коломин В.В

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОЖУХОТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: blizzard12345@yandex.ru

Теплообменник – прибор, главная функция которого заключается в передаче тепловой энергии от одной рабочей среды к другой. В качестве теплоносителя может выступать газообразное вещество, кислоты и щелочи, пар, вода и различные растворы. Теплообменники используются в таких отраслях как химическая, нефтеперерабатывающая, газовая, атомная, нефтехимическая, энергетическая, коммунальная сфера. Автоматизация всё чаще появляется в нашей жизни, но не смотря на технологический прогресс большинство заводов и технических установок не автоматизированы полностью и существует вероятность человеческой ошибки. В СТИ НИЯУ МИФИ мы увидели кожухотрубчатый теплообменник, который используется во время лабораторных работ, и мы решили его автоматизировать его для облегчения выполнения работ на нём, а также с целью исключить человеческий фактор.

Работа была начата с изучения технического процесса кожухотрубчатый теплообменника, а также программ easySoft-Pro и TRACE MODE IDE 6. Затем была составлена технологической, функциональная схема. Разработан алгоритм управления и АРМ (SCADA). Программы были написаны на текстовом языке ST-Structured Text стандарта IEC61131-3 и на графическом языке SFC-стандарта IEC61131-3 По окончанию работ мы подключили ПЛК 820 DC-RC на котором была установлена схема из easySoft-Pro к компьютеру с помощью OPC сервера и смогли определять температуру на входе и выходе, тепловой баланс процесса тепло передачи, значение коэффициента теплопередачи и самим задавать расход воды в теплообменнике [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В КОЖУХОТРУБЧАТОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ/ В.П. Пищулин, Л.Ф. Зарипова-2009.- С. 10-12.

Болтовская Н.А.[1], Кропочев Е.В.[2], Макасеев Ю.Н.[1]

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАРАБАННОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДИОКСИДА УРАНА

[1]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
[2]Национальный исследовательский Томский Государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail:nboltovskaya15@gmail.com

Наиболее изученным ядерным топливом для атомных реакторов является диоксид урана с обогащением по урану-235 до 5%. Ядерное топливо представляет собой тепловыделяющие сборки (ТВС), в которые помещаются герметизированные стержни (твэлы), снабженные топливными таблетками диоксида урана. Наиболее технологически приемлемым способом получения оксидов урана является метод термического разложения диураната аммония в барабанной вращающейся печи при температуре 600–700˚С в течение одного часа с последующим восстановлением водородом до UO_2.

Процесс прокаливания является важнейшей, обычно заключительной стадией в технологии получения ядерного топлива для атомных реакторов, который заключается в нагреве твердых веществ, для дальнейшего отделения их от летучих примесей, а также для удаления влаги из вещества. В качестве аппарата для сушки, прокаливания и восстановления будет рассмотрена двухзонная барабанная вращающаяся печь.

Барабанная вращающаяся печь часто компонуется с рядом других аппаратов для создания непрерывности процесса. Главный фактор обеспечения бесперебойной работы – это надежность конструкции аппаратов, автоматизация процесса и высокая производительность.

Аппарат будет спроектирован по правилам ядерной безопасной геометрии по U_{235} по производительности 12,5 кг/час.

Боржигон Е.В., Федянин А.Л.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА MODICON SCHNEIDER ELECTRIC В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕМ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: katrinerussia@gmail.com

Пароперегреватель — устройство, предназначенное для перегрева пара, то есть повышения его температуры выше точки насыщения. Важными параметрами пароперегревателя являются высокая температура и давление. Их поддержание необходимо для получения перегретого пара.

Для более эффективной работы пароперегревателя рациональнее использовать АСУ, которая позволит реализовать управление и контроль над необходимыми параметрами в автоматическом режиме.

Для реализации такой системы управления используют программируемые логические контроллеры (ПЛК), которые широко применяются в сфере промышленной автоматизации разнообразных технологических процессов на больших и малых предприятиях. Такое распространение ПЛК получили благодаря возможности непрерывно производить контроль и управление технологическим процессом, а в случае чрезвычайных ситуаций просигнализировать об их возникновении в автоматическом режиме без участия человека.

Также среди достоинств использования ПЛК можно выделить:

- возможность одним программируемым логическим контроллером заменить сотни механических/электрических реле;
- возможность добавления дополнительных модулей расширения ввода/вывода, высокая производительность;
- экономия электроэнергии, быстрый монтаж и настройка;

Для реализации данной системы автоматического управления пароперегревателем применяется программируемый логический контроллер Modicon Schneider Electric.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система автоматического регулирования температуры перегретого пара барабанного котла [Электронный ресурс] Режим доступа: https://vivliophica.com/articles/power/636511/1 (дата обращения 21.02.2020);
2. Система автоматического регулирования температуры перегретого пара барабанного котла [Электронного ресурс] Режим доступа: https://findpatent.ru/patent/262/2620612.html (дата обращения 21.02.2020).

Бочков В.Ю., Лохтина Л.Н.

ТЕРМОПАРЫ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: ssti@mephi.ru

Термопара — пара проводников из различных материалов, соединённых на одном конце и формирующих часть устройства, использующего термоэлектрический эффект для измерения температуры (Международный стандарт на термопары МЭК 60584 п.2.2).

Действие термопары основано на эффекте, открытом Томасом Зеебеком в 1822 г. Привычное определение эффекта Зеебека - возникновении тока в замкнутой цепи из двух разнородных проводников при наличии градиента температур между спаями.

Согласно принципу работы термопары, свободные концы термопары (холодный спай) должны находиться при постоянной температуре, желательно близкой к 0 °С. К этим концам присоединяют провода, которые идут к измерительному прибору. В простейшем случае компенсационные провода могут быть изготовлены из тех же сплавов, что и термоэлектроды.

Термопары классифицируются по материалам, из которых они изготовлены, а также по классу точности (допуска).

В работе указаны свойства и области применения термопар из различных материалов, приведены основные источники погрешностей измерений температуры с помощью термопар.

Термопара является старейшим и наиболее распространенным в промышленности температурным датчиком. К достоинствам термопар относятся точность измерения значений температуры, большой температурный диапазон измерения, простота конструкции и надежность.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 8.585-2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования. Взамен ГОСТ Р 50431-92, МИ 2559-9 – введен 01.07.2002 г. М. Стандартинформ 2010 – 81 с.;
2. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». — 3-е изд., перераб. — Москва: «Энергия», 1978. —704 с.

Брянский М.Н, Дружинин Р.И. Софронов В.Л.

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СМЕШАННОГО НИТРИДНОГО УРАН-ПЛУТОНИЕВОГО ТОПЛИВА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: brmaxni@mail.ru

XXI век столкнулся с проблемами, тормозящими развитие ядерной энергетики и тенденцией возвращения к углеродным источникам энергии. Способы решения этих проблем демонстрируются Россией за счет создания технологий изготовления СНУП (смешанное нитридное уран-плутониевое) топлива и использования их в реакторах на быстрых нейтронах [1, 2].

Разрабатываемая технология эксплуатации СНУП топлива в опытном реакторе на быстрых нейтронах Брест - 300, позволит частично отказаться от существенной необходимости в изотопе урана U-235 и использовать вместо него более распространенный, в настоящее время, отвальной U-238. Сочетание U-238 и изотопов плутония Pu обладает необъятным энергетическим резервом. Такое топливо обеспечивает практически неисчерпаемый ресурс получения энергии и снизит нагрузку на окружающую среду в результате использования ЗЯТЦ (замкнутого ядерного топливного цикла), что существенно удешевляет использование атомной энергетики.

ЗЯТЦ позволит отработавшее ядерное топливо, выгруженное из реактора, после выдержки определенное время, вновь перерабатывать для извлечения урана, плутония и других трансурановых элементов для повторного изготовления из них ядерного топлива.

При этом только небольшая часть полезного делящегося материала (примерно 1%) в процессе переработки и изготовления ядерного топлива теряется и переходит в радиоактивные отходы. Использование ОЯТ для рефабрикации топлива способствует более эффективному использованию природного урана, сокращая его затраты на единицу установленной мощности АЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нитридное топливо для ядерной энергетики. С.В. Алексеев, В.А. Зайцев Москва, Техносфера, 2013;
2. Елисеев В.А., Забудько Л.М., Малышева И.В., Матвеев В.И. Нитридное топливо для перспективного быстрого натриевого реактора типа БН-1200. Атомная энергия, 2013.

Бугрина В.С., Щипков А.А.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО СКВАЖИННОГО НАСОСА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: vbugrina@mail.ru

На сегодняшний день в атомной промышленности для добычи урана методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ) применяются погружные электроцентробежные насосы (ЭЦН). Электроцентробежный скважинный насос является одним из основных технологических устройств при добыче урана методом СПВ. ЭЦН предназначены для добычи продуктивного раствора. Принцип работы насоса состоит в нагнетании жидкости из колес в аппараты за счет центробежной силы, возникающей при вращении ротора с закрепленными на нем колесами.

Актуальность работы заключается в применении экономичных способов регулирования частоты вращения, основанных на изменении частоты вращения рабочих колес насоса, что позволяет значительно сократить потери электроэнергии в насосных установках. В современных насосных установках изменение частоты вращения насосов осуществляется с помощью автоматизированного электропривода (АЭП). Для определения более эффективных режимов работы насосов целесообразно использовать математическую модель. Данная работа посвящена разработке математической модели ЭЦН с учетом реальных напорных характеристик. Модель увязывает изменение расхода и момента на валу насоса (выходные параметры) с частотой вращения рабочих колес и напором продуктивного раствора, создаваемого насосом (входные параметры). Модель разработана на основе напорной характеристики ЭЦН - графической зависимости основных технических показателей (напора, мощности, КПД, допустимой высоты всасывания) от подачи при постоянных значениях частоты вращения рабочего колеса. Были получены выражения, на основе которых построена математическая модель, учитывающая взаимосвязь переменных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы расчета режимов работы центробежных и осевых насосов / Характеристика центробежного насоса [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.nasosinfo.ru/node/16 (дата обращения (10.03.2020).

Бугрина В.С., Лохтина Л.Н.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСТЕКЛОВЫВАНИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННОГО ТОПЛИВА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65,
e-mail: ssti@mephi.ru

Для захоронения высокоактивных отходов наиболее перспективны боросиликатные стекла. Технология производства таких стеклозащитных оболочек с использованием устройств индукционного нагрева внедрена в промышленном масштабе.

Аналитическое исследование процессов, происходящих в индукционной печи, показало отсутствие математического описания технологического процесса в целом и выявило особенности рассматриваемого процесса. Это позволило сформулировать требования к разрабатываемой математической модели и обосновать принципы ее построения, учитывая необходимость создания наиболее общего математического описания гидро-, термо- и электродинамических процессов нагрева расплава стекла.

Кроме того, результаты аналитического исследования показали возможность введение ряда допущений. Так, электродинамическая составляющая модели представлена относительно простыми уравнениями, для описания свободной конвекции возникла необходимость прибегнуть к решению системы дифференциальных уравнений.

Адекватность математических моделей подтверждается или опровергается сравнением результатов расчетов с эмпирическими данными. На текущем этапе реализации проекта «Прорыв» не накоплено экспериментальных данных для проверки адекватности модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миронов В.П. Обращение с радиоактивными отходами: учебно-методическое пособие / В.П. Миронов, В.В. Журавков - Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. - 170 с. - Текст: непосредственный;
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС: учебное пособие для вузов / М.А. Скачек - М.: Изд-во МЭИ, 2007. - 448 с. - Текст: непосредственный;
3. Петров Ю.Б. Индукционная плавка окислов / Ю.Б. Петров - Л.: Энергоатомиздат, 1983.- 103 с. - Текст: непосредственный.

Вебер Д.А., Иванов К.А.

СОЗДАНИЕ СТЕНДА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ «SIMINTECH» И АППАРАТНЫХ ПЛАТФОРМ ПЛК «ОВЕН» И «RASPBERRY PI»

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: d275vda@edu.ssti.ru

Целью данной работы является создание стенда программно-аппаратного моделирования с использованием программного комплекса SimInTech и аппаратной платформы «ОВЕН».

Программно-аппаратное моделирование (ПАМ, англ. hardware-in-the-loop simulation) актуальный метод в технических науках, для разработки и испытаний сложных встроенных систем реального времени. ПАМ предоставляет эффективную платформу, за счёт сложной системы взаимодействия программной и аппаратной части. Сложная система взаимодействия присутствует на этапе тестирования и разработки, так как добавлено математическое представление всех связанных динамических систем. Это математическое представление называют «программной моделью». Встроенная система взаимодействует с программной моделью и позволяет тестировать её.

Первым этапом создания лабораторного стенда программно-аппаратного моделирования был этап конфигурации аппаратной платформы, на которой развернётся программная модель. Для этого был смонтирован учебный стенд, ключевыми узлами, которого являются: ПЛК ОВЕН, частотный преобразователь, асинхронный двигатель. Результатом работы первого этапа создания лабораторного стенда программно-аппаратного моделирования стала реализация аппаратной платформы для развёртывания программной модели.

Вторым этапом создания лабораторного стенда является разворачивание математической модели, созданной в программном комплексе SimInTech, на одноплатном компьютере «Raspberry Pi». Данный программно-технический комплекс позволит имитировать работу технологического объекта с заданной точностью.

Глаголев Н.А., Зарипова Л.Ф.

УСТАНОВКА СЕРНОКИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПЛАВИКОВОГО ШПАТА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: Nikolay_Glagolev@mail.ru

В настоящее время производство фтороводородной кислоты в промышленности осуществляется несколькими способами: сернокислотным разложением SiF_4, фторсиликатов, из фторидов аммония, пирогидролизом и сернокислотным разложением плавикового шпата. Последний метод является наиболее распространенным и проводится во вращающихся барабанных печах с наружным газовым или электрическим обогревом при температуре 160-280 ºС по реакции:

$$CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HF\ .$$

Процесс характеризуется сравнительно низкой степенью разложения плавикового шпата, малой интенсивностью процесса, следовательно, большой длительностью пребывания реакционной массы в реакторе разложения до 4-х часов, большим перерасходом серной кислоты, поскольку применяется избыток серной кислоты 10-20 % и более от стехиометрического количества. Отвальный гипс содержит 1-3 % фторида кальция и до 10-20 % серной кислоты и после нейтрализации сбрасывается на шламовые поля, загрязняя окружающую среду.

Разработана аппаратурно-технологическая схема процесса сернокислотного разложения плавикового шпата. Основным аппаратом схемы является реактор разложения – барабанная вращающаяся печь.

Реактор разложения представляет собой установленный под углом 1-2° к горизонту вращающийся со скоростью 1-2 об/мин стальной барабан, выполненный из стали марки 12Х18Н10Т, футерованный сталью ЭИ-943. Барабан на 70 % его длины помещен в греющую камеру, снабженную в нижней части ТЭНами. Трехзонный обогрев обеспечивает температуру в греющей камере 500-600 °С.

Проведено конструирование и расчет барабанной вращающейся печи с трехзонным электрическим обогревом мощностью N= 620 кВт. Диаметр печи D=1800 мм и длина L=16 м.

Демешева Е.Г., Саяпин Д.А., Смертина А.А., Бояров А.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ УРАНА-235 В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634034, г. Томск, пр. Ленина, 30,
e-mail: EGDemesheva@yandex.ru

При производстве ядерного топлива образуются различные растворы, содержащие ядерные делящиеся материалы (ЯДМ). Определение концентрации ЯДМ в растворах, в том числе в технологических (сорбаты, десорбаты, промывные воды и т.д.), на сегодняшний день является важной задачей, поскольку необходимо контролировать содержание в них урана-235 для дальнейшего извлечения его из растворов и возвращения в технологический цикл.

В работе проведен комплекс измерений по определению концентрации урана-235 в водных растворах, установлены погрешности и оценены ее составляющие для диапазона концентраций урана-235 в водных растворах от 0.005 г/л до 0.02 г/л [1, 2].

На гамма-спектрометре [3] с различными калибровками изучены приготовленные модельные растворы с различными средами, имитирующими химический состав технологических проб, поступающих на анализ. В качестве таких сред использованы азотнокислые и серные соли аммония, железа, алюминия и азотная кислота, с различными плотностями 1.1±0.1 г/л и 1.3±0.1 г/л.

Набраны статистические данные и проведена оценка характеристики погрешности результатов анализа в соответствии с [4].

Полученные результаты могут использоваться при проведении внутреннего оперативного контроля (ВОК) для расчета норм ВОК и при проверке незначимости расхождения результатов параллельных определений рабочего раствора с неизвестной концентрацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. ИА-40-25-15-01. Уран-235. методика определения концентрации в растворах и сухих химических поглотителях на спектрометре энергий гамма- излучения;
2. ОСТ 95.10215-86. Уран. Гамма- спектрометрический метод измерения активности гамма-излучающих примесей;
3. Gilmore, Gordon/ Practical gamma-ray spectrometry. 1995;
4. ГОСТ Р ИСО 5725-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».

Догаев В.В., Чухломин К.О.

УСТАНОВКА УЛАВЛИВАНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА

Северский Технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
E-mail: kostek07@mail.ru

Загрязнение воздуха выбросами отходящих газов химических предприятий, в том числе и оксидами азота, наносит большой вред близлежащим районам, растительному и животному миру. Из-за увеличения коррозии сокращается срок службы машин, аппаратов и приборов.

Технологические процессы на участке растворения урановых концентратов, содержащих U_3O_8, включают в себя операции нагрева в концентрированных растворах HNO_3, интенсивное перемешивание растворов барботажным воздухом, химическое взаимодействие, сдувку, передачи растворов с использованием сжатого воздуха. Для улавливания оксидов азота и радионуклидов урана на установках применяется двухступенчатая очистка.

Парогазовая смесь из реакторов-растворителей вначале поступает в холодильник, где освобождается от основного количества азотной кислоты, которая самотёком стекает в один из реакторов-растворителей. Для перевода нерастворимого оксида азота (NO) в растворимую форму (NO_2) в приёмный трубопровод подаётся кислород. Газовая смесь из холодильника эжектором протягивается через девяти тарельчатую колонну, на верхнюю тарелку колонны подаётся орошающий раствор. За счёт обмена фаз на тарелках происходит улавливание и укрепление азотной кислоты и очистка от аэрозолей урана. С нижней тарелки орошающий раствор стекает в сборник, откуда насосами через мерник возвращается на орошение колонны. После колонны обеднённая газовая смесь протягивается эжектором через комбинированную колонну, состоящую из нижней 5-ти тарельчатой и верхней насадочной частей. В тарельчатую часть подаётся конденсат, в насадочную – разбавленная щелочь. За счёт большой высоты и объёма межтарельчатого пространства в нижней части колонны достигается необходимая степень очистки от оксидов и аэрозолей. За счёт большой поверхности насадки достигается нейтрализация и полное улавливание остаточных концентраций оксидов в газовой фазе. Очистка воздуха сдувочных и вентиляционных систем от аэрозолей урана на участке производится на мультициклонах и фильтрах. Улавливание аэрозолей на фильтрах проходит на поверхности фильтрующего материала за счёт электростатического взаимодействия между материалом и частицами.

Дружинин Р.И., Брянский М.Н., Софронов В.Л.,

ПОЛУЧЕНИЕ СМЕШАННОГО НИТРИДНОГО УРАН-ПЛУТОНИЕВОГО ТОПЛИВА КАРБОТЕРМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: rajara1994@yandex.ru

В настоящее время во всем мире накопилось огромное количество отвального U^{238} и отработанного ядерного топлива с минорными актиноидами. Эту проблему можно решить за счет изготовления смешанного нитридного уран плутониевого топлива (СНУП). Благодаря СНУП топливу появится возможность трансмутировать (выжечь) минорные актиноиды в менее активные, тем самым снизив их опасность.

Преимуществами СНУП топлива являются:

- избавление от U^{235}, заменив его на более дешевый отвальный U^{238}, в сочетании с Pu^{239};
- снижение радиоактивных отходов за счет повторного использования топлива;
- низкая положительная пустотная реактивность при выгорании топлива;
- огромные запасы исходного материала для изготовления СНУП;
- удешевление получения ядерной энергии.

Процесс получения СНУП топлива карботермическим методом состоит из следующих основных стадий:

- взвешивание порошков UO_2 и PuO_2 в необходимом соотношении;
- смешивание в смесителях;
- измельчение в шаровой мельнице;
- пресование в диски необходимых диаметров и толщин;
- карботермический синтез в газовом потоке азота.

Карботермический синтез позволяет получить смешанные нитриды урана и плутония с низким содержанием углерода и кислорода. Использование СНУП для ядерного топлива ограничивается температурой в центре таблетки. При температуре выше 2000 К происходит реструктуризация и разложение нитридов с образованием жидкометаллической фазы, что обусловливает существенное изменение структуры, состава и поведения тепловыделяющего стержня. В докладе будет представлено подробное описание технологии изготовления смешанного нитридного уран-плутониевого топлива и используемого оборудования.

Дунаев Д.О., Федянин А.Л.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОГО ТРЕКЕРА НА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ МОДУЛЕ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: moidunai@mail.ru

На сегодняшний день углеводородное топливо является одним из основных источников получения электрической энергии путём его преобразования. Но, к сожалению, оно относится к иссекаемым ресурсам, в связи с чем возникает необходимость в поиске альтернативных источников энергии, таких как солнечные батареи, которые являются полупроводниковыми преобразователями энергии падающего на них солнечного излучения непосредственно в электроэнергию.

Солнечную панель достаточно установить на солнце, чтобы она сразу начала отводить электрический ток, который можно преобразовать на переменный ток с помощью электронных преобразователей. Однако она имеет некоторые серьёзные недостатки:

Во-первых, цена. Данные устройства имеют высокую себестоимость из-за дороговизны сырья и их утилизации.

Во-вторых, особенность конструкции, а именно статичный тип крепления. Из-за неподвижности солнечной панели даже в солнечный день электроэнергия поставляется неравномерно. Следовательно, эффективность фотоэлектронного модуля снижается.

Выходом из сложившейся ситуации является солнечный трекер. Он способствует уменьшению угла между направлением на Солнце и нормалью к приёмной поверхности батареи. Это обеспечивает максимальное использование всей прибывающей энергии Солнца и увеличивает количество энергии, приходящей на поверхность модуля за этот же промежуток времени. Соответственно, КПД солнечной панели возрастает, и количество вырабатываемой электрической энергии увеличивается. Так же отпадает необходимость в установки дополнительных панелей, что в свою очередь, снижает стоимость всего комплекта оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 57229 – 2016. Системы фотоэлектрические. Устройства слежения за Солнцем. Технические условия – Введ. 2016-08-11. – М.: Госстандарт России : Стандартинформ, 2016. – 62 с.;
2. Голицын М.В. Альтернативные энергоносители / М.В. Голицын, А.М. Голицын, Н.В. Пронина. – М.: Наука, 2004. – 159с.

Еремин Е.Е., Лохтина Л.Н.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: ssti@mephi.ru

Обеспечение радиационной безопасности на объектах АЭС является одним из условий успешного использования ядерных ресурсов РФ. АЭС с реакторами на быстрых нейтронах позволяют вовлечь в топливный цикл практически весь природный уран и торий.

Техника гамма-спектрометрии на АЭС находит всё большее применение. Контроль активности радионуклидов составляет практическую основу радиационного контроля на АЭС (как технологического, так и дозиметрического).

В работе рассмотрены тепловая схема энергоблока БН-600 и вопросы гамма-спектрометрии на АЭС, особое внимание уделено контролю герметичности оболочек ТВЭЛ реактора БН-600.

Описана работа газовой петли контроля герметичности оболочек (КГО) ТВЭЛ БН-600, предназначенной для регистрации разгерметизации ТВЭЛ по изменению активности защитного газа, а также для определения скорости загрязнения первого контура радиоактивными продуктами. Рассмотрена структурная схема спектрометрической системы КГО. Отмечены особенности используемых детектора GS1020 и анализатора DSA-2000.

При анализе утечки продуктов деления из ТВЭЛ и их активности в теплоносителе используют модели расчёта, основанные на физических процессах в ТВЭЛ. В моделях рассматривают несколько источников поступления радионуклидов. При превышении допустимых пределов разгерметизации ТВЭЛ реактор останавливается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Писаненко С.С. Опыт спектрометрических исследований радионуклидного состава проб окружающей среды. / О.В. Кожин, А.М. Могирев, В.И. Прокопчик, С.С. Писаненко// Материалы третьей общероссийской конференции «Методы и средства радиационного контроля», Санкт Петербург, октябрь 2011. Санкт-Петербург: Изд ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, 2011, с. 174-178;
2. Бушуев, А.В. Практическая гамма-спектрометрия: Учебное пособие / А.В. Бушуев, Е.В. Петрова, А.Ф. Кожин. - Москва: МИФИ, 2006. - 124 с.

Имагулов К.Н., Тогушаков С.А., Терентьева Н.Г., Маковский К.В.

ПРОВЕДЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ИЗМЕРЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ И МАКРОКОМПОНЕНТОВ МЕТОДАМИ ААС, АЭС И ИСП-МС

АО «Сибирский химический комбинат»,
636039, г. Северск Томской обл., ул. Курчатова 1,
e-mail: shk@atomsib.ru

Для определения оснащённости аналитической лаборатории модуля переработки (МП) отработанного ядерного топлива опытно демонстрационного энергокомплекса (ОДЭК) в 2019г на площадке АО «СХК» были проведены научно-исследовательские работы по теме: «Создание и отработка элементов аналитического обеспечения МП ОДЭК», в ходе которых исследовались возможности определения макрокомпонентов (урана, плутония, нептуния) и примесного состава. Определения проводились на растворах-имитаторах технологических продуктов МП с использованием аналитического оборудования:

- атомно-абсорбционного спектрального комплекса «Гранд-ААС» с электротермическим атомизатором (ААС);
- атомно-эмиссионного спектрального комплекса «Гранд-СВЧ» (АЭС);
- масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой iCAP RQ (ИСП-МС).

В результате выполненных работ были определены основные преимущества и недостатки использования вышеперечисленного оборудования по критериям:

- возможность определения полного перечня РЗЭ и актиноидов;
- пределы обнаружения актинидов и примесей (чувствительность);
- пробоподготовка перед проведением определений;
- количество и состав РАО, образующихся при пробоподготовке и проведении измерений;
- экономическая составляющая (сравнительная стоимость оборудования и его обслуживания, временные затраты на проведение определений).

После окончания работ были сформированы процедуры определений актиноидов и примесей на ААС и ИСП МС, а также определены задачи на НИОКР 2020г.

Кайров Е.Е.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ ФГУП «РАДОН»

ФГУП «РАДОН», 141335, Сергиево-Посадский район, Московской обл.,
e-mail: EEKayrov@radon.ru

Метрологическое обеспечение ФГУП «РАДОН» осуществляется Метрологической службой (МС) предприятия, в состав которой входит:

- отдел метрологического обеспечения производства (ОМОП);
- ответственные за метрологическое обеспечение в подразделениях предприятия.

Основные функции метрологической службы:

Обеспечение единства и требуемой точности измерений при проведении:

- работ по обращению с радиоактивными отходами и отработавшими источниками ионизирующих излучений на всех стадиях;
- технологических процессов переработки РАО;
- научно-исследовательских работ;
- работ по выводу из эксплуатации ядерных и радиационно-опасных объектов;
- радиоэкологического мониторинга, включая систематический контроль радиационной обстановки территорий г. Москвы и Московской области;
- радиационного контроля;

МС возглавляет главный метролог.

Метрологическая служба ФГУП «РАДОН» является Головной метрологической службой (ГОМС) Дивизиона заключительной стадии жизненного цикла продукции (ЗСЖЦ) ГК «Росатом». В обязанности ГОМС входит оказание методической помощи предприятиям дивизиона в области метрологического обеспечения.

Работники метрологической службы принимают активное участие в работе Совета по метрологии ГК «Росатом» и в работе межотраслевого Совета по метрологии и приборостроению при Российском союзе промышленников и предпринимателей (РСПП). Участвуют в обсуждении, подают предложения и замечания к разрабатываемым и пересматриваемым федеральным и отраслевым документам в области обеспечения единства измерений.

Кокорев О.Н.[1,2], Носков М.Д.[1], Щипков А.А.[1]

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПУНКТА ГЛУБИННОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

[1]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
[2]ФГУП «НО РАО» филиал «Северский»,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 8,
e-mail: ONKokorev@norao.ru

Система гидродинамического мониторинга включает в себя выполнение работ и обработку полученных результатов по наблюдениям за изменением положений уровней подземных вод в наблюдательных скважинах или давлений на их устьях. Определение глубин залегания уровней подземных вод в наблюдательных скважинах, на территории пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов (ПГЗ ЖРО) филиала «Северский» ФГУП «НО РАО, определяются электроуровнемерами или другими приборами для измерения уровней. Измерение давлений осуществляется с помощью манометров.

В задачи гидродинамического мониторинга ПГЗ ЖРО входит:

- подтверждение отсутствия перетоков из-за нарушения целостности и герметичности эксплуатационной колонны нагнетательных скважин;
- установление напорных градиентов и направлений межгоризонтных потоков, а также оценка степени изоляции водоносных горизонтов друг от друга;
- получение массива гидрогеологической информации для создания и верификации расчетной математической модели эксплуатации ПГЗ ЖРО с последующим ее использованием для прогнозного моделирования.

Система гидродинамического мониторинга в филиале «Северский» ФГУП «НО РАО», позволяет эффективно контролировать технологические процессы удаления отходов в подземные горизонты в режиме реального времени, снижая риски потенциально возможного ущерба для окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кокорев О. Н., Козлов А. Е., Носков М. Д., Щипков А. А., Концепция умного полигона глубинного захоронения ЖРО. //Известия высших учебных заведений. Физика. – 2018. –№ 12-2. – С. 45–49.

Кравцов А.С., Федянин А.Л.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПЕРВОЙ КАТЕГОРИИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: Nyfky@mail.ru

Потребители 1 категории надёжности электроснабжения – это электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса.

Сюда же включена и особая группа, бесперебойное обеспечение электроэнергией которой обеспечивает резкое снижение рисков серьезных пожаров, взрывов и человеческих жертв.

Для работы таких электропотребителей необходимо обеспечение минимум двух независимых и, при этом резервируемых источников электроэнергии, предусматривающих автоматическое их переключение.

Одним из таких источников является дизельный генератор. Одна из основных областей применения подобных приборов - использование в качестве источника резервного питания.

В случае пропадания напряжения в питающей сети или при уменьшении напряжения ниже установленного регулируемого порога напряжения, подается управляющий сигнал на запуск ДГУ и нагрузка автоматически переключается на систему резервного электроснабжения. После восстановления основной сети автоматически осуществляется обратное переключение нагрузки на сеть.

Резервное электроснабжение за счет использования дизель-генераторов позволяет избежать простоя на производственных предприятиях при отсутствии других способов резервирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Первая категория надежности электроснабжения [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.energo-konsultant.ru/sovets/elektrosnabgenie/yuridicheskim_licam/prochie_voprosi_energosnabgeniya/pervaya_katekoriya_nadegnosti_elektrosnabgeniya/ (дата обращения 02.03.2020);
2. Категории электроснабжения, надежность электропитания, классификация [Электронный ресурс] Режим доступа: https://pue8.ru/sistemy-elektrosnabzheniya/595-kategorii-elektrosnabzheniya.html (дата обращения 02.03.2020).

Кузнецова А.Н., Карташов Е.Ю.

ОЧИСТКА ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: d086san@mail.ru

Проблема очистки жидких радиоактивных отходов остро стоит в современном мире. С данной проблемой сталкиваются не только предприятия атомной энергетики, но и исследовательские реактора и лаборатории.

Основными методами очистки жидких радиоактивных отходов являются: методом сорбции на различных сорбентах и методом ионного обмена. Однако данные методы на ряду с высокими коэффициентами очистки имеют один важный недостаток – высокую стоимость.

Целью исследования является разработка мало затратного и эффективного способа очистки жидких радиоактивных отходов. В связи с этим в СТИ НИЯУ МИФИ разработана экспериментальная непроточная электрохимическая ячейка с ионообменной мембраной, для очистки от радиоактивных загрязнений.

Апробирование электрохимической ячейки было проведено на исследовательском реакторе ИТР-Т Томского Политехнического университета. В качестве исходных жидких радиоактивных отходов были взяты отходы низкого уровня активности ($a < 1 \cdot 10^{-5}$ Ки/л).

Электрохимическая ячейка представляет собой две камеры равного объема, разделенные ионообменной мембраной. Опыты проводились в непроточном режиме, при напряжении в 50 В на электродах анодной и катодной камер. При проведении опытов для оценки эффективности очистки были взяты основные изотопы Cs^{137} и Co^{60}.

При пропускании электрического тока через раствор Cs^{137} и Co^{60} из анодной камеры переходят в катодную камеру, замещаясь ионами водорода, которые образуются как у анода, так и поступающими через мембрану из катодной камеры. Следовательно, раствор анодной камеры очищается от находящихся в нем ионов металлов, тогда как в растворе катодной камеры происходит концентрирование этих ионов. Полученные, опытным путем, результаты показали эффективную очистку от Co^{60}, но низкую очистку от Cs^{137}, эту проблему предстоит решить на следующих этапах исследования.

Курганова Ю.А., Лохтина Л.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКТОРОВ В ПРОЦЕССАХ РАЗДЕЛЕНИЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: ssti@mephi.ru

Процессы экстракционного извлечения целевого компонента из одной жидкой фазы в другую широко используются в различных отраслях современной промышленности. Это ядерные технологии, химическая промышленность, легкая промышленность.

Являясь самым эффективным методом разделения элементов в жидкой фазе, процессы экстракции обладают рядом преимуществ по сравнению с другими методами: низкие рабочие температуры, использование разбавленных растворов для извлечения ценных компонентов и вредных примесей, возможность разделения смесей, которые состоят из близко кипящих компонентов, а также относительная простота требуемой аппаратуры. Процесс экстракции сочетается с процессами ректификации и химическим осаждением.

В работе рассмотрены различные типы экстракторов, отмечены их особенности, назначение, принцип действия, указаны требования, предъявляемые к экстрагенту.

Использование экстракционных методов переработки позволяет выполнять очистку исходного раствора от примесей и одновременно передавать полезный продукт в более технологичные жидкости (например, в органические селективные растворы). Особенности процесса экстракции позволяют автоматизировать его ведение, что является важным фактором для организации современного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов. В 2-х кн. Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. / Ю.И. Дытнерский. - М.: Химия, 1995. - 368 с.;
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Под ред. Ю.И. Дытнерского. - 3-е изд., стер. - М.: ООО ИД «Альянс», 2007. - 496 с.;
3. Основы жидкостной экстракции / Г.А. Ягодин [и др.]; под ред. А.Г. Ягодина. - М.: Химия, 1981. - 400 с.

Малышев С.А., Лохтина Л.Н.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: ssti@mephi.ru

Автоматизированные системы обработки информации и управления (АСОИУ) функционируют на различных уровнях управления энергетическими объектами. Основное назначение таких систем - обобщение и преобразование исходной информации для получения сведений, необходимых в принятии решений.

АСОИУ как система состоит из большого количества элементов различных уровней и различного назначения (подсистемы, модули, блоки управления, задачи, функции, операции и др.). АСОИУ строится с ориентацией на управление производственным процессом как единым целым, а не на автоматизацию деятельности отдельных подразделений.

В настоящее время активно разрабатываются и внедряются измерительные системы прямого назначения, основной особенностью которых является возможность программным способом перестраивать их для измерений различных физических величин и менять режим измерений. При этом не требуется изменений в аппаратной части. Программное обеспечение таких систем включает в себя системное и общее прикладное. Всю измерительную систему в целом охватывает метрологическое обеспечение. Интеллектуальные измерительные системы способны выполнять все функции измерения и контроля в реальном масштабе времени.

Выбор принципа построения системы управления определяется минимизацией затрат на выдаваемый продукт, а также затрат на эксплуатацию и жизненный цикл системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Провалов В.С., Информационные технологии управления : учеб. пособие / В.С. Провалов - М. : ФЛИНТА, 2008. - 376 с. - ISBN 978-5-9765-0269-7 - Текст : непосредственный;
2. Информационные системы и технологии управления: учеб. пособие / Под ред. проф. Г.А. Титоренко. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 275 с.

Мамедов С.М., Ляпушкин С.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШНЕКОВОГО ПИТАТЕЛЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: poomatu2@gmail.com

Автоматизированная система шнекового питателя служит для дозирования различных компонентов комбикормов. Дозирование является основной технологической операцией при производстве комбикормов. Этот процесс во многом определяет качественные показатели продукции и, как следствие, эффективность применения комбикорма.

Функциональная схема «Система автоматического дозирования сыпучих материалов» представлена на рисунке 1.

На входе регулятора веса, программно выполненного в микроконтроллере, суммируются сигнал задания на вес, поступающий с персонального компьютера и сигнал с нормирующего усилителя пропорциональный текущему весу. Выход регулятора веса является заданием на частоту преобразователя и, соответственно, скорости вращения асинхронного двигателя шнекового питателя. По мере наполнения бункера разница между заданной и действительной массой в бункере уменьшается, что приводит к уменьшению скорости электропривода. Остановка двигателя осуществляется на небольшой скорости, что положительно сказывается на точность дозирования. После остановки двигателя шнекового питателя, по сигналу с микроконтроллера, коммутируется силовая цепь задвижки дозатора. Перемещение материала в бункер готовой продукции происходит автоматически.

В докладе будут представлены результаты исследования системы имитационной модели в программной среде MatLab, а также функциональная схема «Система автоматического дозирования сыпучих материалов».

ЛИТЕРАТУРА

1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ / Н.В. Гусев, С.В. Ляпушкин, М.В. Коваленко - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013.

Миндалев П.Ю., Кузнецова А.Н.

ПИРОЛИЗ В ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: mindalev77@mail.ru

Этилен и пропилен являются основным сырьем нефтехимической промышленности. Их производство имеет большое значение для экономики и народного хозяйства.

В настоящее время наибольшее распространение в мировой нефтехимии получил процесс термического пиролиза прямогонного бензина с водяным паром в трубчатых печах, достигший практически предельных выходов целевой продукции.

Пиролиз – основной способ получения этилена и пропилена. Это высокотемпературный термолиз газообразного, среднедистиллятного и легко водородного сырья, который проводится при не высоком давлении и за короткий промежуток времени. В процессе пиролиза получают современные вещества с уникальными свойствами и является важнейшим этапом нефтехимии.

Процесс пиролиз углеводородного сырья пиролизных установок осуществляется в трубчатых печах, которые имеют различные конструктивные особенности. Основным получаемым продуктом пиролиза является пропилен и этилен.

Пиролиз в трубчатой печи – наиболее распространенный процесс термического расщепления легких и средних углеводородов.

В промышленных условиях пиролиз углеводородов осуществляют при температурах 800-900 °С и при давлениях, близких к атмосферному. Время пребывания сырья зависит от конструктивных особенностей и составляет от 0,1 – 0,5 секунд

Недостатком пиролиза в трубчатых печах является периодическое прерывание цикла для выжигания кокса, что к тому же препятствует использованию высококипящих углеводородных фракций.

В своей работе я рассмотрел способ разбавления водяным паром, что значительно снижает коксообразование и повышает выход основных продуктов пиролиза.

Морозов Е.О., Зарипова Л. Ф.

УСТАНОВКА РЕКТИФИКАЦИИ ФТОРОВОДОРОДА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: zhekamorozov007@gmail.com

Фтороводород играет ведущую роль в современной технологии фтора и фтористых соединений. Фтороводородная кислота используется промышленностью для получения разнообразных неорганических фторидов, в первую очередь фторида алюминия, криолита, тетрафторида урана.

Основным промышленным способом получения фтороводорода до настоящего времени является сернокислотное разложение плавикового шпата. Процесс протекает в барабанной вращающейся печи при температуре 230-250 °С по реакции:

$$CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HF.$$

Из печи выводится реакционный газ, содержащий 85-90 % фтороводорода, 6-10 % воды, 5-7 % серной кислоты, 1-1,5 % диоксида серы, 4-5 % тетрафторида кремния, который подвергается промывке абсорбционной серной кислотой в колонном аппарате, где происходит его частичная очистка от высококипящих примесей (H_2SO_4, H_2O). Затем газ поступает на конденсацию фтороводорода, где происходит частичная очистка от низкокипяших примесей (SO_2, SiF_4) с получением сырца. Для полной очистки сырца фтороводорода от примесей применяется процесс двойной ректификации. Процесс осуществляется по прямой или обратной схеме. При прямой схеме на первой стадии происходит, так называемая отпарка, в результате которой отщепляются низкокипящие примеси. На второй стадии отщепляются высококипящие примеси.

При обратной схеме в первой ректификационной колонне сырец фтороводорода подвергается очистке от высококипящих примесей, а во второй – от низкокипящих примесей. Схема обратной ректификации обладает преимуществами по сравнению со схемой прямой ректификации. По этой схеме обеспечивается высокое качество готовой продукции, возрастает прямой выход готового продукта в отделении ректификации, снижается нагрузка по фтороводороду на сернокислотную абсорбцию, что позволяет уменьшить безвозвратные потери фтороводорода.

По данной схеме проведено конструирование и расчет второй ректификационной колонны, состоящей из верхней тарельчатой и нижней насадочной части. Высота колонны H = 4850 мм, диаметр D = 600 мм.

Оглезнева Н.И., Кузнецова А.Н.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ОТХОДОВ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: no28062000@gmail.com

Атомная промышленность стремительно развивается в современном мире. Однако с ростом темпов ее развития ежегодно производится все больше жидких технологических радиоактивных отходов (ЖРО).

ЖРО – промышленные отходы, которые содержат радиоактивные нуклиды техногенного происхождения. Они получаются в результате деятельности атомной промышленности, предприятий ядерного топливного цикла, атомных электростанций, при эксплуатации судов атомного флота, при производстве и использовании радиоизотопной продукции, и при радиоактивных авариях.

В настоящее время проблема, связанная с очисткой радиоактивных отходов, является важной задачей человечества, так как радиоактивные отходы служат источником заражения окружающей среды.

Для решения этой проблемы ведется разработка электрохимических методов очистки ЖРО. Их можно разделить на следующие группы: комбинированные методы, методы разделения и методы преобразования.

К электрохимическим методам относят электрокоагуляцию (процесс объединения мелкодисперсных взвешенных, или эмульгированных частиц коллоидных растворов, под действием внешнего электрического поля); электрофлотацию (процесс, основан на переносе загрязняющих частиц из объема жидкости на ее поверхность пузырьками газов); электродиализ (процесс под действием электрического тока изменять концентрацию электролита в растворе).

Данные методы очистки имеют как положительные стороны, так и отрицательные. Положительная сторона заключается в том, что эти методы превосходят фильтрационные, сорбционные и другие методы по скорости и качеству, а отрицательной стороной - использование электрохимических методов является весьма невыгодным с экономической стороны.

Панфилова М.В., Зарипова Л.Ф.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ ДЕМИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ВОДЫ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: panfilova_masha1999@mail.ru

Вода являются важнейшими компонентом в технологии производства метанола. Существует несколько методов получения деминерализованной воды, их можно разделить на безреагентные или физические методы и методы, в которых используются различные препараты (химические реагенты). Безреагентные (физические) методы применяются и как отдельные этапы в общем технологическом процессе обработки воды, так и самостоятельные методы, обеспечивающие получение воды требуемого качества.

Была разработана принципиальная аппаратурно-технологическая схема получения деминерализованной воды методами постепенной очистки. Установка состоит из агитатора с теплообменной рубашкой для приготовления раствора коагулянта $Al(OH)_3$, осветлителя с мешалкой, механических фильтров, катионитовых и анионитовых фильтров. Согласно схеме процесса, сырая вода поступает из реки, подвергается обработке с целью получения питательной воды котлов установки производства метанола. Предварительная очистка осуществляется методом коагуляции взвешенных частиц с использованием коагулянта в осветлителе, где вода освобождается от взвешенных частиц. После осветлителя вода фильтруется на механических фильтрах. Деонизированная вода получается методом ионного обмена на катионитовых и анионитовых фильтрах.

Обработка воды на стадии коагуляции выполнена одной технологической линией, на стадии фильтрации и затем ионообменной очистки разделяются на три потока. При получении деминерализованной воды отсутствует надобность разделения технологической нити, этот метод очистки позволяет в кротчайшие сроки выполнить поставленные задачи с минимальными потерями времени.

Проведено конструирование и расчет агитатора с паровой рубашкой производительностью 1300 кг/ч, диаметром аппарата D = 1900 мм и высота H = 1250 мм.

Переверзев В.С., Симогаев Г.А.

ОБЗОР БЕСКОНТАКТНЫХ ДАТЧИКОВ ПОЛОЖЕНИЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: ssti@mephi.ru

Современный уровень развития производства и технических средств, с целью обеспечения безопасности, нуждаются в применении датчиков, не контактирующих с вращающимися деталями или органами управления исполнительных механизмов.

Датчик - это первичный преобразователь физических значений сигнала измеряемой величины в сигнал, удобный для использования в системах измерения и управления. Являясь связующим звеном между механическими частями органов управления исполнительных, механизмами приборов и электронными частями измерительных систем, датчики вращения, перемещения и положения стали неотъемлемыми элементами оборудования комплекса технических средств автоматизации.

В настоящей работе представлена информация о бесконтактных датчиках. В основе работы бесконтактных датчиков могут быть заложены различные физические, в том числе и принципы: взаимной индукции, емкости и оптики, которые обеспечивают бесконтактное взаимодействие элементов датчика и исследуемого объекта.

В работе представлены принципы, структуры и особенности индуктивных, емкостных и оптических датчиков положения и перемещения, их преимущества и недостатки, а также области и сферы их применения.

Цель работы: изучить устройства, принцип работы и особенности бесконтактных датчиков, явления, лежащие в основе их работы, применение, выявить их достоинства и недостатки.

Задачей данной работы является получение навыков по сбору и обработке научной и технической информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журнал «Современная электроника» № 6 2006г.
2. Миль Г. Электронное дистанционное управление моделями. - М.: 1980г.
3. Журнал «Компоненты и технологии» №1 2005г., статья Александра 4. Криворученко «Бесконтактные датчики положения. Проблемы выбора и практика применения» 2005г.
5. Густав Олссон, Джангуидо Пиани Цифровые системы автоматизации и управления СПб: Невский Диалект, 2001г.
6. Сенсор [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.sensor-com.ru/.

Пилипенко А.М., Карташов Е.Ю.

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ГИДРИРОВАНИЯ РЗМ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: pily141298@gmail.com

Стремительное развитие высокотехнологичных отраслей, таких как: электроника, медицина, энергетика, оборонная и аэрокосмическая промышленность, невозможно без использования редкоземельных и редких металлов. В силу дороговизны РМЗ экономически выгодно, при массовом производстве, применение технологии изготовления изделий из металлического порошка.

Порошковая металлургия позволяет изготавливать высокоточные изделия, а также применяется для достижения особых свойств или заданных характеристик, которые невозможно получить каким-либо другим технологическим методом, что и предъявляет высокие требования к качеству порошка.

Одним из простейших и наиболее экономичных способов получения мелкодисперсного порошка из исходного массивного (кускового) металла РМЗ является способ гидрирования – дегидрирования. В соответствии с уравнением:

$$Me_{x(\text{кусок})} + H_2 \xrightarrow{250-300℃} Me_xH_y \xrightarrow{400-470℃} Me_{x(\text{порошок})} + H_2 \uparrow$$

Для изучения процесса получения металлического порошка методом гидрирования – дегидрирования, был сконструирован стенд на котором разрабатывается, изучается и отрабатывается технология измельчения РМЗ.

После модернизации особенностями стенда стали автоматизация проведения процесса посредством установки датчиков, клапанов и автоматики, а также разработка софта для управления с ПК.

На основе опытных данных для интенсификации процесса и улучшения качества продукции был спроектирован реактор с мешалкой. Помимо этого, особенностью нового реактора стало размещение продукта на тарелках, что обеспечивает более эффективное использование и повышение производительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Браудлер М., Брауэр Г. Руководство по неорганическому синтезу: в 6-ти томах./ Г. Брауэр – перевод с нем. – М.: Мир, 1985. – 320 с.
Иоффе И. Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для техникумов. / Иоффе И.Л. – М.: Альянс, 2015. – 352стр.

Попов Н.В. Федянин А.Л.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНТУРА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В КОМПЛЕКСЕ УСТАНОВОК ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СБРОСА ВОДЫ *НА ТАЛАКАНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ*

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: popov_nekit@mail.ru

В нефтегазовой отрасли значимую роль занимает подготовка нефти к товарному виду. Особого внимания заслуживает Установка предварительного сброса воды (УПСВ), так как в ней отделяется основное количество воды с растворенными в ней примесями. Все это происходит с поддержанием в УПСВ определенной температуры. При изучении технологического процесса по подготовке нефти к товарному виду, был отмечен существенный недостаток, а именно, температура в УПСВ регулируется вручную, при помощи клапана-регулятора. Следовательно, возможности регулировать температуру дистанционно невозможно.

В связи с этим была поставлена задача модернизации, а именно создание автоматической системы регулирования температуры для всех 23 УПСВ.

Для реализации данной системы потребуется следующее оборудование: аналоговый входной модуль для PLC Modicon premium, датчик температуры, электропривод исполнительного механизма.

Для PLC Modicon premium необходимо разработать алгоритм управления температурой в УПСВ и внедрить его в существующую систему.

Для рабочего места оператора оператора необходимо доработать мнемосхему регулировки температуры в Scada системе.

Модернизированный контур регулирования температуры в УПСВ позволит, за счет дистанционного управления снизить трудозатраты эксплуатации персонала и повысить качество подготавливаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологический регламент ЦППН Талаканского газонефтяного месторождения. Технологическая схема ЦПС ЦППН;
2. Техническая документация, общее описание системы АСУТП ЦПС.

Сидорова А.А.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОДЕГИДРАТОРА УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634034, г. Томск, пр. Ленина, 30,
e-mail: sidorova@tpu.ru

Известно, что электродегидраторы нашли широкое применение для автоматизации процесса обезвоживания и обессоливания сырой нефти на установках подготовки нефти. Однако, управление силовым оборудованием и предотвращение технологических аварий на производстве, при неправильной эксплуатации оборудования или выхода контролируемых технологических параметров за аварийные уставки на объектах ядерной промышленности особо важно.

Для нефтегазового комплекса ключевыми вопросами являются не только надежность оборудования и безопасность технологического процесса, но и улучшение качества нефти позволяющего оптимизировать прибыльность предприятия. Качество подготовки нефти напрямую зависит от процесса сепарации, протекающего на установках подготовки нефти [1-2].

Цель работы – описание модели электродегидратора для имитационного моделирования системы управления процессами подготовки нефти и разработка динамической модели электродегидратора для разделения нефтяной и водной фаз.

В статье были получены уравнения, описывающие функционирование электродегидратора установки подготовки нефти. Разработанная математическая модель электродегидратора, основанная на физических законах, объясняет основные явления, определяющие слияние капель воды в водонефтяной эмульсии под действием тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидорова А.А. Разработка системы управления подготовкой нефти// Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – с. 213-214.
2. Сидорова А.А., Сурков М.Ю. Исследование и разработка модели горизонтального сепаратора установки подготовки нефти // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – с. 213-214.
3. Francesco Rossi, Simone Colombo. Upstream operations in the oil industry: rigorous modeling of an Electrostatic Coalescer // Elsevier. – 2017. – №3 – P. 220-231.

Таюрский Д.Р., Карташов Е. Ю.

ФТОРИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕКСАФТОРИДА УРАНА В ПЛАМЕННОМ РЕАКТОРЕ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: ssti@mephi.ru

Процессы использования фторидной технологии широко распространены в атомной отрасли. Гексафторид урана – устойчивое соединение, применяемое в газоцентрифужном процессе для разделения изотопов урана. Фторирование урана в пламенном реакторе немаловажный этап для получения UF_6, в данном этапе применяются реакции прямого фторирования элементного фтора с тетрафторидом урана или октаоксидом триурана по следующим формулам:

$$UF_4 + F_2 = UF_6,$$

$$U_3O_8 + 9F_2 = 3UF_6 + 4O_2.$$

Сразу после смешивания реагентов происходит реакция фторирования, урановое сырье сгорает в газообразном фторе, образуя относительно локализованный факел пламени. При этом температуры, развивающиеся в зоне фторирования, и необходимый для создания устойчивого факела избыток фтора позволяют возгнать уран в виде гексафторида. В современном этапе производства для реакции фторирования используются пламенные реакторы, которые характеризуются высокой производительностью, простотой устройства, надежностью и максимальной степенью реагирования.

Пламенный реактор расположен вертикально и по длине состоит из нескольких зон:

1) зона смешения, где урановое сырье смешивается со фтором;
2) зона стабильного горения дисперсного уранового сырья в F;
3) зона исчезновения пламени;
4) зона охлаждения потока до температуры фильтрации (100–150 °C).

При проектировании пламенного реактора, была определена высота и диаметр реакционной зоны, а также необходимые условия теплообмена для отвода выделяющегося при реакции тепла. Произведены материальный, тепловой балансы, прочностной, гидравлический и конструктивный расчеты.

Пламенный реактор сконструирован с соблюдением ядернобезопасной геометрии аппарата и вакуумной плотности. При выборе конструкционного материала для пламенного реактора учитывалась агрессивно–коррозионная среда и высокоэкзотермическая реакция, был подобран сплав на основе никеля.

Ткачук С.А., Русаков И.Ю.

УСТАНОВКА ПЕРЕРАБОТКИ ОБЕДНЕННОГО ГЕКСАФТОРИДА УРАНА

Северский Технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: *semenaleksandroviht@gmail.com*

Большинство современных ядерных энергетических реакторов работает на урановом топливе, обогащенном по изотопу ^{235}U. Для реализации процесса обогащения природный уран переводят в форму гексафторида урана (UF_6), из которого частично (около 45-50 %) извлекают ^{235}U. В результате обогащения образуется урановый продукт, который необходим для получения ядерного топлива, и обедненный гексафторид урана (ОГФУ), который отправляют на длительное хранение в герметичных стальных емкостях.

На сегодняшний день нет технологии полной утилизации ОГФУ, поэтому накопилось огромное количество отвального UF_6, который складируется на площадках разделительных заводов. При длительном хранении контейнеры могут разгерметизироваться и загрязнять окружающую среду летучим соединением UF_6, что делает подобный способ хранения потенциально опасным. В то же время UF_6 является ценным сырьем, не подлежащим захоронению.

При переводе ОГФУ в U_3O_8 предполагается использование двухступенчатого процесса, в котором обедненный UF_6 реагирует с водяным паром при повышенных температурах - «сухой процесс». В результате образуется обедненный U_3O_8 в виде порошка и 70 %-ный концентрат плавиковой кислоты. U_3O_8 подаётся на узел затаривания, откуда в контейнерах отправляется на склад для долговременного хранения. Фтороводород конденсируется и на узле ректификации полученная 70 %-ная плавиковая кислота доводится до 40 %-ной концентрации, также получается безводный фтороводород.

Переработка дает возможность безопасного хранения твердого октаоксида триурана до его использования в ядерном комплексе и регенерации фтора в виде плавиковой кислоты и безводного HF.

Была разработана аппаратурно-технологическая схема, суть которой заключается в переработке ОГФУ методом пирогидродлиза с последующей ректификацией HF. Проведено конструирование, расчет и эскизное проектирование основных аппаратов, участвующих в процессе переработки: барабанная вращающаяся печь и ректификационная колонна.

Флинта С.Д., Федянин А.Л.

ВЫБОР ПЛК ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОКЛАВА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: Flinta1998@mail.ru

С каждым годом мировые легкообогатимые запасы золота истощаются. По некоторым оценкам, в России уже сейчас до 30% запасов желтого металла составляют так называемые упорные руды.

Упорной называется руда, из которой золото не может быть извлечено с помощью традиционных технологий.

Суть автоклава в нагреве упорного сырья под давлением в присутствии кислорода.

Автоклавно-гидрометаллургический комплекс (АГК) перерабатывает флотационные золотосодержащие концентраты по технологии автоклавного окисления выщелачивание концентратов с последующим извлечением золота путем сорбционного цианирования кека окисленной пульпы с применением смолы PuroGold, десорбцией золота с осмолы, его электролитического выделения и плавкой катодного осадка на сплав Доре.

Основными регулируемыми параметрами в автоклаве являются температура смеси, расход воды, расход пара и расход сжатого газа.

Правильный подбор ПЛК позволит получить требуемую точность регулирования основных параметров автоклавного выщелачивания, обеспечить универсальность в отношении рабочей среды и типа аппарата, дать возможность оперативного перехода на новый режим работы, обеспечить надежность, возможность обслуживания и приемлемую стоимость, увеличить гибкость программирования технологического процесса и уменьшить энергозатраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иргиредмет, Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов, Извлечение золота серебра из технологически упорных руд и флотационных концентратов [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.irgiredmet.ru/activities/index.php?ID=637&SID=96 (дата обращения 12.03.2020);
2. Naukarus, научная статья по теме «Система управления процессом стерилизации на основе ПЛК» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://naukarus.com/sistema-upravleniya-protsessom-sterilizatsii-na-osnove-plk (дата обращения 12.03.2020).

Фролов М.Р., Федянин А.Л.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ ДЛЯ ИНЪЕКЦИЙ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: frolov.mihail98@gmail.com

В настоящее время в связи с развитием фармацевтического производства главной проблемой остается получение и распределение чистой воды или воды для инъекций. Эта вода должна храниться при температуре 80-85С° и быть полностью изолирована от внешней среды, избегая распространения вредных для человека микроэлементов.

В связи с этим существует потребность в разработке автоматической системы распределения воды для инъекций.

Главной задачей этой системы является поддержание температуры хранения воды и равномерная ее циркуляция (1,5 м/с), чтобы у стенок трубопровода не было снижения скорости воды, при котором микроорганизмы могли бы задерживаться и образовывать биопленки.

Вследствие этого, автоматическое распределение воды представляет собой сложную гидро- и термодинамическую систему, в которой, согласно принципам GMP Всемирной Организации Здравоохранения, необходимо обеспечить выдерживание всех критических параметров процесса.

Автоматическая система распределения воды для инъекций позволит полностью избавить ее от распространения бактерий и доставить ее до места потребления, избегая контакта с внешней средой. Это позволит не допустить контакта персонала со стерильным фармацевтическим производством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мовсесов С. Что нового в фармацевтической водоподготовке? Новая антикризисная линейка оборудования / С. Мовсесов В. Барышников, Г. Колчин, Marc Fink (Christ Aqua ecolife). // Фармацевтические технологии и упаковка: сб. статей. – Москва, 2009. – С. 38-46.

Секция
Моделирование и информатизация технологий и объектов атомной отрасли

Адонин Н.Р., Щипков А.А.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СКВАЖИННЫХ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: d273anr@edu.ssti.ru

Погружные установки электроцентробежных насосов (УЭЦН) являются значимым технологическим оборудованием при добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания. От их долговечности и эффективности использования во многом зависит рентабельность добычного комплекса. Улучшить эти показатели можно, исключив из работы УЭЦН режимы, ведущие к их преждевременному износу, а также путем минимизации электроэнергии, потребляемой двигателем установки при заданной производительности скважины. Выбор оптимального режима работы насосного агрегата целесообразно производить на основе комплексной математической модели скважины, при разработке которой в т.ч. необходимо знать параметры погружного асинхронного электродвигателя, а также семейство напорных характеристик сопряженного с ним насоса. Настоящей работой в основу определения параметров УЭЦН предлагается включить результаты стендовых испытаний. Так, от выборочных предустановочных испытаний отдельных УЭЦН предлагается перейти к обязательным испытаниям каждого вновь монтируемого агрегата, в т.ч. - после его ремонта. Полученная информация должна закрепляться за конкретной УЭЦН и поступать в экспертные информационные системы предприятия в качестве данных исходного состояния насосного агрегата, служить для параметризации его математического описания и оценки деградации характеристик по ходу службы. Актуальность решения подтверждается тем, что данные завода-изготовителя зачастую неполны и касаются лишь номинальных режимов работы, к тому же имеет место некоторый разброс параметров среди различных экземпляров УЭЦН. Для жизнеспособности предложенного решения в условиях производства - разработаны методика испытаний и проект по автоматизации стенда с использованием современных программных и технических средств. При сохранении временного регламента испытаний это позволит автоматически фиксировать семейство напорных характеристик для различных частот вращения насоса, а также значения тока и мощности, потребляемые электродвигателем.

Ахмедова А. Р., Шваб А.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССООБМЕНА ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕКСАФТОРИДА ВОЛЬФРАМА В ХИМИЧЕСКОМ АППАРАТЕ

Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: annsunny2013@gmail.com

В настоящей работе рассматривается процесс получения гексафторида вольфрама в химическом аппарате путем фторирования порошка тугоплавкого металла [1]. Рабочая зона химического реактора представляет собой цилиндрическую камеру с нагреваемой подложкой. Гетерогенная химическая реакция происходит за счет прохождения газообразного фтора над слоем порошка вольфрама, расположенного на подложке. Фтор подается аксиально, через верхнее входное отверстие, с постоянной скоростью, объемной концентрацией и температурой.

Процесс фторирования проходит при малых скоростях смеси газов для полноты проведения химической реакции, поэтому можно считать среду несжимаемой. Аэродинамика и тепломассоперенос в аппарате описывается системой уравнений Навье – Стокса [2], уравнением неразрывности, уравнением переноса теплоты и вещества. Термогравитационная сила учитывается на основе приближения Буссинеска. Решение системы уравнений производилось в переменных «скорость-давление» и «функция тока - вихрь» для подтверждения достоверности численных результатов.

В результате были получены распределения радиальной и аксиальной составляющих вектора скорости, изолиний концентрации, теплоты и функции тока. Результаты расчета показывают существенное влияние термогравитационных сил на картину течения. Выявлено также, что при относительно большом числе Грасгофа возникают циркуляционные области над подложкой.

Разработанная модель может быть использована при оптимизации процесса получения гексафторида вольфрама в химическом аппарате.

ЛИТЕРАТУРА

1. Королев Ю.М., Столяров В.И./ Ю.М. Королёв, В.И. Столяров – Восстановление фторидов тугоплавких металлов водородом. – М.: Металлургия, 1981.
2. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат.1984. – 152с., ил.

Верлинский М.В., Шинкевич Р.А., Орлов А.А.

ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕБЕР В ЕМКОСТЯХ ДЛЯ ДЕСУБЛИМАЦИИ UF_6

Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30,
e-mail: orlovaa@tpu.ru

Для определения оптимальных размеров вертикальных ребер в емкостях для десублимации UF_6 использовалась математическая модель [1].

Расчеты проводились для емкостей объемом от 1 до 4 м^3 с шагом 0,5 м^3 с вертикальным оребрением (12 ребер толщиной $4 \cdot 10^{-3}$ м). Оптимизация размеров ребер проводилась на основе критерия обеспечения максимальной средней производительности емкости при ее заполнении до 70% свободного объема. Найденные оптимальные значения размеров вертикальных ребер представлены в таблице 1.

Таблица 1. Оптимальные значения ширины и длины вертикальных ребер емкостей различных объемов

V, м^3	$L_{опт}$, м	$d_{опт}$, м	$d_{опт}/R$	q, кг/ч
1,0	1,132	0,317	0,7044	19,363
1,5	1,412	0,355	0,7100	25,565
2,0	1,564	0,391	0,7109	30,286
2,5	1,604	0,427	0,7117	33,627
3,0	1,622	0,462	0,7108	36,643
3,5	1,582	0,497	0,7100	38,806
4,0	1,542	0,532	0,7093	40,925

где V – объем емкости, Lопт – оптимальная длина вертикальных ребер, dопт – оптимальная ширина вертикальных ребер, R – внутренний радиус емкости, q – средняя производительность емкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Orlov A.A., Tsimbalyuk A.F., Malyugin R.V., Glazunov A.A., Dynamics of UF6 desublimation with the influence of tank geometry for various coolant temperatures, MATEC Web of Conferences. 72 (2016) 01079.

Генсеровский К.А., Брендаков В.Н.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕНОСА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ РЕАКТОРА БРЕСТ ОД - 300 НА ПАРОГЕНЕРАТОР

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: VNBrendakov@mephi.ru

Основными уравнениями, применяемыми при инженерных расчетах процесса теплообмена, являются уравнения теплового баланса и теплопередачи. Количественный мерой переноса теплоты является вектор плотности теплового потока q, указывающий направление переноса и численно равный количеству теплоты, проходящему за единицу времени через единицу поверхности, нормальной к направлению переноса. Важнейшей задачей расчета теплообменных аппаратов является определение нестационарного трехмерного поля температуры T(t,x,y,z), а также нахождение потока теплоты q(t,x,y,z). Если известно поле плотности потока q, то можно рассчитать геометрические и режимные параметры данного аппарата.

Реактор на быстрых нейтронах БРЕСТ предназначен для работы со свинцовым теплоносителем. При работе реактора на расчетной мощности температура свинцового теплоносителя на входе в активную зону составляет 420°С, усредненная температура на выходе из зоны и бокового отражателя — 540°С, подогрев теплоносителя — 120°С, а его максимальная скорость — 2 м/с.

Математическая формулировка задач теплообмена базируется на законах переноса и законах сохранения. Уравнения, описывающее изменение температуры в рабочей зоне реактора БРЕСТ, имеет вид диффузионной модели:

$$S*c_p*\partial T/\partial t = S*D*\partial^2 T/\partial x^2 - v*c_p*\partial T/\partial x,$$

где S – площадь поперечного сечения рабочей зоны, D – коэффициент диффузии, v – объемная скорость потока, c_p – теплоемкость потока, t – время, x – координата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кафаров В. В. Глебов М. Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. // М.: «Высшая школа», 1991г.;
2. Кафаров В. В., Мешалкин В. П., Гурьева Л. В. Опртимизация теплообменных процессов и систем. // М. Энергоатомиздат, 1988г.;
3. Будов В. М, Дмитриева С. М. Форсированные теплообменники ЯЭУ //М, «Энергоатомиздат», 1989г.;
4. Ташлыков О.Л. Ядерные технологии.// М, «Юрайт», 2017г.;
5. Селезнев Е. Ф. Кинетика реакторов на быстрых нейтронах.//М, «Наука», 2013г.

Гибадулина Т.А., Носков М.Д., Истомин А.Д.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: gibadulina.t.a@mail.ru

Для оценки эффективности производства целесообразно использовать информационные технологии. Основные задачи, которые должна выполнять информационная система анализа эффективности производства: анализ данных; визуализация данных; работа с поручениями. Система предполагает наличие четырех модулей: автоматизированное рабочее место руководителя подразделения (ввод недостающих плановых и фактических данных; работа с отклонениями показателей и поручениями; анализ и принятие мер); автоматизированное рабочее место директора (план-фактный анализ на основе данных из баз данных и введённых данных руководителем подразделения; принятия управленческих решений); интерактивный анализ представленных данных (визуализация данных, для дальнейшего анализа, просмотра отклонений; создание поручений для принятия мер и управленческих решений); удаленный просмотр представленных данных (удаленный просмотр данных для дальнейшего анализа и принятия управленческих решений без привязки к местонахождению), которые будут взаимодействовать с хранилищем данных, и выводить данные по средствам клиентских программ. Для каждого модуля создан обобщенный сценарий работы, разработана диаграмма потока данных, построен алгоритм работы модуля. Подготовлен перечень плановых и фактических показателей работы предприятия. Предлагаются следующие варианты визуализации данных: экранная форма в виде таблицы, для формирования отклонений и создания поручений; таблица ручного ввода данных; гистограмма для отображения плановых данных за год с наложением факта; гистограмма для отображения плановых данных за месяц; график данных с отклонениями (гистограмма).

Применение информационной системы позволит более наглядно оценить процесс работы, а также проводить детальный анализ показателей, на основе чего принимаются управленческие решения, тем самым повышая эффективность производства.

ЛИТЕРАТУРА

1.Управление производством [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/.

Гончарова Н.А., Гуцул М.В., Носков М.Д.

ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ СПОСОБОМ СПВ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: aleksandrovad270@mail.ru

Повышение экономической эффективности работы эксплуатационных блоков способом скважинного подземного возможно путем снижения себестоимости добычи урана, которой можно добиться благодаря выбору оптимальных схем вскрытия залежей и режимов работы блоков. Для решения данных задач целесообразно применять информационные системы, построенные на экономико-математической модели работы эксплуатационного блока.

В настоящей работе представлена информационно-моделирующая экономическая система (ИМЭС), позволяющая оценивать себестоимость добычи урана в зависимости от различных геологических и технологических параметров блоков, геотехнологических показателей и финансово-экономических условий работы предприятия. С помощью ИМЭС возможно проводить анализ работы не только действующих, но и проектируемых эксплуатационных блоков. Программное обеспечение позволяет создавать цифровые модели эксплуатационных блоков, которые представляют совокупность исходных данных и результатов расчета экономических показателей. Структура системы расчета экономических показателей состоит из модуля подготовки данных, модуля расчета и модуля визуализации. Все исходные данные и результаты расчетов экономических показателей хранятся в базе технологических данных. Модуль подготовки данных предоставляет пользователю возможности ввода, редактирования и сохранения исходных данных для расчета. Основным модулем системы является модуль расчета экономических показателей, который позволяет спрогнозировать финансово-экономические показатели отработки эксплуатационных или проектных блоков. Модуль визуализации предназначен для графического представления результатов расчета.

Применение ИМЭС на геотехнологическом предприятии позволит выявить неэффективные расходы предприятия, эффективность работы действующих и проектных эксплуатационных блоков.

Горбачева В.Н., Шваб А.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ С ВРАЩАЮЩИМСЯ ЭЛЕМЕНТОМ

Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634045, г. Томск, пр. Ленина 36,
e-mail: wika.gorbacheva@mail.ru

Одним из перспективных способов получения изделий из тугоплавких металлов, таких, как например вольфрам, является технология газофазного формования, которая заключается в осаждении вольфрама из газовой фазы путем процесса восстановления гексафторида вольфрама газообразным водородом. Традиционно технология газофазного формования осуществляется в коаксиальном канале, расположенном вертикально, причем, процесс осаждения вольфрама происходит на подложке внутреннего кольцевого канала. Наличие свободной тепловой и концентрационной конвекции не позволяет получать равномерный слой вольфрама на подложке. Поэтому в данной работе предлагается использовать кольцевой канал расположенный горизонтально и с вращением внутренней трубки вокруг осевой оси, что, очевидно, позволит получать равномерную толщину вольфрама на подложке.

Математическое моделирование процесса формования изделий в новой постановке осуществлялось на основе уравнений Навье-Стокса, переноса теплоты, вещества и уравнения неразрывности в полярной системе координат. В уравнениях переноса импульса учитывались термогравитационные силы, вызванные неоднородностью плотности смеси за счет изменений полей температуры и концентрации.

В качестве граничных условий на подложке задавались условия протекания гетерогенной химической реакции с учетом изменения температуры. Проведенное численное исследование в предложенной оригинальной постановке задачи показало перспективность такой технологии формования изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красовский А.И, Чужко Р.К., Трегулов В.Р., Балаховский О.А. Фторидный процесс получения вольфрама. М.:Наука, 1981– 261 с.;
2. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. Москва: Физ-мат. лит., 1959. 699 с.

Журавлев А.А.[1], Брендаков В.Н.[2]

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФТОРИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛЬФРАМА

[1]Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: vnbrendakov@mephi.ru

В работе рассматривается процесс фторирования порошкообразного металлического вольфрама элементным фтором, который имеет большое практическое значение не только при создании металлических покрытий и уникальных изделий из вольфрама, но и для фторирования других различных металлов. Процесс протекает в реакторе фторирования, который представляет собой горизонтальный прямоугольный канал, внутри которого расположен тонкий слой порошкообразного вольфрама. Протекающий в активной зоне газообразный фтор вступает в химическую реакцию с вольфрамом. Эта реакция может быть описана уравнением [1].

$$W + 3\,F_2 = WF_6$$

Для описания химической реакции фторирования используется трехмерная модель переноса импульса, теплоты и вещества, учитывающая неоднородность температуры и концентрации ключевого компонента в рабочей зоне реактора ввиду экзотермического характера реакции на поверхности тонкого слоя порошкообразного материала, учитываемого в модели в виде сложных граничных условий. Созданная математическая модель процесса фторирования металлического вольфрама решается численно методом установления, с использованием конечно – разностных аналогов системы дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Первоначальные расчеты, выполненные для верификации созданной модели, позволяют сделать вывод о возможности исследования такой модели для описания процесса фторирования металлического вольфрама.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлев А.А. Численное моделирование процесса фторирования порошкообразного вольфрама // А.А. Журавлев, В.Н. Брендаков / В книге: Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики - 2017 международная молодежная научная конференция. 2018. С. 281-283.

Ким В.В.[1], Брендаков В.Н.[2]

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ УРАНИЛНИТРАТОВ

[1]Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: vnbrendakov@mephi.ru

В работе рассматривается процесс термического разложения полиураната аммония, который имеет большое практическое значение не только в атомной энергетике, но и других отраслях современного производства. Процесс протекает в барабанной печи, которая представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, внутри которого происходит эндотермическая реакция термического разложения полиуранатов аммония до образования оксидов урана [1].

$$9(NH_4)_2U_4O_{13} \rightarrow 12U_3O_8 + 10NH_3 + 21H_2O + 4N_2$$

Для расчета распределения поля температуры внутри печи используется трехмерная модель переноса тепла, учитывающая вращение аппарата и неоднородность температуры в поперечном сечении ввиду эндотермического характера реакции на поверхности тонкого слоя порошкообразного материала и принудительного прогрева внутренней зоны аппарата через стенку печи, описываемых в модели в виде граничных условий.

Полученная математическая модель, представляющая собой систему дифференциальных уравнений второго порядка с частными производными, решается численно методом установления, с использованием конечно – разностных аналогов [2].

Предварительные расчеты, выполненные для верификации созданной модели, позволяют говорить о возможности параметрического исследования процесса термической диссоциации уранилнитратов численными методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ким В. В. Математическая модель процесса разложения полиураната аммония // В.В. Ким, В.Н. Брендаков / В сборнике: VIII Всероссийская молодежная научная конференция "Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики - 2018" Материалы конференции. Под редакцией М.Ю. Орлова. 2019. С. 231-234.
2. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.

Кокорев О.Н.[1,2], Кеслер А.Г.[1], Истомин А.Д.[1],
Носков М.Д.[1], Чеглоков А.А.[1]

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПУНКТОМ ГЛУБИННОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ФИЛИАЛА «СЕВЕРСКИЙ» ФГУП «НО РАО»

[1]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
[2]ФГУП «НО РАО» филиал «Северский»,
636036, г. Северск, пр. Коммунистический, 8,
e-mail: ONKokorev@norao.ru

Система информационного обеспечения управления (СИОУ) пунктом глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов (ПГЗ ЖРО) филиала «Северский» предназначена для сбора и хранения геологической и технологической информации, построения цифровой геотехнологической модели и проведения прогнозных расчетов и оценки состояния эксплуатационных горизонтов ПГЗ ЖРО. СИОУ ПГЗ ЖРО включает в себя четыре модуля: геоинформационный (ГИМ), технологический-информационный (ТИМ), геотехнологический моделирующий (ГММ) и экспертно-аналитический (ЭАМ).

ГИМ предназначен для сбора, хранения, обработки и интерпретации данных о геологической среде, а также создания трехмерной геолого-математической и гидрогеологической модели эксплуатационных горизонтов. ТИМ позволяет осуществлять сбор, хранение, представление и анализ разнородных данных по работе наземного комплекса ПГЗ ЖРО. С помощью ТИМ вводятся данные по техническим объектам ПГЗ ЖРО. ГТММ предназначен для проведения 3D моделирования гидродинамических, термодинамических и физико-химических процессов, происходящих в подземном водоносном горизонте при глубинном захоронении ЖРО. С помощью ЭАМ выполняются оценка геоэкологического состояния пласта-коллектора и поддержка принятия управленческих решений. Работа экспертно-аналитического-модуля основана на результатах работы геоинформационного, технологического информационного и геотехнологического модулей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов В.В., Истомин А.Д., Кокорев О.Н., Носков М.Д., Чеглоков А.А. «Геолого-математическая модель пласта-коллектора ПГЗ ЖРО филиала «Северский» ФГУП «НО РАО»», Томск, 2018.

Луцик И.О.[1], Шаманин И.В.[1], Аржанников А.В.[2], Шмаков В.М.[3], Каренгин А.Г.[1], Модестов Д.Г.[3], Приходько В.В.[2], Беденко С.В.[1], Кнышев В.В.[1]

РАСЧЕТ ФУНКЦИОНАЛОВ НЕЙТРОННОГО ПОЛЯ В ГИБРИДНОМ РЕАКТОРЕ, УПРАВЛЯЕМОМ ВНЕШНИМ D-T ИСТОЧНИКОМ НЕЙТРОНОВ: МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ

[1]Томский политехнический университет, 634034, г. Томск, пр. Ленина, 30,
[2]Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения РАН 630090 г. Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, д. 11,
[3]Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики им. Академика Е.И. Забабахина 456770, г. Снежинск, ул. Васильева, д. 13,
e-mail: io.lutsik@gmail.com

В работе изложен подход к моделированию гибридной системы, представляющей собой внешний источник нейтронов, окруженный размножающим подкритическим бланкетом (активной зоной) с применением программного средства на основе метода Монте-Карло Serpent 2.1.31. Разработанная модель и методика были применены для:

– исследования пространственно-энергетического распределения функционалов нейтронного поля в торий-плутониевом бланкете, зажигаемом внешним источником нейтронов, образующихся при термоядерном синтезе в D-T плазме [1];

– оптимизации модели бланкета с целью выравнивания радиального профиля энерговыделения;

– определения оптимального способа компенсации избыточной реактивности;

– исследования эволюции нуклидного состава ядерного топлива при работе реакторной установки;

– исследования волн деления при одиночных нейтронных импульсах, а также определения основных параметров нейтронной кинетики;

– консервативного анализа ядерной безопасности системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аржанников А. В. , Шаманин И. В. , Беденко С. В. , Приходько В. В. , Синицкий С. Л., Шмаков В. М. , Кнышев В. В. , Луцик И. О. Гибридная ториевая реакторная установка с источником термоядерных нейтронов на основе магнитной ловушки // Известия вузов. Ядерная энергетика - 2019 - №. 2. - стр. 43-54.

Мелюшонок Н.С., Гуцул М.В., Носков М.Д., Сакирко Г.К.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ VR ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРИ СКВАЖИННОМ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: melushonok@yandex.ru

Технология виртуальной реальности (англ. virtual reality, VR) находит применение в горнодобывающей промышленности для анализа данных, о месторождениях, отличающихся сложным геологическим строением, характеризующихся резкой изменчивостью мощности залежей или невыдержанным размещением содержания полезных компонентов [1,2]. Стандартное представление таких месторождений в виде карт и разрезов является недостаточно эффективным. В настоящей работе рассмотрены пути применения VR-технологии при добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания. Предполагаемое применение VR-технологии в скважинном подземном выщелачивании урана – визуализация геологических, гидрогеологических и технологических данных в виде трёхмерной сцены. Отображаемая информация разбивается на слои по типам данных и способам их представления. На трёхмерной сцене представляются скважины, строение проницаемых горизонтов, а также расположение рудных тел. Геолог или геотехнолог имеет возможность интерактивно менять ракурс, перемещаться внутри сцены, выделять объекты, получать контекстную информацию, изменять параметры построения слоёв.

Внедрение VR-технологии в процесс проектирования схем вскрытия и управления отработкой месторождений урана методом скважинного подземного выщелачивания предоставит новые возможности для анализа данных и позволит повысить качество принимаемых управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Grabowski A, Jankowski J. Virtual reality-based pilot training for underground coal miners. Saf Sci 2015;72:310–4; [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095268617303439 (дата обращения (28.09.2019);
2. Head-mounted display-based intuitive virtual reality training system for the mining industry. Author links open overlay panel ZhangHui. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095268617303439 (дата обращения (28.09.2019).

Мелюшонок Н.С., Истомин А.Д., Носков М.Д.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: melushonok@yandex.ru

Технология дополненной реальности (англ. augmented reality, AR) находит применение в горнодобывающей промышленности для визуализации данных и диспетчеризации процессов горного производства [1]. В настоящей работе рассматривается применение технологии AR для повышения эффективности работы предприятия при добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания.

Предлагаемая технология основана на использовании мобильных устройств, работающих под управлением операционных систем Android и iOS. Установленное на мобильном устройстве программное обеспечение AR работает на основе клиент серверной технологии. Связь с сервером обеспечивается посредством беспроводных сетей. Определение местоположение пользователя на плане местности осуществляется посредством GPS. Привязка к определённому объекту выполняется сканированием специального маркера, расположенного на нём или с помощью выбора объекта на плане. Объектами AR являются технологические и наблюдательные скважины. Получение информации осуществляется по запросу данных через сервер обработки информации из баз технологических и геологических данных. Пользователь получает информацию о скважине (номер, местоположение, конструкция, паспорт), технологической ячейке, режимах работы скважины, данные химических анализов, геофизических исследованиях скважин (ГИС), ремонтно-восстановительных работах (РВР), данные о насосном оборудовании и др. Внедрение AR-технологии, позволит повысить эффективность выполнения РВР, ГИС и работ по замене насосного оборудования за счёт предоставления оперативного доступа к необходимой информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение технологии дополненной реальности в горнодобывающей промышленности и диспетчеризации процессов горного производства / Белый А.М. // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2018. - №4. – С. 387-391.

Никитин А.В., Носков М.Д., Сербин А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: nikitin-sasha2000@mail.ru

Искусственный интеллект (ИИ) - свойство информационных систем выполнять интеллектуальные функции, которые традиционно считаются прерогативой человека. Внедрение и развитие ИИ является важнейшим трендом цифровой и информационной индустрии последних десятилетий. Технологии машинного обучения, глубинного анализа больших данных постепенно проникают во все сферы человеческой деятельности и начинают применяться во множестве отраслей, в том числе и атомной.

Одним из направлений развития атомной отрасли является использование ИИ. Первостепенными задачами данного направления являются:

- построение систем поддержки принятия решений в реальном времени на основе анализа данных и моделирования физических процессов;
- осуществление предсказательной аналитики состояния производственного оборудования предприятий;
- создание компьютерного зрения для осуществления идентификации сотрудников, контроля их физического и психологического состояния, контроля территорий предприятий от несанкционированного проникновения и т.д.;
- обеспечение контроля и безопасности состояния АЭС, протекания технологического процесса за счёт способности быстрого анализа потока данных, приходящих с датчиков, систем наблюдения и контроля;
- обеспечение кибербезопасности за счет способности определять уязвимости и быстро идентифицировать атаки;
- повышение эффективности работы АСУ ТП за счет оптимального распределения материальных, энергетических и информационных ресурсов.

Таким образом, использование ИИ являются важным направлением развития атомной отрасли, которое должно способствовать уменьшению повышению эффективности и безопасности производства.

Попова И.Г.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОТРАСЛИ – МОДНЫЙ ТРЕНД ИЛИ ВЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ?

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: IGPopova@mephi.ru

Искусственный интеллект (ИИ) - это стратегический проект ближайшего будущего, сравнимый по сложности и важности с ядерными проектами середины XX века.

Ядерная энергетика - одна из высокотехнологичных отраслей, где наша страна сохраняет лидирующие позиции. Внедрение трендовых технологий ИИ в российской атомной отрасли позволит сохранить это лидерство. Решение каких же задач можно возложить на ИИ? К таким задачам ИИ в сфере ядерной энергетики относятся: безопасность реакторов; контроль состояния АЭС; управление катастрофическими рисками; создание цифровых моделей АЭС; ИИ+АСУТП на предприятиях отрасли; проектирование; развитие науки; технологический прогресс; кибербезопасность [1].

Таким образом, внедрение искусственного интеллекта в отрасли:

- значительно расширит возможности автоматизации и контроля, поможет понять отдельные процессы в ядерной физике и создать новые типы реакторов;
- даст экономические преимущества через повышение эффективности процессов и рост производительности труда;
- обеспечит дополнительную безопасность в производственной, информационной сферах и определенное превосходство в военно-технической области.

В числе внедренных проектов использования искусственного интеллекта в «Росэнергоатоме» можно назвать [2]:

- визуальный контроль использования средств индивидуальной защиты на Кольской АЭС;
- дивизиональная система контентного поиска по документальным архивам описания событий низкого уровня на АЭС;
- система синхронного перевода для обучения персонала строящихся за рубежом АЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Искусственный интеллект в ядерной энергетике. - //Атомный эксперт №3-4 (64-65) май–июнь 2018. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://atomicexpert.com/page3177509.html. (дата обращения (24.02.2020);
2. Искусство работать с интеллектом. – //Страна Росатом №5(21) февраль 2020.

Попова К.Е., Гуцул М.В., Кеслер А.Г., Носков М.Д.

ПОВЫШЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ОТРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕБИТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65,
e-mail: MDNoskov@mephil.ru

Скважинное подземное выщелачивание (СПВ) является перспективным способом добычи урана [1]. В России СПВ применяется при разработке месторождений палеодолинного типа Зауральского и Витимского урановорудных районов. Особенностью месторождений палеодолинного типа является неоднородное распределение продуктивности урана в пределах залежи. Разработка таких залежей стандартными системами требует повышенных эксплуатационных расходов в результате неравномерности отработки. Снижение себестоимости добычи урана из залежей с неоднородным распределением продуктивности может быть достигнуто применением специальных систем отработки.

В работе рассматривается применение изменения дебитов технологических скважин эксплуатационного блока для повышения неравномерности отработки. Исследования проводились методом математического моделирования с помощью специализированного программного обеспечения «Курс», разработанного в СТИ НИЯУ МИФИ [1]. Была построена геотехнологические цифровая модель эксплуатационно с неравномерным распределением продуктивности урана и проведены геотехнологические расчеты отработки блока с различными режимами работы скважин. В первом варианте все откачные скважины имели одинаковый дебит. Во втором случае дебит откачных скважин увеличивался или уменьшался в соответствии с величиной продуктивности. Дебит закачных скважин определялся исходя из требования баланса ячеек. Результаты расчета показали, что такое изменение дебитов технологических скважин приводит к повышению эффективности отработки эксплуатационных блоков при неоднородном распределении продуктивности урана в пределах залежи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимова И.Д., Бабкин А.С., Воронцова О.М., Гладышев А.В., Душина И.К., Иванов А.Г., Камнев Е.Н., Карамушка В.П., Латышев Е.В., Морозов А.А., Носков М.Д и др. Геотехнология урана (российский опыт): монография – М.: «КДУ», «Университетская книга», 2017. – 576 с.

Правосуд С.С., Иванов К.А., Ярманова А.О.

СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «УПРАВЛЕНИЕ ЯДЕРНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ»

Северский Технологический Институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: sspravosud@gmail.com

В настоящее время актуальной становится задача подготовки кадров для контроля и управления ядерными установками. Данная задача не могла не коснуться Северский технологический институт, в котором в настоящее время ведётся подготовка кадров по отраслевому проекту «Прорыв».

Разрабатываемый в данном проекте комплекс программных средств позволит студентам изучить и понять процессы, происходящие в ядерных реакторах.

Аналитические тренажеры, реализуемые на ПК, не содержат аппаратуры, требующей постоянного обслуживания. Они дают возможность провести эксперименты различных переходных процессов и сформировать навыки работы персонала на АЭС.

В рамках текущего исследования в математическом пакете MATLAB Simulink с помощью GUI были разработаны три лабораторные работы по курсу “Управление ядерными энергетическими установками”.

В будущем планируется совершенствование математических моделей и интерфейса, создание методических пособий для студентов по данным лабораторным работам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Украинцев В.Ф. Физический пуск реактора: Методическое пособие по курсу "Динамика ядерных реакторов". - Обнинск: ИАТЭ, 2005. - 23 с.;
2. Наумов В.И., Смирнов В.Е. Моделирование нестационарных и аварийных процессов в ядерных энергетических установках: Лабораторный практикум. М.: МИФИ, 2007. – 104 с.;
3. Основы компьютерной математики с использованием системы MATLAB / А. В. Кривилев. – М. : Лекс-Книга, 2005 . – 496 с.

Правосуд С.С.[1], Горбачев В.А.[2], Горбачев П.А.[2]

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕАКТОРА ВВЭР – 1200 ПО ЧАСТОТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

[1]Северский Технологический Институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
[2]Филиал "Центратомтехэнерго" АО "Атомтехэнерго",
115432, г. Москва, проектируемый проезд № 4062, д. 6, строение 2,
e-mail: sspravosud@gmail.com

В 2020 году на Белорусской АЭС планируется физический пуск реактора ВВЭР – 1200 (В – 491). Данный тип установок разработан на основе реакторов ВВЭР – 1000, но отличается повышенной на 20% мощностью при сопоставимых размерах оборудования, высоким КИУМ (90%), возможностью работать 18 месяцев без перегрузки топлива и другими улучшенными удельными показателями.

В данной работе была получена модель динамики "горячего" реактора, оценены влияние температурных эффектов реактивности по топливу и теплоносителю, а также влияние отравления ксеноном и самарием при энергетических режимах работы. Оценена устойчивость реактора при различных возмущениях по реактивности.

Анализ частотных характеристик показывает, что реактор обладает саморегулированием, что полностью согласуется с реальными экспериментами. Полученные данные будут применены для создания аналитического тренажера на базе СТИ НИЯУ МИФИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фейнберг С.М., Шихов С.Б., Троянский В.Б. Теория ядерных реакторов. - М.: Атомиздат,1978. – 400с;
2. Дементьев Б.А. Кинетика и регулирование ядерных реакторов. - М.: Атомиздат, 1986. – 272с;
3. Галанин А.Д. Введение в теорию ядерных реакторов на тепловых нейтронах. - М.: Энергоатомиздат, 1990 – 536с;
4. Бартоломей Г.Г., Бать Г.А., Байков В.Д., Слухов М.С. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов. – М – Энергоатомиздат, 1989 – 512с.

Сербин А.В., Гуцул М.В., Носков М.Д., Щипков А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОЛИГОНА СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65,
e-mail: serbin-96@mail.ru

Скважинное подземное выщелачивание (СПВ), в настоящее время, является одним из наиболее перспективных методов добычи урана. Важную роль в процессе СПВ играют насосные агрегаты, прогнозирование состояния которых является важной задачей. Для ее решения целесообразно применение искусственного интеллекта (ИИ), способностей компьютеров решать задачи, которые обычно ассоциируются с интеллектуальными возможностями человека. Принцип работы ИИ заключается в сочетании большого объема данных с возможностями быстрой обработки и сложными алгоритмами, что позволяет программам автоматически обучаться на базе закономерностей и признаков, содержащихся в данных. Одним из направлений ИИ являются искусственные нейронные сети (ИНС).

В настоящей работе для решения задачи прогнозирования состояния насосного оборудования полигона СПВ применяется архитектура ИНС - многослойный персептрон, состоящий из 13 нейронов входного слоя, 5 нейронов первого внутреннего слоя, 2 нейронов второго внутреннего слоя, 1 нейрона выходного слоя. Обучение ИНС происходит по алгоритму обратного распространения ошибки. ИНС реализована в виде специализированного программного обеспечения (ПО), разработанного на языке программирования C++ в среде разработки Embarcadero RAD Studio. Входными параметрами ПО являются время работы насосного агрегата, количество прецедентов частых пусков, количество срабатываний защиты от сухого хода, время работы насосного агрегата при низком КПД и т.д. Выходным параметром является время до момента выхода из строя насосного агрегата. Обучение ИНС произведено на тестовых данных, сформированных на основе экспертных оценок. Всего сформировано 4000 векторов входных и выходных параметров.

Применение разработанного ПО может способствовать уменьшению затрат на ремонтные работы насосного агрегата, а также времени простоев откачной скважины.

Сидорова А.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПАКЕТЕ UNISIM DESIGN НА ПРИМЕРЕ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634034, г. Томск, пр. Ленина, 30,
e-mail: sidorova@tpu.ru

Пакет для технологического моделирования *Unisim Design [1]*, в котором была смоделирована установка подготовки нефти (УПН) [2] представляет собой интерактивный пакет программ для моделирования, позволяющего создавать стационарные и динамические модели заводов, упрощает процесс проектирования, мониторинга производительности, устранения неисправностей, бизнес-планирования и управления активами предприятия. В статье подробно изложено построение модели УПН [3]. Моделирование данной установки состоит из следующих шагов: выбор пакета свойств и компонентов сырой нефти, инсталляции потоков и операторов, рассмотрение окончательных результатов. Для расчета симуляции использовалась система уравнений Пенга-Робинсона. Задание свойств нефтяного потока включает следующее: состав газовой части; общий молекулярный вес и плотность нефти и др. На основании вышеуказанных параметров пакет *Unisim* разобьет характеризуемый нефтяной поток на гипокомпоненты, смесь которых и будет отражать требуемые свойства нефти. В статье была разработана модель УПН, позволяющая проводить анализ свойств товарной нефти при различных исходных нефтяных смесях. Модель также допускает усложнение, добавление в симуляционную среду других химических соединений, например, примесей в анализируемой нефти, включение дополнительного оборудования для реализации более сложных схем установок подготовки нефти, также предоставляет возможность рассчитать энергетические затраты полученной модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пакет Unisim Design [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.controlengrussia.com/avtomatizatsiya-neftegazovoj-otrasli/unisim_design (дата обращения: 09.01.2020);
2. Установка подготовки нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rogeng.ru/produktsiya/ustanovka-podgotovki-nefti/ (дата обращения: 10.01.2020);
3. Сидорова А.А. Разработка системы управления подготовкой нефти// Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных/ ТПУ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – С. 213-214.

Смирнов К.В.[1], Фаустов Б.А.[1], Фаустова И.Л.[2]

МЕТОД ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА

[1]Санкт-Петербургский государственный университет,
198504 Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский просп., 35,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: bogfaust@gmail.com

В данной работе рассмотрен метод, который можно применять для определения оптического потока радионуклидных изображений. В статье приведено обоснование метода и математическая формализация, показаны примеры использования алгоритмов на тестовых изображениях и некоторые тонкости их работы в частных случаях [1].

В нашем случае, чтобы выделить исходные концепции, которые лежат в основе выбора метода, применяемого для решения задачи распознавания движения объектов на изображении, необходимо проанализировать радионуклидные изображения. В более общем случае яркость изображения может быть неравномерной, поэтому надо рассмотреть постоянство второй производной цвета, выраженное в форме матрицы Гессе, её определителя Гессиана или следа Лапласиана.

Приведенных параметров недостаточно для построения алгоритма, так как они связывают точки одного изображения с точками другого, основываясь только на их цвете. Одно из предположений, которое позволяет частично решить эту проблему, является предположение гладкости потока. Это отвечает неразрывности двигающихся тел, они не могут резко изменять свое строение, но могут менять размеры и форму.

В работе приводится пример исходного изображения, на котором разные цвета обозначают величину цветовой компоненты, а также даны результаты работы приведенных алгоритмов для постоянства цвета и его гессиана. Оба потока выделяют места, отвечающие положениям границ на изображении. Это может являться одним из способов использования данного метода. При рассмотрении других изображений можно выделить дополнительные нюансы, одним из которых является возможность зависимости результата от начального приближения потока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Horn B. K. P., Schunck B. G. Determining optical flow // Artificial Intelligence. 1981. No 17. P. 185–203.

Филонова А.А., Гуцул М.В., Кеслер А.Г., Носков М.Д.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕБИТОВ ЗАКАЧНЫХ СКВАЖИН НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО БЛОКА ПРИ СКВАЖИННОМ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: Alina1901Filonova1901@gmail.com

При скважинном подземном выщелачивании добыча урана происходит через систему откачных и закачных скважин, объединенных в эксплуатационные блоки. Для обеспечения эффективности извлечения урана необходимо поддерживать баланс откачных и закачных растворов не только в целом по блоку, но и в отдельных технологических ячейках. В работе с помощью математического моделирования исследуется влияние дисбаланса растворов по ячейкам на интенсивность извлечения урана.

Математическое моделирование проводилось при помощи программного обеспечения «Курс», разработанного в СТИ НИЯУ МИФИ. Программа «Курс» позволяет создавать цифровые модели эксплуатационных блоков и проводить моделирование процесса выщелачивания урана с учетом особенностей строения продуктивного горизонта, режимов технологических скважин, а также составов выщелачивающих растворов.

В работе рассматривались две схемы вскрытия блоков: рядная и гексагональная. Моделирование проводилось для двух вариантов. В первом случае все ячейки эксплуатационного блока находились в балансе, во втором случае искусственно была изменена приемистость закачных скважин, что привело к нарушению локального баланса по ячейкам. В целом по блоку баланс откачных и закачных растворов соблюдался. Моделирование проводилось до 80% отработки запасов урана в блоке.

Результаты моделирования показывают, что нарушение баланса приводит к ухудшению геотехнологических показателей отработки блока. Увеличивается время отработки, снижается содержания урана в продуктивных растворах, увеличивается отношение ж/т и расход кислоты.

Таким образом, при отработке блока целесообразно обеспечивать не только баланс в целом по блоку, но и локальный баланс по ячейкам.

Шваб А.В., Астахов Д.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ВЕРТИКАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ КАНАЛАХ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Национальный исследовательский Томский государственный университет,634050, г. Томск, пр. Ленина 36,
e-mail: avshvab@inbox.ru

В технологии атомной и химической промышленности широко используются движение смесей в каналах сложной конфигурации, которые являются опасными с экологической точки зрения. Очевидно, что экспериментальные исследования таких процессов связаны с большими трудностями. Поэтому невозможно проводить оптимизацию высокоэффективных технологий без использования современных методов математического моделирования. В предлагаемой работе рассматривается реодинамика и тепломассоперенос смеси в канале переменного сечения. Для описания гидродинамики реологически сложной смеси выбрана модель вязкой «степенной жидкости» [1], которая, как известно из научной литературы, является наиболее простой и позволяющей наиболее адекватно моделировать гидродинамику неньютоновских сред. Численное моделирование движения неньютоновской смеси проводилось с помощью уравнений переноса импульса, теплоты, концентрации и уравнения неразрывности. На основе приближения Буссинеска учитывается влияние термогравитационных сил. Численное решение, полученной системы дифференциальных уравнений, проводилось в естественных переменных «скорость-давление» с использованием метода физического расщепления полей скорости и давления на разнесенной разностной сетке с использованием метода контрольного объема. Достоверность полученных численных решений подтверждалась на основе тестовых исследований, а также сравнением с известными аналитическими зависимостями для некоторых частных случаев течения неньютоновской среды. На основе проведенных численных исследований показано влияние режимных и геометрических параметров на динамику и тепломассоперенос неньютоновской среды в исследуемой геометрии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шульман З.П. Конвективный тепломассоперенос реологически сложных жидкостей. – М.: Энергия, 1975. – 351с.

Шваб А.В., Гладченко Д.М.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ СВОБОДНОЙ И ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ НА ДИНАМИКУ БИНАРНОЙ СМЕСИ В ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ

Национальный исследовательский Томский государственный университет,634050, г. Томск, пр. Ленина 36,
e-mail: avshvab@inbox.ru

Создание и оптимизация новых высокоэффективных технологий невозможно без использования современных методов математического моделирования. В настоящей работе исследуется влияние трех взаимодействующих конвекций: вынужденной и свободных тепловой и концентрационной конвекций на гидродинамику пространственного течения в кольцевом канале, который является рабочим элементом химического реактора, в котором происходит технология получения гексафторида вольфрама на основе процесса фторирования металлического вольфрама. Численное моделирование процессов переноса импульса и тепломассопереноса проводится в цилиндрической системе координат на основе полных уравнений Навье-Стокса и уравнения переноса теплоты, вещества и уравнения неразрывности. Влияние свободной тепловой и концентрационной конвекции на гидродинамику моделируется на основе приближения Буссинеска, которое основывается на постоянстве плотности в инерционных слагаемых, а неравномерность поля плотности смеси учитывается только в слагаемом, характеризующем подъемную силу. Для получения единственного решения используются следующие граничные условия. На входе в рабочую зону химического реактора задается аксиальная составляющая вектора скорости и температура газа, на стенках канала используется условия прилипания и отсутствия удельных потоков теплоты и вещества за исключением некоторой нижней части кольцевой трубы на подложке, на которой задаются условия протекания гетерогенной химической реакции с учетом изменения температуры [1]. В выходном сечении ставятся условия Неймана, характеризующие установление всех искомых функций. Достоверность проведенных численных решений подтвердилась тестовыми исследованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. Москва: Физ-мат. лит., 1959. 699 с.

Шваб А.В., Мусин. С.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ОБТЕКАНИИ ПОТОКОМ ТЕЛА, РАСПОЛОЖЕННОГО В КАНАЛЕ

Национальный исследовательский Томский государственный университет,634050, г. Томск, пр. Ленина 36,
e-mail: avshvab@inbox.ru

В химической, атомной и других отраслях промышленности широко эксплуатируются теплообменные устройства и аппараты, в которых имеют место нагревательные элементы, обтекающие холодной жидкостью или газом. Важной практической задачей является определение заданного нагрева жидкости, обтекающей тело, с помощью варьирования режимных и геометрических параметров. В предлагаемой работе проводится моделирование гидродинамики и теплообмена в плоском канале при обтекании нагревательного прибора, расположенного внутри канала. В работе рассматривается как случай течения ньютоновской, так и неньютоновской жидкости. Для описания неньютоновской жидкости используется модель «степенной жидкости» [1]. Решение данной задачи проводится на основании уравнений переноса импульса, теплоты и уравнения неразрывности. В рамках рассматриваемой задачи учитывается термическая подъемная сила, которая моделируется на основе приближения Буссинеска, а также, учитывается диссипация кинетической энергии, которая существенно проявляется особенно при гидродинамики дилатантной жидкости. Численное решение полученной системы дифференциальных уравнений проводилось в естественных переменных «скорость-давление» с использованием метода физического расщепления полей скорости и давления на разнесенной разностной сетке с использованием метода контрольного объема. Достоверность полученных численных решений подтверждалась сеточной сходимостью, а также сравнением с известными аналитическими решениями. На основе проведенных численных исследований показано влияние критериев, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Эккерта и показателя, характеризующего нелинейность «степенной жидкости» на теплоотдачу обтекаемого тела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шульман З.П. Конвективный тепломассоперенос реологически сложных жидкостей. – М.: Энергия, 1975. – 351с.

Шубин А.К., Брендаков В.Н.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕКСАФТОРИДА ВОЛЬФРАМА ВОДОРОДОМ

Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: shubin_andrey_1996@mail.ru

Осаждение плотных слоев высокочастотных металлов с весьма высокой производительностью открывает широкие перспективы для формирования заготовок заданной формы и готовых изделий уже в самом процессе получения металла. Из-за твердости и хрупкости вольфрама, такое направление, как осаждение вольфрама из газообразной смеси гексафторида вольфрама и водорода является наиболее актуальным, так как обычные способы не позволяют его обрабатывать из-за его свойств, [1].

$$WF_6 + 3H_2 = W + 6HF$$

Для решения данной задачи необходимо четко сформулировать физико-химическую постановку и математическую модель процесса осаждения вольфрама из смеси его гексафторида с водородом при стехиометрическом соотношении компонентов, на основе которой можно рассчитать основные показатели процесса при заданных параметрах без проведения многочисленных, трудоемких и финансово затратных экспериментов.

В данной работе построена математическая модель течения вязкой несжимаемой среды. Рассматривается двухмерная задача течения вязкой смеси газов, протекающая в осесимметричном канале, описываемая на основе уравнений Навье – Стокса. Решение поставленной задачи ищем в переменных «скорость-давление».

Для решения систем дифференциальных уравнений, типа уравнений переноса скалярной транспортабельной субстанции, в работе использовалась неявная двухслойная схема переменных направлений, предложенная Дугласом и Ганом и записанная в «дельта» форме [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Королев Ю. М. Экологически чистый фторидный передел в технологии вольфрама. Обоснование технологического цикла с кругооборотом фтора и водорода // Изв. вузов. Цвет. металлургия. 2016. № 6. С. 29 – 41;
2. Douglas J. A general formulation of alternating direction implicit methods. Part 1: Parabolic and hyperbolic problems / J. Douglas, J.E. Gunn // Numerische Math. – 1964. – B. 6. – S. 428−453.

Шубин А. К.[1], Брендаков В. Н.[2]

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕКСАФТОРИДА ВОЛЬФРАМА ВОДОРОДОМ

1Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
2Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: vnbrendakov@mephi.ru

В работе рассматривается процесс восстановления гексафторида вольфрама водородом, который вместе с процессом фторирования вольфрама является основой фторидной технологии передела вольфрама и имеет большое практическое значение не только при создании металлических покрытий и уникальных изделий из вольфрама, но и для передела других металлов. Процесс проходит в реакторе восстановления, который представляет собой вертикальный цилиндрический канал, внутри которого соосно расположен тонкий медный цилиндр в качестве подложки. Протекающая в активной зоне газообразная смесь гексафторида вольфрама и водорода вступают в химическую реакцию возле нагретой поверхности подложки. Эта реакция может быть описана уравнением [1].

$$WF_6 + 3\,H_2 = W + 6HF$$

Для описания химической реакции восстановления используется система дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка, которые описывают трехмерную осесимметричную модель переноса импульса, теплоты и вещества, и учитывают неоднородность температуры и концентрации ключевого компонента в рабочей зоне реактора возле подложки, ввиду эндотермического характера реакции на поверхности [2]. Эта особенность в математической модели учитывается в виде соответствующих граничных условий. Созданная математическая модель процесса фторирования металлического вольфрама решается численно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Королев Ю. М. Экологически чистый фторидный передел в технологии вольфрама. Обоснование технологического цикла с кругооборотом фтора и водорода // Изв. вузов. Цвет. металлургия. 2016. № 6. С. 29 – 41.
2. Шубин А.К. Численное исследование процесса восстановления гексафторида вольфрама водородом // А.К. Шубин, В.Н. Брендаков / В книге: Инновации в атомной отрасли: проблемы и решения Отраслевая научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященная 60-летию СТИ НИЯУ МИФИ в рамках научной сессии НИЯУ МИФИ. 2019. С. 72.

Секция
Социальные и экономические проблемы
инновационного развития атомной отрасли

Болтовская Н.А.[1], Кропочев Е.В.[2], Воробьева Е.С.[1]

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ

[1]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
[2]Национальный исследовательский Томский Государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: nboltovskaya15@gmail.com

Одна из основных задач инновационного развития атомной энергетики - это повышение конкурентоспособности продукции и услуг на атомных энергетических рынках за счет модернизации существующих технологий и технического перевооружения производственных мощностей. Госкорпорация Росатом объединяет предприятия одной из наиболее высокотехнологичных отраслей промышленности, и ее инновационное развитие является неотъемлемым условием сохранения позиций технологического лидерства и обороноспособности страны. Достижение данной цели можно достичь только при условии постоянного совершенствования технологических и организационных процессов и непрерывного повышения эффективности. Госкорпорация выделяет следующие потенциальные стратегические направления инновационного развития:

- разработка и сооружение реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым ядерным топливным циклом;
- вывод из эксплуатации;
- разработка и создание реакторов малой и средней мощности;
- ядерная медицина и системы охраны и безопасности;
- электроэнергетические системы и комплексы на основе высокотемпературных сверхпроводников;
- аддитивные технологии;
- информационная платформа управления проектированием.

Развитие данных направлений обеспечивает конкурентоспособность ядерного энергетического комплекса России в краткосрочной и среднесрочной перспективе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года [Электронный ресурс] Режим доступа: https://rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf (дата обращения 13.03.2020).

Боржигон Е.В., Белоконь Г.И., Флинта С.Д., Вотякова И.В.

АВАРИЯ НА ФАЭС И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЯПОНИИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: katrinerussia@gmail.com

В 2008 году экономика Японии подкосилась в следствие мирового финансового кризиса, что вызвало уменьшение производственных инвестиций и спроса на японские товары на мировых рынках.

В 2010 году благодаря правительственным расходам Япония восстановила свою экономику, открыла сельскохозяйственный сектор и сферу обслуживания для большей иностранной конкуренции, стимулировала экспорт через соглашения свободной торговли.

Как оказалось, государственный долг страны, который превышал 200% ВВП, постоянная дефляция, нестабильность экспорта и сокращение население – это не все проблемы Японии [2].

11 марта 2011 года землетрясение силой 9.0 баллов, повлекшее за собой аварию на атомной электростанции «Фукусима-1», и последующие за ним цунами опустошили северо-восточное побережье Острова Хонсю, смыв здания и инфраструктуру на участке в 6 миль от побережья, убив тысячи людей и сильно повредив несколько атомных электростанций, оставили без крова больше чем 320000 человек, а миллион домашних хозяйств без питьевой воды. Япония потерпела огромные экономические убытки (74 миллиарда долларов, что составляло примерно 1.3% ВВП страны на тот момент).[1]

Сегодня Япония – великая экономическая держава с высоким уровнем жизни. Занимает третье место в мире по номинальному ВВП и четвертое по ВВП, рассчитанному по паритету покупательной способности. Четвертая по величине экспортер и шестой по величине импортер.

ЛИТЕРАТУРА

1. РИА НОВОСТИ, Ущерб от аварии на АЭС «Фукусима-1» оценили в 74 млрд долларов [Электронный ресурс] Режим доступа: https://ria.ru/20111013/458086938.html (дата обращения 02.03.2020);
2. EREPORT.RU мировая экономика, Экономика Японии. Этапы развития японской экономики [Электронного ресурс] Режим доступа: http://www.ereport.ru/articles/weconomy/japan.htm (дата обращения 02.03.2020).

Власенкова О.В.[1], Вотякова И.В.[2]

РАЗВИТИЕ ИНТЕРНЕТ-БАНКИНГА И ПРОБЛЕМА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

[1]Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: vlasenkova_o@mail.ru

На сегодняшний день Интернет-банкинг представляет собой одно из наиболее прогрессирующих направлений в банковской сфере.

Его история берет начало в 80-х годах, когда была создана технология «home banking», позволяющая клиентам получать доступ к балансу своих счетов через телефон. Новый виток развития этого вида ДБО ознаменовался изобретением Интернета в 1994 году. Первым банком в мире, достигшим значительных успехов в онлайн-банкинге, стал Bank of America [1]. К 2001 году он стал единственным банком, чья база онлайн-пользователей превысила 2 млн. человек.

Сейчас в России более 90% крупных банков предоставляют услуги с помощью Интернета. Доступ к счетам и их управление, различные автоматические платежи в режиме, перевод денежных средств, запрос информации о транзакциях и тому подобное – весь этот широкий спектр операций доступен клиенту онлайн.

Однако, вместе с развитием банковского обслуживания через Интернет растет количество и качество мошеннических атак. Преступники используют поддельные страницы, спам, клавиатурных шпионов для хищения средств из систем Интернет-банкинга.

Несколько лет назад в России наблюдался резкий рост числа инцидентов, когда в результате действий мошенников происходило списание средств клиентов через дистанционные каналы. Согласно сведениям Group-IB, ущерб от хищений за 2015-2017 гг. составил примерно 31,5 млн долл. США [2].

Таким образом, необходимо инвестировать в сферу банковской IT-безопасности для снижения рисков и предотвращения угроз, т.к. Интернет-банкинг занимает все более актуальную нишу в развитии банковского дела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долгушина А. Я. Эволюция видов и моделей банковского обслуживания // Финансы и кредит, 2016. – № 36 (708). – С. 34-49;
2. Group-IB. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.group-ib.ru/blog (дата обращения (25.02.2020).

Воробьёв А.И., Луценко А.В.

МОББИНГ В ПОДРОСТКОВОЙ И МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: nsc_2012@mail.ru

Термин «моббинг» ввел Хайнц Лейманн для обозначения феномена, который был им обнаружен во время исследования социальных динамик на рабочем месте. Само слово «моббинг» происходит от английского «to mob» – грубить, нападать стаей, травить. В упрощенном понимании моббингом называется явление, когда коллектив или его часть ополчаются на одного или нескольких своих членов с целью их изгнания.

Моббинг имеет генетическую основу и широко распространен в животном мире. В биологии под моббингом понимается демонстративное действие животных или птиц против возможного врага – преимущественно другого вида. Первые значительные исследования моббинга провел ученый-этолог Конрад Лоренц.

В отличие от животных, у человека моббинг – элемент не межвидовой, а внутривидовой борьбы. Проявление моббинга в человеческом обществе во многом основано на противопоставлении «своих» и «чужих» в борьбе за разного рода ресурсы.

Наиболее часто данное явление встречается в школе. С виктимологической точки зрения, жертвами школьного моббинга чаще других оказываются дети, которые отличаются от большинства во внешности и поведении, имеют заниженную самооценку, мало общаются со сверстниками; нередко к этим особенностям добавляется более высокий или, напротив, более низкий уровень интеллекта, чем у одноклассников. В такой ситуации преследователи, как правило, стремятся либо «выжить» непохожего из своего коллектива, либо самоутвердиться за счет его унижения. Сходные мотивы остаются у моббинга и в более взрослых коллективах – не в последнюю очередь из-за закрепления агрессивных и виктимных шаблонов поведения в подростковом возрасте. При этом моббинг в организации возможен как по вертикали (начальник – подчиненный), так и по горизонтали (работники одного ранга). Около трети случаев моббинга – это именно вертикальный моббинг (боссинг), нацеленный на изоляцию, отстранение и, в итоге, изгнание сотрудника, который, как правило, воспринимается руководителем как потенциальный конкурент.

Таким образом, профилактика такой опасной формы девиантного поведения, как моббинг, должна начинаться еще в школе и продолжаться в профессиональных учебных заведениях.

Вотякова М.О.[1], Волчкова И.В.[2]

ВЛИЯНИЕ АТОМНЫХ ГОРОДОВ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ЗАТО СЕВЕРСК)

[1]Томский Государственный Университет,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
[2]Томский государственный педагогический университет,
634061, г. Томск, ул. Киевская, 60,
e-mail: votyakusha@gmail.com

Закрытое административное территориальное образование (ЗАТО) Северск расположено в Томской области и в настоящее время является одним из наиболее крупных ЗАТО в России. В начале 2019 года на территории ЗАТО Северск была создана территория опережающего социально-экономического развития, планируется, что она будет способствовать созданию новых рабочих мест в моногороде, наращиванию инфраструктуры, модернизации и диверсификации экономики, увеличению деловой активности, снижению зависимости от градообразующего предприятия, и, как следствие, улучшению социально-экономического положения в моногороде. Что касается социально-экономических выгод региона в целом, то создание ТОСЭР обеспечит приток налоговых поступлений в бюджет и частных инвестиций, воспроизводство и развитие человеческого капитала, повышение потребительского спроса и, как следствие, повышение инвестиционной привлекательности региона [1].

Сегодня поддержка моногородов становится приоритетной задачей государственной политики. В рамках реализации данного направления рассматривается формирование институциональных условий развития моногородов, обеспечение их устойчивого социально-экономического развития, стимулирование предпринимательской активности на принципах возвратного налогового финансирования. Реализация указанных мероприятий будет способствовать не только укреплению социально-экономических позиций моногорода, но и позитивному влиянию на экономическое развитие всего региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тенденции социально-экономического развития муниципальных образований в условиях формирования ТОСЭР Томской области / Волчкова И.В., Вотякова И.В., Воробьева Е.С., Филиппова Н.А. // Экономика строительства, 2019. – № 4 (58). – С. 56–67.

Гаман Л.А.

К ВОПРОСУ О ДУХОВНО-НРАВСТВЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ: НА ПРИМЕРЕ РУССКОЙ РЕЛИГИОЗНО-ФИЛОСОФСКОЙ МЫСЛИ XX В.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: GamanL@yandex.ru

Темпы научно-технического прогресса в XX в. обусловили магистральную тенденцию развития мира в направлении становления технической цивилизации. Ее ключевые элементы (наука, техника, массовое производство, др.) не просто изменили среду обитания человека, но привели к формированию «*организованного*» общества, глубоко отличного от общества «*органичного*», характерного для прежних эпох. Наряду с повышением эффективности производства, экономией социального времени, повышением социальной мобильности населения, улучшением качества его жизни, другими успехами, связанными с повсеместным внедрением технических достижений, выявилась большая сложность и неоднозначность различных аспектов технической цивилизации. Так, угрозой человеческой экзистенции стало вытеснение на периферию общественного сознания духовно-нравственных ценностей, размывание представлений о социальной солидарности, характерных для органических эпох. В этой связи представляют интерес размышления русских религиозно-философских мыслителей, в частности, Н.А. Бердяева (1874-1948) и Ф.А. Степуна (1884-1965), уделявших внимание анализу различных эффектов технической цивилизации. Бердяев обратил внимание на взаимообусловленность роста этатизма в современном мире и развития науки и техники, особенно направлений, связанных с военными целями и задачами. Усиление власти государства в ущерб интересам личности, расширение практики государственного регулирования, увеличение возможностей манипулирования общественным сознанием, – все это с разной степенью выраженности присутствовало в любом государстве в условиях технической цивилизации. Степун с тревогой писал о денационализации культур, усматривая в этом большую опасность для человеческой экзистенции и национального бытия народов. Оба мыслителя констатировали антропологический кризис, преодоление которого связывалось с восстановлением влиятельности христианской антропологической концепции со стержневой для нее идеей безусловной ценности человеческой личности.

Гаман П.И.

ПРОЦЕССЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Томский Государственный Университет,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: gaman.p@yandex.ru

В соответствии с Национальной программой «Цифровая экономика Российской Федерации», одним из ключевых критериев развития экономики страны является интенсивность внедрения новых технологий в основные секторы экономики, в том числе в атомную отрасль. Использование цифровых технологий в атомном производстве, а также создание соответствующих передовых цифровых продуктов способствует сохранению конкурентных преимуществ на мировом рынке.

Так, применение новых технологий на АЭС позволяет сократить время на выполнение многих повторяющихся процессов в течение жизненного цикла объекта – при проектировании, строительстве, эксплуатации, модернизации, выводе из эксплуатации. Облачное хранение массивов данных, новые решения в сфере информационной безопасности позволяют иметь точные данные о состоянии всех активов предприятия и работе оборудования. Автоматический контроль данных, рост мобильности сотрудников способствуют более эффективному управлению производительностью труда, создают дополнительные возможности для планирования загрузки персонала.
Использование преимуществ цифровых технологий на производстве является основой современной концепции Facility Lifecycle Management (FLM), предполагающей управление полным жизненным циклом электростанции от ее проектирования до вывода из эксплуатации, а также контроль на всех этапах. С помощью этой концепции анализируется весь процесс производства, а также прогнозируются и предотвращаются технические сбои с помощью предиктивной аналитики. Широкое применение цифровых технологий в российской атомной отрасли способствует сокращению издержек при производстве и реализации продукции, повышению конкурентоспособности отечественных компаний, обеспечению импортозамещения. Вместе с тем, цифровые технологии не влияют напрямую на улучшение качества продукции. Кроме того, недостаток цифровых знаний, а также длительность процесса создания отечественных аналогов и новых технологий могут существенно замедлить процесс перехода от консервативных методов к цифровым. Именно поэтому цифровизация в этой отрасли должна проводиться в комплексе с другими мерами по повышению качества товаров и услуг.

Горина П.Р.

ИНТЕРНЕТ КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ПРОДВИЖЕНИЯ И ПРОДАЖИ ТОВАРОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ РЫНКАХ

Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г.Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: gorina.p@icloud.com

В настоящее время Интернет пространство стало неотъемлемой частью жизни каждого человека. Как известно, маркетинговая деятельность в промышленной отрасли имеет свою специфику. Рынок (B2B) ориентирован не на конечных потребителей, в данном случае клиентами выступают компании, которые занимаются закупкой оборудования или материалов для производства или перепродажи [1,2].

Современные информационные технологии позволяют не только значительно снижать затраты на продвижение продукции, но осуществлять поиск новых контрагентов и поставщиков, а также автоматизировать операции с партнерами и дилерами. Также с помощью Интернет пространства промышленные предприятия могут расширять географию бизнеса до всемирного масштаба и эффективно воздействовать на целевые аудитории, в том числе, оперативно распространять информацию о своих конкурентных преимуществах [3]. Помимо создания корпоративного сайта, промышленные предприятия могут размещать контекстную рекламу, что является эффективным инструментом для связи с потенциальными клиентами.

Сегодня роль Интернет сети для продвижения промышленных товаров очень высока, поэтому предприятиям необходимо особое внимание уделять формированию комплекса продвижения, активно используя современный инструментарий интернет - маркетинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забазнова Т.А., Попкова Е.Г., Токарева И.В. Особенности применения маркетингового инструментария на рынке «B2B» // Вестник СГТУ. 2010. С.228-235. (дата обращения 27.02.2020).
2. Шкляр Т. Особенности рекламы услуг в секторе B-2-B. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.marketing.spb.ru (дата обращения 27.02.2020).
3. Продвижение промышленных товаров в сети Интернет [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.prelasti.ru (дата обращения 27.02.2020).

Гуммер Л.В., Ретунская Т.Н.

СЕМЬЯ КАК ИНСТИТУТ ГЕНДЕРНОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: lyubov.gummer@mail.ru

В настоящее время происходят явные изменения во всех сферах семейной жизни: нарушаются взаимоотношения внутри семьи; другими становятся ценностные представления и жизненные приоритеты, брачные установки и поведение. Изменения сказались и на гендерной социализации детей.

Гендерная социализация - процесс усвоения норм, правил поведения, социальных установок в соответствии с культурными представлениями о роли, положении и предназначении мужчины и женщины в обществе [1].

Семья – первая сфера гендерной социализации. В семье ребенок узнает о гендерных различиях, о том, какие специфические формы поведения приемлемы, а какие неприемлемы для лиц его пола. Любое отклонение в семейных отношениях и неадекватное полоролевое поведение в семье ведет к тому, что у детей формируется неправильный стереотип поведения и отношений к представителям противоположного пола [2].

Настоящее исследование проведено с целью выявления влияния семьи на гендерную социализацию личности. Для достижения цели определены базисные и основополагающие компоненты формирования личностной идентификации, полоролевой дифференциации ребенка; выявлены формы неадекватного полоролевого поведения в семье.

Теоретическое исследование проводилось посредством изучения социально-психологической литературы, интернет – форумов на заданную тему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берн Ш. Гендерная психология. - М.: Прайм-Еврознак, 2014. - 320 с. - (Секреты психологии);
2. Гендерная психология/Под редакцией И.С. Клециной. - М.: Питер, 2017 - 496 с.;
3. Гендерные аспекты социализации в семье [Электронный ресурс] Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/gendernye-aspekty-sotsializatsii-v-semie-1/viewer (дата обращения (1.03.2020).

Дягилев В.В., Мамедов С.М., Вотякова И.В.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПАТЭС В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: hyundai-16@mail.ru

Единственным представителем плавучих атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС) в мире в настоящее время является «Академик Ломоносов».

Плавучая атомная теплоэлектростанция предназначена для получения электрической и тепловой энергии. Также ПАТЭС может быть использована для опреснения морской воды (оценочно от 40 до 240 тыс. кубометров пресной воды в сутки). [1]

Актуальность использования ПАТЭС обусловлена возможностью поставки горячей воды, пресной воды и электроэнергии в труднодоступные регионы, где существуют сложности с возведением стационарных теплоэлектростанций, а также отсутствует возможность иного способа добычи пресной воды.

Однако стоимость 1кВт установленной мощности ПАТЭС $7200, что в семь раз выше, чем в теплогенерации. В связи с этим стоимость горячей воды и электроэнергии, поставляемой населению, будет выше.

Стоимость ПАТЭС «Академик Ломоносов» на момент выпуска составила 37,3 млрд рублей с учетом береговой инфраструктуры. [2]

Срок эксплуатации ПАТЭС 35 ÷ 40 лет с ежегодным техническим обслуживанием и текущим ремонтом отдельного оборудования, которые выполняются без вывода станции из эксплуатации, и заводским (средним) ремонтом через 10-12 лет эксплуатации.

Несмотря на высокую стоимость ПАТЭС должна прекрасно справляться со своей основной задачей – поставкой электроэнергии, тёплой и пресной воды в труднодоступные регионы России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитин А. Плавучие атомные станции / А. Никитин, Л. Андреев. – Bellona Foundation, 2011. – 48 с.;
2. Петров Э.Л. О коммерческих приоритетах ПАТЭС / Э.Л. Петров – «PRo Atom», 2006. – 11-12 с.

Исаакян А.Р.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Национальный исследовательский Томский Государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: avastly@bk.ru

Каждая организация обладает собственной историей, своей организационной структурой и собственными традициями, которые составляют корпоративную культуру. Умелое и целесообразное управление корпоративной культурой может стать серьезным конкурентным преимуществом для любой организации. Именно поэтому многие компании основательно подходят к развитию корпоративной культуры с целью использования всего ее потенциала на благо развития предприятия. Корпоративная культура состоит из идей, ценностей, взглядов, правил, убеждений, различных традиций, которые присущи всей организации в целом и которым должны придерживаться все члены организации [1].

В основе организационной культуры предприятий атомной промышленности заложена культура безопасности. Она представляет собой совокупность видов деятельности администрации и поведения персонала, направленных на обеспечение безопасности потенциально опасных производств и объектов. Предприятия с потенциально опасными производствами и объектами должны проводить политику, показывающую, что обеспечение безопасности обладает высшим приоритетом перед остальными видами деятельности предприятия[2].

Одним из основных принципов кадровой политики предприятий атомной промышленности является приоритет корпоративных интересов над интересами отдельных работников и подразделений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцева А. Н., Коблякова А. А. Влияние духовных ценностей на корпоративную культуру компании // ООО «Тамбовский полиграфический союз» - 2018. – С. 189;
2. О менеджменте качества, культуре безопасности, организационной культуре и стратегическом управлении организаций [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.atomic-energy.ru/articles/2013/03/06/40296 (дата обращения: 28.02.2020).

Катаев М.Ю.[1], Лосева Н.В.[2]

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

[1]Томский университет систем управления и радиоэлектроники ТУСУР, 634050, г. Томск, Томской обл., пр. Ленина, 40,
[2]Фонд социального страхования Томский политехнический университет, 634034, г. Томск, ул. Белинского, 16,
e-mail: kmy@asu.tusur.ru

Развитие вычислительной техники, программного обеспечения и телекоммуникационных систем способствует значительному росту сложности информационных систем. Сложность стала относится не только к техническим системам, но и системам управления различных организаций. В этом плане можно говорить о применении информационной системы, данные которой являются основными для определения состояния объекта управления. С другой стороны, при наличии большого объема неструктурированной информации, все решения принимает человек на основе его опыта и интуиции. Таким образом, возникает неопределенность, которая связана с данными сложной системы, и решениями, которые имеют нечеткий характер, что приводит к высокой вероятности выбора неточного решения. Одним из способов решения задачи интеллектуальной поддержки принятия решений является разработка рекомендательных информационных систем. В этом случае, на основе нормативных документов готовится набор возможных управленческих решений на стандартные ситуации. Для реализации таких систем необходимы количественные данные реализации бизнес-процессов объекта управления. Такие данные должны быть регулярными и охватывать все возможные стороны деятельности организации. Тогда, получается возможность найти четкие соотношения между измерениями и возможными решениями, которые соответствуют нормативной и законодательной базе. В докладе приводится решение, которое связано с разработкой рекомендательной системы поддержки принятия решений при оказании услуг государственным учреждением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катаев М.Ю. Структура информационной рекомендательной системы поддержки принятия решений при оказании услуг государственным учреждением / М.Ю. Катаев, Н.В. Лосева, Л.А. Булышева // Доклады ТУСУР. – 2018. – Т. 21, № 2. – С. 83–87. DOI: 10.21293/1818-0442-2018-21-2-83-87.

Кирсанова Е.С.

О РЕЛИГИИ И ИСТОРИЧЕСКОЙ НАУКЕ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e - mail: zavkir@mail.ru

Своеобразный религиозный Ренессанс, который произошёл в конце XX – начале XXI вв. в России, привёл к возрождению споров и о месте религии в истории человечества, и об отношении к религии представителей научного сообщества. Среди полярных мнений, высказываемых по этому поводу, особого внимания заслуживают рассуждения русских историков (таких, как, например, В.И. Герье и Б. Н. Чичерин – выдающиеся представители русского историзма). Эти историки, получившие религиозное воспитание в детстве, пережившие юношеский бунт против религии и вернувшиеся к вере в зрелые годы, опираясь на личный духовный опыт и традицию историзма в сфере исторического познания, утверждали, что ни религия, ни личная религиозность не мешают историку в познании исторической истины. Так, В.И. Герье в размышлениях о познавательных возможностях исторической науки неизменно обращался к вопросу о том, какое значение для историка имеет религия. Он был убеждён, что плодотворность исторического синтеза, к которому и стремится историк, напрямую зависит от человеческих качеств учёного, от его понимания роли и значения нравственности в человеческом бытии. Одной из самых ранних форм проявления человечности являются религия. Значит, было бы ошибочным изгнание её из арсенала методологических средств историка. Тем самым, полагал Герье, мы лишили бы историческое познание ориентира в вопросах нравственности, без которого оно, в отличие от естествознания, не сможет решать и чисто научные задачи. Религия – это, по его мнению, проявление нравственного самосознания и сознания определенной исторической эпохи. Б.Н. Чичерин, посвятивший этой проблеме капитальное сочинение «Наука и религия», также утверждал, что успехи естествознания и увлечение естественными науками часто вредит историку, так как приводит к абсолютизации материалистических аспектов мировоззрения, что, в свою, очередь, снижает возможности понимания таких начал, без которых не существует человеческое общество, как нравственность и человеческая свобода.

Колотов И.Е., Тимофеева А.К., Филиппова Н.А.

НОВЫЕ БИЗНЕС-НАПРАВЛЕНИЯ ТВЭЛ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: ssti@mephi.ru

На сегодняшний день в числе стратегических целей топливного дивизиона «Росатома» стоит развитие неядерного бизнеса. Данное направление поможет не только выходу на новые рынки, но и предоставит возможность создания новых высокотехнологичных рабочих мест в регионах, что всегда актуально для успешного развития экономики. Таким образом, Топливная компания «Росатома» «ТВЭЛ» планирует к 2030 году в разы увеличить выручку от неядерной продукции. Основная цель развития неядерных производств - создание высокоэффективного бизнеса, сравнимого по масштабам с основным, ядерным.

Одним из основных направлений развития бизнеса в этой области является новый тип аккумуляторов. Они способны значительно снизить затраты на эксплуатацию и обслуживание за счет наиболее эффективного ресурса и более продолжительного срока работы, по сравнению со свинцовыми аккумуляторами. Их эффективность была доказана на примере НПО «Центротех», где благодаря новой технологии было достигнуто снижение затрат на 5 миллионов в год.

Ещё одним достаточно перспективным направлением являются технологии трехмерной печати. Компания сосредоточена на четырех ключевых направлениях: производство линейки 3D-принтеров и их компонентов, создание материалов и металлических порошков для 3D-печати, разработка комплексного программного обеспечения для аддитивных систем, а также выполнение услуг по 3D-печати и внедрению аддитивных технологий в производство. Стоимость отечественного принтера будет на 20% ниже зарубежных аналогов, а характеристики — выше. По сравнению с однолазерной системой производительность увеличена на 60%. Теперь печать одного изделия занимает меньше времени.

Современный формат новых неядерных направлений бизнеса топливной компании «ТВЭЛ» повышает конкурентоспособность компании на зарубежных рынках, способствует созданию новых высокотехнологичных рабочих мест внутри страны, а доходы от этих направлений в ближайшем будущем действительно могут быть сопоставимы с доходами от ядерной продукции, реализуемых компанией.

Луценко А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: fantom9@rambler.ru

Одной из ключевых характеристик современной цивилизации стал перманентный «информационный взрыв»: так, если к середине XIX в. удвоение совокупного объёма знаний о мире происходило в среднем каждые 50 лет, то к концу XX в. аналогичное событие случалось уже с периодичностью в 20 месяцев, а с появлением современных глобальных информационных сетей темпы ещё более возросли. Человеческий мозг должен соответствовать этим реалиям, чему может помочь лишь применение *когнитивных технологий* – совокупности приёмов и методов рационально-целесообразной организации познания и мышления. Достижение конкретного эмпирического результата при этом связано с получением чётких представлений о мире и с выработкой на их основе оптимальной стратегии поведения человека в разнообразных жизненных ситуациях.

Первоосновой данного процесса должно стать знание свойств человеческого мозга – прежде всего, его *функциональной асимметрии*, в соответствии с которой выделяется 3 разновидности мышления: «правополушарное» (эмоционально-образное, дискретное), «левополушарное» (рационально-логическое, аналитическое) и «гармоническое» (основанное на механизмах запоминания и тяготеющее к системности). Последняя – качественно высшая – разновидность может быть воплощена через современное образование, целью которого должно стать *формирование системно организованного знания по выбранной профессии* (специальности). Принципы системно организованного знания – это: максимальная концентрация внимания на поставленной цели, что уменьшает искажения в процессе восприятия информации; высокая скорость поиска и восприятия информации, относящейся к выбранной области знания (скорочтение и многочтение); чёткая логически непротиворечивая структура получаемых знаний; доказательность суждений, используемых в процессе обучения и дальнейшей профессиональной деятельности.

Игнорирование этих принципов приведёт к тому, что специалист за пределами сформированных компетенций останется поверхностно эрудированным дилетантом с дискретным, клиповым сознанием.

Макаров И.В.

РОЛЬ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: vanya-makarov-00@bk.ru

По данным 2019 г. в России насчитывается 5,84 млн. субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП), при этом 57% от суммарного оборота сектора МСП занимается торговлей. На долю обрабатывающих производств приходится – 10,6%. Четверть от не торговой части сектора МСП составляет отрасль строительства, еще одну четверть – обрабатывающие производства. Доли от 5% до 10% неторгового оборота занимают сектора деятельности по операциям с недвижимым имуществом (9,8%), транспорта и хранения (8,9%), профессиональной, научной и технической деятельности (8,0%), сельского хозяйства и рыболовства (5,3%).

В обрабатывающих производствах по обороту с отрывом лидирует пищевая промышленность – более 1 трлн. руб. На 2- м месте производство готовых металлических изделий с 675 млрд. руб. Далее следуют сектора с оборотом от 250 до 450 млрд. руб.: производство прочей неметаллической минеральной продукции (454,9 млрд. руб.), производство резиновых и пластмассовых изделий (414,7 млрд. руб.), производство машин и оборудования (353,3 млрд руб.), химическое производство (321,9 млрд руб.), производство электрического оборудования (276,6 млрд руб.) и производство компьютеров, электронных и оптических изделий (250,5 млрд руб.) [1].

Развитие малого и среднего бизнеса оказывает большое влияние на развитие экономики страны, так как является одним из основных и массовых секторов экономики [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.gks.ru (дата обращения: 10.02.2020);
2. Балдина Ю. А. Роль и место субъектов малого и среднего предпринимательства в современных экономических условиях // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». 2016. №4. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-i-mesto-subektov-malogo-i-srednego-predprinimatelstva-v-sovremennyh-ekonomicheskih-usloviyah (дата обращения: 10.02.2020).

Недоспасова О.П.[1], Вотякова И.В.[2]

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАРЕНИЯ: РАКУРС ОБЩЕСТВА И ПОЖИЛЫХ

[1]Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: opnedospasova@tpu.ru

Анализ лучших мировых и отечественных практик вовлеченности граждан старшего поколения в социум показывает наличие множества вариантов формирования соответствующих траекторий, которые отличаются не только в зависимости от социального и экономического статуса личности и условий жизни человека, но и институциональных рамок, степени государственной и общественной активности в формировании данных траекторий.

Анализируя ресурсы пожилых людей как производителей, следует отметить, что значительная часть траекторий вовлеченности пожилых людей в социум проходит через рынок труда. По официальным статистическим данным в 2018 году в РФ более 20% граждан в возрасте выше трудоспособного (мужчины в возрасте старше 60 лет, женщины – старше 55 лет) продолжали трудовую деятельность. Сравнивая различные аспекты удовлетворенности пожилых людей работой, следует отметить, что они, как правило, дают более высокие оценки нематериальным мотивам для продолжения занятости в экономике (в сравнении с материальной заинтересованностью): их оценки удовлетворенности выполняемыми обязанностями, профессиональной и моральной удовлетворенности оказались выше (а иногда существенно), чем удовлетворенность заработком. Не преуменьшая значимости дохода для граждан старшего возраста, отметим, что их желание реализовать себя и получить моральное и профессиональное удовлетворение при отмеченных ими относительно хороших условиях труда и вполне благоприятном режиме работы, является важным драйвером поддержания высокой вовлеченности в социум.

Дополнительную ценность при анализе ресурсов пожилых людей, представляет исследование их участия в жизни семьи, участие в воспитании детей, помощь другим родственникам.

Исследование выполнено по проекту РФФИ "Разработка комплексной оценки эффективности вовлеченности пожилых людей в региональный социум", №. 19-010-00984.

Огнева А.А., Гаман Л.А.

ЭТНОКУЛЬТУРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИБИРИ: ИЗ ИСТОРИИ РУССКИХ СИБИРЯКОВ (XVII-XIX ВВ.)

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: angelina.ogneva@mail.ru

Создание атомной отрасли в СССР является результатом трудовых усилий всего советского народа, полиэтнического по своему характеру. В строительство системы закрытых городов и обслуживание предприятий атомной отрасли внесли большой вклад и сибиряки, отличающиеся этнокультурной сложностью. В этой связи небезынтересно уделить внимание проблеме формирования русских сибиряков, как составной части русского народа; некоторые исследователи определяют ее как «русский субэтнос». Изучению этой сложной темы уделяется внимание многими авторами, среди которых П.Е. Бардина, Н.И. Загороднюк, А.И. Татарникова, Л.И. Шерстова, др. Освоение Сибири выходцами из европейской части России началось в конце XVI – начале XVII вв. Так, большинство поселений в Томском крае основывалось по берегам рек Оби, Томи, Чулыму, Кети, Парабели, Чае и др. Вплоть до конца XIX в. переселение в Сибирь из различных мест России носило спонтанный характер. Лишь с 1880-х гг. началось законодательное регулирование миграции населения из европейской части страны за Урал. В 1889 г. был принят закон, в соответствии с которым мигранты при прибытии на новое место жительства могли рассчитывать на государственную помощь, в частности, на получение «путевых пособий» и ссуд на обзаведение хозяйством. Благодаря этому закону заметно активизировалось переселенческое движение за Урал. В составе русских сибиряков к концу XIX в. выделяли, во-первых, старожилов, переселившихся в Сибирь до 1861 г. Кроме того, более поздних переселенцев. Так, в конце XIX в. в Сибирь переселилось 3687 тыс. человек. Среди них преобладали выходцы из южной России, были также украинцы и белорусы. Наконец, частью русских сибиряков во многих местах Сибири, включая Томский край, являлись старообрядцы. Прибывавшие в Сибирь в разное время переселенцы вступали в сложные этнокультурные контакты друг с другом и с коренными народами Сибири, что сказалось на формирование культурно-бытовых особенностей сибиряков. Таким образом, русские сибиряки – это результат сложных этнокультурных процессов, протекавших на протяжении столетий.

Панфилова С.С., Ретунская Т.Н.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ В СЕМЬЕ С ПОЗИЦИИ ТЕОРИИ ПОКОЛЕНИЙ X, Y, Z

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: deva_121098@mail.ru

Проблема взаимоотношений поколений существовала. Еще Сенека, римский философ, говорил: «…И предки наши жаловались, и мы жалуемся, да и потомки наши будут жаловаться на то, что нравы развращены, что царит зло, что люди становятся все хуже и беззаконнее…». И в наше время необходимо осознавать важность межпоколенных отношений, особенно в семье. Благодаря этим знаниям мы можем строить надежное будущее, не отрицая прошлое.

Исследователи из США Хоув и Штраус в начале XX века создали теорию поколений X, Y, Z, которая основывалась на различиях в ценностях людей разных поколений. Эти различия были изучены, как и обуславливающие их причины и классифицированы [1]. Знание данной теории помогает раскрыть проблемы взаимоотношения разных возрастов посредством понимания того, как окружающий мир влияет на нас, как важно принять прошлое и следующее поколение. Эта теория нашла свое применение в адаптированном варианте и в нашей стране благодаря психологу Е. Шамис. Представителям каждого из этих поколений присущи свои мировоззрения, взгляды, у каждого своя миссия и судьба. Разумеется, структура личности формируется под воздействием факторов [2].

Цель данного исследования - проанализировать взаимоотношения поколений на примере одной семьи: дать социально - психологическую характеристику представителям четырех поколений; смыслы, определяющие назначение каждого поколения; выявить факторы, препятствующие преемственности поколений и возможные условия жить в гармонии с собой и самыми близкими - членами семьи.

Теоретическое исследование проводилось посредством изучения социально - психологической литературы, интернет-форумов на заданную тему и научных статей.

ЛИТЕРАТУРА

1. NEWTONW [Электронный ресурс] Режим доступа: https://newtonew.com/science/x-y-z-teorii-pokoleniy-v-rossii (дата обращения (07.03.2020);
2. Дробышева Т.В, Образ своего поколения в представлениях разных групп россиян (на примере поколений "Бебби-бумеров", "X" и "Миллениум". [Текст] // Ученые записки. – 2019. - № 3. – С. 220-2307.

Ретунская Т.Н.

РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНЫХ НАВЫКОВ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: rvn070851@mail.ru

В 2020 году в Давосе на Всемирном экономическом форуме, посвященном Четвертой промышленной революции, речь шла о новом поколении технологических достижений. Большая часть обсуждений была сосредоточена на отрицательном воздействии этих технологий на человечество, так как робототехника и искусственный интеллект привели к «дегуманизации» нашей жизни [1].

Что может сделать нас людьми, спасти мир? Необходимы новые навыки, которые востребованы сегодня: коммуникация, кооперация, критическое мышление, креативность, эмпатия. Это социальные навыки, позволяющие принимать сложное устройство мира, взаимодействовать, адаптироваться к новым изменениям.

Развитие социальных навыков особенно значимо в период обучения в ВУЗе, так как одна из особенностей студенческого возраста состоит в осознании своей индивидуальности, в становлении самосознания и формировании Я – концепции [2]. Представление о себе и о других: кто ты, что ты собой представляешь, твои интересы, возможности, жизненные ценности, способности к эмпатии, работать в команде студенты нашего ВУЗа обретают в процессе занятий по психологии и педагогике.

Развитие социальных навыков студентов приводит к психологической и социальной зрелости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юваль Ноя Харари. Как выжить в 21 веке?//ВЭФ Давос, 2020 [Электронный ресурс] Режим доступа: https://zen.yandex.ru/media/futurycon/iuval-harari-kak-vyjit-v-21-veke-davos-2020-1-chast-;
2. Ретунская Т.Н. Развитие Я - концепции студентов как необходимое условие профессионального становления.// «Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий»: материалы научно- технической конференции СТИ НИЯУ МИФИ,- Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2018 Доступ из локальной сети учебного заведения .— Adobe Reader .— <URL:ftp://ftp.ssti.ru/library/textbook/2013/b0043.pdf.

Рожков Д.А., Гаман Л.А.

ИЗ ИСТОРИИ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ: АВАРИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕДИНЕНИИ «МАЯК»: ПРЕДПОСЫЛКИ, ПОСЛЕДСТВИЯ, УРОКИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: dima.rozhkova@mail.ru

Российская атомная промышленность имеет богатую историю, начало которой было положено в 1945 г. Хорошо известны героические ее страницы, связанные с ее созданием и развитием в условиях холодной войны. Менее известны некоторые трагические события, информация о которых стала доступной на рубеже 1980-1990-х гг. Между тем, их изучение и осмысление является необходимым условием для создания надежной системы безопасности населения в случае возникновения техногенной аварии. Одним из наиболее трагических событий такого рода стала радиационная авария на производственном объединении «Маяк» 29 сентября 1957 г. Изучению т.н. «Кыштымской ядерной трагедии» уделяется внимание такими авторами, как Ф. Тюльпанов, В. Толстиков, Г. Романов, др.

На химическом комбинате «Маяк», расположенном в г. Озерске (Челябинск – 40), высокоактивные отходы производства оружейного плутония содержались в специальных хранилищах. 29 сентября 1957 г в хранилище С-3, в т.н. банке №14, в которой хранилось 70-80 тонн отходов (20 млн. кюри радиоактивности), неконтролируемый рост температуры привел к взрыву, 160-тонная крышка хранилища была сорвана и отброшена на 25 метров. 18 млн. кюри, которые были выброшены из емкости, остались на территории ПО «Маяк», а 2 млн. кюри поднялись на километр в атмосферу, создав Восточно-Уральский радиационный след (ВУРС). В результате, значительная часть территории и населения Челябинской, Свердловской и Тюменской областей подверглись сильному радиоактивному воздействию. После аварии с опозданием, но были разработаны программы преодоления ее последствий, начались активные действия по их ликвидации: дезактивация и ограждение территорий, эвакуация населения, захоронение опустевших деревень, уничтожение радиационно зараженного скота и т.д. В Челябинске были созданы специальный институт и лаборатория, проводящие исследования ВУРСа до сих пор. Начали разрабатываться меры по защите населения. Одним из главных уроков аварии стало осознание необходимости обеспечения безопасного хранения радиоактивных отходов, а не только безопасности работы основного производства.

Семёнова Р.А.[1], Маслич Е.А.[1], Кирсанова Е.С.[2]

О БЛАГОТВОРИТЕЛЬНОЙ РОЛИ ЦЕРКВИ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОГО ИОАННО-ПРЕДТЕЧЕНСКОГО ЖЕНСКОГО МОНАСТЫРЯ

[1]Регентская школа при Томской Духовной Семинарии,
634034, г.Томск, ул. Студгородок 4,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: fekla-dony@mail.ru

В советские времена в условиях атеизма народ был отлучён от Церкви и укоренились стереотипные представления о ней, как рассаднике невежества. Когда в постсоветское время появилась возможность свободного вероисповедания и посещения храмов, представление о ней становятся не такими одноцветными. Но и старые представления живут и активно распространяются. Поэтому к теме – роль Церкви в обществе необходим исторический подход, освещающий те стороны деятельности Церкви, о которых было мало известно в советские времена.

В настоящей работе рассмотрены просветительская и благотворительная роль Церкви. Из истории мы видим, что как раз в церковной среде велась просветительская работа. Главными центрами хранения культурной и литературной традиций являлись монастыри. Наряду с молитвой и физическим трудом в обязанности монахов входили чтение и переписка книг, обучение детей [1]. При монастыре организовывались школы, приюты и пункты питания. Не исключением являлись и монастыри Томска. Один из них Иоанно-Предтеченский женский монастырь. Он славился своими благотворительными учреждениями и хозяйственной деятельностью. При монастыре действовали училище, типография, переплетённая мастерская и классы рукоделия. Здесь оказывалась помощь нуждающимся женщинам как материальная, так и нравственная[2].

В настоящее время благотворительная деятельность остаётся одной из приоритетных задач Церкви. В Томске действуют различные социальные службы на базе храмов. Просветительская и благотворительная преемственность Церкви продолжается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е.С. Кирсанова Христианство и его роль в развитии европейской культуры// Материалы к лекции. Томск-1992. С. 10.;
2. Морозов Е. Монастыри Томской епархии. История, архитектура, святыни. Диссертация. Сергиев Посад. 2005.

Смирнова Т.Л., Верещагина К.Ю.

УПРАВЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯМИ С ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМИ СТОРОНАМИ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ,
249040, г.Обнинск, Калужская обл., Студгородок, 1,
e-mail: ctl2002@mail.ru

Создание устойчивой динамики развития национальных ядерных проектов, энергетической инфраструктуры и эволюции стандартов потребления электроэнергии с учетом интересов населения стран становится возможным при активной поддержке разных заинтересованных сторон. В основе многостороннего диалога со стейкхолдерами в ядерной энергетике используются следующие принципы ГК «Росатом»: учет и реагирование на проявленный интерес, существенность коммуникаций, достижение взаимной выгоды. Выстраиваемая стратегия коммуникационного взаимодействия с заинтересованными сторонами включает: анализ влияния на конечные результаты реализации проектов, изучение совпадающих социальных ценностей и их корректировка, оперативное реагирование на ожидания и предоставление возможностей получения достоверной информации, создание долгосрочных партнерских отношений [1, 2].

В процессе управления жизненным циклом ядерных технологий ГК «Росатом» формируются уровни вовлеченности стейкхолдеров: не информирован, сопротивляющийся, нейтральный, поддерживающий и лидер. Выбор альтернативной стратегии управления отношениями со стейкхолдерами учитывает текущее и желаемое состояние вовлеченности, оценку возможных изменений, требования к уровню коммуникаций и причины раскрытия информации. Такая формирующаяся практика снижает уровни конфронтации сторон и возможные институциональные риски, обеспечивает достижение совместных стратегических целей и формирование мониторинга качества принимаемых управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Т.Л. Инструменты анализа социальной сплочённости в России // Сборник «Россия: тенденции и перспективы развития». Ежегодник; отв. ред. В.И. Герасимов. – М.: ИНИОН РАН, 2017. – Вып. 12. – Ч.1. – С.683-684;
2. Смирнова Т.Л. Формирование кластерных структур и институциональных эффектов в системе территориального присутствия ГК «Росатом» // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Территории опережающего социально-экономического развития: вопросы теории и практики». – Казань: Познание, 2017. – С.258-261.

Смирнова Т.Л., Скворцов К.Н.

ГИБКИЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ,
249040, г. Обнинск, Калужская обл., Студгородок, 1,
e-mail: ctl2002@mail.ru

Гибкие методы управления в проектной деятельности получили свое новое признание на основе расширенной практики адаптации, позволяющей визуализировать процесс контроля принятия управленческого решения, что ускоряет профессиональные коммуникации и согласование управленческих процедур. Внедрение в проектном управлении на предприятиях ядерной энергетики Agile-методологии вызвано интеграцией информационных технологий структурных подразделений, реализацией единых корпоративных стандартов, высокими рисками неопределенности и неустойчивостью поведенческих мотивов персонала, необходимостью повышения эффективности командной работы и степени прозрачности бизнес-процессов.

Актуализация проектного менеджмента через инструменты итеративно-инкрементальной философии осуществляется на базе приоритетов самоорганизации, более качественного удовлетворения потребностей заказчиков за счет сокращение избыточных процессов. Инжиниринговый дивизион ГК «Росатом» получил стратегические конкурентные преимущества на базе реализации Agile-методологии в проектировании и строительстве АЭС [1, 2]. Гибкий принцип календарно-сетевого планирования и оптимальные сроки проведения экспертных работ, позволили, с одной стороны, сократить совокупную стоимость инвестиционных проектов, с другой стороны, сохранить высокие стандарты надежности и безопасности АЭС [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Smirnova T.L. Building course «Economy of fuel nuclear cycle» to creation of competence in the field of small reactors and nuclear engineering // Инновационные ядерные реакторы малой и сверхмалой мощности. III Международная конференция: тезисы докладов. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2018. – С.5-6;
2. Smirnova T.L. The globalization process and labor force in national economy: modern challenges and strategic responses // Материалы II научного форума с международным участием «ProfMarket: Education.Language.Success». – Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2018. – С.42-47;
3. Фунтов В.Н., Парамонов Д.В., Малоземов С.Н. Гибкое управление в негибкой отрасли // Научные исследования и разработки. Российский журнал управления проектами. – 2017. – Т.6. – №1. – С.25-36.

Смирнова Т.Л., Шарова В.О.

ФОРМИРОВАНИЕ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ПРЕДПРИЯТИЯМИ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ РФ

Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ,
249040, г. Обнинск, Калужская обл., Студгородок, 1,
e-mail: ctl2002@mail.ru

Клиентоориентированность, с точки зрения покупателей, является важным показателем качества процесса маркетинговых коммуникаций предприятия. Существуют различные точки зрения в понимании этого термина, которые отражают эффективность использования инструмента управления взаимоотношениями с клиентами, возможность извлечения дополнительной прибыли за счёт мониторинга ценностей и изменения структуры спроса потребителей на основе анализа обратной связи. Предприятия в ядерной энергетике реализуют подход клиентоориентированного управления с целью достижения устойчивых финансовых показателей, формирования конкурентных преимуществ и мотивации персонала [1], повышения уровня лояльности поставщиков-партнёров, поддержки деловой репутации через автоматизацию и стандартизацию бизнес-процессов.

В долгосрочном периоде совокупные издержки на формирование клиентоориентированного подхода предприятиями в ядерной энергетике окупаются в результате реализации интегрированных стратегий сопутствующих маркетинговых, финансовых и транспортных услуг. Успех в реализации данного подхода предприятиями достигается актуализацией корпоративных стандартов этики энергетического бизнеса, развитием системы страхования рисков, выстраиванием доверительных отношений с клиентами при реализации совместных проектов, привлечением дополнительных инвестиций в производственную и социальную инфраструктуру [2]. В результате внедрения клиентоориентированного подхода предприятиями ГК «Росатом» повысился уровень вовлеченности персонала, сократился объем неустоек в результате нарушения сроков выполнения контрактов, снизилось количество претензий клиентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Т.Л. Формирование социально-ориентированного подхода управления персоналом в ядерной энергетике РФ // Сборник статей «Теория и практика управления человеческими ресурсами»; под ред. И.Р. Казарян. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2019. – С.79-84;
2. Smirnova T.L. Educational environment of universities to creating technosphere safety and development of innovation economy // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1399. – No. 5. – DOI: 10.1088/1742-6596/1399/5/055088.

Соколов Н.Н.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ «ТРЕТЬЕГО ПУТИ» В ОБЛАСТИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ США ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX В.

Томский Государственный Университет,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail:sokolov.nsokolov@yandex.ru

Важнейшим фактором, который способствовал экономическому росту США во второй половине XX в., явилась интернет-революция. «Экономика знаний» в это время стала проникать благодаря информационно-компьютерным технологиям во все сферы социально-экономической и общественно-политической жизни Соединённых Штатов.

Преодоление «digital divide» – «цифрового разрыва» – обеспечило всем социальным слоям американского общества доступ к интернету. Кроме того, подчеркивал президент США Б. Клинтон, «интернет-технологии – это важнейший механизм в процессе становления современной глобализации экономики». Так называемый «третий путь» в области социально-экономической политики повысил производительность труда американцев, усилил развитие сфер услуг, в частности, расширил интернет - торговлю, что, в свою очередь, способствовало повышению покупательского спроса американских товаров со стороны всего мирового сообщества.

Интернет - технологии безусловно генерировали новые знания, создавали новые рабочие места, укрепляли национальную безопасность страны и охрану окружающей среды, а также улучшали здоровье и качество жизни американцев.

Информационная революция продолжает развиваться в созданной американцами программной среде (хотя в XXI веке монополия США в этой сфере постепенно уходит).

ЛИТЕРАТУРА

1. Каррыев Б. ИТ-Революция: Хроники 1904-2009 / Б. Каррыев. – М. : SIBIS, 2004. – 519 с.;
2. Clinton W. J. Message to Congress Transmitting the Economic Report of the President. February 10, 2000 // The American Presidency Project / G. Peters and J. T. Woolley. – Electronic data. – Santa Barbara, [S.d.]. [Electronic resource] – URL: http://www.presidency.ucsb.edu/ws/index.php?pid=99356 (access date: 05.05.2016).

Фролов М.Р., Попов Н.В., Вотякова И.В.

АТОМНЫЙ ЛЕДОКОЛЬНЫЙ ФЛОТ РОССИИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: frolov.mihail98@gmail.com

Россия обладает единственным в мире атомным ледокольным флотом, призванным на основе применения передовых ядерных достижений решать задачи обеспечения национального присутствия в Арктике. С его появлением началось настоящее освоение Крайнего Севера.

Ледоколы предназначены для работы в Арктическом регионе планеты. В первую очередь флот обслуживал Северный морской путь – транспортную полярную магистраль, по которой суда доставляли полезные ископаемые.

Атомные ледоколы намного мощнее дизельных. Одно из их главных преимуществ — отсутствие необходимости в частой дозаправке, которая может возникнуть в плавании во льдах, когда такой возможности нет, или такая дозаправка сильно затруднена. Они могут находиться в автономном плавании несколько месяцев без захода в порт для перезарядки.

Стоимость одного атомного ледокола, типа «Арктика», составляет 42 млрд. руб. Срок выработки ресурса атомного ледокола 22 - 30 лет.

Несмотря на высокую стоимость постройки атомного ледокола, значение арктических акваторий для внутренних нужд России в ближайшее время будет только возрастать, что уже находит подтверждение статистикой. Так, объем грузоперевозок между российскими портами по СМП стабильно увеличивается — с 2,8 миллионов тонн в 2013 году до 6,9 миллионов тонн в 2016 году. [1] Ожидается, что к 2020 году его грузооборот составит 31 миллион тонн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андриенко В. Г. Ледокольный флот России. / Андриенко В. Г. – Paulsen, 2015 г.

Фурманова Д.В., Краковецкая И.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: furmanowa-d@mail.ru

Облачные вычисления – предоставление вычислительных служб (серверов, хранилища, баз данных, сетей, ПО, аналитики и интеллектуального анализа) через Интернет ("облако") [2].

К основным преимуществам облачных вычислений относят более низкие затраты по сравнению с созданием собственной IT-инфраструктуры, высокую скорость обработки информации, высокую производительность, возможность эластичного масштабирования, надежность и безопасность [2].

В промышленности облачные технологии могут применяться для ускорения процесса автоматизации с помощью IIoT (Промышленный Интернет Вещей). IIoT – это система объединенных компьютерных сетей и подключенных промышленных объектов со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека. Применение такой системы позволяет сократить количество простоев, снизить эксплуатационные расходы, улучшить планирование на предприятии и др [3].

Тем не менее, преимущества облачных вычислений все еще взвешиваются против рисков потери контроля над производством, безопасности, доступности и неопределенности местоположения серверов. Однако, внедрение облачных вычислений в скором времени может стать необходимостью для самых разных предприятий, открывая перед ними широкие возможности [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Расцвет облачных вычислений в автоматизации процессов промышленных предприятий. Интернет-сайт корпоративного облачного провайдера Cloud4y. – 2018. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://is.gd/l2e9s4 (дата обращения: 25.02.2020);
2. Что такое облачные вычисления? Руководство для начинающих. Microsoft Azure: официальный сайт. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://is.gd/D1vrLk (дата обращения: 24.02.2020);
3. Industrial Internet of Things – IioT. Промышленный интернет вещей. TAdviser – портал выбора технологий и поставщиков. – 2019. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.tadviser.ru/a/342500 (дата обращения: 25.02.2020).

Шамраева А.О., Кирсанова Е.С.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ И ЕЕ СУЩЕСТВОВАНИЕ В ИСТОРИИ НАУКИ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: kurgaa@sibmail.com

С появлением виртуальной реальности, появился ряд проблем связанных с мироощущением человека в целом. Слишком долгое нахождение в псевдосреде может оказывать мощное (а иногда и непредсказуемое) воздействие на психику человека. Сегодня такая перспектива обнаруживается, в феномене маньяков компьютерных игр и экстатической погруженности в «виртуальную реальность».

Идея виртуальной реальности, как философское и научное понятие (от лат. realis – существующий в действительности) зародилось в средневековой схолостической философии. Благодаря этому понятию Фома Аквинский решил одну из ключевых проблем средневековой философии – проблему онтологического сосуществования реальностей разного иерархического уровня и образования сложного из простых элементов, в частности сосуществования души мыслящей, души животного и души растительной. Еще одним из ярких примеров является Дунс Скотт, который использовал виртуальную реальность для описания концепции реальности, где вещи содержат в себе различные эмпирические качества не формально (как если бы вещь существовала отдельно от эмпирических наблюдений), но виртуально.

Реализовать «виртуальный мир удалось в конце XX века, когда была создана первая система виртуальной или искусственной реальности созданная американским компьютерным художником Майроном Крюгером. Она представляла собой первый прототип мультисенсорного симулятора, который назывался «Sensorama». После того, как технология перестала выглядеть одной лишь фантазией, ученые, изобретатели и футурологи начали понимать, что объединение головных уборов с оборудованием может транспортировать человека в совершенно новые миры, оставляя ноги в реальном.

Способность заглянуть в виртуальный мир, дала больше возможностей для реализации проектов по моделированию различных процессов, связанных, к примеру, с добычей полезных ископаемых, а также реализации компьютерных игр и многое другое.

Якубов Я.О., Гаман Л.А.

ПУТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЛАСТИ И ОБЩЕСТВА ПО ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ И ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ: К ПОСТАНОВКЕ ПРОБЛЕМЫ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: Yarik.tomsk@yandex.ru

Важным фактором социально-экономического и политического развития страны и укрепления ее международных позиций стало создание атомной промышленности в СССР в 1945 г. Несомненны ее достижения, способствующие укреплению обороноспособности страны, развитию различных отраслей народного хозяйства. Необходимость дальнейшего развития атомной отрасли предполагает усиление контроля со стороны общественности за решением проблем, способных отрицательно повлиять на экологию, на качество жизни населения. Изучению этой актуальной темы уделяют внимание многие авторы, среди которых Ф.М. Тюльпанов, В.Н. Новоселов, В.С. Толстиков, др. Одной из глобальных угроз для человека и окружающей среды являются радиоактивные вещества и отходы, которые скопились не только в России, но и в других странах и требуют утилизации. Радиоактивные отходы – это ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых запрещается. По степени опасности они подразделяются на 5 классов. В соответствии с ФЗ «Об использовании атомной энергии» от 21. 11. 1995 г №170-ФЗ (в ред. от 02.07 2013 г.) радиоактивные вещества и отходы определяются как химические вещества, не относящиеся к ядерным материалам, испускающим излучение. В данное время в России скопилось 4.3 млн. куб/м жидких радиоактивных отходов (ИСРО), около 1 млн. тонн твердых радиоактивных отходов (ТРО). Россия готова утилизировать отходы и из других стран. Общественность этих стран нередко протестует против условий переработки и захоронения отходов в России, в частности, против т.н. «урановых хвостов», примером чего является Германия. Госкорпорация Росатом стремится к диалогу с общественностью по вопросам переработки и захоронения радиоактивных отходов. С этой целью финансируются программы изучения общественного мнения, информируется население, организуются встречи с активными представителями общественности, привлекаются эксперты для обсуждения актуальных проблем, важных для населения. К сожалению, в настоящее время не приходится говорить о достижении консенсуса между властью и обществом по данной проблеме.

Секция
Тезисы на английском языке

Adonin N.R., Shchipkov A.A.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF A TEST BENCH OF WELL ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMPS

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: d273anr@edu.ssti.ru

Submerged electric centrifugal pump (ESP) setups are of the key technological units to mine mineral resources by well methods [1]. Asynchronous motors as part of the ESPs are classified as special machines. The efficiency of their use and durability largely depends on economic variables of the production [2]. Due to the complexity of assembling, special operating conditions and high reliability requirements, each ESP at enterprises takes pre-adjusting tests on a special test bench. The test regulations make it possible to verify the performance of the pump unit, however, in our opinion, bench tests also have high research capability.

This paper proposes a project for automating a test bench of the ESPs, due to modern technical means, enabled to expand the range of parameters to apply them in the enterprise's expert information systems, including predictive analytics systems [1]. The information obtained, assigned to a specific ESP, should serve as initial state data of a pumping unit to parameterize its mathematical description and to assess the degradation of parameters during service. The relevance of such tests is confirmed by the manufacturer's data to be often incomplete and relate only to nominal operating modes. In addition, there is some variation in ESP sample parameters.

A test bench consisting of a tank to submerge a pumping unit, an adjustable valve pipeline and a bath for continuous liquid circulation is considered. According to the automation project, the test bench is supplemented by a frequency converter under the control of the PLC, to which pressure and flow sensors are also connected. The staff interacts with the PLC by means of the computer through the newly developed graphical interface; the test program is implemented interactively. As a result, while maintaining the time limit, the test bench will automatically record the family of pressure parameters for different rotation speeds, as well as the effective current and power consumed by the electric motor.

REFERENCES

1. Adonin N.R., Shchipkov A.A. Information management system to increase the efficiency of submersible pumps // Innovations in the nuclear industry problems and solutions: conference proceedings [abstract] / ed. M.D. Noskow. — Seversk: Out STI NRNU MEPhI 2019. — S. 43;
2. Makridenko L.A. Electric machines for special applications // Transactions of NPP VNIIEM «Voprossy elektromechaniki» – T.107. Moskow: 2008 – S. 16–21.

Ageeva L.D., Gummer L.V., Muslimova A.V.,
Rekhtina Y.K., Hoholkina A.V., Shchipkova G.A.

DETERMINATION OF HEAVY METALS BY X-RAY FLUORESCENCE IN WATER SAMPLES

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: lyubov.gummer@mail.ru

Heavy metals are among the main pollutants, which adversely affect both natural environment objects and the human body, causing various diseases. Therefore, we must control their content in natural objects, such as water, soil and plants.

One of the fastest developing and promising methods of control of materials composition is an X-ray fluorescence (XRF). It has advantages of non-destructive analysis of a large number of elements to be determined (from Na to U) in a wide range of concentrations (from 10^{-4} to 100% by weight), high analysis speed and simple preparation of both solid and liquid samples.

The main focus of the present work is performing «Methods Determination of metal content in drinking, natural and waste waters at pulp sorption assay PDTK filters» (№242 / 89 - 09, the certificate issued 30.12.2009) technique by X-ray fluorescence spectrometer «Spectroscan max-GVM» using a peristaltic pump with pirrolidinditiokarbamatnyh (PDTK) filters. The method of preparing a sample for measurement is coprecipitation of metals at a certain pH, using special «Millipore» cells. The mass of the filter element is determined using the previously constructed calibration curves (GC), representing the experimental dependence of the mass filter element on the analytical signal.

Aliev E.R., Kazantseva T.Yu.

COULOMETRY DETERMINATION OF URANIUM AND PLUTONIUM

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: emilka94@mail.ru

Mass spectrometry after isotopic dilution is currently used in the nuclear industry to determine uranium and transuranium elements. This method requires preparing certified solutions of isotopic diluents. The isotopes sed are often very costly, available only in small quantities and in chemical forms which do not enable to determine concentrations gravimetrically.

We have developed coulometric techniques for certification of the isotopic diluent solutions since coulometry yields absolute results and allows a high precision to be obtained with small samples. Controlled potential coulometry of uranium and plutonium has been used for many years.

The coulometric setup was used to determine uranium and plutonium.

It included a potentiostat-integrator, a counter, a multimeter; a personal computer, a cell block.

In the potentiostats, a three-electrode system is used, consisting of a reference electrode, a working electrode, an auxiliary electrode.

The method is based on monitoring the capability of a working electrode and maintaining its constant value throughout the electrolysis. Due to the consumption of the component determined, its concentration in the solution continuously decreases when electric current runs through the cell.

The coulometry determination of uranium and plutonium is accurate and precise. As we know, it is the only method giving accuracy (relative standard deviation) of 0.1-0.5% and practical one. The coulometric method used is good enough to determine uranium and plutonium.

REFERENCES

1. Zyskin V.M., Sobina A.V., Terentyev G.I., Gusev V.N., Mogilevsky A.N. Application of coulometry method to determine the mass fraction of the main component in standard samples of the composition of substances. IV All-Russian Conference. Analytical Instruments. June 26-30, 2012 Abstracts, St. Petersburg;
2. Komissarenkov A.A., Dmitrievich I.N., Fedorova O.V. Coulometric methods of analysis. Teaching aids. St. Petersburg, 2009;
3. Zherin I.I., Amelina G.N., Strashko A.N., Voroshilov F.A. Fundamentals of electrochemical methods of analysis. Part 2. Tomsk: Publishing House of the Tomsk Polytechnic University, 2015.

Andreeva, N.I., Kazantseva, T.Yu.

THE STUDY OF ULTRASONIC DECONTAMINATION EFFICIENCY IN THE PRESENCE OF SHIELDING MATERIALS

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail:Andreevan96@icloud.com

Decontamination is an integral part of nuclear fuel cycle enterprises. In the implementation of these methods, liquid radioactive waste (LRW) containing considerable amount of salts is formed that further makes it difficult to process them and to be environmentally safe.

One of the widely used methods of process intensification is applying ultrasound in the deactivating medium. Working decontamination practices have a number of advantages. Firstly, to provide a high degree of purification. Secondly, to enable to deactivate a wide range of products as well as to control remotely and automatically. Thirdly, to affect the surface due to reduced processing time. Finally, to enable simultaneous washing in various solutions of separate containers. In addition, by increasing the deactivation efficiency, the time limit for applications of deactivating solutions is increased and the amount of LRW formed is reduced respectively.

The paper provides an overview of the chemical decontamination applying ultrasound in metal structural materials and factors affecting the ultrasonic decontamination efficiency, in particular the presence of a shielding effect using inserted troughs for ultrasonic decontamination. Optimal conditions of structural materials ultrasonic decontamination in the presence of shielding materials are chosen, i.e. decontamination agents, temperature at which the highest decontamination parameters are achieved.

On the basis of the experiments the existence of the screening effect of ultrasonic waves has been experimentally proved. The shielding effect of the same material was found to appear due to the type of contamination (alpha- or beta-radionuclides), the type of structural material and the chemical composition of the solution.

REFERENCES

1. Kulagina T.A., Shelenkova V.V. Methods for the decontamination of surfaces with radioactive contamination. // Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technology, 2017, 10 (3);
2. Shelenkova V.V., Kormicha A.I., Kozina O.A., Kulagina T.A. Decontamination of equipment from radioactive contamination with water after cavitation treatment. // Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technology, 2018, 11 (6).

Avdeev G.S., Kineva T.A.

GENERATOR AND CONCENTRATED POWER SYSTEM ANGULAR CHARACTERISTICS CALCULATION

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: avdeevsti@mail.ru

The angular characteristic of a synchronous generator is very important for assessing the static stability and overload capacity of an electric machine. The static stability of a synchronous generator is ability to maintain synchronous rotation when changing external torque applied to its shaft.

In the work, equivalent circuits of the power system are calculated and compiled. The model of the power system is represented by a power plant, which operates by means of transformer links and a power line functioning with generators of a concentrated power system simultaneously. The system is so powerful that its bus bars are designated as buses of infinite power. The calculation is carried out under the condition that one power line is under repair, and there is a short circuit to ground at a certain point in the working circuit. The results show that it is possible to draw the angular characteristics of the power system.

REFERENCES

1. Khrushchev Y.V. Electromechanical transients in electric power systems [Electronic resource] Access mode: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/l/LENAOLYA/job/Tab1/PPlab.pdf (accessed date (02.27.2020);
2. Venikov V.A. Transient electromechanical processes in electrical systems. - M: Visshaya Shkola, 1985.

Bochkov, V.U., Lohtina, L.N.

THERMOCOUPLES IN AUTOMATION SYSTEMS OF NUCLEAR POWER UNITS

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: bocha.1998.1998@gmail.com

A thermocouple is a pair of conductors made of various materials and connected on the one end-point. It forms a device part using a thermoelectric effect to measure temperature (International standard for thermocouples is IEC 60584 Para 2.2).

Thermocouple operation is based on the effect discovered by Thomas Seebeck in 1822. The Seebeck's effect is arising current in a closed circuit of two dissimilar conductors if there is a temperature gradient between the junctions.

According to the principle of thermocouple operation, its free end-points (the cold junctions) should be at a constant temperature, it is desirable about 0°C. The wires going to the measuring devices are connected to these end-points. In the simple case, compensation wires can be made of the same alloys as thermoelectrodes.

Thermocouples are classified by the materials they are made of and also by accuracy class.

The properties and key applications of thermocouples made of various materials are described. The main sources of temperature measurement errors using thermocouples are given.

A thermocouple is the oldest and most common temperature sensor in the industry. The advantages of thermocouples are temperature measurement accuracy, large temperature range, ease of assembly and reliability.

REFERENCES

1. GOST R 8.585-2001 State system for ensuring the uniformity of measurements. Thermocouples. Nominal static conversion characteristics. Instead of GOST R 50431-92, MI 2559-9 - introduced July 1, 2002 M. Standartinform 2010 - 81 p.;
2. Preobrazhensky V.P. Thermotechnical measurements and devices: Textbook for universities in the specialty "Automation of heat and power processes." - 3rd ed., Rev. - Moscow: "Energy", 1978. —704 p.

Bychkov, N.A., Kazantseva, T.Yu.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR FRACTIONATION OF AM-CM USING HEAVY DILUTEN

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: nikitabychkovA@mail.ru

The management of liquid high-level waste (HLW) formed in the radiochemical reprocessing of irradiated nuclear fuel (INF) is one of the most acute and urgent problems of nuclear energy. Fission products as well as actinides, americium and curium, formed during INF reprocessing, remain in HLW. The traditional completion of INF reprocessing is hardening HLW into a glass-like matrix. Promising technologies include increasing degree of uranium burning and, therefore, increased content of fission products and minor actinides in HLW. It will result in expending hardened HLW and considerably increase the costs of its storage.

An alternative to direct vitrification is fractionating HLW, i.e. evolving the most dangerous long-lived radionuclides into separate fractions.

A hardware-technological scheme of fractionating americium and curium from rare-earth elements into high-level waste is proposed. After the PUREX process, the initial solution enters the pulsecolumn where it reacts with the extractant (0.1 mol / L TODGA in fluorinated diluter F-3). Then the extract obtained is washed with 0.1 mol/l $H_2C_2O_4$, 0.3 mol/l HEDTA, 1 mol/l HNO_3, whereupon re-extracted with 2.5 mol/l $NaNO_3$ and further regenerated 50 g/l Na_2CO_3.

Thus, the fractionation will reduce HLW, the costs of hardened HLW storage and assure increasing the ecological storage safety.

REFERENCES

1. Zemlyanukhin, V.I., Ilyenko, E.I., Kondratyev, A.N. et al. Radiochemical reprocessing of nuclear fuel in nuclear power plants. - M.: Energoatomizdat, 1989. – 280 p.;
2. Shevchenko, V. B. Chemical technology of irradiated nuclear fuel. M.: Atomizdat. 1971. – 98 p.

Donyaeva E.S.[1,2], Sofronov V.L.[2], Tereschenko A.V.[1,2]

STUDY OF VACUUM DRYING FOR ION-EXCHANGE RESINS

[1]National Research Tomsk Polytechnic University (TPU)
30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050;
[2] Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: nwb@tpu.ru

To reduce the capacity of formed SIR for disposal, the study of vacuum drying method (deep dehydration) for spent ion-exchange resins (SIR) was carried out in TPU nuclear research reactor IRT-T.

There have been the following tasks:

- determining the drying optimal conditions to achieve the required weight fraction of free moisture in the final product;
- determining the effect of drying conditions on physical and chemical properties (thermal and osmotic resistance) of the final product.

The process continuity of this method was assessed according to the following indicators: the regulatory document requirements, technical and economic comparisons with grouting processing technique.

We will introduce the final data of our studies.

REFERENCES

1. Savkin A.E. et al. Development of Conditioning Technology for Spent Ion-Exchange Resins // Radioactive wastes. — 2018. — № 1 (2). – P. 54 – 61;
2. Babkin D.N. et al. The Technology for the Production and Storage of Spent Ion-Exchange Resins for New Generation Nuclear Power Plants // ATOMIC ENERGY, T. 111, Rel. Oct. 04/2011. – P. 214 – 219;
3. Nesterov Yu.V. Ionites and Ion Exchange. Sorption Technology for the Extraction of Uranium and Other Metals by Underground Leaching - Moscow, 2007. - 480 p.

Gordiets V.A., Kineva T.A.

A COUNTRY HOUSE POWER SUPPLY

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: slava.rr48@gmail.com

Power supply is the inclusion of a specific object in the electricity consumption network. The power supply of a cottage, or house is a very important stage of construction, on which the comfort of living and the safety of your home depend. Having made the decision to connect to the unit of electricity distribution, and the equipment of the power supply system of the house, a whole range of measures is required: conclusion of an agreement with an electricity supplying company; maintenaning technical conditions for the equipment of the power supply system of the house; designing the power supply system of the house; direct installation of a power supply system.

Reliability and stability of the power supply of a house depends on constant uninterrupted power supply. Power supply of a country house is carried out in full accordance with the power supply project using modern high-quality materials, components and equipment.

REFERENCES

1. Kudrin B.I., Zhilin B.V., Oshurkov M.G. Power supply. Publishing house: Feniks 2018.

Korobeynikov E.A., Sofronov V.L., Kazantseva T.Yu.

COMBINED PYROELECTROCHEMICAL AND HYDROMETALLURGICAL TECHNOLOGIES OF NITRITE SPENT NUCLEAR FUEL PROCESSING

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: korobei1@mail.ru

Despite the wide variety of spent nuclear fuel (SNF) reprocessing, currently developed technology is the only hydrometallurgical one based on the extraction of PUREX process. The process involves the use of threebutyl phosphate (TBP) mainly in a hydrocarbon diluter as an extragent. In addition, significant experience has been accumulated in the development of the pyroelectrochemical technology for processing SNF in salt fusions. At present, pyroelectrochemical as well as hydrometallurgical technology has both advantages and disadvantages beingthe reason for the development of combined technologies (pyro-hydro technology).

The BREST-OD-300 pilot lead coolant fast neutrons reactor will use mixed nitride uranium-plutonium (MNUP) fuel. The external fuel cycle of the BREST reactor will last about one year with an average burn-up of 8-10% t.a. Then the SNF will be kept in reactor-based storage for one year to reduce activity up to an acceptable level for further processing.

For MNUP SNF reprocessing, the combined method ("PH-process") is proposed. It consists of high-temperature process operations, including pyroelectrochemical and hydrometallurgical ones, to refine desired products (U, Pu, Np, Am, etc.) and manage radioactive waste (RAW). The desired products will be used to fabricate nuclear fuel (NF) and manufacture heat release assemblies (HRA) providing fuel for both a fast reactor and a thermal neutron one. The radioactive waste (RAW) amount is considerably less than that using a purely hydrometallurgical scheme. Their composition is mainly rare-earth metal nitrites characterized by high specific activity ($3.02 \cdot 10^{16}$ Bq/t SNF) and heat release (2.61 W/l). RAW in the form of raffinate being diluted to provide required heat release is enclosed into mineral-like matrices (MLM) by immobilization.

REFERENCES

1. Veselov, S., Volk, V., Kasheev, V., et. at. Mathematic Simulation of Crystallization Refining Process of Spent Nuclear Fuel Reprocessing Desired Products in Linear Crystallizer. // Advanced Materials Research. – Vol. 1084 (2015). – P. 666-672.;
2. Volk, V. Combined (Pyro+Hydro) Technology of FNR SNF Reprocessing, Proc. Int. Conf. Global 2011, Makuhari, Japan, 386756, (2011).

Kozlov Yu.K., Kazantseva, T.Yu.

AN OPTICAL TRANSPARENCY SENSOR. DEVELOPMENT OF AN INITIAL SENSOR, POWER UNIT

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: boltik.gaika@gmail.com

Modern industry, as well as everyday human activity, cannot be introduced without various kinds of electronic devices.

In this paper, the development of an optical sensor to detect the degree of process liquid turbidness, its operation simulation in the TINA 9 software and also the physical operation principles of optical devices were examined. A power unit scheme of 5-volt DC power supply circuit for emitter and meter units was developed. The photoconducting device SF3-4B, LED AL102BM type; the photodiode FD265A, LED AL102BM type; the phototransistor FT-1K, LED AL102BM type; the ballast resistance for the LED of 170 Ohms to obtain 20 mA of LED DC in the emitter unit were chosen as optical couplers. The computer simulation of optical coupler operation in conditions of varying radiation intensity was performed. The simulation was carried out in the TINA 9 system. In the MathCAD system the obtained values, which show that the phototransistor has the greatest sensitivity to illumination changes, were analyzed.

Therefore, based on the results of the research, we can conclude that it is advisable to apply a LED-photodiode optocoupler for this sensor since the photoconducting device has both high dark and light resistance that can cause some difficulties to integrate the sensor into the measurement system. The disadvantage is also phototransistor inertia and so the low reaction rate to the illumination changes.

A phototransistor, although having a high photosensitivity, is a less reliable and complex device than a photodiode answering research requirements.

REFERENCES

1. Goryunov N.N. Spravochnik po poluprovodnikovym diodam, tranzistoram i integral'nym skhemam. Moscow: Energiya – Energy, 1978, 744 p.;
2. Vasenin N. N. et al. Primenenie poluprovodnikovykh indikatorov. Moscow: Energoatomizdat – Energy atomic publishing house, 1991, – 200 p.

Kuzmin A.A., Makaseev Y.N.

OBTAINING SCANDIUM BY ELECTRICAL REFINING METHOD IN SALT MELT

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: KuzminAAwork@yandex.ru

Scandium is currently used in large quantities completely in different industries from medicine to metallurgy that causes a huge need for industrial production of this metal.

Scandium was first obtained in 1937 by electrolysis molten chloride of scandium, potassium and lithium at 700-800 °C in liquid chemically pure zinc cathode. Since then there were invented a lot of other ways. At present the main method for obtaining scandium is metal thermal reduction from chloride and fluoride calcium.

In this paper, the results of preliminary research on the refining of metal scandium in molten salt are shown. This process does not require special cleaning feedstock using an expensive reducing agent – calcium. And also the method is relatively simple.

The eutectic melt of potassium and sodium chloride was taken as an electrolyte; the melting point of this mixture is about 700 °C, operating temperature is 750 °C. Chloride scandium is a part of electrolyte. A rod of pure metal molybdenum was taken as a cathode while scandium electrode of draft metal as an anode. The refining process carried out in an inert oxygen-free environment since scandium chloride is very hygroscopic. To avoid contamination of pure metal obtained a crucible is made of corundum because of its high inertness and thermal stability.

Oxygen, nitrogen and other impurities content was by far reduced in the obtained pilot samples of metallic scandium.

In future, it is proposed to optimize the conditions of the process to obtain high purity scandium.

REFERENCES

1. Korshunov, B.G. Scandium. - M.: Metallurgy, 1987. - 187 p.

Lavrov V.E., Sofronov V.L., Kartashov E.Yu.

PRODUCTION OF URANIUM AND PLUTONIUM NITRIDE MIXTURE BY HYDROGENATING METHOD

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: aspect356@gmail.com

Currently, much attention is paid to the design and construction of fast neutron (FN) reactors becoming the basis of nuclear energy in the future. The positive aspects of FN reactors include a high specific energy release of the core, which enables to achieve significant efficiency, and the possibility of involving the 238U nuclide, widely distributed in nature, in the fuel cycle.

In the U-N system, there are the following nitrides: UN, U2N3, and UN2. All uranium nitrides in vacuum are unstable when heated and are exposed to dissociation. Uranium mononitride being the most stable compound is of interest as a potential nuclear fuel material. Uranium mononitride melts without decomposition (congruent) at temperature of 2830 ° C and pressure of about 0.25 MPa.

The one PuN nitride is known in the Pu-N system having a congruent melting temperature of 2850 ° C at a nitrogen pressure of (5 ± 2) MPa.

Uranium and plutonium form a mixed nitride of a solid solution with a crystal lattice, the optimal composition of which for fuel use in FN reactors is close to the composition of U0.8Pu0.2N. Unlike uranium mononitride, the UN-PuN solid solution does not decompose with increasing temperature, instead, it evaporates in such a way that the ratio between the metal and nitrogen in the solid remains constant.

The synthesis of mixed nitride uranium and plutonium fuel from starting metals by the hydride technology is based on the reactions:

2Me(alloy)+3H2=2MeH3 ; MeH3 +1/2(1+x)N2=MeN(1+x)+1,5 H2

The alloy obtained is hydrogenated sequentially in one apparatus with purified hydrogen at the temperature of 180-220 ° C and then nitrated with chemically pure nitrogen at 220-500 °C.

REFERENCES

1. V.V. Orlov, A.G. Sila-Novitsky et al "Mononitride fuel and nuclear power industry", Studies on fuels with low fission gas release; Proceeding of technical Committee meeting held in Moscow, 1-4 october 1996, IEAE-TECDOC-970, p. 155;
2. A.V. Vatulin, B. D. Rogozkin, A. G. Sila-Novitsky, N. M. Stepenova. "Mononitride uranium-plutonium fuel for fast reactors with lead coolant";
3. Alekseyev S. V., Zaitsev V. A. "Nitride fuel for nuclear power" Moscow: Technosphere, 2013. p. 240.

Lisitsa V.A., Kazantseva T.Yu., Muslimova A.V., Bujnovskij A.S.

RESEARCH OF HYGROSCOPICITY OF RARE EARTH METALS OXIDES

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: 43number@gmail.com

Rare earth metal (REM) oxides are one of the main sources of REM fluorides. Therefore, when obtaining REM fluorides, the storage and preparation of raw materials are of great importance. REM oxides are very hygroscopic. And the amount of moisture absorbed depends on physical and mechanical characteristics of powder, duration, storage conditions. In direct contact of oxide, it is inhomogeneous with water under conditions when heat exchange with the environment is insignificant. And mass heating occurs due to the exothermic conversion reaction of oxides to hydroxides [1]:

$$Nd_2O_3 + 3H_2O = 2Nd(OH)_3 + 160{,}2кДж; (\Delta G = -116{,}5кДж)$$

This is possible when transporting undried REM oxides in a sealed container at thermal gradient. Therefore, hygroscopic studies of moisture removal with two samples of neodymium oxides from different manufacturers were carried out.

Visually, the samples differ in powder colour, i.e. the first sample is pale pink while the second one is light purple. The samples have a similar structure (Analyzette 22 NanoTec Plus), the main fraction is 4-10 microns. The experiment was made on sample aging under conditions of 100% humidity in a desiccator within a month. To study the moisture removal process from REM oxides, a TGA-DSC analysis was carried out (in argon atmosphere). The gas phase was determined by IR spectrometry.

Thus, as a result of studying the raw material properties for fluoridation, neodymium oxides, they were shown to be highly hygroscopic substances. One part of moisture is adsorption, the other part transforms into crystallization or forms hydroxides.

REFERENCES

1. Ryabchikov D.I, Ryabukhin V.A., Analytical chemistry of rare earths and yttrium, M: Since 1966. - 382 p.

Melyushonok N.S., Istomin A.D., Noskov M.D.

APPLICATION OF THE AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN DEVELOPING URANIUM DEPOSITS BY IN SITU LEACHING METHOD

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI"
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: melushonok@yandex.ru

The technology of augmented reality (AR) finds application in the mining industry to visualize data and dispatch mining processes [1, 2]. In the paper the application of AR technology to increase working efficiency of the enterprise at developing uranium deposits by in situ leaching method is considered.

The technology proposed is based on the use of mobile devices working under running the Android and IOS operating systems. AR software installed works according to client-server based technology. The connection with the server is provided by means of wireless networks. Defining the user's location on site plan is carried out by means of GPS. The binding to a certain object is implemented by scanning a special marker located on it or choosing an object on the plan. AR objects are technological and observation wells. Information is obtained on the request via the information-processing server from bases of technological and geological data. The user gets the information about a well (number, location, construction, passport), a process cell, well operation modes, chemical analyses data, geophysical surveys of wells (GSW), rescue and recovery operations (RRO), pumping equipment data, etc. AR technology implementation will enable to increase efficiency of RRO, GSW operations as well as pumping reequipment owing to quick access to required information.

REFERENCES

1. Mashnin, T. Development of Augmented Reality Android-Appendix. – M. 2017. – 160 p.;
2. Yakoblev, B.S., Pusto, S.B. Classification and Promising Application of Augmented Reality Technology. Technical Sciences. – № 3. – P. 484-492.

Mokhova S.S., Shchipkova G.A.

DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE IN USED MINING OPERATIONS

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: ssti@mephi.ru

At present, the scale of man-made activity of mankind is comparable with geological processes. To the previous types of environmental pollution, which have received extensive development, a new danger of radioactive contamination has been added. Over the past half century, a huge amount of radioactive waste curie has formed on the earth, and with each year it is only increasing. The problem of the disposal of radioactive waste from nuclear power plants becomes especially acute when it comes to dismantling most nuclear power plants in the world (according to the IAEA, these are more than 65 nuclear power plant reactors and 260 research ones).

The placement of radioactive waste in the earth's crust is one of the promising ways of handling radioactive waste. It is proposed to use mines working at a depth of more than one kilometer in an array of rocky igneous, non-fractured rocks. The design of such a storage facility is based on the excavations of an existing mine. This will significantly reduce the time of construction of the structure and its cost, since the existing mine has all the necessary communications. It is also necessary to exclude the possibility of horizon flooding. A set of special measures must be taken to prevent contact of liquid secretions from the storage with the hydraulic system of the surrounding massifs.

To implement this project, not only nuclear specialists, but also specialists from other areas must be attracted.

REFERENCES

1. Technological and organizational aspects of radioactive waste management //Waste Technology Section IAEA // Vienna. 2005;
2. Volkov V.G. Chesnokov A.S. «Radioactive waste: storage and processing» //«Industrial Sheets» № 11.2011.

Petrenko A.Y., Molokov P.B.

VERIFICATION OF CASCADE MODEL STARTING MODE OF LITHIUM ISOTOPE EXTRACTION ENRICHMENT

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI"
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: petrenkoAY@yandex.ru

Lithium is a relatively rare element scattered in the Earth's crust. Its output and processing are expensive. Recently lithium has been widely used but often associated with isotopic composition. Lithium-7 is a natural lithium isotope which, due to its low capture section of thermal neutron of 0,033 b [1], mainly applied in the nuclear industry.

One of the methods for enriching lithium isotopes is the isotopic exchange occurring in crown-ether extraction [2]. In the case of extraction enrichment of the isotope Li-7 extraction, Li-6 ions migrate to the organic phase to form a crown-ether complex. There are many types of crown-ethers. The main factors for selecting the extractant were separation and distribution coefficients. As a result, benzo-15-crown-5 was used for the experiments. This ether has a distribution coefficient of 0,0071 [2] and a high separation coefficient of 1,042 [2].

In this paper, a recirculation scheme model of five-stage cascade extractor is simulated. For every stage, the process was carried out at the fixed temperature and with mixing speed at the plant according to the type of mixing-settling extractor.

Obtained aliquots of the aqueous phase after every step were undergone mass spectrometric analysis for isotope ratio.

REFERENCES

1. Plyuschev, B.E. Chemistry and Technology of Rare and Dissipate Elements, P. I. M,: "Higher school", 1976. – 368 p.;
2. Ault T., et al. Lithium Isotope Enrichment: Feasible Domestic Enrichment Alternatives – M.: Department of Nuclear Engineering University of California, 2012. – 49 p.

Petrovskiy N.E., Sofronof V.L., Eschev V.A.

CARBOTHERMAL SYNTHESIS METHOD MIXED NITRIDE URANIUM PLUTONIUM FUEL

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: spealko@gmail.com

A pilot demonstration energy complex (facility) is being built at the site of the Siberian chemical plant. It consists of a power unit with the BREST-OD-300 reactor. The plant includes a reprocessing unit for irradiated mixed nitride uranium plutonium (MNUP) fuel, a fabrication and refabrication unit for manufacturing starting fuel rods from imported materials, and then fuel rods from recycled irradiated nuclear fuel.

The carbothermal synthesis is one of the stages of nitride fuel fabrication technology. It includes the successive synthesis of uranium and plutonium dioxides of their carbides and then nitrides at the temperature of 1550-1650°C. Synthesis is firstly carried out in a constant nitrogen flow and then in a nitrogen and hydrogen mixture flow.

The use of mononitride mixed uranium plutonium fuel in reactors (the degree of fuel burnout increases) enables to increase energy efficiency due to the increased density of nitride fuel (14.3 g/cm^3) compared to dioxide (10.9 g/cm^3) and carbide (13.6 g/cm^3). In this case, the nitride fuel has thermal conductivity 6 times higher than that of the oxide fuel and an acceptable melting point.

The integration of a new fuel production technology involving the analysis of technological processes and the choice of optimal implementation modes, the design, the development of devices as well as control algorithm synthesis will be considered.

REFERENCES

1. Alekseyev S. V., Zaitsev V. A. "Nitride fuel for nuclear power" Moscow: Technosphere, 2013. p. 240.

Petrovsky L.Yu., Kazantseva T.Yu.

COMBINED TECHNOLOGY FOR PROCESSING OF MIXED URANIUM PLUTONIUM SPENT NUCLEAR FUEL

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: Petrovskiy194@mail.ru

At present, there are many technological solutions in the world regarding spent nuclear fuel (SNF) processing. In the industry, reprocessing is carried out to a greater extent due to the hydrometallurgical method based on the extraction process. It enables to purify and separate the required components using in the nuclear industry. Today, there are both advantages and disadvantages to process uranium plutonium fuel. The most important of disadvantages is to reduce the process speed which increases deterioration of structural materials in the supporting structure of apparatus.

The main objective of the new processing method is to increase alloy dissolution rate. The technology includes fuel dissolution, granulate salts separation and precipitation by electrolysis. The whole process is carried out using mixing devices and reaches the speed of 0.8 to 10 cm/s.

The result of the reaction is film formation in the form of uranium dioxide which transformed to the precipitate after dissolution and removed the powder-like substance at the next technological stages. Uranium oxide powder has a large contact area and the alloy is not passivated which leads to the reaction rate increasing. We can observe that when stirring, it is necessary to accurately maintain the stirring speed as the surface is contaminated by precipitates of uranium dioxide and the melt dissolution rate is decreased when stirring at the speed less than 0.8 cm/s.

REFERENCES

1. Guzeev, V.V., Guzeeva, T.I. Foundations of Uranium Technology. – Seversk: STI NRNU MEPhI, 2016. – 207 p.

Shamraeva A.O., Noskov M.D., Kazantseva T. Yu.

EFFECT OF FILTRATION HETEROGENEITY ON THE EFFICIENCY OF URANIUM EXTRACTION BY ISL METHOD

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: kurgaa@sibmail.com

In situ leaching (ISL) is the method, in which usable products are extracted through a system of process wells using agent liquor without lifting ore to the surface. The efficiency of ISL depends on the geological and hydrogeological structure of the productive horizon and the operating modes of the process wells. An important factor affecting ISL is the filtration heterogeneity of the productive horizon in scheme and profile. In this paper, we study the effect of vertical filtration heterogeneity on the efficiency of ISL.

The operation of a block consisting of one hexagonal process cell (with 1 pumping well and 6 injection wells) was considered. The productive horizon included three layers with different permeabilities. Firstly, an ore body of 5-meters capacity is located in the middle layer. Secondly, permeable layers of 20-meters thickness are above and below the ore body. There are some options. The layers have the same permeability. Moreover, permeability of the layer containing the ore body is 5 times larger or 5 times less than the upper and lower layers. The simulation was carried out by software "Course 3D", developed by Seversk Technological Institute.

As a result of the calculation, we obtained graphs of the time dependence of the uranium concentration and sulfuric acid in the productive solution, the mass of extracted uranium. In addition, distributions of SO_{2+4}, H_2SO_4, and U concentrations of process solutions in the productive horizon, as well as layer uranium content, were made. Based on the simulation results, the comparison of the geotechnological characteristics of block mining with various filtration heterogeneities was conducted. Thus, the simulation data analysis shows that efficiency of ISL is observed when the central layer containing the ore body has the highest permeability.

Shepelev M.B., Ivanov K.A., Shchipkova G.A.

COMPARISON OF PID REGULATOR AND NEUROREGULATOR

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: roflopups@yandex.ru

The relevance of this article is based on the need to solve complex tasks of scientific planning of the production program and/or integration of hierarchically different levels (AECS and DCS). This is due to increased process management efficiency (product quality, resource saving). In this regard, there is a need to choose effective ways of solving this problem.

One way to effectively solve the control problem is to use a neural network regulator. A neuroregulator is a regulator whose actions are based on the use of neural networks for training and further optimal work under the nonlinear, or even unpredictable nature of the object of regulation. Its differences from classical PID regulators are the adaptability and lack of rigid connection of input and output variables. In other words, the regulator set point is not directly related to the controlled technological parameter, but is formed on the basis of external criteria.

For studying the work of the neural network regulator was used the imitating simulation using modern simulation packages, the *Simulink* environment of the *MATLAB* package. With the *Deep Learning* tool, we trained a neural network with the regression values, the mean quadratic error, and the algorithm needed. When the required results are obtained after simulation, it is possible to create a program code for programming actual existing chips so that they can solve complex tasks of scientific planning.

As a result of the work done, a more effective system of automatic process control based on modern scientific principles, has been created with the improved quality criteria.

REFERENCES

1. Synthesis of neuroregulators for complex technological installations using binary fuzzy relationships / BuyanikinV.M. // 2013.- [Electronic resource] Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-neyroregulyatorov-dlya-slozhnyh tehnologicheskih-ustanovok-s-primeneniem-binarnyh-nechetkih-otnosheniy (accessed date (05.02.2020);
2. NEURAL NETWORK IN PID REGULATORS [Electronic resource]/ Sachko A.V.// 2013.- [Electronic resource] Access mode: https://studylib.ru/doc/2688989/nejronnaya-set._-v-pid-%E2%80%93-regulyatorah (accessed date (05.02.2020).

Sherina A.A., Zelichenko E.A.

WATER PURIFICATION WITH NATURAL SORBENTS

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: anastasiya.sherina@gmail.com

There are a lot of various methods and technologies for water purification such as flotation, hyperfiltration, reverse osmosis and others enabling to reduce the anthropogenic load on water objects. The final stage in technological processes, as a rule, is the sewage treatment by using sorption materials. That is why the problem of integrated wastewater treatment from various elements and organic compounds is relevant and the development of new sorbents is of great scientific and practical importance [1].

Sorption methods of water treatment are the most promising and resource- saving for water supply and removal systems. Water treatment for industrial needs and obtaining high-quality drinking water is a particular problem, and its solution is directly related to the properties of filtration and sorption. These sorbents must be easy to use and have high technological characteristics.

In the water treatment technology, along with active carbons and synthetic ionites, mineral sorbents, especially of natural origin, are becoming increasingly important. Natural sorbents have developed specific porosity and high adsorption ability due to their low volume weight and high natural porosity. These properties determine the wide use of natural sorbents in industry.

It is known that chitosan has excellent sorption and electrical conducting properties; it is a non-toxic, biodegradable and biocompatible polymer. Chitosan is obtained from the shells of red-legged crabs or from lower fungi by removing acyl, which gives rigidity to the chitin. There are various potential sources of chitosan. The most available source of chitin for large scale production is the shells of commercial crustaceans [2].

In this work, the literature review of the natural sorbents used for water treatment was carried out. The properties of the most applied sorbents were studied.

REFERENCES

1. Salahutdinova A.R. Methods for treating industrial wastewater using various sorbents. Astrakhan: AISI, 2011.290 p.;
2. Taranovskaya E.A. et al. Chitosan wastewater treatment. Bulletin of the Orenburg State University 2015 №10 P.185.

Shitsko E.E., Sofronov V.L.

OBTAINING MIXED URANIUM-PLUTONIUM NITRIDE (MUPN) FUEL

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: zhenkeeeee@mail.ru

One of the key and most advanced elements of the "Breakthrough" ("Breakthrough") project today is the development of mixed uranium-plutonium nitride (MUPN) fuel. It is an analogue of MOX fuel, nitride is only used instead of uranium oxide. It has certain advantages, but there is almost no experience of using it in reactors. Among the advantages, it is worth mentioning that the concentration of uranium/plutonium atoms is higher than that of oxide (as it is mononitride). Therefore, there is less parasitic neutron loss, a tougher spectrum, the use of uranium/plutonium and a plutonium breeding coefficient are higher. The bonus is that nitride does not float in lead, in contrast to oxide, and that fact is important for severe accidents. The drawbacks are pyrophoric (autogenous ignition in air and water), poor fabricability in the fuel production and its processing, and greater fuel swelling under radiation effect, in addition to being unfinished.

As part of the "Breakthrough" project, there is a great program for "burning" fuel rods of various designs, with shells made of dissimilar steel, with MUPN pellets made with diverse technological parameters. For the purposes of program, both disassemble assemblies with separate MUPN rods and full fuel assemblies with all fuel rods are examined. The usual research process is to manufacture fuel assemblies with desired parameters, to mount them in a reactor with the required burnout (4 to 8% of heavy metal atoms) and after dwelling (reactor researches).

SNOOP fuel tablets are prepared by firing a mixture of uranium and plutonium oxides with soot in a nitrogen atmosphere at a temperature of 1600 C. Then the resulting ceramic is ground, pressed into tablets and fired again for homogeneity.

REFERENCES

1. Integrated Socio-Economic Development Program of Obninsk as a Science City of the Russian Federation for 2013-2017 and for the period up to 2020 [Electronic resource] Access mode: https://base.garant.ru/15941710/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/ (accessed date (05.03.2020);
2. Vestj-News: [Electronic resource] Access mode: http://www.vest-news.ru/news/98636 (accessed date (05.03.2020).

Strazhnik A.E., Kiskina M.A., Schipkova G.A.

PROBLEM OF PROCESSING HIGHLY ACTIVE WASTE ACCUMULATED FOR THE LAST HALF CENTURY

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: anastasia.strazhnik@yandex.ru

The development of nuclear energy, the creation of nuclear weapons, the widespread introduction of nuclear physics methods in all fields of science and technology have led to the formation of a completely new type of industrial waste, radioactive waste that cannot be safely destroyed or disposed of. These wastes contain a large number of radionuclides (including highly hazardous ones), which have very diverse nuclear-physical, radiation, and physicochemical properties. Practice has shown that long-term storage of active liquid waste leads to the accumulation of solid sediment, called pulp. It is this form of waste that is the most difficult to process and dispose of. Pulps were formed over a long time when sediment was suspended in various liquid radioactive wastes. [1].

To dissolve the resulting solid, hardly soluble precipitates, the use of high concentration chemicals is required. A mechanical method of pulp extraction using manipulators was chosen. In this case, a caterpillar transport installation and a hinged mast are used. A pump is installed on the articulated mast for pumping waste into the storage tank, where additional liquid is added for further waste transportation. The caterpillar vehicle moves the waste towards the articulated mast, where it is liquefied by a stream of water, and the suspension is transferred to a storage tank for curing. Subsequently, the recovered liquefied sludge is transferred to dehydration and transferred to the solid phase in glass melting furnaces for subsequent storage in the rock masses of Yucca Mountain [2].

REFERENCES

1. Robert Alvarez // Science and Global Security. 2005. Vol. 13. P. 43–86. (date of the application (7.03.2020);

2. United States General Accounting Office, Report to the Chairman, Subcommittee on Oversight and Investigations, Committee on Energy and Commerce, House of Representatives, «Nuclear Waste: Challenges to Achieving Potential Savings in DOE's High-Level Waste Cleanup Program» GAO-03-593, June 2003. P. 17, 20. (date of the application (7.03.2020).

Svetleyshiy A.D., Kazantseva T.Yu.

STUDY OF MAGNESIUM ALLOY CASTING TECHNOLOGY

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: svietlieishii@mail.ru

Magnesium alloys are of great importance in the chemical industry and metallurgy. They are used in such industries as automotive, aerospace, oil and gas, sports, mobile electronics, household appliances and many others.

The project involves the improvement in the technology of magnesium casting alloy (MC-5) alloy casting. Its application in the uranium hexafluoride production, namely, the fluorine and hydrogen separation are considered. Due to its corrosion resistance, it withstands a longer stay in an aggressive environment than steel previously used at the plant. MC-5 alloy casting is made into sand-clay forms. High temperature affects evaporation of moisture from the sand form. Friabilities and bubbles which significantly reduced the quality of the product are formed in the structure of the monolithic unit. We assume to use a layer of pre-prepared aluminium oxide compound and liquid glass with a thickness of 5 to 10 cm. It will repeat the shape of the unit and eliminate the sand-shaped problems described above.

Thus, applying the natural property of magnesium, its corrosion resistance, we can produce products used in technological processes with active reagents. The technology of MC-5 alloy units casting in sand-clay molds will help to improve their quality.

REFERENCES

1. JSC Solikamsk Magnesium Plant [Electronic resource] Access mode: смз.рф/improdukt/oblastprim.pdf (accessed date (02.02.2020).

Sychev M.I., Adonin N.R., Shchipkov A.A., Kineva T.A.

SIMULATION OF OPERATING MODES OF A SUBMERSIBLE ASYNCHRONOUS MOTOR AS PART OF A CENTRIFUGAL PUMP DRIVE

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: sychevmaximick@yandex.ru

The most environmentally friendly and promising method of uranium mining is currently well-fed underground leaching (WUL). Submersible electric centrifugal pumps (ECP) are widely used as the leading process units at the normal stage of the WUL cycle. ECP allows you to provide a wide range of flow control of the productive solution, acceptable reliability indicators. Taking into account the large number of submersible well pumps in the field, their significant total installed capacity, increasing the reliability of pumping units and their efficiency have a significant impact on the cost of uranium production. In this regard, the study of ECP operation modes is becoming an urgent task. Mathematical modeling of the ECP drive is a promising approach to its solution.

In this paper, we consider the construction of a dynamic model of a frequency-controlled drive in the MATLAB system when implementing the scalar law of asynchronous motor control. The developed model allows us to study the static and dynamic modes of ECP operation when changing control and disturbing influences. To check the adequacy of the model, a laboratory stand was created that allows to set the frequency of the voltage that feeds the engine at different moments on the shaft. The stand consists of a frequency converter, an asynchronous motor connected to a load generator, a system of load rheostats with an ammeter enabled, and an industrial controller operated by a PC. The use of a PLC allows to automate the control of the frequency converter as much as possible and to ensure the recording of measurements, for which special software was developed.

Comparison of the results of mathematical modeling with the data of a real asynchronous electric drive allows us to judge the adequacy of the mathematical model.

Timofeeva, A.K., Kolotov, I.E. Filippova N.A.

NEW TVEL BUSINESS AREAS

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: iekotov@yandex.ru

The development of new non-nuclear business lines can contribute to the creation of new high-tech jobs in the regions, which is always relevant for the successful development of the economy. By entering new markets, the fuel company TVEL of Rosatom is planning to increase receipts from selling non-nuclear products several times by 2030. In other words, the main objective of developing non-nuclear industries is to create a highly efficient business comparable in scale to the main nuclear one.

One of the key areas of the business development in this area is a new type of battery. Energy storage devices on the basis of lithium-ion batteries are the most promising business in the industry of automotive batteries during next decade. A new type of battery can significantly reduce the cost of operation and fleet maintenance owing to the most effective resource and longer life compared to lead batteries. The SPA "Centrotech" has proved their effectiveness having achieved reducing the cost of 5 million a year thanks to the new technology. Another promising area is the technology of three-dimensional printing. The company focuses on four key directions: the production of a 3D printer line and their components; the formation of materials and metal powders for 3D printing; the development of integrated software for additive systems; the performance of 3D printing services as well as the introduction of additive technologies into production. The cost of a domestic printer will be 20% lower than its foreign counterparts, and its characteristics will be better. Compared to a single-laser system, its productivity has been increased by 60%. At present to print one product takes less time.

Thus, we can conclude that the new non-nuclear business areas of the fuel company TVEL increase the competitiveness of the company at foreign markets, contribute to the creation of new high-tech jobs within the country, and in near future the income from these business areas may be compared with that from the nuclear products sold by the company.

REFERENCES

1. TVEL: more non-nuclear products (November 29, 2018). [Electronic resource] Access mode: https://glavportal.com/materials/tvel-bolshe-neyadernoj-produkcii/ (accessed date (05.12.2019);
2. New TVEL business areas: New TVEL business areas: from idea to product. Newspaper "Energy and Industry of Russia" [Electronic resource] Access mode: https://www.eprussia.ru/epr/379-380/6503824.htm#5 (accessed date (05.12.2019).

Zaharova E.A., Bogdanova S.A., Shchipkova G.A.

INVESTIGATION OF INFLUENCE OF BACKGROUND ELECTROLYTE COMPOSITION ON POTENTIOMETRIC DETERMINATION OF IODIDES

Seversk Technological Institute of NRNU "MEPhI",
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
e-mail: zaharovalenka@yandex.ru

Potentiometric determination is based on the direct measurement of the potential of an indicator electrode and the calculation of activity of potentializing ions by Nernst equation [1].

This is a convenient, simple and express method, since the measurement alone takes no more than 1-2 minutes. The duration of the analysis is determined by the time of sample preparation.

First, using solutions with known concentration and constant ionic strength close to the ionic strength of the solution being analysed, the electrode is calibrated, that is, its potential dependence on iodide-ion concentration is determined by experimental method. In order to stabilize ionic strength, a supporting (background) electrolyte is introduced into both calibration and solution being analysed. Then, the potential of the solution with the unknown concentration of iodide-ion is measured and its content is found by calibration graph [2].

The aim of this work is to investigate the possibility of determining iodide ions by direct potentiometry in aqueous solutions with the addition of various background electrolytes.

We used the following solutions of background electrolytes: potassium nitrate, formic acid and phosphate and peroxoborate [3] buffer solutions (pH≈7) to establish the operating range of the ISE. As the solution being analysed used are KI (10^{-7}-10^{-3} mol/dm3) on the background of one of the above electrolytes (0.1-1 mol/dm3).

It has been found that potassium nitrate 0.01 mol/dm3 should be used as the background electrolyte when measuring the microconcentration of iodide ions in the off-port range using an iodide selective electrode.

REFERENCES

1. New reference chemist and technologist. Analytical chemistry. Part 1. S.-Pb .: ANO NGO "Peace and Family", 2002. - 964 p.;
2. Williams J. Definition of anions. Directory. M .: Chemistry, 1982. 624 p.;
3. Bebeshko G.I. RF patent 2325658 C1. Publication date 05/27/2008. Bull.№15.

Секция
Атомный форсаж

Белкин З.С.[1], Дешина М.В.[2], Бормотова Н.А.[1], Богданова С.А.[3], Новикова П.А.[3]

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ФТОРИД-ИОНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТАХ

[1]Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение "Средняя общеобразовательная школа № 196", 636017, г. Северск Томской области, ул. Калинина, 46А,
[2]Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение "Средняя общеобразовательная школа № 198", 636019, г. Северск Томской области, ул. Победы, 12А,
[3]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: zvetoc@mail.ru

Фтор – единственный из галогенов элемент, обладающий рядом уникальных свойств. В организме фтор выполняет следующие функции: укрепляет иммунитет; способствует выводу из организма солей тяжелых металлов и радионуклидов; предупреждает развитие остеопороза; является профилактикой кариеса и пародонтоза и др. Однако высокие концентрации фтора опасны ввиду способности фторид-ионов ингибировать (замедлять) ряд ферментативных реакций, а также связывать важные в биологическом отношении элементы (P, Ca, Mg и др.), что нарушает их баланс в организме. Поэтому контроль содержания фторид-ионов в питьевой воде и пищевых продуктах является важной аналитической задачей.

Необходимость контроля фторидов в технологических водах ТЭС и АЭС объясняется существованием допустимого суммарного содержания хлорид- и фторид-ионов в питательной воде и обессоленном конденсате ядерных реакторов не более 4,0 и 10,0 мкг/дм^3 соответственно. Установлено, что фторид-ионы оказывают гораздо более сильное коррозионное воздействие на материал оборудования, но из-за отсутствия разработанных методов определения микроконцентраций фторид-ионов контроль за их содержанием не проводится.

Наиболее перспективными и практически применимыми для контроля природных вод и вод высокой чистоты являются титриметрический, фотометрический и потенциометрический методы анализа [2,3].

Цель данной работы – изучить физико-химические основы существующих методов определения фторидов, исследовать возможность определения фторид-ионов методом прямой потенциометрии в водных растворах.

Голынская Е.Ф., Ликонцева А.А., Мацур М.А., Правосуд С.С.

МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ РЕАКТОРА

Северская Инженерная Школа,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: sspravosud@gmail.com

В настоящее время в России активно развивается атомная энергетика. С этой целью ГК «Росатом» проводит систему мероприятий, направленных на популяризацию идей безопасности АЭС.

В связи с этим нам стало интересно изучить один из самых распространенных атомных реакторов – ВВЭР-1000 и процессы, происходящие в нем, так как мы все увлекаемся физикой. В библиотеке СТИ НИЯУ МИФИ была собрана и проанализирована информация об атомном реакторе. Полученные сведения мы смогли применить для создания электрической схемы в Tina TI, которая отражает поведение реактора при его переходе с одного уровня мощности на другой. Элементы были посчитаны в MathCad. В ходе работы нами были сформулированы идеи, что каждый элемент цепи соответствует конкретному элементу в реакторе. Например, потенциометр имитирует движения стержней управления, а конденсаторы – запаздывающие нейтроны. Атомный реактор – операционный усилитель; ток, проходя через него, усиливается, то есть происходит набор мощности.

В качестве проверки в MathCad была создана простейшая математическая модель, которая описывает размножение нейтронов в активной зоне. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наша схема в достаточной степени точности отражает работу реактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атом от А до Я. Гладков К. А. Атом от А до Я. — 1974. Гладков К. А. Атом от А до Я. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Атомиздат, 1974. — 271 с.;
2. Руководство пользователя MathCad. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://old.exponenta.ru/soft/MathCAD/usersguide/0.asp (дата обращения (30.01.2020);
3. Руководство пользователя Tina TI. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://elschemo.ru/dlya-nachinayushhix/programma-dlya-simulyacii-analogovyx-sxem-tina-ti/ (дата обращения (13.02.2020).

Грачев С.С.[1], Байгулова А.А.[1], Шиловская Е.С.[1], Истомина Н.Ю.[2]

РАСЧЕТ ПЕРОРАЛЬНОЙ ДОЗЫ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПРОДУКТАМИ, ВЫРАЩЕННЫМИ НА ДАЧНОМ УЧАСТКЕ

[1]Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Северский физико-математический лицей», 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 56,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: NYIstomina@mephi.ru

Прогнозная оценка радиационной обстановки территорий, находящихся в районах расположения объектов атомной энергетики предполагает учет перорального пути формирования дозовых нагрузок населения. Таким образом, задача расчета пероральной дозы, обусловленной употреблением продуктов, выращенных на участке, находящимся в зоне влияния объекта атомной энергетики, является актуальной.

В данной работе, расчет годовой пероральной дозы был проведен по формуле, [1]:

$$H = BR\sum_i \frac{M_i S_i}{m_i},$$

где B – дозовый коэффициент внутреннего облучения при заглатывании с водой или пищей ^{137}Cs, Зв/Бк, [1]; R – удельная активность на поверхности участка, Бк/м^2; M_i – масса i-го продукта, употребляемого в год, кг/год; S_i – средняя площадь поверхности плода i-го продукта, м^2; m_i – средняя масса плода i-го продукта, кг. Удельная активность на поверхности участка была задана в соответствии с результатами прогнозного расчета радиационной обстановки на территории расположения объекта ядерно-топливного цикла. Прогнозный расчет был выполнен, выполненного с помощью программного комплекса «АРИА» [2]. При расчете учитывалось формирование пероральной дозы воздушным путем и при миграции радионуклидов через почву в корнеплоды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 224с.;
2. Носков М.Д., Истомин А.Д., Истомина Н.Ю., Чеглоков А.А. Геоинформационный экспертно-моделирующий комплекс «АРИА» для оценки последствий выбросов радиоактивных веществ в атмосферу // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011613014 от 14.04.2011.

Еферин Е.О.[1],Спиридонова Е.С.[1],Сусакин В.А.[1],
Храпов Н.С.[1], Кириллов О.О.[2]

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР

[1] МБОУ СОШ №198,636019, г. Северск, ул. Победы, 12А,
[2] Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, пр. Коммунистический, 65,
e-mail: anzakharov@mephi.ru

В связи с интенсивным развитием ядерной энергетики перед человеком встал вопрос об утилизации ядерных отходов. Наиболее перспективным способом является захоронение отходов в специализированных хранилищах. Поэтому мы поставили перед собой цель создать прототип робота-манипулятора, осуществляющего перемещение ядерных отходов от пункта доставки до хранилища по заданной траектории без участия человека.

Для реализации задуманной цели была поставлена задача, создать и изготовить робот-манипулятор на базе микроконтроллера Arduino Mega.

Для реализации поставленных задач были применены приведенные ниже инженерные решения:

- разработана конструкция платформы, приводимой в движение двумя мотор-редукторами;
- для передвижения робота по заданной траектории были использованы датчики движения по линии;
- сконструирован подъемник, позволяющий перемещать емкости с отходами, установленными на европоддоны. в конструкции подъемника использован шаговый двигатель;
- была изготовлена стойка, на которой установлена передающая видеокамера EACHINE TX02 и два прожектора позволяющие работать в помещениях без освещения. сигнал видеокамеры передается на очки виртуальной реальности EACHINE EV800;
- были написаны программы для управления приводом платформы, а также управлением захвата;

В ходе изготовления робота-манипулятора были выполнены чертежи платформы, стойки для камеры и прожекторов, деталей подъемника; созданы 3D-модели деталей в CAD-системе T-FlexCAD; выполнена печать деталей; произведена пайка компонентов на плату, а также установка всех компонентов в корпус и тестирование устройства. Работа выполнена в рамках проектной деятельности Северской инженерной школы.

Жарков К.П.[1,2], Масленников А.Е.[1,2], Боровиков В.О.[1,2], Кабакова Г.В.[1], Мельникова Н.А.[2]

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОДНОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА

[1]МБОУ «СОШ № 88 имени А. Бородина и А. Кочева», 636037, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 141,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: natmeln100@mail.ru

Системы автоматического полива, представляющие интерес как для сельского хозяйства, так и для владельцев комнатных растений, позволяют организовать процесс полива в зависимости от влажности почвы, не допустить пересыхания или перенасыщения влагой почвы.

Данная работа посвящена созданию прибора для автоматического полива домашних растений с контролем влажности почвы. Необходимость полива определялась по показаниям датчика влажности почвы. Для прибора понадобилось: контактный щуп YL-69, датчик YL-38, чип-компаратор LM393, отладочная плата ARDUINOunor3 lc, Ds18b20 датчик температуры dallas, дисплей lcd1602 синий, ключ, помпа. Устройство собрано по принципу: контактный щуп – датчик – контроллер – ключ – помпа – дисплей [1].

При погружении датчика влажности (щупа) в почву между двумя электродами щупа создавалось напряжение 3,3-5 В.

На дисплее отражался уровень влажности почвы, выраженный в процентах. Выходной сигнал от 0 до 4,2 В (4,2 В – 100% влажность). Отметим, что наиболее благоприятный режим для полива – не ниже 60% и не выше 80% уровня наименьшей влагоемкости почвы [2].

В результате испытаний определены параметры влажности, при которых помпа будет подавать воду в почву и выключаться.

Работа выполнена в рамках муниципального открытого сетевого проекта «Северская инженерная школа».

ЛИТЕРАТУРА

1. Датчик влажности почвы [Электронный ресурс] Режим доступа: https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/datchik-vlazhnosti-pochvy-arduino/ (дата обращения (11.02.2020);
2. Режим орошения и техника для полива [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.spec-kniga.ru/rastenievodstvo/ovoshchevodstvo-otkrytogo-grunta/obshchie-voprosy-promyshlennogo-proizvodstva-ovoshchej-rezhim-orosheniya-i-tekhnika-poliva.html (дата обращения (11.02.2020).

Калитай М.А., Мироченко А.А., Мироченко А.А.,
Палыш Я.И., Сусакин В.А., Вебер Д.А.

МЕХАНИЧЕСКИЙ ПРОТЕЗ РУКИ С МЫШЕЧНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Северская Инженерная Школа,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: websterdmitriy@gmail.com

Обеспечение людей с ограниченными возможностями (недостающими частями тела) на сегодняшний день является актуальной задачей. Широкое применение получили бионические протезы, использующие сложные системы управления и технологические элементы, из-за чего их стоимость очень высока. В данной работе рассмотрены несколько вариантов упрощенных и недорогих конструкций руки, а также проведена разработка нескольких конструкций на примере создания правого предплечья и кисти руки.

В докладе рассматриваются способы управления бионическим протезом при помощи модулей, которые регистрируют мышечную активность. Данные модули были подключены уже к проработанной версии протеза. Основная работа заключалась в подключении и настройке датчиков, их регулировке и дальнейшее использование их как средство управления кистью. Для этого была написана программа для микроконтроллера «arduino nano», которая позволяла принимать сигнал с датчиков и управляет при помощи него сервоприводами, находящиеся внутри протеза. Сама модель (предплечье и кисть) немного поменяли форму. Они стали более компактными и схожи по размерам на человеческую руку.

На данном этапе разработки создается модель крепления протеза к человеку (необходимо, чтобы протез был удобен в самостоятельном креплении и снятии, а также протез не должен иметь большой вес). По имеющимся данным можно сделать вывод, о возможности использования подобной конструкции бионической руки и её пригодности для людей с ограниченными возможностями.

Кикенина И.К.[1], Соколов С.А.[2], Богданова С.А.[3], Бормотова Н.А.[1]

ИОНОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ЙОДИД-ИОНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТАХ

[1]Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение "Средняя общеобразовательная школа № 196", 636017, г. Северск Томской области, ул. Калинина, 46А,
[2]Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение "Северский физико-математический лицей", 636036, г. Северск Томской области, пр. Коммунистический, 56,
[3]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: zvetoc@mail.ru

Йод относится к группе микроэлементов абсолютно или жизненно необходимых, так как при его отсутствии или недостатке нарушается нормальная жизнедеятельность организма. Ежедневное поступление йода в организм взрослого человека должно составлять 150 мкг, а ребёнка – 70 мкг. Распространенным способом решения проблемы йододефицита считается йодирование таких продуктов, как соль, мука, молоко, питьевая вода. В связи с этим контроль содержания йода в перечисленных продуктах становится одной из актуальных задач.

Нами для количественного определения йода в йодированной соли (в виде йодат-ионов) использовался титриметрический метод, а для определения йодид-ионов в питьевой и бутилированной воде использовался метод потенциометрии [2]. В исследованиях использовался отечественный твердоконтактный электрод с поликристаллической мембраной фирмы «Вольта» (г. Санкт-Петербург), градуировочная характеристика которого пропорциональна концентрации йодид-ионов в растворе. В качестве электрода сравнения применяли хлоридсеребряный электрод. Э.д.с. гальванической цепи измеряли с помощью цифровых иономеров. Определение содержания йодид-ионов в питьевой и минеральной водах проводили по методу «введено-найдено». Предлагаемый способ был опробован при определении содержания йодид-ионов, добавляемых при производстве в экологически чистую питьевую воду «Архыз» ООО «ТД «Дельта» и «Югус Артезианская» ООО «Завод Югус», в артезианской воде высшей категории «Фрутоняня» АО «Прогресс», «Фермер-центр» ООО «Аквамастер» и в питьевой воде «Святой источник Спортик» производитель «Аквастар».

При определении содержания йодат-ионов провели анализ йодированной соли марок «Байкалочка» и соль «Усольская».

Мурашкин О.А.[1], Медведев М.С.[1], Истомина Н.Ю.[2]

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НА ЧЕЛОВЕКА, ФОРМИРУЕМЫХ ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, ОБРАБОТАННЫХ ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

[1]Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «СОШ №78», 634009, г. Северск Томской обл., ул. Чапаева, 22,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: NYIstomina@mephi.ru

Во все времена человечество стремилось продлить сроки хранения продуктов питания. В результате в мире создано большое количество технологий консервации продуктов, создана холодильная индустрия, используются химикаты для продления сроков хранения продуктов, защиты их от насекомых и вредителей. В настоящее время, существует новый способ консервации продуктов питания – радиационная стерилизация, позволяющая значительно увеличить сроки хранения продуктов. Многие люди считают, что если что-то подверглось воздействию радиации, оно само становится ее источником. Тем более, когда речь идет о продуктах питания. Таким образом, исследование дозовых нагрузок на человека, формируемых при употреблении продуктов питания, обработанных ионизирующим излучением, является актуальной задачей. В ходе работы над проектом был проведен литературный обзор способов консервации ионизирующим излучением, определены параметры обработки продуктов питания облучением. Основными видами консервирования ионизирующим излучением являются: радиационная стерилизация (радаппертизация) продуктов длительного хранения, радуризация и радисидация. Методика [1], позволяющая провести оценку максимально возможной индивидуальной годовой дозы, учитывает значение поглощенной дозы при обработке ионизирующим излучением продукта, массу годового потребления продуктов человеком, дозовый коэффициент радионуклида. Полученное в результате аналитического расчета значение максимально возможной индивидуальной годовой дозы на шесть порядков ниже предела годовой индивидуальной дозы для населения [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.;
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 2009. – 234 с.

Палыш Я.И., Компанейцев Л.А., Карташов Е.Ю.

МОДУЛЬ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: pily141298@gmail.com

Проблема лесных пожаров актуальна для нашего региона и государства в целом. По статистике, которую приводит Greenpeace, за 2019 только в Сибири сгорело более 13 млн. га. лесов. Это наносит непоправимый ущерб экономике государства, а так же экологической системе.

Наш проект направлен на предотвращение появления крупных лесных пожаров. Один из наиболее эффективных способов обнаружения лесных пожаров – это облёт территорий по воздуху. Использование вертолётов и самолётов, требует больших капиталовложений. Они достаточно трудоёмки в обслуживании, и не всегда доступны для массового применения.

Нашим предложением стало использование беспилотного летательного аппарата – планера с электромотором (по сравнению с другими л/а планер имеет более высокую продолжительность полёта, простоту в использовании и обслуживании и обладает более низкой стоимостью).

Далее нами был продуман модуль, позволяющий определять предполагаемый очаг возгорания. Модуль, основываясь на работе датчиков углекислого газа и датчиков дыма, анализируют состояние воздуха над пролетаемом участке. Данные отправляются на ПК и обрабатываются с привязкой к GPS координатам. На основе проведенного анализа принимается решение об отправке на место более специализированной техники.

Преимуществом этой разработки является то, что данным оборудованием можно обеспечить местные контролирующие органы, достоинства которого является доступная цена и отсутствие высоких требований к квалификации обслуживающего персонала.

Спирин Д.А.[1], Прозорович Д.В.[1], Мисюра Т.К.[1], Мельникова Н.А.[2]

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УТИЛИТАРНОГО НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

[1]МБОУ «СОШ № 88 имени А. Бородина и А. Кочева», 636037, г. Северск Томской обл., пр. Коммунстический, 141,
[2]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: natmeln100@mail.ru

В данной работе проведено моделирование систем искусственного освещения для наружного освещения проезжей части улично-дорожной сети. Моделирование проводилось методом удельных мощностей [1] с использованием расчетных программ, созданных авторами на языке программирования Python. Этот метод позволяет найти требуемое количество осветительных приборов в соответствии с нормативными показателями и таких исходных данных как: число полос движения в обоих направлениях, класс дороги, протяженность участка, расположение опор, высота светильника, угол наклона, мощность лампы.

В графическом редакторе Blender были созданы трехмерные модели со схематическим расположением светильников на небольшом участке дороги. Так, например, для дороги класса IB шириной 7 метров, устанавливаются светильники GS-LuxSE-40/150 Вт с высотой мачты 7 метров, яркостью дорожного покрытия 0,6 кд/м.кв., коэффициент светового потока 0,05, фонари надо устанавливать на расстоянии 37,68 метра друг от друга.

Смоделированная система освещения удовлетворяет следующим требованиям: оптимальный уровень освещенности (согласно ГОСТ Р 55706-2013 и СНиП 23-05-95 [2]), отсутствие слепящего и мерцающего света, равномерное распределение светового потока.

Работа выполнена в рамках муниципального открытого сетевого проекта «Северская инженерная школа».

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочная книга по светотехнике: справочное издание / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – 3-е изд., перераб. – М. : Знак, 2006. – 972 с.;
2. Светотехнические критерии оценки дорожного освещения: обзор [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.lightingmedia.ru/reviews/reviews_55.html (дата обращения 03.03.2020).

Шадрин С.М., Кабакова Г.В.

ПОРТАТИВНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ

МБОУ «СОШ № 88 имени А. Бородина и А. Кочева»,
636037, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 141,
e-mail: gvkabakova@sibmail.com

В настоящее время все люди пользуются телефонами, но передавать сообщения и звонки они могут только в зоне действия сети. Там, где сеть отсутствует, например, в отдалённых населённых пунктах или в походах, связь можно поддерживать с помощью рации, которая передаёт сигналы в зависимости от характеристик своих комплектующих. Но не всегда рация удобна из-за своих размеров.

Данная работа посвящена созданию компактного передатчика радиоимпульсов, заменяющего рацию.

Устройство по своим габаритам напоминает умные часы, состоит из FM-трансмиттера для получения и отправки радиоволн, компилятора C++, карты памяти для хранения импульсов и сенсора для взаимодействия с сохранёнными импульсами и записи новых.

Вместо платы Ардуино, которая способна выдержать большое напряжение припаянных к ней приборов, но имеет высокую цену, был использован более дешевый аналог платформы и fm-приёмник SI4735-D60-GU.

Был создан собственный трансмиттер на ArduinoUno, к которому были припаяны приёмник, устройство сохранения импульсов и подключена карта памяти. Трансмиттер принимал радиосигналы и сохранял их на подключенную карту памяти. Были написаны ряд программ для контроллера Arduino.

Проведены испытания, которые показали, что созданная модель портативной рации принимает, воспроизводит и сохраняет радиоимпульсы и может служить средством связи.

Работа выполнена в рамках муниципального открытого сетевого проекта «Северская инженерная школа».

ЛИТЕРАТУРА

1. Подключение SD-карты к Ардуино [Электронный ресурс] Режим доступа: https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/podklyuchenie-sd-karty-k-arduino/ (дата обращения 03.02.2020);
2. Подключение радиоприёмника к Ардуино [Электронный ресурс] Режим доступа: http://arduinolab.pw/index.php/2019/05/23/podklyuchenie-fm radiopriemnika-rda5807m-k-arduino/ (дата обращения 03.02.2020);
3. Создание FM-трансмиттера на Ардуино [Электронный ресурс] Режим доступа: http://digitrode.ru/computing-devices/mcu_cpu/725-kak-sdelat-fm-transmitter-na arduino-i-ns73m-svoimi-rukami.html (Дата обращения 10.03.2020).

СЕВЕРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

НИЯУ МИФИ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научная сессия НИЯУ МИФИ – 2020

6-10 апреля 2020г.

Материалы конференции

Научный редактор: профессор, доктор физико-математических наук

М.Д. Носков

Компьютерное макетирование и набор текста:

В.С. Бугрина

ISBN 978-5-93915-141-2

9 785939 151412