

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

АДМИНИСТРАЦИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

ОАО «ТВЭЛ»

ОАО «СИБИРСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

**ФГАОУ ВПО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**СЕВЕРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ –
ФИЛИАЛ ФГАОУ ВПО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»**

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ В Г.ТОМСКЕ

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО ПО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ «ОУК «СИБАТОМКАДРЫ»**

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО «ТОМСКИЙ АТОМНЫЙ ЦЕНТР»

V МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ АТОМЩИКОВ СИБИРИ

22-24 октября 2014г.

Сборник тезисов докладов

УДК 621.039

V Международная школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сборник тезисов докладов, 22-24 октября 2014г., г. Северск: Изд. СТИ НИЯУ МИФИ, 2014. – 141с.

ISBN 978-5-93915-127-6

Сборник включает материалы V Международной школы-конференции молодых атомщиков Сибири. Приводятся результаты научных исследований, связанных с совершенствованием ядерно-химических технологий, автоматизацией технологических процессов, применением современных информационных технологий в атомной промышленности и энергетике, а также актуальными вопросами ядерного нераспространения, безопасности и экологии атомной отрасли, перспективными направлениями развития ядерной энергетики и ядерной медицины. Кроме того, рассмотрены вопросы по теме «Ядерные технологии – шаг в будущее».

Для специалистов, работающих в атомной отрасли, а также для студентов, аспирантов и молодых ученых, интересующихся актуальными вопросами ядерной энергетики и промышленности.

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

ISBN 978-5-93915-127-6

© Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 2014

Дорогие друзья!

Рад приветствовать участников школы-конференции «Молодые атомщики Сибири», уже в пятый раз проводимой в Томске.

Наша область находится в самом центре России и представляет собой динамично развивающийся регион, богатый и природными, и интеллектуальными ресурсами.

Развитие Томской области с середины XX века тесно связано с атомной отраслью. Рядом с Томском уже 65 лет работает один из крупнейших в мире ядерных центров – ОАО «Сибирский химический комбинат». Сегодня на СХК реализуются крупные инновационные проекты по созданию нового конверсионного производства и опытно-демонстрационного энергетического комплекса в составе реакторной установки БРЕСТ-300 и пристанционного блока замыкания ядерного топливного цикла.

На конференции вам предстоит рассмотреть вопросы совершенствования химических технологий атомной промышленности и энергетики, автоматизации технологических процессов, применения современных IT-технологий, ядерного нераспространения, безопасности и экологии, а также обсудить перспективные направления развития атомной энергетики и ядерной медицины.

Несомненно, масштаб вопросов и широкий круг участников школы-конференции будет способствовать развитию атомной энергетики и промышленности в Сибири.

Желаю Вам получить максимум пользы из профессионального и человеческого общения. Творческих успехов, крепкого здоровья и новых открытий на гостеприимной томской земле!

Губернатор Томской области

Сергей Жвачкин

СОДЕРЖАНИЕ**Секция Химические технологии атомной промышленности и энергетики**

<i>Алпатов А.А.</i>	15
Томограф, как инструмент в атомной отрасли. Обработка ТВЭЛ	
<i>Андреев В.А., Макасеев Ю.Н., Софронов В.Л., Буйновский А.С.</i>	16
Исследование извлечения урана и редкоземельных элементов из руд Далматовского месторождения	
<i>Апальков Г.А., Жабин А.Ю., Смирнов С.И.</i>	17
Очистка реэкстрактов урана от радиорутения	
<i>Борисова М.А., Кузнецова Е.А.</i>	18
Установка переработки жидких радиоактивных отходов аффинажного производства	
<i>Гузеев В.В., Семенов С.С., Циркунов П.Т.</i>	19
Переработка ОГФУ газоразрядным методом	
<i>Дивановская А.В., Зарипова Л.Ф., Кузнецов Д.А., Пищулин В.П.</i>	20
Пути переработки гексафторида обедненного урана	
<i>Дурновцев М.И., Крайнов А.Ю., Губанов С.М.</i>	21
Измерение давления насыщенных паров фтористого водорода в области низких температур	
<i>Дьяченко А.С.</i>	22
Уранил трикарбогидразид нитрат $[UO_2((N_2H_3)_2CO)_3](NO_3)_2$: синтез, структура и свойства	
<i>Елькин А.К., Макасеев Ю.Н., Дьяченко Л.Л.</i>	23
Улучшение ПЭТ пленок методом прямого фторирования	
<i>Жеронкина О.Г., Русаков И.Ю., Буйновский А.С., Софронов В.Л.</i>	24
Исследование процесса сублимационной очистки тетрафторида гафния в опытно-промышленных условиях	
<i>Калаев М.Е., Софронов В.Л., Галата А.А.</i>	25
Термодинамика и кинетика процесса гидрофторирования оксидов урана	
<i>Картавых А.А., Губанов С.М., Чуканов М.В.</i>	26
Оптимизация откачных систем разделительного производства	
<i>Костарева Т.В., Сазонова Л.Р., Макасеев Ю.Н.</i>	27
Исследование процесса фторирования оксидов РЗЭ фторидом аммония	

<i>Кузнецов П.Г., Пищулин В.П.</i>	28
Улучшение процесса выщелачивания урановых руд	
<i>Лесникова М.С., Петлин И.В.</i>	29
Использование отходов алюминиевой промышленности для получения фторида водорода	
<i>Пищулин В.П., Алимпиева Е.А., Кривоустов С.И.</i>	30
Экстракционный аффинаж ядерного топлива АЭС	
<i>Рудик А.А. Васильков И.В. Пищулин В.П.</i>	31
Высокоплотное ядерное топливо исследовательских реакторов со сниженной степенью обогащения по изотопу U^{235}	
<i>Русаков И.Ю., Буйновский А.С., Коробейников Е.А., Рожнева Я.И., Софронов В.Л.</i>	32
Обобщенное кинетическое уравнение процесса сублимации тетрафторида гафния	
<i>Селявская Е.В., Безрукова С.А.</i>	33
Экспресс-методы в скрининговых исследованиях	
<i>Селявский В.Ю., Буйновский А.С.</i>	34
Соосаждение америция (III) с оксалатом кальция	
<i>Семёнова Р.А., Железнов В.В., Ожерельев О.А.</i>	35
Сорбция уранил-ионов на углеродных волокнах, модифицированных оксидами железа, титана, циркония и кремния	
<i>Силакадзе В.Н., Зарипова Л.Ф., Пищулин В.П.</i>	36
Усовершенствованная установка получения фтора	
<i>Соловьёва А.С., Пищулин В.П.</i>	37
Конструирование и расчет установки очистки трапных вод на АЭС	
<i>Стрельникова А.М., Царенко Н.А., Егоров А.В., Ананьев А.В.</i>	38
Экстракционный способ извлечения радионуклидов цезия и стронция из ЖРО	
<i>Терещенко Е.В., Кербель Б.М., Буйновский А.С.</i>	39
Влияние параметров пробоподготовки на характеристики готового продукта в процессе твердофазного синтеза порошков оксидной керамики	
<i>Шутов В.А., Зарипова Л.Ф., Пищулин В.П.</i>	40
Наработка опытно-промышленной партии плёночной композиции ПЭ158ВZ	

**Секция Актуальные вопросы ядерного нераспространения,
безопасность и экология ядерной отрасли**

<i>Александрова Л.В., Исаченко Д.С.</i>	42
Проектирование системы учета и контроля ядерных материалов в организации атомной отрасли	
<i>Бабкин С.Д., Годовых А.В.</i>	43
Создание методического подхода оценки рисков для опасных объектов	
<i>Баилай А. С., Годовых А.В., Степанов Б.П.</i>	44
Особенности применения процедур учёта и контроля в соответствии с требованиями системы менеджмента качества	
<i>Беденко С.В., Таракаенко П.В., Губайдулин И.М.</i>	45
Спектральные и дифференциальные характеристики источников излучения элементов, образующихся в элементах конструкции систем хранения облученной топливной керамики нового поколения	
<i>Буковецкий А.В., Степанов Б.П.</i>	46
Формирование аналитической модели нарушителя для проведения оценки эффективности системы физической защиты ядерного объекта	
<i>Вахрушева Ю.С., Степанов Б.П., Шевелева А. А.</i>	47
Аналитический комплекс для проектирования систем физической защиты	
<i>Власенко Е.А., Долматов Д.О.</i>	48
О факторах, влияющих на значение вероятности обнаружения нарушителя	
<i>Вовк А.В., Воробьева К.В.</i>	49
Режим ядерного нераспространения в условиях сложившейся ситуации в Украине	
<i>Годовых А.В., Парепко М.С., Степанов Б.П.</i>	50
Разработка аналитического комплекса для подготовки персонала систем физической защиты	
<i>Годовых А.В., Степанов Б.П., Шевелева А.А.</i>	51
Нормативное обеспечение функционирования систем безопасности	
<i>Гостева И.В., Каренгин А.Г.</i>	52
Оценка возможности плазменной переработки нитратно-нитритных растворов родия после переработки ОЯТ	
<i>Зубов В.В., Тундешев Н.В.</i>	53
ВЧФ-плазмотроны для плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ замкнутого ЯТЦ	

<i>Истомина А.А., Истомина Н.Ю., Носков М.Д.</i>	54
Информационное обеспечение для оценки радиационного воздействия на окружающую среду объектов атомной энергетики	
<i>Каренгин А.А., Каренгин А.Г.</i>	55
Моделирование кинетики процесса плазменной утилизации диспергированных горючих водно-органических композиций на основе отходов переработки ОЯТ	
<i>Катаева О.И., Седнев Д.А.</i>	56
Применение ультразвукового метода контроля для диагностики остаточного ресурса контейнера сухого хранения ОЯТ	
<i>Никиенко А.В.</i>	57
Совершенствование программного обеспечения для проведения оценки эффективности систем физической защиты	
<i>Овчинникова К.Г., Исаченко Д.С.</i>	58
Экспортный контроль в высших учебных заведениях	
<i>Перминова М.В.</i>	59
Культура ядерной безопасности	
<i>Петрусёв А.С.</i>	60
Солнечный трекер и акриловый концентратор как средства повышения эффективности солнечных установок	
<i>Пироженко Т.Е.</i>	61
Исследование процесса плазменной переработки кислых нитратно-нитритных растворов палладия после извлечения из отходов переработки ОЯТ	
<i>Подгорная О.Д., Каренгин А.А., Новоселов И.Ю.</i>	62
Плазменная утилизация отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме ВЧФ-разряда	
<i>Садовский А.А., Черников И.Д.</i>	63
Принципы TQM (total quality management – всеобщее управление качеством) в культуре ядерной безопасности	
<i>Седнев Д.А., Салодкин С.С.</i>	64
Обзор алгоритмов дактилоскопической идентификации	
<i>Седнев Д.А., Шаравина С.В.</i>	65
Возможности идентификации конструкционных материалов на основе биометрических алгоритмов	
<i>Серикова Н.А.</i>	66
Готовность к аварийному реагированию на ЛАЭС	
<i>Серикова Н.А.</i>	67
Израиль: «ядерное оружие в подвале»	

<i>Смирнов А.С., Понер М.В., Степанов Б.П.</i>	68
Применение средств видеоконтроля для обеспечения безопасности ядерного объекта	
<i>Степанов Б.П., Лаптев Д.С., Хмелёв А.С.</i>	69
Применение радиочастотных технологий для обеспечения безопасности на ядерных объектах	
<i>Степанова А.С., Степанов Б.П.</i>	70
Применение способов идентификации в системах безопасности ядерных объектов	
<i>Терещенко Е.В.</i>	71
Безопасность эксплуатации ураинских АЭС в условиях использования топлива компании Westinghouse	
<i>Теровская Т.С., Кеслер А.Г., Носков М.Д., Бабкин А.С., Посохова Е.М.</i>	72
Проблемы экологического мониторинга и прогнозирования состояния недр при разработке месторождения урана методом СПВ	
<i>Тундешев Н.В., Орешкин Е.А.</i>	73
Моделирование процесса комплексной плазменной переработки иловых отложений бассейнов-хранилищ ЖРО	
<i>Чебыкин Д.А.</i>	74
Методы определения элементного состава ядерных материалов на службе ядерной криминалистики	
<i>Юртаева А.Н., Сваровский А.Я., Колесников А.А.</i>	75
Очистка радиоактивно-загрязненных вод от ионов металлов в электрохимическом аппарате	

Секция Перспективные направления развития ядерной энергетики. Ядерные технологии в инновационной экономике и ядерной медицине

<i>Беденко С.В., Кнышев В.В., Плевако М.Н., Грицюк С.В., Трифонов А.А.</i>	77
Модель ядерно-физических процессов протекающих в мультиплицирующих торийсодержащих системах ($m\%U$, $k\%Pu, n\%Th$)O ₂ на эпитепловых нейтронах	
<i>Беденко С.В., Плевако М.Н., Кнышев В. В., Савасичев К.А.</i>	78
Исследование нейтронно-физических характеристик облученного перспективного керамического ядерного топлива и оптимизация схем его хранения	

<i>Безрукова С.А., Мурыгина А.В.</i>	79
Применение твердофазной экстракции для определения йодидов в моче методом потенциометрии	
<i>Годовых П.В., Мочалов А.М., Нестеров В.Н.</i>	80
Влияние процесса образования продольных трещин на срок службы графитовых блоков	
<i>Губайдулин И.М., Беденко С.В., Бородай А.Ю., Кузнецов Е.В., Клюкин Н.М.</i>	81
Флуктуации нейтронного фона уран-ториевых руд и его повышение в плотнospеченной топливной керамике нового поколения	
<i>Жаксыбаева Г.К., Милойчикова И.А., Стучебров С.Г.</i>	82
Сравнение дозиметрических систем при работе с импульсными рентгеновскими источниками	
<i>Карпович Н.И., Тургунова Н.Д., Калумуев А.А.</i>	83
Разработка датчика силы для медицинских приложений	
<i>Кондратова Я.С.</i>	84
Направления развития и перспективы различных видов энергетики	
<i>Костарева Т.В., Михеенко С.Н.</i>	85
Гендерная сегрегация в атомной отрасли современной России	
<i>Милойчикова И.А., Жаксыбаева Г.К., Стучебров С.Г.</i>	86
Анализ дозиметрических характеристик тормозного излучения бетатрона ОБЬ-4	
<i>Монгуш С.А., Кузнецов М.С., Семенов А.О.</i>	87
Влияние геометрии подкритической системы на нейтронно-физические параметры	
<i>Савитский О.П., Дядик В.Ф.</i>	88
Структурный синтез системы автоматизированного управления узлом гидрофторирования производства гексафторида урана	
<i>Тургунова Н.Д., Мартемьянова Н.И.</i>	89
Применение биоимпедансной спектрометрии для оценки состояния ткани после облучения	
<i>Чуйкина А.В., Семенов А.О., Чурсин С.С.</i>	90
Определение нейтронно-физических характеристик слабопоглощающих сред	
<i>Шаманин И.В., Губайдулин И.М., Беденко С.В., Мишина Н.В., Соболев В.К.</i>	91
Резонансное поглощение эпитепловых нейтронов тяжелыми ядрами и внутренний блок-эффект	

Секция Автоматизация и информатизация технологий и объектов атомной отрасли

<i>Агеев А.Ю., Векленко Г.А., Кетов А.С., Латышев Р.В.</i>	93
Цифровой датчик тока анода среднетемпературного электролизера производства фтора	
<i>Бланк М.О., Денисевич А.А.</i>	94
Разработка алгоритма приготовления рабочей смеси кислот производства безводного фтористого водорода	
<i>Гладырь Е.М., Денисевич А.А.</i>	95
Термодинамическая модель экспериментального электролизёра	
<i>Глушенков В.В., Ливенцова Н.В., Егорова О.В.</i>	96
Разработка электронных тестов для проверки знаний по производству фтора	
<i>Гурова Н.Б., Китаева Е.С., Ливенцова Н.В., Егорова О.В.</i>	97
Модель системы охлаждения для компьютерного тренажера производства фтора	
<i>Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.</i>	98
Система автоматизированного проектирования эксплуатационных блоков полигонов скважинного подземного выщелачивания урана	
<i>Дерягина Т.А., Кербель Б.М., Паюсов А.Ю, Агеев А.А.</i>	99
Моделирование тепловых полей в Comsol Multiphysics	
<i>Дубченко Я.А., Тямалов А.А.</i>	100
Анализ системы управления парогенераторами АЭС с ВВЭР-1000	
<i>Дурновцев В.Я., Кетов А.С.</i>	101
Программно-аппаратный комплекс для проектирования и внедрения нечетких алгоритмов управления распределенными системами в ядерной отрасли	
<i>Жиганов А.Н., Истомин А.Д., Матолыгин А.А., Носков М.Д., Чеглоков А.А., Бахтеев О.А., Лысиков А.В., Михеев Е.Н.</i>	102
Математическое моделирование прессования топливных таблеток из порошков диоксида урана, полученных методом восстановительного пиролиз гидролиза гексафторида урана	
<i>Зинатулина С.Р., Годовых А.В.</i>	103
Защита информации в автоматизированных системах безопасности	
<i>Калаев В.Е.</i>	104
Управление проектом в сфере разработки электромеханических преобразователей	

<i>Козин К.А., Столповский А.Е.</i>	105
Автоматическое управление выпарной установкой в технологиях переработки отработанного ядерного топлива	
<i>Кораблева С.А., Носков М.Д., Чеглоков А.А.</i>	106
Математическое моделирование нагрева топливной таблетки при спекании	
<i>Креницын Н.С., Дядик В.Ф., Дериглазов А.А.</i>	107
Алгоритм согласования загрузок в аппараты двух технологических линий производства гексафторида урана	
<i>Креницын Н.С., Николаев А.В., Савитский О.П.</i>	108
Исследование режимов работы производства гексафторида урана одновременно перерабатывающего оксиды и тетрафторид урана	
<i>Курочкин В.А., Митяев С.А.</i>	109
Многоцелевой источник переменного тока	
<i>Латышев Р.В., Агеев А.Ю.</i>	110
Автоматизированная система слежения за динамическими объектами	
<i>Малова Ю.А., Мякушко В.В., Закутнева Л.Н.</i>	111
Проект по внедрению метода подобия в систему долгосрочного прогнозирования погоды в зонах чрезвычайных ситуаций	
<i>Мелюшонок Н.С., Латышев Р.В. Агеев А.Ю.</i>	112
Использование таймера NE555 для получения модулированного сигнала	
<i>Нефедов В.С., Малиновская В.А., Егорова О.В., Ливенцова Н.В.</i>	113
Математическая модель измерительной системы электролизера производства фтора	
<i>Николаев А.В., Креницын Н.С., Дядик В.Ф.</i>	114
Математическая модель десублиматора производства гексафторида урана	
<i>Нурмухаметов Р.А., Чурсин Ю.А.</i>	115
Реализация стека протоколов TCP/IP на основе микроконтроллера с ядром ARM7 для мониторинга состояния и управления технологическими объектами	
<i>Опольский В.В., Чурсин Ю.А.</i>	116
Бюджетная беспроводная автономная система мониторинга	
<i>Очоа Бикэ А.О., Горюнов А.Г.</i>	117
Математическое моделирование процесса кристаллизации урана в линейном кристаллизаторе	
<i>Петренко Б.Ю., Кеслер А.Г., Носков М.Д.</i>	118
Математическое моделирование подземного выщелачивания редкоземельных металлов	

<i>Петришин В.В., Агеев А.Ю.</i>	119
Применение технологии сетевого обмена информацией в проектах ISAGRAF	
<i>Полосин А.А., Локтюшин П.П. Исаков А.Д.</i>	120
Моделирование выпарного аппарата	
<i>Потарский К.В.</i>	121
Реле отключения неприоритетной нагрузки с микропроцессорным управлением	
<i>Сакирко Г.К., Кеслер А.Г., Бабкин А.С., Гуцул М.В., Носкова С.Н., Носков М.Д., Теровская Т.С.</i>	122
Применение геотехнологического моделирования при проектировании и отработке эксплуатационных блоков при добыче урана способом подземного скважинного выщелачивания	
<i>Семёнова Р.А., Кеслер А.Г., Носков М.Д.</i>	123
Определение оптимальных режимов работы скважины для повышения эффективности извлечения урана из малых рудных тел методом Push-Pull	
<i>Тетерин Д.И., Агеев А.Ю.</i>	124
Программный модуль для работы контроллера МФК1500 с преобразователем частоты DANFOSS FC302	

Секция Ядерные технологии - шаг в будущее

<i>Белозерова Е., Пиров Р.</i>	126
Ядерные реакции и их применение	
<i>Деупина Д., Кузнецова К.</i>	128
Атомная энергетика глазами ученого, обывателя и подростка	
<i>Зимадеева Д.Р., Боброва А.В.</i>	129
Влияние излучения гаджетов на здоровье человека	
<i>Иванов Д.О., Косс Н.О.</i>	130
Создание модели двигателя стирлинга	
<i>Иванов М.А.</i>	131
Вихретоковая дефектоскопия многослойных оболочек	
<i>Избышева Г.С.</i>	132
Авиаперелет - без опасности	
<i>Калиткин А.П., Шикота В.Д.</i>	134
Устройство для проведения термоядерных реакций - Токамак	
<i>Качин В.И.</i>	135
Создание подзарядного устройства, работающего на воде, содержащей сахар	

<i>Кудасов Т.К.</i>	136
Исследование влияния физических факторов на прорастание семян	
<i>Манишева А.И.</i>	137
Марс - будущая колыбель человечества	
<i>Нилов М.П., Шарапов А.С.</i>	138
Космический лифт – в космос по нанокабелю	
<i>Рязанова Е.С.</i>	139
Томский информационный центр по атомной энергии - популяризатор знаний о современных ядерных технологиях	
<i>Скутель М.А.</i>	140
Детектор взрывчатых веществ	

Секция
**ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ АТОМНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКИ**

ТОМОГРАФ, КАК ИНСТРУМЕНТ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ. ОБРАБОТКА ТВЭЛ

Алпатов А.А.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,

г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65

e-mail: skeqtor@gmail.com

Сегодня, с учетом стремительного развития новых технологий и специализированных условий, возрастает уровень качества, степень безопасности технических объектов, поэтому важную роль, в успешности выполнения этих задач, играет техническая диагностика и средства контроля. При проектировании технического оборудования важно своевременно определять реальное состояние объекта и устранение возникших дефектов.

Проблемой является установка необходимых приборов показания на ряде элементов. Все это приводит к снижению уровня достоверности принимаемых решений о техническом состоянии, происходит падение циклических процессов, в элементах структур.

Определение технического состояния подразумевает остановку и разборку оснащения, что связано с расходами времени, средств и нарушением сопряжений подробностей, что быстро наращивает износ сопряжения и понижает долговечность.

Современным способом обследования внутренней структуры, а так же внешней формы деталей является рентгеновская томография. Суть метода заключается в том, что исследуемых объект просвечивается в различных направлениях и в дальнейшей реконструкции модели на основании значений ослабления рентгеновского излучения по объему контролируемого объекта. Внутренняя структура проходит визуальный анализ изображения отдельных плоских сечений, это позволяет детально контролировать геометрию и характер объёмного распределения плотности и элементного состава безразрушение изделия.

Рентгеновская томография открывает новые возможности, как воспроизводить внутреннюю структуру способность воспроизводить внутреннюю структуру мощных, неоднородных изделий трудной формы без наложения теней всевозможных элементов; в несколько раз большую, чем у традиционной радиографии, чувствительность к локальным нарушениям сплошности, разноплотностям, включениям и малым отклонениям геометрической структуры. Уникальные возможности метода Рентгеновского Излучения могут эффективно применяться для проверки ТВЭЛов ядерных реакторов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УРАНА И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ РУД ДАЛМАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Андреев В.А., Макасеев Ю.Н., Софронов В.Л., Буйновский А.С.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
Томская область, г. Северск, пр. Коммунистический, 65
e-mail: sciencesti@yandex.ru*

Повышение эффективности добычи урана и снижения его себестоимости является актуальной задачей. Один из способов ее решения – комплексная переработка урановых руд.

Месторождения урана, которые в настоящий момент разрабатываются в России, содержат помимо урана значительное количество других полезных компонентов, в частности, редкоземельные элементы, золото, серебро, и другие металлы. Совместное извлечение этих элементов в одном технологическом процессе может существенно сказаться на экономической эффективности всего добычного производства и снизить себестоимость получаемого урана за счет расширения спектра продукции, выпускаемой добывающими предприятиями.

Далматовское месторождение урана разрабатывается ЗАО Далур методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ). Предприятие в год добывает более 500 тонн урана, при этом вместе с ураном из недр извлекается значительное количество попутных элементов, в том числе РЗЭ. Необходимо разработать технологию совместного извлечения урана и РЗЭ методом СПВ с получением товарных концентратов урана и редких земель.

В данной работе проводились исследования агитационного выщелачивания руд Далматовского месторождения. Была изготовлена лабораторная установка и проведены испытания по серноокислотному извлечению урана и РЗЭ из руды.

Проведенные эксперименты показывают, что уран из проб месторождения ЗАО Далур практически полностью извлекается при концентрации серной кислоты 15 г/л и продолжительности процесса 6 часов. В присутствии окислителей (HNO_3 и NaNO_2) время извлечения урана составляет 4 часа при концентрации серной кислоты 15 г/л. РЗЭ при данных условиях извлекаются, в среднем, на 50-85%.

ОЧИСТКА РЕЭКСТРАКТОВ УРАНА ОТ РАДИОРУТЕНИЯ

*Апальков Г.А., Жабин А.Ю., Смирнов С.И.
ФГУП ФЯО «Горно-химический комбинат», 662970,
Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина 53
e-mail: atomlink@mcc.krasnoyarsk.su*

Существующие способы радиохимической переработки не позволяют получить достаточную очистку от радиорутения в азотнокислых средах ввиду многообразия и сложности поведения его нитратонитрокомплексов, в том числе полимерных и коллоидных форм, снижающих эффективность процессов экстракции урана и плутония в ходе переработки ОЯТ. Указанные способы очистки включают отгонку рутения на операции растворения в виде четырехоксида, на экстракционном переделе – перевод радиорутения в трудноэкстрагируемую форму при помощи изменения параметров экстракции, осадительное отделение урана из реэкстракта. При этом фактор очистки реэкстракта составляет $1,8 \cdot 10^3 - 5,2 \cdot 10^3$, вследствие чего загрязнение урана радиорутением может превышать в 10-100 раз норму (60 Бк/гU). Степень (до)очистки реэкстрактов урана от радиорутения известными методами может быть увеличена не более чем в 5-18 раз. Проблема особо актуальна при переработке ОЯТ с длительностью выдержки менее 10 лет ($T_{1/2 \text{ Ru-106}} = 374$ дня).

Предложенный способ восстановительной очистки от радиорутения апробирован на реэкстрактах урана с использованием твердофазного платинового катализатора 0,5-2,5%Pt/ВП-1АП в присутствии восстановителя (нитрата гидразина). Очистка от радиорутения обусловлена сорбцией и восстановлением отрицательно заряженных нитрато-, нитро- или смешанных нитратонитрокомплексов трехвалентного нитрозила рутения на центрах ионного обмена поверхности катализатора. Процесс очистки реализован в динамическом режиме при 60-70°C. Азотнокислый раствор уранилнитрата ($[U] = 70-400$ г/л, $[HNO_3] = 5-40$ г/л, $[N_2H_5NO_3] = 1-10$ г/л) пропускали через слой катализатора со скоростью 7-8 к.о./ч. Время контакта раствора и катализатора 0,6-2,1 минуты. При оптимизированных параметрах процесса (температура, концентрация восстановителя и азотной кислоты) степень извлечения Ru-106 составила 98,36-99,81% при факторе очистки 60-200. Промывка 3М HNO₃ в режиме активации колонны (78°C, 10 к.о./ч) обеспечивала удаление с поверхности катализатора не менее 70% осажденных коллоидных ультрадисперсных форм радиорутения. Оставшееся количество радиорутения извлекали при пирохимической регенерации катализатора.

УСТАНОВКА ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АФФИНАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Борисова М.А., Кузнецова Е.А.

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65*

В настоящее время на СХК реализуется проект по концентрации всего конверсионного производства "ТВЭЛа". Таким образом, СХК станет главным центром РФ по производству гексафторида урана, используемого при обогащении урана, из которого в дальнейшем создается топливо для атомных станций.[1]

При работе нового конверсионного производства неизбежно будут образовываться жидкие радиоактивные отходы. При этом одной из основных задач становится переработка ЖРО, по средствам которой из ЖРО извлекаются ценные компоненты и возвращаются в производство.

В настоящее время полученные азотнокислые растворы после экстракционного аффинажа направляются в схему подготовки и захоронения ЖРО. Создание в действующей схеме операции регенерации азотной кислоты позволит снизить затраты на реагенты и операции, связанные с захоронением РАО.

В технологии производства оксидов урана по «мокрой схеме» также неизбежно образование растворов, содержащих в больших концентрациях нитрат аммония, с остаточным содержанием урана и продуктов его деления, так называемых аммиачно-нитратных маточников. В настоящее время данный продукт не перерабатывается, а подвергается глубинному захоронению после предварительного разбавления до регламентных значений по содержанию ионов аммония. Поэтому разработка и создание термokatалитического метода переработки ЖРО является весьма актуальной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1) ООО "АТОМНОЕ СООБЩЕСТВО" [Электронный ресурс – режим доступа: <http://www.atomic-energy.ru>];

ПЕРЕРАБОТКА ОГФУ ГАЗОРАЗЯДНЫМ МЕТОДОМ

Гузеев В.В., Семенов С.С., Циркунов П.Т.

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65*

E-mail: svinks13@gmail.com

Проблема переработки и хранения отвального гексафторида урана (ОГФУ) обостряется с каждым годом. По некоторым данным в России к 2030 году всего запасы ОГФУ составят свыше 1 млн. тонн, содержащего более 680 тыс. тонн эквивалента металлического урана и 320 тыс. тонн фтора.

ОГФУ может стать источником получения фтористого водорода. Но результатом такой переработки является водный раствор HF. Чтобы получить газообразный HF требуется проводить ректификацию, которая заканчивается образованием азеотропной смеси с концентрацией фтористого водорода 38,9%. Такой способ получения HF является более дорогим по сравнению с другими способами получения этого вещества и не оправдывает затраченных сил и средств.

Известно, что в газовом разряде WF₆ может быть переработан до оксида вольфрама и фтористого водорода. UF₆ близок по свойствам с WF₆[1]. Поэтому переработку UF₆ можно проводить при помощи газового разряда в неравновесных условиях. Если газом является реакционная система, то реакция протекает до конца и не определяется состоянием равновесия, а определяется количеством электрической энергии поданной в систему. Удельные затраты энергии на единицу продукции отличаются в меньшую сторону от стандартных, равновесных. Точная картина может быть установлена только экспериментально и в основном зависит она от теплового эффекта реакции. Возможная реакция:



Благодаря данной реакции можно получить высококачественную фтороводородную кислоту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов В.А. и др. Экспериментальное исследование и математическое моделирование восстановления фторидных соединений импульсным электронным пучком // Известия томского политехнического университета.- 2004.- том 307.- № 5.

ПУТИ ПЕРЕРАБОТКИ ГЕКСАФТОРИДА ОБЕДНЕННОГО УРАНА

*Дивановская А.В., Зарипова Л.Ф., Кузнецов Д.А., Пищулин В.П.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический 65,
E-mail: pisohulin@ssti.ru*

Атомная промышленность России накопила колоссальные количества гексафторида обеднённого урана, который до настоящего времени складывается на площадках разделительных заводов. При хранении контейнеры частично разгерметизируются и загрязняют окружающую среду летучим гексафторидом урана UF_6 . В то же время UF_6 является ценным сырьем для получения фтороводорода.

На различных комбинатах производятся исследования по переработке отвального UF_6 до фтороводорода и твердого оксидного урана, упрощающего его хранение. Процесс переработки UF_6 позволяет получать как безводный фтороводород, так и его водные растворы, концентрацией 40-70 %. Апробированы плазмохимические методы с применением электродных и высокочастотных плазмотронов, процессы в пламенных реакторах, методы пирогидролита UF_6 в комбинированных установках. Наиболее простым и экономичным методом является пирогидролит UF_6 с получением оксидов урана (U_3O_8) и фтороводородной кислоты концентрацией ~ 70 % HF.

Возникает проблема рентабельного использования фтористоводородной кислоты. Нами разработаны методы ее переработки до безводного фтороводорода как на самостоятельных предприятиях, так и на действующих производствах сублиматного комплекса.

Предложены аппаратурно-технологические схемы процесса, разработаны и спроектированы конструкции основного оборудования.

Переработка отвального UF_6 дает возможность безопасного хранения твердого октаоксида три урана до его использования в ядерном энергетическом комплексе в реакторах на быстрых нейтронах и регенерации фтора в виде фтороводородной кислоты. Если по действующей схеме из одной тонны обедненного UF_6 получается около 800 кг U_3O_8 и 480 кг фтористоводородной кислоты концентрацией ~ 70 %, из которой ректификацией удастся выделить ~ 240 кг 40 % - ой плавиковой кислоты. То по усовершенствованной нами схеме с абсорбцией фтороводорода олеумом с последующей его десорбцией можно получить около 340 кг фтороводорода и ~ 1100 - 3300 кг моногидрата серной кислоты в соответствии с применяемым олеумом (65 и 20 % свободного SO_3).

ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ ФТОРИСТОГО ВОДОРОДА В ОБЛАСТИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Дурновцев М.И.¹, Крайнов А.Ю.², Губанов С.М.¹

¹ОАО «Сибирский Химический Комбинат»,

г.Северск Томской обл., ул.Курчатова 1, e-mail: maxxd@inbox.ru

²Томский государственный университет, г. Томск, пр.Ленина 30

Для десублимации фтористого водорода из газовой смеси с воздухом в производстве используются специальные осадители, охлаждаемые жидким азотом до температуры 77 К. Степень проскока фтористого водорода через осадители определяется, в основном, давлением его насыщенных паров при температуре охлаждения стенки осадителя. С целью снижения затрат на охлаждение осадителей предлагается использовать в качестве хладагента вместо жидкого азота холодный воздух с температурой от 113 до 143 К. Для оценки увеличения проскока фтористого водорода через осадители необходимо знать давление насыщенных паров при температурах холодного воздуха.

Анализ научно-технических источников показывает, что данные, полученные экспериментальным путем, по давлению насыщенных паров фтористого водорода при температуре ниже 193 К отсутствуют. Для измерения давления насыщенных паров безводного фтористого водорода при температурах от 77 до 223 К была разработана и изготовлена экспериментальная установка.

Экспериментальная установка состоит из перевернутого вверх дном осадителя, используемого в производстве, помещенного в специально разработанный отсек охлаждения. Для минимизации теплопоступления отсек охлаждения теплоизолирован. В осадитель через один из патрубков подается безводный фтористый водород. Ко второму патрубку подключены приборы контроля давления и система вакуумирования установки.

При проведении эксперимента по измерению давления насыщенных паров фтористого водорода в отсек охлаждения подавался холодный воздух с температурой 93 до 223 К с шагом в 10 К от турбодетандерной воздушно-холодильной машины ВХМ 0,56/0,6. После выдержки в течение часа на каждой ступени фиксировалось давление в фтористого водорода в осадителе.

В ходе проведения эксперимента была получена экспериментальная зависимость давления насыщенных паров безводного фтористого водорода в интервале температур от 77 до 223 К.

УРАНИЛ ТРИКАРБОГИДРАЗИД НИТРАТ [UO₂((N₂H₃)₂CO)₃](NO₃)₂: СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА

Дьяченко А.С.

*ФГУП ФЯО «ГХК», 662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул.
Ленина 53, e-mail: atomlink@mcc.krasnoyarsk.su*

Современные тенденции к маловодности гидрометаллургической технологии переработки облученного ядерного топлива (ОЯТ), повышению скорости и полноты технологических процессов ставят задачи по поиску новых бессолевых реагентов для проведения окислительно-восстановительных операций с плутонием и нептунием, изучению их химической активности по отношению к компонентам раствора ОЯТ. Хорошими перспективами, как восстановительный агент, обладает карбогидразид, (NH₂NH)₂CO, который, так же, известен как комплексообразующий лиганд. В настоящей работе рассматриваются свойства комплексного соединения карбогидразида с катионом UO₂²⁺ (уранил трикарбогидразид нитрата), образующегося в нитратных растворах при переработке ОЯТ.

Соль уранил трикарбогидразид нитрата [UO₂((N₂H₃)₂CO)₃](NO₃)₂ получена в виде поликристаллического порошка при взаимодействии при 64 °С уранил нитрата с карбогидразидом в соотношении 1:3 в нейтральной среде (водно-спиртовой смеси (60%)).

Для получения характеристик полученного вещества провели его элементный, термический анализ, ИК- и ЯМР спектроскопию. Определили кристаллическую структуру вещества с использованием метода порошковой рентгеновской дифракции. Соединение кристаллизуется моноклинной пространственной решеткой с параметрами элементарной ячейки: a=15.193(1) Å, b=12.005(1) Å, c=10.842(1) Å, β=109.15(1)°, V=1868.11 Å³, Z=4, пространственная группа- Cc.

В комплексном ионе [UO₂((N₂H₃)₂CO)₃]²⁺ три карбогидразидных лиганда координируют UO₂²⁺ через атомы кислорода и азота, образуя три хелатных кольца. Кольца вращаются в экваториальной плоскости комплекса. Тип координации карбогидразида был исследован методом 15N MAS ЯМР спектроскопии. Кристаллическая структура состоит из зигзагообразных цепей, образованных благодаря водородной связи между комплексным катионом и анионом нитратной группы. Водородные связи между самими катионами приводят к образованию катионных пар, располагающихся относительно друг друга на расстоянии 5.48 Å. Вещество [UO₂((N₂H₃)₂CO)₃](NO₃)₂ термически стабильно до 215 °С, при повышении температуры разлагается со взрывом.

УЛУЧШЕНИЕ ПЭТ ПЛЕНОК МЕТОДОМ ПРЯМОГО ФТОРИРОВАНИЯ

Елькин А.К., Макасеев Ю.Н., Дяченко Л.Л.

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65*

Для производства современной пищевой упаковки методом ламинации используется газобарьенный слой, который обычно выполняется из полиэтилентерефталата (ПЭТФ). Данный слой препятствует проникновению кислорода и продлевает срок хранения продуктов питания. Для уменьшения газопроницаемости упаковки без увеличения количества барьерных слоев или их толщины предложено модифицировать один слой с целью снижения его кислородопроницаемости.

В данной работе представлены результаты измерения кислородопроницаемости ПЭТФ пленок при различных параметрах прямого фторирования их поверхности.

На рисунке 1 приведены результаты измерения кислородопроницаемости.

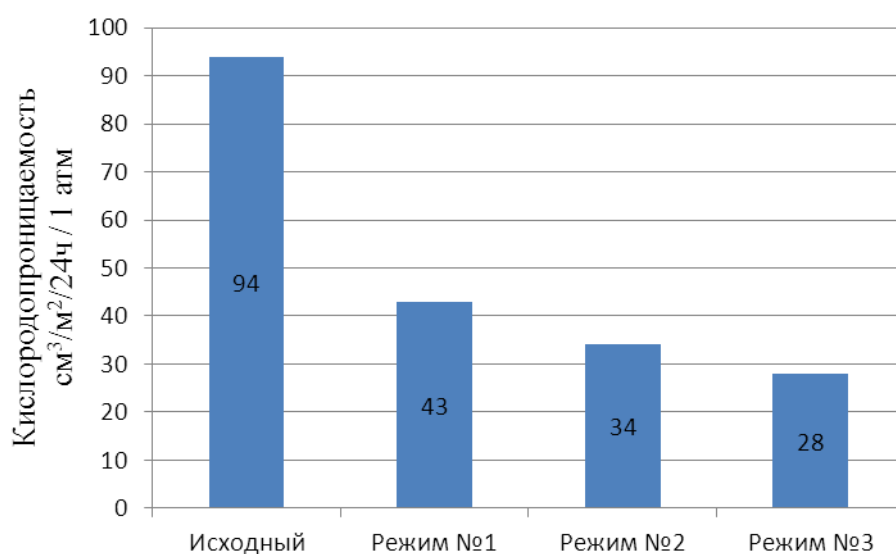


Рисунок 1 – Изменение кислородопроницаемости при различных режимах модифицирования

Результатом работы стало снижение кислородопроницаемости в 3,3 раза по сравнению с исходным образцом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров В.Г. Поверхностная модификация полимеров, Москва, МГУП, 2008. - 474 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУБЛИМАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ТЕТРАФТОРИДА ГАФНИЯ В ОПЫТНО- ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Жеронкина О.Г., Русаков И.Ю., Буйновский А.С., Софронов В.Л.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томская область, пр.Коммунистический, 65,
e-mail: IYRusakov@mephi.ru*

Во всех технологических схемах и на всех переделах гафний следует с цирконием, поэтому получение соединений гафния, очищенных от циркония, представляет собой самостоятельную задачу исследований. Для разделения гафния и циркония предложено более 60 способов [1]. К наиболее перспективному можно отнести сублимационное разделение их тетрафторидов [2].

Используя обобщённое кинетическое уравнение сублимации ТФГ рассчитали значения констант скоростей, определяемые массопередачей и теплопередачей, в зависимости от параметров ведения сублимации ТФГ. Проведённые расчёты показывают, что уравнение достаточно реально описывает процесс сублимации в области низких давлений: от 0 до 100 Па. Этот диапазон нас вполне устраивает, т.к. опытно-промышленная сублимационная установка, на которой проверяли рассчитанные параметры, работает при остаточном давлении газов около 13 Па. Основными критериями при проведении исследований процесса сублимации ТФГ были достигаемая степень очистки и степень сублимации ТФГ. В ходе испытаний было проведено 26 опытов. Содержание кислорода в десублимате уменьшилось почти в 10 раз. При этом среднестатистическая погрешность не превысила (± 5) %.

Проведённые расчёты и эксперименты показали, что эффективность работы действующей опытно-промышленной установки можно увеличить за счёт определения оптимальной продолжительность процесса сублимации в зависимости от условий проведения процесса (масса исходного ТФГ, давление, температура нагревателя). При этом повышается производительность установки, уменьшаются энергозатраты на единицу продукции и увеличивается срок эксплуатации сублиматора.

ЛИТЕРАТУРА

1 Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч. II. Под ред. К.А.Большакова. Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Высш. школа. 1976. – 360 с. с ил.

2 Горелик А.Г., Амитин А.В. Десублимация в химической промышленности. – М.: Химия, 1986.

ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА ПРОЦЕССА ГИДРОФТОРИРОВАНИЯ ОКСИДОВ УРАНА

Калаев М.Е., Софронов В.Л., Галата А.А.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,

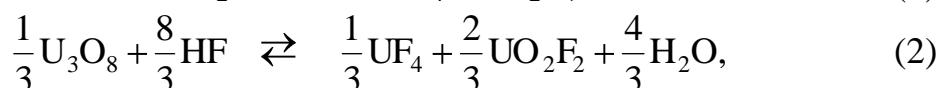
г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,

e-mail: VLSofronov@mephi.ru

В настоящее время все больше внимания уделяется разработке неводных методов переработки оксидов урана до гексафторида. При этом огромное значение уделяется процессу получения UF_4 .

При получении UF_6 гидрофториванием диоксида урана безводным фтороводородом (БФВ) с последующим фторированием UF_4 фтором достигается максимальная экономия газообразного фтора.

В связи с этим нами были проведены термодинамические и кинетические исследования процессов гидрофторирования UO_2 , U_3O_8 и UO_3 . Эти процессы выражаются уравнениями реакций (1 – 3):



Термодинамический анализ позволяет установить принципиальную возможность протекания химических процессов, направление и глубину их протекания, а для обратимых процессов рассчитать еще и равновесные составы компонентов реакций.

Энергию Гиббса и константу равновесия для этих реакций при различных температурах рассчитывали по уравнению Темкина-Шварцмана на ПЭВМ. Термодинамический расчет равновесного состава компонентов реакций (1 – 3) проводили в программе «АСТРА 4». Расчеты выполнили в интервале температур 300 – 800 К.

Исследования кинетики процесса гидрофторирования осуществляли в неизотермических условиях на дериватографе, содержание БФВ поддерживалось постоянным.

При обработке экспериментальных данных по кинетике выбрали кинетическую модель, наиболее адекватно описывающую процессы гидрофторирования оксидов урана – уравнение Яндера. Были определены характер процесса реагирования и основные кинетические параметры процесса: энергия активации, предэкспоненциальный множитель, константа скорости. Найденные значения энергии активации для оксидов урана позволяют сделать вывод о диффузионном лимитировании процесса реагирования.

Более подробно результаты исследований будут представлены в докладе.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОТКАЧНЫХ СИСТЕМ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Картавых А.А., Губанов С.М., Чуканов М.В.

ОАО «Сибирский химический комбинат», 636039, Россия, Томская обл., г. Северск, Курчатова ул., 1, e-mail: kaashk@mail.ru

Откачная система Завода разделения изотопов (ЗРИ) предназначена для откачки воздуха, неагрессивных газов, паров и парогазовых смесей, предварительно очищенных от капельной влаги и механических загрязнений из герметичных вакуумных систем в стационарных установках. Система откачки в основном укомплектована насосами типов АВЗ и НВЗ. Основным недостатком в процессе эксплуатации данного типа насосов в откачной системе является контакт вакуумного масла с рабочей средой, содержащей проскоки урана, что приводит к накоплению урана в вакуумном масле. Процесс переработки отработанного вакуумного масла, содержащего радиоактивные вещества негативно влияет на окружающую среду и представляет собой комплекс дорогостоящих мероприятий.

Схема улавливания организована следующим образом: газовая среда прокачивается вакуумным насосом через поглотительные колонки для нейтрализации, а затем выбрасывается в выхлопную линию. Уносимые пары масла, содержащего радиоактивные вещества забивают маслоуловители, осаждаются на стенках трубопроводов выхлопной линии и запорной арматуры. Химический поглотитель накапливает радиоактивные вещества и требует периодической регенерации. Процесс улавливания вредных примесей происходит при большом разряжении, так же поглотительными колонками создается дополнительное сопротивление при откачивании объемов, что делает процесс откачки энергетически затратным.

Основной целью работы является уменьшение негативного влияния на экологию, в виду сокращения количества отработанного вакуумного масла, загрязненного радиоактивными веществами. Изменение принципа организации технологической схемы удаления вредных примесей предполагает организовать схему улавливания вредных примесей после вакуумных насосов. Для такого режима работы необходима замена существующих вакуумных насосов на более современные средства безмасляной откачки, способные работать в агрессивной среде. В качестве которых могут применяться безмасленные вакуумные насосы. Так же предлагается исследовать возможность объединения откачных коллекторов с уменьшением количества установленных вакуумных насосов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФТОРИРОВАНИЯ ОКСИДОВ РЗЭ ФТОРИДОМ АММОНИЯ

*Костарева Т.В., Сазонова Л.Р., Макаеев Ю.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: ynmakaseev@yandex.ru*

Современное состояние производства постоянных магнитов во всем мире и их перспективы развития характеризуются созданием высокоэнергетических материалов с повышенными требованиями к эксплуатации (в агрессивных средах, в широком интервале температур, при низких и высоких давлениях и т.д.), из-за постоянного расширения областей применения (электроника, приборостроение, радиоэлектроника, машиностроение, компьютерная техника и другие отрасли промышленности и научные исследования). Для удовлетворения спроса были разработаны постоянные магниты на основе редкоземельных элементов.

Наиболее перспективными в настоящее время представляются спеченные магниты Nd-Fe-B. Основные технологические операции процесса получения таких редкоземельных магнитов включают приготовление сплава, его измельчение до 2-10 мкм, прессование в магнитном поле, спекание и намагничивание изделия. Однако недостатками метода приготовления сплава в индукционной печи из исходных металлических материалов является неизбежное загрязнение расплава материалом тигля и значительный угар ценного металла.

Наиболее перспективной является внепечная технология совместного восстановления фторидов РЗМ и фторидов 3-d переходных металлов металлическим кальцием, основным требованием которой является отсутствие летучих примесей в исходных фторидах (не более 0,1%).

Для получения фторидов с заданными свойствами, и при этом с меньшей себестоимостью продукта предлагается использовать в качестве фторирующего агента фторид аммония. В данной работе приведены результаты исследования процесса фторирования исходных оксидов РЗЭ данным методом с помощью термического анализа, которые являются основой для определения технологических режимов получения фторидов РЗЭ на практике.

УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНОВЫХ РУД

Кузнецов П.Г., Пищулин В.П.

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

Возрастающая потребность в ядерном топливе, для стабильного обеспечения сырьем атомных электростанций России и зарубежных потребителей, требует увеличения добычи урана.

Для рационального использования недр перспективным направлением является применение метода подземного скважинного выщелачивания, позволяющего снизить себестоимость добычи полезного компонента за счет исключения материалоемких и дорогостоящих операций по закладке, транспортировке, отчуждению земель под отвалы, при этом почвенный покров почти не нарушается и т.д.

Технология подземного скважинного выщелачивания является контролируемым, безопасным и экологически приемлемым методом добычи, который можно применять даже при самых строгих нормативах охраны окружающей среды и который часто имеет экономические преимущества.

Как правило, применяют щелочные выщелачиватели, например, соединение двууглекислого натрия и двуокиси углерода. Большая часть урана извлекается в течение первых 6 месяцев эксплуатации. На самых успешных рудниках добывается 70—90 % руды. Так же применяется выщелачивание урановых руд растворами бифторида аммония. Для высококремнистых руд широко используется серноокислотное выщелачивание.

Для интенсификации процесса выщелачивания целесообразно предварительное нагревание выщелачивающего раствора.

Нами разработан электродный нагрев растворов серной кислоты и электродные нагреватели погружного типа для скважинного выщелачивания, а так же трубчатые нагреватели для агитационного выщелачивания.

Испытания нагревателя показали надежность его работы, равномерность распределения электрического тока по рабочей поверхности электродов, компактность нагревателя, простоту конструкции, технологичность в изготовлении, монтаже и ремонте. Применение этого нагревателя позволяет уменьшить расход греющего пара на процесс выщелачивания в пачуках в 1,5 раза, а так же позволяет получать пульпу с большим содержанием урана.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРИДА ВОДОРОДА

Лесникова М.С., Петлин И.В.

Томский политехнический университет

634050. г.Томск, проспект Ленина, 30, ritalesni@mail.ru

Химический элемент – фтор применяется в таких областях промышленности, как химическая, атомная и другие. Главным образом, фтор-ион выделяют в виде газообразного фторида водорода (HF) [1]. Безводный фтористый водород играет важную роль в атомной промышленности, где его используют для получения четырехфтористого урана (UF₄) – промежуточного продукта при обогащении и регенерации ядерного топлива (восстановлением которого получается металлический уран) и элементарного фтора (с помощью которого тетрафторид урана превращается в гексафторид) [2].

Единственным сырьем для производства HF в настоящее время является плавиковый шпат. Из-за ухудшения качества сырья производители фторида водорода терпят убытки.

Предлагается в качестве фтористого сырья использовать фторсодержащие отходы алюминиевой промышленности с целью получения фторида водорода.

Основные стадии переработки фторсодержащих отходов:

1. Обжиг для удаления углеродной составляющей из фторсодержащих отходов.
2. Сернокислотное разложение с получением HF, гидросульфата натрия и сульфата алюминия.
3. Переработка твердого продукта до оксида алюминия и сульфата натрия.

Использование фторсодержащих отходов алюминиевой промышленности для получения HF дает возможность решить проблему их утилизации и в тоже время позволит отказаться от использования дорогостоящего плавикошпатового сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов Б.П., Истомина С.П. Переработка отходов алюминиевого производства. // 2-е изд., Красноярск. – 2004. - 480 с.
2. Бойко В.И., Демянюк Д.Г., Исаченко Д.С. Ядерный топливный цикл и режим нераспространения, 2008. – 107 с.

ЭКСТРАКЦИОННЫЙ АФФИНАЖ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА АЭС

*Пищулин В.П., Алимпиева Е.А., Кривоустов С.И.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический 65,
pischulin@ssti.ru*

Аффинаж является основной операцией получения ядерночистых соединений урана из концентратов урана, необходимых для получения топлива АЭС. Наиболее эффективным является экстракционный аффинаж концентратов урана с применением нейтральных экстрагентов. Процесс проводится в каскаде колонных пульсационных экстракторов. В последнее время внедряется в производство центробежные экстракторы.

Разработана система диагностики работы экстракционного оборудования с применением методов математической статистики, является важной задачей, которая обеспечивает решение вопросов по обнаружению, устранению отклонений и неполадок, определение оптимальных параметров процесса и усовершенствование конструкции экстракционного оборудования. Используя результаты проведённой работы по разработке системы диагностики процесса экстракции в пульсационных колонных экстракторах, был проведён анализ неполадок и предшествующих данных о ходе технологического процесса экстракции на центробежных экстракторах (ЦЭ), с целью выявления конкретных случаев отклонений от нормальной работы оборудования.

Внедрено в производство диагностирование состояния работы системы в автоматическом режиме с использованием встроенных в технические устройства средств, и специально разработанных программ следящих за состоянием системы. Программное обеспечение системы исключает (максимум) человеческий фактор (субъективные ошибки персонала) с улучшением условий работы, снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций, повышения оперативности и достоверности представления информации о работе технологического оборудования, получения заданных, показателей качества процесса регулирования технологических параметров за счёт оптимизации параметров настройки. Исследованы и определены пограничные значения насыщения экстрагента на операциях экстракции, промывки и реэкстракции, обеспечивающие эффективную очистку ценного компонента от лимитируемых примесей.

Результаты проведённых исследований аффинажа показали высокую эффективность работы центробежных аппаратов.

ВЫСОКОПЛОТНОЕ ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ СО СНИЖЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ ОБОГАЩЕНИЯ ПО ИЗОТОПУ U^{235}

Рудик А.А. Васильков И.В. Пищулин В.П.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,

г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65, e-mail:

pischulin@ssti.ru

Исследовательские ядерные реакторы, работающие на ТВЭЛах дисперсионного типа, в настоящее время применяются для:

- получения трансурановых элементов (получаемая радиоизотопная продукция является сырьем для изготовления широкого спектра препаратов медицинского назначения);
- материаловедческих целей;
- испытания тепловыделяющих элементов;
- изучения поведения топлива и конструкционных материалов.

В исследовательских реакторах используют высокообогащённое топливо, что обусловлено режимами их работы, т.е. необходимостью иметь минимальные размеры и высокоплотный поток нейтронов.

Согласно требованиям МАГАТЭ по нераспространению ядерных материалов и снижению обогащения топлива необходимо снизить содержания урана дисперсионных ТВЭЛов с 90 и 36% обогащение по изотопу U^{235} до менее 20%.

Сердечники ТВЭЛов дисперсионного типа представляют собой композиции ядерного топлива в виде делящихся материалов и матрицы из сплавов алюминия (Al), керамики, графита и других неделящихся материалов.

Для получения металлических порошков и гранул урана и его сплавов в частности уран-молибденового сплава используют следующие методы: гидрирование-дегидрирование; центробежное распыление расплава литьем на вращающийся диск; центробежное распыление расплава из вращающегося водоохлаждаемого тигля; центробежное распыление расплава с оплаваемого торца вращающегося электрода. Наиболее целесообразен метод получения гранул урана и его сплавов путем центробежного распыления в камере с инертной атмосферой.

Данный метод подходит для получения металлических порошков урана и его сплавов, опробован в лабораторных и опытно-промышленных условиях.

ОБОБЩЕННОЕ КИНЕТИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ПРОЦЕССА СУБЛИМАЦИИ ТЕТРАФТОРИДА ГАФНИЯ

*Русаков И.Ю., Буйновский А.С., Коробейников Е.А., Рожнева Я.И.,
Софронов В.Л.*

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томская область, пр.Коммунистический, 65,
e-mail: IYRusakov@mephi.ru*

Сублимация тетрафторида гафния (ТФГ) является наиболее эффективным методом снижения в нём содержания примесей.

Определение продолжительности процесса вакуумной сублимации ТФГ в опытно-промышленных условиях всегда осуществлялось только опытным путём. С целью повышения эффективности работы сублимационных аппаратов и уменьшения отходов сублимационного производства представляется целесообразным получить аналитическое уравнение, с помощью которого было бы возможно определение продолжительности процесса сублимации заданного количества ТФГ с очисткой его от примесей.

В работе [1] было показано, что скорость процесса сублимации ТФГ зависит как от способа его получения, так и содержания в нём примесей.

В статье приводится вывод обобщённого уравнения кинетики сублимации ТФГ, полученного с использованием метода сложения сопротивлений [2]. Анализ полученного уравнения показал, что скорость сублимации ТФГ может лимитироваться как массопереносом так и теплопередачей, которые определяются константой скорости, K_T , и константой теплопередачи, K_D , соответственно. Сравнение значений продолжительности сублимации, с учётом степени сублимации, определённых экспериментальным и расчётным путём, показывает, что разность между этими значениями составляет ($\pm 4,5$) %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федюнин В.А. Разработка безводных способов очистки тетрафторида циркония: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.02 / Федюнин Владимир Александрович. – Томск, 1984. – 25 с.
2. Барре П. Кинетика гетерогенных процессов / П. Барре; Пер. с фр. Н.З. Ляхова под ред. В. В. Болдырева. – М.: Мир, 1976. – 399 с.

ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ В СКРИНИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Селявская Е.В., Безрукова С.А.

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

Разработка тест-методов для быстрого обнаружения и оценки содержания химических соединений в различных объектах окружающей среды без сложных приборов в настоящее время является важной задачей, особенно для анализа природных и биологических объектов.

Тест-системы для химического анализа представляют собой простые, портативные, лёгкие и дешёвые аналитические средства и соответствующие экспрессные методики для обнаружения и определения веществ без существенной пробоподготовки, без использования сложных стационарных приборов, лабораторного оборудования, без сложной обработки результатов, а также подготовленного персонала.

Общий принцип почти всех химических тест-методов – это использование аналитических реакций и реагентов в условиях и в формах, обеспечивающих получение визуально наблюдаемого или легко измеряемого эффекта. Химия тест-методов основана главным образом на цветных реакциях, например реакциях комплексообразования или окисления-восстановления.

Основные требования, предъявляемые к реакциям: селективность по отношению к определяемым компонентам или их сумме – в зависимости от поставленной задачи; достаточно высокая чувствительность; при использовании цветных реакций – высокая контрастность и высокая скорость цветового перехода в присутствии определяемого вещества; возможность вводить реагенты в формы, пригодные для использования в тест-методах; устойчивость реагентов при хранении в той именно форме, в какой они используются в тест-методах; достаточная устойчивость аналитического эффекта (окраски и т.д.) во времени. Правильность тест-методов обычно проверяют сравнением их результатов с результатами, полученными «инструментальными» методами. Воспроизводимость визуальных изменений в случае цветных реакций приблизительно характеризуется погрешностью в 10...50 %. Поэтому в ряде случаев такие методы следует рассматривать как полуколичественные.

Чувствительность зависит от типа тест-средств, выбранных реагентов, способов осуществления определения.

СООСАЖДЕНИЕ АМЕРИЦИЯ (III) С ОКСАЛАТОМ КАЛЬЦИЯ

Селявский В.Ю., Буйновский А.С.

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65*

Для выделения радиоактивных элементов, находящихся в растворе в микроколичествах, используют метод соосаждения с носителями, так как при столь малых концентрациях не достигается произведение растворимости их соединений, и они не могут образовывать в этих условиях самостоятельной твердой фазы. Поэтому для выделения этих элементов применяют различные соосаждители (в том числе оксалаты и др.), которые образуют твердую фазу и увлекают в осадок микрокомпонент.

В настоящей работе для осаждения Am (III) выбран в качестве осадителя оксалат кальция, который является наименее растворимым из оксалатов щелочноземельных металлов. Для определения механизма соосаждения, протекающего в системе, применяли ряд экспериментальных методов, приведенных в трудах [3]. Захват америция при осаждении оксалата кальция из раствора азотной кислоты изучался по классической методике [3]. Установлено, что америций соосаждается независимо от того, присутствовал америций в растворе до начала кристаллизации или добавлялся после образования осадка. По методике, представленной в [1], были определены коэффициенты распределения ($D_{cp}=19$, $\lambda_{cp}=2,3$), величины которых указывают о преобладании механизма адсорбционного соосаждения. Преобладающая роль механизма адсорбционного соосаждения была также доказана величиной угла наклона в 23° прямой, построенной в логарифмических координатах содержания микрокомпонента в твердой и жидкой фазах, согласно методике [2] при угле наклона менее 45° наблюдается адсорбционное соосаждение, а при угле наклона прямой, равному 45° , изоморфное соосаждение.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно говорить о том, что система Am (III) – CaC_2O_4 дополняет группу систем, для которых при соосаждении характерна преобладающая роль адсорбции на носителе микрокомпонента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быховский Д.Н., Петрова И.К. (1971) Соосаждение трехвалентного америция с карбонатом кальция //Радиохимия. 1971. Т. 13. №6.
2. Коренман И.М. (1955) Отличительные признаки изоморфного и адсорбционного соосаждения // Журнал органической химии. Т. 25. №13.
3. Хлопин В.Г. (1957) Избранные труды. М. – Л.: АН СССР.

СОРБЦИЯ УРАНИЛ-ИОНОВ НА УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНАХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДАМИ ЖЕЛЕЗА, ТИТАНА, ЦИРКОНИЯ И КРЕМНИЯ

Семёнова Р.А.¹, Железнов В.В.², Ожерельев О.А.¹

¹*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: fekla-dony@mail.ru*

²*Институт химии Дальневосточного отделения РАН,
690022, г.Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159*

В лаборатории сорбционных процессов ИХ ДВО РАН, в период производственной практики, изучалась возможность применения композитных материалов для реабилитации техногенных водоёмов урановых производств. Использовались композитные материалы, модифицированные наноструктурированными оксидами железа, титана, циркония и кремния. В качестве носителя было использовано углеродное активированное волокно Бусофит Т055. Исследовались образцы на основе железа, титана, циркония и кремния, синтезированные при разных условиях – изменение прекурсоров при синтезе, условий осаждения и термообработки. Фазовый и элементный состав был изучен с помощью методов рентгенофазового, рентгенофлуоресцентного анализа, спектроскопии комбинационного рассеивания и сканирующей электронной микроскопии. Данные о поверхности и пористости композитов получены с использованием спектрометра micrometrics ASAP – методом БЭТ. Изучение сорбционной способности композитных материалов проводили из модельных растворов – сернокислого и раствора, содержащего морскую воду. Сорбция уранил-ионов из растворов изучалась в статических и динамических условиях. Анализ содержания уранил-ионов в растворах проводился для сернокислых растворов – с использованием спектрофотометрического определения с Арсеназо III, для растворов содержащих морскую воду – нейтронно-активационным методом.

В ходе исследования кинетики и динамики сорбции были получены зависимости коэффициентов распределения и степени очистки от скорости прокачки и от pH растворов. Было установлено, что в статическое равновесие в системе наступает менее чем за 2 часа. Сорбционная способность для исследуемых композитов наибольшая при pH=3,5÷4,5. Показано, что скорость прокаченного раствора в выбранном интервале незначительно влияет на остаточное содержание U в растворе.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРА

*Силакадзе В.Н., Зарипова Л.Ф., Пищулин В.П.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail:pischulin@ssti.ru*

Технология получения фтора основывается в основном на среднетемпературном методе электролиза расплава трифторида калия в условиях естественной конвекции электролита $KF \cdot 2HF$. Процесс осуществляется при температуре 85-105 °С в электролизере с угольными анодами и стальными катодами при анодной плотности электрического тока 0,07-0,15 А/см², обеспечивая выход фтора по току – 90 %. Целесообразно для увеличения производительности электролизера повысить анодную плотность тока до 0,4-0,6 А/см², что может быть осуществлено в электролизерах с принудительной циркуляцией электролита и реализовано в настоящее время на ОАО «СХК». Однако в процессе эксплуатации электролизера как при обычных, так и при повышенных плотностях тока, наблюдается частое разрушение угольных анодов, пропитанных при изготовлении смесью композиции ЭД-20 и малеинового ангидрида.

Анализ разрушений угольных анодов показал на отсутствие качественного токоподвода от медных стержней к угольным пластинам анода, на высокие температурные напряжения между медными токоподводами и угольными пластинами, возникающими в процессе эксплуатации за счет различия линейных и объемных коэффициентов температурных расширений материалов соединенных резьбой, на слабую пропитку угольных анодов, не обеспечивающую демпфирующий эффект между токоподводами и угольными пластинами.

Предложенная авторами технология пропитки угольных анодов с добавлением поверхностно-активных веществ в количестве 0,05-0,1 % позволила повысить скорость пропитки в 2,5-3,0 раза, качество пропитки угольных анодов в 1,7 раза, улучшить токоподвод, демпфирующий эффект пропитки и повысить срок службы угольных анодов на 5000 часов в условиях естественной циркуляции при анодной плотности электрического тока 0,07-0,15 А/см². Данная технология апробирована в условиях ОАО «СХК», успешно эксплуатируется в течение 8 лет, обеспечивая надежную работу электролизеров.

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ ТРАПНЫХ ВОД НА АЭС

Соловьёва А.С., Пищулин В.П.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,

г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65,

e-mail: pischulin@ssti.ru

В процессе эксплуатации АЭС образуются твердые, жидкие и газообразные радиоактивные отходы и среды, являющиеся источниками ионизирующих излучений. Для АЭС характерны низкоактивные ($3,7 \times 10^{-9} \div 3,7 \times 10^{-11}$ Бк/л) и среднеактивные ($10^{-10} \times 10^{-12}$ Бк/л) отходы. Для исключения их пагубного влияния на окружающую среду при сооружении АЭС большое внимание уделяется безопасности работы энергоблоков. Для этого в здании спецкорпуса сооружают установку спецводоочистки (СВО), работа которой основана на методе дистилляции.

Дистилляция - один из наиболее эффективных методов обработки радиоактивных вод, дающий наибольший коэффициент очистки и не требующий затраты реагентов. Жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) при обработке воды с использованием дистилляции имеют минимальный объем по сравнению с другими методами.

Радиоактивные среды проходят очистку и переработку на установках СВО с целью возврата дистиллята в технологический цикл.

Для очистки трапных вод (концентрация солей более 1 г/дм³), отработанных регенерационных и дезактивационных растворов от механических и растворенных примесей, органических веществ и радионуклидов с целью повторного использования воды в технологической схеме АЭС рекомендуется установка, состоящая:

- из узла приемных емкостей трапной водоочистки;
- из узла выпарных аппаратов;
- из узла доочистки конденсата (УДК).

Разработана аппаратурно-технологическая схема процесса очистки трапных вод узла выпарных аппаратов включающего: выпарной аппарат, теплообменник, подогреватель, конденсатор, конденсатор сдувок, деаэратор. Проведено конструирование и расчет основной аппаратуры данной установки. Для расчета выпарного аппарата разработана методика определения удельной тепловой нагрузки двумя методами. (Метод построения зависимости удельной нагрузки от температуры стенки и метод графического решения зависимости коэффициента теплопередачи от удельной тепловой нагрузки).

ЭКСТРАКЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ЦЕЗИЯ И СТРОНЦИЯ ИЗ ЖРО

Стрельникова А.М., Царенко Н.А., Егоров А.В., Ананьев А.В.
ОАО «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии», 115409 г. Москва, Каширское шоссе, 33;
aleksandra171288@mail.ru

Одной из основных операций обращения с жидкими радиоактивными отходами (ЖРО) является селективная очистка от долгоживущих и высокотоксичных радионуклидов, например цезия и стронция, методом жидкостной экстракции. Для осуществления данного процесса предлагается использовать различные экстрагенты, среди которых наиболее перспективными являются растворы макроциклических полиэфиров (краун-эфиров) в органических растворителях.

При экстракционном извлечении цезия и стронция из азотнокислых растворов (0,1 – 5 моль/л HNO_3), содержащих по 100 мг/л Cs и Sr, применяли следующие краун-эфиры: дибензо-21-краун-7 (ДБ21К7), дибензо-24-краун-8 (ДБ24К8), 4,4'(5')-ди-трет-бутилдибензо-18-краун-6 (ДТБДБ18К6), дициклогексил-18-краун-6 (ДЦГ18К6) и 4,4'(5')-ди-трет-бутилдициклогексил-18-краун-6 (ДТБДЦГ18К6). В качестве полярных растворителей использовали 1,1,7-тригидрододекафторгептанол (ФГ), а также хлорированные углеводороды: 1,2-дихлорэтан (ДХЭ), хлороформ (ХЛ). Экспериментальная часть исследований проводилась на современном оборудовании Центра коллективного пользования Испытательный аналитический центр ОАО «ВНИИХТ».

В результате проведенных исследований показано, что при совместном извлечении цезия и стронция наибольшие коэффициенты распределения D_{Cs} и D_{Sr} , а также процент извлечения каждого металла наблюдаются при применении смеси краун-эфиров 0,1 М ДЦГ18К6 + 0,1 М ДТБДБ18К6 в ФГ. При использовании в качестве растворителя хлорированных углеводородов наблюдается значительное снижение D_{Cs} и заметное увеличение D_{Sr} в зависимости от строения хлоруглеводорода. Аналогичная картина наблюдается при переходе от модельных растворов к сложным по химическому составу растворам, имитирующим отходы ОЯТ.

Полученные результаты могут стать основой для разработки экстракционной технологии переработки ОЯТ, в которой извлечение и последующее разделение металлов возможно при меньшем числе ступеней экстракции и уменьшенном времени контакта экстрагента с радиоактивным материалом.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОБОПОДГОТОВКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОТОВОГО ПРОДУКТА В ПРОЦЕССЕ ТВЕРДОФАЗНОГО СИНТЕЗА ПОРОШКОВ ОКСИДНОЙ КЕРАМИКИ

*Терещенко Е.В., Кербель Б.М., Буйновский А.С.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65,
e-mail: BMKerbel@mephi.ru*

Получение ультра- и нанопорошков для производства функциональной оксидной керамики является востребованной задачей керамической технологии, относящихся к числу критических технологий федерального уровня. Одной из актуальных сфер современного производства, активно использующей для решения своих задач редкоземельные элементы, является разработка и синтез люминофоров, в частности алюминатов стронция и алюмоиттриевого граната. В России 15% от общей доли рынка редкоземельных элементов приходится на производство люминофоров. Предлагаемые сегодня рынком оксидные материалы имеют, как правило, удельную поверхность порядка $5000 \text{ см}^2/\text{г}$ со средним размером исходных частиц 2 - 1,5 мкм, и не удовлетворяют требованиям производства высококачественной керамики; при этом химический состав исходных частиц керамических порошков сложного состава имеет большой разброс и заметно отличается от их среднего химического состава.

Поскольку керамика, как продукт, возникает только в конце технологической цепочки керамического производства, то влияние предыстории ее получения на качество конечного продукта оказывается фактом очевидным. В случае функциональной керамики эта зависимость является существенной, поскольку увеличение разброса абсолютных значений ее параметров практически сводит на нет всю эффективность ее использования. Пробоподготовка помогает повысить точность получаемых результатов, расширить исследуемый диапазон значений, повысить безопасность исследования, ускорить тест, улучшить воспроизводимость и погрешность результатов.

На первом этапе работы, на примере люминофора алюмината стронция, решались следующие вопросы: исследование фракционного состава разных видов исходных реагентов; исследование процесса смешения исходных реагентов, выбор времени перемешивания.

НАРАБОТКА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАРТИИ ПЛЁНОЧНОЙ КОМПОЗИЦИИ ПЭ158BZ

*Шутов В.А., Заринова Л.Ф., Пищулин В.П.
СТИ НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл.,
пр. Коммунистический, 65, e-mail: pischulin@ssti.ru*

Полиэтиленовый гранулят - сырец выпускается по маркам в соответствии с техническими требованиями. Полиэтилен является пожароопасным продуктом, температура воспламенения – (380-450)^о С. При комнатной температуре не растворяется ни в одном из растворителей, не ядовит.

В апреле 2014 года была составлена и согласована программа по наработке опытно-промышленной партии плёночной композиции 158 BZ . Данную композицию произвести из концентрата полиэтилена 158 BZ и полиэтилена 15803-020.

Для получения специальной марки полиэтилена пленочного назначения из базовой марки полиэтилена рекомендуется наработка концентрата добавки и последующее его разбавление полиэтиленом соответствующей базовой марки до необходимого уровня содержания добавок в зависимости от рецептуры.

В качестве базовой марки рекомендуется использовать только полиэтилен пленочного вида высшего сорта 15803-020 по ГОСТ 16337-77. Концентрат полиэтилена 158BZ содержит антиоксидант, термостабилизатор и процессинговую добавку; обеспечивает стойкость полиэтилена к термоокислительному старению, термостабильность расплава и повышенные технологичность и производительность при переработке.

Введение стабилизаторов должно обеспечить стабильность свойств полимера при хранении и переработке. Введение процессинговой добавки – улучшить реологические свойства полимера.

С целью получения стабильного полимера проведены исследования и установлены оптимальные параметры процесса. Результаты исследований при пятикратной переработке данной марки полиэтилена показали стабильность по пределу текучести расплава и термоокислительным свойствам. Исследование на длительное хранение показало, что опытные партии полимеров не изменяют своих свойств в течении более трёх месяцев. Образцы, отправленные в Китай в летний период (сроки доставки более трёх месяцев, контейнерная доставка), прошли успешное испытание у потребителя.

Секция
**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЯДЕРНОГО
НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ
И ЭКОЛОГИЯ ЯДЕРНОЙ ОТРАСЛИ**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОРГАНИЗАЦИИ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Александрова Л.В., Исаченко Д.С.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: isachenko@tpu.ru*

С развитием атомной энергетики появилась угроза использования ядерных отходов и материалов для создания ядерного оружия. В связи с этим необходимо следить и контролировать для каких целей используют ядерные технологии. Разработка методов контроля, которые смогут облегчить оценку нераспространения ядерного оружия является важным направлением исследований для эффективного использования ядерной энергетики.

Развитие атомной энергии требует использования различных предприятий. Каждый из этих объектов представляет опасность.

Проблема обеспечения безопасности ядерно-опасного объекта чаще всего сводится к эффективной работе системы физической защиты и системы учета и контроля ядерных материалов.

В рамках надзора за системой государственного учета и контроля ядерных материалов Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору при проведении инспекций состояния учета и контроля ядерных материалов, показал, что наибольшее число выявленных нарушений связано с системой контроля доступа, системой измерений, организацией системы учета и контроля ядерных материалов в организации. Нарушения, связанные с организацией системы учета и контроля, вызваны отсутствием устройств индикации вмешательства, отсутствие методических документов по практическому выполнению процедур учета и контроля радиоактивных веществ, радиоактивных отходов и ядерных материалов на предприятиях, нарушения при проведении физической инвентаризации, составления отчетной документации по состоянию ядерных материалов и т.д.

Главная причина этой проблемы отсутствие единой системы учета и контроля, универсальных методик ее разработки. В целях решения недостатков этой системы является разработка, переработка нормативных и методических документов в области учета и контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Основные правила учета и контроля ядерных материалов» (НП-030-05).

СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА ОЦЕНКИ РИСКОВ ДЛЯ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Бабкин С.Д., Годовых А.В.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск,
пр. Ленина, 30, e-mail: sdb1@tpu.ru*

Организации всех типов и размеров в своей деятельности сталкиваются с различными факторами и влияниями, оказывающими различное воздействие на их деятельность. Из-за этого становится неопределенным когда и каким образом они достигнут целей своей деятельности. Такое влияние неопределенности на цели деятельности организации определяется как «риск».

В случае потенциально опасных объектов будь то объекты атомной или химической промышленности наличие такой неопределенности недопустимо, т.к. это грозит возникновением источника чрезвычайной ситуации.

Таким образом, возникает необходимость реализации на таких объектах системы управления рисками, заключающейся в принятии и реализации управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного для деятельности объекта результата и минимизацию возможных потерь, вызванных его реализацией.

Классическим подходом к управлению рисками на таких объектах является концепция риск-менеджмента, выдвигаемая в международном стандарте ISO 31000:2009 «Менеджмент рисков. Принципы и руководящие указания» [1].

В данной работе была поставлена цель создать методический подход оценки рисков для потенциально опасных объектов на основе концепции риск-менеджмента.

В методический подход был включен «функционально-рисковый» анализ, который заключается в декомпозиции функций объекта на процессы и элементы, а затем в выделении из их числа тех, которые являются источниками риска.

В подходе реализован набор критериев в целях идентификации критических элементов объекта и проведения их уязвимости. Возможность включения в набор дополнительных критериев позволяет применить подход ко всем возможным типам объектов.

Данный подход может помочь в деле управления рисками, так как делает возможным получение наиболее полной информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. ISO 31000:2009. Risk management. Principles and guidelines.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕДУР УЧЁТА И КОНТРОЛЯ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Баилай А. С., Годовых А.В., Степанов Б.П.

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

e-mail: alenk_bashlai@mail.ru

Обеспечение безопасности ядерных материалов (ЯМ) требует выполнения соответствующих условий обращения с ними. Эти ограничения являются результатом применения специально разработанных мер. Их совокупность направлена на обеспечение безопасности при использовании ядерных технологий.

В настоящее время государства прилагают значительные усилия к обеспечению режима нераспространения ЯМ и организации специального обращения с ними.

За сохранность и поддержание непрерывности знаний о ЯМ на ядерном объекте отвечают элементы системы учета, контроля и физической защиты.

Правильная организация и выполнение соответствующих процедур обеспечивают защищенность материалов.

Система менеджмента качества (СМК) на производстве преследует выполнение задач обучения персонала, приведение отчетной и учетной документации в соответствии с внутренними требованиями предприятия.

Поэтому с точки зрения специального обращения с ЯМ внедрение стандартизации объекта необходимо рассматривать как процесс организации и повышения эффективности документооборота на ядерном объекте.

В работе рассмотрены основные требования к процедурам учёта и контроля в соответствии с требованиями вводимой программы СМК.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ОБЛУЧЕННОЙ ТОПЛИВНОЙ КЕРАМИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Беденко С.В., Таракаенко П.В., Губайдулин И.М.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: pvt1@tpu.ru*

Цель настоящей работы – определение дифференциальных характеристик источников и полей излучения, образующихся в элементах конструкции контейнера при хранении ОЯТ с различной глубиной выгорания.

Задача формирования массива данных, характеризующих ОЯТ как источник различных излучений, сводится к определению изотопного состава ОЯТ и ядерных данных, характеризующих радиоактивные превращения всех изотопов в ОЯТ. Расчёт изменения изотопного состава материалов реакторной установки в процессе ее работы производился с помощью программы ORIGEN-ARP из расчетного комплекса SCALE 5.0 [1]. При создании расчетной 3D-модели использовалась модель, соответствующая реальной геометрии конструкции транспортного контейнера ТУК-109. Проведен расчетный анализ спектральных и интегральных характеристик полей излучения вблизи транспортного контейнера, предназначенного для транспортировки и долговременного хранения облученного топлива реактора РБМК-1000. Исследована динамика накопления и спада наведенной в ходе эксплуатации радиоактивности материалов, из которых изготовлены элементы конструкции контейнера [2].

Полученная в работе информация о составе и характеристиках наведенной и накопленной радиоактивности позволит создать информационную базу, предназначенную для восстановления истории и условий эксплуатации радиационно-опасных объектов, которые в итоге будут реконструированы, либо выведены из эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаманин И.В., Беденко С.В., Павлюк А.О., Лызко В.А. Использование программы ORIGEN-ARP при расчете изотопного состава отработанного топлива реактора ВВЭР-1000 // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 4. – С. 25–28.
2. Шаманин И.В., Буланенко В.И., Беденко С.В. Поле нейтронного излучения облученного керамического ядерного топлива различных типов // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2010. – № 2. – С. 97–103.

ФОРМИРОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НАРУШИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ЯДЕРНОГО ОБЪЕКТА

Буковецкий А.В.¹, Степанов Б.П.²

¹*Федеральное государственное унитарное предприятие Федеральная ядерная организация «Горно-химический комбинат», 662972, г. Железногорск Красноярского края, ул. Ленина, 53, e-mail: atomlink@mcc.krasnoyarsk.su*

²*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, e-mail: tpu@tpu.ru*

С целью предотвращения несанкционированных действий в отношении ядерных материалов (ЯМ), ядерных установок (ЯУ), пунктов хранения ядерных материалов (ПХ ЯМ) и других предметов физической защиты (ПФЗ) на ядерном объекте (ЯО) создаётся система физической защиты (СФЗ). Принципы построения СФЗ ЯО направлены на достижение её эффективности, которая определяется способностью СФЗ противостоять действиям нарушителей в отношении ПФЗ с учетом перечня угроз и модели нарушителя для конкретного ЯО. Как правило, на ЯО при проведении ОЭ СФЗ ЯО используются два метода получения временных показателей преодоления рубежей охраны: метод экспертных оценок и проведение учений. Метод экспертных оценок имеет большую погрешность, так как напрямую зависит от субъективного мнения и компетентности эксперта. Проведение учений является сложным в организации, трудоёмким и длительным процессом, требующим подключения большого числа человеческих и материальных ресурсов, но позволяющим охватить лишь небольшую выборку событий с различными начальными условиями.

Проводимые в ходе работы исследования направлены на создание аналитической модели нарушителя на базе многофакторного анализа психофизиологических и физических свойств человеческого организма, возможных уровней оснащённости нарушителя и преодолеваемых им рубежей охраны конкретного ЯО. Предполагается, что использование аналитической модели нарушителя совместно с применяемой на ЯО методикой проведения ОЭ СФЗ ЯО позволит с большой достоверностью, без привлечения большого числа ресурсов и в короткие сроки определять временные показатели преодоления рубежей охраны ЯО, что приведёт к увеличению точности определения показателя эффективности СФЗ ЯО.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

*Вахрушева Ю.С., Степанов Б.П., Шевелева А. А.
Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: julia_vach@mail.ru*

Атомная энергетика является одним из перспективных источников производства электрической энергии. Однако в настоящее время велика возможность использования ядерных или других радиоактивных материалов в злоумышленных целях. Поэтому актуальным становится вопросы обеспечения физической защиты, учета и контроля ядерных материалов (ЯМ). Для обеспечения физической защиты на ЯО реализуется система физической защиты (СФЗ), оценка эффективности которой позволяет оценить ее способность обеспечить защищенность предметов физической защиты (ПФЗ).

Целью работы является разработка аналитического информационного комплекса для проектирования систем безопасности. Согласно нормативным документам по организации и функционированию СФЗ на ЯО процесс проектирования рассматривается в виде последовательности выполняемых этапов: анализа уязвимости объекта, выбора и реализации структуры СФЗ, оценки эффективности системы безопасности. Правильный учет особенностей объекта, влияние элементов комплекса инженерно-технических средств физической защиты на повышение эффективности СФЗ являются определяющими.

В работе обоснована структура аналитического комплекса, выбор его основных элементов. Структурно аналитический комплекс представляет собой три основных блока: информационные и аналитические ресурсы по проведению анализа уязвимости ЯО, программные средства по проектированию СФЗ, модуль по оценке эффективности созданной системы безопасности. Предусмотрена информационная совместимость данных, получаемых с помощью специализированных модулей и программного обеспечения. Широкое применение информационных технологий в предлагаемом комплексе позволяет проводить выбор структуры и элементов комплекса инженерно-технических средств, а также размещения сил охраны.

Представленный аналитический комплекс предполагается применять для обучения персонала систем безопасности и проведения аналитической работы по оценке эффективности СФЗ.

О ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЗНАЧЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ НАРУШИТЕЛЯ

Власенко Е.А., Долматов Д.О.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: dolmatovdo@tpu.ru*

Функционирование ядерного объекта неразрывно связано с рисками хищений и диверсий в отношении ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов. Их предотвращение является целью системы физической защиты. Принятая в Госкорпорации «Росатом» методика оценки эффективности таких систем базируется на вероятностно-временном анализе, суть которого состоит в оценке вероятности пресечения несанкционированных действий нарушителей силами реагирования.

Существенное влияние на результат оценки эффективности оказывает значение вероятности того, что нарушитель будет обнаружен средством обнаружения, а сигнал об этом будет передан силам охраны без искажений и потерь. В настоящей работе рассмотрены факторы, влияющие на указанное значение.

Одним из наиболее значимых факторов является надежность системы охранной сигнализации, состоящей из непосредственно средства обнаружения, линий связи, телекоммуникационного и серверного оборудования, а также автоматизированных рабочих мест. В условиях реальной эксплуатации влияние на эффективность системы оказывает не только среднее время наработки элементов системы на отказ, но и время их восстановления. Указанный параметр зависит от наличия и квалификации ремонтного персонала, наличия запасных элементов на складах предприятия, своевременности и качества их технического обслуживания при хранении. При выполнении оценки эффективности СФЗ рекомендуется принимать перечисленные показатели во внимание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы физической защиты ядерно-опасных объектов. Методические рекомендации по оценке эффективности. – М.: Министерство Российской Федерации по атомной энергии, 2004.
2. Горлач П.Г. Оценка функциональной эффективности комплекса технических средств физической защиты /П.Г. Горлач// Журнал Т-Comm. – 2009. – Спецвыпуск. – С. 56.

РЕЖИМ ЯДЕРНОГО НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СЛОЖИВШЕЙСЯ СИТУАЦИИ В УКРАИНЕ

Вовк А.В., Воробьева К.В.

*Снежинский физико-технический институт НИЯУ МИФИ,
456776, г. Снежинск Челябинской обл., ул. Комсомольская, 8,
e-mail: sfti@mephi.ru*

При появлении глобальных угроз в экономической, социальной или военной областях возникает так называемая «глобальная сплочённость» - одна из свойств системы, к которой относится человечество. Любая система стремится к самосохранению, и наша цивилизация – не исключение. Возникла «глобальная сплочённость» в соответствии с системным принципом самосохранения, в результате чего в 1970 году вступил в силу Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО). ДНЯО стал краеугольным камнем в становлении режима нераспространения, как системы.

В 1990-е гг. после распада СССР могло появиться сразу несколько новых ядерных государств: Беларусь, Украина и Казахстан. 6 июля 1992г. девять государств СНГ подтвердили, что подтверждают участие России в ДНЯО. США, Россия, Украина, Белоруссия и Казахстан подписали Лиссабонский протокол к Договору между СССР и США о сокращении стратегических наступательных вооружений (СНВ-1). Согласно протоколу Украина, Белоруссия и Казахстан были признаны наряду с Россией сторонами СНВ-1, присоединились к ДНЯО в качестве НЯОГ.

Украина, Белоруссия и Казахстан отказались от владения ядерным оружием, и передало свой арсенал государству - правопреемнику. В обмен на это Украина получила политические и экономические гарантии со стороны ЯОГ, согласно Будапештскому Меморандуму.

Однако в связи с последними событиями в Украине, а именно - введ российских войск на её территорию и присоединением Крыма к России, до сих пор не признанное мировым сообществом, возникли следующие вопросы:

- Имело ли место нарушение Российской Федерацией Будапештского Меморандума?
- Правомерно ли присоединение Крыма к РФ?
- Существует ли угроза восстановления ядерного потенциала в Украине, согласно заявлениям некоторых украинских политических деятелей?

В данной работе мы постараемся найти ответы на эти вопросы.

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА СИСТЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Годовых А.В., Паренко М.С., Степанов Б.П.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: msparepko@gmail.com*

Вопрос обеспечения нераспространения ядерных материалов актуален и требует особого внимания. Для реализации их специального обращения на ядерных объектах (ЯО) создаются и функционируют системы физической защиты (СФЗ) [1], которые по принципам управления являются автоматизированными. За их правильную и эффективную работу отвечает персонал СФЗ. Поэтому профессиональная подготовка персонала ЯО напрямую влияет на эффективность работы систем безопасности [2]. Данная работа посвящена вопросам разработки и построения аналитического комплекса для подготовки персонала СФЗ.

Аналитический комплекс строится на основе автоматизированных рабочих мест, широкого использования информационных технологий с применением специализированных программных средств. Комплекс включают следующие блоки:

- 1) элементы описание и графического построения схем гипотетических ЯО;
- 2) инструменты проектирования и визуализации структуры системы физической защиты ЯО;
- 3) тренажер для моделирования сценариев реализации несанкционированных действий нарушителей (противостояние в системе «нарушитель – персонал СФЗ»);
- 4) математический аппарат, позволяющий оценить эффективность СФЗ, исходя из результатов моделирования;
- 5) набор средств и инструментов для определения развитие навыков и реакции персонала в чрезвычайных ситуациях.

В работе обоснованы требования к выбранным блокам аналитического комплекса, определены пути и способы реализации специализированных программных модулей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков В. П. Психология безопасности эксплуатации АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 176 с.
2. Постановление Правительства РФ от 19.07.2007 № 456 «Об утверждении правил физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов».

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Годовых А.В., Степанов Б.П., Шевелева А.А.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: aas-tpu@yandex.ru

Использование ядерных технологий - это неотъемлемая часть деятельности современного человека. Любая деятельность связана с наличием определенных рисков и угроз. При этом в случае с предприятиями ядерно-топливного цикла последствия внештатных ситуаций представляют серьезную радиационную опасность для жизни людей и окружающей среды [1,2].

В работе рассматриваются вопросы нормативно-правового регулирования при организации физической защиты ядерных материалов (ЯМ), ядерных установок [3].

Принятый Организацией объединенных наций в 1980-ом году документ «Конвенция о физической защите ядерного материала» положило начало развитию организации систем физической защиты на ядерных объектах [4]. На ее основе каждое государство формирует собственный свод законов и правил, обеспечивающих функционирование систем безопасности на ядерных предприятиях.

Анализ основных нормативных документов показал, что в настоящее время в России в полной мере обеспечивается принцип подчинения законов нижнего уровня законам уровня выше.

В работе проанализированы вопросы соответствия правил, действующих на территории РФ, основным международным рекомендациям об обеспечении физической защиты ЯМ и ядерных установок. Выявлены особенности функционирования систем физической защиты на ядерных объектах. Определены направления совершенствования организации систем физической защиты и их структурных компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. N 170-ФЗ "Об использовании атомной энергии".
2. Постановление от 19.07.2007 № 456 «Об утверждении правил физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов».
3. НП 083-07 «Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов».
4. «Конвенция о физической защите ядерного материала», Май 1980 года, - официальный сайт МАГАТЭ.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НИТРАТНО-НИТРИТНЫХ РАСТВОРОВ РОДИЯ ПОСЛЕ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ

Гостева И.В., Каренгин А.Г.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: lumos@sibmail.com*

Извлечение родия из нитратно-нитритных растворов представляет большой интерес в связи с актуальностью выделения осколочных благородных металлов (Rh, Pd, Ru) для глубокой переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и повышения экологической безопасности обращения с высокоактивными отходами [1,2]. В отличие от палладия и рутения при экстракционной переработке ОЯТ родий полностью сохраняется в водно-хвостовых растворах ПУРЕКС-процесса после извлечения в ТБФ основных актиноидов. Таким образом, отходы переработки ОЯТ следует рассматривать как потенциальный восполняемый техногенный источник указанных платиноидов.

В данной работе представлены результаты моделирования процесса плазменной переработки нитратно-нитритных растворов родия в широком диапазоне температур (300-4000 К) и массовых долей воздушного плазменного теплоносителя.

Показано, что прямая плазменная переработка нитратно-нитритных растворов родия в воздушной плазме в виде оптимальных по составу диспергированных горючих водно-органических композиций позволяет исключить стадию выпаривания и существенно снизить удельные энергозатраты на процесс.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии плазменной переработки нитратно-нитритных растворов родия, а также других платиновых металлов после извлечения из отходов переработки ОЯТ замкнутого ядерного топливного цикла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валдаев В.С. Извлечение платиновых металлов при обработке облученного топлива за рубежом. М.: ЦНИИАтоминформ, 1990. – С.28.
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М.: Изд. дом МЭИ, 2007.- 448 с.

ВЧФ-ПЛАЗМОТРОНЫ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ ЗАМКНУТОГО ЯТЦ*

Зубов В.В., Тундешев Н.В.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: kaberne1812@yandex.ru*

Основой технологии переработки ОЯТ радиохимических заводов мира является PUREX-процесс, обеспечивающий высокую степень извлечения урана и плутония и очистку от продуктов деления [1].

Для экстракции плутония и урана из азотнокислых растворов ОЯТ применяют композиции трибутилфосфата (ТБФ) с различными разбавителями (синтин, керосин, гексахлорбутадиен и др.), которые с течением времени теряют свою эффективность под действием облучения и превращаются в горючие отходы (ГОП ОЯТ) [2].

По действующей технологии эти отходы подлежат подземному захоронению, что может привести к существенному ухудшению экологической обстановки в регионе.

В связи с этим представляет интерес утилизация таких отходов в низкотемпературной плазме в виде оптимальных по составу диспергированных горючих водно-органических композиций.

В работе представлены результаты исследований электрофизических, газодинамических и других режимов работы плазменного модуля на базе ВЧФ-плазмотрона, который включает следующие основные узлы: ВЧ генератор ВЧГ8-60/13-01 (рабочая частота 13,56 МГц, колебательная мощность до 60 кВт), ВЧФ-плазмотрон, реактор, узел диспергирования горючих жидких отходов, узел «мокрой» очистки отходящих газов, газоанализатор «Quintox» КМ 9106, высокоточный цифровой пирометр IPE 140/45, трубка Пито, высоконапорный вытяжной вентилятор ВР 12-26 (№4).

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии и промышленных установок на базе ВЧФ-плазмотронов, предназначенных для эффективной плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ замкнутого ядерного топливного цикла.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОЯТ <http://nauka.relis.ru/06/0111/061111040.PDF>
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.

*Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014-2016 годы (Код темы № 2031)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Истомина А.А.¹, Истомина Н.Ю.², Носков М.Д.²

¹*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
119991, Москва, Ленинские горы, 1,*

²*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636019,
г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65*

e-mail: istomina.n.u@mail.ru

Одним из основных принципов обеспечения безопасности функционирования предприятий атомной энергетики является экологическая безопасность прилегающих территорий. Штатный режим работы предприятий сопряжен с потенциальной возможностью попадания радионуклидов в приземный слой атмосферы. В связи с этим необходима оценка степени загрязнения поверхности и дозовых нагрузок населения с целью недопущения превышения нормативно установленных пределов концентраций и доз. Информационное обеспечение для оценки радиационного воздействия на окружающую среду объектов атомной энергетики должно представлять собой интегрированный программный комплекс. Работа, которого должна базироваться на адекватных математических моделях, информационных ресурсах в виде баз данных, содержащих нормативную документацию и сведения о возможных составах радиоактивных выбросов, характеристиках радионуклидов, метеоусловиях, населенных пунктах. Результаты прогнозных оценок радиационной обстановки, носят пространственно-распределенный характер, поэтому наряду с представлением текстовых, цифровых и графических данных информационное обеспечение должно предоставлять возможность визуализации данных на карте местности.

В докладе представлен программный комплекс, предназначенный для оценки радиационного воздействия на окружающую среду объектов атомной энергетики. Прогнозные расчеты рассеяния радиоактивных примесей в приземном слое атмосфере в результате штатного режима работы объекта производятся с учетом радионуклидного состава, свойств радионуклидов, параметров источника, годовой розы ветров. Радиационная обстановка оценивается на основе результатов прогнозных расчетов, включающих в себя: концентрацию радионуклидов на поверхности, коллективные и индивидуальные эквивалентные дозы, обусловленные радионуклидами на поверхности, ингаляцией радионуклидов и внешним облучением облака радионуклидов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ДИСПЕРГИРОВАННЫХ ГОРЮЧИХ ВОДНО- ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ *

Каренгин А.А., Каренгин А.Г.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: karenginaleksey@gmail.com*

Переработка отработавшего ядерного топлива с целью извлечения из него урана и плутония с последующим превращением в МОКС-топливо для изготовления ТВЭЛов – важное звено создаваемого российского замкнутого ядерного топливного цикла.

Оставшиеся после первого экстракционного цикла без урана и плутония отходы переработки ОЯТ (ОП ОЯТ) представляют собой слабоконцентрированные растворы металлов, имеющие следующий модельный состав [1]: HNO_3 – 18,0%, H_2O – 81,43%, Fe – 0,07%, Mo – 0,1%, Nd – 0,11%, Y – 0,06%, Zr – 0,058%, Na – 0,04%, Ce – 0,039%, Cs – 0,036%, Co – 0,031%, Sr – 0,026%. Используемые для экстракции плутония и урана трибутилфосфат с различными разбавителями (синтин, гексахлорбутадиен и др.) со временем теряют свою эффективность и превращаются в горючие отходы переработки [2].

Существенное снижение энергозатрат на процесс утилизации ОП ОЯТ может быть достигнуто при их плазменной утилизации в виде оптимальных по составу диспергированных горючих водно-органических композиций, обеспечивающих их энергоэффективную утилизацию.

В работе представлены математическая модель и результаты расчетов кинетики процесса испарения капель горючих ВОК в высокотемпературном воздушном плазменном потоке.

В результате проведенных расчётов определены и рекомендованы для практической реализации оптимальные по составу водно-органические композиции на основе ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ, а также режимы их плазменной утилизации в воздушной плазме.

*Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014-2016 годы (Код темы № 2031).

ЛИТЕРАТУРА

1. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М. и др. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов. – Л.: Труды Радиевого института им. В. Г. Хлопина, 2007. – Т. XII. – С. 124-147.
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М.: Изд. дом МЭИ, 2007.- 448 с.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА КОНТЕЙНЕРА СУХОГО ХРАНЕНИЯ ОЯТ*

Катаева О.И., Седнев Д.А.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр.
Ленина, 30, e-mail: o.i.kataeva@gmail.com*

Хранение отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) является обязательным этапом топливного цикла АЭС. На данный момент, в РФ развивается перспективное направление сухого хранения ОЯТ. Пока единственное в мире сухое хранилище ОЯТ камерного типа функционирует на ФГУП «ГХК» (г. Железногорск) с 2012 года. Это хранилище нового поколения решает острую проблему - безопасное и экономичное обращение долгохранящегося ОЯТ. Хранение ОЯТ осуществляется в герметичных контейнерах, представляющих собой сварные или болтовые цилиндрические конструкции из стали или чугуна.

Подобные контейнеры, в соответствии с правилами МАГАТЭ, предназначены не только для хранения, а так же и для транспортировки и окончательного захоронения ОЯТ и РАО. Проведен сравнительный обзор моделей контейнеров и его результаты представлены в статье.

В ходе постановки ОЯТ на сухое хранение проводится герметизация контейнера посредством сварного соединения. На сегодняшний день, контролю качества сварных соединений не уделяется должного внимания, что приводит к разгерметизации контейнера и угрозе повышения радиационного фона. Более того, эксплуатационный срок службы контейнера составляет 50 лет, но на данный момент нет опыта столь долгой эксплуатации подобных объектов. Поэтому необходим мониторинг технического состояния средствами неразрушающего контроля. В работе рассматривается ультразвуковой метод контроля и его применимость в диагностике контейнеров сухого хранения ОЯТ.

*Выполнено при финансовой поддержке Государственного задания "Наука" в рамках научного проекта № 1524, тема 0.1325. 2014

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрюшин И.А., Юдин Ю.А. Обзор проблем обращения с РАО и ОЯТ [Электронный ресурс] . – Режим доступа: http://www.ranipool.ru/images/data/gallery/1_7365_spentfuel.pdf
2. Белов И.П. Ультразвуковой контроль [Электронный ресурс] . – Режим доступа: http://www.zaopkti.spb.ru/services07_46.html

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Никиенко А.В.

Томский политехнический университет

Расчёт показателей эффективности проектируемых и существующих систем физической защиты (СФЗ) является одной из важных задач службы безопасности ядерных объектов, так как он позволяет сохранить «принцип адекватности» при построении СФЗ и выбрать оптимальное отношение показателей «цена/качество». Применяемая в настоящее время методика расчёта показателей эффективности СФЗ имеет отдельные недостатки, связанные, в том числе, с неточностью расчётов при совершении несанкционированного действия в отношении ядерного материала внутренним нарушителем, в частности, невозможность учесть такие факторы как достаточность различных наборов инструментов для совершения акции нарушителя; технологические особенности ядерного материала (его самозащищённость (активность), способы хранения и т.д.), выполнение «правила двух лиц» и другие.

Работа по проведению оценки эффективности СФЗ требует проведения большого количества однообразных вычислений, что приводит к необходимости автоматизации этого процесса и к разработке специализированного программного обеспечения. Несмотря на наличие различных программных инструментов, используемых для проведения оценки эффективности СФЗ ядерных объектов и позволяющих провести оценку аналитическим методом или с использованием метода имитационного моделирования, остаётся актуальным вопрос о повышении точности расчётов с учётом географических и технологических особенностей объекта. Поэтому одной из задач дальнейшей работы является создание программного продукта, в основу которого будет положен математический аппарат, разработанный для методики и учитывающий указанные выше недостатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Правила физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов», утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 19 июля 2007 года № 456;
2. Основы проектирования систем физической защиты ядерных объектов / Б.П. Степанов, А.В. Годовых / издательство ТПУ - 2009.

ЭКСПОРТНЫЙ КОНТРОЛЬ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Овчинникова К.Г., Исаченко Д.С.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: isachenko@tpu.ru*

Экспортный контроль – комплекс государственных мер, определяющих порядок осуществления внешнеэкономической деятельности в отношении товаров, информации, результатов интеллектуальной деятельности, которые могут быть использованы при создании оружия массового поражения, средств его доставки, иных видов вооружения. Экспортный контроль является ключевым элементом стратегии и политики нераспространения, проводимой государством [1].

Экспортная деятельность вузов, в основном, осуществляется в форме передачи технологий и результатов интеллектуальной деятельности. При этом осуществляется передача, так называемой «неосязаемой технологии» в формах:

- переговорный процесс;
- процесс обучения студентов, аспирантов, специалистов;
- передачу научно-технических отчетов;
- электронные средства передачи информации.

Основные направления деятельности ВУЗа, подлежащие экспортному контролю:

- обучение иностранных граждан;
- учебно-исследовательская работа студента;
- научная работа студента;
- опубликование в открытой печати научной работы студента.

К объектам экспортного контроля в ВУЗе относят:

- Рабочие программы высшего профессионального образования;
- Промежуточные и итоговые отчетные материалы;
- Доклады, статьи, авторефераты, диссертации, патенты;

Основные «риски»:

- участие иностранных государств и конкретных организаций в программах развития вооружений;
- участие в зарубежных научно-технических мероприятиях.
- опубликование частей НИР, в целом составляющих контролируемые технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон № 183-ФЗ от 18.07.1999 г. «Об экспортном контроле».

КУЛЬТУРА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Перминова М.В.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: masha199303@gmail.com*

Начало двадцать первого века стало решающим в понимании безопасности страны, нации и мира в целом. События 11 сентября 2001 года в США и серия террористических актов в России показали, что нет предела терроризму. Таким образом, вводя понятие «Культура ядерной безопасности», которое стало одной из наиболее актуальных проблем в области ядерной энергетики, человечество может оградить себя от этой угрозы.

Основной целью данного исследования является концепция культуры ядерной безопасности, которая разработана и используется в наши дни.

Данная работа включает в себя следующие задачи:

- определение понятия культура ядерной безопасности;
- выделение основополагающих факторов лежащих в данной концепции. Которые подразумевают соблюдение норм и правил режима безопасности, правильное использование технических средств защиты, степень мотивации персонала и степень осознания ответственности за выполнение своей работы;
- актуальность и важность данной проблемы, а также описание решений проблем, которые вытекают из недостаточного уровня культуры ядерной безопасности и неосознания человечеством важности этого вопроса;
- анализ факторов влияющих на культуру ядерной безопасности;
- исследование путей достижения максимального уровня эффективности концепции.

Таким образом, установлено, что концепция культуры безопасности вытекает из определения процесса безопасности и отражает эффективность каждого его элемента в отдельности и всего процесса в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машин В.А. Современные основы концепции культуры ядерной безопасности. (2014). Электронный ресурс: <http://mashinva.narod.ru/arch/PSY42.pdf>
Дата обращения: 11.09.2014 г.
2. МАГАТЭ Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников (2004). Электронный ресурс: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/code-04.pdf
Дата обращения 10.09.2014 г.

СОЛНЕЧНЫЙ ТРЕКЕР И АКРИЛОВЫЙ КОНЦЕНТРАТОР КАК СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК

Петрусёв А.С.

*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр.
Ленина, 30, e-mail: science-alex@mail.ru*

На нынешний момент солнечные батареи имеют два весомых недостатка – высокую цену и низкую эффективность.

Данный проект направлен на то, чтобы решить, в зависимости от нужд, любую из этих проблем. Высокая цена солнечных батарей определяется, в первую очередь, высокой ценой фотоэлементов за единицу вырабатываемой электроэнергии. Единственный эффективный способ снизить цену на солнечные батареи – это увеличить мощность солнечного потока, падающего на единицу площади фотоэлемента. Есть 2 способа сделать это – ориентировать солнечную батарею на солнце (использовать солнечный трекер) или концентрировать солнечную энергию (использовать концентратор).

Предлагается использование уникального акрилового концентратора. Он представляет собой лист оргстекла толщиной всего около 1 сантиметра. Благодаря отношению площади приёмной поверхности концентратора к одному торцу как 1 к 14, достигается 7ми кратная концентрация с КПД 75%. КПД посчитан теоретически и подтверждён экспериментально. Концентратор имеет маленький вес и объём, имеет большую диаграмму направленности на солнце и не требует мощных систем охлаждения, позволяя обойтись пассивными радиаторами.

Также предлагается одноосевой активный солнечный трекер. Принцип его действия основан на аналогово-цифровом сигнале платы управления, которая позволяет отказаться от использования микроконтроллеров и шаговых двигателей, позволяя снизить цену системы и упростить её, сохраняя качество и надёжность.

Использование трекера позволяет увеличить эффективность работы на 30-35% для солнечных батарей и в несколько раз для концентратора. Применение же концентратора и трекера одновременно позволяет снизить стоимость солнечной энергии более чем в 2 раза.

Созданы лабораторные рабочие образцы концентратора (1Вт) и трекер (10Вт). Ведётся работа над масштабированием образцов, а также над возможностью замены в концентраторе акрила на структуру из полиэстера.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КИСЛЫХ НИТРАТНО-НИТРИТНЫХ РАСТВОРОВ ПАЛЛАДИЯ ПОСЛЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ

Пироженко Т.Е.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: lumos@sibmail.com*

По действующей технологической схеме оставшиеся без урана и плутония после первого экстракционного цикла отходы переработки (ОЯТ) представляют собой слабоконцентрированные растворы, в составе которых присутствуют различные нерадиоактивные продукты распада (молибден и РЗЭ), конструкционные материалы (цирконий), а также осколочные платиновые металлы (Pd, Ru, Rh) [1].

Извлечение палладия из отходов переработки ОЯТ представляет большой интерес в связи с актуальностью выделения осколочных платиновых металлов для глубокой переработки ОЯТ и повышения экологической безопасности обращения с высокоактивными отходами [2].

В данной работе представлены результаты моделирования процесса плазменной переработки кислых нитратно-нитритных растворов палладия в широком диапазоне температур (300-4000 К) и массовых долей воздушного плазменного теплоносителя. Моделирование проводилось с использованием программы TEPRA.

Показано, что прямая плазменная переработка нитратно-нитритных растворов палладия в воздушной плазме в виде оптимальных по составу диспергированных горючих водно-органических композиций позволяет исключить стадию выпаривания и существенно снизить удельные энергозатраты на процесс.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии плазменной переработки нитратно-нитритных растворов палладия, а также других платиновых металлов после извлечения из отходов переработки ОЯТ замкнутого ядерного топливного цикла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валдаев В.С. Извлечение платиновых металлов при обработке облученного топлива за рубежом. М.: ЦНИИАтоминформ, 1990. – С.28.
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М.: Изд. дом МЭИ, 2007. - 448 с.

ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ В ВОЗДУШНОЙ ПЛАЗМЕ ВЧФ-РАЗРЯДА*

Подгорная О.Д., Каренгин А.А., Новоселов И.Ю.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: shahmatovaol@tpu.ru*

Около 97 % облученного на АЭС ядерного топлива составляют уран U-238 и синтезированный в ядерном реакторе плутоний Pu-239, а доля продуктов деления урана U-235 и изотопов плутония не превышает 3%. [1]. Оставшиеся без урана и плутония после первого экстракционного цикла отходы переработки (ОП ОЯТ) в виде слабоконцентрированных водносолевых растворов имеют следующий модельный состав [2]: HNO₃ – 18,0 %, H₂O – 81,43 %, Fe – 0,07 %, Mo – 0,1 %, Nd – 0,11 %, Y – 0,06 %, Zr – 0,058 %, Na – 0,04 %, Ce – 0,039 %, Cs – 0,036 %, Co – 0,031 %, Sr – 0,026 %.

По действующей технологии ОП ОЯТ после выпаривания и добавления химических реагентов (силикаты, фосфаты, бораты и др.) остекловываются или цементируются с последующим захоронением. Эта технология многостадийна, экологически небезопасна, требует значительных энергозатрат и химических реагентов.

В данной работе представлены результаты моделирования процессов плазменной утилизации ОП ОЯТ, определены оптимальные составы горючих водно-органических композиций и режимы их плазменной утилизации. Показано, что применение прямой плазменной утилизации слабоконцентрированных ОП ОЯТ в воздушной плазме ВЧФ-разряда в виде оптимальных по составу диспергированных горючих водно-органических композиций позволяет исключить стадию выпаривания, существенно снизить удельные энергозатраты на процесс, а также применить магнитную сепарацию для эффективного извлечения твёрдых дисперсных продуктов плазменной утилизации ОП ОЯТ в виде простых и сложных оксидов металлов с целью последующего использования содержащихся в их составе ценных металлов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014-2016 годы (код темы № 2031).

ЛИТЕРАТУРА

1. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М.: Изд. дом МЭИ, 2007.- 448 с.
2. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М. и др. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов. – Л.: Труды Радиевого института им. В. Г. Хлопина, 2007. – Т. XII. – С. 124-147.

ПРИНЦИПЫ TQM (TOTAL QUALITY MANAGEMENT – ВСЕОБЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ) В КУЛЬТУРЕ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Садовский А.А., Черников И.Д.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Снежинский физико-технический институт, Снежинск*

Вопросы ядерной безопасности в последнее время становятся определяющим фактором на пути развития атомной энергетики. Традиционно ядерная безопасность в первую очередь обеспечивалась техническими и инженерными решениями. Но, как показала практика, человеческий фактор зачастую играет более важную роль в обеспечении ядерной безопасности. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) в 2008 году ввело в практику понятие «культура ядерной безопасности» и продолжает уточнять и совершенствовать содержание данного понятия. В работе рассматриваются основные этапы жизненного цикла ядерного энергетического объекта и условия обеспечения ядерной безопасности на каждом из этапов. Для анализа и выработки подходов к обеспечению ядерной безопасности используются базовые принципы TQM, которые являются основой стандартов ISO 9000. Принципы относятся к действиям персонала, системам и структурам управления, процессам и процедурам деятельности организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Под редакцией Стриханова М.Н., Ядерная энергетика проблемы. Решения. Часть первая, Москва 2011.
2. Бойко В.И., Демянюк Д.Г., Кошелев Ф.П., Мещеряков В.Н., Шаманин И.В., Шидловский В.В. Перспективные ядерные топливные циклы и реакторы нового поколения. Томск 2005
3. Nuclear security culture: implementing guide. Vienna: IAEA, 2008.
4. <http://www.rosatom.ru/partnership/environmentalmanagement/> Отчеты по экологической безопасности АЭС.
5. ГОСТ Р ИСО 9001-2008 Системы менеджмента качества. Требования.

ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Седнев Д.А., Салодкин С.С.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: sss2@tpu.ru*

Распознавание отпечатков пальцев – одна из важнейших биометрических технологий, которая в последнее время привлекает значительное внимание. Актуальность развития биометрических технологий идентификации личности обусловлена увеличением числа объектов и потоков информации, которые необходимо защищать от несанкционированного доступа, а именно: системы контроля доступа; системы идентификации личности; информационная безопасность; и то, что для нас особенно важно – учёт и контроль ядерных материалов, а именно сбор данных для проведения физической инвентаризации с использованием систем автоматизированного сбора данных (АСД).

Целью данной работы является обзор методик распознавания отпечатка пальца.

Для достижения поставленной цели был проведен анализ материалов и особое внимание уделено алгоритму инвариантного распознавания отпечатков пальцев по ключевым точкам, отличающийся высокими показателями, в том числе надежностью, точностью и скоростью работы. В соответствии с выбором метода была изучена литература и рассмотрены признаки и методы распознавания отпечатков пальцев, а также изучен алгоритм инвариантного распознавания отпечатков пальцев по ключевым точкам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р.М. Болл, Дж.Х. Коннел, Ш. Панканти. Руководство по биометрии / Техносфера, Москва, 2007;
2. А.В. Огнев, А.П. Типикин. Алгоритм инвариантного распознавания отпечатков пальцев по ключевым точкам / Изв.вузов. Приборостроение, 2009;
3. Lin Hong, Yifei Wan. IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 20, NO. 8 / AUGUST 1998/ перевод с английского языка Петровой Т.В.

ВОЗМОЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ*

Седнев Д.А., Шаравина С.В.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail:svs2@tpu.ru*

Потенциальная ядерная и радиационная опасность делящихся материалов обуславливает необходимость создания системы государственного учета и контроля ядерных материалов, а также совершенствования ее элементов, в частности, организации методов регистрации и идентификации учетных единиц, содержащих делящиеся вещества.

В области организации систем контроля и управления доступом на объектах положительно себя зарекомендовал метод биометрической идентификации лиц, осуществляющих доступ на объект. В данной работе предложено рассмотреть алгоритмы сличения образцов и базовые математические модели для попытки переноса вышеуказанных технологий в область идентификации элементов учета и контроля.

Для достижения поставленной цели был проведен анализ материалов и выбран метод биометрической идентификации по радужной оболочке глаза, отличающийся высокими показателями, в том числе надежностью, точностью и скоростью работы. В соответствии с выбором метода была изучена литература и выбран наиболее оптимальный алгоритм для последующей деятельности, в частности метод Даугмана, поскольку он является наиболее распространенным и наиболее стабильным при работе с максимально нечеткими изображениями; также был выделен механизм сличения ключевых точек по типу Эрмита.

*Выполнено при финансовой поддержке Государственного задания «Наука» в рамках научного проекта № 1524, тема 0.1325. 2014

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Daugman, High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15(11), 1993;
2. Поиск и анализ ключевых точек радужной оболочки глаза методом преобразования Эрмита / Е. А. Павельева, А. С. Крылов.

ГОТОВНОСТЬ К АВАРИЙНОМУ РЕАГИРОВАНИЮ НА ЛАЭС

Серикова Н.А.

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: Snats14@mail.ru

Последствия любой ядерной или радиационной аварийной ситуации, воздействие которой распространяется за пределы площадки, незамедлительно становятся проблемой региональной или даже мировой значимости. Для эффективного аварийного реагирования нужна соответствующая международно-правовая база и эффективные национальные системы управления аварийными ситуациями, построенные в соответствии с международными нормами и стандартами.[1] Поэтому рассмотрение вопроса аварийного реагирования на ядерном объекте является актуальной задачей.

Целью данной работы являлся анализ организационной аварийно-спасательной структуры филиала ОАО «Концерн Энергоатом» «Ленинградская атомная станция», с основными направлениями его деятельности.

На Ленинградской АЭС созданы силы гражданской обороны в составе аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований и специализированного ведомственного формирования, которые обеспечивают предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Ежегодно на ЛАЭС проходят плановые штабные противоаварийные тренировки, во время которых персонал станции отрабатывает практические навыки, а также готовность реагирования и взаимодействия в условиях нештатной ситуации.[2]

Проведенная оценка показала, что эффективные национальные системы аварийного реагирования необходимы для минимизации последствий ядерных и радиационных инцидентов и аварийных ситуаций. Тем не менее, системы аварийной готовности и реагирования не должны рассматриваться в качестве замены системам эксплуатационной безопасности – скорее, они представляют собой дополнительную меру безопасности, призванную минимизировать риски.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПП РФ от 30 декабря 2003 г. №794 «О единой государственной системе по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
2. Газета города Сосновый Бор [Электронный ресурс] : офиц. сайт. - М., 2010- . - Режим доступа: <http://www.mayak.sbor.net/node/10409>.

ИЗРАИЛЬ: «ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ В ПОДВАЛЕ»

Серикова Н.А.

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: Snats14@mail.ru

В последние годы ситуация в сфере нераспространения ядерного оружия существенно осложнилась, поскольку техническими возможностями его создания обладает уже ряд стран, включая и те, которые стремятся приобрести "ядерный" статус. Этот факт объективно ставит распространение ядерного оружия в число основных угроз стратегической стабильности и международной безопасности в XXI веке. Поэтому контроль и анализ развития ядерной программы в стране является актуальной задачей.

Целью данной работы являлся анализ открытых материалов авторитетных зарубежных экспертов, посвященных этой теме, в том числе отчеты американского исследовательского центра Global Security, и последующая оценка «ядерной неоднозначности» Израиля.

Так, по оценкам зарубежных экспертов Израиль является четвертой ядерной державой мира. В своих заявлениях израильские официальные лица никогда не подтверждают, но и не отрицают наличие у Израиля ядерного оружия.[3] Израильская комиссия по атомной энергетике – одна из самых засекреченных организаций. Израиль является членом МАГАТЭ, но не присоединился к ДНЯО, не ратифицировал Конвенцию о физической защите ядерного материала и не участвует в международных соглашениях о контроле над ядерным экспортом. [2] Но по различным оценкам в 2006 году в арсенале Израиля имелось около 200 ядерных зарядов. А в статье двух экспертов в области распространения ядерного оружия, опубликованной в начале сентября 2013 года, утверждается, что Израиль имеет в своем распоряжении около 80 ядерных боезарядов, располагая при этом расщепляющимися материалами, необходимыми для производства от 115 до 190 боеголовок.[1].

Проведенная оценка показала о возможности производства Израилем ядерного оружия собственными силами и, с большой долей вероятности, о наличии на вооружении данного вида оружия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новый вызов после "холодной войны": распространение оружия массового уничтожения. <http://svr.gov.ru/material/2-13-6.html>
2. Путеводитель по Израилю: Оружие Массового уничтожения. <http://guide-israel.ru/>
3. В.И. Есин, Ядерная политика Израиля. Электронный журнал «Россия и Америка в XXI веке» №2, 2013.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ВИДЕОКОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЯДЕРНОГО ОБЪЕКТА

Смирнов А.С., Понер М.В., Степанов Б.П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

e-mail: d-ch@sibmail.com

В настоящее время средства и устройства видеонаблюдения являются неотъемлемой частью системы физической защиты на ядерном объекте. Также системы видеоконтроля также применимы в учете и контроле ядерных материалов[1]. Реализация процесса видеоконтроля рассматривается как анализ каждого отдельного кадра. В существующих системах это чаще всего происходит при помощи специального программного обеспечения и установления видеокамер с повышенными техническими характеристиками. Специализированное программное обеспечение «рассматривает» кадр, полученный с помощью видеокамер. Поэтому у нарушителя уменьшается вероятность остаться незамеченным даже при использовании им скрытых возможностей по совершению несанкционированных действий. Однако остаются трудности при использовании средств видеонаблюдения в условиях ограниченной видимости.

В работе рассматриваются вопросы построения системы видеонаблюдения на основе совместного применения цифровых и тепловизионных камер, работающих под управлением программного комплекса «Интеллект». Разработана и реализована система видеонаблюдения.

При включении в систему видеонаблюдения тепловизионной камеры повышенной чувствительности задавался сектор наблюдения, температура фона окружающей среды, а также температура человеческого тела либо контролируемого объекта. Выполнялось сравнение чувствительности камер при изменении освещенности объекта видеоконтроля, дальности обнаружения, влияния внешних факторов на параметры контрастности получаемого изображения.

В работе установлено, что при использовании в системе видеонаблюдения тепловизионной камеры, системы безопасности становятся более эффективной в условиях ограниченной видимости, а значит, увеличивается вероятность обнаружения нарушителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановлений Правительства РФ от 19.07.2007 № 456 «Об утверждении правил физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов».

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЧАСТОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТАХ

Степанов Б.П., Лаптев Д.С., Хмелёв А.С.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: laptev.dimka.91@gmail.com*

В последнее время при использовании атомной энергии одной из актуальных задач при функционировании системы физической защиты является контроль над персоналом на ядерном объекте. При противодействии выбранным угрозам рассматриваются два основных вида нарушителей: внешний и внутренний. Наиболее опасным являются действия внутренних нарушителей, так как он имеет санкционированный доступ на объект [1]. В работе предложена технология, основанная на бесконтактных радиочастотных (RFID) метках. При ее реализации автоматически происходит идентификация объекта по выбранной метке, в которой посредством радиосигналов считываются или записываются данные. В стандартный набор RFID оборудования входят считывающие и специализированные устройства, реализующие функции приема-передачи сигналов. Основным преимуществом данной технологии является ее бесконтактность и быстрота считывания. Установка считывающих антенн по точкам прохода персонала позволяет вести контроль нахождения сотрудников в соответствующих помещениях, а также и за ядерными материалами в пунктах хранения. Применение RFID-технологии дает возможность быстро и бесконтактно в зоне действия антенн считывать информацию с «метки» и переносить ее в базу данных. Перемещение по объекту с соответствующими RFID метками обеспечивает полную осведомленность и точную информацию об объекте идентификации.

В ходе работы выполнены эксперименты по определению зон идентификации, установлены факторы, влияющие на чувствительность считывания и экранирования. Установлены особенности применения предлагаемой RFID –технологии. Выявлены ограничения, влияющие на процесс считывания и идентификации метки. При практической реализации RFID-технологии потребуются организационные мероприятия, которые не дадут возможность персоналу удалять соответствующие нанесенные метки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарсиа М. Проектирование и оценка систем физической защиты. – М.: Мир: ООО «Издательство АСТ», 2002. – 386 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Степанова А.С., Степанов Б.П.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail:stepanova_n93@mail.ru*

Для выполнения требований режима нераспространения ядерного материала (ЯМ) на ядерном объекте (ЯО) необходимо реализовывать мероприятия, направленные на обеспечение физической защиты ЯМ, ядерных установок и пунктов хранения. Правильная организация контрольно-пропускного режима (КПР) является основой системы физической защиты. Он представляет собой совокупность организационно-правовых ограничений и правил, устанавливающих порядок пропуска через контрольно-пропускные пункты на границах охраняемых зон, а также в отдельные здания и помещения персонала объекта средств. Механизм осуществления КПР основывается на применении соответствующих запретов и ограничений в отношении субъектов, пересекающих границы охраняемых объектов, для обеспечения безопасности ЯО. Такой механизм должен в обязательном порядке соответствовать нормам и правилам ФЗ ЯМ, ЯУ и ПХ [1].

Одним из элементов КПР является система контроля и управления доступом (СКУД) комплекса технических средств физической защиты ЯО. Система обеспечивает исключение или существенное затруднение несанкционированного доступа нарушителей в охраняемые зоны и помещения [2]. Проверка прав доступа осуществляется путем идентификации и персонализации сотрудников объекта. Идентификатором может являться электронный ключ, карта-пропуск, персональный код, либо индивидуальные биометрические данные человека (отпечаток пальца, радужка и т.д.).

В работе проведен подробный анализ существующих методов и средств идентификации с целью анализа эффективности их применения в системах безопасности ЯО. Рассматривались конструктивные особенности различных способов и методов идентификации, на основе реализуемых СКУД «КОДОС» и «BioSmart». Сделаны рекомендации по учету возможностей технологий, исходя из задач защиты объекта, степеней угроз и экономических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. НП 083-07. Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов.
2. Ворона В.А., Тихонов В.А. Системы контроля и управления доступом – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – С. 272.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ УРАИНСКИХ АЭС В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА КОМПАНИИ WESTINGHOUSE

Терещенко Е.В.

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

Минэнерго Украины в марте 2014 года заявило о необходимости диверсифицировать поставки ядерного топлива на украинские АЭС. Украинский «Энергоатом» и компания Westinghouse договорились о продлении до 2020 года контракта на поставку американского ядерного топлива. Всего в настоящее время на Украине функционирует 4 АЭС. Все атомные станции были построены в советское время и рассчитаны на определенное топливо. Проблема использования сборок американского производства состоит в разности инженерных подходов и в конструкции российского ВВЭР и западного PWR. На рисунке 1 изображен поперечный разрез активных зон двух реакторов сравнимой мощности – российского ВВЭР-1000 (1000 МВт электрической мощности) и американского Westinghouse PWR 4 – loop (1100 МВт электрической мощности). Квадратная упаковка ТВС проигрывает шестиугольной в плане неравномерности расхода теплоносителя по сечению ТВС – квадрат хорошо охлаждается на углах, но очень плохо – в середине ТВС.

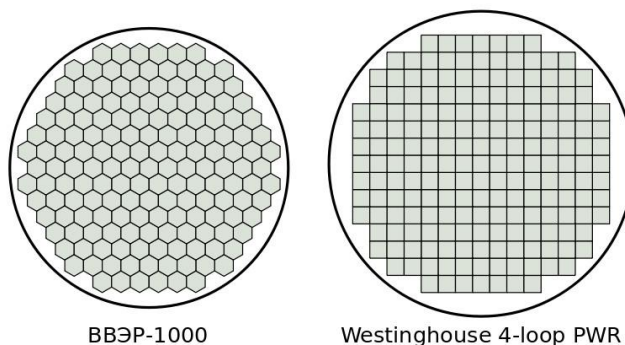


Рисунок 1 – Поперечный разрез активных зон

А вот шестиугольник российского ТВС гораздо ближе по форме к идеальному кругу, в силу чего охлаждение шестиугольного, гексагонального ТВС идёт гораздо более равномерно.

Теоретически использование ТВС-W и ТВС-W2 Westinghouse на АЭС советского проектирования возможно, краткосрочный эффект удовлетворительный, но влечет за собой ряд проблем.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ НЕДР ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАНА МЕТОДОМ СПВ

*Теровская Т.С.¹, Кеслер А.Г.¹, Носков М.Д.¹, Бабкин А.С.²,
Посохова Е.М.²*

¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636019,
г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65

² ЗАО «Далур», 641750, Курганская обл., с. Уксянское, ул. Ленина, 42

Метод скважинного подземного выщелачивания (СПВ) отличается высокой экологической безопасностью по сравнению с традиционными способами добычи урана. Извлечение урана данным способом осуществляется непосредственно в недрах и не сопровождается образованием отвалов пород и хвостохранилищ, осушением подземных водоносных горизонтов, образованием сбросных вод гидromеталлургических заводов и др. Однако, при разработке месторождений методом СПВ, в результате нагнетания выщелачивающих реагентов и их взаимодействия с вмещающей породой, в подземные воды поступают различные загрязняющие вещества. С точки зрения экологии наибольший интерес представляют радионуклиды (U, Th, Ra и др.), компоненты выщелачивающих реагентов и продукты их преобразований (SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+), а также вещества, переходящие в технологические растворы в количествах существенно превышающих допустимые нормы (Be^{2+} , Al^{3+} , $\text{Fe}^{2+,3+}$, V^{4+} , Cd^{2+}). Миграция загрязняющих веществ определяется гидродинамическими (фильтрация растворов в поровом пространстве и гидродинамическая дисперсия) и физико-химическими процессами (комплексообразование, диффузия, гомофазные и гетерофазные окислительно-восстановительные и кислотно-основные процессы, различные виды сорбции, реакции осаждения-растворения минералов, соосаждение компонентов раствора). Для обеспечения экологической безопасности добычи урана методом СПВ необходимо контролировать распространение технологических растворов, как в процессе подземного выщелачивания, так и после его завершения.

В докладе рассматриваются основные процессы, влияющие на миграцию загрязняющих веществ, методы мониторинга состояния недр и прогнозирования геоэкологических последствий при добыче урана методом СПВ. Приводятся результаты мониторинга и моделирования ареалов загрязнения, полученные при СПВ урана на Далматовском месторождении.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНОВ-ХРАНИЛИЩ ЖРО*

Тундешев Н.В.¹, Орешкин Е.А.^{1,2}

¹Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

²ФГУП «Горно-химический комбинат», 662980, г. Железногорск

Красноярского края, ул. Ленина, 53

e-mail: tundeshev93@mail.ru

За время эксплуатации технологического оборудования на предприятиях ЯТЦ накоплено и размещено в бассейнах-хранилищах большое количество ЖРО, на дне которых образовались иловые отложения (ИЛО), основными компонентами в которых являются железо (3÷17%), кремний (2,8÷8,5%), кальций (0,2÷3,2%), магний (1÷2,8%), натрий (0,7÷1,9%), фосфор (0,1÷0,9%), а содержание урана и плутония не превышает соответственно 10^{-3} % и 10^{-4} % [1].

Известны сорбционные, электрохимические, химические и механические способы переработки ИЛО [2]. Их общим недостатком является многостадийность и высокая стоимость переработки.

В связи с этим представляет интерес процесс комплексной плазменной переработки ИЛО в виде горючих ило-органических композиций с получением твердых продуктов в виде простых и сложных оксидов металлов, включающих магнитную окись железа.

В данной работе представлены результаты моделирования процесса комплексной плазменной переработки ИЛО. Определены и рекомендованы для практической реализации оптимальные составы ило-органических композиций и режимы их плазменной переработки.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании ресурсоэффективной технологии плазменной переработки ИЛО бассейнов-хранилищ ЖРО, а также других отходов создаваемого российского замкнутого ядерного топливного цикла.

*Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России на 2014-2016 годы (код темы № 2031).

ЛИТЕРАТУРА

1. Орешкин Е.А., Каренгин А.Г., Шаманин И.В. Моделирование и оптимизация процесса плазменной утилизации иловых отложений бассейнов-хранилищ жидких радиоактивных отходов // IV Международная школа-конференция молодых atomщиков Сибири: Сборник тезисов докладов, Томск, 23-25 октября 2013. – Томск: ТПУ, 2013. – С. 18.
2. Соболев И.А., Хомчик Л.М. Обезвреживание радиоактивных отходов на централизованных пунктах. – М.: Энергоатомиздат, 1983. - С. 75-78.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СЛУЖБЕ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ

Чебыкин Д.А.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail:dachebykin@mail.ru*

Ядерная криминалистика зародилась и получила распространение в годы холодной войны. С тех пор мир значительно изменился, однако, вследствие деятельности международных террористических ячеек и угрозы, исходящей от нее, важность ядерной криминалистики не только не уменьшилась, но и возросла.

Ядерная криминалистика – дело преимущественно международное. Чтобы проследить извилистые пути радиоактивного материала, необходимо тесное международное сотрудничество. Необходимы международные базы данных, в составлении которых невозможно обойтись без помощи элементного анализа веществ.

В случае перехвата нелегальной поставки ядерного материала важная часть расследования сводится к тому, чтобы найти источник, из которого поступил этот ядерный материал. На данном этапе также нельзя обойтись без применения оборудования, позволяющего качественно обнаружить, а также определить количественно содержание элементов, указывающих на происхождение исследуемого ядерного материала.

В настоящее время существует широчайший выбор методов элементного анализа веществ, в частности ядерных, позволяющих в различных условиях, с требуемой степенью точности установить, из каких атомов состоит исследуемое вещество. Что в свою очередь позволяет определить источник и путь, через который прошел данный материал.

Проведенный сравнительный анализ различных методов определения элементного состава позволяет выявить области применимости каждого отдельного метода для средств ядерной криминалистики.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Немецкая волна», Владимир Фрадкин. <http://dw.de/p/DeDH>
2. «Ядерная криминалистика: современное состояние и перспективы», А.А. Девичкин.
3. «Перспективы аналитической атомной спектрометрии», Большаков А.А., Ганеев А.А., Немец В.М.

ОЧИСТКА РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД ОТ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ АППАРАТЕ

Юртаева А.Н.¹, Сваровский А.Я.¹, Колесников А.А.²

¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,

²Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр.
Ленина, 36

e-mail: d086san@mail.ru

В процессе эксплуатации АЭС и ядерных производствах образуются радиоактивные сбросные воды, в активность которых вносят вклад многие радионуклиды металлов [1,2]. Эффективное удаление токсичных металлических ионов также требуется при очистке сбросных вод после гальванических процессов.

Наиболее часто применяются три метода очистки растворов. Одним из них является метод выпаривания. Однако этот метод является наиболее энергоемким. При малой концентрации солей в растворе выпаривание становится более затратным, чем очистка раствора методом сорбции или ионного обмена. При очистке раствора от радиоактивных ионов металлов методом ионного обмена добавляется процесс очистки образующихся сбросных вод, которыми являются регенерационный и отмывочный растворы [3]. Затраты для дальнейшей очистки и утилизации этих растворов снижает эффективность этого метода. Третий метод - очистка раствора на селективных сорбентах связана с образованием значительного количества отработанного сорбента, который также требует затрат на захоронение.

Дополнительным или альтернативным методом очистки растворов от ионов металлов может явиться электрохимический способ очистки. Предложенный метод очистки основан на использовании электрохимической ячейки, разделенной пассивной мембраной, путем замены ионов металла на ионы водорода. Определены условия усиливающие эффекты концентрирования и удаления ионов металлов из растворов с малой исходной концентрацией солей сильно и слабодиссоциирующих кислот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калухин С.А., Коновалова Н.А., Горбачева М.П. и др. Извлечение ⁶⁰Со и ¹³⁷Cs из модульного раствора трапных вод АЭС. // Журнал Радиохимия. 2013. Т.55, N 3. С. 242-248.
2. Никифоров А.С., Кулеченко В.В., Жихарев М.И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. М.: Энергоатомиздат, 1985.-184 с.

Секция
**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.
ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ И
ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ**

**МОДЕЛЬ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ПРОТЕКАЮЩИХ В МУЛЬТИПЛИЦИРУЮЩИХ
ТОРИЙСОДЕРЖАЩИХ СИСТЕМАХ (m%U, k%Pu, n%Th)O₂ НА
ЭПИТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНАХ**

*Беденко С.В., Кнышев В.В., Плевако М.Н., Грицюк С.В., Трифонов А.А.
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: utas_1993@inbox.ru*

На сегодняшний день повышение эффективности ядерной энергетики связано с решением двух основных задач. Первая задача связана с регенерацией облученного ядерного топлива (ОЯТ) атомных станций (АЭС) и возвращением его в топливный цикл. Вторая задача – увеличение глубины выгорания, как штатного топлива, так и новых видов перспективных топливных композиций типа – (Pu,Th)O₂, (U,Pu)O₂, UC/(U,Pu)C, UN/(U,Pu)N).

Все это ведет к увеличению объемов ОЯТ, усложнению экологической обстановки, ядерной и радиационной опасности существующих реакторов и ядерных энергетических установок (ЯЭУ) нового поколения.

При обращении с ОЯТ ЯЭУ нового поколения основная проблема будет связана с радиационной безопасностью, разработкой алгоритмов, процедур и регламентов обращения с учетом спектральных и интегральных характеристик ОЯТ [1–2].

Исследования, выполненные в работе, позволят разработать технические и регулирующие решения при обращении с перспективным облученным топливом реакторных установок нового поколения, в частности, оригинальные схемы загрузок и перестановок ОЯТ в системах хранения и транспортировки, технологический регламент вывода систем хранения из эксплуатации, включая возможный демонтаж и захоронение отдельных узлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гагаринский А.Ю., Игнатъев В.В., Пономарев-Степной Н.Н., Субботин С.А., Цибульский В.Ф. Роль ядерной энергетики в структуре мирового энергетического производства 21 в. // Атомная энергия. – 2005. – Т. 99. – № 5. – С. 323–335.
2. Шаманин И.В., Буланенко В.И., Беденко С.В. Поле нейтронного излучения облученного керамического ядерного топлива различных типов // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2010. – № 2. – С. 97–103.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЛУЧЕННОГО ПЕРСПЕКТИВНОГО КЕРОМИЧЕСКОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА И ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМ ЕГО ХРАНЕНИЯ

*Беденко С.В., Плевака М.Н., Кнышев В. В., Савасичев К.А.
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр.
Ленина,30, e-mail: gerfilch@gmail.com*

На сегодняшний день повышение эффективности ядерной энергетики связано с решением двух основных задач. Первая задача связана с регенерацией U, Pu из ОЯТ АЭС и возвращением их в ЯТЦ. Вторая задача – увеличение глубины выгорания как штатного топлива, так и новых видов топливных композиций типа (Pu,Th)O₂, (U,Pu)O₂, UC/(U,Pu)C, UN/(U,Pu)N [1–3]. Решение этих задач, в свою очередь, приводит к увеличению объемов ОЯТ, усложнению экологической обстановки, ядерной и радиационной опасности существующих реакторов и реакторных установок нового поколения. Сегодня в России особенно острой проблемой является хранение ОЯТ уран-графитовых реакторов и других реакторных установок, топливо которых не перерабатывается и хранится в приреакторных хранилищах на АЭС [1].

В настоящей работе рассматриваются концептуальные подходы и методология обращения с ОЯТ в системах «сухого» хранения. Проведены результаты расчетных исследований и численных экспериментов, направленных на определение нейтронно-физических и радиационных характеристик систем хранения и транспортировки облученных топливных нового поколения [1-3]. Проведенные в работе численные эксперименты позволят разработать технические и регулирующие решения при обращении с ОЯТ существующих реакторов и реакторных установок нового поколения, позволят повысить экологическую, ядерную и радиационную безопасность систем «сухого» хранения и транспортировки керамического ОЯТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строганов А.А., Курындин А.В., Аникин А.Ю. Анализ соответствия российской и международной нормативной базы по регулированию безопасности при транспортировании радиоактивных материалов и отработавшего ядерного топлива // Ядерная и радиационная безопасность. – 2011. – № 3. – С. 23–25.
2. Шаманин И.В., Буланенко В.И., Беденко С.В. Поле нейтронного излучения облученного керамического ядерного топлива различных типов // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2010. – № 2. – С. 97–103.
3. Беденко С.В., Гнетков Ф.В., Кадочников С.Д. Дозовые характеристики полей нейтронов керамического ядерного топлива различных типов // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2010. – № 1. – С. 6–12.

ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДИДОВ В МОЧЕ МЕТОДОМ ПОТЕНЦИОМЕТРИИ

Безрукова С.А., Мурыгина А.В.

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

При анализе биологических объектов (мочи) возникают проблемы, связанные с низким содержанием определяемого элемента в анализируемом образце и высоким содержанием органических примесей. Возможность применения твердых сорбентов как в случае отделения компонентов матрицы пробы, так и для концентрирования определяемого элемента позволяет повысить чувствительность определения и, как следствие, точность получаемых результатов без значительных потерь определяемого компонента.

В качестве сорбентов практически могут служить все мелкодисперсные твердые вещества, обладающие развитой поверхностью: нанодисперсный оксид алюминия, ионообменные смолы, активные угли (АУ) различных марок, картриджи с модифицированными кремнеземами и др.

Нами исследован следующий ряд сорбентов: нанопорошок Al_2O_3 , активированные угли марок: СУМС-1 и ФАС (г. Новосибирск). Для создания необходимого рН к анализируемой пробе добавляли раствор H_2SO_4 (рН=1-2), сухую соль K_2HPO_4 (рН=7-8), раствор $NaOH$ (рН =10-11). Сорбцию проводили в статических условиях при перемешивании на магнитной мешалке. По окончании опыта раствор центрифугировали в течение 10 мин при скорости вращения 6000 об/мин. Для анализа отбирали надосадочную жидкость измеренного объема.

В результате исследований установлено, что при рН=1-2 йодид-ионы на 80 % сорбируются из водных растворов и мочи как на активированных углях, так и на нанодисперсном оксиде алюминия. Однако при применении нанодисперсного Al_2O_3 отмечено, что градуировочный график $E - \lg C$ очень сильно зависит от рН раствора. Поэтому все измерения с ИСЭ проводили при рН 4-5, где искажения были наименьшие.

Потенциометрическое определение в сильно щелочной среде (рН=8-10) осложняется ввиду смещения потенциала ИСЭ в область отрицательных значений и отсутствием отклика при введении добавки стандартного раствора. Органическая матрица удаляется в значительной степени при рН= 5-8, при этом йодид-ионы остаются в растворе на 80 %.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ТРЕЩИН НА СРОК СЛУЖБЫ ГРАФИТОВЫХ БЛОКОВ

Годовых П.В., Мочалов А.М., Нестеров В.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

e-mail: godovyh.pavel@mail.ru

В период проектирования реакторов РБМК не было не только достаточной базы данных по свойствам графита, но и критериев оценки работоспособности графитовой кладки. В настоящее время существуют следующие основные критерии: целостность графитовых блоков; деградация конструкции кладки; деградация графита как конструкционного материала; изгиб колонн; вертикальная усадка колонн.

При плановых обследованиях графитовых кладок выявляются ячейки, имеющие один или несколько графитовых блоков с продольной трещиной. Путем замены каналов удается компенсировать массовое растрескивание графитовых блоков, но через некоторое время оно вновь появляется от внутренних напряжений, возникающих из-за градиентов температуры и нейтронного потока по сечению графитового блока. Эта проблема является определяющей в оценках срока службы кладки.

Анализ полученных для условий реактора РБМК-1000 распределений локального значения теоретического срока службы позволяет сформулировать ряд выводов:

– направление раскрытия трещины (на внешнюю поверхность блока или к отверстию под технологический канал) практически не сказывается на изменении значения полного ресурса (их различие составляет не более 0,01 %);

– трещины, направленные к углу блока и находящиеся на одной диагонали, гарантируют существенно больший безопасный срок эксплуатации реакторного графита (увеличение на 5%), чем тот же тип трещин, расположенных на разных диагоналях;

– в случае одиночного растрескивания локальные значения теоретического срока службы несколько больше, когда трещины параллельны поверхностям блока (увеличение на 0,63%), по сравнению со случаем, когда трещины направлены к углу блока.

ФЛУКТУАЦИИ НЕЙТРОННОГО ФОНА УРАН-ТОРИЕВЫХ РУД И ЕГО ПОВЫШЕНИЕ В ПЛОТНОСПЕЧЕННОЙ ТОПЛИВНОЙ КЕРАМИКЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

*Губайдулин И.М., Беденко С.В., Бородай А.Ю., Кузнецов Е.В.,
Клюкин Н.М.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

E-mail: ildar@tpu.ru

В ранее проведенных исследованиях для мультиплицирующих систем $\{(m\%U, n\%Th)O_2, (m\%Pu, n\%Th)O_2\}$ действующих на эпитепловых нейтронах, обнаружено, что формализм, описывающий процессы взаимодействия нейтронов с ядрами, включая резонансное поглощение и рассеяние, не всегда обеспечивает удовлетворительное согласие с экспериментом[1].

Предварительные численные эксперименты, направленные на исследование механизмов взаимодействия нейтронов в области разрешенных и неразрешенных резонансов тяжелых ядер топливной керамики показали, что учет волновых процессов взаимодействия нейтронов в области энергий до 1эВ может привести к изменению критических параметров мультиплицирующих систем и заметной флуктуации потока эпитепловых нейтронов в области энергий от 4 до 24эВ. А полученные новые экспериментальные данные и исследования сверхтонкой структуры резонансной области поглощения нейтронов ядрами Th-232 [2] требуют дополнительных исследований флуктуации нейтронного фона в топливной керамике нового поколения $\{(Pu, Th)O_2, (U, Th)O_2, (U, Pu)O_2, UN/(U, Pu)N\}$.

Актуализацию обозначенной проблемы предлагается начать с рассмотрения основных ядерно-физических процессов, вызывающих флуктуации нейтронного фона уран-ториевых руд и анализа причин его повышения в топливной керамике нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаманин И. В. , Беденко С. В. , Губайдулин И. М. Внутренний блок-эффект в уран- и торийсодержащих размножающих системах // Известия вузов. Физика. - 2013 - Т. 56 - №. 11/2. - С. 59-66
2. Gubaydulin I. M. , Bedenko S. V. The organization of the nuclear fuel cycle of the new generation based on serial thermal-neutron nuclear reactors // Методология проектирования молодежного научно-инновационного пространства для российской энергетики: сборник научных трудов международной молодежной научной школы, Томск, 27-29 Марта 2013. - Томск: ТПУ, 2013 - С. 38-42.

СРАВНЕНИЕ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ РАБОТЕ С ИМПУЛЬСНЫМИ РЕНТГЕНОВСКИМИ ИСТОЧНИКАМИ

Жаксыбаева Г.К., Милойчикова И.А., Стучебров С.Г.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: gulnur-1211@mail.ru*

При исследованиях внутренней структуры объектов на установках, основанных на применении ионизирующего излучения, рано или поздно возникает вопрос оценки дозовых нагрузок на объекты исследования. При создании дефектоскопических либо досмотровых систем пределы максимально допустимых дозовых нагрузок обычно достаточно высоки, либо вовсе отсутствуют. При проведении медицинских диагностических процедур естественные ограничения по радиационной безопасности не всегда позволяют выбирать желаемые интенсивности излучения и энергетический спектр, а так же накладывают ограничения на количество обследований. Все это создает сложности при таких обследованиях, а зачастую даже приводит к невозможности их проведения.

Снижение дозовых нагрузок на исследуемые объекты сегодня является одной из главных задач, возникающих перед разработчиками рентгенографического оборудования, предназначенного для изучения биологических объектов. Один из методов снижения основан на использовании импульсного источника синхронизированного с работой детектирующего устройства.

На кафедре Прикладной физики Томского политехнического университета были разработаны макеты установок для проведения двухмерной и трехмерной рентгеновской визуализации на базе импульсного рентгеновского генератора РАП-106-5. Для оценки пригодности применения созданных макетов в медицинских целях, необходимо провести оценку дозовых нагрузок на объекты исследования.

В рамках данной работы проведена оценка дозовых нагрузок от импульсного рентгеновского генератора РАП-160-5 с использованием термолюминесцентных дозиметров ДТЛ-02, универсального дозиметра UNIDOS E в комплекте с плоско параллельной ионизационной камерой типа 23342, дозиметра-радиометра ДКС-96 и дозиметра ДРГЗ-04.

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА СИЛЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Карпович Н.И.¹, Тургунова Н.Д.¹, Калумуев А.А.²

¹Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

²Сибирский государственный медицинский университет, 634050,

г.Томск, Московский тракт, 2

e-mail: karpovitchnatalia88@mail.ru

Актуальность работы определяется необходимостью фундаментальных и прикладных исследований, проводимых на экспериментальных животных с целью тестирования и поиска новых лекарственных соединений, призванных на борьбу со многими заболеваниями человека.

В исследованиях используются кольцевые изолированные сегменты кровеносных сосудов и воздухоносных путей диаметром от 1 мм до 10 мм и шириной от 0,5 мм до 5 мм. Такой сегмент может развивать суммарную тягу (силу) от 1 до 100 мН. Скорость изменения силы относительно невелика: от 0,1 мН в секунду до 50 мН в секунду. Для обеспечения оптимальных условий измерения необходимы изометрические условия, то есть свести к минимуму перемещения в процессе измерений.

Соответственно можно определить рабочий диапазон параметров датчика силы для биологических экспериментов:

максимальный предел измерений: - 0,1 Ньютон;

чувствительность – 0,0001 Ньютон;

напряжение питания: +/- 5 (12) V;

ток потребления: - не более 10,0 mA;

Предполагается полученный аналоговый электрический сигнал с датчика силы преобразовывать в цифровой сигнал с применением серийного АЦП. Так же возможно получать цифровой сигнал напрямую с датчика силы, но стоит предусмотреть удобство ввода его в персональный компьютер и последующую обработку программными средствами.

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЭНЕРГЕТИКИ

Кондратова Я.С.

Снежинский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, 456776, г. Снежинск, Челябинской обл., ул. Комсомольская, 8, e-mail: iana.kondratova@mail.ru

Овладение источниками энергии всегда было способом выживания человечества. И ныне ее потребление остается одним из важнейших показателей, во многом предопределяющих уровень жизни людей. Именно поэтому важно правильно оценивать состояния современной энергетики, выделить наиболее перспективные направления развития и найти пути оптимального выхода из сложившейся ситуации.

В связи с ростом населения Земли возрастают потребности в энергии, поэтому проблема энергообеспечения становится все более актуальной. Научно технический прогресс открывает новые возможности для экономии энергии, но в то же время сам увеличивает ее потребление.

Чтобы представить достоверный прогноз необходимо проследить динамику развития различных видов энергетики за последние десятки лет. Так же для оценки реальности использования разных источников энергетики нужно проследить стоимость производства энергии различными способами. И для дополнения всей картины сравнение КПД всех видов производства энергии поможет сделать выводы о потенциале каждого из них. Тогда появится возможность предложения определенных направлений развития.

Таким образом, в своей работе я представлю следующую информацию:

- Существующее состояние энергетики в Море и в РФ;
- Динамика развития различных видов энергетики;
- Динамика стоимости производства различных видов энергии;
- Сравнение их КПД;
- Определение потенциала каждого из видов.
- Возможные направления дальнейшего развития Мировой энергетики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Под редакцией Стриханова М. Н., Ядерная энергетика проблемы. Решения. Часть первая, Москва 2011.
2. Материалы Студенческой конференции по вопросам нераспространения ядерных материалов и вооружений, доклад Муругова В.М.

ГЕНДЕРНАЯ СЕГРЕГАЦИЯ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Костарева Т.В., Михеенко С.Н.

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

Стремительно растущее энергопотребление; неопределенность, связанная с ненадежностью поставок и степенью доступности энергоресурсов в будущем; колоссальные материальные затраты на предотвращение загрязнения окружающей среды – всё это способствует новому взгляду государства на ядерную энергетику, как на безопасный и чистый источник энергии, способный занять достойное место в энергополитике страны.

Гендерная сегрегация в отечественной атомной отрасли проявляется, прежде всего, в явной асимметрии распределения сотрудников-мужчин и занятых в этой сфере женщин в отраслевых, профессиональных и должностных структурах. При количественно близком уровне экономической активности мужчин и женщин, схожем типе трудовой активности на протяжении жизненного цикла, женщины, занятые в атомной отрасли, продолжают трудиться в условиях горизонтальной и вертикальной сегрегации и получают в среднем меньшую заработную плату.

К сожалению, как и в других, так называемых «мужских» отраслях, в атомной энергетике женщины сталкиваются с так называемым «стеклянным потолком», который препятствует их карьерному росту, проявлению их талантов и умений, ставя женщин на ступень ниже мужчин. По большей части это обусловлено стереотипным мышлением в отношении женщин. Их считают неспособными принимать ответственные решения и, уж тем более, внести свой ощутимый вклад в такой важнейшей и исконно «мужской» сфере деятельности, как отрасль ядерной энергетики.

А ведь именно женщины, работающие в сфере применения ядерных и радиационных технологий, обладающие всесторонними глубокими знаниями и научным видением потенциала атомной отрасли, являются ключом к обеспечению позитивного восприятия общественностью вопросов, связанных с безопасностью и преимуществами ядерной энергии.

Для устранения экономических основ такого рода гендерного неравенства необходимо изменить структуру спроса на отраслевом рынке труда, практику найма и продвижения персонала, повысить значимость и престижность занимаемых женщинами должностей.

АНАЛИЗ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БЕТАТРОНА ОБЬ-4

Милойчикова И.А., Жаксыбаева Г.К., Стучебров С.Г.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: ircha1988@mail.ru*

Известно, что применение импульсного излучения, синхронизованного с работой детектирующей системы, при визуализациях внутренней структуры объектов существенно снижает дозовую нагрузку на объекты исследования. Целью данного исследования является анализ возможности применения портативного импульсного бетатрона ОБЬ-4 в качестве импульсного источника тормозного излучения при визуализации. Для этого, в первую очередь, необходимо провести исследование дозиметрических характеристик тормозного излучения ускорителя для оценки его пригодности в поставленных целях, для чего необходимо разработать методику, позволяющую делать соответствующие оценки. Кроме этого необходимо провести измерение пространственного распределения поля тормозного излучения бетатрона.

Источником излучения в работе являлся портативный бетатрон ОБЬ-4. Бетатрон ОБЬ-4 сконструирован как импульсный источник тормозного излучения с использованием вольфрамовой мишени толщиной 0,6 мм. Максимальная энергия электронов составляет 4,0 МэВ.

Для первичной оценки дозовых параметров были использованы термолюминесцентные дозиметры ДТЛ-02 с термолюминесцентным материалом LiF: Mg, Ti. Для оценки дозовых характеристик и анализа пространственного распределения поля тормозного излучения бетатрона был использован универсальный клинический дозиметр UNIDOS E в комплекте с цилиндрической ионизационной камерой типа 30013, разработанной для проведения абсолютной дозиметрии фотонных и электронных пучков.

В результате разработана методика оценки дозовых характеристик импульсного гамма источника, получены пространственные распределения поля тормозного излучения бетатрона ОБЬ-4 и проведен анализ влияния формы выходного окна на профильное распределение поля тормозного излучения бетатрона.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ПОДКРИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

*Монгуш С.А., Кузнецов М.С., Семенов А.О.
Томский политехнический университет,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: Mongusch-S@mail.ru*

В ядерном реакторе количественной оценкой протекания самоподдерживающейся цепной реакции деления служит эффективный коэффициент размножения, величина которого определяется произведением бесконечного коэффициента размножения на вероятность избежать утечки нейтронов [1]. Вероятность избежать утечки нейтронов зависит от геометрии моделируемого ядерного реактора. Геометрический параметр активной зоны устанавливается соотношением между пространственным распределением плотности потока нейтронов и геометрическими характеристиками этой активной зоны [2]. Определение оптимального значения геометрического параметра является важной задачей проектирования ядерных реакторов.

Существует определенное соотношение в диффузионно-возрастном приближении между геометрией реактора и его нейтронно-физическими характеристиками [3].

Влияние геометрии подкритической системы на нейтронно-физические параметры изучалось на модели графитовой призмы с расположенным в центре плутоний-бериллиевым источником быстрых нейтронов.

Для различной конфигурации графитовой кладки рассчитывался геометрический параметр и распределение нейтронных потоков по графитовой призме. На основе этих расчетов для графитовой кладки выбрана наиболее оптимальная конфигурация призмы для дальнейшего изучения ее нейтронно-физических особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саркисов А.А., Пучков В.Н. Физика переходных процессов в ядерных реакторах/ Под ред. А.А. Саркисова. –М.: Энергоатомиздат, 1983.– 232 с.
2. Кахан Т., Гози М. Физика и расчет ядерных реакторов.–М.: Изд-во Госкомитета по использованию атомной энергии Совмина СССР, 1960.
3. Бартоломей Г.Г., Бать Г.А. и др. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов: Учебное пособие для вузов.–М.: Энергоатомиздат, 1989.

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ГИДРОФТОРИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА

Савитский О.П., Дядик В.Ф.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: oleg_sav@pochta.ru*

На ОАО «Сибирский химический комбинат» проводятся работы по снижению себестоимости готовой продукции и увеличению производственных мощностей. Одним из результатов данных работ является ввод в эксплуатацию установки гидрофторирования (ГФ). Установка гидрофторирования предназначена для предварительной обработки газообразным фтористым водородом оксидов урана с целью снижения удельного расхода молекулярного фтора при производстве сырьевого гексафторида урана (ПГФУ). Готовым продуктом установки являются полупродукты, представляющие собой смесь оксидов урана, уранилфторида, тетрафторида урана и закиси-окиси урана, содержащих до 18 массовых процентов фтора.

С целью обеспечения заданного качества готового продукта необходимо выдерживать заданный коэффициент избытка оксидов урана над стехиометрическим [1, 2]. Данную задачу может решить только система автоматизированного управления.

В результате теоретических и экспериментальных исследований проведен структурный синтез системы автоматизированного управления узлом ГФ ПГФУ. В структурной схеме выделены четыре блока управления, задачами которых являются обеспечение:

- требуемой величины загрузки оксидов урана в ГФ, обеспечивающей заданную производительность ГФ;
- необходимого количества газообразного фтористого водорода загружаемого в ГФ;
- необходимой температуры конденсата на выходе испарителя, с целью обеспечения регламентной работы испарителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербаков В.И., Зуев В.А., Парфенов А.В. Кинетика и механизм фторирования соединений U, Pu и Np фтором и галогенфторидами. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 128 с.
2. Ануфриева А.В., Галата А.А., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Лазарчук В.В. Исследование кинетики процесса гидрофторирования UO₂ // Известия высших учебных заведений. Физика. - 2013 – Т.56- № 4/2 – С. 34-38.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТКАНИ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ

Тургунова Н.Д., Мартемьянова Н.И.

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр.

Ленина, 30

e-mail: ousa@tpu.ru

Радиационная терапия представляет собой надежный метод в лечении злокачественных новообразований. Однако излучение воздействует как на здоровые ткани, так и на опухоль. Оно повреждает паренхиматозные и сосудистые ткани. Величина радиационных повреждений зависит от дозы и имеет латентный период, который определяется видом тканей. Исследования показали, что в облученной коже наблюдаются изменения в величине проводимости и диэлектрической постоянной. Зависимость комплексной проводимости от частоты определяется процессом зарядки емкости клеточных мембран и релаксацией диполей протеинов. Эти свойства могут быть очень чувствительными в случае прогресса повреждений в ткани. Применение биоимпедансной спектроскопии для оценки состояния ткани после облучения может быть перспективным методом для планирования вторичных сеансов облучения.

Для оценки изменений в электрических свойствах тканей были проведены измерения у пациента с раком молочной железы. Было получено информированное согласие. История пациента включала хирургическое удаление опухоли и химиотерапию. Однако опухоль возникла вновь. Далее был прописан курс нейтронной терапии. Изменение фазового угла измерялось два раза с перерывом в 3 дня.

Результаты измерений показали достаточно высокую надежность измерения электрических характеристик тканей для анализа их нарушений по сравнению с гистологическими исследованиями. Измерение электрического импеданса тканей может быть потенциальным и надежным методом для оценки их состояния.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛАБОПОГЛОЩАЮЩИХ СРЕД

*Чуйкина А.В., Семенов А.О., Чурсин С.С.
Томский политехнический университет,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: flipped2010@mail.ru*

При проектировании ядерных систем различного назначения необходимо рассчитать ее параметры и спрогнозировать поведение системы. Большое распространение при изучении нейтронно-физических характеристик систем получили подкритические сборки. Для работы на таких сборках разработано много методов и методик оценки ее параметров и свойств.

Одним из этих методов является метод экспоненциальной призмы. Этот метод широко используется для определения критических параметров ядерных реакторов, а так же определения нейтронно-физических характеристик слабо поглощающих сред [1].

Суть метода состоит в том, что в подкритическую модель помещается источник нейтронов и снимается зависимость плотности потока нейтронов от расстояния до источника.

На определенном расстоянии эта зависимость переходит в экспоненту, показатель которой связан с материальным параметром χ^2 заданной размножающей системы. В критическом реакторе материальный параметр равен геометрическому. Зная геометрический параметр, можно рассчитать критические размеры проектируемого реактора [2].

Для проведения эксперимента использовалась графитовая призма в форме параллелепипеда из графитовых блоков размером 30×30×60 см, в центре которой находился плутоний-бериллиевый источник нейтронов мощностью 10^6 - 10^7 нейтр./с. С помощью торцевого нейтронного детектора проводились измерения плотности потока нейтронов. Далее по методике определялись геометрический и материальный параметры подкритической графитовой сборки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартоломей Г.Г., Бать Г.А. и др. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов: Учебное пособие для вузов.–М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Кахан Т., Гози М. Физика и расчет ядерных реакторов.–М.: Изд-во Госкомитета по использованию атомной энергетики Совмина СССР, 1960.

РЕЗОНАНСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ЭПИТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ ТЯЖЕЛЫМИ ЯДРАМИ И ВНУТРЕННИЙ БЛОК-ЭФФЕКТ

*Шаманин И.В., Губайдулин И.М., Беденко С.В., Мишина Н.В.,
Соболев В.К.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

E-mail: ildar@tpu.ru

Проведенные исследования показали, что тонкая структура эпитепловой области в зависимости сечения поглощения нейтронов от энергии для Th-232 обеспечивает ему неоспоримые преимущества по сравнению с U-238 в части обеспечения безопасности ядерных реакторов на тепловых нейтронах [1].

Ряд расчетных исследований и численных экспериментов, проведенных авторским коллективом для мультиплицирующих торийсодержащих систем, действующих на эпитепловых нейтронах, позволил выявить ещё одну новую особенность, которая дополняет преимущества Th перед U.

При фиксированном значении характерного размера ядерного топливного элемента в определенном интервале изменения отношения объема замедлителя к объему топлива наблюдается значительно меньшее резонансное поглощение в случае, когда воспроизводящим нуклидом является Th-232 [2], что обеспечивает 2 важных преимущества. Первое - сильный внутренний блок-эффект в распределении плотности потока эпитепловых нейтронов по объему топливного ядра, в ториевой системе значительно ниже. В результате интегральное количество делений в ядерном топливном элементе при неизменных его размерах возрастает. Это обеспечивает значительное повышение эффективности использования топлива, в том числе за счет возрастания длительности кампании. Второе - значительно большее количество замедлителя в ториевой системе. Это обеспечивает значительное увеличение тепловой инерции со всеми вытекающими из этого преимуществами в части безопасности и надежности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаманин И. В. , Беденко С. В. , Губайдулин И. М. Внутренний блок-эффект в уран- и торийсодержащих размножающих системах // Известия вузов. Физика. - 2013 - Т. 56 - №. 11/2. - С. 59-66
2. Shamanin I. V. , Bedenko S. V. , Gubayduln I. M. Optimum Ratio of Coverings Thickness to the Diameter of the Fuel Core of the Dispersive Nuclear Fuel // Advanced Materials Research. - 2014 - Vol. 880. - p. 219-228.

Секция
**АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЙ И ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ
ОТРАСЛИ**

ЦИФРОВОЙ ДАТЧИК ТОКА АНОДА СРЕДНЕТЕМПЕРАТУРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА ПРОИЗВОДСТВА ФТОРА

*Агеев А.Ю., Векленко Г.А., Кетов А.С., Латышев Р.В.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: AlexKet@inbox.ru*

В работе представлены результаты исследований, направленных на разработку и испытание цифрового датчика тока анода среднетемпературного электролизера (СТЭ), используемого при производстве фтора. Целью проводимых исследований является оптимизация технологических характеристик среднетемпературных электролизеров.

В ходы проведения работы изучен технологический объект – среднетемпературные электролизеры СТЭ-10 и СТЭ-20. Установлены основные особенности их конструкции и режимов работы, диапазон изменения основного технологического параметра – тока анодных электродов. Проведен анализ методов измерения постоянных токов рассматриваемого уровня и предложен оптимальный для СТЭ вариант. На базе микроконтроллера Atmel разработана принципиальная электрическая схема, реализующая обработку и преобразование сигнала используемого первичного преобразователя в цифровой вид. Выполнена разводка печатной платы датчика. Изготовлен макет цифрового датчика тока анода (ЦДТА), с помощью которого опробована предлагаемая конструкция ЦДТА и схема обработки сигнала. С учетом выявленных недостатков изготовлены шесть опытных образцов ЦДТА. Составлена и утверждена программа испытания ЦДТА в условиях действующего производства фтора. Проведенные испытания показали соответствие опытных образцов ЦДТА требованиям технического задания, эффективность предлагаемой конструкции ЦДТА в целом, а также пути ее совершенствования для повышения надежности работы датчиков и удобства их обслуживания в условиях реального производства фтора.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ СМЕСИ КИСЛОТ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗВОДНОГО ФТОРИСТОГО ВОДОРОДА

Бланк М.О., Денисевич А.А.

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр.

Ленина, 30

e-mail: denisevichaa@tpu.ru

В ядерно-энергетическом топливном цикле фтороводород применяется для производства элементарного фтора, используемого как фторирующий реагент при получении, разделении и аффинаже ядерного горючего [1]. Промышленный способ производства HF основан на разложении фторида кальция CaF_2 серной кислотой [2]. Источником CaF_2 в процессе разложения является флюоритовый концентрат (ФК), содержащий более 90 % CaF_2 . Рассматриваемая реакция относится к классу топохимических эндотермических реакций, поэтому процесс ведется в обогреваемых вращающихся барабанных печах при температуре 130–200 °С, куда непрерывно подаются флюоритовый концентрат и рабочая смесь кислот, состоящая из серной кислоты (88–96 %), фтороводорода (1–7 %) и воды (2–5 %) [1].

Настоящая работа посвящена первому этапу создания автоматизированной системы управления процессом сернокислотного разложения флюоритового концентрата для ОАО СХК – разработке алгоритма для приготовления смеси реагентов рабочей смеси кислот (РСК) требуемого состава. Данный алгоритм позволяет при заданных производительности, расходе оборотной кислоты и коэффициенте избытка рассчитать значения расходов купоросного масла и олеума, необходимых для приготовления рабочей смеси кислот заданного количества и состава.

Для удобства расчетов расходов компонентов РСК помощью приложения GUIDE, пакета MATLAB был разработан графический интерфейс. Полученные результаты исследований были использованы при выполнении хоздоговора между ОАО «Сибирским химическим комбинатом» и Томским политехническим университетом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галкин Н.П., Крутиков А.Б. Технология фтора. – М.: Атомиздат, 1968. – 187 с.
2. Исикава Н. Новое в технологии соединений фтора: Пер с яп. – М.: Мир, 1984. – 591 с.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЁРА

Гладырь Е.М., Денисевич А.А.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: elena310394@yandex.ru*

Фтор – один из самых активных элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева. Для лабораторных целей фтор получают в экспериментальных электролизёрах малой мощности. Главной задачей при управлении такими электролизёрами является поддержание заданной температуры расплава электролита в автоматическом режиме. Процесс электролиза заключается в разложении бифторида калия на фтор и водород. Объектом исследования является среднетемпературный экспериментальный электролизёр [1].

Электролит нагревают трубчатыми электрическими нагревателями, до достижения им температуры, равной от 80 до 105 °С. Данный тепловой процесс описывается системой однородных дифференциальных уравнений. В ходе составления системы было принято упрощение, что распределение температуры в стенке ванны для электролиза постоянно. Полученная система уравнений имеет вид [2]:

$$\begin{cases} C_{\text{Э}} \cdot \rho_{\text{Э}} \cdot \frac{\partial T_{\text{Э}}}{\partial \tau} = \frac{Q_{\text{ТЭН}}}{V_{\text{Э}}} - \frac{\alpha_{\text{Э}} \cdot (T_{\text{Э}} - T_{\text{Ст}}) \cdot F_{\text{СтВн}}}{V_{\text{Ст}}} \\ C_{\text{Ст}} \cdot \rho_{\text{Ст}} \cdot \frac{\partial T_{\text{Ст}}}{\partial \tau} = \frac{\alpha_{\text{Э}} \cdot (T_{\text{Э}} - T_{\text{Ст}}) \cdot F_{\text{СтВн}}}{V_{\text{Ст}}} - \frac{\alpha_{\text{Ст}} \cdot (T_{\text{Ст}} - T_{\text{ОС}}) \cdot F_{\text{СтНар}}}{V_{\text{Ст}}} \end{cases}$$

где $C_{\text{Э}}$, $C_{\text{Ст}}$ – удельная теплоемкость электролита и материала стенки соответственно; $\rho_{\text{Э}}$, $\rho_{\text{Ст}}$ – плотность электролита и материала стенки соответственно; $T_{\text{Э}}$, $T_{\text{Ст}}$ – температура электролита и материала стенки соответственно; τ – время протекания процесса; $V_{\text{Э}}$ – объем электролита; $\alpha_{\text{Э}}$, $\alpha_{\text{Ст}}$ – коэффициент теплоотдачи электролита и материала стенки соответственно; $F_{\text{СтВн}}$, $F_{\text{СтНар}}$ – площадь внутренней и внешней поверхностей стенки электролизера; $V_{\text{Ст}}$ – объем стенки электролизера; $T_{\text{ОС}}$ – температура окружающей среды.

В результате проделанной работы разработано математическое описание тепловых процессов в экспериментальном электролизере и произведено компьютерное моделирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галкин Н.П., Крутиков А.Б. Технология фтора. – М.: Атомиздат, 1968.
2. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 2000. – 261 с.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ФТОРА

Глушенков В.В., Ливенцова Н.В., Егорова О.В.

Томский политехнический университет,

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

e-mail: liventsovanina@mail.ru

Разработаны электронные тесты для проверки знаний по производству фтора, необходимые для использования в компьютерном тренажере. Разработано описание производства фтора, состоящее из 10 разделов, включающее основные части производства, такие как: система электропитания, охлаждения, подачи фтористого водорода, сбор продуктов, состав и работа нижнего и верхнего уровня АСУТП. Составлены 17 тестов на знания основы ПФ, соответствующие первому разделу изучения. Тесты разрабатывались таким образом, чтобы соответствовали следующим критериям [1]: объективность, надежность и валидность. Из возможных видов тестовых заданий, описанных в [2], использованы тесты закрытой формы.

Для создания тестов и сравнения возможностей, заложенных разработчиками, опробованы программные оболочки: MyTestXPro, SuperTest, v2.4, Moodle.

Проведено сравнение программных оболочек, рассмотрены достоинства и недостатки с позиции использования их для поставленной задачи. В результате проведенного сравнения для целей исследования качества составленных тестов выбрана система MOODLE. Разработанные тесты позволят исследовать качество усвоения материала и, при необходимости, скорректировать материал для использования его при входном контроле знаний и получения допуска для обучения на компьютерном тренажере производства фтора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика: Пер. с нем. М.: Педагогика, 1991. С. 32.
2. Русский язык и культура речи: Тесты для контроля знаний студентов: учебно-методическое пособие/сост. Е.А. Торохова – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008.– 64с.

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ПРОИЗВОДСТВА ФТОРА

*Гурова Н.Б., Китаева Е.С., Ливенцова Н.В., Егорова О.В.
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

Объектом исследования является система охлаждения серий электролизеров для промышленного получения фтора, а также признаки неполадок на клапане в нормальном и нештатном режиме работы. Рекомендуется использовать разработанную модель системы охлаждения серий электролизеров при создании тренажера оператора производства фтора. В процессе работы проводилось моделирование штатных и нештатных ситуаций, путем задания признаков неполадок в модели.

Модель системы охлаждения основана на работе центробежного насоса, учитывающего изменение давления от изменения нагрузки, и распределения расходов воды в сети трубопроводов, которая учитывает конфигурацию линий трубопроводов со змеевиками охлаждения в аппаратах и работу регулирующих клапанов.

Охлаждение всех серий электролизеров осуществляется посредством единой системы, представляющей собой несколько однотипных параллельно соединенных линий из трубопроводов и клапанов с общим источником напора. Вода подается насосом в общий коллектор и далее по отдельным трубопроводам к каждому аппарату. Управление расходом воды на охлаждение каждого аппарата обеспечивается клапанами. Затем вода проходит через аппарат по змеевидной трубчатке, отводя тепло, выделяемое электролизером. Из змеевиков охлаждения электролизеров вода сливается в общий сливной коллектор [1].

В результате исследований была создана модель системы охлаждения серий электролизеров с возможностью внесения нештатных ситуаций. Проверка работоспособности модели системы охлаждения осуществляется путем изменения расходов воды на отдельных аппаратах и шага интегрирования в модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ливенцова Н.В., Нагайцева (Егорова) О.В., Ливенцов С.Н., Денисевич А.А., Белянин А.В., Шеренгина А.А. Модуль имитации технологических процессов теплового контура серий электролизеров для компьютерного тренажера оператора производства фтора // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2012. – № 9 – С. 35–42.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ ПОЛИГОНОВ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА

*Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г.
Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65, nmd@ssti.ru*

Важной задачей при проектировании эксплуатационных блоков на месторождениях урана, планируемых к разработке методом скважинного подземного выщелачивания, является выбор оптимальных схем вскрытия продуктивного горизонта. Для повышения эффективности горно-подготовительных работ, сокращения времени проектирования, избавления специалистов от выполнения рутинных операций вручную целесообразно применять системы автоматизированного проектирования.

В настоящей работе представлена система автоматизированного проектирования эксплуатационных блоков. Исходными данными для работы системы являются геолого-математическая модель залежи, построенная по данным детальной разведки, и геотехнологические параметры продуктивного горизонта. Система позволяет автоматизировать процесс проектирования эксплуатационных блоков, создавать цифровые модели блоков в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах, рассчитывать основные геотехнологические параметры блоков и прогнозные геотехнологические показатели отработки, проводить сравнение различных схем вскрытия, формировать проектную документацию. Система проектирования разработана на языке программирования C++ и предназначена для применения на персональных компьютерах под управлением операционных систем Microsoft Windows.

Выбор оптимальных схем вскрытия осуществляется с помощью численных методов оптимизации. В качестве целевых функций оптимизации используются: отношение Ж/Т (отношение закаченного объема рабочих растворов к горнорудной массе блока); время, требуемое для заданной степени отработки эксплуатационного блока; степень вскрытия запасов; себестоимость добычи урана. Основными способами оптимизации являются: перемещение и вращение блока как целого; изменение параметров эксплуатационных ячеек; смена типа системы расположения технологических скважин или изменение координат скважин. Результатом работы системы проектирования являются проекты эксплуатационных блоков и прогнозные геотехнологические показатели отработки эксплуатационных блоков.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ В COMSOL MULTIPHYSICS

*Дерягина Т.А., Кербель Б.М., Паюсов А.Ю, Агеев А.А.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65,
e-mail: Arkadiji@sibmail.com*

Объектом исследования стала высокотемпературная печь шахтного типа. Отличительными особенностями данной печи являются: небольшие геометрические параметры, двухзонный нагрев камеры, отсутствие нагрева в верхней части камеры, теплоемкая «подушка» на дне камеры. Данная особенность позволяет получить безградиентную зону (БГЗ) внутри камеры, что позволяет строго выставить и контролировать температуру в ней. Это необходимо при процессе спекания нанопорошков в производстве литий- полимерных аккумуляторов (ЛПА).

Проведенные исследования показали, что температура синтеза нанопорошка оказывает превалирующее влияние на дисперсность синтезируемой фазы. Определение безградиентной зоны на основе проведения экспериментов не позволяет в полной степени оценить ее размеры. Для устранения этого недостатка воспользуемся математической моделью теплового поля.

Проведенные исследования по построению, численному решению и анализу модели теплового поля шахтной печи, для выявления и оценки геометрии БГЗ с применением программы Comsol multiphysics позволяет сделать следующие выводы.

1. Построенное с помощью математической модели тепловое поле адекватно отображает структуру реального поля, с погрешностью не превышающей 10%.

2. Используемый для построения модели теплового поля печи пакет Comsol multiphysics позволяет адекватно отображать распределение температуры в объеме камеры печи. Применение пакета Comsol multiphysics для построения модели теплового поля печи дает возможность численно рассчитать тепловое поле печи и визуализировать его с целью оценки распределения тепловых зон и точного определения БГЗ.

3. Преимуществом данного метода, по сравнению с традиционными, такими как моделирование, с помощью языков программирования высокого уровня и математическими САПР, является радикальное уменьшение трудозатрат и сокращение времени, требующегося для проектирования.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАРОГЕНЕРАТОРАМИ АЭС С ВВЭР-1000

Дубченко Я.А., Тямалов А.А.

*Волгодонский инженерно-технический институт НИЯУ МИФИ,
347360, г. Волгодонск Ростовской обл., ул. Ленина д. 73/94*

Особенностью системы парогенераторов на АЭС с ВВЭР-1000 является большая сложность процессов, связанных с образованием пара при довольно узком диапазоне допустимых значений по температуре и уровню питающей воды в корпусе парогенератора, что при существующих методах управления приводит к ускоренному износу, и в итоге к повреждениям оборудования.

Доклад посвящен анализу существующего способа расчета регуляторов, связанных с системами парогенераторов на АЭС с ВВЭР-1000 и рассмотрению путей усовершенствования управления регуляторами для улучшения качества управления и безопасности.

В настоящее время при расчете регуляторов для целей управления используется математическая модель парогенераторов на основе передаточных функций и уравнений состояния с постоянными коэффициентами. Такая упрощенная модель плохо подходит для моделирования различных переходных процессов, поэтому для разных режимов работы используют несколько регуляторов.

Вместо существующей предлагается разработать модель на основе модели физических процессов, которая используется на тестирующе-обучающей системе АСУТП второй очереди Ростовской АЭС. Модель физических процессов ТОС АСУТП способна максимально адекватно и приближенно к реальности воспроизводить процессы, происходящие в системах оборудования АЭС. Таким образом, полученная на его основе математическая модель регуляторов парогенераторов, позволит в дальнейшем создать всережимные регуляторы парогенератора с более плавным управлением, которые помогут продлить ресурс и повысить безопасность эксплуатации парогенератора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зорин В.М. Исследование и математическое моделирование АЭС на основе системного подхода / В.М. Зорин. - М.: Издательство МЭИ, 2002. - 88с.
2. Андрушечко С.А. и др. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С.А. Андрушечко, А.М. Афров, Б.Ю. Васильев, В.Н. Генералов, К.Б. Косоуров, Ю.М. Семченков, В.Ф. Украинцев. - М.: Логос, 2010. - 604 с.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ НЕЧЕТКИХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ СИСТЕМАМИ В ЯДЕРНОЙ ОТРАСЛИ

Дурновцев В.Я., Кетов А.С.

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

На данный момент существуют и продолжают усложняться технологические процессы, роботизированные механизмы и другие, так называемые большие системы, сокращается время «свипа» – время перехода системы с одной точки на другую. При увеличении контролируемых параметров усложняются, и регуляторы для таких систем, появляется проблема размерности системы, а как следствие инерционность. Для решения проблем управления сейчас широко используется концепция Ротаца и дифференцирование системы. Но проблема размерности и инерционности никуда не пропадает. При дифференцировании нагрузка на регуляторы, конечно, снижается, но недостаточно. Большая часть научных работ, по направлению автоматизации систем, посвящена адаптивности регуляторов, синтезу ПИД и нечеткого, внедрению нейросетей, но об искоренении инерционности думают не часто.

Из всех известных регуляторов был выбран регулятор на нечеткой логике, так как он максимально подходит для параллельного вычисления регулирующего воздействия и дает высокие показатели при управлении динамическими системами. Потенциал к параллелизму был подтвержден расчетами конечных автоматов построенных при помощи теории графов. Но имеется проблема с внедрением нечетких регуляторов на производстве, которая должна быть решена в процессе исследований.

В рамках работы был спроектирован программно-аппаратный комплекс для инженерного проектирования и внедрения нечетких регуляторов. Целью этого комплекса является разработка и отладка регулятора в мощной, математической системе MatLab. Далее конвертирование из математической модели в программный код System Verilog и компиляция архитектуры ПЛИС, в которой, непосредственно, будет проходить параллельный расчет регулятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Horikawa S., Furuhashi T., Uchikawa Y., Tagawa T., A study on fuzzy modeling using fuzzy neural networks, IFES 1991

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕССОВАНИЯ
ТОПЛИВНЫХ ТАБЛЕТОК ИЗ ПОРОШКОВ ДИОКСИДА
УРАНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ
ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПИРОГИДРОЛИЗА
ГЕКСАФТОРИДА УРАНА**

*Жиганов А.Н.¹, Истомин А.Д.¹, Матолыгин А.А.¹, Носков М.Д.¹,
Чеглоков А.А.¹, Бахтеев О.А.², Лысиков А.В.², Михеев Е.Н.²*

¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,

636036, г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65,

*²ОАО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт
неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара»,*

123098, г. Москва, а/я 369, ул. Рогова, д. 5а

Операция прессования топливных таблеток предназначена для придания заготовкам из порошка диоксида урана формы, размеров и механической прочности, необходимых для их последующего спекания. Прессование топливных таблеток производится в пресс-формах имеющих осевую симметрию с расположенной на оси симметрии иглой при движении верхнего и нижнего пуансонов. Для прогнозирования свойств прессуемых топливных таблеток, определяющих качество изделия, и оптимизации технологического процесса прессования целесообразно использовать математическое моделирование.

В работе представлена математическая модель прессования топливных таблеток из пресс-порошков, которая учитывает сложное реологическое поведение прессовки. Модель прессования топливных таблеток описывает изменения во времени и пространстве плотности порошкового тела, упругой и пластической деформаций, механических напряжений. Модель позволяет описывать прессование топливных таблеток, имеющих свойства пресс-порошков, изготовленных из порошков диоксида урана, полученных методом восстановительного пирогидролита гексафторида урана.

На основе математической модели создано программное обеспечение, с помощью которого проведен численный эксперимент по прессованию топливных таблеток. Получены распределения основных характеристик напряженно-деформированного состояния прессовки. В работе обсуждаются влияние основных факторов (трение о стенки пресс-формы и иглу, а также особенности геометрии пуансонов), определяющих неоднородность по объему топливной таблетки плотности и других механических характеристик.

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ

Зинатулина С.Р., Годовых А.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

e-mail: Safina_0194@mail.ru

Информационные технологии, на современном этапе, в большинстве своем, представлены автоматизированными информационными системами. Использование автоматизированных информационных систем, включающих в себя базу данных или совокупность баз данных, выдвигают задачу обеспечения их безопасности. Это объясняется тем, что информация, находящаяся в автоматизированных системах, может быть категорирована по уровню конфиденциальности, и соответственно несанкционированное использование информации, либо ее искажение, либо уничтожение может привести к самым нежелательным последствиям.

Информационная безопасность направлена на достижение состояния защищенности информации от угроз, существующих на данном этапе развития информационных процессов. К защищаемой информации относится информация о технологиях, личные данные персонала, данные о потоках материалов используемых в производстве, о местонахождении объектов и т.д.

Система безопасности, включающая в себя автоматизированную информационную систему, может быть реализована на объекте любого типа, в том числе, и на опасных производственных объектах (ядерных, объекты ЯТЦ, химического комплекса и др.). Информационные потоки на данных предприятиях зачастую могут представлять собой государственную тайну, ввиду чего защита информации на объектах данного типа, является особенно актуальной в современном мире.

В данной работе был проведен анализ угроз информационной безопасности автоматизированных систем безопасности, с учетом использования современной нормативной базы, регламентирующей деятельность объектов атомной отрасли.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ В СФЕРЕ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Калаев В.Е.

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65*

В настоящее время на промышленных предприятиях особенно остро стоит вопрос об автоматизации технологических процессов с целью не только роста производительности, повышения качества выпускаемой продукции, но и для предотвращения загрязнения окружающей среды, улучшения санитарно-гигиенических условий труда, обеспечения безопасности персонала.

Отмечу, что перспектива расширения работ по усовершенствованию и новым разработкам герметичных электромеханических преобразователей практически не ограничена, что обуславливается большой потребностью со стороны различных отраслей промышленности в насосах, реакторах, мешалках, экстракторах, газодувках, центрифугах, сепараторах, компрессорах и других машинах и аппаратах, составной частью которых, как правило, является электропривод.

В связи с этим, задачей развиваемого проекта является выработать рекомендации по проектированию машин данного типа для различных потребителей (синтез нужных механических характеристик по техническим и технологическим соображениям).

Конечным продуктом по проекту должны стать эскизы (чертежи) высокоэффективных магнитных систем герметичных электромеханических преобразователей, удовлетворяющих экономическим, массо-габаритным, другим специальным требованиям и комплект технической документации, воспользовавшись которой заказчик сможет решить свою проблему в области автоматизации технологических процессов. Возможен вариант изготовления макетных образцов на нашем оборудовании.

Потребителями результатов проекта, в первую очередь, видятся проектно-конструкторские организации Госкорпорации «Росатом», а также энергетические, химические и нефтехимические, гидрометаллургические, фармацевтические предприятия, производства пищевой промышленности, занимающиеся вопросами проектирования и эксплуатацией герметичных машин и аппаратов для осуществления процессов с агрессивными, взрыво – и пожароопасными, токсичными, стерильночистыми, радиоактивными, биохимическими средами.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКОЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Козин К.А., Столповский А.Е.

Томский политехнический университет, г. Томск

e-mail: stolpa4@yandex.ru

Реализация замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) с реакторами на быстрых нейтронах привела к необходимости обоснования выбора технологии переработки ОЯТ.

В отрасли переработки широко используется метод непрерывного упаривания, позволяющий кондиционировать жидкие отходы, концентрировать целевые продукты в линии урана и т.д. Таким образом, эффективность непрерывного режима цепи технологических переделов во многом зависит от работы выпарных аппаратов, и одной из задач обеспечения эффективности производства является разработка качественных систем автоматического управления технологическими процессами, реализуемых на нестандартизованном или новом оборудовании.

В работе исследован однокорпусный выпарной аппарат с вынесенной греющей камерой. Его отличие от подобных промышленных аппаратов – малый объем вследствие относительно небольшого масштаба производства в защитном исполнении и обеспечения ядерной безопасности. Показано наличие у объекта многосвязности переменных, существенной нелинейности по отдельным каналам управления, а также отсутствие самовыравнивания.

Предложены и исследованы различные варианты систем автоматического управления аппаратом. Проверка адекватности модели проводилась по экспериментальным данным, полученным на лабораторном выпарном стенде ОАО «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина» (Санкт-Петербург). Непрерывное измерение плотности и уровня раствора обеспечивалось капиллярными уровнемерами-плотномерами разработки ООО «Сенсор». Регулирование малыми расходами растворов реализовано весовыми дозаторами, контролируемые тензометрическими датчиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф.Э. Гофман и др. Лабораторный выпарной стенд с автоматизированной системой управления. Процессы и аппараты химической технологии. Т.13, №9, 2012, с.565-570.
2. Таубман Е.И. Расчёт и моделирование выпарных установок. – М.: Химия, 1970. – 216 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА ТОПЛИВНОЙ ТАБЛЕТКИ ПРИ СПЕКАНИИ

*Кораблева С.А., Носков М.Д., Чеглоков А.А.
СТИ НИЯУ МИФИ, г. Северск Томской области,
пр. Коммунистический, 65, e-mail: MDNoskov@mephi.ru*

Спекание таблеток является длительным процессом, играющим основную роль в достижении необходимого качества готовой продукции. Поэтому необходимо знать распределение температур в таблетке и скорость её изменения, в зависимости от этапа спекания и значений параметров регулирования работы печи. При этом могут возникать отклонения от оптимального режима, которые приводят к разбросу свойств в загрузке или к браку.

Необходимость сокращения затрат на изготовление продукции заставляет оптимизировать все операции изготовления таблеток, в том числе и такую длительную и затратную, как спекание. А при освоении производства новой продукции требуется знать и учитывать влияние температурных режимов спекания на особенности формирования свойств получаемых изделий.

В данной работе представлена математическая модель, численный алгоритм и программное обеспечение нагрева топливной таблетки при спекании.

Математическая модель нагрева таблетки сформулирована в виде систем нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Нагрев рассматривается в цилиндрической симметрии. Теплоемкость и теплопроводность считаются зависящими от температуры и времени. Так как топливные таблетки являются пористой многофазной системой, состоящей из оксида урана, пластификатора и заполненных газом пор, то при моделировании учитывалось изменение пористости среды, разложение пластификатора, переход продуктов разложения в газовую фазу и их выход из порового пространства.

Для компьютерного исследования динамики температурного поля в таблетке была использована численная реализация математической модели, основанная на методе конечных разностей. Для проведения расчетов по численной реализации модели был разработан численный алгоритм и соответствующие программные коды. Программный код написан на языке программирования C++ с использованием объектно-ориентированного подхода и методов параллельных вычислений. Программная реализация и отладка численных алгоритмов была произведена в среде программирования Borland Developer Studio 2006.

АЛГОРИТМ СОГЛАСОВАНИЯ ЗАГРУЗОК В АППАРАТЫ ДВУХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА

Креницын Н.С., Дядик В.Ф., Дериглазов А.А.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: kns@tpu.ru*

С 2014 года на территории сублиматного завода ОАО «СХК» запущена дополнительная технологическая линия по переработке тетрафторида урана. Уникальность структуры производства одновременно перерабатывающего два вида сырья, а также требование к повышению его эффективности, выраженное в минимизации потерь фтор- и уран-содержащих продуктов привело к необходимости:

- стабилизации в заданном диапазоне количества полупродукта в бункерах загрузки пламенных реакторов;
- стабилизации на заданном уровне соотношения загрузок закиси-окиси урана и тетрафторида урана;
- стабилизации на заданном уровне количества полупродукта выгружаемого из аппаратов улавливания двух технологических линий.

Достижение поставленных целей в производственных условиях без применения автоматизированных систем управления затруднительно. Это связано с большим количеством неизмеряемых возмущений носящих преимущественно стохастический характер.

Разработанный алгоритм согласования позволяет обеспечивать требуемый режим работы производства [1]. Доказательством этого послужило оценка качества его работы с помощью компьютерного моделирования.

Проведенные исследования подтвердили работоспособность алгоритма согласования в условиях приближенных к производственным, которые были сформированы на основании анализа производственных данных.

Результаты исследований использованы при разработке АСУ ТП производства гексафторида урана состоящего из двух технологических линий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байдали С.А., Дядик В.Ф. Алгоритм управления аппаратом комбинированного типа производства гексафторида урана // Известия ТПУ. –2009. – Т. 314. – № 5. – С. 80 - 84.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА ОДНОВРЕМЕННО ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОКСИДЫ И ТЕТРАФТОРИД УРАНА

Креницын Н.С., Николаев А.В., Савитский О.П.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: kns@tpu.ru*

Сложность эксплуатации сублиматного производства гексафторида урана одновременно перерабатывающего два вида сырья заключается в выборе загрузок сырьевых и промежуточных продуктов в аппараты для обеспечения требуемой производительности. Многофакторность и взаимозависимость режимов работы аппаратов производства обуславливает невозможность выбора загрузок в аппараты без предварительного компьютерного моделирования.

Разработанный в пакете MS «Visual Studio» программный комплекс «ОПК ПГФУ» позволяет производить оценку характеристик материальных потоков на входе и выходе аппаратов двух технологических линий при различных входных условиях. Под входными условиями подразумеваются величины загрузок закиси-окиси, тетрафторида и технического фтора в аппараты.

В состав программного комплекса входят математические модели основных технологических узлов производства гексафторида: фторирования, улавливания и десублимации. Данные модели составлены с использованием математических описаний фундаментальных физико-химических процессов, протекающих в аппаратах на основе материального баланса [1].

Реализованная в программном комплексе «ОПК ПГФУ» функция оптимизации, позволяет оперативно рассчитывать величины загрузок в аппараты при которых достигаются требуемые технологические характеристики: производительности отдельных технологических линий, концентрация фтора на выходе ПР, соотношение загрузок закиси-окиси и тетрафторида урана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система автоматического управления комплексом аппаратов фторирования и улавливания производства гексафторида урана / Байдали С.А., Дядик В.Ф., Креницын Н.С. // Становление и развитие научных исследований в высшей школе: сборник трудов Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А. А. Воробьева, Томск, 14-16 сентября 2009 г. / Российская академия наук (РАН) ; Ассоциация инженерного образования России (АИОР) ; Томский политехнический университет (ТПУ). — 2009. — Т. 1. — С. 224-230.

МНОГОЦЕЛЕВОЙ ИСТОЧНИК ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Курочкин В.А., Митяев С.А.

Томский политехнический университет, 63405, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

В результате исследований [1], разработан высокочастотный источник питания (ВИП) [2], обеспечивающий частоту генерируемого тока до 100кГц и возможность изменения параметров тока, напряжения и мощности. Данный источник питания разрабатывался с учетом возможности широкого применения, в том числе и для питания индукционных печей.

Плавление редкоземельных металлов, для литейных установок химико-металлургического завода (ХМЗ) СХК происходит путем индукционного нагрева в вакуумных индукционных печах током 2.4кГц. Питание индукторов осуществляется с помощью вращающихся преобразователей частоты (ВПЧ), производство и реализация которых полностью остановлено.

Представленные на рынке источники питания для индукционных печей изготовлены под конкретную модель индуктора и не могут учитывать особенности индукционных печей ХМЗ и протяженную линию их питания.

Для использования ВИП в качестве эквивалента ВПЧ необходимо, с целью получения максимальной эффективности (КПД) на частоте 2.4кГц, изменить элементную базу ВИП.

После доработки разработанный источник может быть применен в качестве эквивалента ВПЧ и подключен к существующей инфраструктуре литейных установок ХМЗ, что позволяет:

- обеспечить устойчивую работу индукционных печей ХМЗ;
- повысить КПД более чем на 20%, по сравнению с ВПЧ;
- снизить эксплуатационные расходы;

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка системы автоматического управления резистивным нагревом кремниевых стержней переменным током [Электронный ресурс] / А. Г. Горюнов [и др.] // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2012. — Т. 321, № 5 : Управление, вычислительная техника и информатика . — [С. 228-233].

2. Пат. на полезную модель №121255 RU. Устройство равномерного нагрева поликристаллических кремниевых стержней // Горюнов А.Г., Курочкин В.А., Козин К.А. Селиванов В.В.; Заяв. 11.05.2012, Опубл. 20.10.2012.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Латышев Р.В., Азеев А.Ю.

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

Представляем автоматизированную распределенную двухкоординатную систему слежения и сопровождения динамических объектов. Составными блоками являются: двухкоординатная поворотная платформа с управляющим контроллером, камера слежения, закрепленная на платформе, и рабочее место оператора. Поворотная платформа оснащена двумя шаговыми двигателями, объединенными механической связью, двухканальным драйвером и контроллером управления платформой, это позволяет позиционировать камеру в системе полярных координат. Разрешение координатной сетки определяется размером шага двигателя. Контроллер поворотной платформы должен иметь три режима работы двигателей: полношаговый, полушаговый и микрошаговый. Это дает возможность менять точность позиционирования. Камера слежения имеет особую конструкцию, модернизированную для работы в ближнем ИК диапазоне 0.78–3 мкм. Это позволяет детектировать объекты с температурой от 380 С° выше. Определение динамических объектов, а также их идентификация и сопровождение осуществляется на основе методов компьютерного зрения, использование оптического потока — изображения видимого движения, представляющее собой сдвиг каждой точки между двумя изображениями. Для каждой точки изображения $I_1(x, y)$ находится такой сдвиг (dx, dy) , чтобы исходной точке соответствовала точка на втором изображении $I_1(x + dx, y + dy)$. Алгоритмы, основанные на оптическом потоке, — такие как регистрация движения, используют смещение объектов, поверхностей и границ. При включении в систему второй камеры появляется возможность измерения расстояния до объекта, составления карты глубин, а также построения стереоизображения, при ее использовании появляется возможность построения трехмерной модели объекта, или местности. В конечном итоге система генерирует выходной сигнал управления, основываясь на смещении наблюдаемого объекта. Выходной сигнал, может быть, замкнут на исполнительное устройство, образуя, таким образом, с АССДО-1 замкнутую систему управления.

ПРОЕКТ ПО ВНЕДРЕНИЮ МЕТОДА ПОДОБИЯ В СИСТЕМУ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОГОДЫ В ЗОНАХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

*Малова Ю.А., Мякушко В.В., Закутнева Л.Н.
Снежинский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, 456776,
г.Снежинск Челябинской обл., ул.Комсомольская, 8,
e-mail: Yalia-95@mail.ru*

В настоящее время не существует методик долгосрочного прогнозирования погоды, состояние которой необходимо учитывать при проектировании и размещении АЭС, планировании работ, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Их последствия можно свести к минимуму, если мы заранее будем иметь представление о погодных условиях в период ЧС. Другими словами, в настоящее время необходимо предупреждать возможные последствия чрезвычайных ситуаций, для чего необходимы упреждающие действия, основанные на долгосрочном прогнозе. Долгосрочное прогнозирование погоды является также важной задачей для жизни человека, экономики, хозяйства страны.

– *Цели и задачи проекта:*

1. Разработка программного модуля для поиска интервала подобия;
2. обеспечение большой заблаговременности прогнозов;
3. обеспечение высокой оперативности получения прогностической информации;
4. обеспечение независимости составления прогноза от наличия данных с других метеостанций, позволяющей работать в условиях дефицита метеорологической информации;
5. обеспечение экономичности, определяемой отсутствием необходимости в сборе огромного объёма информации и применения суперкомпьютеров;
6. обеспечение автономности прогнозирования.

Реализация проекта осуществляется на базе СФТИ НИЯУ МИФИ с использованием технологичного оснащения компьютерных классов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бондат Дж., Пирсол А.* Измерение и анализ случайных процессов. М.: Мир, 1974. – 484 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАЙМЕРА NE555 ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОДУЛИРОВАННОГО СИГНАЛА

Мелушонок Н.С., Латышев Р.В. Агеев А.Ю.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,

г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65,

e-mail: melushonok@yandex.ru

На сегодняшний день весьма актуальным является использование микросхем для получения модулированного сигнала. В данной работе была проанализирована возможность использования микросхемы NE555 для генерации звукового сигнала на частоте от 1 кГц до 16 кГц. Микросхема включает около 20 транзисторов, 15 резисторов, 2 диода. Выходной ток 200 мА, ток потребления примерно на 3 мА больше. Напряжение питания от 4,5 до 18 вольт. Точность таймера не зависит от изменения напряжения питания и составляет не более 1% от расчетного значения. Таймер следит за напряжением на конденсаторе C1, которое снимает с вывода THR (THRESHOLD — порог) как только оно достигнет максимума (конденсатор заряжен), открывается внутренний транзистор. Транзистор замыкает вывод DIS (DISCHARGE — разряд) на землю. При этом на выходе OUT появляется логический ноль. Конденсатор начинает разряжаться через DIS и когда напряжение на нем станет равно нулю (полный разряд) система переключится в противоположное состояние — на выходе 1, транзистор закрыт. Конденсатор начинает снова заряжаться и все повторяется вновь. Заряд конденсатора C1 идет по пути: «R4->верхнее плечо R1 ->D2», а разряд по пути: «D1 -> нижнее плечо R1 -> DIS». При изменении сопротивления переменного резистора R1 у нас меняются соотношения сопротивлений верхнего и нижнего плеча. Что, соответственно, меняет отношение длины импульса к паузе. Частота задается в основном конденсатором C1 и еще немного зависит от величины сопротивления R1. Резистор R3 обеспечивает подтяжку выхода к высокому уровню — так как там выход с открытым коллектором. Который не способен самостоятельно выставить высокий уровень. Диоды могут быть любые, отклонение ёмкости конденсаторов в пределах одного порядка не влияют особо на качество работы. На 4.7нФ, поставленных в C1, частота снижается до 18кГц.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА ПРОИЗВОДСТВА ФТОРА

*Нефедов В.С., Малиновская В.А., Егорова О.В., Ливенцова Н.В.
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: nefedov.vs@gmail.com*

В докладе представлены результаты разработки математической модели измерительной системы (ИС) электролизера производства фтора, используемой в компьютерном тренажере (КТ), предназначенном для обучения операторов АСУ ТП.

Моделирование ИС в практике построения КТ вызвано необходимостью проведения тренинга в условиях, приближенных к производственным. Поскольку оператор наблюдает за развитием технологической ситуации по измеряемым переменным, целесообразно их имитировать в соответствии с показаниями реального контрольно-измерительного оборудования [1].

В ходе создания модели выполнен анализ ИС промышленного электролизера как объекта моделирования для КТ, результаты которого позволили разработать структуру модели и математическое описание ее составляющих. Модель имитирует работу элементов измерительных каналов электролизера (первичных преобразователей, АЦП, блока приведения к шкале) в штатном и нештатном режимах их работы, а также сигналы помех, действующих на сигналы измеряемых переменных.

При разработке модели помех проведено исследование сигналов помех производственных трендов, результаты которого показали возможность использования в качестве модели сигнала помехи стационарный случайный процесс с нулевым средним значением и уровнем, распределенным по нормальному закону.

Для обеспечения возможности настройки модели на имитацию штатного и нештатного режимов работы разработан блок формирования нештатных ситуаций, работа которого основана на механизме, обеспечивающем вероятностный выбор имитируемой ситуации и интервала времени ее продолжительности.

С целью проверки работоспособности модели проведен ряд вычислительных экспериментов среде Matlab, результаты которых показали ее работоспособность и возможность использования для задач компьютерного тренинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. – М.: СИНТЕГ, 2009. – 372 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕСУБЛИМАТОРА ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА

Николаев А.В., Криницын Н.С., Дядик В.Ф.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: kns@tpu.ru*

Согласно стратегии развития топливной компании Росатома «ТВЭЛ» в 2014г. было закрыто сублиматное производство на ОАО «АЭХК». Единственное подобное производство осталось на ОАО «СХК». В связи с этим на заводе для повышения производительности были запущены две производственные линии. Модернизация потребовала ввод в постоянную эксплуатацию резервных аппаратов контрольной ступени десублимации работающих в ручном режиме. Автоматизация работы данных аппаратов позволит сократить вдвое количество используемых аппаратов и обеспечит их резервирование на существующих производственных мощностях.

В результате работы была составлена динамическая пространственно-распределённая математическая модель установки десублиматора, действующего на сублиматном заводе ОАО «СХК». В качестве среды разработки модели выбран программный пакет MatLab.

Модель десублиматора включает математическое описание процессов массообмена, а также термодинамических и газодинамических процессов [1,2].

Разработанная модель позволяет рассчитывать профиль распределения по высоте установки температуры газа, которая определяет скорость накопления десублимата на стенках трубчатки. Периодический характер работы аппарата учтен путем реализации алгоритма периодического посекционного отпаривания трубчатки.

С помощью разработанной модели в дальнейшем будут произведены исследования с целью выявления оптимальных циклов захлаживания и отпаривания трубчатки аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Н. Плановский, В.М. Рамм, С.З. Каган. Процессы и аппараты химической технологии. 5-е изд, стереотип. – М.: «Химия», 1968.– 845с.
2. К.О.Беннетт, Дж. Е Майерс. Гидродинамика, теплообмен и массообмен. – М.: «Недра», 1966.– 728с.

РЕАЛИЗАЦИЯ СТЕКА ПРОТОКОЛОВ TCP/IP НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА С ЯДРОМ ARM7 ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Нурмухаметов Р.А., Чурсин Ю.А.

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, 63450, г. Томск, пр. Ленина, 30
email: ran@tpu.ru*

На сегодняшний день стек протоколов TCP/IP, разработанный более сорока лет назад по заказу министерства обороны США, применяется во всем мире для объединения компьютеров в сети Internet. Основное достоинство данного стека протоколов в том, что он обеспечивает надежную связь между сетевым оборудованием от различных производителей и поддерживается всеми современными операционными системами. С другой стороны в сфере промышленного производства часто возникает потребность в удаленном мониторинге технологических процессов. На базе лабораторного стенда разработано простое и безопасное решение SDK 2.0 от ООО «ЛМТ» был реализован работоспособный стек протоколов TCP/IP со всеми необходимыми для данной задачи наборами протоколов. Стенд основан на микроконтроллере Philips LPC2292 с ядром ARM7 и включает в себя контроллер Ethernet LAN91c111. На данном этапе стенд может быть подключен к сети Internet и управляться из окна браузера компьютера, в любой точке мира. В частности реализовано несколько дискретных и аналоговых каналов ввода/вывода.

Работа стека протоколов без операционной системы, делает это решение устойчивым к DoS атакам, основанным на переполнении стека ОС. Так же стоит отметить, что контроллер работает с циклом 1 мс, что является отличным показателем для контроллеров данной ценовой категории, и может быть использован для управления объектами с малыми постоянными времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Описание микропроцессора LPC2292: [Электронный ресурс] // URL: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LPC2292_2294.pdf . (Дата обращения: 18.09.2014).
2. Описание контроллера Ethernet LAN91c111: [электронный ресурс] // URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/91c111.pdf> (Дата обращения: 18.09.2014)

БЮДЖЕТНАЯ БЕСПРОВОДНАЯ АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА

Опольский В.В., Чурсин Ю.А.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: vvob@tpu.ru*

В настоящее время к безопасности на предприятиях предъявляются повышенные требования. В частности, для сохранности здоровья сотрудников АЭС, важно быстро получать информацию о местонахождении чужеродного источника ионизирующего излучения для последующего его удаления. Для автоматизации мониторинга загрязнений широкое распространение получили автономные датчики быстрого сбора информации. Их основным преимуществом является беспроводная связь с оператором и простота установки. Внедрение таких технологий, как Bluetooth или Wifi позволяет обеспечить быструю и бесперебойную связь, но при увеличении числа передающих устройств повышается стоимость оборудования. Поэтому в некоторых случаях удобно применять бюджетные радиочастотные модули.

Авторами предлагается низкобюджетное решение для системы автономного мониторинга, состоящей из системы беспроводных датчиков, расположенных на расстоянии до ста метров от основного приемника. Измерительные приборы устанавливаются в зоне с локализованным загрязнением и работают в режиме запрос-ответ. Для осуществления беспроводного обмена информацией одним из вариантов радиочастотного модуля может являться приемопередатчик Aurel RTX MID 3V[1], преимуществами которого являются низкая стоимость, дуплексность, высокая помехоустойчивость. Данное устройство передает информацию по принципу «точка-точка». Частота передающегося сигнала устройства входит в разрешенный диапазон и составляет 434,75 МГц. В качестве управляющего устройства служит микропроцессор STM32F103[2].

ЛИТЕРАТУРА

1. RTX-MID-3V[Электронный ресурс]: http://www.soselectronic.hu/a_info/resource/c/RTX-MID-3V.pdf, (Дата обращения: 18.09.2014)
2. STM32F103RB Mainstream Performance line[Электронный ресурс]: <http://www.st.com/web/catalog/mmc/FM141/SC1169/SS1031/LN1565/PF16448>, (Дата обращения: 18.09.2014)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ УРАНА В ЛИНЕЙНОМ КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ

Очоа Бикэ А.О., Горюнов А.Г.

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: anthonob@tpu.ru, ivanov@mail.ru, alex1479@tpu.ru*

Процесс кристаллизации является сложным процессом сопровождающимся выделением твердой фазы в виде кристаллов. Определяющую роль в формировании свойства получаемого материала играют фазовые превращения и процессы тепломассопереноса, формирующие условия на границе раздела фаз. Для выращивания кристаллов и проведения процессов кристаллизации урана важным является проведение достаточно полных исследований в данной области. Заметная роль здесь отводится проведению теоретических исследований с использованием различных математических моделей [1].

В настоящее время кафедрой электроники и автоматизации физических установок Томского политехнического университета продолжается разработка и внедрение системы управления установки по переработке облучаемого ядерного топлива [2]. В рамках проекта стоят задачи по математическому описанию происходящих в системе процессов. В связи с разделением установки на отдельные операционные узлы требуется составление максимально упрощённых моделей с сохранением адекватности проходящих процессов внутри нее.

Задачей данной работы стала разработка сосредоточенной модели роста кристалла урана и ее применение в зоне кристаллизации рабочего объема линейного кристаллизатора. В процессе разработки модели было решено поделить зону кристаллизации на отдельные независимые участки с хладостатами, обеспечивающие различные температурные режимы на них, и применить разработанную модель на каждом из участков. Актуальность задачи связана с исследованием этого процесса и обнаружением методом виртуального эксперимента нестационарных режимов его протекания. Практическая необходимость реализации виртуального эксперимента связана со сложностями постановки реальных экспериментов и с недостатком знаний о процессе. В дальнейшем планируется сравнение этой модели с ранее полученной моделью кристаллизации урана на основе клеточных автоматов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hesselbarth H.W., Gцbel I.R//Acta Metall. Mater. 1991. Т. 39. № 9. С. 2135-2143.
2. Горюнов А.Г., Дядик В.Ф., Ливенцов С.Н., Чурсин Ю.А. Математическое моделирование технологических процессов водно-экстракционной переработки ядерного топлива. Томск: Изд-во ТПУ, 2011, 237 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Петренко Б.Ю., Кеслер А.Г., Носков М.Д.

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г.Северск, Томской обл., пр. Коммунистический 65, nmd@ssti.ru*

Развитие сферы применения редкоземельных металлов (РЗМ) в настоящее время является очень перспективным направлением, однако в России в виду отсутствия богатых и рентабельных месторождений РЗМ вопрос добычи стратегически важного сырья стоит наиболее остро. Залегание РЗМ вместе с урановыми рудами, делает актуальной задачу их совместной добычи. Для экзогенных месторождений урана основным способом добычи является метод скважинного подземного выщелачивания (ПВ). Сложность и взаимосвязанность физико-химических процессов, протекающих в системе выщелачивающий раствор (ВР) – рудовмещающая порода – поровый раствор делает целесообразным использование математического моделирования для установления закономерностей совместного выщелачивания РЗМ.

В работе приводятся результаты моделирования работы установки фильтрационного выщелачивания для руд Далматовского месторождения. Расчеты основаны на физико-математической модели серноокислотного ПВ, описывающей основные гидродинамические и физико-химические процессы, протекающие в системе. Модель учитывает: фильтрацию, конвективный массоперенос, гидродинамическую дисперсию, растворение и переотложение минералов, комплексообразование, гомогенные и гетерогенные окислительно-восстановительные процессы, сорбцию. При моделировании колоночных экспериментов учитывался минералогический состав и фильтрационные свойства породы. Режимы подачи и состав ВР соответствовали фактическим.

Оценка достоверности результатов моделирования проводилась путем сравнения рассчитанных временных зависимостей компонентов в выходных растворах с результатами лабораторных экспериментов. Сравнение проводилось для концентраций РЗМ и кислоты, степени извлечения. Имело место хорошее совпадение результатов моделирования с данными эксперимента, что говорит об адекватности модели и достоверности проведенных расчетов. Получена динамика основных геохимических показателей выщелачивания РЗМ для колоночного эксперимента. Установлены основные закономерности выщелачивания редкоземельных металлов. Проведена оценка эффективности совместной добычи РЗМ методом СПВ.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СЕТЕВОГО ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ В ПРОЕКТАХ ISAGRAF

Петришин В.В., Агеев А.Ю.

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65
Email:petrishins@yandex.ru*

Технология сетевого обмена данными (binding technology) является удобной и эффективной формой организации взаимодействия контроллеров при разработке мультиресурсных проектов в среде ISaGRAF. Для отображения связей между переменными в разных ресурсах служит узел Binding List.

Механизм связывания переменных в ISaGRAF является очень полезным, можно даже сказать необходимым, при реализации крупных проектов. Предположим, для реализации проекта необходимы два программируемых логических контроллера, связанных через Ethernet. В соответствии с алгоритмом работы и на первом, и на втором ПЛК должен запускаться специфический процесс контроля и анализируется возникновение некоторого события (состояние “флага”). Решение же о состоянии “флага” может принять исключительно первый контроллер, но сам результат важен и для второго.

Разрабатывая программу на стандартных языках программирования, пришлось бы очень тесно познакомиться с протоколом TCP/IP или же углубиться в более высокоуровневые технологии обмена данными, например RPC (удалённый вызов процедур).

ISaGRAF позволяет, введя несколько параметров и проведя всего несколько соединительных линий, обеспечить связь переменных обоих контроллеров и быстро получить надежное решение для обмена данными между ними. Также можно управлять созданными функциями и функциональными блоками. Любая создаваемая программа будет оперировать данными и не важно, откуда они были получены посредством измерения, вычисления или же через привязку к удаленной переменной в другом Ресурсе или Конфигурации. Все переменные должны быть определены до начала работы с ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. ISaGRAF 5.2 - Среда разработки проекта, 2009.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫПАРНОГО АППАРАТА

*Полосин А.А., Локтюшин П.П. Исаков А.Д.
Томский политехнический университет
Россия, Томск, ул. Ленина. 30, 634050
e-mail: chadik.free@gmail.com*

В данной работе рассмотрена проблема физического и математического моделирования выпарного аппарата с естественной циркуляцией и выносной греющей камерой. Это один из самых распространенных аппаратов в атомной, химической и пищевой промышленности, предназначенный для концентрирования растворов различных веществ путём испарения растворителя. Физическая модель выпарного аппарата выполнена в прозрачном варианте и оснащена системой контроля температуры, давления и расхода растворов в разных точках. Кроме того предусмотрено точное дозирование исходного и конечного растворов и подводимого тепла. Основное отличие данной физической модели от известных [1] – возможность измерения скорости потока при его циркуляции. В докладе приводятся характеристики и описание процессов происходящих в аппарате, анализ принципов аппаратного оформления процесса выпаривания, классификация аппаратов в зависимости от конструктивных особенностей и технических решений. Произведен сравнительный анализ возможных способов моделирования и выбор наиболее рационального с позиции экспериментального определения зависимостей, необходимых для решения задач расчета, проектирования и синтеза алгоритмов оптимального управления. На основе известных физических закономерностей разработана математическая модель и ее компьютерная реализация, с использованием пакета MATLAB Simulink. Сочетание физической и компьютерной моделей при экспериментальных исследованиях позволит лучше понять процесс, получить необходимые соотношения для описания физических закономерностей и их зависимость от конструктивных особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лабораторный выпарной стенд с автоматизированной системой управления/ Гофман Ф.Э. [и др.] // Химическая технология. – 2012. – №9. – С.565–570.

РЕЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ НЕПРИОРИТЕТНОЙ НАГРУЗКИ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Потарский К.В.

*МБОУ Лицей при ТПУ, 634028, г. Томск, ул. Аркадия Иванова 4
e-mail: liceum@tpu.ru*

Реле отключения неприоритетной нагрузки (далее н.н.) предназначено для временного отключения н.н., когда потребление превышает значение выбранного порога отключения.

На данный момент на рынке существует несколько компаний, производящих подобные устройства. Эксплуатация аналогов выявила ряд недостатков:

1. Периодическое с интервалом 5 минут включение и моментальное отключение реле.

2. Так же, были отмечены случаи полного обесточивания потребителя из-за выгорания контактов, предназначенных для подключения приоритетной нагрузки.

3. Высокая погрешность установочных токов отключения, а также ограниченный выбор их номиналов.

Целью настоящей работы является разработка устройства отключения н.н. с микропроцессорным управлением, бесконтактным контролем тока приоритетной нагрузки, индикацией текущего состояния н.н. и особым алгоритмом работы.

Разработанное в Томском политехническом университете устройство отключения н.н. имеет следующие преимущества:

1. Питающий кабель, которым подключена приоритетная нагрузка, гальванически развязан от измерительных цепей и пропускается через устройство, аналогичное по принципу трансформатору тока, что исключает возможность выгорания контактов приоритетной нагрузки.

2. Устройство имеет микропроцессорное управление, LCD-экран, и кнопки выбора порога и очередности отключения каждой из н.н. Также имеются светодиодные индикаторы для каждой из 12 нагрузок. Все установленные пользователем настройки хранятся в энергонезависимой памяти микроконтроллера.

3. Устройство предусматривает возможность подключения до 4-х н.н. на каждую фазу (всего 12 нагрузок).

4. На LCD-экране отображается текущее значение потребляемого тока по каждой фазе (0—100.0 А, дискретность 0.5 А). Порог отключения н.н. устанавливается с дискретностью 1 А.

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОТРАБОТКЕ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА
СПОСОБОМ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

*Сакирко Г.К.¹, Кеслер А.Г.¹, Бабкин А.С.², Гуцул М.В.¹, Носкова С.Н.¹,
Носков М.Д.¹, Теровская Т.С.¹*

¹СТИ НИЯУ МИФИ, г.Северск, РФ;

²ЗАО «Далур», с. Уксянское, РФ

Повышение рентабельности разработки месторождения и увеличение доли урана извлекаемого из рудного тела являются основными задачами управления геотехнологическим предприятием. Для решения данных задач была разработана геотехнологическая информационно-моделирующая система «Курс», позволяющая создавать геотехнологические цифровые модели (ЦМ) блоков, а также проводить моделирование СПВ урана.

Моделирование процесса СПВ основано на комплексной физико-математической модели описывающей основные гидродинамические и физико-химические процессы, происходящие при сернокислотном скважинном подземном выщелачивании (СПВ) урана [2]. В расчетах учитываются особенности строения продуктивного горизонта, реальные режимы работы технологических скважин и составов нагнетаемых растворов.

Система «Курс» применяется на всех стадиях разработки месторождения: от проектирования до вывода геотехнологических блоков из эксплуатации. На стадии проектирования с помощью системы «Курс» определяются оптимальные схемы вскрытия планируемых к отработке блоков и режимы их эксплуатации. На стадии отработки «Курс» применяется для определения текущего состояния продуктивного горизонта, выполнения прогнозов геотехнологических показателей отработки, а также для выработки предложений по повышению эффективности работы блоков. На заключительной стадии эксплуатации комплекс применяется для нахождения оставшихся в рудном теле целиков урана, выработке предложений по их доработке, определения проработанных областей с низкой продуктивностью, подготовке предложений по выводу блока из эксплуатации.

Таким образом, геотехнологическая информационно-моделирующая система «Курс» является эффективным инструментом для повышения эффективности добычи урана методом СПВ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СКВАЖИНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УРАНА ИЗ МАЛЫХ РУДНЫХ ТЕЛ МЕТОДОМ PUSH-PULL

*Семёнова Р.А., Кеслер А.Г., Носков М.Д.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: fekla-dony@mail.ru*

Сернокислотное скважинное подземное выщелачивание является одним из эффективных и перспективных методов добычи урана. Месторождения урана, разрабатываемые ЗАО «Далур», характеризуются сложными горно-геологическими условиями. Урановое оруднение включает в себя рудные тела сложной формы и малого размера. Выбор технологических схем отработки блоков месторождения существенно зависит от особенностей залегания рудных тел в продуктивном горизонте. Использование классических технологических схем (гексагональной, сгущенной рядной и др.) может быть неэффективно для вскрытия, отделённых от основного рудного тела, малых рудных образований. Извлечение урана из малого рудного тела может быть осуществлено с помощью одиночной скважины, работающей в режиме push-pull (периодически повторяющаяся закачка выщелачивающих растворов и последующая откачка продуктивных растворов через одну и ту же скважину).

В рамках настоящей работы была проведена серия компьютерных опытов и выявлены основные закономерности добычи урана одиночной скважиной методом push-pull. Численные исследования проводились на примере реально существующего малого рудного тела, расположенного на расстоянии 150 м от ближайшего технологического блока У-2, в одном рудном пересечении с рудным телом вскрываемом скважинами данного блока. Была построена геотехнологическая цифровая модель, включающая в себя цифровую модель скважины и блока. На основе результатов эпигнозных расчетов отработки блока определены параметры взаимодействия выщелачивающих растворов с рудовмещающей породой. Получены зависимости показателей работы скважины от продолжительности периодов нагнетания и откачки, а также от длительности периода простоя между нагнетанием и откачкой. Показано, что существуют значения длительности этапов закачки и откачки, а также периода простоя, при которых значения средней концентрации металла в продуктивных растворах и массы урана, извлеченного за время опыта, максимальны.

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ РАБОТЫ КОНТРОЛЛЕРА МФК1500 С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ DANFOSS FC302

Тетерин Д.И., Агеев А.Ю.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,

г.Северск Томской обл., пр.Коммунистический, 65

e-mail: TeterinDI@yandex.ru

Целью работы является создание программного модуля, обеспечивающего работу преобразователя частоты Danfoss FC302 под управлением программируемого логического контроллера МФК1500 на основе стандартного протокола Modbus RTU.

Danfoss FC302 представляет собой регулятор электродвигателей, который служит для преобразования переменного тока сети на входе в переменный ток с другой формой колебаний на выходе. Преобразователь может изменять скорость двигателя в ответ на сигнал обратной связи от внешней системы управления или работать в режиме местного управления. Помимо этого, преобразователь выполняет мониторинг двигателя, активирует предупреждения и аварийные сигналы при повреждениях, включает и останавливает двигатель по заданным алгоритмам, оптимизирует энергоэффективность и обеспечивает другие функции по управлению и мониторингу.

Контроллер МФК1500 ориентирован на применение в крупномасштабных АСУТП и в системах автоматизации объектов с повышенными требованиями к надежности функционирования. Крейтовая конструкция МФК1500 позволяет проектировать различные конфигурации контроллера — выбирать различные типы модулей ввода-вывода, их количество, способы резервирования для конкретного объекта автоматизации. Базовой системой программирования для всей линейки контроллеров ТЕКОН является система ISaGRAF.

Распространенность протокола Modbus RTU объясняется, прежде всего, совместимостью с большим количеством популярного в России оборудования, которое уже имеет протокол Modbus RTU. Кроме того, Modbus RTU имеет высокую достоверность передачи данных, которая обусловлена применением надежного метода контроля ошибок передачи. Modbus RTU позволяет унифицировать команды обмена благодаря стандартизации адресов регистров и функций их чтения-записи.

Секция
**ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - ШАГ В
БУДУЩЕЕ**

ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Белозерова Е., Пиров Р.

МАОУ СОШ №25, 634063, г. Томск, ул. Сергея Лазо, 14/2

e-mail: school25@tomsk.net

Цель работы – создание «информационного банка» для ознакомления с общими принципами ядерной технологии и безопасной эксплуатации атомных реакторов.

Задачи исследования:

1. Изучить и систематизировать материалы из разных источников (научные статьи, периодическая печать, Интернет), освещающие тему проекта.

2. Собрать сведения, касающиеся методов получения ядерной энергии, изучить вопрос их возможного применения, выделить из них наиболее перспективные для энергетики будущего.

3. Проанализировать вопрос об экологической безопасности современной атомной энергетики.

Актуальность проекта заключается в необходимости современного человека потреблять огромное количество электроэнергии, что было бы очень неэффективно, трудозатратно и экологически проблемно, если бы до настоящего времени люди продолжали использовать в качестве основного источника тепла и света природный газ, нефть, уголь и пр.

В ближайшем будущем при создании реакторов необходимо было бы учесть наличие важнейших критериев:

- Безопасная и простая (доступная) эксплуатация
- Экологически чистое производство и выработка энергии
- Высокий КПД
- Нескончаемость используемого сырья

За время существования нашей цивилизации много раз происходила замена традиционных источников энергии новыми источниками, более совершенными. И не потому, что старый источник был исчерпан. Солнце светило и обогревало человека всегда, но, тем не менее, однажды люди приручили огонь, начали жечь древесину. Затем древесина уступила место каменному углю. Запасы древесины казались безграничными, но паровые машины требовали более калорийного «корма». Но и это был лишь этап. Уголь вскоре уступает свое лидерство на энергетическом рынке нефти. Затем новый виток: ведущими видами топлива становятся нефть и газ.

Но за каждым новым кубометром газа или тонной нефти нужно идти все дальше на север или восток, зарываться все глубже в землю. В связи с этим нефть и газ будут с каждым годом стоить все дороже.

Замена? Нужен новый лидер энергетики. Им, несомненно, станут ядерные источники. Запасы урана, в сравнении с запасами угля, вроде бы не столь уж и велики. Но, зато на единицу массы, уран содержит в себе энергии в миллионы раз больше, чем уголь. А итог таков: при получении электроэнергии на АЭС нужно затратить намного меньше средств и труда, чем при извлечении энергии из угля. И ядерное горючее приходит на смену нефти и углю.

Вывод:

Человечество стремится к более дешевому, экологически чистому способу получения электроэнергии. Большой интерес в науке уделяется именно термоядерным реакциям, которые как раз и являются таким способом. Осуществление управляемых термоядерных реакций даст человечеству новый, практически неисчерпаемый, источник энергии. Однако, получение сверхвысоких температур и удержание плазмы, нагретой до миллиарда градусов, представляет собой труднейшую научно-техническую задачу.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядерная_реакция
2. https://www.physics.ru/courses/op25part2/content/chapter6/section/paragraph8/theory.html#.VBhKYfl_uDU
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Термоядерная_реакция
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Звёздная_эволюция
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Волновая_функция

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ГЛАЗАМИ УЧЕНОГО, ОБЫВАТЕЛЯ И ПОДРОСТКА

Деупина Д., Кузнецова К.

*Руководитель: Филатова Анна Борисовна, учитель географии
МАОУ гимназия №24 им. М.В. Октябрьской, г.Томск*

Энергетика – важнейшая отрасль народного хозяйства, охватывающая энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу и использование различных видов энергии. В настоящее время в России существует более 30 действующих АЭС, в Томской области нет ни одной. Убедить население в экологической безопасности станций крайне сложно. Так, по результатам социологических исследований, проведенных недавно в области, около 60% опрошенных заявили о необходимости развития атомной энергетики. Но при этом лишь 40% убеждено в необходимости строительства АЭС на территории региона.

Не остались в стороне и мы, подростки, гимназисты. Нам было интересно узнать, что думают о строительстве в Томской области наши сверстники и их родители, насколько их точка зрения отличается от официальных данных. Гипотеза: мы предполагаем, что точки зрения ученых имеют больше общего с точкой зрения гимназистов 8-11 классов о перспективах развития атомной энергетики в Томской области, чем точки зрения ученых и родителей гимназистов.

Цель нашей работы: выяснить и сравнить точки зрения ученых, гимназистов и их родителей на перспективы развития атомной энергетики Томской области. Результаты опроса показывают, что современные школьники владеют большей информацией о будущих возможностях использования атомной энергии, чем их родители. Мы считаем, что, представляя свою работу сверстникам, мы внесли свой небольшой вклад в информированность общества о возможностях развития атомной энергетики.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. И. Яворский. Региональный центр управления энергосбережением Томской области. Перспективы малой энергетики в Томской области.
2. http://www.rosteplo.ru/1ech_stat/statjshablon.php?id:::250.
3. Б. В. Лукутин, С. Г. Обухов. Перспективы развития электроэнергетики Томской области. Томский политехнический университет. www.panda.ru/text/77/185/11950.php .
4. Материалы научно-практической конференции «Современная АЭС: выгоды и риски» (Томск, 5 декабря 2007 года). http://www.aes.tomsk.ru/about_project.html .
5. Золотые проекты Томской области / Строительство Северной АЭС. http://old.tomsk.gov.ru/ru/gold_projekt/building_aps/ .

ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ГАДЖЕТОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Зимадеева Д.Р., Боброва А.В.

*МБОУ «СОШ №78» ЗАТО Северск, 636013, г. Северск, ул. Чапаева
22, e-mail: sch87@sibmail.com*

Бурное развитие гаджетов, захлестнувшее человечество каких-то десять лет назад, не просто продолжается по сей день, но и возрастает в геометрической прогрессии. Гаджеты стали неотъемлемой и повседневной частью нашей жизни: благодаря им мы легко можем общаться с нашими близкими и детьми, решать деловые вопросы, сидеть в чатах, пользоваться ISQ и использовать GPS навигацию, а также просто весело проводить время, запуская различные приложения. Однако важно знать, что чем мощнее модель устройства, тем вред гаджета может оказаться сильнее!

Потенциальный вред здоровью от любого гаджета, негативно влияющего на человека, связан со способностью устройства к генерации электромагнитных полей. Долгое время ученые не воспринимали исходящую от них угрозу всерьез, слишком незначительной казалась мощность полей, производимых, например, мобильными телефонами. Однако постепенно накапливалось все больше данных об их вредном влиянии. Человек – электромагнитная система, которая формировалась электромагнитными полями солнца, луны и земли. Это те поля и те излучения, которые присущи для человеческого организма на клеточном уровне. Мобильный телефон, как и любой другой гаджет – планшет, стационарный ПК и др. – это опасное изобретение человека, которое нарушает своим воздействием природную электромагнитную связь человеческой клетки с привычным электромагнитным полем.

Совершенно естественно, что людей стал беспокоить вопрос о влиянии электромагнитных волн, испускаемых этими устройствами, на их здоровье. Нужно отметить, что проблема исследуется уже давно, со второй половины XX века, однако, несмотря на революционные перемены в области телекоммуникаций, а также на множество открытий, влияние электромагнитных волн различных частот горячо обсуждается до сих пор, и мало кто знает, что представляют собой современные гаджеты с точки зрения влияния на здоровье человека. В этой работе мы попытаемся разобраться в сложившейся ситуации и ознакомимся с разными версиями и результатами наших исследований.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

Иванов Д.О., Косс Н.О.

*МБОУ Лицей при ТПУ, 634028, г. Томск, ул. Аркадия Иванова, 4
e-mail: liceum@tpu.ru*

Историческая справка: двигатель Стирлинга был впервые запатентован шотландским священником Робертом Стирлингом 27 сентября 1816 года.

Состав: двигатель Стирлинга состоит из 5 основных составляющих: вытеснительный и рабочий поршни, области нагревания и охлаждения и маховик.

Принцип работы: внешний источник тепла нагревает газ в нижней части теплообменного цилиндра. Создаваемое давление толкает рабочий поршень вверх. Маховик толкает вытеснительный поршень вниз, тем самым, перемещая разогретый воздух из нижней части в охлаждающую камеру. Воздух остывает и сжимается, рабочий поршень опускается вниз. Вытеснительный поршень поднимается вверх, тем самым, перемещая охлаждённый воздух в нижнюю часть. И цикл повторяется.

Недостатки:

- Высокие давления и особые виды рабочего тела
- Громоздкость и материалоемкость
- Тепло подводится не к рабочему телу непосредственно, а через стенки теплообменников

Преимущества: простота конструкции; «всеядность» двигателя; увеличенный ресурс; экономичность; бесшумность; экологичность.

Применение: транспорт; солнечные энергетические установки; криокулер; медицина.

Наша модель: мы создали модель двигателя Стирлинга, типа-гамма.

Перспективы работы: установить водо-воздушное охлаждение; сконструировать модели альфа и бета модификаций; поставить эксперименты с генератором; построить двигатель на солнечной энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Двигатель Стирлинга», URL: <http://physicstoys.narod.ru/page/vvedenie.html>
2. Wikipedia Свободная энциклопедия, URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Двигатель_Стирлинга

ВИХРЕТОКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ОБОЛОЧЕК

Иванов М.А.

*МБОУ Лицей при ТПУ, 634028, г. Томск, ул. Аркадия Иванова 4
e-mail: liceum@tpu.ru*

На различных производствах, в том числе и в атомной энергетике, для предотвращения аварий важно периодически производить техническую диагностику оборудования. В ряде случаев, объектами контроля являются детали, состоящие не из цельного материала, а из нескольких оболочек, образующих слои. Такие детали обладают изменёнными физическими характеристиками, необходимыми для решения различных задач, но так же они подвержены появлению различных дефектов. На стадии диагностики важно определить не только наличие дефекта, но и оценить его размер и местоположение. Если оболочки выполнены из электропроводящих немагнитных материалов, данная задача может быть эффективно решена средствами вихретокового контроля.

Современные вихретоковые дефектоскопы могут надёжно обнаруживать мельчайшие дефекты, но не могут определять глубину залегания дефекта.

Целью проведенных исследований являлось исследование возможности определения с использованием вихретокового метода глубины залегания дефекта типа трещина. Для этого были получены экспериментально зависимости амплитуды и фазы сигнала вихретокового преобразователя от толщины объекта контроля, зазора между вихретоковым преобразователем и проводящим объектом, глубины залегания дефекта в многослойном изделии.

В результате анализа полученных зависимостей было показано, что по фазе сигнала может быть получена информация о глубине залегания дефекта, а по амплитуде при известном зазоре – о размерах дефекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Е. Гольдштейн, И.А. Абрашкина, Методическое пособие к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине «Физические основы получения информации» Издательство ТПУ, Томск, 2008, 143 с.
2. Вихретоковый дефектоскоп. - URL: <http://remoskop.ru/vihretkovyj-magnitnyj-defektoskop.html> Дата обращения: 10.09.2014.

АВИАПЕРЕЛЕТ - БЕЗ ОПАСНОСТИ

Избышева Г.С.

МБОУ «СОШ № 198» ЗАТО Северск, 636019, Томская обл., г.

Северск, ул. Победы, 12а

e-mail: sch198@mail2000.ru

В современном мире люди всё чаще пользуются услугами авиакомпаний. При таком интенсивном, ускоренном ритме жизни людям не хватает времени следить за своим здоровьем, а тем более при перелётах. Плохое самочувствие в самолёте не такое безобидное, как кажется на первый взгляд. Независимо от того, какого уровня самолёт или каким классом вы летите, перелёт представляет собой опасность: риск разбиться намного меньше, чем вероятность заполучить инфаркт, инсульт или получить дозу радиации. Поднимаясь на высоту десяти километров, пассажир теряет экранирующую защиту от земной атмосферы, что приводит к существенному росту дополнительного облучения и составляет порядка 100-200 мкР/ч, что в среднем в 10 раз выше, чем на поверхности Земли. Новый вредный фактор, возникший с увеличением высоты полета, показывает, что солнечную активность игнорировать тоже нельзя. Если произойдут огромные вспышки на Солнце, пассажиры и экипаж сверхзвукового лайнера получат значительную дозу облучения.

В наше время, при бурном развитии авиаперевозок, вопросы экологической безопасности пассажиров становятся всё более актуальными. Это в первую очередь касается радиационной безопасности пассажиров при нахождении их на борту самолёта.

Главная цель исследования – проинформировать население о такой нераспространённой проблеме, провести анкетирование среди учеников школы, а так же изготовить буклет, в котором приведена информация о проблемах, связанных со здоровьем человека во время полёта и разработать защитные меры для пассажиров.

Формально лётный персонал следует отнести к работникам, связанным с радиацией. Дозы, получаемые ими, в среднем выше тех, которым подвержено подавляющее большинство работников других профессий, включая работников больниц и предприятий ядерной энергетики. Радиация, с которой имеют дело члены экипажей авиалайнеров, не сотворена человеком и по своей природе, безусловно, является естественной, всегда существующей на высоте. Что касается риска – его создал сам человек, проводя все свое рабочее время на высоте 10,5 км над поверхностью земли и подвергаясь опасности в большей степени, чем человек в естественных условиях.

Из-за отсутствия информации по интенсивности облучения, люди не уделяют этому факту должного внимания и если не соблюдать специальные рекомендации, то негативные последствия для здоровья могут быть необратимыми. Я разработала ряд советов и рекомендаций, выпустила информационный буклет, который планирую предложить авиакомпаниям.

Вот некоторые правила, которых следует придерживаться в полёте:

- перед полётом стоит включить в свой рацион миндаль, яблоки, овес, гречу, тыкву и т.д.

- рекомендуется пить соки с мякотью. Они хорошо адсорбируют различные вещества и способствуют ускоренному выведению радионуклидов.

- из мясных продуктов лучше есть свинину и птицу. Метионин, содержащийся в мясе и рыбе, необходим для выведения радионуклидов.

- обязательно включить в рацион молочные продукты: творог, сливки, сметану, масло. Кальций, содержащийся в них, уменьшает накопление радиоактивного стронция.

- так же стоит надеть в полёт одежду из натуральных тканей, т.к. она отталкивает попадание радиации на кожу.

Придерживайтесь рекомендаций, и тогда Ваш полёт будет приятным и комфортным, а самое главное безопасным.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://ru.wikipedia.org>
2. <http://www.mirsovetov.ru>
3. Энциклопедия РОСМЭН «История открытий»
4. <http://foren.germany.ru>
5. <http://tiensmed.ru>
6. <http://lorsovet.info>
7. <http://www.masteraero.ru>
8. <http://airwiki.org/>

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕРМОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ - ТОКАМАК

Калиткин А.П., Шикота В.Д.

МАОУ СОШ №14, 634057, г.Томск, ул.Карла Ильмера, 11

e-mail: school14@tomsk.net

Токама́к (тороидальная камера с магнитными катушками) – тороидальная установка для магнитного удержания плазмы с целью достижения условий, необходимых для протекания управляемого термоядерного синтеза.

Плазма в токамаке удерживается не стенками камеры, которые не способны выдержать необходимую для термоядерных реакций температуру, а специально создаваемым комбинированным магнитным полем – тороидальным внешним и полоидальным полем тока, протекающего по плазменному шнуру. По сравнению с другими установками, использующими магнитное поле для удержания плазмы, использование электрического тока является главной особенностью токамака. Ток в плазме обеспечивает разогрев плазмы и удержание равновесия плазменного шнура в вакуумной камере.

Этим токамак, в частности, отличается от стелларатора, являющегося одной из альтернативных схем удержания, в котором и тороидальное, и полоидальное поля создаются с помощью внешних магнитных катушек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет

СОЗДАНИЕ ПОДЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА, РАБОТАЮЩЕГО НА ВОДЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ САХАР

Качин В.И.

*МБОУ «Северский лицей» ЗАТО Северск, 636000, г. Северск, ул.
Свердлова, 9*

Многие в наше время сталкиваются с проблемой, когда требуется зарядить, к примеру, сотовый телефон или плеер, но по разным причинам нет возможности это сделать. В таких ситуациях было бы удобно иметь при себе устройство, которое при своих небольших габаритах можно было бы взять с собой куда угодно и зарядить то, что необходимо, не имея доступ к электричеству.

Цель работы: создать подзарядное устройство сравнительно небольших габаритов, работающее на воде содержащей сахар.

Задачи:

- а) определить, какой тип элемента может эффективно давать электрический ток, получаемый из воды, содержащей сахар;
- б) изучить теоретический механизм действия;
- в) сконструировать и собрать устройство, проделать опыты, проверяющие его эффективность.

В ходе исследования было выявлено, что наиболее подходящим типом элемента является топливный элемент; был изучен теоретический процесс действия. В ходе работы была сделана самодельная ионнообменная мембрана; сконструировано и собрано устройство; проделаны опыты, проверяющие эффективность мембраны; была проведена попытка увеличить силу тока с помощью двух кольцевых магнитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://zhurnalko.net/=sam/junyj-tehnik/1981-05--num35>
2. <http://security-corp.org/hard/diy/4803-biotoplivnye-elementy-svoimi-rukami.html>
3. http://www.biochemistry.ru/biohimija_severina/B5873Part51-333.html
4. <http://zaryad.com/2012/03/01/tsellyuloznaya-bio-batareya/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

Кудасов Т.К.

*МБОУ «Бакчарская СОШ», 636200, Томская область, с. Бакчар,
ул. Ленина, 44, e-mail: bsh2@mail.ru*

Электромагнитные поля и излучения буквально пронизывают всю биосферу Земли, однако с развитием цивилизации, существующие естественные поля дополнились различными полями и излучениями антропогенного происхождения, которые существенно влияют на живые объекты. Работа радиотехнических и радиоэлектронных приборов создает «невидимую электромагнитную паутину», и чем больше мы окружаем себя этой «паутиной», тем важнее становится для нас узнать о том, как действуют на всё живое созданные природой и человеком электромагнитные поля.

Я решил заглянуть в тайны организации жизни, и экспериментальным путем определить эффективные способы стимулирования способности семян к прорастанию под воздействием электромагнитных полей и излучений.

Цель исследовательской работы: исследование влияния физических факторов на скорость прорастания семян и развитие проростков культурных растений.

Гипотеза исследовательской работы:

Если все растения на Земле в процессе эволюции выработали приспособления к воздействию естественного электромагнитного поля, то всякое изменение этого поля может повлиять на процессы жизнедеятельности растений. Влияние физических факторов на культурные растения может быть положительным или отрицательным. Я экспериментально проверил последствия воздействия различных излучений на скорость и степень прорастания семян и развитие проростков. Проанализировал полученные данные и определил эффективность использования физических факторов при обработке семян. Учитывая теоретические знания и результаты своего эксперимента, я пришел к выводу, что применение ультрафиолетового, сверхвысокочастотного и рентгеновского облучений и обработка электромагнитным полем сотового телефона семян кресс салата «Данский» и бархатцев сорта «Златоглавка» – это более прогрессивные способы подготовки семян к посеву. Они позволяют не только вывести семена из состояния покоя, но и активизировать работу разнообразных биологических катализаторов – ферментов, обеспечивающих быстрое прорастание семян, рост и развитие проростков.

МАРС - БУДУЩАЯ КОЛЫБЕЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Манишева А.И.

*МБОУ «СОШ №78» ЗАТО Северск, 636013, г. Северск, ул. Чапаева
22, e-mail: sch87@sibmail.com*

Долгое время считалось, что вопрос о полёте на Марс лежит в области научной фантастики. Однако в начале 21 века возникли настолько серьёзные проблемы, что путешествие на соседнюю нам красную планету становится просто жизненной необходимостью. Последние исследования Марса однозначно доказали, что раньше там была атмосфера, подобная земной: росли леса и протекали реки. Куда же всё это делось? Может подобное произойдёт и на Земле, может быть правы те планетологи, которые говорят, что Марс – это будущее Земли? Ответить на эти вопросы, можно только посетив Марс.

Другая проблема, которая в настоящее время в полный рост встала перед человечеством – это перенаселение планеты Земля и постепенное истощение её ресурсов. Не для кого не является секретом, что все локальные войны, ведущиеся сейчас на Земле – это, в конечном счете, передел сфер влияния за право обладания энергетическими ресурсами. Именно поэтому главная причина, по которой нам, жителям сегодняшнего дня (а не отдаленным потомкам), необходимо лететь на Марс, состоит в том, что правильно организованная программа освоения Марса может значительно повысить уровень жизни населения и снизить вероятность вооруженных конфликтов на планете Земля в течение ближайших двадцати-сорока лет. И, наконец, можно вспомнить историю исчезновения динозавров, вызванную падением метеорита. Нам людям хотелось бы иметь «запасной аэродром» в виде Марса, куда мы сможем перебраться в случае повторения вселенской катастрофы.

Две могучие сверхдержавы – Россия и США очень давно ведут работы по подготовке космического полёта к Марсу, сейчас очень много других стран подключились к этому проекту, и на сегодняшний день можно утверждать – основные проблемы, связанные с высадкой на «красную планету» имеют своё решение.

Цель настоящего проекта: рассмотреть и проанализировать основные способы жизнеобеспечения первых людей, прилетевших на Марс. Выбрать наиболее приемлемые, оценить их перспективность с точки зрения пребывания человека в условиях красной планеты в течение длительного времени и возможной дальнейшей полной колонизации Марса.

КОСМИЧЕСКИЙ ЛИФТ – В КОСМОС ПО НАНОКАБЕЛЮ

Нилов М.П., Шарапов А.С.

*МБОУ «СОШ №78» ЗАТО Северск, 636013, Томская, обл., г. Северск,
ул. Чапаева 22, e-mail: sch87@sibmail.com*

Научные идеи, опережающие своё время, не умирают. Даже если им было суждено появиться преждевременно, они всё равно возродятся во второй раз, а может быть и в третий. Ещё в далёком 1895 году К.Э. Циолковский впервые высказал идею создания космического лифта, соединяющего Землю и Луну. Идея получила развитие лишь спустя почти 100 лет, когда ленинградский инженер Юрий Арцутанов в 1960 году принёс в редакцию «Комсомольской правды» расчет нового, на сей раз земного «космического лифта» – троса, протянутого от поверхности Земли за геостационарную орбиту и растягиваемого центробежными силами. Предполагалось, что это будет сверхпрочный трос, одним концом закреплённый на поверхности планеты, а другим – в неподвижной точке выше геостационарной орбиты. По тросу поднимается подъёмник, несущий полезный груз. При подъёме груз будет ускоряться за счёт вращения планеты, что позволит на достаточно большой высоте отправлять его за пределы тяготения Земли. Проект получил название «В космос – на электровозе», вызвал большой интерес, но до практических разработок дело так и не дошло. В настоящее время интенсивного освоения космоса проблема доставки грузов на орбиту становится очень актуальной, ракеты для этого не подходят – они слишком дороги при эксплуатации и вредят экологии, поэтому идея создания космического лифта переживает бурное возрождение.

Цель настоящего проекта – рассмотреть возможность создания «космического лифта» и проблемы, связанные с осуществлением данного проекта.

Задачи проекта:

1. Изучить историю вопроса – какие учёные занимались разработками проектов «космических лифтов», результаты их работ.
2. Выделить основные проблемы – что не получилось и какие недостатки имеют данные проекты.
3. Сделать вывод о перспективности развития технологии «космических лифтов» для будущих поколений.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.iq-coaching.ru/vysokie-tehnologii/nanotehnologii/537.html>
2. http://www.radioman.ru/news/solar_space.php
3. <http://earth-chronicles.ru/news/2014-03-19-61827>

ТОМСКИЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ - ПОПУЛЯРИЗАТОР ЗНАНИЙ О СОВРЕМЕННЫХ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Рязанова Е.С.

Информационный центр по атомной энергии, г. Томск

Томский информационный центр по атомной энергии является обособленным структурным подразделением автономной некоммерческой организации «Информационные центры атомной отрасли». Он был открыт в 2008 году по инициативе Госкорпорации «Росатом», при поддержке администрации Томской области. Основные задачи центра: ознакомление населения с историей развития атомной отрасли и с новыми ядерными технологиями; популяризация ядерно-технических и естественнонаучных знаний; профориентация подрастающего поколения.

Информационный центр является не только современным высокотехнологичным кинотеатром, где с помощью интерактивных мультимедийных учебно-познавательных программ, викторин и виртуальных экскурсий школьники и студенты знакомятся с миром атомной энергии, но и представляет собой открытую коммуникационную площадку для проведения научно-технологических семинаров, вебинаров, конференций, акций, праздников и конкурсов по атомной энергетике и новым ядерным технологиям, с привлечением ведущих ученых вузов Томской области, сотрудников областной администрации, специалистов Сибирского химического комбината, Топливной компании «ТВЭЛ» и Госкорпорации «Росатом».

Если говорить о Школе-конференции молодых атомщиков Сибири, то секция для школьников «Ядерные технологии – шаг в будущее» традиционно, вот уже пятый год подряд, проводится на базе томского информационного центра по атомной энергии. В 2010 году на ней было представлено 12 выступлений старшеклассников, в 2011 году – 18, в 2012 году – 25, в 2013 году – 30, а в 2014 году – 14 научно-исследовательских и реферативных работ учащихся школ и учреждений профтехобразования Томской области. Более того, с 2013 года секция «Ядерные технологии – шаг в будущее» стала региональным этапом ежегодного Всероссийского конкурса для старшеклассников «Атомная наука и техника». Победители и призеры секции имеют возможность принять участие в федеральном этапе конкурса, который проходит в Москве в апреле – мае.

ДЕТЕКТОР ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Скутель М.А.

*Руководитель - Тищенко Тамара Ивановна, учитель физики
МАОУ лицей №7 г.634058, г.Томск, ул.Интернационалистов,
e-mail:licey7@sibmail.com*

Печальной реальностью наших дней остаются террористические акты, совершаемые с помощью взрывных устройств. Поэтому всегда актуальной задачей будет улучшение технических средств, с помощью которых можно вовремя обнаружить взрывчатое вещество. Обычно в аэропортах для этого используют интроскопы – рентгенотелевизионные устройства. Но интроскоп дает лишь двумерную картинку просвеченного багажа, так что окончательное решение, представляет ли этот багаж опасность, остается за человеком-оператором. Хотя сотрудники службы безопасности, работающие на интроскопах, проходят специальную подготовку, они не застрахованы от ошибки, цена которой может быть очень высока. Не могут их полностью заменить и другие технические средства, такие как газоанализаторы.

Поэтому требуется создать высокоэффективный метод обнаружения взрывчатых веществ, который отличался бы как точностью, так и высокой скоростью работы. Такой метод предлагают специалисты подразделения Физического института имени П.Н. Лебедева Российской Академии наук, работающие в ядерном кластере Сколково. Новый метод обнаружения взрывчатых веществ основан на фотоядерных реакциях.

Для обнаружения взрывчатых веществ в детекторе используются гамма-лучи определенной энергии. Под действием этих лучей некоторые изотопы азота и углерода, содержащиеся в современных взрывчатых веществах, превращаются в другие коротко живущие изотопы. Период полураспада этих изотопов от 1 до 100 мс. Распад сопровождается испусканием большого числа бета-частиц и гамма квантов. Эти бета-частиц и гамма кванты и регистрируются детектором. Так как гамма лучи обладают большой проникающей способностью, такой детектор легко обнаруживает мины, скрытые слоем почвы. Важным достоинством метода является быстрота. После облучения объекта коротким импульсом, ответ приходит уже через 20 мс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. Учебник по физике для 11 класса. М., Просвещение, 2008 г.
2. <http://www.atomic-energy.ru/news/2014/08/28/51084>.

СЕВЕРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
НИЯУ МИФИ

V МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ
АТОМЩИКОВ СИБИРИ

22-24 октября 2014г.

Сборник тезисов докладов

Ответственный редактор:
профессор, доктор физико-математических наук
М.Д. Носков

Компьютерное макетирование и оформление:
С.А. Кораблева



Подписано к печати 10.10.2014г.
Формат 60x84/16. Бумага ксероксная.
Печать RISO. Усл. печ. л. 8,81. Уч.- изд. л. 4,4.
Тираж 150 экз. Цена свободная.
Изд. СТИ НИЯУ МИФИ.
636036, Северск, пр. Коммунистический, 65.
Отпечатано в СТИ НИЯУ МИФИ.

