

IV международная школа-конференция молодых атомщиков Сибири

Томск, 23-25 октября 2013



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ГОСУДРАСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ АТОМЩИКОВ СИБИРИ

Сборник тезисов докладов

23-25 октября 2013г.

Издательство
Томского политехнического университета
2013

УДК 621.039
ББК 31.4
М00

М00 IV Международная школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сборник тезисов докладов / отв. редактор М.С.Кузнецов
Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 150 с.

В сборник включены тезисы докладов, представленных студентами, аспирантами и молодыми учеными в оргкомитет. Доклады сгруппированы в шесть секционных заседаний: Технологии ядерного топливного цикла, Перспективные направления развития ядерной энергетики, Ядерные технологии в инновационной экономике (медицина, промышленность, сельское хозяйство), Актуальные вопросы ядерного нераспространения, безопасность и экология ядерной отрасли, Фторидные технологии в атомной промышленности и производстве редкоземельной продукции, Ядерные технологии – шаг в будущее (для школьников).

Предназначен для студентов, аспирантов и преподавателей вузов, а так же всех интересующихся взглядами и делами молодежи по актуальным вопросам ядерной энергетики и экономики

Авторы несут полную ответственность за достоверность информации и возможность ее опубликования в открытой печати

ОГЛАВЛЕНИЕ

СОСТАВ КОНКУРСНОГО ЖЮРИ.....	11
СЕКЦИЯ №1. ТЕХНОЛОГИИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА	12
ВЛИЯНИЕ ОРГАНОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛЯ ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ В ИРТ-Т	
<i>Аникин М.Н., Чуйкина А.В., Наймушин А.Г</i>	12
ЛАЗЕРНАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СЕЛЕКЦИИ ПО ИЗОТОПАМ В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ	
<i>Беспала Е.В., Ушаков И.А., Баранов Е.А.</i>	13
ПОРОГОВЫЕ РЕАКЦИИ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГЛУБИНЫ ВЫГОРАНИЯ ОБЛУЧЕННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА	
<i>Шаманин И.В., Беденко С.В., Губайдулин И.М.....</i>	14
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ И СХЕМ ОТРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ ПРИ СКВАЖИННОМ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА	
<i>Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.</i>	15
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ НАГРЕВ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ДЛЯ НУЖД ХИМИЧЕСКОЙ И ЯДЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЕЙ	
<i>Дивановская А.В., Макаров Ф.В., Пищулин В.П.....</i>	16
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР	
<i>Дурновцев В.Я., Кетов А.С.</i>	17
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНОВ-ХРАНИЛИЩ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ	
<i>Орешкин Е.А., Каренгин А.Г., Шаманин И.В.....</i>	18
ТЕСТИРОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ РЕАКТОРА ИРТ-Т	
<i>Клостер С.А., Аникин М.Н.....</i>	19
МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОЙ ЦЕНТРИФУГИ	
<i>Тимченко С.Н., Коваленко Д.С., Орлов А.А.....</i>	20
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	
<i>Мурыгина А.В., Копысова А.А., Фирсова К.А., Маевская М.С., Молоков П.Б.</i>	21
РАСЧЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТВС С РАЗНЫМ ОБОГАЩЕНИЕМ	
<i>Лебедев И.И., Шматок А.А, Монгуш С.А.....</i>	22
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ В АКТИВНОЙ ЗОНЕ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ИРТ-Т	
<i>Лебедев И.И., Чертков Ю.Б., Наймушин А.Г.....</i>	23
ИССЛЕДОВАНИЕ АГИТАЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ КЕРНОВЫХ ПРОБ ДАЛМАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	
<i>Маевская М.С., Мурыгина А.В., Копысова А.А., Фирсова К.А., Молоков П.Б.</i>	24
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ПРИ ВСКРЫТИИ МОНАЦИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА РАСТВОРАМИ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ	
<i>Ануфриева А.В., Гулюта М.А., Молоков П.Б.</i>	25

ОСВЕТЛЕНИЕ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ УРАНОВЫХ РАСТВОРОВ НА МЕМБРАНЕ ТИПА ММФК И МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ	
<i>Парецков Е.Н., Ефремов И.Г., Кондратьев А.В.</i>	26
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ОТРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО БЛОКА ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	
<i>Петренко Б.Ю., Носков М.Д., Кеслер А.Г.</i>	29
ОПТИМИЗАЦИЯ ОТРАБОТКИ БЛОКОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	
<i>Сакирко Г.К., Носков М.Д., Истомин А.Д.</i> ,	30
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧИЯ В СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ КРАЕВЫХ И ВИНТОВЫХ СЕГМЕНТОВ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ДИСЛОКАЦИОННОЙ ПЕТЛИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗОНЫ СДВИГА В ГЦК - МЕТАЛЛАХ	
<i>Черепанов Д.Н., Старенченко В.А., Селиваникова О.В., Барбакова Е.А.</i>	31
ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТВЭЛОВ РЕАКТОРА ИРТ-Т ПРИ КРИТИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ	
<i>Таракаенко П. В., Монгуш С.А.</i>	34
РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ	
<i>Чуйкина А.В., Фёдоров Н.М., Аникин М.Н.</i>	35
СЕКЦИЯ №2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.	36
АЛЬТЕРНАТИВНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ВЫГОРАЮЩИХ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ В РЕАКТОРЕ ВВЭР - 1000	
<i>Монгуш С.А., Чертков Ю.Б.</i>	36
ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОКОНЦЕНТРАЦИЙ ФТОРИД ИОНОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОДАХ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	
<i>Карелин В.А., Хорева К.А., Аринова А.Б., Сидоркина О.С.</i>	37
РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛНЫ ГОРЕНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ БОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.</i>	38
ТОРЦЕВОЙ ФРОНТ ГОРЕНИЯ, РЕАЛИЗУЮЩИЙСЯ ПРИ СИНТЕЗЕ БОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.</i>	39
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОДА ИРТ-Т НА НИЗКООБОГАЩЕННОЕ ТОПЛИВО В РЕЖИМЕ ЧАСТИЧНЫХ ПЕРЕГРУЗОК	
<i>Нуркин А.С., Лебедев И.И., Наймушин А.Г.</i>	40
РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА БОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.</i>	41
УСЛОВИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОЛУЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕЖИМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГОРЕНИЯ	
<i>Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.</i>	42
НЕЙТРОН-ЗАХВАТНАЯ ТЕРАПИЯ	
<i>Коновалов П.И., Хорохорин Д.М.</i>	43

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ В РЕЖИМЕ СВС <i>Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.</i>	45
СЕКЦИЯ №3. ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ (МЕДИЦИНА, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО).....	
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОРБЦИИ ЙОДА ИЗ ВОДНЫХ, ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ СРЕД <i>Селявская Е.В., Безрукова С.А., Буйновский А.С., Софронов В.Л.</i>	46
ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДИДОВ В МОЧЕ МЕТОДОМ ПОТЕНЦИОМЕТРИИ <i>Безрукова С.А., Селявская Е.В.</i>	47
ДОЗОВЫЕ НАГРУЗКИ ПРИ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ И ПРЕКЦИОННЫХ ВИЗУАЛИЗАЦИЯХ НА УСТАНОВКАХ С СУБМИЛЛИМЕТРОВЫМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ <i>Стучебров С.Г., Батрагин А.В., Вагнер А.Р.</i>	48
РЕНТГЕНАБСОРБЦИОННЫЙ АНАЛИЗАТОР ПОТОКА МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЖИДКОСТИ <i>Черепенников Ю.М., Гоголев А.С.</i>	49
ВЛИЯНИЕ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА ТЕМПЕРАТУРУ ИНИЦИИРОВАНИЯ СВ-СИНТЕЗА БОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ <i>Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.</i>	50
СЕКЦИЯ №4. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЯДЕРНОГО НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ ЯДЕРНОЙ ОТРАСЛИ.	
РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ УЧЕБНЫХ СИСТЕМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ СФЗ <i>Грицевич М.П. Кондратьев Д.О. Степанов Б.П.</i>	51
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ <i>Афанасьев К.Ю.</i>	52
АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ЯДЕРНОГО/РАДИОЛОГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА МЕТОДОМ «ДЕРЕВЬЕВ ПРЕДПОСЫЛОК» <i>Варсеев Е.В., Андрияшин И.И., Пшакин Г.М.</i>	53
ПРИМЕНЕНИЕ ПК «ВЕГА-2» ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ <i>Халявин И.В. Вахрушева Ю.С. Степанов Б.П.</i>	54
ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЗАДАЧАХ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Заплаткина Д.С., Недбайло Ю.В.</i>	55
БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР <i>Бабкин С.Д., Годовых А.В., Кириенко В.В., Щербаков А.В.</i>	56

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПО УЧЕТУ И КОНТРОЛЮ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РАМКАХ УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА «СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЯДЕРНОМУ ТЕРРОРИЗМУ»	
<i>Колотова Ю.В., Корнейчук С.О., Годовых А.В.</i>	57
ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ И МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНОВ ВЫДЕРЖКИ ТВЭЛОВ	
<i>Новоселов И.Ю., Каренгин А.Г., Кокарев Г.Г.</i>	58
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИММОБИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА В РАСПЛАВАХ ХЛОРИДОВ МЕТАЛЛОВ В ВОЗДУШНОЙ ПЛАЗМЕ ВЧФ-РАЗРЯДА	
<i>Новоселов И.Ю., Шахматова О.Д., Шлотгауэр Е.Э., Каренгин А.Г., Кокарев Г.Г.</i>	59
ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ И МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ МОДЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА	
<i>Новоселов И.Ю., Шахматова О.Д., Шлотгауэр Е.Э., Каренгин А.Г., Кокарев Г.Г.</i>	60
РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ГЕТЕРОСТРУКТУР ALGAINP ($\Lambda=630$ НМ.) С МНОЖЕСТВЕННЫМИ КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ	
<i>Орлова К.Н., Градобоев А.В.</i>	61
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ «НАРУШИТЕЛЬ – СФЗ»	
<i>Годовых А. В., Паренко М. С., Степанов Б. П.</i>	62
ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	
<i>Плевака М. Н.</i>	63
ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ.	
<i>Седнев Д.А., Салчак Я.А., Градобоев А.В., Асанов И.А.</i>	64
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МИГРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ СЕРНОКИСЛОТНОМ СКВАЖИННОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА	
<i>Теровская Т.С., Кеслер А.Г., Носков М.Д.</i>	65
АВСТРАЛИЯ И ФРГ: НАЦИОНАЛЬНЫЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ В ЯДЕРНОЙ СФЕРЕ (СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ)	
<i>Торопчин Г.В.</i>	66
РАЗВИТИЕ АМЕРИКАНО-ИНДИЙСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ЯДЕРНОЙ СФЕРЕ	
<i>Чебыкин Д.А., Катаева О.И.</i>	67
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕЧЕНИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФОТОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В СУЩЕСТВУЮЩИХ БИБЛИОТЕКАХ ОЦЕНЕННЫХ ДАННЫХ	
<i>Шариков Д.А., Бойко В.И.</i>	68
БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР	
<i>С.Д. Бабкин, А.В. Годовых, В.В. Кириенко, А.В. Щербаков.</i>	69
ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД В ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ	
<i>Юртаева А.Н., Сваровский А.Я.</i>	70
ФИЗИЧЕСКАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА БЛИЖНЕМ ВОСТОКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ИХ РЕШЕНИИ	
<i>Блацаница А.В.</i>	71

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД В ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ	
<i>Юртаева А.Н., Сваровский А.Я.</i>	73
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОБЛЕМ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ	
<i>Малинникова Т.П.1, Шаляпин С.В.2, Ситников А.С.2, Зеличенко В.М.2, Васильева О.Л.2</i>	75
ОСОБЕННОСТИ СОТРУДНИЧЕСТВА КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В РАЗВИТИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ КНР НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	
<i>Баталова А.Ю.</i>	77
СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ ЭНЕРГИИ, ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ СОЛНЕЧНЫМИ БАТАРЕЯМИ	
<i>Петрусёв А.С., Сарсикеев Е.Ж.</i>	79
СЕКЦИЯ №5. ФТОРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРОИЗВОДСТВЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ.	82
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ МОНАЦИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА ПО АЗОТНОКИСЛОЙ ТЕХНОЛОГИИ	
<i>Агеева И.И., Ануфриева А.В., Гулюта М.А., Макаеев Ю.Н., Молоков П.Б.</i>	82
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕТРАФТОРОБРОМАТА КАЛИЯ ДЛЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ФТОРИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО УРАНА И ТОРИЯ	
<i>Войтенко М. Ю.</i>	83
ФОРМИАТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РЗМ-МАГНИТОВ	
<i>Догаев В.В., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Макаеев А.Ю., Макаеев Ю.Н.</i>	84
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УГОЛЬНЫХ АНОДОВ ФТОРНЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ	
<i>Дамм Ю.П., Галата А.А., Софронов В.Л., Жеронкина О.Г.</i>	85
ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРА	
<i>Дамм Ю.П., Галата А.А., Софронов В.Л., Жеронкина О.Г.</i>	86
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ/ИЗМЕРЕНИЯ АНОДНОГО ТОКА СРЕДНЕТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ	
<i>Агеев А. Ю. Журавлев А. А.</i>	87
УЛАВЛИВАНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ОКСИДОВ И ФТОРИДОВ УРАНА В СУБЛИМАТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	
<i>Калаев М.Е., Софронов В.Л., Рудников А.И., Ледовских К.А.</i>	88
ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССА ГИДРОФТОРИРОВАНИЯ ОКСИДОВ УРАНА	
<i>Калаев М.Е., Софронов В.Л., Галата А.А., Ледовских К.А.</i>	89
ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА ДЛЯ СОРБЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЗОЛОТА И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	
<i>Ковальская Я.Б., Зеличенко Е.А., Гузеев В.В., Морозова А.С., Гурова О.А.</i>	90
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФТОРИДА АММОНИЯ	
<i>Курченко Е.И.</i>	91

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА	
<i>Малютин Л.Н.</i>	92
ПЕРСПЕКТИВНАЯ ФТОРАММОНИЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МОНАЦИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА	
<i>Обмуч К.В., Чалов С.А.</i>	93
УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕКСАФТРИДА ВЫСОКООБОГАЩЕННОГО УРАНА	
<i>Плотников М.Б., Русаков И.Ю.</i>	94
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕТРАФТОРОБРОМАТОВ МЕТАЛЛОВ С ИРИДИЕМ	
<i>Рыбаков А.В., Ивлев С.И.</i>	95
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ОКСАЛАТА КАЛЬЦИЯ В РАСТВОРАХ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ	
<i>Селявский В.Ю., Буйновский А.С., Софронов В.Л.</i>	96
ГАЗОВОГИДРАТНЫЙ СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ ЦИРКОНИЯ ОТ ГАФНИЯ	
<i>Гузеев В.В., Семенов С.С., Циркунов П.Т.</i>	97
СОРБЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ УРАНА ИЗ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ	
<i>Терещенко Е.В., Смолкина Т.В.</i>	98
ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ГАЗОФТОРИДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛУЧЁННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА	
<i>Тоненчук А.А., Пищулин В.П.</i>	99
ПРИМЕНЕНИЕ ФТОРИДНЫХ СОЛЕВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТИТАНА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА	
<i>Карелин В.А., Сорокина Е.В.</i>	100
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	
<i>Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.</i>	102
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ КОНВЕРСИИ ДИОКСИДА УРАНА В ГЕКСАГИДРАТ НИТРАТА УРАНИЛА	
<i>Кондратьев А.В., Ефремов И.Г., Парецков Е.Н.</i>	103
СЕКЦИЯ №6. ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ШАГ В БУДУЩЕЕ (ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ)	107
ТОМСКИЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ – ПОПУЛЯРИЗАТОР ЗНАНИЙ О СОВРЕМЕННЫХ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	
<i>Шаляпин С.В.</i>	107
МАЛАЯ АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫХОД ИЛИ УГРОЗА БУДУЩЕМУ	
<i>Мальцев А.П., Рыбина Л.Н.</i>	108
АТОМ И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ	
<i>Шинкаренко С.Е., Охалкин А.А., Кукина Е.Л.</i>	109
АТОМНЫЕ ЛЕДОКОЛЫ: ПРОШЛОЕ. НАСТОЯЩЕЕ. БУДУЩЕЕ	
<i>Цеханович М.Е., Главатских М.Ю.</i>	113
ПРИМЕНЕНИЕ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	
<i>Изместьева Ю.К., Сорокина Ю.В., Таратушкина В.В., Рыбина Л.Н.</i>	114

РАДИАЦИЯ – ИЗУЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ	
<i>Пратчик И.А., Маркова Т.В.</i>	115
АТОМ-ИННОВАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ И НАХОДКИ БЕЗОПАСНОГО ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИИ НА ЧЕЛОВЕКА	
<i>Созинов Н.М., Ласточкина О.Г.</i>	117
ПРИМЕНЕНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ	
<i>Евстремская В.В., Кукина Е.Л.</i>	118
РАДИАЦИОННЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ И ОНКОЛОГИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ	
<i>Колганов И.А., Смирнов П.В., Рыбина Л.Н.</i>	120
НОВЕЙШИЕ ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ	
<i>Носова А.Д.</i>	122
ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОЗ РАДИАЦИИ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ НОВООБРАЗОВАНИЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ЧЕЛОВЕКА	
<i>Мальцев С.П., Полушина О.А.</i>	123
ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ	
<i>Пятчин Н.Р., Астраханцев А.Д., Семенов Н.М.</i>	124
ВИХРЕТОКОВЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПЛАСТИНЫ И ТОЛЩИНЫ НЕПРОВОДЯЩЕГО ПОКРЫТИЯ	
<i>Неруш М.Н.1, Гольдштейн А.Е.2</i>	125
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ	
<i>Соловьев М.Э.1, Балахонов Н.М.2</i>	126
РАДИОВОЛНОВЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ИНОРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ТРУБОПРОВОДАХ	
<i>Антонов Д. В.1, Шиян В.П.2</i>	129
ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ	
<i>Гуков М. И., Иванов А.И., Сивков А.А.</i>	131
ПОЛУЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА И КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ	
<i>Курцевич А.Е.1, Усова Н.Т.1, Лотов В.А.2</i>	133
СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОБОЯ И ШЛАМОВ ВОДООЧИСТКИ	
<i>Кобякова А.А.1, Усова Н.Т.1, Лебедева Е.Ю.2</i>	134
ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ВОДЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ	
<i>Александрова И.В., Соболева К.Е., Челябинова Л.А.</i>	135
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА УЧУМ	
<i>Бурыхина Е.С., Ныш Г.В.</i>	137
СТРУКТУИРОВАНИЕ ВОДЫ	
<i>Осипова Я.Ю., Челябинова Л.А.</i>	139
ОПЕРАЦИЯ УТИЛИЗАЦИЯ	
<i>Ефимова А.К., Избышева Г.С., Беликова С.Н.</i>	140
СОЦИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ УЧАЩИХСЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ БАКЧАРСКОГО РАЙОНА ОБ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ	
<i>Щукин Л.В., Щукина Л.Л.</i>	142

АЛЬМАНАХ МЕМОРИАЛЬНЫХ ДОСОК ГОРОДА СЕВЕРСКА	
<i>Качин В.И., Шамрина И.В.</i>	144
МАЛЕНЬКИЙ ВКЛАД В БОЛЬШИЕ ТЕХНОЛОГИИ	
<i>Резниченко Е.В., Буркова Т.Д.</i>	145
КЛАССИКИ ЯДЕРНОЙ СФЕРЫ – «СИБИСКИЙ ХАН» - К 80-ЛЕТИЮ ГЕННАДИЯ ПЕТРОВИЧА ХАНДОРИНА	
<i>Грицкевич А.В., Латыпова Д.А., Рыбина Л.Н.</i>	147

СОСТАВ КОНКУРСНОГО ЖЮРИ

Председатель:

Долматов Олег Юрьевич, к.ф.-м.н., проректор-директор Физико-технического института Томского политехнического университета

Эксперты-члены жюри секции «Технологии ядерного топливного цикла»:

Рисованный Владимир Дмитриевич, заместитель генерального директора ЗАО «Наука и инновации» – научный руководитель по физико-энергетическому блоку
Манцевич Николай Маркович, заместитель директора ОАО «Гиредмет», заместителю генерального директора ГНЦ РФ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»

Шаманин Игорь Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой ТФ ФТИ ТПУ

Колпаков Геннадий Николаевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры ФЭУ ФТИ ТПУ

Софронов Владимир Леонидович, д.т.н., профессор СТИ НИЯУ МИФИ

Эксперты-члены жюри секции «Безопасность, экология ядерной отрасли и актуальные вопросы ядерного нераспространения»:

Демянюк Дмитрий Георгиевич, к.т.н., зам.директора ФТИ по УР (ТПУ)

Андреев Владимир Александрович, к.т.н., СТИ НИЯУ МИФИ

Степанов Борис Павлович, к.т.н., доцент ФЭУ ФТИ ТПУ

Эксперты-члены жюри секции «Перспективные направления развития ядерной энергетики»:

Лебедев Григорий Николаевич, руководитель Молодежного инжинирингового центра НИЯУ МИФИ

Мышкин Вячеслав Федорович, д.ф.-м.н., профессор кафедры ТФ ФТИ ТПУ

Исаченко Дмитрий Сергеевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры ФЭУ ФТИ ТПУ

Молоков Петр Борисович, к.т.н., СТИ НИЯУ МИФИ

Эксперты-члены жюри секции «Ядерные технологии в инновационной экономике (медицина, промышленность, транспорт, сельское хозяйство)» :

Черепнин Юрий Семенович, главный конструктор тепловыделяющих сборок - директор отделения, ОАО «НИКИЭТ», д.т.н.

Вагнер Александр Рудольфович, к.ф.-м.н., начальник научного отдела ФТИ ТПУ

Агеев Александр Юрьевич, к.т.н., доцент СТИ НИЯУ МИФИ

Селиваникова Ольга Валерьевна, старший преподаватель ФЭУ ФТИ ТПУ

Эксперты-члены жюри секции «Фторидные технологии в атомной промышленности и производстве редкоземельной продукции»:

Макасеев Андрей Юрьевич, к.т.н., начальник департамента по науке и инновационной политике Администрации Томской области

Дьяченко Александр Николаевич, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой ХТРЭ ФТИ ТПУ

Буйновский Александр Сергеевич, д.т.н., профессор СТИ НИЯУ МИФИ

Егоров Николай Борисович, к.х.н., доцент ХТРЭ ФТИ ТПУ

Эксперты-члены жюри секции «Ядерные технологии – шаг в будущее»:

Карпов С.А., к.ф.-м.н., доцент СТИ НИЯУ МИФИ

Ожерельев О.А., к.т.н., доцент СТИ НИЯУ МИФИ

Семенов Андрей Олегович, ст.преподаватель ФТИ ТПУ

Ситников А.С., к.т.н., зам. директора НП «ТАЦ»

Мищенко С.В., специалист УСО ОАО «СХК»

Шаляпин С.В., руководитель ИЦАЭ г. Томска

Леонтьева Е.В. – методист, руководитель отдела школьного образования МАОУ ЗАТО Северск «Ресурсный центр образования»

СЕКЦИЯ №1. ТЕХНОЛОГИИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛЯ ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ В ИРТ-Т

Аникин М.Н., Чуйкина А.В., Наймушин А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

При проведении расчетных исследований влияния положения стержней регулирования, была использована программа MCU-PTR. С помощью этой программы была создана модель реактора ИРТ-Т, которая подробно описывала характеристики активной зоны.

Конструктивной особенностью реактора является наличие с правой стороны активной зоны большого количества бериллия с экспериментальными каналами, что приводит к перекосу поля энерговыделения в правую сторону. В среднем значение энерговыделения в правом ряду ТВС выше на 11-12 %.

По существующему регламенту извлечения стержней, стержни, находящиеся в правой и левой стороне активной зоны извлекаются симметрично, что сохраняет повышенную энергонапряженность в правой стороне активной зоны.

При поднятии группы КС-1 выше на 20 см, относительно КС-2, энерговыделение по ячейкам левой и правой сторон выравниваются, однако, в тех ячейках, в которых находятся стержни КС-2 резко увеличивается аксиальный коэффициент неравномерности (на 9-11 %). В восьмитрубных ТВС правой стороны активной зоны увеличение аксиального коэффициента неравномерности незначительно и составляет ~3 %.

Несмотря на значительное увеличение аксиальной неравномерности тепловой поток с поверхности твэл значительно ниже критического уровня и не превышает 550 кВт/м². Изменение регламента извлечения стержней не вызывает риска возникновения аварийных ситуаций.

Список литературы

- Варлачев В.А., Гусаров О.Ф., Заболотнов С.А. и др. Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 56 с.
- Алексеев Н.И., Гомин Е.А., Городков С.С. Программа MCU5PTR //РНЦ «Курчатовский институт» Институт ядерных реакторов, – М., 2007.

ЛАЗЕРНАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СЕЛЕКЦИИ ПО ИЗОТОПАМ В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

Беспала Е.В., Ушаков И.А., Баранов Е.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В ядерных реакторах используется графит в качестве замедлителя или отражателя нейтронов. Реакторный графит составляет большую часть всех накопленных в мире твердых радиоактивных отходов. Поиск способов утилизации облученного графита является актуальной задачей, имеющей международный характер.

Широко разрабатываемая технология утилизации реакторного графита - сжигание. Рассматриваются несколько способов сжигания: традиционный, в кипящем слое, в поле лазерного излучения, газификация с помощью перегретого водяного пара (пиролиз). При этом радиоактивные элементы остаются в виде золы в твердой фазе, а углерод переходит в газовую фазу. Однако при сжигании образовывается газообразный радиоактивный продукт CO_2 , также требующий захоронения.

Плазменные процессы, в которых проявляется изотопный эффект, совмещают несколько стадий: газификация, химическая реакция, разделение продуктов реакции.

В работе исследуется процесс сепарации изотопов углерода между конденсированной и газообразной фазами продуктов окисления графита в низкотемпературной плазме.

Большая часть частиц в низкотемпературной плазме представлена радикалами. Известно что, радикальные процессы в магнитном поле селективны по изотопам. Магнитное поле при воздействии на радикалы, участвующие в химической реакции в растворах, позволяет перераспределять изотопы с магнитными и немагнитными ядрами между исходными соединениями и продуктами реакции (магнитный изотопный эффект). Впервые нами разрабатывается плазмохимический метод разделения изотопов углерода в плазме с использованием спиновых явлений во внешнем магнитном поле. Внешнее магнитное поле может оказывать значительное воздействие на условия протекания плазмохимической реакции и скорости образования тех или иных соединений [1].

Для увеличения скорости накопления тяжелого изотопа углерода в газообразной фазе, при плазмохимическом окислении во внешнем магнитном поле, целесообразно увеличивать неравновесность плазмы. Это означает увеличение концентрации, относительно равновесного, заданного состояния одного из изотопов. В реакции образования химической связи принимают участие частицы, энергия которых превышает энергию активации. В равновесной плазме тепловая энергия статистически распределяется по всем степеням свободы частиц в соответствии с законом Больцмана, согласно с которым, заселяются все состояния энергии атомов. Доля возбужденных состояний частиц всегда меньше, чем доля частиц в основных состояниях. При этом в целевой химической реакции принимают участия лишь некоторая часть энергетических состояний атомов. Для интенсификации процесса предлагается переводить атом углерода в возбужденное состояние по схеме $2s^2 2p^2 \rightarrow 2s^1 2p^3$. Тем самым увеличивать реакционную способность атома углерода.

Список литературы

1. Хан В.А., Власов В.А., Мышкин В.Ф., Серебренников В.С., Бурдовицын А.Н. О возможности использования микроволнового и лазерного излучений для интенсификации плазмохимических реакций // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс], 2008. - №41(07). – С. 1-13. URL: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/19.pdf>

ПОРОГОВЫЕ РЕАКЦИИ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГЛУБИНЫ ВЫГОРАНИЯ ОБЛУЧЕННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Шаманин И.В., Беденко С.В., Губайдулин И.М.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Рассматриваемая в работе проблема посвящена теоретическим исследованиям и численным экспериментам, направленным на изучение ядерно-физических особенностей пороговых реакций протекающих в керамическом облученном ядерном топливе (ОЯТ) с предельными значениями глубин выгорания.

Повышение эффективности ядерной энергетики связано с решением следующих основных задач. Первая задача связана с регенерацией ОЯТ атомных станций и возвращением его в ЯТЦ (замкнутый топливный цикл). Вторая задача обусловлена резко возросшей глубиной выгорания, вплоть до 120 МВт·сут/т, как штатного топлива UO_2 , так и новых перспективных керамических топлив действующих реакторов и реакторных установок (РУ) нового поколения [1].

Увеличение глубины выгорания штатного топлива, а так же появление новых видов керамических топливных композиций типа $(Pu,Th)O_2$, $(U,Th)O_2$, $(U,Pu)O_2$, $UC/(U,Pu)C$, $UN/(U,Pu)N$ для действующих реакторов и РУ нового поколения еще больше обострит проблему обращения с ОЯТ и высвобождающимся ураном и плутонием. Потребуется разработка новых концептуальных подходов по обращению с таким топливом.

При решении задач безопасности ОЯТ основная проблема связана с радиационной безопасностью и разработкой регламентов и процедур обращения с учетом спектральных и интегральных характеристик нейтронного излучения ОЯТ [1, 2]. В настоящем исследовании особое внимание уделено пороговым состояниям и пороговым уровням нейтронных (α,n) -реакций на легких ядрах (O, C и N) керамического топлива, так как именно (α,n) -реакция может существенно осложнить радиационную обстановку при обращении с ОЯТ.

Существующие сегодня методики расчета полей излучения вблизи ОЯТ разработаны и аттестованы в основном для штатного оксидного топлива UO_2 , эксплуатировавшегося преимущественно в водо-водяных энергетических реакторах на тепловых нейтронах. Причем, погрешность определения нейтронной составляющей радиационных характеристик ОЯТ лежит в пределах (22–26) % и требует отдельного более детального изучения.

Таким образом, применение используемых сегодня методик и алгоритмов расчета для определения нейтронной составляющей радиационных характеристик новых видов топлив требует как минимум обоснования, а в ряде случаев существенного дополнения и модернизации. Кроме того, конструктивные особенности РУ нового поколения и параметры их эксплуатации приводят к изменению характеристик поля излучения ОЯТ, влияющих на радиационную обстановку вблизи систем хранения и транспортировки, что не учитывается существующими сегодня методами расчета.

Авторами предложена новая аналитическая модель ядерно-физических процессов, протекающих в топливе, которая позволила выделить все основные каналы формирования нейтронов, включая нейтронные каналы вблизи порога реакции (α,n) и ранее не принимавшиеся во внимание фотоядерные резонансные процессы, протекающие в ОЯТ. Разработанная модель учитывает не только выход нейтронов и многообразие пороговых явлений на легких ядрах керамического ядерного топлива, а также спектр (α,n) -реакций.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ И СХЕМ ОТРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ ПРИ СКВАЖИННОМ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА

Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Важной задачей, стоящей перед геотехнологическим предприятием, является повышение эффективности горно-подготовительных работ и оптимизация отработки эксплуатационных блоков. Выбор оптимальных технологических параметров, систем и схем отработки эксплуатационных блоков на стадии планирования горных работ имеет большое значение для обеспечения эффективности последующей разработки месторождения. Для решения поставленной задачи целесообразно применять проблемно-ориентированное программное обеспечение, позволяющее максимально автоматизировать процесс планирования, проектирования и оптимизации, а также максимально избавить специалистов от выполнения рутинных операций вручную. В настоящей работе представлено специализированное программное обеспечение для оптимизации и планирования горных работ, которое позволяет в полуавтоматическом или автоматическом режимах выбирать наилучшие схемы и режимы отработки эксплуатационных блоков, а также готовить планы горных работ.

Программное обеспечение создано на языке программирования Borland C++ для применения на персональных компьютерах, работающих в системе Windows. Работа программного обеспечения основывается на информации о геологических и геотехнологических факторах, геотехнологических параметрах блоков. Информация для работы программы оптимизации и планирования горных работ содержится в интегрированном хранилище данных. Наилучшие схемы и режимы отработки эксплуатационных блоков определяются исходя из заданных пользователем критериев, которые соответствуют задачам, стоящим на данный момент перед горнодобывающим предприятием.

Программа позволяет создавать проекты эксплуатационных блоков на основе геолого-математической модели залежи. Построение эксплуатационных блоков осуществляется с помощью примитивов технологических ячеек (рядная, гексагональная, шахматная схема и т.д.), кроме того можно изменять расположение технологических скважин. Форма и расположение технологических объектов могут быть изменены пользователем. После построения эксплуатационных блоков вводятся расчетные параметры, необходимые для расчета геологических параметров блока и основных геотехнологических показателей отработки эксплуатационного блока. В процессе расчета строятся графики зависимости основных показателей отработки эксплуатационного блока (масса урана, концентрация урана в продуктивных растворах, удельный расход кислоты и т.д.) от показателя Ж/Т (отношение закаченного объема рабочих растворов к горнорудной массе блока) и от времени. Для расчета показателей отработки эксплуатационного блока, применяются функциональные зависимости, полученные в результате анализа данных фактической отработки эксплуатационных блоков.

В качестве целевых функций оптимизации горных работ используются отношение Ж/Т или время, требуемое для заданной степени отработки эксплуатационного блока; степень вскрытия запасов эксплуатационными блоками; себестоимость добычи урана. Целевые функции рассчитываются с помощью соответствующих математических моделей. Основными методами оптимизации являются: вращение блока как целого, пропорциональное изменение размеров блока, изменение расстояния между рядами, изменение расстояния между скважинами в ряду. Процесс оптимизации может осуществляться в полуавтоматическом и автоматическом режимах.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ НАГРЕВ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ДЛЯ НУЖД ХИМИЧЕСКОЙ И ЯДЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЕЙ

Дивановская А.В., Макаров Ф.В., Пищулин В.П.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

При производстве искусственного ангидрита путем нейтрализации серной кислотой известняка для технологии приготовления закладочных смесей на его основе необходимо обеспечить подвод тепла в зону реагирования. Применяемые методы подвода тепла через стенку реактора характеризуются большими энергетическими затратами из-за больших потерь тепла, громоздкостью и сложностью применяемого оборудования, малой интенсивностью подвода тепла. Наиболее эффективным является подвод тепла в зону реагирования вместе с серной кислотой путем предварительного ее нагревания тепловым эффектом реакции при смешении с водяным паром. Этот метод нагрева обеспечивает температуру серной кислоты 100 °С и высокие технологические параметры процесса сульфатизации, однако приводит к разбавлению серной кислоты, избытку влаги в сульфатной массе, перерасходу серной кислоты от стехиометрического количества, что отрицательно влияет на экономические показатели и дальнейший процесс переработки продуктов реакции.

Для устранения этих недостатков в Северском технологическом институте НИЯУ МИФИ на кафедре МАХАП для предприятия ОАО ГМК «Норильский никель» была разработана установка прямого нагрева 93%-ной серной кислоты производительностью 500 кг/час до температуры 160 °С с тиристорным регулятором мощности с номинальным током нагрузки до 400 А, который обеспечивает регулирование переменного напряжения в трубчатом нагревателе 220/380 В 50 Гц на активной нагрузке ($\cos \varphi > 0,2$) фазовым методом.

Нагрузка к регулятору подключается по схеме «звезда» с рабочей нейтралью. Регулятор может применяться как для ручного управления уровнем мощности, выделяемой на нагрузке, так и дистанционного управления в составе системы автоматизации, где в качестве управляющего сигнала применяется стандартный сигнал 4-20 мА от термометра сопротивления ДТС145-100П.В3.60. Поддержание и регулирование нагрузки осуществляется микропроцессорным программируемым устройством на основе ПИД регулятора ТРМ210-Щ1.ИР. Регулятор имеет широкий комплекс защит IP20 и автодиагностики, обеспечивающих надежное функционирование устройства и своевременное информирование оператора о возникающих неисправностях, и их упреждение.

В процессе работы проведено моделирование процессов гидродинамики в среде Solid Works модуля Flow Simulation. Движение текущей среды моделировалось с помощью уравнений Навье – Стокса, описывающих в нестационарной постановке законы сохранения массы, импульса и энергии среды. При моделировании турбулентных течений уравнения Навье – Стокса осредняются по Рейнольдсу. Модель позволяет моделировать турбулентные, ламинарные и переходные течения. В ходе проведенных исследований были вычислены значения скоростей потока в разных сечениях аппарата, при этом значения скоростей варьировались от 0 до 1,3 м/с. Было замечено, что в некоторых сечениях аппарата скорость потока близка к 0 м/с, то есть образуются застойные зоны. При прохождении потока через отверстия в электродах скорость увеличивается до 0,78 м/с, а через межэлектродный изолятор достигается максимальная скорость потока, равная 1,3 м/с.

В результате работы был спроектирован участок нагрева серной кислоты для ГМК «Норильский никель», выполненный с помощью САПР программ комплекса Autodesk Plant, а именно был спроектирован узел хранения и подачи серной кислоты, электродный трубчатый нагреватель, несущий каркас емкости серной кислоты, трубопроводная арматура и КИП.

ПАРАЛЛЕЛНЫЙ НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР

Дурновцев В.Я., Кетов А.С.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Универсальные нечеткие регуляторы, созданные на сегодняшний день, имеют программную реализацию. Исключения составляют регуляторы, разработанные для решения какой-то одной специфичной задачи, но универсализм у них полностью отсутствует. То есть их нельзя применять в других областях, которые не учитывались при проектировании нечеткого регулятора.

Программная реализация нечеткого регулятора очень отличается от аппаратной. И сильно зависит от производительности центрального процессора и вычислительной системы в целом. Зная структуру и алгоритм вычисления нечеткого регулятора, можно увидеть, что процесс вычисления такого рода регуляторов можно распараллелить, но программная реализация полностью уничтожает эту возможность. Для того чтобы убедиться в этом необходимо проанализировать программную и аппаратную реализацию нечеткого регулятора при помощи теории автоматов.

Поставим простейшую задачу с определенными условиями. Допустим, имеем объект управления, которым управляет нечеткий регулятор с 2 входными переменными, 2 выходными переменными и 4 правилами нечеткого выхода. В данном случае примем, что функции фаззификации и алгоритм дефаззификации не отличаются и особо не важны. Нас интересует только процесс обработки регулятора. На вход единожды будет подана только одна команда – рассчитать регулирующее воздействие равное 1. И дальше в моменты срабатывания автомат должен выполнить ту или иную стадию вычисления регулятора.

Первой проанализируем программную реализацию нечеткого регулятора и построим граф этого процесса реализованного конечным автоматом.

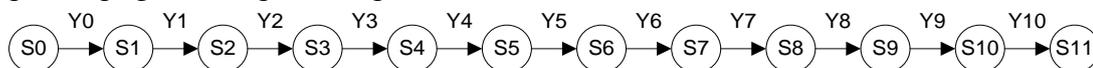


Рисунок 1 - Граф алгоритма программной реализации

Теперь необходимо проанализировать аппаратную реализацию нечеткого регулятора и так же построить граф конечного автомата.

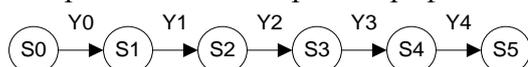


Рисунок 2 - Граф алгоритма аппаратной реализации

Исходя из графов, можно увидеть, что аппаратная реализация намного компактнее, а значит и быстродействие будет выше. Необходимость параллельных регуляторов обоснована постоянным усложнением технологических процессов и уменьшением времени производства, особенно в ядерной отрасли.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНОВ-ХРАНИЛИЩ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Орешкин Е.А., Каренгин А.Г., Шаманин И.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

За время эксплуатации технологического оборудования на ФГУП «Горно-химический комбинат» накоплено большое количество жидких радиоактивных отходов, которые размещены в бассейнах-хранилищах. На дне этих хранилищ образовались донные отложения в виде ила, в которых основными компонентами являются железо ($3,0 \div 17\%$), кремний ($2,8 \div 8,5\%$), кальций ($0,2 \div 3,2\%$), магний ($1,0 \div 2,8\%$), натрий ($0,7 \div 1,9\%$) и фосфор ($0,1 \div 0,9\%$), а содержание урана и плутония не превышает соответственно $0,001\%$ и $0,00009\%$ [1].

Известны сорбционные (введение в отходы компонентов, сорбирующих радионуклиды, и их последующее извлечение), электрохимические (воздействие на отходы электрического тока с концентрированием радионуклидов на одном из электродов), химические способы переработки (обработка илов химическими соединениями с извлечением радионуклидов) и механическая классификация (отделение фракций с наибольшим содержанием радионуклидов). Для стабилизации грунтов и илов и их перевода в устойчивые формы, препятствующие миграции радионуклидов из отходов, используются различные способы высокотемпературной переработки с получением керамических и стеклоподобных матриц. Их общим недостатком является многостадийность и высокая стоимость переработки ИЛО.

В связи с этим представляет интерес процесс прямой плазменной утилизации ИЛО с получением твердых продуктов в виде простых и сложных оксидов металлов, включающих магнитную окись железа, что позволяет применить магнитную сепарацию для эффективного извлечения из водных суспензий этих твердых продуктов [2].

Для определения оптимальных режимов исследуемого процесса проведены расчёты равновесных составов газообразных и конденсированных продуктов плазменной утилизации ИЛО в воздушной плазме. Для расчётов использовалась лицензионная программа «TERRA». Расчёты проведены при атмосферном давлении ($0,1$ МПа), широком диапазоне рабочих температур ($300 \div 4000$ К) и для различных массовых долей воздушного плазменного теплоносителя ($10 \div 95\%$).

С учётом полученных результатов могут быть рекомендованы для практической реализации процесса плазменной утилизации ИЛО в воздушной плазме следующие режимы, обеспечивающие получение в составе твердых продуктов магнитной окиси железа:

- интервал рабочих температур 1200 ± 100 К;
- водно-органическая композиция ВОК ($15\% \text{ ДТ} : 45\% \text{ Вода} : 40\% \text{ ИЛО}$);
- массовое отношение фаз ($45\% \text{ воздух} : 55\% \text{ ВОК}$).

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии плазменной утилизации иловых отложений бассейнов-хранилищ ЖРО и других жидких радиоактивных отходов.

Список литературы

1. Отчет о НИР ФГУП «ГХК» №24/978 от 16.11.2011 «Проведение лабораторных исследований по обращению с донными отложениями бассейна А».
Каренгин А. Г. , Каренгин А. А. , Кокорев Г. Г. Моделирование и оптимизация процесса плазменной утилизации иловых отложений бассейнов выдержки твэлов // Известия вузов. Физика. - 2013 - Т. 56 - №. 4/2. - С. 155-160.

ТЕСТИРОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ РЕАКТОРА ИРТ-Т

Клостер С.А., Аникин М.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Целью настоящего доклада является представление результатов тестирования расчетной модели, которое было проведено для проверки ее работоспособности с помощью сравнения с результатами реальных экспериментов, которые были проведены оперативным персоналом ИРТ-Т.

В качестве критерия работоспособности модели рассматривалось отклонение реактивности от критического значения при воспроизведении реального состояния активной зоны и экспериментального положения стержней регулирования. Этот параметр был выбран в качестве основного, поскольку критическое положение стержней для различных состояний активной зоны является наиболее достоверным эксплуатационным параметром и эти данные представлены в оперативном журнале и картограммах загрузки.

Близость расчетных значений к экспериментальным и была использована в качестве критерия точности расчетной модели.

В качестве исходных данных для расчета каждого состояния активной зоны использовалась информация о картограммах загрузки реактора, выгорании топлива в ТВС, значении энерговыработки в данной кампании, о положении регулирующих органов СУЗ и изотопного состава бериллиевых блоков отражателя.

Среднее отклонение расчетных значений от экспериментальных данных составило $0,4 \beta_{эфф}$, а среднее квадратическое отклонение результатов от среднего значения – $0,1 \beta_{эфф}$. Что позволяет говорить о том, что разработанная модель реактора ИРТ-Т достаточно точно описывает сам реактор.

Список литературы

1. Варлачев В.А., Гусаров О.Ф., Заболотнов С.А. и др. Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 56 с.
Алексеев Н.И., Гомин Е.А., Городков С.С. Программа MSU5PTR //РНЦ «Курчатовский институт» Институт ядерных реакторов, – М., 2007.

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОЙ ЦЕНТРИФУГИ

Тимченко С.Н., Коваленко Д.С., Орлов А.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Работа посвящена моделированию с помощью нейронных сетей единичной газовой центрифуги, которая служит для разделения бинарных смесей изотопов. Процессы внутри центрифуги носят нелинейный характер, и выявить связь между входными данными и выходными параметрами газовой центрифуги с помощью обычных моделей невозможно либо слишком сложно.

В данной работе построена нейронная сеть позволяющая, определять основные гидравлические и разделительные характеристики газовой центрифуги в зависимости от ее геометрических параметров, величины питающего потока и скорости вращения ротора.

Для обучения трехслойных нейронных сетей был использован алгоритм обратного распространения.

Разделительные параметры газовой центрифуги были определены по эмпирическим формулам (гидравлической и разделительной характеристикам). При расчете нами использовались формулы для различных условий, в частности варьировались значения потока и давления легкой/тяжелой фракций. Для каждого случая было определено относительное содержание изотопа после прохождения газовой центрифуги. Получено 2000 наборов данных, каждый из которых состоит из значений потоков питания, легкой и тяжелой фракций, давления в трассах питания, легкой и тяжелой фракций, относительных концентраций изотопов в потоке питания, обогащенной и обедненной фракциях, геометрических параметров центрифуги, частоты вращения ротора.

Для моделирования центрифуги использовалась нейронная сеть со следующими входными переменными: F - поток питания ГЦ; C - концентрация потока питания; V - скорость вращения ротора ГЦ и выходными переменными: P - поток легкой фракции; W - поток тяжелой фракции; C^+ - концентрация целевого изотопа в легкой фракции; C^- - концентрация целевого изотопа в тяжелой фракции.

При обучении нейронной сети веса были выбраны таким образом, чтобы минимизировать ошибку при тестировании обученности сети. Выходными данными являлись C^+ и C^- . Однако, самыми важными являлись коэффициент разделения α и разделительная мощность δU , которые являются разделительными характеристиками центрифуги.

Было проведено сравнение рассчитанных переменных P и W с экспериментальными данными. Разница между экспериментальными и расчетными значениями не превышала 5%. Относительные концентрации рассчитывались нейронной сетью, а α и δU рассчитаны с помощью уравнений:

$$\alpha = \frac{C^+}{1 - C^+} \bigg/ \frac{C}{1 - C} \quad (1)$$

$$\delta U = P \cdot V(C^+) + W \cdot (C^-) - F \cdot V(C), \quad (2)$$
$$V(C) = (1 - 2C) \ln(C / (1 - C))$$

Полученные в результате расчета значения α хорошо согласуются с экспериментальными данными.

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

Создана и обучена нейронная сеть, с помощью которой можно определить основные параметры газовой центрифуги при различных режимах ее работы.

Показано, что рассчитанные с помощью нейронной сети гидравлические и разделительные характеристики газовой центрифуги хорошо согласуются с экспериментальными данными.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Мурыгина А.В., Копысова А.А., Фирсова К.А., Маевская М.С., Молоков П.Б.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Технология подземного скаженного выщелачивания на сегодняшний день хорошо развита и 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. Достоинство их в том, что полностью исключается присутствие людей под землёй.

Для некоторых руд, особенно при добыче методом подземного скаженного выщелачивания в США, используют карбонатное выщелачивание для получения растворимых ионов трикарбоната уранила, которые затем можно осаждать щелочью, например диуранатом натрия или магния. В России, Казахстане, Австралии и Канаде на сегодняшний день щелочное выщелачивание или щелочная обработка руды не применяется.

В настоящее время наиболее распространенный метод вскрытия – кислотное выщелачивание урановых руд и урановых концентратов. Применение серной кислоты как более дешевого, распространенного и мало летучего реагента во всех случаях предпочтительнее, если перерабатываются бедные урановые руды, и стоимость готового продукта определяется затратами на выщелачивание.

Серноокислотное выщелачивание в основном использовалось в СССР, так как выбор технологии зависит от геологии месторождения и гидрогеологических условий. Этот метод извлечения урана применим ко всем рудам за исключением руд, с большим содержанием карбонатов, присутствие которых резко увеличивает расход кислоты.

Проведение предварительных лабораторных исследований является важным этапом в освоении месторождения. По результатам данных исследований можно сделать вывод о технологических и экологических аспектах, которые свидетельствуют о реальной возможности организации работ с целью отработки месторождения методом подземного выщелачивания.

Основными задачами лабораторных испытаний являются: установление принципиальной возможности (или невозможности) достижения промышленных концентраций полезных компонентов в выходных растворах и высокой степени их извлечения из руд фильтрационным выщелачиванием. При положительных результатах лабораторных испытаний должны быть сформулированы выводы о направлении и параметрах дальнейших технологических исследований в полевых условиях или о не перспективности месторождения для отработки подземным выщелачиванием.

Лабораторные исследования на керновом материале проводят для определения проницаемости среды и характера ее изменения в процессе выщелачивания, уточнения геотехнологического режима и решения некоторых специальных задач, связанных с последующим использованием результатов в моделировании и натурных условиях.

Несмотря на актуальность данного направления переработки минерального сырья в литературе практически отсутствуют сведения и рекомендации о методиках проведения данных исследований.

В данной работе предпринята попытка обобщить имеющиеся в литературе рекомендации по проведению лабораторных исследований, имитирующих процесс подземного выщелачивания, а также создана лабораторная установка. В работе представлены методики по определению основных параметров процесса выщелачивания.

РАСЧЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТВС С РАЗНЫМ ОБОГАЩЕНИЕМ

Лебедев И.И., Шматок А.А., Монгуш С.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В докладе представлены результаты расчета потребления топлива при использовании ТВС с различной степенью обогащения топлива по U^{235} для реактора ИРТ-Т. Реактор ИРТ-Т – исследовательский реактор бассейнового типа с использованием в качестве замедлителя, теплоносителя и верхней защиты воды, в качестве отражателя используется бериллий. В качестве топлива используется высокообогащенное дисперсное топливо в алюминиевой матрице.

Целью настоящей работы являлось исследование изменения потребления топлива при работе реактора ИРТ-Т в режиме стационарных частичных перегрузок на одинаковой мощности.

Расчет годового потребления топлива был выполнен из условия, что в среднем за календарный год реактор ИРТ-Т работает 3500 часов на мощности 6 МВт. При этом энергонаработка составляет 875 МВт•сут.

Было принято, что в равновесном стационарном режиме перегрузок значение этого коэффициента составит 1,26 и 1,28 г U^{235} /(МВт•сут.) для ВОУ и НОУ топлива. Тогда за один год в активной зоне реактора ИРТ-Т сгорит 1102,5 и 1120,0 г U^{235} соответственно.

Средняя по активной зоне масса U^{235} , приходящаяся на одну ВОУ и НОУ сборку, составляет 285,5 и 380,0 г. В топливе с выгоранием 55 %, которое должно по проекту выгружаться из реактора, в «средней» по составу ТВС находится ~151 и 170 г U^{235} , а замена одной такой сборки на «свежую» приводит к увеличению массы U^{235} на 134,5 и 210,0 г для ВОУ и НОУ топлива.

В стационарном режиме перегрузок необходимо поддерживать массу U^{235} в активной зоне на одном уровне. Если не учитывать отравление бериллиевого отражателя, то для компенсации выгорающего топлива необходимо ежегодно заменять 8,2 выгоревших ВОУ сборки на свежие, в то время как для НОУ топлива это значение составляет 5,3 ТВС.

Содержание Pu^{239} в ТВС с глубиной выгорания 60 % составляет ~0,6 и 11,5 г/ТВС соответственно для ВОУ и НОУ топлива.

В результате проведения расчетного исследования был получен следующий результат: за один календарный год работы реактора, при переводе его на низкообогащенное топливо, число перегружаемых ТВС уменьшается на 2,9, что является серьезным экономическим преимуществом использования НОУ топлива.

Список литературы

1. Варлачев В.А., Гусаров О.Ф., Заболотнов С.А. и др. Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 56 с.
Наймушин А.Г., Чертков Ю.Б., Лиханов А.К., Лебедев И.И. // Изв. вузов. Физика. – 2012. – № 11/2. – С. 360

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ В АКТИВНОЙ ЗОНЕ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ИРТ-Т

Лебедев И.И., Чертков Ю.Б., Наймушин А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Целью настоящей работы являлся расчет распределения поля энерговыделения в активной зоне реактора ИРТ-Т. Для расчета использовалась программа MCU-PTR. В качестве расчетной модели использовались модели «свежей» и выгоревшей активной зоны со штатными ТВС с 90 % обогащением.

Можно отметить, что с правой стороны активной зоны находится практически бесконечный бериллиевый отражатель из-за чего наблюдается деформация поля энерговыделения со смещением максимума в правый крайний ряд (средний коэффициент неравномерности для ячеек равен 1,3). В шеститрубных ТВС мощность находится в пределах среднего значения (~300 кВт). В наиболее напряженных условиях работают центральные восьмитрубные ТВС, Энерговыделение в них до 30 % превышает среднее по реактору.

К концу кампании происходит выравнивание поля энерговыделения по сечению активной зоны, максимальный коэффициент неравномерности по ячейкам не превышает значений 1,13.

Для свежей зоны максимальный аксиальный коэффициент неравномерности составляет по шеститрубным ТВС 1,26, а по восьмитрубным – 1,28.

Результаты исследования показывают, что для штатного топлива радиальный коэффициент неравномерности по сечению ТВС для всех восьмитрубных сборок в среднем на 7 % выше, чем для шеститрубных сборок, в свежей активной зоне среднее значение радиального коэффициента неравномерности энерговыделения составляет ~1,09.

Наибольшая азимутальная неравномерность энерговыделения в ТВС реактора ИРТ-Т наблюдается во внешних твэлах. Это вызывается влиянием на энерговыделение разной плотностью потока тепловых нейтронов, падающих на ТВС от других ячеек реактора, в которых находятся другие сборки или бериллиевые блоки. Чем ближе к центруборок, тем эта неравномерность уменьшается.

Поэтому под азимутальным коэффициентом неравномерности энерговыделения в данной работе понимался коэффициент неравномерности, характеризующий неравномерность энерговыделения по азимуту внешнего твэла каждой изборок.

Среднее значение азимутального коэффициента неравномерности составляют 1,32.

Полученные результаты можно использовать для расчета теплогидравлических параметров активной зоны при различных режимах эксплуатации.

Список литературы

1. Варлачев В.А., Гусаров О.Ф., Заболотнов С.А. и др. Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 56 с.
- Алексеев Н.И., Гомин Е.А., Городков С.С. Программа MCU5PTR //РНЦ «Курчатовский институт» Институт ядерных реакторов, – М., 2007.
- N.I. Alekseev, E.A. Gomin, S.V. Marin, V.A. Nasonov, D.A. Shkarovskii and M.S. Yudkevich MCU-PTR program for high-precision calculations of pool and tank type research reactors, Atomic Energy, Volume 109, Number 3, January 2011, pp. 149-158.

ИССЛЕДОВАНИЕ АГИТАЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ КЕРНОВЫХ ПРОБ ДАЛМАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Маевская М.С., Мурыгина А.В., Копысова А.А., Фирсова К.А., Молоков П.Б.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Далматовское месторождение приурочено к верховьям крупной палеодолины и связано с зоной пластового и пластово-грунтового окисления. Глубина залегания руды 360-510 м. Содержание урана колеблется от 0,01 до 0,06%, местами достигая первых процентов, в среднем составляя 0,04%. Руды имеют характер вкрапленных и тонкодисперсных. В них помимо урана в значительных количествах присутствуют: Мо (до 0,1 %), Re (до 18 г/т), Se (до 0,9 %), скандий, иттрий и халькофильные элементы - РЬ, Zn, Ni, Co, As, Sb. Месторождение обрабатывается как урановое способом сернокислотного подземного выщелачивания.

Извлечение урана из руд достигается воздействием на них химическими реагентами. Естественно, что при этом реагент контактирует не только с урановыми минералами, но и с рудообразующими породами. Поэтому выбор реагента определяется как минералогическим составом руд, так и рудовмещающих пород.

Практическое значение по экономическим соображениям имеют серная кислота и карбонат натрия. Серная кислота является наиболее эффективным реагентом для руд и пород, не содержащих карбонатов или же содержащих их в незначительном количестве.

Основная часть урановых и урансодержащих минералов включает уран, как в шестивалентном, так и в четырехвалентном состоянии. Уран (VI) довольно хорошо растворяется в разбавленных растворах минеральных кислот: серной, соляной, азотной, фтористоводородной, фосфорной, а уран (IV) очень медленно растворяется даже в концентрированной серной кислоте и практически не растворим в разбавленной.

Полнота извлечения урана из урансодержащих пород в раствор связана с поддержанием в нем на определенном уровне значений окислительно-восстановительного потенциала, обеспечивающего окисление урана (IV) в уран (VI). Обычно в промышленной практике с этой цепью в систему добавляют специальные реагенты – окислители, такие как MnO_2 , $KMnO_4$, $NaNO_2$, H_2O_2 , HNO_2 . Данной работе в качестве окислителя использовался $NaNO_2$.

Исследования агитационного выщелачивания с изучения влияния различных факторов на степень проработки проб руды проводились с использованием экспериментальной установки выщелачивания при постоянном перемешивании, в зоне реакции поддерживалась постоянная температура. В ходе проведения исследований контролировался уровень ОВП и pH раствора выщелачивания с использованием:

- электрода редоксометрического платинового комбинированного ЭПР-105;
- комбинированного стеклянного электрода ЭСК-10601/7 (К 80.7);
- анализатора ЭКСПЕРТ-001-3(0.4) (НПП «Эконикс-Эксперт», г. Москва);
- ЭВМ типа Pentium для записи результатов измерений.

При определении концентрации урана использовалась методика ферро-фосфатно-ванадатного определения урана в технологических продуктах. Концентрацию редкоземельных элементов в продуктивных растворах выщелачивания определяли по их сумме с использованием методики фотометрического определения.

Проведенные эксперименты показали, что уран из проб месторождения Далматовское практически полностью извлекается. В присутствии окислителей (HNO_3 и $NaNO_2$) время извлечения урана уменьшается. Редкие земли извлекаются частично.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ПРИ ВСКРЫТИИ МОНАЦИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА РАСТВОРАМИ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Ануфриева А.В., Гулюта М.А., Молоков П.Б.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Сегодня 97% всего объема редкоземельных металлов (РЗМ) производится в Китае, который использует квотирование поставок в качестве инструмента экономического и даже политического давления. В настоящее время российской РЗМ промышленности, как таковой, не существует [1]. Россия, находясь на втором месте в мире по объему запасов РЗМ, ежегодно производит менее 2 тыс. тонн РЗМ (1,3% мирового рынка). Согласно [1] к 2020 году потребление редких металлов в России, исходя из зарубежного опыта и с учетом потребностей оборонно-промышленного комплекса, по независимым экспертным оценкам, возрастет по основным металлам в среднем в 2 раза. Российский потенциал в области добычи и переработки редких металлов и РЗМ достаточно высок, что определяется в первую очередь значительной минерально-сырьевой базой РЗМ.

В качестве перспективного источника редкоземельных элементов (РЗЭ) в России может быть использован монацитовый концентрат, находящийся на базе хранения под Красноуфимском. В 2001 году был разработан и утвержден проект создания комплекса переработки данных руд, но не получив финансирования, работы были свернуты [2]. Основной проблемой при переработке этого концентрата является присутствие в нем радиоактивных элементов – урана, тория и их продуктов деления. В настоящее время торий не используется в атомной промышленности, но это материал будущей энергетики. При дефиците природного урана торий может значительно увеличить общий ресурсный потенциал ядерной энергетики будущего, поэтому при переработке торийсодержащего сырья особое внимание необходимо уделить его распределению по продуктам переработки. Данная работа посвящена исследованиям распределения радионуклидов в процессе переработки монацитового концентрата с использованием растворов азотной кислоты. В процессе работы использовали альфа- и гамма-спектрометры для определения тория-232, урана-238 и их дочерних продуктов. Содержание радионуклидов в растворах определяли путем измерения уровня альфа-, бета-излучения, химическим анализом и нейтронно-активационным методом.

Определено, что основным ценным компонентом исследуемой партии монацитового концентрата является сумма РЗЭ (в пересчете на оксиды РЗЭ 40,9–41,6 мас. %), помимо этого, в концентрате присутствуют торий (ThO_2 , 5,7–5,9 мас. %) и уран (U_3O_8 , 0,16–0,58 мас. %). В результате исследований азотнокислого вскрытия монацитового концентрата было установлено, что в зависимости от условий вскрытия степень извлечения тория в раствор составляет от 85 до 97%. Активность получаемых растворов определяется присутствием естественных радионуклидов тория, урана и продуктов их распада, преимущественно радия. Кеки после выщелачивания исследуемых проб можно отнести к низко активным отходам, так как их активность не превышает предельно допустимого значения.

Список литературы

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. – М., 2013 – Режим доступа: <http://www.minpromtorg.gov.ru/ministry/fcp/8>, свободный.
2. Обоснование целей инвестирования комплекс по переработке монацитового концентрата [Электронный ресурс]/ ГУ «Уралмонацит», ОАО «ЧМЗ», ОАО «Уралредмет», СФ НИКИЭТ. – М., 2001. – Режим доступа: [http://www.monazite.ru/content/File/OBIN\(2\).pdf](http://www.monazite.ru/content/File/OBIN(2).pdf), свободный.

ОСВЕТЛЕНИЕ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ УРАНОВЫХ РАСТВОРОВ НА МЕМБРАНЕ ТИПА ММФК И МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ

Парецков Е.Н., Ефремов И.Г., Кондратьев А.В.

ФГУП «Горно-химический комбинат», г.Железногорск

При растворении ОЯТ атомных реакторов получают азотнокислые растворы, содержащие нерастворимые взвеси и осадки, количество и состав которых зависят от степени выгорания ядерного топлива и условий его растворения. Основными элементами в осадке являются интерметаллические соединения металлов платиновой группы, молибдаты, цирконаты, кремний, серебро, технеций, плутоний и т.д. Удаление этих взвесей и осадков является достаточно сложной технической задачей и обусловлено физико-химическими и радиохимическими свойствами растворов ОЯТ. Небольшое отличие по плотности осадка и самого раствора ОЯТ, вспенивание и легкоразрушаемость осадка накладывают определённые трудности на процесс его осветления. К этим трудностям, по мнению некоторых авторов, добавляется наличие хлопьевидных соединений кремния и чешуйчатых микронных частиц углерода, плотность которых меньше, чем плотность исходного раствора [1].

Для проведения экспериментов была изготовлена лабораторная вакуумная воронка для горячего фильтрования [2]. Лабораторная вакуумная воронка для горячего фильтрования изготовлена из коррозионно-стойких материалов: сталь 12Х18Н10Т, фторопласт. Площадь поверхности фильтрования сменного элемента составила 13 см². Замену сменного фильтровального элемента возможно осуществить дистанционно манипулятором типа М-22 без нарушения целостности бумажной фильтрующей перегородки. В качестве фильтрующей перегородки использовали четыре фторопластовые мембраны типа ММФК.

Для отработки технологии осветления на «тупиковом» фильтре были приготовлены имитационные суспензии, имитирующие растворы высоковыгоревшего ОЯТ. В экспериментах использовалась суспензия, в которой концентрация взвеси превышала в десять раз концентрацию суспензии реального необлученного раствора ТВЭЛов ВВЭР-1000.

Жидкая фаза готовилась на дистиллированной воде с использованием нитрата уранила, полученного из имитатора ОЯТ ВВЭР-1000 и азотной кислоты. Концентрация уранилнитрата составляла 900 г/л по урану. Рабочие растворы готовились с концентрацией азотной кислоты 0,5 моль/л, 3,0 моль/л и 5,0 моль/л. Твёрдая фаза представляла собой тонкодисперсную «ламповую сажу», обработанную азотной кислотой.

Скорость фильтрации имитационной суспензии через фторопластовую мембрану на лавсановой основе типа ММФК определяли при постоянном вакуумметрическом давлении 0,06 МПа (0,6 кгс/см²), и рабочей температуре 65–70°С.

Скорость фильтрования суспензии W определяли по формуле (1) [3]:

$$W = \frac{V}{F \cdot \tau}, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}) \quad (1)$$

где: V – объём профильтрованной суспензии, м³;

F – площадь поверхности фильтрования сменного фильтрующего элемента, м²;

τ – время фильтрования, ч.

Полученные результаты показали, что скорость фильтрации мало зависит от размера пор мембраны в исследуемом диапазоне от 0,15 до 0,60 мкм. Вероятно, это связано с образованием слоя осадка, сопротивление которого значительно выше, чем

сопротивление мембраны. Так же определено изменение скорости фильтрации в процессе фильтрования, связанное с закупориванием пор частицами взвеси эквивалентного диаметра.

Для отработки методики осветления методом центрифугирования, анализа осадка, его элементного состава и визуальной оценки осветления выбраны такие режимы растворения «горячего» имитатора ОЯТ, при которых образуется 1 об.% нерастворимого осадка.

Центрифугирование проводили на высокоскоростной стационарной центрифуге Z36НК.

Раствор «горячего» имитатора ОЯТ готовили путем его растворения в смеси $N_2O_4-H_2O$. Полученный высококонцентрированный раствор содержал 1100 г/л по урану. Данный раствор кристаллизуется при температуре ниже $60^{\circ}C$.

В полученные растворы добавляли навеску сажи 1,2 об.%. Растворы подогревали и тщательно перемешивали. Разделение суспензии на жидкую и твердую фракции не наблюдали в течении длительного времени.

Центрифугирование проводили при температуре $40^{\circ}C$, время центрифугирования: 5, 10 и 20 минут. Скорость центрифугирования: 3000, 5000, 10000, 13000 об./мин.

Одним из основных критериев оценки эффективности работы центрифуги является фактор разделения /2/:

$$\Phi p = w^2 R / g = n^2 R / 900 \quad (2)$$

где w – угловая скорость ротора;

R – внутренний радиус ротора;

n – число оборотов ротора центрифуги, c^{-1} .

Результаты экспериментов показали, что центрифугирование на низких оборотах не эффективно. Полное разделение твердой и жидкой фазы происходит при 13000 об./мин. и времени центрифугирования 20 минут, что соответствует фактору разделения $\Phi p = 8681$.

После проведения осветления высококонцентрированного раствора с содержанием урана 800 г/л методом центрифугирования было определено, что осадок содержал по данным гамма-спектрометрического анализа (% от исходного) 35-Pu²³⁹, 56-Am²⁴¹, 94-Sb¹²⁵, 70-Cs¹³⁷, 31-Nb⁹⁵.

Полученные результаты показали что, в осадке, отфугованном на центрифуге, содержится до 20% U и до 30% Pu и других нуклидов от исходного их содержания. В данном случае не были соблюдены оптимальные условия, при растворении волоксидированного имитатора ОЯТ, но даже при таком значительном содержании дисперсной фазы удается проводить эффективное осветление высококонцентрированного раствора ОЯТ, и при 13000 об./мин. и времени центрифугирования 20 минут происходило полное отделения осадка от жидкой фазы.

Заключение

При проведении исследований по определению фильтруемости имитационной суспензии через фильтр «фторопластовая мембрана» все частицы взвеси задерживались на фильтре. Результаты проведенных опытов позволяют сделать заключение о том, что основная масса частиц твердой фазы раствора имитатора имеет размер не менее 0,6 мкм.

Определены расходы рабочего раствора для высококонцентрированных трудно фильтруемых растворов для фторопластовых мембран с порами 0,15-0,6 мкм;

Экспериментально определено, что зависимость производительности мембраны от изменения скорости фильтрации в процессе фильтрования, связанна с закупориванием пор частицами взвеси эквивалентного диаметра и нагрузкой на фильтр.

Центрифугирование высококонцентрированных растворов имитатора ОЯТ на низких оборотах (до 10000 об/мин) не эффективно. Полное разделение твердой и жидкой фазы происходит при угловой скорости вращения ротора не менее

13000 об./мин. и времени центрифугирования 20 минут, что соответствует фактору разделения $\Phi_r = 8681$.

Список литературы

- 1 Снегин А.И., Ковалькова Е.В. Установка для осветления растворов после растворения ОЯТ. Сборник докладов выездного заседания секции №2 НТС-4 ФААЭ, 2007.
- 2 Парецков Е.Н., Ефремов И.Г., Бычков С.И. Разработка и экспериментальная проверка технологии осветления высококонцентрированных растворов ОЯТ. // Молодежь ЯТЦ: наука, производство, экологическая безопасность. Материалы Отраслевой научно-практической конференции молодых специалистов и аспирантов, 2009г. – Железногорск.
- 3 Жужиков В.А. Фильтрация. – М.: Химия, 1980.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ОТРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО БЛОКА ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

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

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

nmd@ssti.ru

Важной задачей управления геотехнологическим предприятием по добыче урана методом сернокислотного скважинного подземного выщелачивания является оптимизация геотехнологического процесса. Для решения поставленной задачи нужно уметь оценивать оставшиеся запасы урана, располагать информацией о геохимическом состоянии продуктивного горизонта и подземных вод, а также иметь возможность сравнивать различные способы разработки месторождения. Это можно осуществить с помощью адекватной геотехнологической цифровой модели отработки месторождения урана методом СПВ.

В ходе работы была построена цифровая модель технологического блока Далматовского месторождения. Модель состоит из распределения геологических, гидрогеологических, минералогических параметров продуктивного горизонта, а так же расположения и характеристик технологических скважин. По результатам имеющихся данных эксплуатации блоков восстановлены режимы работы нагнетательных и откачных скважин. Каждый этап работы откачной скважины включает в себя время начала и время окончания этапа, а также дебит скважины в течение данного этапа. Каждый этап работы нагнетательной скважины включает в себя: время начала и время окончания этапа, дебит скважины, концентрацию кислоты, концентрацию урана и концентрацию эффективного окислителя в выщелачивающем растворе, а так же окислительно-восстановительный потенциал нагнетаемого раствора.

Проведен эпигнозный расчет отработки блока. На основе сравнения фактических и рассчитанных зависимостей концентрации кислоты и урана в продуктивном растворе, а также массы извлеченного урана проведена верификация цифровой модели. По результатам расчета определены оставшиеся запасы урана, построены карты распределения урана в растворе, продуктивности, кислоты, сульфат-иона в пределах рудовмещающего водоносного горизонта на момент окончания эпигнозного расчета.

Для поиска более эффективных режимов отработки блока были проведены многовариантные оптимизационные расчеты на год вперед. Основными критериями оптимизации являлись: повышение качества продуктивных растворов, увеличение темпов добычи и уменьшение расхода кислоты. Проведен сравнительный анализ результатов расчетов. На основе результатов анализа подготовлены рекомендации по выбору оптимальных режимов отработки блока с учетом особенностей геологического строения рудовмещающего горизонта. Предложенные рекомендации позволяют увеличить массу извлеченного урана в течение года, снизить удельный расход серной кислоты и повысить концентрацию урана в продуктивном растворе.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОТРАБОТКИ БЛОКОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Сакирко Г.К., Носков М.Д., Истомин А.Д.,

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

nmd@ssti.ru

Подземное выщелачивание является сложным физико-химическим гидродинамическим процессом, протекающим в пористой среде. Скважинное подземное выщелачивание включает в себя три основные стадии:

движение рабочих растворов от закачных скважин к рудному телу;
проведение гетерогенной химической реакции на поверхности раздела жидкой и твердой фаз, с образованием растворимых соединений урана;
движение продуктивных растворов от рудного тела к откачным скважинам.

Протекание первой и третьей стадии определяется движением жидкой фазы под действием градиента давления в системе взаимосвязанных пор. Следовательно, управление потоками жидкой фазы является важной задачей определяющей эффективность процесса добычи урана методом скважинного подземного выщелачивания. Управлять движением технологических растворов возможно с помощью изменения дебитов технологических скважин.

В докладе рассматривается применение методов позволяющих на основе данных фактической эксплуатации блоков и их геотехнологических параметров выдавать рекомендации по изменению режимов работы скважин целью снижения расхода реагентов, увеличения массы извлекаемого урана и повышения качества продуктивных растворов на всех стадиях отработки блоков.

Суть методов заключается в устранении локальных дебалансов по закачиваемым и откачиваемым растворам на всех участках эксплуатационных блоков - в приведении к балансу дебитов нагнетания и откачки по всем технологическим ячейкам блока. Это избавляет от таких отрицательных эффектов как разубоживание и растекание продуктивных растворов за пределы технологических блоков.

Первый метод проводит скважины к балансу путем алгебраического расчета, основанного на том, что разбиение технологических блоков на ячейки происходит таким образом, что каждой технологической ячейке соответствует единственная откачная скважина, дебит откачки технологической ячейки совпадает с дебитом соответствующей откачной скважины. Требование отсутствия локальных дебалансов по всем ячейкам означает, что дебит нагнетания и откачки для каждой ячейки должны равняться друг другу. Однако данный метод не учитывает реальное строение рудоносного пласта, что не позволяет эффективно управлять потоками жидкой фазы.

Второй метод устраняет недостаток первого. Он основан на анализе линий и лент тока, рассчитанных с учетом текущих дебитов скважин и неоднородности фильтрационных свойств продуктивного горизонта. Метод позволяет описать движение технологических растворов из нагнетательных скважин к откачным, выход технологических растворов за контур отработки, подток пластовых вод из-за контура отработки в откачные скважины. Оптимизация лент тока основана на измерении дебитов скважин и минимизации объемов растворов, движущихся по неоптимальным путям. Минимизация может происходить отдельно для лент разубоживания и потерь, а также различных типов нетехнологических лент тока.

В докладе показано применение разработанных методов для повышения эффективности отработки технологического блока Далматовского месторождения урана.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧИЯ В СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ КРАЕВЫХ И ВИНТОВЫХ СЕГМЕНТОВ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ДИСЛОКАЦИОННОЙ ПЕТЛИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗОНЫ СДВИГА В ГЦК - МЕТАЛЛАХ

Черепанов Д.Н., Старенченко В.А., Селиваникова О.В., Барбакова Е.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

В работах [1-4] предложен механизм торможения винтовых сегментов с неконсервативно движущимися порогами и проведены расчеты скорости движения краевых и винтовых сегментов, исходя из различных моделей. В результате исследований было показано, что при накоплении большой плотности порогов винтовые сегменты останавливаются. Предполагалось, что работа по «волочению» порогов $dA_j = \tau_j b dS_D^s$ при заметании винтовыми сегментами площади dS_D^s равна произведению средней суммарной энергии $0,5(U_i^f + U_v^f) \approx 0,25Gb^3$ на среднее число $c_j b^{-1} dS_D^s$, образующихся точечных дефектов, и выводилось напряжение $\tau_j = 0,5b^{-2} c_j (U_i^f + U_v^f)$, необходимое для неконсервативного «волочения» порогов. Здесь и далее: G - модуль сдвига, b - модуль вектора Бюргерса, c_j - средняя плотность порогов на винтовых сегментах, U_i^f - энергия образования межузельного атома, U_v^f - энергия образования вакансии.

Испускаемые дислокационным источником Франка-Рида, дислокационные петли расширяются ускоренно даже при условии квазистатической деформации, поскольку на, потерявший устойчивость, сегмент-источник перестаёт действовать напряжение сопротивления, равное напряжению Франка-Рида $\mu b^{-1} R_{FR}^{-1}$ ($\mu \approx 0,5Gb^2$ - постоянное среднее линейное натяжение, R_{FR} - радиус кривизны сегмента-источника в критической конфигурации), при котором сегмент-источник достигает критической конфигурации. Исходя из того, что работа A внешнего напряжения τ при расширении дислокационной петли затрачивается на создание кинетической энергии E_k , преодоление различных сил сопротивления и увеличение собственной энергии петли, можно записать закон сохранения энергии в процессе расширения $dE_k = dA - dA_R - dA_v - dA_j - dA_\mu$ [5], где $dA = \tau b dS_D$, $dA_R = \tau_R b dS_D$, τ_R - напряжение трения не зависящее от скорости движения дислокации, $dA_v = B_v v dS_D$, B_v - коэффициент вязкого трения ($B_v \approx 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ Па с}$ для меди при комнатной температуре), $v = \dot{R}$ - скорость движения.

Кинетическая энергия E_k движущегося искривленного (с радиусом кривизны R) сегмента дислокационной петли может быть представлена в виде произведения $E_k = R\theta_D e_k$ длины сегмента $R\theta_D$ на кинетическую энергию единицы длины e_k [2, 3]. Поскольку сегмент заметает площадь $dS_D = \theta_D R dR$ за время dt , то $dE_k = \theta_D (e_k dR + R de_k)$.

Уравнение движения винтовых сегментов первой петли, можно записать в виде [4]:

$$\frac{de_k}{dR} = \tau b - \left(\tau_R + \tau_j \frac{dS_D^s}{dS_D} \right) b - B_v v - \frac{\mu + e_k}{R}. \quad (1)$$

Если рассматривается движение отдельного винтового сегмента, то сегмент заметает всю площадь dS_D , поэтому можно принять $dS_D^s dS_D^{-1} = 1$. При учёте самодействия дислокационной петли (последнее слагаемое в формуле (1)) предполагается, что петля имеет форму окружности с радиусом R , равным пробегу сегментов. Это предположение завышает сопротивление движению, поскольку радиус кривизны сегментов может быть значительно большим по величине (и даже бесконечным, если сегмент прямолинейный). Это превышение компенсируется увеличением значения разности $\tau_{eff} = \tau - \tau_R$, которая недостаточно хорошо определена.

Предположим, что все сегменты дислокационной петли в целом заметают площадь, равную площади параллелограмма $S_D = D_e D_s$ (рис. 1, а) с основанием D_e (приблизительно

пробег краевых сегментов) и высотой D_s (приблизительно пробег винтовых сегментов). Вводя геометрически - статистические параметры F_e и F_s , можно записать периметр дислокационных петель $P_D = F_s D_e + F_e D_s$ (первое слагаемое – длина винтовых сегментов, второе слагаемое – длина краевых сегментов).

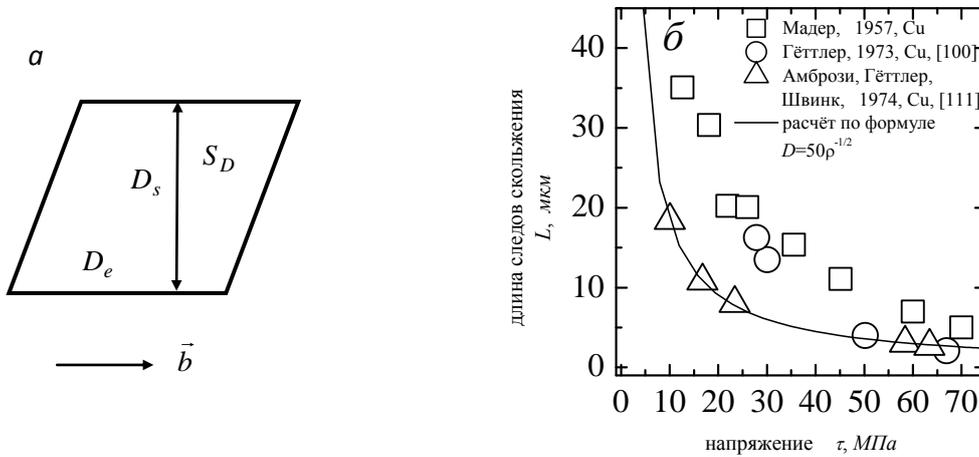


Рис. 1. Схема зоны сдвига - а и средняя длина следов скольжения для меди [227, 85, 228] - б

Остановка петли происходит, когда дислокационные соединения – барьеры ограничивают петлю с четырёх сторон, т. е. в площадях областей захвата винтовых $F_s D_e r_l \beta_r^s \xi \rho$ и краевых $F_e D_s r_l \beta_r^e \xi \rho$ сегментов, где $r_l = \alpha_l G b / 2 \pi \tau_i$ - радиус захвата, $\alpha_l \approx 0,5$ [6], τ_i - дальнедействующее напряжение, которое должны преодолеть реагирующие дислокации, $\beta_r^s \approx 0,14$, $\beta_r^e \approx 0,2$ [7], имеется по два блокирующих препятствия. Отсюда имеем равенства $D_k = 8 \pi \tau_i / F_k G b \beta_r^k \xi \rho$, где $k = e$ или $k = s$, если принять для простоты $F_s = 2$, $F_e = \sin 60^\circ F_s$ (в соответствии с рис. 1, а), считая, что винтовые и краевые скопления имеют одинаковое распределение, то $D_e \approx 0,61 D_s$. Пробег $F_e D_s$ винтовых сегментов два раза больше $F_s D_e$ - пробега краевых. Если принять $\tau_i = \alpha G b \rho^{1/2}$, $G = 55,7$ ГПа, $\alpha = 0,25$, $\xi = 0,5$, то $D_e \approx 27 \rho^{-1/2}$, $D_s \approx 45 \rho^{-1/2}$, что близко к длине следов скольжения (см. рис. 1, б), однако вследствие большой погрешности в оценке величин α_l , β_r^s , β_r^e , ξ , размеры зоны сдвига могут быть как выше на порядок выше, так и несколько ниже.

Размеры зоны сдвига можно грубо оценить исходя из постоянства коэффициента упрочнения $\theta_{II} = \Delta \tau / \Delta \alpha = 0,5 \alpha G F \rho^{-1/2} D^{-1}$ на второй стадии. Исходя из графика зависимости напряжения от сдвиговой деформации оцениваем величину коэффициента упрочнения $\theta_{II} = (0.4 \dots 1) \text{ ГПа}$ для [100] - кристаллов [8], что с учётом $\tau_i = \alpha G b \rho^{1/2}$, $\alpha = 0,25$, $F = 5$, $G = 55,7$ ГПа, $D = b_r \tau_i / G b \rho$ даёт $\theta_{II} = 0,5 G F b_r^{-1}$ [7] и, в итоге, $D < (35 \dots 870) \rho^{-1/2}$.

Очевидно, что краевые сегменты, не испытывающие сопротивление со стороны τ_j , должны раньше достигать границ зоны сдвига, чем винтовые сегменты. Предлагаемая работа посвящена ответу на вопрос о том, как быстро винтовые и краевые сегменты достигают границ зоны сдвига, и как различие в скорости движения винтовых и краевых сегментов влияет на формирование зоны сдвига.

Заключение

Полученные результаты позволяют уточнить процессы формирования зон сдвига и образования деформационных субструктур и способствуют созданию более точных моделей пластической деформации, учитывающих особую роль точечных дефектов в формировании и эволюции разориентированных субструктур [16]. Воздействие потоков точечных дефектов высокой интенсивности на дислокации увеличивает пластичность материала как за счёт

уменьшения числа дислокаций в кристалле, так и за счёт снятия обратных полей напряжений, которое приводит к продолжению работы дислокационных сегментов. Кроме того, можно сделать вывод о том, что используемые в моделях пластической деформации высокие интенсивности генерации точечных дефектов соответствуют представленным результатам о движении дислокаций [16].

Список литературы

1. Колупаева С.Н., Старенченко В.А., Попов Л.Е. Неустойчивости пластической деформации кристаллов.- Томск: Изд-во ТГУ.- 1994, 301 с
2. Popov L.E., Kolupaeva S.N., Vihor N.A., Puspesheva S.I. Dislocation dynamics of elementary shear // Computational Materials Science.- 2000, v. 19, p. 267-274.
3. Пуспешева С.И., Колупаева С.Н., Попов Л.Е. Временные характеристики элементарного скольжения // Физическая мезомеханика.- 2000, т. 3, № 3, стр. 61-68.
4. Старенченко В.А., Черепанов Д.Н., Слободской М.И. Кинетика порогов на движущейся винтовой дислокации в ГЦК – кристалле.// Изв. ВУЗов. Физика.- 2009, № 9/2, с. 108-117.
5. Слободской М.И., Попов Л.Е. Исследование явления скольжения в кристаллах методами имитационного моделирования.- Томск: Изд-во Том. гос. архит.- строит. ун-та.- 2004, 450 с
6. Попов Л.Е., Кобытев В.С., Ковалевская Т.А. Концепция упрочнения и динамического возврата в теории пластической деформации.// Изв. вузов. Физика.- 1982, № 6, с. 56-82.
7. Попов Л.Е., Кобытев В.С., Ганзя Л.В. Теория деформационного упрочнения сплавов.- Томск: Изд-во ТГУ.- 1981, 176 с
8. Göttler E. Versetzungsstruktur und Verfestigung von [100]-Kupfereinkristallen. I. Versetzungsanordnung und Zellstruktur zugverformter Kristalle.// Phys. Stat. Sol.- 1973, v. 28, p. 1057-1076.
9. Судзуки Т., Ёсиага Х., Такеути С. Динамика дислокаций и пластичность.- М.: Мир.- 1989, 296 с.
10. Luqun Ni. The Effective Mass of an Accelerating Dislocation // A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree Doctor of Philosophy.- San Diego: University of California.- 2005, 174 p.
11. Старенченко В.А., Колупаева С.Н., Коцорбенко А.В. Математическое моделирование разориентированных структур при деформации ГЦК – материалов.// Заводская лаборатория.- 1995, № 8, с. 28-35.
12. Старенченко В.А., Колупаева С.Н., Коцорбенко А.В. Моделирование формирования разориентированных структур при деформации ГЦК - материалов.// Металловедение и термическая обработка металлов.- 1998, № 4, с. 9-12.
13. Старенченко В.А., Шалыгина Т.А., Шалыгин И.И., Попов Л.Е. Модель упрочнения и динамического возврата монокристаллов с ГЦК структурой.// Деп. в ВИНТИ 29.11.89, № 7677-B89.- Томск: Томский гос. инженерно - строительный институт.- 1989, 34 с.
14. Попов Л.Е., Пудан Л.Я., Колупаева С.Н., Кобытев В.С., Старенченко В.А. Математическое моделирование пластической деформации.- Томск: Изд-во ТГУ.- 1990, 185 с.
15. Holt D.L. Dislocation Cell Formation in Metals.// J. Appl. Phys.- 1970, v. 41, № 8, p. 3179-3201.
16. Старенченко В.А., Черепанов Д.Н., Соловьёва Ю.В., Попов Л.Е. Генерация и накопление точечных дефектов в процессе пластической деформации в монокристаллах с ГЦК структурой.// Изв. ВУЗов. Физика.- 2009, № 4, с. 60-71.

ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТВЭЛОВ РЕАКТОРА ИРТ-Т ПРИ КРИТИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Таракаенко П. В., Монгуш С.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящей работе представлены результаты моделирования эксплуатации реактора ИРТ-Т при повышенном уровне мощности. Для получения результатов были созданы три модели: первая со «свежей» активной зоной, и две модели основанные на реальных кампаниях реактора ИРТ-Т с различной глубиной выгорания.

В работе использовались следующие ограничения на работу ТВС типа ИРТ-3М при работе в реакторе типа ИРТ, обеспечивающие безопасную работу:

- температура оболочки твэла не должна превышать 100 °С;
- расчетная плотность теплового потока с поверхности твэла не должна превышать 800 кВт/м².

С точки зрения указанных ограничений наименьший запас по безопасной работе имеет оболочка твэлов: в течение рассмотренных кампаний температура оболочки не превышала 87 °С. Максимальное расчетное значение плотности теплового потока (545 кВт/м²) также лежит существенно ниже ограничения на безопасную работу (800 кВт/м²).

Коэффициент запаса до начала поверхностного кипения для «свежего» топлива ~2,02, во вторую – 1,86. В начале 3-й кампании для свежезагруженной шеститрубной ТВС он имеет минимальное значение – 1,79. Если принять в качестве предельного низкого значения этого коэффициента значение 1,3, то запас по этому параметру составляет приблизительно 40 %.

Предельные параметры достигаются при увеличении мощности шеститрубной ТВС, рассмотренной в 3-й кампании, или всего реактора в 1,53 раза. При этом мощность данной ТВС увеличится до ~680 кВт, а мощность реактора – до ~9,2 МВт. При этом:

- максимальная плотность теплового потока достигнет 796 кВт/м² (предельное значение по паспорту – 800 кВт/м²);
- температура оболочки достигнет 101°С (предельное значение по паспорту – 100°С);
- температура воды на выходе из ТВС – 75,8°С;
- температура топлива достигнет 103,8°С;
- коэффициент запаса до начала поверхностного кипения снизится до значения 1,25. В среднем все значения реактивности расчетной модели реактора в критических состояниях отличаются от экспериментальных не более чем 0,3 %. Это говорит, по видимому, об некоторых не учтенных в расчете особенностях конструкции (материальный состав, геометрия расположения твэлов и ТВС), которые вносят небольшую систематическую погрешность в расчетные значения.

Результаты расчета показывают, что мощность реактора можно поднять до 9 МВт, не нарушая правил ядерной безопасности и не превышая ограничений на работу ТВС.

Список литературы

1. Варлачев В.А., Гусаров О.Ф., Заболотнов С.А. и др. Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 56 с.
2. Алексеев Н.И., Гомин Е.А., Городков С.С. Программа MC5PTR //РНЦ «Курчатовский институт» Институт ядерных реакторов, – М., 2007.
3. ТУ 95 2457 – 2003. Сборки тепловыделяющие ИРТ-3М. Технические условия. – Введ. 2003-08-01. – ОАО «НЗХК». ДСП №5761.

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Чуйкина А.В., Фёдоров Н.М., Аникин М.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Настоящий доклад представляет результат расчетов эффективности органов регулирования реактора ИРТ-Т для ВОУ и НОУ топлива при различных степенях выгорания. В реакторе ИРТ-Т в качестве системы управления и защиты используются 8 стержней из карбида бора находящиеся в активной зоне и один стержень находящийся в бериллиевом отражателе.

Моделирование активной зоны было произведено в программе MSU. Программы серии MSU предназначены для прецизионного моделирования процессов переноса нейтронов и фотонов аналоговыми и весовыми (неаналоговыми) методами Монте-Карло на основе оцененных ядерных данных в ядерных реакторах с учетом изменения изотопного состава материалов реактора в процессе кампании. Для расчетов использовалась гипотетическая («свежая») зона и зоны со средней глубиной выгорания 35 % и 40 %.

Для сравнения эффективности СУЗ активной зоны с ВОУ и НОУ топливом, были определены интегральные веса стержней, которые определялись как изменение реактивности при подъеме стержня из нижнего положения в крайнее верхнее при погруженных остальных (кроме стержней АЗ, которые извлечены из активной зоны).

Результаты расчетов показывают, что для реактора со свежим топливом при переходе к НОУ топливу:

- эффективность основных групп регулирующих стержней (КС) немного снижается (в среднем на ~7 %), но остается достаточно большой, чтобы обеспечить безопасную работу реактора ИРТ-Т;
- не более чем на ~2 % уменьшается эффективность стержней аварийной защиты;
- эффективность стержней АР уменьшается сильнее всего – на ~28 %.

Результаты расчетов показывают, что для реактора со средним выгоранием топлива в активной зоне 35 % (40 %), при переходе к НОУ топливу:

- эффективность основных групп регулирующих стержней (КС) снижается в среднем на ~10 % (~13 %), но остается достаточно большой, чтобы обеспечить безопасную работу реактора ИРТ-Т;
- эффективность стержней аварийной защиты уменьшается на ~8 % (~9 %);
- эффективность стержней АР увеличивается – на ~30 % (~15 %).

Список литературы

1. Варлачев В.А., Гусаров О.Ф., Заболотнов С.А. и др. Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 56 с.
2. Алексеев Н.И., Гомин Е.А., Городков С.С. Программа MSU5PTR //РНИЦ «Курчатовский институт» Институт ядерных реакторов, – М., 2007.

СЕКЦИЯ №2 «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ВЫГОРАЮЩИХ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ В РЕАКТОРЕ ВВЭР - 1000

Монгуш С.А., Чертков Ю.Б.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

Усовершенствование реакторов ВВЭР в настоящее время ведется в направлении повышения глубины выгорания ядерного топлива [1]. Это направление обусловлено тенденциями к: увеличению эффективности использования природного урана, уменьшению затраты энергии на собственные нужды, повышению длительности кампании реактора и коэффициента использования установленной мощности, а также сокращению частоты выгрузки отработавших тепловыделяющих сборок.

Увеличение глубины выгорания влечет за собой нежелательные последствия – увеличенный потенциал мощности разрушения топлива и рост пика мощности. Пик мощности возрастает на 10% по сравнению с текущими параметрами [2]. Это приводит к необходимости использования выгорающих поглотителей, чтобы поддержать на достаточном низком уровне концентрацию бора в теплоносителе.

В качестве выгорающего поглотителя реакторах ВВЭР – 1000 используется оксид гадолиния, равномерно распределенный по объему топливных таблеток.

Гомогенное распределение оксида гадолиния в топливе приводит к ухудшению теплопроводности и снижению температуры плавления топлива [3]. Следовательно анализируется возможность использования гранулированного оксида гадолиния в матрицу диоксида урана, что незначительно ухудшает теплопроводность топлива и позволяет увеличить длительность кампании. Использование бора в качестве выгорающего поглотителя является более эффективным, чем гомогенное распределение оксида гадолиния.

Нейтронно – физические расчеты ячейки проводились с использованием программного комплекса WIMSD–5B [4] с учетом выгорания топлива и поглотителя.

Анализ расчетных данных для гетерогенного размещения показал, что происходит замедление темпов выгорания оксида гадолиния по сравнению с вариантом гомогенного расположения его в топливе, что позволяет избежать выбега реактивности в начале кампании.

Преимущество гетерогенного размещения выгорающего поглотителя является то, что материал располагается не в самом топливе, следовательно, не уменьшает его количество.

Список литературы

1. Аль Давахра Сааду. Использование выгорающих поглотителей в реакторах типа ВВЭР: Дис. ... канд. Тех. Наук : 05.14.03 Москва, 2006 13с.
2. Афров А. М., Андрушенко С. А., Украинцев В. Ф., Васильев Б. Ю., Косоуков К. Б., Семченков Ю. М., Кокосадзе Э. Л., Иванов Е. А. ВВЭР – 1000: физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 488 с. – 1000 экз
3. С. В. Широков, В. В. Заец. Глубина выгорания ядерного топлива ВВЭР с различными выгорающими поглотителями. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина
4. Электронный ресурс WIMSD-IAEA Library. – Режим доступа: <http://nucleus.iaea.org/CIR/CIR/WIMSDLibrary.html>

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОКОНЦЕНТРАЦИЙ ФТОРИД ИОНОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОДАХ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Карелин В.А., Хорева К.А., Аринова А.Б., Сидоркина О.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

В промышленных условиях тепловую и электрическую энергию получают на атомных электрических станциях (АЭС) с водоводяным энергетическим реактором (ВВЭР) и реактором большой мощности канальным (РБМК). Сейчас в 25-ти промышленно развитых и развивающихся странах находилось в эксплуатации находится 350 атомных энергетических реактора суммарной электрической мощностью около 350 ГВт. Темпы наращивания мощности и производства электроэнергии на АЭС значительно выше, чем темпы развития любого другого крупного сектора топливно-энергетического комплекса. В течение 25 лет число действующих энергетических реакторов в мире увеличилось в 3,3 раза, их установленная мощность в 10,1 раза, а производство электроэнергии в 10,8 раза. Ядерная энергетика превратилась в одно из важнейших направлений развития энергетического хозяйства.

Надежность и безаварийность работы атомных электростанций (АЭС) зависит от качества очистки водного теплоносителя. Одним из основных параметров, определяющих качество теплоносителя, является концентрация хлорид (Cl^-) ионов, которая не должна превышать значения 100 мкг/дм^3 , а значение 150 мкг/дм^3 является аварийным. Ранее выполненные исследования показали, что F^- -ион в водных средах в 10 раз сильнее влияет на коррозию оборудования, чем Cl^- -ион.

Для определения концентрации F^- -ионов использованы фторидселективные электроды ЭМ- F -01 с жидкостным внутренним контактом и твердоконтактный фторидселективный электрод. Чувствительный элемент этих электродов – монокристалл трифторида лантана (LaF_3). В паре с фторидселективным электродом использовался хлорсеребряный электрод сравнения типа ЭВЛ-1М3.

Предложен потенциометрический метод определения концентрации F^- -ионов и исследована метрология фторидселективного электрода в диапазоне 10^{-4} – 10^{-7} моль/ дм^3 F^- -ионов, а также изучено влияние состава и концентрации фонового электролита на метрологию электрода.

Потенциометрическим методом с использованием ФСЭ можно определять концентрацию только свободных F^- -ионов. Комплексные ионы потенциометрическим методом не определяются. Поэтому для получения F^- -ионов в свободном виде в систему необходимо ввести вещества-комплексообразователи, которые с катионами Al^{3+} и Fe^{3+} образовывали бы более устойчивые комплексы, чем F^- -ионы, например хелатные (клетчатые) соединения – комплексоны. При сравнении значений логарифмов констант устойчивости комплексов, образующихся при взаимодействии F^- -ионов с катионами Al^{3+} и Fe^{3+} с аналогичными константами устойчивости комплексов в системе трилон Б– Al^{3+} – Fe^{3+} необходимо сделать вывод о том, что при введении в технологические растворы трилона Б будет происходить разрушение комплексов Al^{3+} и Fe^{3+} с F^- -ионами и образование аналогичных комплексов с ним.

Из результатов выполненных исследований следует, что при увеличении щелочности среды изменяется отклик электрода (величина Э.Д.С), если отношение $[\text{OH}^-]:[\text{F}^-]$ в растворе выше, чем 1:10. Поэтому выбор фонового электролита – одна из главных задач при разработке потенциометрического метода анализа.

Показано, что фторидселективный электрод в диапазоне концентраций F^- -ионов 10^{-4} – 10^{-7} моль/ дм^3 имеет удовлетворительные метрологические характеристики, а данный метод может быть использован для определения микроконцентраций F^- -ионов в технологических водах ТЭС и АЭС.

РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛНЫ ГОРЕНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ БОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.

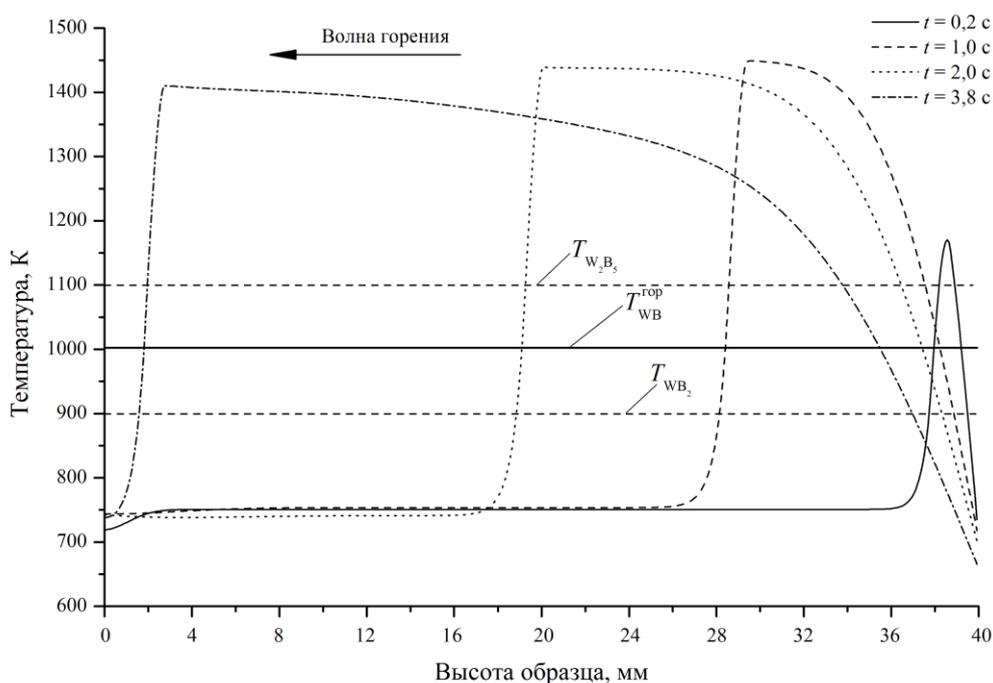
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

В численных экспериментах по определению формирования температурных полей в процессе синтеза материалов использовались следующие исходные данные:

Таблица 1 – Исходные данные для проведения расчетно-теоретического анализа

Параметр	Значение
Скорость реакции горения, мм/с	10
Радиус образца, мм	15
Высота образца, мм	40
Энергия реакции, кДж/кг	364
Температура предварительного подогрева, К	750
Плотность прессования, кг/м ³	5000

На рис. 1 представлено расчетное распределение температур по высоте образца в различные моменты времени для системы вольфрам-бор.



Горизонтальными линиями обозначены температура инициирования, нижняя граница температуры образования диборида вольфрама, нижняя граница температуры образования пентаборида дивольфрама. Таким образом, по полученным распределениям температур можно оценить возможный фазовый состав конечного продукта.

Разработанная модель теплового состояния позволяет получать расчетные термограммы, которые обеспечивают возможность проведения оценок изменения температуры в той или иной точке образца, а вместе с тем провести оценку возможного фазового состава конечного продукта. Отличительной особенностью является использование при расчете квантовой модели Дебая, которая позволяет связать поля температур с параметрами подготовки исходной шихты.

ТОРЦЕВОЙ ФРОНТ ГОРЕНИЯ, РЕАЛИЗУЮЩИЙСЯ ПРИ СИНТЕЗЕ БОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Возможны два режима распространения волны горения: плоский и кольцевой. Экспериментально было установлено, что реализация того или иного режима определяется значением масштабного параметра H/D , где H – высота образца, мм; D – диаметр образца, мм. Была обнаружена следующая закономерность:

1. При значении масштабного параметра $< 0,5$ наблюдается кольцевой фронт.
2. При значении масштабного параметра > 1 наблюдается плоский фронт, либо два встречных плоских фронта.
3. Для значений масштабного параметра, лежащих в промежутке от 0,5 до 1 нет определенности: горение может инициироваться как на торцах, так и на боковой поверхности, либо на всех свободных поверхностях.

В случае, когда реализуется кольцевой фронт горения для расчета используется неравномерная сетка, шаг которой увеличивается с приближением к центру, это обусловлено тем, что объем, в котором происходит тепловыделение остается постоянным.

Когда реализуется плоский фронт, либо два встречных плоских фронта, при моделировании распространения волны горения используется равномерная сетка.

Численная модель [1] позволяет получать распределение поля температур в любой заданный момент времени.

Список литературы

1. Демянюк Д.Г., Исаченко Д.С., Рышкевич М.П. Основы расчетно-теоретического анализа самораспространяющегося высокотемпературного синтеза борсодержащих материалов физико-энергетических установок // X юбилейная Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Современная техника и технологии". Труды. В 2-х т. Т. 2. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2004. С.33–34

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОДА ИРТ-Т НА НИЗКООБОГАЩЕННОЕ ТОПЛИВО В РЕЖИМЕ ЧАСТИЧНЫХ ПЕРЕГРУЗОК

Нуркин А.С., Лебедев И.И., Наймушин А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

Цель настоящей работы – моделирование процесса перевода исследовательского реактора ИРТ-Т на использование топлива с пониженным обогащением по U235 в режиме частичных перегрузок.

Моделирование активной зоны проводилось в программе TIGRIS, использующей 4-ех групповое диффузионное приближение. В качестве базовой берется модель реактора ИРТ-Т по состоянию на 06.05.10, отражатель реактора представляет собой отравленный бериллий, рассчитанный исходя из длительности предшествующих кампаний.

В конце каждой кампании проводилась процедура замены выгоревших ТВС. Вместо сборок с ВОУ топливом в активную зону загружали ТВС с НОУ топливом. В ходе каждой кампании рассчитывались основные параметры активной зоны: запас реактивности и подкритичность на начало кампании, компенсирующая способность стержней СУЗ, длительность кампании, распределение неравномерности энерговыделения по ячейкам активной зоны и плотность потоков быстрых и тепловых нейтронов в основных экспериментальных каналах.

Результаты проведенных исследований показывают, что реализация переходного режима возможна в процессе штатных перегрузок реактора без дополнительных специальных мер. При этом выполняются требования по значениям подкритичности и длительности кампаний. Максимальные тепловые нагрузки не превышают существующих пределов безопасной эксплуатации ТВС.

Список литературы

1. Варлачев В.А., Гусаров О.Ф., Заболотнов С.А. и др. Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 56 с.
2. Askew, J. R, Fayers, F. J., Kemshell, F. B. “A General Description of the Lattice Code WIMS“, Journal of the Brit. Nucl. En. Soc. 5 p.564, 1966.
3. Щуровская М.В., Алферов В.П. Расчет и эксперимент при определении эксплуатационных характеристик исследовательского реактора. – Атомная энергия. 2006. Т. 101. Вып. 4. с.254-262.

РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА БОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Основной задачей проведения расчетно-теоретического анализа распространения волны горения является определение температурных полей, реализующихся при самораспространяющемся высокотемпературном синтезе (СВС) и связанного с ним фазового состава конечного продукта.

Согласно теории твердофазного горения процесс горения, может быть представлен следующим соотношением:

$$a \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{q_v(r, z, t)}{C(T)\rho} = \frac{\partial T}{\partial t}$$

где a – коэффициент температуропроводности; $C(T)$ – теплоемкость; ρ – плотность образца; $q_v(r, z, t)$ – объемный источник тепловыделения.

Уравнение представляет собой краевую задачу и для ее решения необходимо задать граничные условия:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=R} = \pm \alpha (T_{r=R} - T_s) \pm \varepsilon \sigma (T_{r=R}^4 - T_s^4), \quad \lambda \frac{\partial T}{\partial t} \Big|_{r=0} = 0,$$
$$\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=H} = \pm \alpha (T_{z=H} - T_s) \pm \varepsilon \sigma (T_{z=H}^4 - T_s^4), \quad \lambda \frac{\partial T}{\partial t} \Big|_{z=0} = T_\Gamma,$$

где α – коэффициент теплоотдачи, ε – коэффициент «черноты» поверхности тела, σ – постоянная Стефана-Больцмана, T_s – температура среды, λ – коэффициент теплопроводности, T_Γ – температура предварительного подогрева образца.

Также известно, что при движении волны горения возникает область с большим энерговыделением, которое расходуется на поддержание реакции синтеза и нагрев следующего слоя. Исходя из этого следует задавать объемный источник тепловыделения как функцию нескольких параметров: радиуса, высоты и времени.

Для моделирования волны горения используется методика, в основе которой лежит перемещение слоя с некоторой скоростью v во времени, в котором происходит тепловыделение Q .

Модель позволяет определить принципиальную возможность осуществления процесса горения в той или иной системе и заранее определять предварительные параметры подготовки исходной шихты реагентов и режимов проведения СВ-синтеза. К таковым, прежде всего, относятся: количественное соотношение входящих в систему исходных реагентов; величина давления предварительного прессования реакционноспособной системы, которая определяет плотность подготовленных к проведению синтеза образцов; температура предварительного подогрева исходной шихты, изменение которой является одним из путей управления процессом СВС. Наряду с этим, получаемые распределения температур по объему образца позволяют говорить о возможном фазовом составе синтезируемого образца и тем самым, выбирать оптимальные режимы проведения реакции синтеза для получения продуктов высокой чистоты.

УСЛОВИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОЛУЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕЖИМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГОРЕНИЯ

Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

В связи с бурным развитием атомной промышленности возникает достаточно большое количество вопросов связанных с радиационной безопасностью ядерно-опасных объектов. Одним из таких является выбор и обоснование конструкционных материалов, топлива и материалов, используемых для защиты от ионизирующих излучений. К таким материалам предъявляют жесткие требования. Поэтому создание материалов с заданными свойствами является одним из перспективных направлений развития техники и технологии.

Большую популярность набирают альтернативные методы создания функциональных материалов. Рассмотрим метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) с точки зрения получения материалов для ядерной техники.

Сущность метода СВС состоит в том, что в результате локального инициирования реакции в тонком слое исходной шихты реагентов фронт горения самопроизвольно распространяется по всей системе благодаря теплопередачи от горячих продуктов к не нагретым исходным компонентам, в которых также инициируется реакция горения.

Процесс получения конечного продукта в режиме СВС имеет ряд существенных преимуществ перед традиционными методами синтеза материалов:

- отсутствие потребления электроэнергии для поддержания необходимых температурных режимов (процесс идёт за счет собственного тепловыделения);
- высокая производительность (сгорание происходит за десятки секунд);
- высокая чистота продуктов (температуры горения достигают значений 2000-4000К, что обеспечивает разложение и улетучивание примесей);
- управляемость процесса.

Проанализировав преимущества, можно сказать, что СВС управляемый метод получения функциональных материалов, поэтому варьируя параметры подготовки шихты, можно получить продукт разных качества и свойств и с разными затратами.

Важным требованием к материалам является радиационная стойкость, которая зависит от качества, структуры материала, наличия примесей. Благодаря СВС имеется возможность создавать материалы с заданными свойствами.

Но для проведения СВС необходим очень тщательный подбор параметров проведения синтеза, так как существует большое количество зависимостей от этих параметров. А подбор требует проведения многочисленных лабораторных экспериментов и проведения анализа полученных результатов.

Таким образом, можно сказать, что теоретически СВС является перспективным для получения функциональных материалов, используемых в ядерной технике, но необходима достаточно большая экспериментальная наработка.

Список литературы

1. Амосов А.П., Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов: Учеб. пособие. / Под научной редакцией В.Н. Андиферова. – М.: Машиностроение–1, 2007
2. International Journal of Self-Propagating High-Temperature Synthesis, Vol. 22, No. 1, 2013

НЕЙТРОН-ЗАХВАТНАЯ ТЕРАПИЯ

Коновалов П.И., Хорохорин Д.М.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

Ни для кого не секрет, что в современном мире широко стоит проблема борьбы с раковыми заболеваниями. Человечество с развитием науки разрабатывает множество методов, которые могли бы помочь раковым больным, однако на сегодняшний день не существует реальной панацеи, которая избавляла бы пациента о рака полностью. На роль этого спасителя претендует бор нейтрон-захватная терапия.

Бор нейтрон-захватная терапия – тип радиационной терапии, основанный на внутривенной инфузии, содержащей элемент бора или гадолиния, концентрирующийся только в опухолевых клетках. На сегодняшний день это направление конвенциональной онкологии считается альтернативным в силу ряда технических и финансовых факторов.

Сущность этого метода проста. В опухоль вводится препарат, содержащий бор, гадолиний или другие элементы, обладающие значительным сечением захвата тепловых нейтронов. При последующем нейтронном облучении в результате захвата нейтронов в опухоли возникает мгновенное вторичное излучение, которое и поражает опухолевые клетки.

Рассмотрим механизм терапии в случае с бором. В результате поглощения нейтрона бором происходит ядерная реакция с большим выделением энергии в клетке, что приводит к ее уничтожению. Бор (точнее, стабильный изотоп бор-10) поглощает нейтроны очень эффективно: сечение поглощения тепловых нейтронов 3837 барн, в то время как сечение поглощения нейтронов большинством элементов – порядка единиц барн.

В результате поглощения нейтрона бором-10 образуется возбужденное ядро бора-11, которое за 10–12 секунды распадается на ядро лития-7 и альфа-частицу, разлетающиеся с большой энергией. В 6 % случаев их суммарная энергия 2,8 МэВ, а в 94 % – 2,3 МэВ, поскольку 0,48 МэВ выносится гамма-квантом. Эти заряженные частицы быстро тормозятся: ядро лития на длине 5 мкм, альфа частица на 7 мкм. Поскольку размер клетки порядка 10 мкм, то видно, что 80 % энергии ядерной реакции выделяется именно в той клетке, которая содержала ядро бора, поглотившего нейтрон.

Над развитием НЗТ сейчас работают в 47 странах мира, в том числе, в Японии, Швеции, Финляндии, США, Чехии, России, Словении и Тайване. Через клинические испытания прошли около 2000 человек. Самые впечатляющие результаты получили итальянец Пинелли и японец Хатанака. В Италии разработали технологию лечения печени: ее вырезают у больного человека, облучают в реакторе и реимплантируют обратно пациенту. Полтора года назад таким образом пролечили больного с 14 метастазами в печень. Подобный диагноз – это смертный приговор без права отсрочки, но итальянский пациент жив до сих пор. Японский профессор Хатанака проводил экспериментальное лечение безнадежных больных с опухолями мозга III-IV стадий. Он вскрывал им череп, удалял 70% опухоли, насыщал оставшуюся часть борсодержащим препаратом, облучал хирургическое поле – и добивался практически полного излечения. Именно опыт Хатанаки дал толчок для развития НЗТ во всем мире. Теоретически нейтрон-захватную терапию можно будет применять для лечения самых разных опухолей.

Один этап работы наших ученых профинансировал Российский фонд технологического развития Министерства науки, промышленности и технологий РФ, другой – Департамент научных проектов США. Над развитием технологии в России работают специалисты ГНЦ Институт биофизики, МИФИ и Клиники экспериментальной медицины при РОНЦ РАМН. Российские ученые уже предложили

вводить препарат в артерию, питающую опухоль; сочетать бор- и гадолинийсодержащие средства, чтобы усилить эффективность воздействия пучка нейтронов; и наконец, свои собственные, российского производства, препараты – дипентаст и борфенилаланин. Прогнозируют, что стоимость лечения методом нейтрон-захватной терапии за рубежом будет составлять более 50 тысяч долларов, в России – порядка 3–5 тысяч.

Таким образом, в данный момент для развития нейтрон-захватной терапии в России наиболее остро стоит проблема финансирования. В силу бюрократического болота, процветающего в России, потенциальные инвесторы зачастую не понимают, куда будут направляться их деньги и как они будут расходоваться. К тому же большинство меценатов рассчитывают на получение мгновенной прибыли, и, когда слышат, что для полномасштабного запуска программы необходимо 5-10 лет, сразу же «выходят из игры». Как автор статьи, я призываю инвесторов быть терпеливее и дать новый импульс развитию нейтрон-захватной терапии в России, а тем самым и развитию медицины в целом.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ В РЕЖИМЕ СВС

Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Развитие физики и техники физико-энергетических установок (ФЭУ) во многом определяется разработкой и использованием новых материалов, обладающих уникальными сочетаниями свойств и повышающими эффективность работы ФЭУ. В Томском политехническом университете в течение последних лет ведутся работы по разработке естественно-научных основ технологии получения новых материалов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС): катодных материалов на основе гексоборида лантана и диборида титана, предназначенных для генерации сильноточных электронных пучков в режиме взрывной и неограниченной эмиссии; материалов на основе боридов вольфрама и карбида бора, предназначенных для использования в ядерной технике в качестве защитных от сочетанных потоков ионизирующих излучений и материалов систем управления и защиты ФЭУ. Экспериментально установлен ряд преимуществ полученных материалов перед традиционными по ядерно-физическим, электрофизическим и теплофизическим характеристикам. В то же время был установлен существенный недостаток – малая термоударная стойкость. Обеспечение этого свойства необходимо, так как в условиях реальной эксплуатации материалы ФЭУ подвергаются импульсному воздействию мощных потоков энергии. Исследование структуры материалов и их фазового состава показало, что причиной данного недостатка является многофазность полученных материалов. Это объясняется стадийностью протекания СВС, когда каждой стадии соответствует свой температурный режим. Вследствие быстроты протекания процесса и неоднородности поля температур в объеме образца образуются локальные области, где формирование конечного продукта останавливается на той или иной стадии.

Выходом из создавшейся ситуации стало увеличение суммарного теплового эффекта протекающих в системе реакций за счет введения реакционно-способных добавок на основе порошков цветных металлов ($NiAl$). Исследования показали, что введение добавок привело к увеличению теплового эффекта и, как следствие, к образованию материалов, содержащих практически только необходимые фазовые составляющие. Кроме того, наличие в структурах фаз алюминидов никеля позволяет говорить об образовании интерметаллического каркаса, диспергированного необходимыми фазовыми составляющими. Кроме того, испытания показали, что количество такой добавки, обеспечивающее наиболее высокие пределы прочности, лежит в интервале 10 – 15 % вес., а наиболее приемлемой является применение добавки со стехиометрией 20% вес. Al-80% вес. Ni.

СЕКЦИЯ №3. ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ (МЕДИЦИНА, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО).

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОРБЦИИ ЙОДА ИЗ ВОДНЫХ, ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ СРЕД

Селявская Е.В., Безрукова С.А., Буйновский А.С., Софронов В.Л.

Северский технологический институт НИЯУ «МИФИ», г. Северск

Необходимость определения галогенидов в природных и биологических объектах связана с нормированием их содержания в питьевой воде и организме человека. Для проведения мероприятий по оценке степени йоддефицита в конкретном регионе и планирования диагностических, лечебных и профилактических мероприятий необходимо иметь простые, чувствительные и недорогие методы оценки содержания йода в биологических жидкостях и объектах окружающей среды.

Для определения йод-ионов применяют достаточно чувствительные методы определения: масс-спектрометрию, нейтронно-активационный анализ, капиллярный электрофорез, ионную хроматографию, инверсионную вольтамперометрию, а также каталитические реакции с фотоколориметрической детекцией. Возможность применения сорбционных процессов для отделения компонентов матрицы пробы либо для концентрирования определяемого элемента позволяет повысить чувствительность определения и, как следствие, точность получаемых результатов без значительных потерь определяемого компонента [1]. В настоящее время из адсорбционных методов наиболее широко применяется извлечение йода активными углями (АУ) и ионообменными смолами. Стадия окисления йодида до элементного йода является общей для обоих способов, общей является и стадия выделения йода из полученных концентратов. Одним из условий успешного протекания реакции окисления является создание среды, в которой побочные реакции были бы сведены к минимуму, т.е. правильный выбор рН раствора. Наиболее пригодным реагентом для окисления йодида является хлор [2]. При получении йода угольно-адсорбционным методом используют также нитрит натрия, поскольку NaNO_2 является селективным окислителем для йодида и дозирование его раствора не вызывает особых трудностей. Кроме указанных окислителей в промышленных условиях для выделения йода из минеральных вод применяют гипохлорит натрия, пероксид водорода, мононадсерную кислоту и озон.

В результате исследования сорбции йодид-ионов отмечено следующее:

1. В нейтральной и щелочной средах сорбции йодид-ионов не происходит; концентрация йодид-ионов с течением времени не меняется.

2. При исследовании сорбции йодид-ионов в кислой среде отмечено, что в диапазоне концентраций от 50-100 мкг/дм³ содержание йодид-ионов после обработки раствора АУ уменьшается в среднем на 80%, в диапазоне от 150 до 200 мкг/дм³ на 50%.

3. При изучении влияния времени на сорбцию йодид-ионов в кислой среде отмечено, что наибольшее изменение концентрации йодид-ионов наблюдается в первые 20 минут.

5. В присутствии окислителя сорбция йодид-ионов увеличивается в среднем на 20% по сравнению с сорбцией без окислителя.

Список литературы

1. Ксензенко В.И., Стасиневич Д.С. Химия и технология брома, йода и их соединений. Учебное пособие для вузов. М.: Химия, 1995. – 432 с.
2. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии. – М.: Химия, 1984. – 432 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДИДОВ В МОЧЕ МЕТОДОМ ПОТЕНЦИОМЕТРИИ

Безрукова С.А., Селявская Е.В.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г. Северск

При анализе биологических объектов (мочи) возникают проблемы, связанные с низким содержанием определяемого элемента в анализируемом образце и высоким содержанием органических примесей. Наличие примесей может приводить в ряде случаев к искажению аналитического сигнала либо к снижению точности и чувствительности определения [1].

С целью устранения мешающего влияния матрицы можно применять разложение биологической пробы различными минеральными кислотами (“мокрая” минерализация), использовать химические реакции (озонирование, озоление с добавками), ультрафиолетовое облучение, твердофазную экстракцию с использованием твердых сорбентов[2].

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 [3]. 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 изучена возможность отделения и концентрирования йодид-ионов на анионите АВ-17-8 в нитратной форме с последующим вымыванием 2М KNO_3 . В результате исследований отмечено сильное завышение значений концентрации в анализируемой пробе. Очевидно, наряду с йодидами на ионите задерживаются отдельные компоненты мочи, при вымывании которых ИСЭ также дает отклик. Показано, что степень концентрирования незначительна из-за размытой формы кривой (всего в 2-2,5 раза).

Нами исследован следующий ряд сорбентов: нанопорошок Al_2O_3 , активированные угли марок: СУМС-1 и ФАС (г. Новосибирск). Эксперимент проводили по следующей схеме. Анализируемую пробу фиксированного объема вносили в химический стаканчик на 20-50 мл, добавляли реагенты для создания необходимого рН: раствор H_2SO_4 (рН=1-2), сухую соль K_2HPO_4 (рН=7-8), раствор NaOH (рН=10-11) и навеску сорбента массой 0,05–0,1 г. Сорбцию проводили в статических условиях при перемешивании на магнитной мешалке. По окончании опыта раствор центрифугировали 10 мин при скорости вращения 6000 об/мин. Для анализа отбирали надосадочную жидкость измеренного объема.

Исследования показали, 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 установлено, 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.

Также отмечено, что при более высоких значениях рН йодид-ионы переходят в раствор и, кроме того, с фильтра вымываются компоненты, мешающие потенциометрическому определению. 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 %.

Список литературы

1. Уильямс Дж. Определение анионов. Справочник. М.: Химия, 1982. 624 с.
2. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии. М.: Химия, 1984. 432 с.

ДОЗОВЫЕ НАГРУЗКИ ПРИ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ И ПРОЕКЦИОННЫХ ВИЗУАЛИЗАЦИЯХ НА УСТАНОВКАХ С СУБМИЛЛИМЕТРОВЫМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Стучебров С.Г., Батрагин А.В., Вагнер А.Р.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

В докладе представлен отчет о работе по разработке рентгенографических установок, результаты проекционной и томографической визуализации, а также приведена оценка дозовых нагрузок на биологические объекты при их обследовании.

В рамках данной работы было создано две рентгеновских установки.

Первая основана на линейном многоканальном газоразрядном детекторе. Детектор представляет собой плоскопараллельный конденсатор. Чувствительная часть состоит из 1536 чувствительных полосок, шаг чувствительных элементов 250 микрон, время интегрирования сигнала 2,5 мс, напряжение на электроде 1 кВ. Визуализация при помощи газоразрядного детектора имеет ряд особенностей. Она имеет низкое контрастное разрешение в связи с общим рабочим газовым объемом. Однако плюсом является возможность создавать дешевые детекторы с относительно большим размером.

Установка, основанная на линейном многоканальном газоразрядном детекторе, сконструирована для получения томографических срезов с расходящимся рентгеновским пучком. В качестве источника в установке используется импульсный рентгеновский аппарат. Размер фокусного пятна 1,2*1,2 мм, анодное напряжение выбирается от 40 до 160 кВ, анодный ток – от 0,4 до 5 мА, максимальная мощность трубки 0,6 кВт. Источник в данной установке синхронизован с детектором.

Вторая установка основана на линейном многоканальном полупроводниковом GaAs детекторе. Линейка состоит из 512 полосок, шаг чувствительных элементов 100 микрон. Применение этого детектора позволяет изучать объекты меньшего размера, но с большим пространственным разрешением. При математической обработке синограмм в основе расчетов лежит математика для параллельного пучка, что является приемлемым приближением в данном случае.

На установках были получены томографические изображения разных объектов, рассчитаны дозы для случаев проекционной и томографической визуализации.

РЕНТГЕНОАБСОРБЦИОННЫЙ АНАЛИЗАТОР ПОТОКА МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЖИДКОСТИ

Черепенников Ю.М., Гоголев А.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В последнее время, в промышленности все большее и большее внимание уделяется вопросам автоматизации управления технологическим процессом. Переход к автоматизированному управлению значительно увеличивает надежность работы технологических линий, в частности за счет исключения «человеческого фактора», позволяет быстрее принимать решения по заранее отработанным алгоритмам. Построение любой системы автоматизации требует наличия как можно более точных данных о состоянии процесса, получаемых в режиме реального времени.

Одной из областей, для которых вопрос получения таких данных актуален, является химическая промышленность, где требуется контролировать компонентный состав технологических жидкостей. Дополнительная сложность заключается в том, что зачастую такие жидкости содержат высокоактивные кислоты, которые легко вступают в химические реакции, вследствие чего возникает необходимость проводить мониторинг параметров непосредственно входе технологического процесса, используя методы неразрушающего и невозмущающего контроля.

В работе предложена схема двухволнового рентгеновского анализатора потока многокомпонентной жидкости, позволяющего проводить невозмущающий контроль, и проведены расчеты основных его характеристик.

Предложенный анализатор имеет следующую схему устройства: анализируемая жидкость проходит через анализатор по трубке, на одной из сторон которой установлен источник рентгеновского излучения, а на другой двухканальный блок регистрации рентгеновского излучения. При этом проба подается в анализатор при рабочем давлении и рабочей температуре потока, без предварительной пробоподготовки. По степени поглощения рентгеновского излучения устанавливается массовое содержание компонент жидкости.

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА ТЕМПЕРАТУРУ ИНИЦИИРОВАНИЯ СВ-СИНТЕЗА БОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.

Томский политехнический университет, Физико-технический институт, г. Томск

Борсодержащие материалы получили большое распространение в технике и производстве. Но, на данном этапе развития технологий существует ряд проблем, связанных с получением некоторых боридов, так как, в основном, это высокотехнологичные и энергозатратные методы.

Одним из альтернативных и перспективных методов порошковой металлургии является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Сущность метода СВС состоит в том, что в результате локального инициирования реакции в тонком слое исходной шихты реагентов фронт горения самопроизвольно распространяется по всей системе благодаря теплопередачи от горячих продуктов к не нагретым исходным компонентам, в которых также инициируется реакция горения.

Процесс получения конечного продукта в режиме СВС имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами печного синтеза материалов: отсутствие потребления электроэнергии для поддержания необходимых температурных режимов (процесс идёт за счет собственного тепловыделения); высокая производительность (сгорание происходит за десятки секунд); высокая чистота продуктов (температуры горения достигают значений 2000-4000К, что обеспечивает разложение и улетучивание примесей); управляемость процесса. СВС управляемый, поэтому варьируя параметры подготовки шихты, можно получить продукт разного качества и с разными затратами.

В настоящее время ведется отработка технологии получения гексаборида лантана и карбида бора, широко используемых в производстве.

Ранее в работе [2] было изучено влияние механической активации на температуру инициирования СВ-синтеза. Установлено что механическая активация приводит к снижению температуры инициирования, но она имеет так называемый "порог насыщения", после которого она не только не вносит положительного результата, но может даже сказаться отрицательно, что и отображено на графике.

Еще одним способом снижения температуры инициирования синтеза является введение реакционно-способных добавок, вступающих в экзотермическую реакцию с большим энергетическим выходом при более низкой температуре, чем исходная шихта. При этом такая добавка должна быть инертна к целевому продукту и не ухудшать его качества. Одной из таких добавок является смесь Ni и Al. Процессы синтеза этих компонентов достаточно хорошо изучены на сегодняшний день. Температура инициирования данной смеси составляет около 450°C.

Определено, что оптимальным массовым соотношением Ni/Al является 2/1. Данная добавка вводится в исходную шихту на стадии смешивания всех исходных реагентов в количестве 10% масс. После введения реакционно-способной добавки процесс подготовки исходной шихты проводился точно в таком же порядке, как и в предыдущей работе. Температура инициирования реакции синтеза снизилась порядка на 300°C. Таким образом, введение данной добавки вносит значительный экономический и технологический выигрыш при СВ-синтезе.

Список литературы

3. Мержанов А.Г., Боровинская И.П. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез тугоплавких неорганических соединений. / Отчет ОИХК АН СССР, Черногловка, 1970. – 283с.
4. Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С. Влияние механической активации на синтез высокоэмиссионных материалов, получаемых в режиме СВС. / Сборник тезисов докладов Десятой всероссийской с международным участием школы-семинара по структурной макрокинетике для молодых ученых – г. Черногловка, ИСМАН, 2012г. – с. 46-48

СЕКЦИЯ №4. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЯДЕРНОГО НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ ЯДЕРНОЙ ОТРАСЛИ

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ УЧЕБНЫХ СИСТЕМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ СФЗ

Грицевич М.П. Кондратьев Д.О. Степанов Б.П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Главным практическим инструментом обеспечения режима ядерного нераспространения является физическая защита. ФЗ – это деятельность в рамках которой реализуется система физической защиты. Что в свою очередь создает необходимость подготовки специалистов способных профессионально взаимодействовать с данной системой. Учитывая тот факт, что обучение на действующих системах физической защиты (СФЗ) ядерных объектов невозможно по ряду причин, были созданы учебные системы: пульт сбора и отображения видеoinформации и стенд устройств охранного телевидения.

Целью данной работы являлось проектирование учебной системы на основе нормативных и технических требований к подсистеме оптико-электронного наблюдения и оценки обстановки комплекса технических средств физической защиты, а также принятых принципов создания и функционирования учебных систем: применение современных информационных технологий, возможность установки технических средств, применяемых в системах физической защиты на реальных ядерных объектах, программная и техническая совместимость применяемых систем и устройств.

Итог дано работы - это спроектированный и созданный учебный стенд устройств оптико-электронного наблюдения объединил в себе элементы автоматизированной системы видеонаблюдения с упрощенной функцией вывода изображения. Выбранная структура стенда позволяет моделировать реальные ситуации, с которыми сталкиваются работники службы безопасности ядерных объектов.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Афанасьев К.Ю.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск,

Работа атомных электростанций (АЭС) связана с образованием значительного количества высокорadioактивных продуктов деления материалов, используемых в качестве ядерного топлива. Основное количество радиоактивных продуктов вместе с отработавшими твэлами отправляют на установки по регенерации для извлечения урана, тория и других ценных элементов.

В процессе регенерации твэлов образуется значительное количество жидких, твердых и газообразных отходов, опасных как для человека, так и окружающей среды и требующих разработки специальных и сложных технологических приемов для локализации и надежного долговременного хранения.

Жидкие отходы АЭС в первую очередь можно классифицировать по уровню активности и засоленности. Для обезвреживания сочных вод применяются сорбционные, мембранные и термические методы.

Проведенный анализ показал, что для утилизации наиболее опасных засоленных и высокорadioактивных стоков наилучшим методом является термический. К основным преимуществам способа стоит отнести:

- высокий коэффициент очистки;
- минимальные требования к качеству отходов;
- отсутствие предварительных осадительных операций;
- безреагентность метода
- максимальное концентрирование.

При этом стоит отметить, что дистилляция или упаривание сопровождается отложением на греющих поверхностях выпарного аппарата солей жесткости и взвесей, что приводит к падению его производительности. Таким образом, для получения максимальной концентрации отходов, использование поверхностных выпарных аппаратов, может привести к забивке кристаллами циркуляционного контура и инкрустации греющих поверхностей.

Для решения данной проблемы предлагается использование аппарата погружного горения (АПГ), который позволит избежать накипеобразования и инкрустации.

К недостаткам погружного горения при использовании на АЭС относится образование большого количества газообразных радиоактивных отходов, требующих сложной системы газоочистки, поэтому обезвреживание в них отходов высокой радиоактивности невыгодно, однако при использовании в качестве теплоносителя горячих газов от сжигания горючих радиоактивных отходов образование радиоактивной газовой фазы неизбежно и использование АПГ оптимально и оправдано.

Применение в качестве топлива природного газа при использовании погружного горения для утилизации низкоактивных, но высокосолёных растворов, таких как стоки, образованные при регенерации катионитных фильтров водоподготовительной установки, и анионитных фильтров, очищающих конденсат турбин от солей, оправдано, так как парогазовая смесь не радиоактивна и может быть применена в качестве теплоносителя для установки мгновенного испарения, которая позволит снизить расход природного газа за счет первичного концентрирования сточных вод.

Также стоит отметить, что благодаря применению погружного горения и, как следствие, получению максимальных концентраций и выделению из сточных вод кристаллических солей будут созданы лучшие условия для дальнейшей переработки отходов и снижению капиталоемкости последующих операций по отверждению и захоронению.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ЯДЕРНОГО/РАДИОЛОГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА МЕТОДОМ «ДЕРЕВЬЕВ ПРЕДПОСЫЛОК»

Варсеев Е.В., Андриюшин И.И., Пшакин Г.М.
ФГУП «ГНЦ РФ–ФЭИ», Обнинск

В последние годы в центре внимания международного сообщества активно обсуждается проблема ядерного терроризма. На фоне того, что за десятилетия существования ядерной промышленности в мире к настоящему моменту накоплены сотни тонн плутония и высокообогащённого урана, а также огромное количество радиоактивных материалов и источников излучения, угроза попадания этих материалов в руки террористических организаций является весьма реальной.

Наряду с различными техническими средствами для борьбы с ядерным/радиологическим терроризмом на ранних стадиях существуют и аналитические подходы [1, 2]. Одним из таких подходов является метод «деревьев предпосылок», предложенный авторами данного сообщения в работах [2, 3]. Целью метода является своевременное обнаружение действий ядерных террористов, что, в конечном счёте, может позволить повысить эффективность мер по предотвращению актов ядерного терроризма на ранних стадиях его подготовки. Метод основан на «деревьях событий», широко используемых в анализе безопасности АЭС, и рассматривает ресурсную базу, необходимую для производства ядерного/радиологического устройства.

В данной работе описан подход для оценки ущерба от потенциального применения ядерного/радиологического устройства террористической группой, основанный на «дереве предпосылок». Дана качественная оценка экономического ущерба от гипотетического применения радиологического устройства облучательного типа (в частности, устройства, содержащего водный раствор делящихся материалов - т.н. устройство с самоподдерживающейся цепной реакцией деления – СЦРД [3]) в людном месте. Также приводятся оценки времени, необходимого для ликвидации последствий от его применения и некоторых параметров возможного устройства типа СЦРД. Выполнен качественный сравнительный анализ последствий от применения СЦРД и от применения ядерных/радиологических устройств других типов - примитивное ядерное взрывное устройство, «грязная бомба». Дано сравнение предложенного подхода с предложенными в работах [4, 5].

В дальнейшем планируется провести анализ различных сценариев применения ядерного/радиологического устройства на основе «деревя предпосылок» с использованием методов математического моделирования, что, в конечном итоге, поможет в прогнозировании терактов и планировании мер для борьбы как с его подготовкой, так и с последствиями.

Список литературы

1. Hundley G.R., Charlton W.S., Childress K., Determining Acquisition Pathways for a Radiological Dispersal Device // Proceedings of the 51st INMM Meeting, Baltimore, Maryland, July, 2010.
2. Andryushin I.I., Varseev E.V., Pshakin G.M. Development of analytical instruments for prediction of nuclear terrorist activities. // JNMM, Vol. 40, Issue 2, 2012.
3. Varseev E.V., Pshakin G.M., Andryushin I.I. Development of analytical instruments for prediction of nuclear terrorist activities: some features of the approach. / Proceedings of 53 INMM Annual Meeting, Orlando, 2012.
4. Yoo H., Lee J., Kwak S. Analysis of Radiological Terrorism on Metropolitan Area // Energy and Environment Research. Vol 1, No 1 (2011). URL: <http://dx.doi.org/10.5539/eer.v1n1p24>
5. Rosoff H, von Winterfeldt D. A risk and economic analysis of dirty bomb attacks on the ports of Los Angeles and Long Beach. // Risk Anal. 2007. – 27(3). P. 533-546.

ПРИМЕНЕНИЕ ПК «ВЕГА-2» ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Халявин И.В. Вахрушева Ю.С. Степанов Б.П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

В настоящее время атомная энергетика является одним из перспективных источников производства электрической энергии и активно развивается во многих странах. Однако использование ядерных или других радиоактивных материалов в злоумышленных целях становится в настоящее время возможным. Поэтому обеспечение безопасности ядерных материалов имеет первостепенное значение. Государственная система физической защиты предусматривает единую систему планирования, координации, контроля и реализации комплекса технических, организационных мер, направленных на своевременное обнаружение несанкционированных действий и их предотвращения. Обеспечение физической защиты должно осуществляться на всех этапах проектирования, сооружения, эксплуатации и вывода из эксплуатации ядерных объектов (ЯО), а также при любом обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.

Оценка эффективности системы безопасности основана на количественном или качественном определении способности системы противодействовать угрозам, определенным на этапе анализа уязвимости. В качестве показателя эффективности системы безопасности часто применяется вероятность пресечения акции нарушителя силами реагирования, действующими по сигналам от технических средств обнаружения и наблюдения. Этот показатель отражает вклад инженерно-технических средств физической защиты и действий персонала в решении задачи защиты объекта.

Целью работ по оценке эффективности СФЗ является оценка способности СФЗ обеспечить защищенность предмета физической защиты (ПФЗ) от внешних и внутренних угроз, принятых по результатам анализа уязвимости ЯО, путем пресечения несанкционированных действий нарушителя.

Для проведения оценки эффективности СФЗ ядерного объекта специально разработано программное обеспечение «Вега-2». Программа «Вега-2» способна дать наиболее полную картину эффективности СФЗ, выявить слабые места СФЗ, сокращает вероятность допущения ошибки человеком при проведении расчетов и значительно упрощает саму процедуру проведения оценки эффективности.

Для того, чтобы наиболее полно изучить возможности ПО «Вега-2» в процессе выполнения работы был разработан гипотетический ядерный объект.

Для решения задач построения эффективной системы физической защиты в работе также создана модель визуализации гипотетического объекта в 3D редакторе. С ее помощью анализируются особенности, взаимное расположение зданий и сооружений, охраняемые зоны на объекте, места размещения ядерных материалов, элементы комплекса инженерно-технических средств физической защиты. Наглядность получаемых материалов позволяет рассматривать возможные пути следования нарушителей, изменение тактики несанкционированных действий при изменении структуры СФЗ.

На основе формализованного описания объекта расчетный модуль автоматически определяет вероятные пути нарушителя (сценарии действия). Для каждого пути в зависимости от выбранного пользователем метода оценки эффективности автоматически формируется граф развития ситуации или проводится имитационное моделирование проникновения нарушителя на объект.

В результате работы с помощью трехмерного редактора создавалась точная модель созданного гипотетического объекта. Полученные при моделировании необходимые данные применялись для проведения оценки эффективности СФЗ с использованием ПО «Вега-2».

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЗАДАЧАХ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Заплаткина Д.С, Недбайло Ю.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

С началом атомной эры и появлением ядерного оружия международное сообщество пришло к убеждению, что следует прекратить его неконтролируемое распространение. В настоящее время проблема заключается не только в переключении ядерных материалов и технологий с мирного производства на военное, но и в незаконном обороте ядерных материалов и технологий, в том числе незаявленной деятельности по обогащению и переработке урана и плутония. Одной из систем обеспечивающих необходимый уровень наблюдения за деятельностью в атомной промышленности является система учета и контроля ядерных материалов, задачами которой являются непрерывное систематическое обеспечение точности информации о ядерном материале и обнаружение несанкционированных действий.

Любой процесс измерений неизбежно связан с необходимостью обработки данных. Наиболее важными аспектами обработки результатов анализов являются точность и правильность расчетов, которая включает в себя учет погрешностей на всех этапах расчетов и их корректную интерпретацию.

Отсутствие единых методов по обработке данных и универсальных методик измерения зачастую приводит к появлению различий в учетно-отчетной документации на предприятиях атомной отрасли.

В связи с этим, целью данной работы является совершенствование существующих и разработка новых методов обработки данных, использующих вероятностно-статистические подходы, что позволит снизить погрешности и увеличить точность результатов при проведении измерений количественных характеристик ядерных материалов.

Для достижения заданной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить существующие методы, применяемые в задачах учета и контроля ядерных материалов; выявить их преимущества и недостатки;
2. Изучить статистических методы, которые применяются для решения прикладных задач в различных областях науки.
3. Интегрировать подходящие статистические методы с задачами учета и контроля ядерных материалов.

В результате проделанной работы были рассмотрены статистические методы, применяемые при решении прикладных задач по социологии, экономике и техническим наукам, разработаны рекомендации по использованию выбранных методов для анализа результатов измерений в задачах учета и контроля ядерных материалов.

Список литературы

1. Бойко В.И., Силаев М.Е. Учебное пособие по курсу «Методы и приборы для измерения ядерных и других радиоактивных материалов», 356с., 2011г.
2. Онлайн-ресурс [<https://courses.edx.org>]. Курс «BerkeleyX: Stat2.2x Introduction to Statistics: Probability».
3. Н. Ш. Кремер. Учебник для вузов: «Теория вероятностей и математическая статистика», 573с., 2004г.
4. «Статистические методы для учета и контроля ядерных материалов. Начальный курс», методические материалы курса, Обнинск, 2006г.
5. «Статистические методы для контроля качества измерений», методические материалы курса, Обнинск, 2011г.

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР

Бабкин С.Д., Годовых А.В., Кириенко В.В., Щербаков А.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

В настоящее время во многих странах особое внимание уделяется вопросу обеспечения безопасности критически важных объектов, нарушение функционирования которых может нанести огромный ущерб национальной безопасности государства и его гражданам, в том числе и за счет «принципа домино».

В большинстве стран с целью систематизации таких потенциально опасных объектов введен термин «критическая инфраструктура». Под ним понимается взаимосвязанная совокупность критически важных объектов.

Перечень таких объектов включает системы обеспечения деятельности правительства, обороны, здравоохранения, кредитно-финансового, банковского и научно-исследовательского секторов, промышленности, энергетики, в том числе атомной, нефтегазового комплекса, обеспечения продовольствием, транспорта, коммунального хозяйства, включая водоснабжение, связи и гражданской обороны.

Важнейшим этапом в обеспечении безопасности критических инфраструктур является создание эффективных систем безопасности объектов критических инфраструктур.

Данная работа создание методики реализации эффективных систем безопасности объектов критических инфраструктур.

Список литературы

1. Федеральный Закон «О транспортной безопасности» от 9 февраля 2007 г. № ФЗ–16.
2. «Основы государственной политики в области обеспечения безопасности населения Российской Федерации и защищенности критически важных и потенциально опасных объектов от угроз природного, техногенного характера и террористических актов на период до 2020 года» (утв. Президентом РФ 15 ноября 2011 г. № Пр-3400).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 марта 2006 г. № 411 «Об утверждении перечня критически важных и опасных объектов Российской Федерации».
4. Кондратьев А.А. «Современные тенденции в исследовании критической инфраструктуры в зарубежных странах» // Зарубежное военное обозрение. – 2012. – №. 001. – с. 19-30.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПО УЧЕТУ И КОНТРОЛЮ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РАМКАХ УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА «СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЯДЕРНОМУ ТЕРРОРИЗМУ»

Колотова Ю.В., Корнейчук С.О., Годовых А.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

В учете и контроле ядерных материалов информационные технологии занимают особенное место. Объем информации о ядерном материале, которую необходимо собирать, обрабатывать, хранить и использовать при процедурах, связанных с учетом и контролем, требует использования современных компьютерных технологий.

Для студентов специальности «Безопасность и нераспространения ядерных материалов» ведется преподавание курсов, посвященных изучению вопросов построения и обеспечения правильной работы систем учета и контроля (СУиК). Но обучение специалистов в данной области на действующих ядерных объектах невозможно в силу специфики решаемых СУиК задач. Поэтому возникает необходимость создания лабораторной базы для практического изучения функционирования элементов СУиК и компьютеризированных СУиК.

В данной работе предлагаются принципы создания учебной лаборатории, в которой для студентов будет предусмотрено знакомство с основными понятиями реляционных баз данных, систем инструментального программирования на примере создания компьютеризированных систем учета и контроля ядерных материалов (СУиК ЯМ). Создаваемая учебная лаборатория по учету и контролю ядерных материалов будет входить в состав учебного комплекса «Системы физической защиты и противодействие ядерному терроризму».

В рамках лаборатории заявлено три составных блока: средств контроля доступа, автоматизированного сбора данных, проведения физической инвентаризации и модули: устройства индикации вмешательства, система видеонаблюдения, штрихкодирование, базы данных в системе учета и контроля ядерных материалов, методы контроля ядерных материалов.

Работа в учебной лаборатории будет направлена на изучение следующих вопросов:

- нормативные требования, предъявляемые к СУиК и компьютеризированным СУиК;
- создание системы автоматизированного сбора данных в СУиК ЯМ;
- обеспечение информационной безопасности;
- проектирование и создание реляционных баз данных для целей учета и контроля ядерных материалов.

Для данной учебной лаборатории предполагается разработка учебной системы автоматизированного сбора данных, которая поможет наглядно показать работу компьютеризированной системы учета и контроля на условном предприятии. В статье будет представлено своего рода техническое задание на разработку данного учебного программного продукта.

Кроме того, в работе представлены методические разработки для лаборатории – несколько стендов и примеры лабораторных работ.

ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ И МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАСЕЙНОВ ВЫДЕРЖКИ ТВЭЛОВ

Новоселов И.Ю., Каренгин А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Кокарев Г.Г.

ФГУП «Горно-химический комбинат», г. Железногорск

За время эксплуатации бассейнов выдержки ТВЭЛОВ в них скапливаются донные отложения в виде ила с примесью продуктов коррозии, россыпью облученных ТВЭЛОВ и др.[1]. Качественный спектральный анализ донных отложений бассейнов выдержки показывает, что определяющими состав илов макрокомпонентами являются железо и алюминий, при значимых количествах кальция, цинка, кремния и натрия.

Переработка радиоактивных иловых отложений (ИЛО) направлена на извлечение радионуклидов или выделение фракции отходов с наибольшим содержанием радионуклидов. Известны сорбционные (введение в отходы компонентов, сорбирующих радионуклиды, и их последующее извлечение), электрохимические (воздействие на отходы электрического тока с концентрированием радионуклидов на одном из электродов), химические способы переработки (обработка илов химическими соединениями с извлечением радионуклидов) и механическая классификация (отделение фракций с наибольшим содержанием радионуклидов). Для стабилизации грунтов и илов и их перевода в устойчивые формы, препятствующие миграции радионуклидов из отходов, используются различные способы высокотемпературной переработки с получением керамических и стеклоподобных матриц. Их общим недостатком является многостадийность и высокая стоимость переработки [2].

В данной работе представлены результаты исследований процесса прямой плазменной утилизации ИЛО в виде оптимальных по составу водно-органических композиций (ВОК), имеющих адиабатическую температуру горения $T_{ад} \approx 1200$ °С, с получением твердых продуктов в виде простых и сложных оксидов металлов, включающих магнитную окись железа, что дает возможность применения магнитной сепарации для их эффективного извлечения из водных суспензий после «мокрой» очистки отходящих из плазменного реактора продуктов плазменной утилизации.

В результате проведенных расчетов определены оптимальные по составу водно-органические композиции на основе ИЛО и дизельного топлива.

С учетом полученных результатов могут быть рекомендованы для практической реализации процесса плазменной утилизации ИЛО в воздушной плазме следующие режимы, обеспечивающие получение в составе твердых продуктов магнитной окиси железа:

- интервал рабочих температур 1200 ± 100 К;
- водно-органическая композиция ВОК (15% ДТ : 45% Вода : 40% ИЛО);
- массовое отношение фаз (45% воздух : 55% ВОК).

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии плазменной утилизации иловых отложений бассейнов выдержки ТВЭЛОВ и других жидких радиоактивных отходов.

Список литературы

1. Дмитриев С.А., Стефановский С.В. Обращение с радиоактивными отходами. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000, с.12-20.
2. Каренгин А. Г. , Каренгин А. А. , Кокорев Г. Г. Моделирование и оптимизация процесса плазменной утилизации иловых отложений бассейнов выдержки твэлов // Известия вузов. Физика. - 2013 - Т. 56 - №. 4/2. - С. 155-160.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИММОБИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА В РАСПЛАВАХ ХЛОРИДОВ МЕТАЛЛОВ В ВОЗДУШНОЙ ПЛАЗМЕ ВЧФ-РАЗРЯДА

Новоселов И.Ю., Шахматова О.Д., Шлотгауэр Е.Э., Каренгин А.Г.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Кокарев Г.Г.

ФГУП «Горно-химический комбинат», г. Железногорск

По действующей технологической схеме отходы переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), оставшиеся после первого экстракционного цикла без урана и плутония, содержат различные нерадиоактивные продукты деления (РЗЭ, молибден и др.), конструкционные материалы (цирконий, железо, никель, хром, марганец и др.) и имеют 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%. Эти отходы выпариваются и после добавления необходимых химических реагентов (силикаты, фосфаты, бораты и др.) направляются на операцию остекловывания или цементирования с последующим захоронением [2,3]. Применяемая технология многостадийна, экологически небезопасна, требует значительных энергозатрат, химических реагентов и исключает возможность извлечения из этих отходов образующихся со временем ценных и благородных металлов.

Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ в виде оптимальных диспергированных водно-органических композиций с получением твердых дисперсных продуктов в виде простых и сложных оксидов металлов, включая магнитную окись железа, что дает возможность использовать магнитную сепарацию для их эффективного извлечения из водных суспензий и последующего осуществления процесса плазменной иммобилизации в расплавах хлоридов металлов, стойких к радиационному облучению [4]. Это даёт возможность радикально уменьшить стоимость утилизации и иммобилизации отходов переработки ОЯТ за счет сокращения количества передельных операций, объёма емкостного оборудования, затрат химических реагентов, энерго- и трудозатрат, а также даёт возможность извлечения из хранящихся отходов образующихся со временем ценных и благородных металлов.

На плазменном стенде «Плазменный модуль на базе высокочастотного генератора ВЧГ8-60/13» (колебательная мощность до 60 кВт, рабочая частота 13,56 МГц) проведены экспериментальные исследования и определены режимы, необходимые для эффективной иммобилизации твердых дисперсных продуктов в виде простых и сложных оксидов металлов в расплавах хлоридов калия (натрия) в условиях воздушной плазмы ВЧФ-разряда.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии плазменной иммобилизации отходов переработки отработавшего ядерного топлива в расплавах хлоридов металлов, стойких к радиационному облучению, которая даёт возможность извлечения из хранящихся отходов образующихся со временем ценных и благородных металлов.

Список литературы

1. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М., Никитина С.А., Макарова Т.П., Петров Е.Р., Богородицкий А.Б., Григорьева М.Г. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов. – Л.: Труды Радиового 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.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.
3. Никифоров А.С., Кулиниченко В.В., Жихарев М.И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 184 с.
4. Власов В.А., Каренгин А.Г., Каренгин А.А., Шахматова О.Д. Моделирование процесса плазменной утилизации отходов переработки отработавшего ядерного топлива // Известия вузов. Физика - т. 55, 2012. - №11/2. - С. 377-382.

ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ И МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ МОДЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Новоселов И.Ю., Шахматова О.Д., Шлотгауэр Е.Э., Каренгин А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Кокарев Г.Г.

ФГУП «Горно-химический комбинат», г. Железногорск

Оставшиеся после первого экстракционного цикла без урана и плутония отходы переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в виде слабоконцентрированных водносолевых растворов металлов включают различные нерадиоактивные продукты деления (РЗЭ, молибден и др.) и конструкционные материалы (цирконий, железо, никель, хром, марганец и др.), которые имеют 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%, Se – 0,039%, Cs – 0,036%, Co – 0,031%, Sr – 0,026%.

По действующей технологии отходы переработки ОЯТ выпариваются и после добавления необходимых химических реагентов (силикатов, фосфатов, боратов и др.) направляются на операцию остекловывания с последующим захоронением. Эта технология многостадийна и требует значительных энерго- и трудозатрат.

В данной работе представлены результаты исследований процесса прямой плазменной утилизации отходы переработки ОЯТ в виде оптимальных по составу водно-органических композиций (ВОК), имеющих адиабатическую температуру горения $T_{ад} \approx 1200$ °С, с получением твердых продуктов в виде простых и сложных оксидов металлов, включающих магнитную окись железа, что дает возможность применения магнитной сепарации для их эффективного извлечения из водных суспензий после «мокрой» очистки отходящих из плазменного реактора продуктов плазменной утилизации.

По результатам проведенного термодинамического моделирования рекомендованы для процесса прямой плазменной утилизации отходы переработки ОЯТ в воздушной плазме следующие оптимальные режимы:

- интервал рабочих температур (1200 ± 100) К;
- состав ВОК (65% ОПОЯТ : 35% Этиловый спирт);
- массовое отношение фаз (65% воздух : 35% ВОК).

На плазменном стенде «Плазменный модуль на базе высокочастотного генератора ВЧГ8-60/13-01» (колебательная мощность до 60 кВт, рабочая частота 13,56 МГц) проведены экспериментальные исследования процесса плазменной утилизации модельных отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме ВЧФ-разряда в виде различных по составу водно-органических композиций с получением твердых дисперсных продуктов (порошков), включающих магнитную окись железа.

В результате проведенных исследований гравитационного и магнитного осаждения из водных суспензий железосодержащих порошков показано, что применение магнитного осаждения значительно увеличивает извлечение из водной суспензии порошков, включающих магнитную окись железа, по сравнению с обычным гравитационным осаждением. Это указывает на возможность применения магнитных сепараторов для эффективного извлечения из водных суспензий твердых продуктов плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии прямой плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ и других жидких радиоактивных отходов.

Список литературы

1. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М., Никитина С.А., Макарова Т.П., Петров Е.Р., Богородицкий А.Б., Григорьева М.Г. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов.–Л.: Труды Радиового института им. В.Г. Хлопина, 2007. – Т. XII. – С. 124-147.

РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ГЕТЕРОСТРУКТУР AlGaInP ($\lambda=630$ нм.) С МНОЖЕСТВЕННЫМИ КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ

Орлова К.Н., Градобоев А.В.

Юргинский технологический институт Национального исследовательского Томского политехнического университета, Юрга

Разработанные в конце 80х годов гетероструктуры на основе соединений алюминия-галлия-индия-фосфида (AlGaInP) являются основой для светодиодов, излучающих в видимой области спектра, в частности, в красном, оранжевом и желтом диапазонах. Используя данные гетероструктуры в условиях значительного воздействия ионизирующих излучений, важно исследование радиационной стойкости на первой стадии производства, то есть на стадии конструирования приборов.

Целью работы явилось исследование радиационной стойкости гетероструктур AlGaInP ($\lambda=630$ нм.) с множественными квантовыми ямами при облучении гамма-квантами ^{60}Co .

Так как свойства гетероструктур определяют свойства приборов, изготовленных на их основе, объектами исследования были выбраны светодиоды на основе гетероструктур AlGaInP с множественными квантовыми ямами длиной волны 630 нм. Светодиоды были изготовлены по стандартной технологии в условиях серийного производства и монтировались в корпуса КИ1. Для формирования направленного пучка излучения были использованы линзы из оптического компаунда.

Следует отметить, что предварительные исследования по облучению гамма-квантами оптического компаунда, из которого изготовлена линза, не показали видимых изменений. Таким образом, можно сделать вывод о том, что все изменения в свойствах светодиодов, регистрируемые при облучении гамма-квантами обусловлены изменениями в гетероструктурах AlGaInP с множественными квантовыми ямами.

Изменения в ватт-амперной характеристике при облучении гамма-квантами позволяет выделить области средней и сильной инжекции электронов, при этом граница между областями средней и сильной инжекции не меняется с ростом дозы облучения. Результаты расчета концентрации инжектируемых электронов и концентрации дырок в р-области показали, что, действительно, при отмеченной нами граничной плотности рабочего тока концентрация инжектируемых электронов сопоставима с концентрацией дырок в р-области. При этом, область сильной инжекции электронов не изменяет своих размеров по мере роста дозы облучения. Причем, при переходе от области средней к области сильной инжекции электронов не происходит изменения в механизме протекания тока, что вытекает из рассмотрения ватт-вольтной характеристики.

Снижение мощности излучения при облучении гамма-квантами ^{60}Co дозой до $3 \cdot 10^5$ Гр происходит в две стадии:

- на первой стадии происходит радиационно-стимулированная перестройка имеющейся дефектной структуры;
- на второй стадии происходит введение дефектов радиационного происхождения.

Вклад первой стадии снижения мощности излучения в результате облучения определяется величиной граничного тока, при котором происходит переход работы светодиода в режим низкой инжекции электронов.

Вторая стадия снижения мощности излучения в результате облучения зависит от значения мощности излучения в режиме низкой инжекции электронов

Таким образом, зная значение граничного тока и мощность излучения в режиме низкой инжекции электронов можно прогнозировать радиационную стойкость гетероструктур AlGaInP с множественными квантовыми ямами при облучении гамма-квантами.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ «НАРУШИТЕЛЬ – СФЗ»

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время необходимость обеспечения безопасности является актуальным и важным направлением деятельности всевозможных объектов. Для объектов, представляющих повышенную опасность для населения, требования к обеспечению безопасности, регламентируемые нормативно-правовой базой, являются строгими и выполняются на более высоком уровне. Для «бытовых» объектов обеспечение безопасности не является приоритетным направлением, так как рассматриваемы риски и последствия от возможной реализации угроз не принимаются во внимание по причинам приемлемости данных рисков или стремлению к экономической выгоде.

В предыдущих публикациях была представлена методика оценки конфликта «нарушитель – СФЗ» и получена модель анализа конфликтной ситуации. Данная модель была применена для оценки динамики конфликта для различных объектов и угроз. [1] Так же были рассмотрены методы формирования культуры ядерной безопасности и особенности работы персонала СФЗ. Осуществлен анализ личностных и поведенческих параметров человека, на основе которого были выделены полезные качества и типы личности, которые способствовали бы результативной и эффективной работе операторов, и как следствие, эффективной работе СФЗ в целом. [2]

В современных условиях возрастает необходимость повсеместного выполнения требований к технологическим процессам, следование правилам и инструкциям, так как возрастает роль техники и технологий в жизни человека. Это в свою очередь ведет к возрастанию роли таких процессов как внедрение и пропаганда культуры безопасности.

В данной работе была проведена апробация вышеуказанной методики для оценки конфликтной ситуации на примере одного из анализируемых объектов.

Список литературы

1. Анцупов А. Я., Баклановский С. В. Конфликтология в схемах и комментариях: Учебное пособие. 2-е изд., пере- раб. – СПб.: Питер. 2009. – 304 с.: ил.
2. Шварц, Герхард. Управление конфликтными ситуациями: Диагностика, анализ и разрешение конфликтов. – СПб.: Издательство Вернера Регена, 2007. – С. 296.

ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Плевака М. Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

За последние полвека на Земле образовались десятки миллиардов кюри радиоактивных отходов, и эти цифры увеличиваются с каждым годом. Особенно острой проблема утилизации и захоронения РАО атомных электростанций становится в настоящее время, когда наступает время демонтажа большинства АЭС в мире (по данным МАГАТЭ, это более 65 реакторов АЭС и 260 реакторов, использующихся в научных целях). Несомненно, что самый значительный объем РАО образовался на территории нашей страны в результате реализации военных программ на протяжении более 50 лет. Во время создания и совершенствования ядерного оружия одной из главных задач была быстрая наработка ядерных делящихся материалов, дающих цепную реакцию. Такими материалами являются высокообогащенный уран и оружейный плутоний. На Земле образовались самые большие наземные и подземные хранилища РАО, представляющие огромную потенциальную опасность для биосферы на многие сотни лет.

Основную долю своей потребности в энергии многие страны, в том числе и РФ, будут обеспечивать за счет энергии деления ядер, поэтому необходимо создавать приемлемые в экономическом, техническом, социальном и политическом аспектах способы обращения с радиоактивными отходами, образующихся на всех стадиях ядерного топливного цикла.

Существует множество методов обращения с радиоактивными отходами, такие как остекловывание, битумирование, дезактивация, трансмутация, захоронения и т.д. Но перед тем, как использовать тот или иной метод к обращению с отходами, нужно прежде всего разобраться, с отходами какой категории мы имеем дело. Для этого существует классификация радиоактивных отходов по различным признакам, среди которых наиболее распространен признак удельной активности.

Большие объёмы радиоактивных отходов, несовершенство технологий обращения с ними, незавершенность системы учета и контроля радиоактивных веществ, необходимость обеспечения физической защиты хранилищ – все это открытые вопросы, являющиеся общегосударственной проблемой.

Какие новые методы и технологии существуют в атомной энергетике на сегодняшний день? Что такое «замкнутый ядерный топливный цикл» и является ли он выходом из сложившейся ситуации?

Только тщательный качественный и количественный анализ всех существующих методов обращения с радиоактивными отходами, используемых как в России, так и за рубежом, сравнение этих методов и выявление наиболее перспективных может дать ответ на возникшие вопросы.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ.

Седнев Д.А., Салчак Я.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Градобоев А.В.

ЮТИ НИ ТПУ, ОАО «НИИПП», г.Томск

Асанов И.А.

ОАО «НИИПП», г.Томск

Для безопасного функционирования любого ядерного объекта необходимо реализовывать мероприятия, направленные на обеспечение физической защиты. На уровне объектов эта деятельность осуществляется за счет внедрения системы физической защиты (СФЗ), направленной на своевременное пресечение несанкционированных действий. На работу СФЗ оказывает влияние множество факторов, в том числе и надежность ее элементов.

Одной из основных составных частей СФЗ является система оптико-электронного наблюдения (СОЭН). Работоспособность СОЭН крайне важна для реализации основополагающих принципов СФЗ: равнопрочности и обеспечения надежности и живучести. Так как выход из строя даже одного элемента СОЭН приводит к появлению уязвимых мест в СФЗ защищаемого объекта, необходимо уделять внимание каждого отдельного элемента СОЭН. Основной модуль СОЭН – камеры видеонаблюдения, обеспечивающие непрерывный контроль за всей территорией охраняемого объекта. Иногда, камеры используются в помещениях, характеризующихся высоким уровнем радиации. Например, в пунктах хранения ядерных материалов. Помимо высокого радиационного фона, подобные помещения характеризуются недостаточной освещенностью.

В настоящее время для подсветки видеокamеры используются светодиоды (СД) ИК-диапазона. Подобные элементы, являются уязвимыми для воздействия ионизирующего излучения. Таким образом, исследования действия ионизирующего излучения на показатели надежности СД актуальны.

Цель работы – исследовать влияние облучения нейтронами на надежность СД ИК-диапазона.

Установлено, что конструктивно-технологический запас светодиодов определяется катастрофическими отказами, обусловленными механическим разрушением корпуса, а не деградацией его светотехнических характеристик. Определены верхняя и нижняя границы вероятности развития катастрофического отказа, при этом показано, что верхняя граница определяется температурой плавления омического контакта, используемого для крепления кристалла к кристаллодержателю. Предварительное облучение быстрыми нейтронами не приводит к сдвигу установленных температурных границ, но при этом вероятность развития катастрофического отказа возрастает пропорционально флюенсу нейтронов вследствие более низкой радиационной стойкости омического контакта.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МИГРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ СЕРНОКИСЛОТНОМ СКВАЖИННОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА

Теровская Т.С., Кеслер А.Г., Носков М.Д.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Скважинное подземное выщелачивание (СПВ), как современный и прогрессивный метод, в настоящее время широко применяется во многих странах, в том числе и в России, при добыче урана и других металлов [1, 2]. Процесс извлечения урана из рудного тела осуществляется непосредственно на месте залегания путем воздействия на руду выщелачивающего раствора. На предприятиях России в качестве выщелачивающего реагента используется серная кислота. Отличительной особенностью СПВ является незначительное влияние на состояние окружающей среды. СПВ урана не сопровождается образованием отвалов пород и хвостохранилищ, осушением подземных водоносных горизонтов, образованием сбросных вод гидрометаллургических заводов и др. Однако, при разработке месторождения методом СПВ, в результате нагнетания выщелачивающего реагента и взаимодействия его с вмещающей породой, в подземные воды поступают различные загрязняющие вещества. Поэтому на предприятиях по добыче урана методом СПВ мониторингу и контролю за распространением загрязняющих компонентов придается большое значение.

В настоящей работе предлагается комплексная физико-математическая модель, описывающая миграцию основных компонентов-загрязнителей, образующихся при СПВ урана. При создании модели используется подход, основанный на выделении ограниченного числа минералов, компонентов и процессов, описания которых достаточно для адекватного моделирования миграции загрязняющих веществ в пластовых водах. В качестве основных компонентов, определяющие загрязнение подземных вод были выделены: U^{4+} , UO_2^{2+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HSO_4^- , H_2SO_4 , Ra^{2+} , Th^{4+} .

Модель описывает основные гидродинамические и физико-химические процессы, происходящие в продуктивном горизонте при кислотном СПВ. Гидродинамическая часть модели включает в себя расчет распределения давления, скорости фильтрации растворов, конвективного массопереноса и гидродинамической дисперсии. В физико-химической части рассматриваются гомогенные и гетерогенные процессы, происходящие при СПВ в системе рабочий раствор – подземные воды – порода (взаимодействие рабочего раствора с рудными и породообразующими минералами, кислотно-основные и окислительно-восстановительные процессы, комплексообразование и др.). Описание гетерогенных процессов основано на кинетических уравнениях. Растворение-осаждение минералов сопровождается изменением пористости и проницаемости породы. Модель реализована в виде системы дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка и алгебраических уравнений связи.

Математическая модель может применяться для оценки техногенной нагрузки на подземные водоносные горизонты при разработке месторождений урана методом СПВ, выработки рекомендаций по проведению мероприятий направленных на уменьшение загрязнения подземных вод.

Список литературы

1. Мамилов В.А., Петров Р.П., Шушания Г.Р. и др. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – М.: Атомиздат, 1980. – 248 с.
2. Лаверов Н.П. и др. Подземное выщелачивание полиэлементных руд. – М.: Изд. академии горных наук, 1989. – 437с.

АВСТРАЛИЯ И ФРГ: НАЦИОНАЛЬНЫЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ В ЯДЕРНОЙ СФЕРЕ (СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ)

Торопчин Г.В.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», Кемерово

Функционирование специализированных организаций и агентств на государственном и межнациональном уровнях составляет один из основных компонентов глобального режима ядерного нераспространения. Деятельность подобных институтов играет важную роль в различных аспектах ядерной сферы: как в разоружении и нераспространении ядерного оружия, так и в обеспечении мирного использования энергии атома. В данной статье представлен анализ участия Австралийского Союза и Федеративной Республики Германия в межгосударственных организациях, а также особенностей работы правительственных учреждений этих стран в данной сфере.

Рассматривая участие Австралии и ФРГ в международных организациях в ядерной области, в первую очередь необходимо остановиться на вовлечённости стран в деятельность МАГАТЭ. Оба государства являются членами организации с момента её основания в 1957 г. Вопросы экспортного контроля решаются в рамках неформальных объединений, таких, как Комитет Цангера и Группа ядерных поставщиков, куда также входят оба государства. Что касается сотрудничества в рамках ООН, то Австралия и Германия активно участвуют в работе Управления по вопросам разоружения.

Говоря о региональных организациях в ядерной сфере, следует упомянуть совместную австралийско-японскую инициативу ICNND (Международная комиссия по ядерному нераспространению и разоружению), которая, однако, не ограничивается рамками Азиатско-Тихоокеанского региона. В свою очередь, для ФРГ характерен примат европейского законодательства, что выражается, в частности, в деятельности Евратома.

Высокая степень влияния процессов евроинтеграции характерна для ФРГ и в научно-технической области: кооперация в этом ключе проводится в рамках CERN (Европейская организация по ядерным исследованиям). В Австралийском Союзе научно-исследовательские разработки в ядерной области курируются внутренним ведомством, ANSTO (Австралийская организация по ядерной науке и технологии). За обеспечение радиационной безопасности в Германии отвечает BfS (Федеральное ведомство по радиационной безопасности), в Австралии аналогичные функции возложены на ARPANSA (Австралийское агентство радиационной защиты и ядерной безопасности). Однако BfS подведомственно и захоронение радиоактивных отходов, в то время как для Австралии эта проблема не характерна. В ФРГ контроль над добычей урановых руд возложен на BGR (Федеральное ведомство по геонаукам и сырью), в Австралии этим занимается RET (Министерство природных ресурсов, энергетики и туризма). Наконец, ещё одно австралийское агентство, ASNO (Австралийское правительственное агентство по гарантиям и нераспространению) отвечает за сферу гарантий и нераспространения, взаимодействуя с МАГАТЭ; в Германии с МАГАТЭ сотрудничает BMU (Федеральное министерство экологии, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Германии).

Таким образом, обе страны в равной степени активно участвуют в организациях на международном уровне, что можно отнести к сходствам. На региональном уровне сказывается разница в степени интегрированности регионов: Германия, как часть Евросоюза, оказывается полностью вовлечённой в организации и инициативы ЕС; для Азиатско-Тихоокеанского региона, в котором находится Австралия, в этом отношении скорее характерна определённая правовая дискретность. Имеет безусловное значение и тот факт, что ФРГ обладает практически всеми технологиями ядерного топливного цикла, в Австралийском Союзе же производится лишь добыча урана. Такие различия находят своё отражение и в деятельности специализированных национальных агентств.

РАЗВИТИЕ АМЕРИКАНО-ИНДИЙСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ЯДЕРНОЙ СФЕРЕ

Чебыкин Д.А., Катаева О.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

В данном докладе рассматривается вопрос о развитии ядерной программы Индии, страны, которая неоднократно была заподозрена в проведении испытаний ядерного оружия, начиная с 1974 года. Несмотря на требования мирового сообщества, Индия так и не подписала Договор о нераспространении ядерного оружия.

В 2004 году, сделав резкий поворот от политики ядерного эмбарго к сотрудничеству, Вашингтон и Нью-Дели объявили о новой политике "стратегического сотрудничества", основанного на "общих ценностях", таких, как демократия, плюрализм и уважение к закону. 18 июля 2007 лидеры обеих держав встретившись между собой, заявили, что намерены трансформировать их взаимоотношения в рамках "глобального партнерства"

Несмотря на сопротивление Конгресса, администрация Буша выразила готовность сделать для Индии определенные исключения в процессе присоединения страны к ядерному клубу. По замыслу инициаторов "Соглашения-123", Индия должна будет поставить под контроль МАГАТЭ лишь гражданскую часть своей ядерной программы. В настоящее время аналогичные соглашения США имеют примерно с 25 странами. Таким образом Индия вошла бы в ядерный клуб и клуб поставщиков ядерного топлива, хоты и не получила бы полновесного статуса признанной ядерной державы, который имеют пять членов Совета Безопасности ООН.

США впервые подписывают подобное соглашение с государством, имеющим ядерный арсенал, но отказавшимся присоединиться к Договору о нераспространении ядерного оружия. Случай с Индией – исключительный, но всякое исключение только ослабит международный договор о нераспространении ядерного оружия.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕЧЕНИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФОТОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В СУЩЕСТВУЮЩИХ БИБЛИОТЕКАХ ОЦЕНЕННЫХ ДАННЫХ

Шариков Д.А., Бойко В.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

Использование наиболее достоверных значений сечений взаимодействия фотонного излучения с веществом элементов играет определяющую роль для решения ряда прикладных задач, где необходим детальный учет данных процессов.

Среди большинства прикладных задач можно выделить следующие задачи:

- дозиметрия и радиометрия источников ионизирующих излучений (расчет характеристик поля фотонного излучения, расчет защиты),
- моделирование на основе метода Монте-Карло переноса фотонного излучения,
- радиационная дефектоскопия,
- аналитический учет эффектов самопоглощения и экранирования в ядерно-физических методах анализа,
- теоретический расчет интенсивности рентгеновского излучения в количественном рентгеноспектральном анализе и т.д.

В настоящей статье изучены современные источники и библиотеки оцененных данных, содержащие значения массовых сечений взаимодействия фотонного излучения с веществом.

В статье проведен сравнительный анализ массовых сечений взаимодействия фотонного излучения с веществом, представленных в последних библиотеках оцененных данных, для ряда актиноидов (торий, уран, америций) в энергетическом диапазоне 0,5...3000 кэВ фотонного излучения. В данном диапазоне имеется возможность наблюдать основные процессы взаимодействия фотонного излучения с веществом: когерентное и некогерентное рассеяние, фотоэффект, рождение электрон-позитронных пар. Кроме того энергетический диапазон 0,5...3000 кэВ является традиционным диапазоном для решения большинства прикладных задач обеспечения радиационной безопасности, учета и контроля делящихся материалов и аналитического контроля технологических процессов на предприятиях ядерного топливного цикла с использованием ядерно-физических методов анализа.

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР

С.Д. Бабкин, А.В. Годовых, В.В. Кириенко, А.В. Щербаков.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

В настоящее время во многих странах особое внимание уделяется вопросу обеспечения безопасности критически важных объектов, нарушение функционирования которых может нанести огромный ущерб национальной безопасности государства и его гражданам.

В большинстве стран с целью систематизации таких потенциально опасных объектов введен термин «критическая инфраструктура». Под ним понимается взаимосвязанная совокупность критически важных объектов.

Перечень таких объектов включает системы обеспечения деятельности правительства, обороны, здравоохранения, кредитно-финансового, банковского и научно-исследовательского секторов, промышленности, энергетики, в том числе атомной, нефтегазового комплекса, обеспечения продовольствием, транспорта, коммунального хозяйства, включая водоснабжение, связи и гражданской обороны.

Важнейшим этапом в обеспечении безопасности критических инфраструктур является создание эффективных систем безопасности объектов критических инфраструктур.

Данная работа направлена на создание методики реализации эффективных систем безопасности объектов критических инфраструктур.

Список литературы

1. Федеральный Закон «О транспортной безопасности» от 9 февраля 2007 г. № ФЗ–16.
2. «Основы государственной политики в области обеспечения безопасности населения Российской Федерации и защищенности критически важных и потенциально опасных объектов от угроз природного, техногенного характера и террористических актов на период до 2020 года» (утв. Президентом РФ 15 ноября 2011 г. № Пр-3400).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 марта 2006 г. № 411 «Об утверждении перечня критически важных и опасных объектов Российской Федерации».
4. Кондратьев А.А. «Современные тенденции в исследовании критической инфраструктуры в зарубежных странах» // Зарубежное военное обозрение. – 2012. – №. 001. – с. 19-30.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД В ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ

Юртаева А.Н., Сваровский А.Я.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Очистка вод, загрязненных радионуклидами, является актуальной задачей охраны окружающей среды в атомной энергетике России и за рубежом.

Это подтверждается и аварией на АЭС «Фукусима-1» в Японии (2011г.). На данный момент на АЭС Фукусима-1 используется семь подземных резервуаров. На АЭС до сих пор продолжается циркуляция воды для охлаждения реактора. Из-за того, что в результате аварии произошел частичный расплав топлива и в самом реакторе образовались трещины, концентрация радиоактивных веществ в отработанной воде высока. Вода для охлаждения циркулирует по трубам, но так как отсек реактора был разрушен в ходе аварии, туда постоянно закачиваются подземные воды. Количество этой воды достигает 400 тонн в один день. Подземные воды поступают внутрь реактора и перемешиваются с загрязненной водой, с каждым днем радиоактивной воды становится все больше и больше. После аварии два года назад было увеличено количество баков для хранения отработанной воды в периметре станции, но свободных баков, количество которых составляет 900 единиц, остается все меньше, а большие по объемам подземные резервуары превратились в баки для хранения загрязненной воды.

По прогнозам ТЕРСО (Tokyo Electric Power Company) её объем увеличивается в два раза, но в данное время нет технологий и оборудования, позволяющих очистить радиоактивно-загрязненную воду и сбросить её в океан.

Для очистки радиоактивно-загрязненной воды предлагается использовать метод гидродинамической кавитации жидкости с гуминовой кислотой в вихревом аппарате.

На разработанной установке исследуются гидродинамика и режим процесса динамической сорбции радиоактивных изотопов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{60}Co и РЗЭ с применением гуминовой кислоты (сорбция на нерастворимых гуминовых кислотах вместо дорогих в эксплуатации и последующем захоронении ионообменных смол).

При исследовании кавитации в вихревом аппарате установки экспериментально определен переход вихревого потока жидкости в реакционной зоне аппарата в область гидродинамической кавитации всего потока жидкости для целенаправленного управления ею.

Раствор солей гуминовой кислоты в этом процессе эффективно диспергируются в очищаемой воде за счет кавитационных пузырьков, а также служат одновременно коллектором для радиоизотопов и нанесенным катализатором на образующихся частицах карбоната кальция и гидроксида магния с выпадением их в осадок и выводом из аппарата в непрерывном режиме процесса деионизации вод для дальнейшего цементирования или битумирования их.

Соотношение размеров модели аппарата следующие: $D/d=1,9$; $h/D=0,37$, где D – диаметр аппарата, d – диаметр мешалки, h – высота мешалки над уровнем аппарата.

Переход вихревого течения в режим кавитации в модели реактора определяется: постоянной скоростью потока при $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$; при достижении $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$ мощность на вращение потока жидкости остается постоянной; свечением трассера (люминофор КТЦ-532) при $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$; постоянным температурным полем в аппарате при $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$.

Результаты экспериментов позволяют утверждать о переходе вихревого потока раствора с гуминовой кислотой в модели реактора в режим гидродинамической кавитации при $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$ и использовать в процессе обезвреживания вод.

ФИЗИЧЕСКАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА БЛИЖНЕМ ВОСТОКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ИХ РЕШЕНИИ

Блащаница А.В.

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень

На сегодняшний день активная деятельность отдельных государств Ближнего Востока по развитию у себя атомной отрасли поднимает на поверхность международной повестки дня вопросы, связанные с эффективностью обеспечения защиты ядерных материалов, ядерных объектов и технологий в этих странах. Принимая во внимание текущую нестабильность региона, следует отметить высокий уровень угроз, связанных с возможными попытками хищения, саботажа, несанкционированного доступа и незаконного перемещения в отношении ядерных материалов, других радиоактивных веществ и соответствующих объектов.

Источниками существующих угроз физической ядерной безопасности (далее – ФЯБ) на Ближнем Востоке являются, во-первых, 15 действующих исследовательских реакторов, представленных в восьми странах региона (Алжир, Египет, Израиль, Иран, Ливия, Марокко, Сирия, Турция), во-вторых, заводы по центрифужному и лазерному обогащению урана в Иране (в Лашкарабаде, Натанзе и Фордо), в-третьих, завод по переработке облученного ядерного топлива в Израиле, в-четвертых, имеющиеся (в Иране) и строящиеся АЭС (в Иране, Турции, ОАЭ и Иордании), в-пятых, вызывает беспокойство и израильский арсенал ядерного оружия. Кроме того, несколько стран региона (Алжир, Египет, Марокко, Саудовская Аравия) планируют в среднесрочной и долгосрочной перспективе возвести реакторы на своих территориях. На сегодняшний день материалами, пригодными для создания ядерного взрывного устройства, располагают Израиль и Иран. В остальных же странах, где имеются ядерные объекты, задействован или хранится низкообогащенный уран и другие радиоактивные материалы. Таким образом, наиболее вероятными угрозами физической ядерной безопасности для региона сегодня можно считать террористический акт в отношении оборудования или всего объекта с последующим выбросом радиации или возможность создания экстремистскими группами так называемой «грязной бомбы» из похищенного радиоактивного материала.

Риски, связанные с обеспечением защиты данных объектов и размещенных на них ядерных и радиоактивных материалов, заключаются в несовершенстве существующей в странах Ближнего Востока нормативной базы, в недостаточности осуществляемых организационных мер в области физической ядерной безопасности, а также в слабо развитой в регионе культуры ядерного нераспространения. Достаточно отметить, что, к примеру, в соответствии с Индексом безопасности ядерных материалов Инициативы по сокращению ядерной угрозы (NTI), Израиль – страна с наивысшими показателями по защите ядерных материалов в регионе – находится на 25 месте (после России) среди тридцати двух стран, располагающих на своей территории запасами ядерных материалов. Что касается государств Ближнего Востока, которые только планируют развивать атомную энергетику, к наиболее безопасным по формальным признакам относятся ОАЭ, Алжир, Марокко и Турция. Между тем, у большинства стран региона отсутствует какой-либо значительный опыт в сфере обеспечения физической ядерной безопасности. Поэтому обращение к международной помощи для этих стран не только целесообразно, но и необходимо. Однако, даже те государства региона, которые демонстрируют свое повышенное внимание к вопросам ФЯБ, не имеют полного участия во всех международных соглашениях, организациях и инициативах, посвященных обращению с ядерными материалами и их защите. Также негативно на

прогресс по расширению участия арабских стран повлиял провал конференции по созданию зоны, свободной от ядерного оружия на Ближнем Востоке.

На текущий момент в рамках международных усилий по укреплению физической ядерной безопасности в регионе осуществляются мероприятия по линиям Глобальной инициативы по борьбе с актами ядерного терроризма, Фонда физической ядерной безопасности МАГАТЭ и двустороннего сотрудничества отдельных стран и организаций-доноров (ЕС, США, Германия и др.) с государствами Ближнего Востока. Между тем, сложившаяся модель международного сотрудничества в области ФЯБ является достаточно уязвимой по причине ее зависимости от бюджетных процессов в странах-донорах. Поэтому необходимо выстраивать дальнейшее взаимодействие со странами Ближнего Востока в данной сфере на паритетных началах.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД В ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ

Юртаева А.Н., Сваровский А.Я.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Очистка вод, загрязненных радионуклидами, является актуальной задачей охраны окружающей среды в атомной энергетике и за рубежом.

Это подтверждается и аварией на АЭС «Фукусима-1» в Японии (2011г.). На данный момент на АЭС Фукусима-1 используется семь подземных резервуаров. Резервуары для хранения отработанной воды закопаны глубоко в землю, а их конструкция довольно проста: она предусматривает три слоя водонепроницаемого материала.

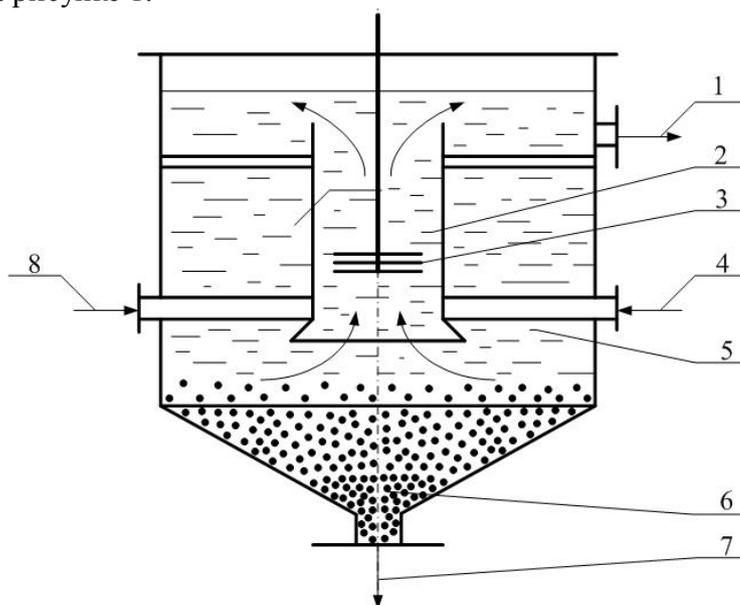
На АЭС до сих пор продолжается циркуляция воды для охлаждения реактора. Из-за того, что в результате аварии произошел частичный расплав топлива и в самом реакторе образовались трещины, концентрация радиоактивных веществ в отработанной воде высока. Вода для охлаждения циркулирует по трубам, но так как отсек реактора был разрушен в ходе аварии, туда постоянно закачиваются подземные воды.

Количество этой воды достигает 400 тонн в один день, что примерно соответствует одному школьному бассейну, заполненному водой. Подземные воды поступают внутрь реактора и перемешиваются с загрязненной водой, с каждым днем радиоактивной воды становится все больше и больше.

После аварии два года назад было увеличено количество баков для хранения отработанной воды в периметре станции, но свободных баков, количество которых составляет 900 единиц, остается все меньше, а большие по объемам подземные резервуары превратились в баки для хранения загрязненной воды.

По прогнозам ТЕРСО (Tokyo Electric Power Company) её объем увеличивается в два раза, но в данное время нет технологий и оборудования, позволяющих очистить радиоактивно-загрязненную воду и сбросить её в океан.

Для очистки радиоактивно-загрязненной воды предлагается использовать метод гидродинамической кавитации жидкости с гуминовой кислотой в вихревом аппарате, представленном на рисунке 1.



1 – подача осветленной воды на фильтрацию; 2 – центральная труба; 3 – мешалка; 4 – подача раствора реагента; 5 – отстойник; 6 – отстоявшаяся пульпа; 7 – сбросной пульпопровод; 8 – подача загрязненной воды

Рисунок 1 – Схема аппарата для обезвреживания радиоактивно-загрязненных вод

На разработанной установке исследовались гидродинамика и режим процесса динамической сорбции радиоактивных изотопов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{60}Co и РЗЭ с применением гуминовой кислоты (сорбция на нерастворимых гуминовых кислотах вместо дорогих в эксплуатации и последующем захоронении ионообменных смол).

При исследовании кавитации в вихревом аппарате экспериментально определен переход вихревого потока жидкости в реакционной зоне аппарата в область гидродинамической кавитации всего потока жидкости для целенаправленного управления ею.

Соли гуминовой кислоты в этом процессе эффективно диспергируются в очищаемой воде за счет кавитационных пузырьков, а также служат одновременно коллектором для радиоизотопов и нанесенным катализатором на образующихся частицах карбоната кальция и гидроксида магния с выпадением их в осадок и выводом из аппарата в непрерывном режиме процесса деионизации вод для дальнейшего цементированья или битумирования.

Высокотурбулентный поток деионируемой воды, создаваемый механической мешалкой, образует в аппарате гидродинамическую кавитационную зону, где схлопыванием кавитационных пузырьков с большой скоростью и создается довольно ограниченная кавитационная зона с многократным воздействием ударных давлений.

Низкая прочность деионируемых вод, связанная с наличием в них кавитационных зародышей: солей жесткости, плохо смачиваемых твердых частиц, пористых частиц, заполненных газом, микроскопических газовых пузырьков, нерастворимых ионных образований – наилучшие условия для диспергирования солей гуминовой кислоты в качестве нанесенного катализатора и коллектора для динамической сорбции радиоизотопов на частицах солей жесткости и других частицах в очищаемой воде.

Переход вихревого течения в режим кавитации в модели реактора определяется: постоянной скоростью потока при $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$; при достижении $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$ мощность на вращение потока жидкости остается постоянной; свечением трассера (люминофор КТЦ-532) при $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$; постоянным температурным полем в аппарате при $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$.

Результаты экспериментов позволяют утверждать о переходе вихревого потока жидкости с гуминовой кислотой в модели реактора в режим гидродинамической кавитации при $Re \approx 1,1 \cdot 10^4$ и использовать в процессе обезвреживания радиоактивно-загрязненных вод.

Для аппаратурного оформления этого процесса предлагается схема аппарата, представленная на рисунке 1.

Преимущества разработанного метода динамической сорбции радионуклидов с применением солей гуминовой кислоты в условиях гидродинамической кавитации при очистке радиоактивно-загрязненных вод по сравнению с очисткой на фильтрах или в ионообменных аппаратах с неподвижным слоем сорбента: компактность установки, уменьшение капитальных и эксплуатационных затрат, исключение из процесса регенератов, промывных вод и дорогих сорбентов, высокая эффективность очистки вод.

Список литературы

1. Загрязненная вода, АЭС и вмешательство государства // Kyoto Shimbur, Япония. -2013.-11 апреля.
2. Сваровский А. Я., Скоромкина А. Н., Макаров Ф. В., Пищулин В. П. Очистка радиоактивно-загрязненных вод методом динамической сорбции в условиях гидродинамической кавитации // Известия вузов. Физика. -2012.-№2/2.-С.189-193.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОБЛЕМ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Малинникова Т.П.¹, Шаляпин С.В.², Ситников А.С.², Зеличенко В.М.², Васильева О.Л.²

Национальный исследовательский Томский политехнический университет¹,
Томский государственный педагогический университет²

Аннотация. Проведён опрос инновационных промышленных предприятий атомной отрасли Томской области и дана предварительная оценка проблем подготовки кадров для этих предприятий. Целью этой работы является выработка предложений по совершенствованию механизма подготовки кадров и процесса взаимодействия между учебными заведениями и предприятиями Томской области.

В связи с Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. №899 о развитии приоритетных направлений развития науки, технологий и техники [1] Распоряжением Правительства РФ от 06.10.2011 г. №1756-р одобрена Концепция создания в Томской области Центра образования, исследований и разработок «ИНО Томск 2020» [2]. Создание Центра обойдётся почти в 40 млрд. руб. в 2011-2013 г.г. В целях совершенствования механизма подготовки кадров для инновационных компаний и промышленных предприятий Томской области как ресурса эффективного развития региональной экономики решено провести опрос предприятий, на основании которого будут выработаны предложения по совершенствованию процесса взаимодействия между учебными заведениями и предприятиями Томской области. Разработана Анкета, включающая 28 вопросов по этой актуальной проблеме. В число 8 приоритетных, прорывных направлений включено и такое, как ядерная энергетика и ядерные технологии. При составлении Экспертной карты с предварительной оценкой проблем подготовки кадров, обозначенных предприятиями, при ответах на вопросы предложенной Анкеты выяснилось, что ответы по вышеуказанному направлению «ядерная энергетика и ядерные технологии» были представлены от следующих предприятий, отнесённых к этому направлению:

1. ОАО «СХК» (Сибирский химический комбинат), ЗАТО Северск).
2. ООО «Нова Нуклон» (г. Томск).
3. ООО «Фотон» (г. Томск).

В настоящее время Сибирский химический комбинат сменил свой профиль. Оставаясь крупномасштабным предприятием и сохраняя свой высокий научно-технический потенциал, СХК перешёл на выпуск мирной продукции, обеспечивая ядерным топливом как отечественные, так и ряд зарубежных АЭС.

ООО «Нова Нуклон» осуществляет научные исследования и разработки в области естественных и технических наук, занимается производством медицинской диагностической и терапевтической аппаратуры, хирургического оборудования, медицинского инструмента, ортопедических приспособлений и их составных частей, производством аппаратуры, основанной на использовании рентгеновского и других видов излучений. Кроме того, здесь осуществляется производство навигационных, метеорологических, геодезических, геофизических и аналогичного типа приборов и инструментов.

ООО «Фотон», наряду с производством электрических машин и электрооборудования, осуществляет научные исследования и разработки в области естественных и технических наук.

Статистика ответов, полученных от вышеуказанных предприятий на вопросы Анкеты, выглядит следующим образом: 5 общих ответов для всех трёх предприятий,

14 общих у СХК с ООО «Фотон», 5 общих у СХК с «Нова Нуклон» и 4 общих у предприятий «Нова Нуклон» и «Фотон».

В основном, пристальное внимание при рассмотрении ответов было обращено на сходные в большинстве своём позиции СХК и ООО «Фотон». При всём этом, в качестве основополагающих, были учтены ответы ОФО «СХК» как самого крупного из рассматриваемых предприятий и продолжающего оставаться одним из крупнейших промышленных предприятий отечественной и зарубежной атомной отрасли.

В целом, как и следовало ожидать, ответы свидетельствуют, что со стороны предприятий имеется пожелание внести изменения в сетевые образовательные программы, позволяющие полнее использовать наиболее квалифицированный преподавательский состав и научный потенциал томских вузов. Признана целесообразность при подготовке специалистов для инновационных предприятий включить в учебные планы вузов следующие дисциплины: менеджмент и экономика инновационного предприятия, основы научных исследований и патентоведение. Важную роль в подготовке кадров предприятия отводят прохождению производственной практики. И, наконец, следует однозначно отметить нацеленность предприятий на подготовку кадров местными вузами и средними техническими заведениями, среди которых, в первую очередь, отмечаются НИ ТПУ, НИ ТГУ, ТУСУР, СТИ НИЯУ МИФИ.

Из ответов на вопросы явно следует, что, несмотря на наличие некоторых разногласий в выборе способов повышения квалификации специалистов и выраженного отношения к системе подготовки, серьёзных нареканий и проблем в подготовке кадров у предприятий рассматриваемого направления не имеется. Тем не менее, следует отметить, что с учётом целевой задачи – подготовки, формирования кадров для соответствия инновационному характеру развития предприятий, необходимо детальное изучение формируемых компетенций у специалистов инновационного сектора экономики, учебных программ и дисциплин с учётом специфических особенностей и требований к учебно-методическому и практическому сопровождению совершенствования уровня подготовки кадров.

Эта работа будет продолжена с последующей аналитической оценкой, подготовкой и выдачей соответствующих рекомендаций.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. №899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий российской Федерации».

2. Распоряжение Правительства РФ от 06.10.2011 г. №1756-р. «О концепции создания в Томской области Центра образования, исследований и разработок», (Концепция проекта - «ИНО Томск'2020» была одобрена Правительством РФ и подписана В.В. Путиным) // «Ведомости», 16 октября 2011 г.

ОСОБЕННОСТИ СОТРУДНИЧЕСТВА КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В РАЗВИТИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ КНР НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Баталова А.Ю.

Новосибирский Государственный Технический Университет, г. Новосибирск

В настоящее время Китай является одной из лидирующих экономик мира, развиваясь в сфере торговли и обмена товарами и технологиями как в экспортном отношении, так и в области импорта сырья и продукции, в том числе и энергоносителей. Задача сохранения прогрессивных тенденций в изменении экономики и инфраструктуры оказывается неизбежно связанной с проблемой поиска путей удовлетворения своих потребностей в энергии. Традиционные для КНР источники уже не в состоянии обеспечить достаточный уровень производства энергии для производственных и социальных нужд. И одной из наиболее перспективных и особо интересующих Китай областей является атомная энергетика.

С самого начала использования атомной энергии в КНР наиболее влиятельным и значительным партнёром Китая была Россия. Рассматривая отношения Китая с Российской Федерацией на современном этапе, нельзя не отметить высокий уровень сотрудничества в торговых и политических начинаниях, однако стоит также сказать, что российско-китайское сотрудничество в развитии атомной энергетики Китая обладает рядом особенностей.

Несмотря на то, что КНР также активно сотрудничает в этой сфере с такими странами, как Франция и Соединённые Штаты Америки (в связи с приоритетом постройки реакторов на медленных нейтронах), сохраняется интерес и к российской помощи и технологиям. Ведущим совместным проектом в области энергетики и по сей день является строительство АЭС «Тяньвань», начатое в 1999 г. в рамках российско-китайского межправительственного соглашения от 18 декабря 1992 г. В настоящее время подразделением корпорации «Росатом» ведётся сооружение энергоблоков третьей и четвёртой очереди данной АЭС, соглашение по строительству которых было подписано 30 сентября 2010 года. Кроме того, другими успешными примерами сотрудничества КНР и РФ можно назвать реализацию контракта о постройке очереди завода по обогащению урана между ОАО «Техснабэкспорт» и Китайской корпорацией индустрии атомной энергии (23 мая 2008 г.), соглашение о поставке урановой продукции этой же компании Китаю от 2010 г., а также участие России в сооружении экспериментальных реакторов. Все сооружаемые строения находятся под гарантиями и имеют поддержку МАГАТЭ.

Несмотря на заявление вице-премьера Ван Яна о том, что Китай и в дальнейшем намерен сотрудничать с Россией в исследованиях, в том числе и в ядерной сфере, сделанное в рамках заседания Совместной комиссии по вопросам регулярных встреч глав правительства Китая и России от 20 августа 2013 г., перспективы взаимодействия КНР и РФ в данной сфере отличаются некоторой неопределённостью ввиду сильной конкуренции с другими странами в поле китайской атомной энергетики. Ещё одним препятствием, удерживающим российские компании от активного проникновения в сферу китайской атомной энергетики, является наличие необходимого условия о готовности к передаче используемых при строительстве технологий.

Однако новой возможностью для сотрудничества могут стать реакторы на быстрых нейтронах: в частности, в рамках заседания российско-китайской подкомиссии по ядерным вопросам, прошедшего в Москве 13 сентября 2013 года, были обсуждены такие проекты, как строительство АЭС с двумя реакторами на быстрых нейтрона типа БН-800, плавучих АЭС, а также ещё четырёх блоков АЭС «Тяньвань».

Таким образом, как для российской стороны, так и для китайской взаимодействие в развитии атомной энергетики остаётся одним из приоритетных, и потенциал данных отношений между странами далеко не исчерпан.

Список литературы

1. Hess A. US snubs Russia, China doesn't. // The Diplomat; August 22, 2013 [Электронный ресурс – The Diplomat] Режим доступа: <http://thediplomat.com/china-power/us-snubs-russia-china-doesnt/>

2. Правительство РФ одобрило протокол к межправсоглашению с КНР по строительству АЭС [Электронный ресурс – сайт госкорпорации «Росатом»] Режим доступа: <http://www.rosatom.ru/journalist/smiarchive/second2010/da9529804424be04959cbf57dd9175a0>

3. Россия и Китай обсудили перспективы сотрудничества в атомной сфере. [Электронный ресурс – РИА Новости] Режим доступа: http://ria.ru/atomtec_news/20130913/962975194.html

4. Развитие атомной энергетики – одна из важнейших составляющих современной стратегии устойчивого развития Китая [Электронный ресурс – сайт ПИР-центра] Режим доступа: <http://pircenter.org/news/882-razvitie-atomnoj-energetiki-odna-iz-vazhnejshih-sostavlyayuschih-sovremennoj-strategii-ustojchivogo-razvitiya-kitaya>

5. Петелин Е., Перфильев Н. Атомная Панда: Китай в поисках энергобезопасности. [Электронный ресурс – сайт ПИР-центра]/ Е. Петелин, Н. Перфильев; «Индекс Безопасности», №2 (85), т. 14. Режим доступа: <http://pircenter.org/media/content/files/0/13412309620.pdf>

6. Использование ядерной энергии в мирных целях. Рабочий документ, предоставленный Китаем. [Электронный ресурс – сайт ПИР-центра]/ NPT/CONF.2010/PC.I/WP.44 Режим доступа: <http://pircenter.org/media/content/files/9/13509145050.pdf>

7. Гончарук А. Атомная отрасль Китая: новый большой скачок? [Электронный ресурс – сайт ПИР-центра]/ А. Гончарук; «Индекс Безопасности», №4(99), т. 17. Режим доступа: <http://pircenter.org/media/content/files/0/13406282750.pdf>

СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ ЭНЕРГИИ, ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ СОЛНЕЧНЫМИ БАТАРЕЯМИ

Петрусёв А.С., Сарсикеев Е.Ж.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск

Солнечная энергия по чистоте, распространённости и масштабу ресурсов из возобновляемых источников наиболее перспективна. Но 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. Увеличение собственного КПД фотоэлементов в разы увеличивает стоимость. Поэтому единственный 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).

Концентратор – устройство, которое позволяет собирать солнечную энергию с большей площадью и направлять её на меньшую площадь. Сейчас концентраторы представлены в основном параболическими зеркалами и линзами Френеля. Есть также другие различные сложные и не очень системы зеркал с различной степенью концентрации, но они не получили широко распространения из-за различных недостатков. Есть также значительные минусы и у указанных концентраторов. Параболические зеркала очень большие и тяжёлые из-за своей конструкции, не позволяющей сделать их меньше, а значит подвергают систему повышенному риску поломки. Также они требуют очень точного ориентирования на солнце и систем охлаждения, иначе их эффективность крайне снижается. Линзы Френеля имеют меньшую, но всё же значительную толщину, а также требуют ещё более точного наведения и более мощного охлаждения, стоят дороже.

В связи с этим мы предлагаем уникальный планарный концентратор, который решает эти проблемы.

Он представляет собой лист оргстекла толщиной около 1 сантиметра, состоящий из специальной светоотражающей поверхности, а также 2 клиньев, направленных наклонными плоскостями друг к другу и имеющими между собой зазор, заполненный специальным клеем. Благодаря рассчитанным характеристикам, выполненный концентратор позволяет собирать солнечную энергию со всей приёмной поверхности и направлять её в торцы, на которых расположены фотоэлементы. Концентратор позволяет достигать 7ми кратной концентрации 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.

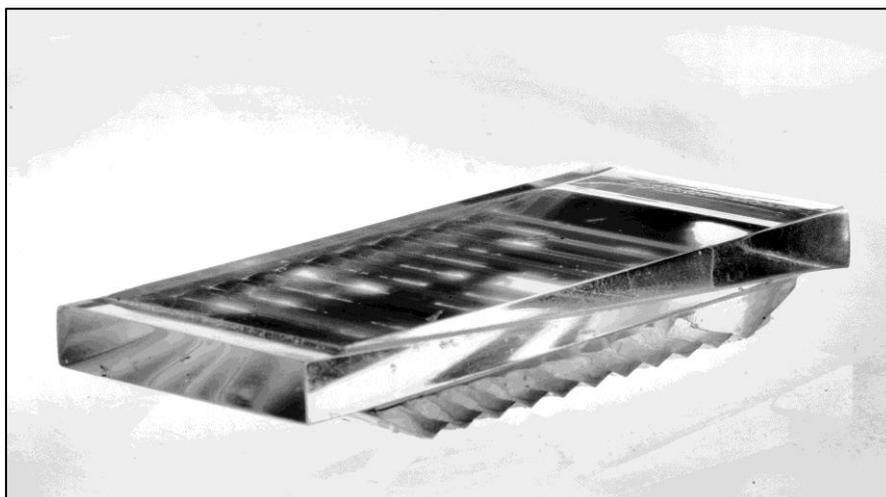


Рис.1 Внешний вид планарного концентратора

Проведены расчёты зависимости работы концентратора от наклона. Получено, что он эффективно работает в пределах -3 до $-0,1$ градусов по одной оси и от -30 до $+30$ градусов по другой оси, поэтому возможна ориентация даже только в одной плоскости. Но даже при таких условиях необходим солнечный трекер, осуществляющий движение, по крайней мере, по одной оси.

Солнечный трекер – это устройство, направляющее солнечную батарею или концентратор на солнечные лучи, позволяя выработать им в течение дня большее количество энергии. Трекеры бывают активные, пассивные и с ручной наводкой. Наиболее универсальные активные системы ориентирования. Также системы могут ориентироваться либо по одной, либо по 2м осям. Хотя двухосевая даёт небольшой выигрыш по сравнению с одноосевой системой, она сложнее и дороже, поэтому не всегда оправдывает себя[1]. Поэтому в условиях нашего географического положения мы предлагаем уникальный 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.

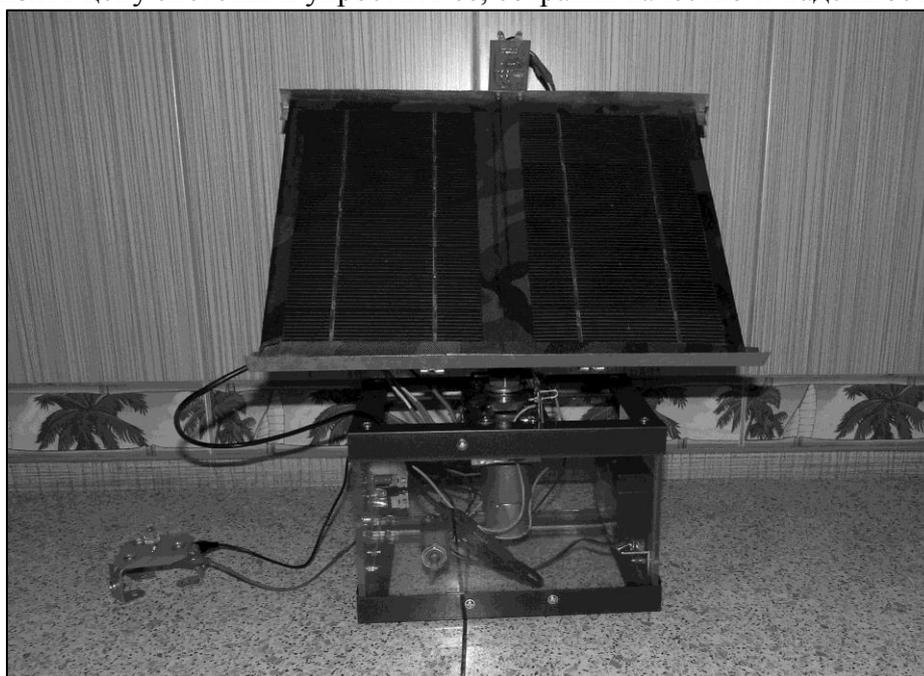


Рис.2 Внешний вид солнечного трекера

Была выведена формула, которая была подтверждена практически, о зависимости мощности, достигающей до фотоэлементов, в зависимости от угла падения на солнечную батарею лучей. Получено, что без трекера солнечная батарея теряет около 40% энергии[2].

Установка состоит из самой солнечной панели, платы управления, регулирующей поворот системы, аккумулятора, который питается от солнечной панели и от которого работает мотор, вращающий систему, и нагрузка, а также оптические концевики, не позволяющие вращаться батарее более, чем на 200 градусов, предотвращая наматывание и излом проводов.

Главной частью установки является плата управления. Её принцип действия основан на 2х светодиодах, разведённых под углом около 40 градусов. Когда солнечное излучение падает больше на один из светодиодов, то формируется сигнал, который обрабатывают микросхемы, замыкающие противоположные по знаку полюса, начинает течь ток и работать мотор. Плата позволяет регулировать шаг системы. Изменяя сопротивление на реостате, можно добиться изменения времени между включениями солнечного трекера. Были произведены расчёты и выведена формула для зависимости мощности системы от шага ориентирования. Они показали, что наибольшей эффективности система достигает при шаге в 1 час для солнечных батарей и в 8 минут для концентраторов.

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.

СЕКЦИЯ №5. ФТОРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРОИЗВОДСТВЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ МОНАЦИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА ПО АЗОТНОКИСЛОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Агеева И.И., Ануфриева А.В., Гулюта М.А., Макасеев Ю.Н., Молоков П.Б.

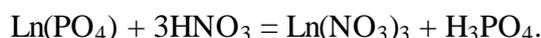
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

В настоящее время наблюдается значительный рост производства и потребления редкоземельной продукции за рубежом, особенно таких редкоземельных элементов (РЗЭ), как неодим, самарий, европий, эрбий, иттрий. Редкоземельная промышленность России находится на данный момент на начальной стадии своего развития: имеются огромные запасы редкоземельных источников, но после распада СССР не осталась без предприятий, обеспечивающих извлечение РЗМ из руд.

На ближайшее будущее перспективным источником РЗЭ может стать монацитовый концентрат, находящийся в уральском регионе – в районе Красноуфимска складировано 82 тыс. тонн монацитового концентрата, обогащенного, измельченного и упакованного. В 2001 году был разработан и утвержден проект создания комплекса переработки данных руд, но не получив финансирования, работы были свернуты.

Монацит – безводный фосфат, минерал цериевой группы, главным образом церия и лантана. Минерал содержит 50-60% оксидов редкоземельных элементов. Содержание ThO_2 обычно 5-10% и менее 1% U_3O_8 .

Для вскрытия монацита азотная кислота пока еще не нашла широкого практического применения, но она имеет важное преимущество перед другими кислотами в случае, если очистку и разделение РЗЭ в полученных растворах проводить экстракцией трибутилфосфатом. Выщелачивание редкоземельных металлов (Ln) протекает по реакции:



Термодинамический анализ процесса вскрытия монацита HNO_3 показывает, что равновесие реакций с участием РЗЭ смещено в сторону образования нитратов при повышенных температурах. Азотная кислота имеет достаточно низкую температуру кипения – 120 °С при концентрации кислоты 68,4%, поэтому для обеспечения температурного режима в 180-200 °С требуется давление, создаваемое автоклавом.

Исследования процесса вскрытия проводили в автоклаве. Исходную пробу измельченной фракции монацита массой 5 г засыпали в автоклав, в который предварительно заливали 50 мл азотной кислоты нужной концентрации и с помощью теплоносителя от термостата поддерживали заданную температуру.

По ходу экспериментов варьировали одним параметром, например, температурой, при постоянстве всех остальных. Содержание суммы РЗМ и Th определяли фотометрически.

Таким образом, в лабораторных условиях был исследован процесс автоклавного выщелачивания тория и суммы РЗЭ из монацитового концентрата азотной кислотой в интервале температур 180-220 °С, концентрации азотной кислоты 3-9 М, продолжительности процесса 15-120 мин. с добавкой оксида железа и без него.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕТРАФТОРОБРОМАТА КАЛИЯ ДЛЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ФТОРИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО УРАНА И ТОРИЯ

Войтенко М. Ю.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

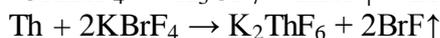
В настоящее время перспективной альтернативой традиционным фторокислителям в различных отраслях промышленности является применение тетрафтороброматов щелочных металлов, способных одновременно и количественно окислять весь ряд редкоземельных, редких и радиоактивных и элементов. Они представляют собой твёрдые вещества, более устойчивые при нормальных условиях по сравнению со многими другими фторирующими агентами, но, тем не менее, обладающие сильными окислительными свойствами, проявляющимися при нагревании [1].

В данной работе представлены результаты исследования взаимодействия металлических урана и тория с тетрафтороброматом калия KBrF_4 как наиболее широко распространённым представителем ряда тетрафтороброматов щелочных металлов.

Взаимодействие урана и тория с тетрафтороброматом калия осуществлялось в запаянных никелевых ампулах. Перед загрузкой в ампулы смесь таблетировалась для улучшения контакта фаз. Ампулы нагревались в муфельной печи до $400\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 120 минут, далее выдерживались при такой температуре в течение 150 минут и затем медленно охлаждались в течение 240 минут.

Исследование продуктов взаимодействия проводилось методом рентгенофазового анализа порошкообразных продуктов. Идентификация полученных дифрактограмм проводилась по международной базе данных PDF-2 [2].

При сопоставлении полученных результатов с базой PDF-2 было отмечено образование преимущественно двум продуктам. В случае металлического урана основным продуктом является гептафтороуранилат(IV) калия K_3UF_7 . В случае металлического тория было отмечено образование гексафторотората(IV) калия. Исходя из полученных данных, было сделано предположение, что реакции взаимодействия протекают согласно следующим схемам:



Таким образом, в данной работе определён состав продуктов, образующимся при взаимодействии металлических урана и тория с KBrF_4 и показана принципиальная возможность применения тетрафтороброматов щелочных металлов для получения фторидов радиоактивных элементов.

Список литературы

1. V.N. Mitkin // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 56 (2001). P. 135-175.
2. ICDD (2010). PDF-2 (Database), edited by Dr. Soorya Kabekkodu, International Centre for Diffraction Data, Newtown Square, PA, USA.

ФОРМИАТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РЗМ-МАГНИТОВ

Догаев В.В., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Макасеев А.Ю., Макасеев Ю.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Магниты Nd-Fe-B и Sm-Co получают методами порошковой металлургии и центрифугированием расплава. Шлифотходы, образующиеся на стадии механической обработки магнитов, по химическому составу близки к составу последних, имеют влажность до 30 мас. %, содержат до 5...7 мас. % углерода (в составе масел) и меньшее количество других примесей, таких, как кремний, алюминий, кальций и др. Количество наиболее ценных компонентов Nd, Sm и других РЗЭ в них достигает 28 мас. %. Для повышения рентабельности производства необходимо осуществить переработку этих отходов таким образом, чтобы с минимальными затратами добиться максимального извлечения ценных компонентов.

Для регенерации РЗЭ из шлифотходов необходимо: очистить отходы от органических загрязнений, удалить примеси, получить соединения РЗЭ или металлические РЗЭ.

Существующие технологии регенерации РЗЭ из шлифотходов – хлоридная, ацетатная, электрохимическая, сернокислотно-оксалатная, экстракционная и другие – не нашли практического применения. В СТИ НИЯУ МИФИ разработан новый метод регенерации Nd из шлифотходов Nd-Fe-B с использованием для выделения и очистки муравьиной кислоты. Он состоит из следующих стадий:

- 1) термическое окисление шлифотходов;
- 2) растворение шлифотходов в выщелачивающем агенте – на этой стадии Nd и частично примеси переходят в раствор, а B, Si, CaF₂, Fe в виде Fe₂O₃, Co в виде Co₃O₄, Zr в виде ZrO₂ в данной системе не растворимы и отделяются в виде нерастворившейся массы;
- 3) добавление к раствору выщелачивания необходимых количеств муравьиной кислоты – при этом происходит перевод системы в формиатную Nd(HCOO)₃ являются труднорастворимыми соединениями и выпадают в осадок, в то время как формиаты Fe, Ni, Co, Al, Cu, Zr и других примесей являются хорошо растворимыми и остаются в растворе;
- 4) гидрофторирование полученных Nd(HCOO)₃ до фторида или прокаливание до оксида;
- 5) включение фторидов и оксидов РЗЭ в схему получения металлических РЗЭ или магнитных сплавов.

Указанная технология опробована на переработке шлифотходов Sm-Co. В докладе представлены результаты исследований магнитного передела по формиатной технологии. Исследованы влияния температуры и pH раствора на скорость и полноту осаждения Sm(HCOO)₃.

Полученные осадки Sm(HCOO)₃ выделяли из раствора с помощью фильтрации через фильтрующий элемент. Высушенные при 100 °С на воздухе образцы Sm(HCOO)₃ подвергали термическому разложению при температуре 420...700 °С с получением Sm₂O₃.

Проведя сравнительную оценку показателей растворимости муравьинокислых солей s-, p-, d-металлов и лантаноидов, а также тот факт, что муравьиная кислота является одним из химических агентов для денирации промышленных растворов, можно с уверенностью сказать о возможности и целесообразности применения предлагаемого в настоящей работе формиатного метода переработки отходов производства магнитов Nd-Fe-B и Sm-Co с целью извлечения и повторного использования ценных РЗЭ-компонентов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УГОЛЬНЫХ АНОДОВ ФТОРНЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ

Дамм Ю.П., Галата А.А.,

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Софронов В.Л., Жеронкина О.Г.

ОАО «СХК», 636036, г. Северск, Томской обл.

В течение года на ремонт выводится порядка 40% электролизеров. Причиной этого в основном является нарушение целостности анодов примерно через 3000 часов работы электролизёра. Так из комплекта анодов в электролизере (24 анода в каждом) примерно в каждом 4 – ом аноде образуются сколы и разломы коксовых пластин. Трещины, сколы и разрушение самих пластин наиболее часты в области ввинчивания медных токоподводящих штоков. При этом в ряде случаев от пластин, откалываются фрагменты в виде брусков прямоугольного сечения по всей длине токоподводящего стержня с обнажением резьбы. Поврежденные аноды в процессе эксплуатации отключаются от токоподводящих шин, вследствие чего производительность электролизерах снижается.

В данной работе приведены результаты анализа причин разрушения анодов в электролизерах и пути повышения их эксплуатационных характеристик.

Проведен анализ, литературных и патентно-информационных источников с целью определения технических решений, позволяющих снизить энергоёмкость процесса электролизного производства фтора. Экспериментально установлено, что одной из основных причин повышения эксплуатационной надёжности анодных пластин является улучшение качества электрического контакта токоподводящего медного штока с коксовым анодом, что позволит существенно снизить удельное электрическое сопротивление анодной пластины. Для повышения качества медного штока и угольной пластины предложены и исследованы несколько способов. Так, введение медных порошков в электродные коксовые пластины приводит к существенному снижению контактного сопротивления на токопроводах электродных пластин и этот способ можно рекомендовать для улучшения электропроводящих характеристик анодной пластины, их проверки в опытно промышленных условиях. Перспективно так же использование пропитки формиатом меди с последующим его термовосстановлением до металлической меди. Это приводит к равномерному распределению тонкодисперсной металлической меди во всём объеме материала. В докладе будут приведены результаты исследований по повышению эксплуатационной надёжности угольных анодных пластин различными методами.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРА

Дамм Ю.П., Галата А.А.,

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Софронов В.Л., Жеронкина О.Г.

ОАО «СХК», 636036, г. Северск, Томской обл.

На энергоёмкость процесса электролитического получения фтора, непроизводительные потери ценного реагента, фтороводорода, и содержание в получаемом фторе посторонних газообразных примесей в виде химических соединений фтора, водорода, кислорода и азота большое влияние оказывают нестабильность напряжения электролиза, температура электролита и концентрация в нём фтороводорода. Стабильность названных параметров зависит от многих факторов, таких как токовые нагрузки, расход охлаждающей воды, проходящей через электролизер и ряда других, в том числе зависящих от индивидуальных особенностей каждого электролизера. К этим особенностям относятся качество анодных пластин, определяемое их пористостью, удельной электропроводностью и шероховатостью их поверхности. Большое влияние на параметры электролиза оказывает также качество сборки анодов, зависящее от пористости и прочностных характеристик анодных пластин и контактного сопротивления на стыке токоподводящих шпоков и пластин, в которые они ввинчиваются. Основным параметром, определяющим энергоёмкость процесса электролиза, является напряжение электролиза. Его величина зависит не только от токовой нагрузки электролизёра, температуры электролита и концентрации в нём фтороводорода, но и от конструктивных особенностей и электрофизических характеристик элементов электролизёров, в частности анодов. Ранее работы по снижению энергозатрат при производстве фтора и увеличению межремонтного пробега оборудования (основных составляющих) проводились в нескольких направлениях:

- пропитка коксовых пластин магнийсодержащим составом с целью увеличения проводимости анода;
- изменение режима пропитки коксовых пластин;
- изменение конструкции электролизеров (электролизеры с боковым, нижним токоподводом и т.д.);
- определение поверхностного натяжения электролита;
- испытания металлических анодов.

В настоящее время встает задача по сокращению энергопотребления технологических процессов и повышению надежности работы оборудования с одновременным повышением производительности.

В докладе будут приведены результаты сравнений изменений напряжения электролиза на аппаратах в зависимости от кислотности и температуры электролита при различных токовых нагрузках. Проведен анализ, литературных и патентно-информационных источников с целью определения технических решений, позволяющих снизить энергоёмкость процесса электролитического производства фтора. Нахождение наиболее оптимального режима работы электролизеров в зависимости от особенностей каждого электролизера.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ/ИЗМЕРЕНИЯ АНОДНОГО ТОКА СРЕДНТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ

Агеев А. Ю. Журавлев А. А.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

На энергоёмкость процесса электролитического получения фтора, непроизводительные потери ценного реагента, фтороводорода, и содержание в получаемом фторе посторонних газообразных примесей в виде химических соединений фтора, водорода, кислорода и азота большое влияние оказывает состояние анодов.

Целью настоящей работы является повышение эффективности работы среднетемпературных электролизёров за счёт технических доработок конструкции и применения новых технологий.

Среднетемпературный электролизер комплектуется 24 анодами, изготовленными из коксовых пластин. Анодный комплект комплектуется анодами со схожими электрофизическими характеристиками. В процессе работы идет неравномерное перераспределение токовой нагрузки между анодами, что приводит к негативным последствиям – наблюдается так называемый «анодный» эффект, приводящий к повышению энергопотребления, снижению выпуска фтора и, как следствие, сокращению срока межремонтного пробега СТЭ.

В настоящее время промышленностью выпускаются первичные сенсоры, на базе которых можно разработать датчик, удовлетворяющий всем требованиям. Безусловно, чтобы эффективно и бережно использовать любые ресурсы, нужно сначала точно их измерить, т.е. организовать грамотный и достоверный учет. Поэтому от установки приборов учета уйти не удастся.

Цифровой датчик измерения тока анода предназначен для дистанционного измерения тока с последующей передачей данных по цифровому интерфейсу RS-485. Цифровой датчик измерения тока анода должен обеспечивать измерение тока в диапазоне от 0 до 950 А с погрешностью измерения не более ± 15 А. Разрешающая способность измерения тока не более 5 А.

При построении системы контроля анодного тока будет использован первичный преобразователь CSLA2EN фирмы Honeywell и схема обработки сигнала на микроконтроллере Attiny45.

Attiny45 – экономичный 8-разр. КМОП микроконтроллеры, выполненные по усовершенствованной AVR RISC-архитектуре. За счет выполнения большинства инструкций за один машинный цикл микроконтроллеры ATtiny25/45/85 достигают производительности 1млн. оп. в сек. при тактировании частотой 1МГц, что позволяет разработчику оптимизировать потребляемую мощность и быстродействие.

Создаваемая система контроля токовой нагрузки, ее динамики и распределения по анодам позволит:

- отработать режим работы электролизера и исключить «анодные» эффекты;
- оперативно оценивать техническое состояние электролизера;
- планировать ремонт электролизера по состоянию.

Своевременный вывод электролизера в ремонт позволит:

- исключить вероятность прогара колокола и теплообменника вследствие короткого замыкания при разрушении анода
- снизить загрязнение электролита.

Цифровой датчик измерения тока анода будет обеспечивать передачу результатов измерения со скоростью не менее 1 отсчета в секунду.

УЛАВЛИВАНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ОКСИДОВ И ФТОРИДОВ УРАНА В СУБЛИМАТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Калаев М.Е., Софронов В.Л.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г. Северск

Рудников А.И., Ледовских К.А.

ОАО «Сибирский химический комбинат», г. Северск

В сублиматном производстве образуются аэрозоли оксидов и фторидов урана с размером частиц порядка нескольких мкм. Для доулавливания их и предотвращения выброса в атмосферу нами произведен обзор методов тонкой очистки.

В большинстве промышленных газоочистительных установок комбинируется несколько приемов очистки от аэрозолей. Наибольшее распространение в промышленности получили циклонные аппараты. Они отличаются надежностью работы при температурах до 500 °С и высокой производительностью. Малая фракционная эффективность (порядка 60 %) в области фракций пыли размером от 5 до 10 мкм является основным недостатком циклонных аппаратов.

В вихревых пылеуловителях достигается высокая эффективность очистки от 95 до 99 %. Они могут применяться для очистки высокотемпературных газов (до 700 °С). Но имеются недостатки, связанные с большой сложностью аппаратов в эксплуатации.

Одним из простых и эффективных способов очистки промышленных газов от взвешенных частиц является мокрый способ. Некоторые типы аппаратов (скрубберы Вентури) могут быть применены для очистки газов от частиц размером до 0,1 мкм при высоких температурах. Этот метод имеет недостатки, связанные с необходимостью защиты аппаратов и коммуникаций антикоррозионными материалами.

Большинство фильтров обладает высокой эффективностью очистки при высокой температуре очищаемой среды. Стоимость очистки в фильтрах выше, чем в циклонах.

Среди тканевых фильтров в практике наиболее часто используются рукавные фильтры. Синтетические ткани вытесняют материалы из хлопка и шерсти благодаря более высокой прочности, стойкости к повышенным температурам и агрессивным воздействиям. Стекланные ткани стойки при температурах от 150 до 350 °С.

Волокнистые фильтры позволяют очищать большие объемы газов от твердых частиц всех размеров, включая субмикронные. Регенерация отработанных фильтров неэффективна или невозможна.

Оптимальная конструкция фильтров тонкой очистки должна отвечать следующим основным требованиям: наибольшая поверхность фильтрации и минимальное сопротивление. Этим требованиям соответствует рамный фильтр.

Зернистые фильтры применяются для очистки газов реже, чем волокнистые фильтры, но также работают при высоких температурах. Их недостатками является высокая стоимость и трудности регенерации.

Одним из наиболее совершенных способов очистки промышленных газов от пыли является электрическая очистка в электрофильтрах. Эффективностью установок электрической очистки газов достигает 99,9 %. Такие фильтры способны улавливать и частицы субмикронных размеров. Они применяются в диапазоне температур до 500 °С.

Звуковая и ультразвуковая коагуляция, а также предварительная электризация пока мало применяются в промышленности и находятся в основном в стадии разработки. Эти методы применимы для агрегирования мелкодисперсных аэрозольных частиц перед их улавливанием другими методами.

В докладе будут более подробно рассмотрены возможности применения тех или иных методов улавливания тонкодисперсных порошков в сублиматном производстве.

ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССА ГИДРОФТОРИРОВАНИЯ ОКСИДОВ УРАНА

Калаев М.Е., Софронов В.Л.

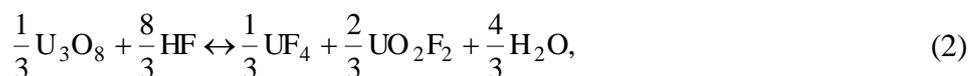
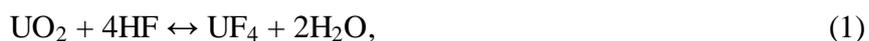
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Галата А.А., Ледовских К.А.

ОАО «Сибирский химический комбинат», г. Северск

Термодинамический анализ позволяет установить принципиальную возможность протекания химических процессов, направление и глубину их протекания в рассматриваемых условиях, а также, в случае обратимых процессов, рассчитать равновесные составы компонентов реакций.

Процессы гидрофторирования диоксида, октаоксида и триоксида урана безводным фтороводородом (БФВ) можно выразить следующими уравнениями:



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 с помощью программного комплекса «АСТРА 4» для процессов гидрофторирования оксидов урана со стехиометрическим содержанием БФВ, 25 %-ным его избытком и недостатком. Все расчеты выполнили в интервале температур 300 – 800 К.

Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

1) гидрофторирование оксидов урана БФВ возможно в интервале температур 25 – 375 °С, однако, реакции гидрофторирования оксидов урана являются обратимыми, причем с повышением температуры термодинамическая вероятность протекания обратных реакций увеличивается;

2) с увеличением числа атомов кислорода, приходящихся на 1 атом урана, термодинамическая вероятность процесса гидрофторирования увеличивается при температурах до 314 °С, а далее наблюдается обратная зависимость;

3) при температурах 407, 369 и 358 °С энергии Гиббса и константы равновесия для процессов гидрофторирования UO_2 , U_3O_8 и UO_3 становятся равными нулю, поэтому данные реакции носят обратимый характер и для более полного использования фтороводорода процесс, по-видимому, необходимо вести при пониженных температурах 250 – 350 °С;

4) в случае стехиометрического содержания БФВ наибольшее количество воды выделяется по реакции (1), наименьшее – по реакции (3), что согласуется с уравнениями реакций (1 – 3);

5) в случае стехиометрического содержания БФВ содержание продуктов по реакции (3) уменьшается при температурах выше 325 °С, то есть равновесие смещается в сторону образования UO_3 , причем при температуре выше 325 °С наблюдается образование U_3O_8 .

В докладе будут более подробно рассмотрены равновесные составы компонентов реакций (1 – 3), приведены зависимости содержания компонентов исходной смеси от температуры для данных реакций, а также сформулированы соответствующие выводы и даны рекомендации для проведения процесса гидрофторирования оксидов урана в производственных условиях.

ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА ДЛЯ СОРБЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЗОЛОТА И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ковальская Я.Б., Зеличенко Е.А., Гузеев В.В., Морозова А.С., Гурова О.А.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Уникальные свойства хитина и хитозана представляют интерес для большого числа исследователей. Хитозан имеет уникальные свойства: он биосовместим, биodeградируем, нетоксичен и обладает бактерицидными свойствами. Наиболее доступен, технологичен в обработке и рентабелен в производстве хитин, полученный из панцирей промысловых крабов. Российский Дальневосточный шельф является средой обитания 7 из 9 видов промысловых крабов.

Гранулы на основе хитозана могут использоваться в промышленности, при очистке воды, в продуктах биомедицины и в сельском хозяйстве. Вследствие этого закономерным является возрастающий интерес науки и промышленности к производству и использованию именно этого полимера природного происхождения.

Доказано, что получение гранул сорбента с помощью синтеза четвертичных аммониевых соединений хитозана увеличивает сорбционную емкость полученного материала по золоту и урану. В данном процессе применяются перегнанные метил- и этилиодид, образующаяся во время реакции иодистоводородная кислота связывается пиридином либо триэтиламином. Полученное соединение хитозана выделяется из реакционной смеси фильтрованием, затем промывается и просушивается.

Полимерные частицы хитозана образуются также непосредственно из капель диспергированного хитозансодержащего раствора. Устойчивость диспергирования достигается механическим перемешиванием и введением в реакционную систему стабилизаторов. Стабилизаторы, адсорбируются на поверхности капель, образующихся при перемешивании, и препятствуют их слиянию. Диаметр капель колеблется от 0,1 до 5 мм в зависимости от природы и количества стабилизатора.

При оценке зависимости гранулообразующей способности растворов хитозана разной концентрации было установлено, что формирование гранул из низковязких растворов приводит к осаждению хитозана в виде хлопьев. В то же время при попытке осадить хитозан в виде сферических частиц из вязких растворов была отмечена трудность отрыва капли и ее деформирование при попадании в осадительную ванну.

Следует отметить, что хитозансодержащие сорбенты являются более доступными по сравнению с применяющимися ионообменными смолами. В связи с этим актуальным представляется исследование способов синтеза и характеристик полученных материалов, способных к сорбционному концентрированию золота и радиоактивных элементов.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФТОРИДА АММОНИЯ

Курченко Е.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время гексафторид урана получил широкое применение в процессах разделения изотопов ^{235}U и ^{238}U методами газовой диффузии и центрифугирования. [1]

На производстве UF_6 получают фторированием элементарным фтором закиси - окиси урана (1):



Недостатками технологии является большой расход элементарного фтора и высокая агрессивность получаемого технологического газа - смеси гексафторида и кислорода.

Реализована схема, в которой диоксид урана гидрофторируется фтороводородом до UF_4 , а затем фторируется до UF_6 элементарным фтором, однако схема имеет ряд недостатков, связанных с необходимостью использования фтороводорода и разделением фтороводородно-водянной смеси [2].

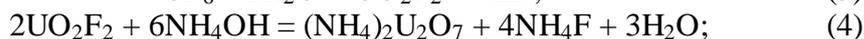
Предложенная технология предполагает использование фторида аммония в качестве фторирующего реагента. Он имеет значительное преимущество перед HF , так как позволяют получать тетрафторид из соединений шестивалентного урана без предварительного их восстановления. Закись – окись урана при 500°C реагирует с фторидом аммония по следующей схеме (2):



Затем, полученный тетрафторид урана фторируется элементарным фтором до гексафторида урана. При таком способе уменьшается токсичность производства, так как в случае разгерметизации аппарата, фторид аммония десублимирует в атмосфере не представляя значительной опасности для персонала, а также осуществляется экономия по фтороводороду.

Необходимо указать, что имеется возможность получения фторида аммония из обедненного UF_6 для фторирования U_3O_8 .

Способ заключается в растворении UF_6 в воде с получением раствора HF и UO_2F_2 (3).



Раствор обрабатывается аммиачной водой с получением твердого диураната аммония и раствора NH_4F (4). Диуранат аммония фильтрационно отделяется от раствора фторида аммония и прокаливается до закиси-окиси урана. Раствор упаривается до получения твердого фторида аммония (5).

Данная технология позволит вовлечь в производство обедненный гексафторид урана, который будет использоваться для получения фторида аммония, к тому же экономия по HF и F_2 позволит увеличить объем производства UF_6 .

Список литературы

- 1) И. И. Жерин, Г. Н. Амелина. Химия тория, урана и плутония, издательство ТПУ, 2010 – 148 с.
- 2) Н. П. Галкин, А. А. Майоров. Химия и технология фтористых соединений урана – М.: Госатомиздат, 1961 – 349 с.

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Малюгин Л.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Основным источником фтор-иона в настоящее время является минерал флюорит или плавиковый шпат (CaF_2). На данный момент на территории Российской Федерации нет ни одного месторождения CaF_2 , пригодного для добычи и производства качественного и недорогого флюоритового концентрата, используемого для выделения фторида водорода и, как следствие, для генерации фтор-иона. Это обстоятельство приводит к тому, что основные Российские потребители фтор-иона (черная металлургия, алюминиевая, химическая и атомная промышленности) попадают в зависимость от иностранного сырья, в то время как стоимость флюорита с каждым годом непрерывно возрастает. Для устранения дефицита отечественного фторсодержащего сырья и повышения рентабельности производства фторида водорода на Российских предприятиях предлагается использовать в качестве источника фтор-иона криолитсодержащие отходы алюминиевой промышленности. Усредненный фазовый состав таких отходов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненный фазовый состав криолитсодержащих отходов, % масс.

Na_3AlF_6	$\text{Na}_5\text{Al}_3\text{F}_{14}$	Al_2O_3	Na_2SO_4	Fe_2O_3	SiO_2	C
25,08	4,73	19,53	13,31	1,04	1,08	35,23

В ходе комплексной переработки данных отходов также представляется возможным выделение побочных продуктов: оксида алюминия и сульфата натрия, которые, наряду с HF , также являются товарными. Разработанная комплексная схема переработки криолитсодержащих отходов алюминиевого производства состоит из следующих стадий: обжиг отходов, стадия сернокислотного разложения концентрата, очистка, конденсация и ректификация образующегося HF , растворение твердого остатка разложения, осаждение гидроксида алюминия, стадии сушки и прокалики гидроксида до Al_2O_3 , стадия кристаллизация сульфата натрия.

Предварительный обжиг криолитсодержащих отходов при $800-850^\circ\text{C}$ необходим для устранения угольной составляющей, препятствующей контакту фторсодержащей частицы с серной кислотой. Образующийся после обжига криолит-глиноземный концентрат (КГК) далее обрабатывается серной кислотой с 10%-ым избытком. Как показали термодинамические расчеты, на сернокислотное разложение 1 т КГК необходимо в 3 раза меньше тепловой энергии, чем на аналогичную переработку 1 т флюоритового концентрата. Процесс сернокислотного разложения КГК (сульфатизации) проводится при 250°C в течении 2-3 часов. Образующийся фторид водорода отправляется далее на стадии очистки, конденсации и ректификации, согласно традиционной схеме получения безводного HF [1]. Твердый остаток сернокислотного выщелачивания представляет собой смесь сульфатов алюминия, натрия и железа. Данный остаток растворяется в воде, отфильтровывается и отправляется на стадию щелочного осаждения для выделения гидроксида алюминия. Образующийся $\text{Al}(\text{OH})_3$ затем сушат при $150-200^\circ\text{C}$ и прокачивают при $550-600^\circ\text{C}$. Фильтрат после осаждения гидроксида, представляющий собой раствор Na_2SO_4 , направляют на стадию упаривания и кристаллизации сульфата натрия.

Расчетная себестоимость HF , полученного из криолитсодержащих отходов алюминиевой промышленности по описанной схеме с учетом реализации побочных продуктов (оксида алюминия и сульфата натрия), на 42% ниже, чем при производстве по традиционной схеме из традиционного сырья.

Список литературы

1. Маслов А.А., Тураев Н.С., Оствальд Р.В. Химическая технология фторида водорода: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 109 с.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ФТОРАММОНИЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МОНАЦИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Обмуч К.В., Чалов С.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В технологии редких металлов давно требует решения проблема переработки монацитового концентрата. В настоящее время наиболее перспективным считается расположенное в Томской области Туганское месторождение, в котором имеется порядка 16 тысяч тонн монацита с общим содержанием редкоземельных элементов порядка 69 %. Также в г. Красноуфимске Свердловской области накоплено в результате длительного складирования более 82 тысяч тонн монацитового концентрата, который содержит до 52 % редкоземельных элементов, 5 % тория и 0,2 % урана, 22 % - оксидов фосфора. Особый интерес вызывает извлечение из монацитового концентрата редкоземельных элементов, которые незаменимы в высокотехнологичных производствах и на мировом рынке существует на них постоянный спрос.

Существующие в мире методы переработки - кислотный и щелочной способы вскрытия монацитового концентрата имеют свои преимущества и недостатки. Кроме уже известных и обсуждаемых минусов (неполнота вскрытия концентрата и большой объем перерабатываемых растворов), основным современным недостатком является постоянно возрастающая стоимость на вскрывающие монацит реагенты (серную кислоту H_2SO_4 и каустическую соду $NaOH$) при отсутствии их полной регенерации в технологической цепочке.

Целью данной работы является разработка эффективной технологии переработки монацитового концентрата с выделением ценных компонентов – редкоземельных элементов, урана и тория.

В качестве вскрывающего монацитовый концентрат химического реагента предлагается использовать бифторид аммония (NH_4HF_2), который представляет собой твёрдое кристаллическое вещество, не представляющее опасности при транспортировке, разгрузке, упаковке, дозировке и прочих технологических операциях;

NH_4HF_2 не является дефицитными и дорогостоящим реагентом, он широко используется в радиоэлектронике, в стекольной и нефтяной промышленности;

NH_4HF_2 проявляет высокую химическую активность в расплавленном состоянии при пониженных температурах 120 - 130 °С;

NH_4HF_2 возможно регенерировать как из жидкой фазы, так и из газовой, что позволяет организовать замкнутый производственный цикл его использования;

С веществами монацитового концентрата NH_4HF_2 реагирует с образованием фторидов, которые можно разделить в последующих жидкофазных процессах.

Технологический процесс комплексной переработки монацитового концентрата включает следующие основные переделы:

1. Электромагнитное разделение компонентов монацита с получением монацитового концентрата.
2. Измельчение монацитового концентрата и его шихтовка с NH_4HF_2 .
3. Сплавление монацитового концентрата с NH_4HF_2 при температуре 200-230 °С.
4. Абсорбция, образующихся газообразных соединений.
5. Выщелачивание урана и тория карбонатными растворами.
6. Получение безводных фторидов редкоземельных элементов.

Полученные безводные фториды редкоземельных элементов являются исходным сырьём для получения мишметалла.

Проведенные исследования и полученные количественные характеристики по вскрытию и выделению редкоземельных элементов, урана и тория указывают на перспективность фтораммонийной переработки монацитового концентрата.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕКСАФТРИДА ВЫСОКООБОГАЩЕННОГО УРАНА

Плотников М.Б., Русаков И.Ю.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Атомная энергетика является движущей силой развития экономики страны. Сырьевой базой атомной энергетики является природный уран, а так же высокообогащенный уран, снятый с вооружения. Этот высокообогащенный уран, содержащий 90% изотопа ${}_{92}\text{U}^{235}$, необходимо переработать в ядерное топливо атомных электрических станций на основе диоксида урана, содержащего 4-5% изотопа ${}_{92}\text{U}^{235}$ путем смешения высокообогащенного гексафторида урана с гексафторидом природного урана и последующей переработкой кондиционного гексафторида до диоксида урана.

Особую роль играет гексафторид урана UF_6 . Это единственное соединение урана, которое применяется в промышленности для разделения изотопов урана ${}_{92}\text{U}^{235}$ и ${}_{92}\text{U}^{238}$. Гексафторид урана является важнейшим промежуточным соединением урана на пути переработки высокообогащенного оружейного урана в энергетическое ядерное горючее на основе диоксида урана.

Технологическая схема получения гексафторида урана включает следующие стадии: очистка фтора, фторирование оксидов урана, очистка гексафторида урана, десублимация гексафторида урана с последующей переконденсацией его в транспортные емкости.

Процесс получения гексафторида урана осуществляется в шнековых реакторах, реакторах псевдооживленного, виброкипящего слоя, реакторах падающего слоя, пламенных и плазмохимических реакторах. Для фторирования оксидов высокообогащенного урана рекомендуется шнековый ядернобезопасный реактор, обеспечивающий высокую степень реагирования.

На практике процесс получения гексафторида урана проводят при давлении несколько ниже атмосферного. Для извлечения гексафторида урана из газовой фазы применяется десублимация-метод, основанный на переходе вещества из газообразного состояния в твердое, минуя жидкое. Важнейшим элементом в данной технологической схеме является десублиматор гексафторида урана. Десублимация в аппарате может происходить как на охлаждаемой поверхности с образованием на ней плотного слоя десублимата, так и в объеме с образованием порошкообразного десублимата в виде аэрозолей. Рекомендуется применять десублиматор с теплыми стенками.

Установка рассчитана на производительность 3,5 кг/ч по высокообогащенному гексафториду урана.

Гексафторид урана в перспективе будет играть исключительную роль при переработке сухим фторидным методом отработанного ядерного топлива атомных реакторов на быстрых нейтронах.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕТРАФТОРОБРОМАТОВ МЕТАЛЛОВ С ИРИДИЕМ

Рыбаков А.В., Ивлев С.И.

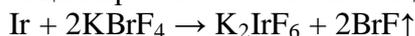
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время всё более возрастающий научный и промышленный интерес представляет поиск решения проблемы выделения и разделения ценных компонентов (соединений редкоземельных, редких и благородных элементов), входящих в состав техногенных отходов [1].

В настоящей работе проведено исследование принципиальной возможности применения тетрафтороброматов щелочных и щелочноземельных металлов для выделения и последующего разделения благородных металлов на примере металлического иридия.

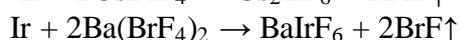
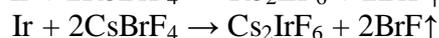
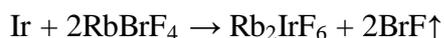
Для установления состава образующихся продуктов окислительного фторирования проводили взаимодействие металлического иридия с большим избытком тетрафторобромата калия $\text{Ir}:\text{KBrF}_4=1:12$ (масс.). Изучение продуктов взаимодействия осуществлялось методом порошковой рентгеновской дифракции.

При сопоставлении пиков с пиками возможных веществ из дифракционной базы данных PDF-2 [9] было отмечено наличие преимущественно только двух продуктов: гексафтороиридата калия K_2IrF_6 и непрореагировавшего избытка тетрафторобромата калия KBrF_4 . CIF-файлы этих веществ были взяты из кристаллографической базы данных ICSD [10] (карточки #95779 и #10326). Исходя из полученных данных было сделано предположение, что реакция протекает согласно следующей схеме:



В случае недостатка фторирующего агента при соотношении $\text{Ir}:\text{KBrF}_4=1:1$ (масс.) в составе продукта можно отметить выраженные рефлексы, соответствующие гексафтороиридату калия K_2IrF_6 и металлическому иридию, а также присутствие ряда рефлексов, принадлежащих одному или нескольким неидентифицируемым соединениям.

Для установления принципиальной возможности взаимодействия металлического иридия с рядом других тетрафтороброматов, а именно: RbBrF_4 , CsBrF_4 и $\text{Ba}(\text{BrF}_4)_2$ – была проведена серия экспериментов, в которых брались навески со стехиометрическим соотношением компонентов, исходя из следующих уравнений реакций:



Во всех случаях было отмечено образование гексафтороиридата соответствующего металла, рефлексов от посторонних фаз не обнаружено.

Таким образом, в настоящем исследовании определён состав получаемых продуктов, предложена схема протекания реакций. В качестве следующего этапа планируется исследовать продукты взаимодействия тетрафтороброматов с электронными схемами, содержащими благородные элементы, в том числе иридий.

Список литературы

1. N. Johansson, J. Krook, M. Eklund, B. Berglund. Journal of Cleaner Production. In press, available online 18 April 2012: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.04.007>.
2. ICDD (2010). PDF-2 (Database), edited by Dr. Soorya Kabekkodu, International Centre for Diffraction Data, Newtown Square, PA, USA.
3. A.I. Popov, Y.M. Kiselev, V.F. Sukhoverkhov, N.A. Chumaevskii, O.A. Krasnyanskaya, A.T. Sadikova. Russ. J. Inorg. Chem., Vol. 32, 1987, P. 619-622.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ОКСАЛАТА КАЛЬЦИЯ В РАСТВОРАХ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Селявский В.Ю., Буйновский А.С., Софронов В.Л.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Благодаря работам В.Г. Хлопина и его учеников были созданы научные основы выделения, концентрирования, разделения и очистки радиоактивных элементов с помощью метода сокристаллизации, нашедшие многообразное технологическое использование.

Один из важных способов концентрирования и разделения актиноидов основан на использовании осаждения, и особенно соосаждения с использованием подходящих соосаждителей (коллекторов).

Большое распространение соосаждители получили при проведении различных препаративных работ и исследованиях по актиноидам, при радиохимических исследованиях для отделения продуктов реакций от больших количеств материала мишени, а также в технологии разделения и выделения радионуклидов.

По своему действию соосаждители иногда походят на органические ионообменники (иониты, смолы), но существенно превосходят их по эффективности. Действие соосаждителей некоторых категорий сопоставимо с экстракцией (экстракция твердыми экстрагентами). Различают неорганические, органические и смешанные (органическо-неорганические) соосаждители.

Для целей концентрирования актиноидов применяются коллекторы, образующиеся при действии органических осадителей на ионы металлов – смешанные органическо-неорганические соосаждители, такие как оксалаты металлов. Эти методы получили распространение для концентрирования, выделения и очистки тория, плутония, америция, кюрия, актиния и протактиния.

Оксалат кальция, наименее растворимый из оксалатов щелочноземельных металлов, способен даже при большой концентрации нитратов металлов количественно очищать раствор от радионуклидов, захватывая их в осадок и оставляя сопутствующие примеси в растворе, а доступность и простота обращения с реагентом является преимуществом перед аналогичными соосаждителями.

В связи с этим особый интерес представляет знание растворимости оксалата кальция при различных условиях. В работах И. М. Коренмана исследована растворимость оксалата кальция в хлорной кислоте (0,1 – 0,2 моль/дм³) и вычислено произведение растворимости, которое составило $2,5 \cdot 10^{-9}$. Однако имеющиеся в литературе данные неполны, отрывочны и часто носят качественный характер. В настоящей работе исследована растворимость оксалата кальция в зависимости от концентрации азотной (0,01 – 3,0 моль/дм³) и щавелевой кислот (0,01 – 0,4 моль/дм³).

Работа проводилась с реактивами марки «ЧДА». Для определения равновесной растворимости кальция навеска свежеприготовленного образца оксалата кальция помещалась в раствор, содержащий заданные концентрации азотной и щавелевой кислот. Проводилось перемешивание, отстаивание, разделение, после чего отбиралась проба и затем определялась концентрация кальция методом комплексонометрического титрования при pH = 10...12 с мурексидом в качестве индикатора.

Исследована растворимость оксалата кальция при различных значениях концентрации азотной и щавелевой кислот, влияние концентрации азотной кислоты на растворимость оксалата кальция в присутствии избытка оксалат-ионов. Получено уравнение прямой описывающей растворимость осадка CaC₂O₄ в интервале концентраций C₂O₄²⁻ – ионов 10⁻⁹ – 10⁻⁴ моль/дм³, при величине достоверности аппроксимации R² = 0,91.

ГАЗОВОГИДРАТНЫЙ СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ ЦИРКОНИЯ ОТ ГАФНИЯ

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

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

E-mail: svinks13@gmail.com

Задача разделения гафния от циркония является сложной из-за схожести их химических свойств и строения атомов. Поэтому для разделения применяют сложную многоступенчатую очистку: кристаллизацию, ионный обмен, многократное осаждение, экстракцию.

Известен способ разделения циркония и гафния с помощью дробной кристаллизации. Данный способ включает растворение кристаллов фтороцирконата калия и фторогафната калия в воде, нагревание полученной суспензии до 80°C и охлаждение насыщенного раствора с получением солевой фракции кристаллов и маточных растворов, охлаждение насыщенного раствора ведут при перемешивании в присутствии насыщенного АМ - пористого анионита стадийно: на первой стадии до 35-70°C, а на последней стадии - до 15-25°C с выведением выделившихся кристаллов на каждой стадии. Недостатками этого способа являются: высокие энергетические затраты, а также необходимы большие площади под размещение оборудования.

Нами предлагается газогидратный способ разделения схожий с вышеописанным, где вместо выпаривания перед кристаллизацией обеспечивается образование газовых гидратов. Способ осуществляется следующим образом. В герметичную емкость подают раствор, содержащий соли циркония и гафния, где его насыщают гидратообразующим газом. Затем раствор подают на разделение в реактор. В этот же реактор подают гидратообразующий газ, в результате чего в реакторе происходит образование газовых гидратов при установленной температуре, давлении и интенсивности смешивания газа с раствором. Выбор условий образования газовых гидратов зависит от выбранного гидратообразующего газа. В качестве гидратообразующего газа используют газ, у которого верхний предел размеров молекул соответствует мольному объему, не превышающему 85×10^{-6} м³/моль, например фреоны, сероводород, пропан и т.д. Хорошие результаты достигаются при использовании смеси газов, образующих газы гидраты, например окиси углерода (СО₂) и пропана (С₃Н₈).

Удаление лишнего растворителя приводит к кристаллизации, при этом твердые кристаллы обогащаются цирконием, а оставшийся раствор обогащается гафнием. Из-за разности растворимостей солей циркония и гафния последний покидает реактор вместе с лишним растворителем. Процесс ведут до необходимого обогащения циркония. Преимущества способа: газы, используемые для образования твердой фазы, могут использоваться в замкнутом цикле, при образовании газовых гидратов теплота выделяется, а при разложении поглощается, поэтому весь процесс требует минимальных затрат энергии, производительность способа может варьироваться в широких пределах и зависит только от производительности компримирующего оборудования, основные аппараты для проведения процесса разделения циркония и гафния газогидратным способом имеют незначительные размеры 1,2 м³ при производительности 273 м³/ч, процесс проводят при температурах ниже 25°C.

СОРБЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ УРАНА ИЗ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ

Терещенко Е.В., Смолкина Т.В.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Анализируя современное состояние методов очистки сбросных растворов от радиоактивных изотопов, следует отметить, что одним из основных методов их очистки является метод ионного обмена с использованием селективных органических и неорганических ионитов (ионообменных смол). Поэтому на сегодняшний день сохраняется актуальность работ, посвященных оптимизации существующих технологий ионообменной очистки сбросных растворов.

Одним из основных направлений в политике государства является снижение количества хранящихся без полной утилизации радиоактивных отходов, обеспечения условий по обеспечению условий максимально возможной полноты утилизации радиоактивных отходов. Таким образом, переработка жидких отходов и извлечение урана с последующим возвратом ценного компонента в топливный цикл, значительно снизит объемы жидких и твердых РАО, как следствие затраты на их захоронение, уберёт из цепочки переработки огромные количества вредных химических реагентов, исключит экологические катастрофы и сделает атомную энергетику максимально безопасной.

Исследование относится к усовершенствованному способу сорбционного извлечения урана из фторсодержащих растворов при переработке жидких радиоактивных отходов.

Целью разработки было определение принципиальной возможности извлечения урана из маточных фторсодержащих растворов с использованием ионообменных смол, определить условия сорбции на ионообменной смоле, при которых достигается очищение от урана растворов до максимально низких сбросных концентраций.

Сорбция велась в двух последовательно соединенных колонках объемом по 300 мл каждая. В каждую колонку было загружено по 270 мл смолы. Объем раствора в слое смолы составляет 90 мл. Высокая производительность достигается при расходе 0,5 раствора от объема смолы. При обеспечении времени контакта 30 мин достигается сбросная концентрация, при которой отходы перестают считаться радиоактивными. Исходный раствор содержал U; F. Было пропущено через колонки 5 л исходного раствора. Вторая колонка дочистила раствор до сбросных концентраций $U = 0,5 \text{ мг/дм}^3$. Это доказывает принципиальную возможность извлечения урана из маточных фторсодержащих растворов с использованием ионообменных смол. При этом используются минимальные затраты химикаты, энергии, простое аппаратное оформление. Сорбция возможна даже при наличии высоких концентраций фтор-иона.

Из примеров видно, что новый способ позволяет извлечь уран из реальных уранфторсодержащих отходов переменного состава до содержания его в сливных растворах менее 0,5 мг/л, определены условия сорбции на ионообменной смоле в лабораторных условиях. Показана экономическая выгода внедрения новой технологической цепочки, с исключением больших количеств химикатов, снижение объемов РАО и обеспечением ядернобезопасной геометрии.

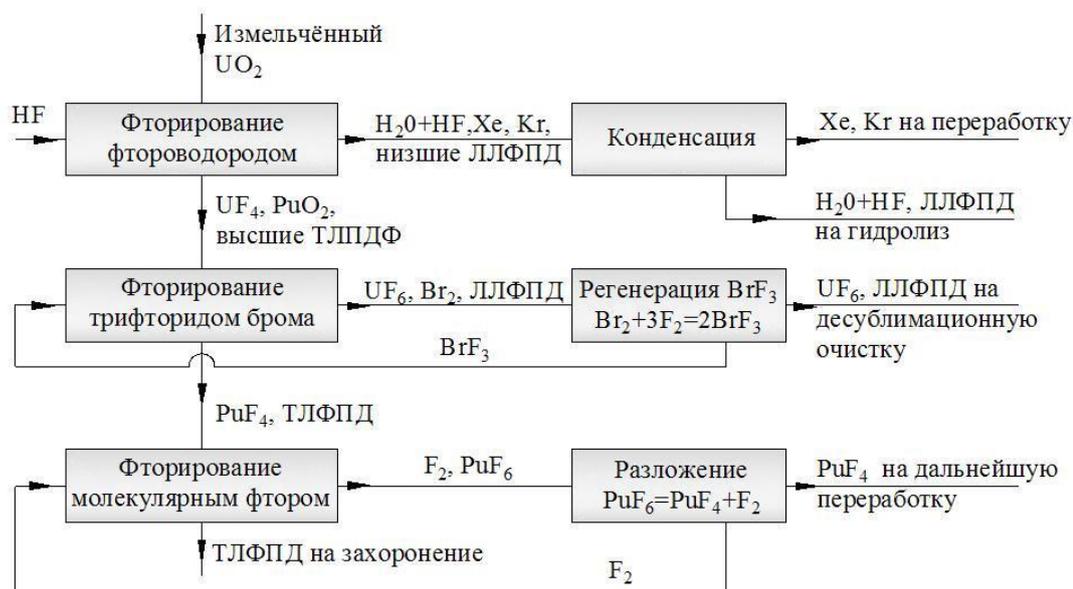
ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ГАЗОФТОРИДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛУЧЁННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Тоненчук А.А., Пищулин В.П.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск

Применение газофторидной технологии позволяет решить большое количество проблем (технологических, экологических, проблем безопасности) трудно решаемых в экстракционной технологии переработки ОЯТ. Это такие проблемы как, радиолит экстратентов, накопление огромного количества жидких радиоактивных отходов, ядерная опасность при работе с замедляющими нейтроны средами.

Газофторидная технология переработки облучённого ядерного горючего может быть реализована различными путями. В предлагаемой работе, как показано на рисунке 1 основными тремя стадиями разработанной технологии являются: гидрофторирование предварительно диспергированного топлива сухим фтороводородом; последующее фторирование трифторидом брома и разделение схемы на урановую и плутониевую ветви; фторирование продуктов плутониевой ветви молекулярным фтором.



ЛЛФПД – легколетучие фториды продуктов деления; ТЛФПД – труднолетучие фториды продуктов деления

Рисунок 1 - Принципиальная схема трёхступенчатой газофторидной технологии переработки ОЯТ

В докладе приводятся результаты термодинамических расчётов процессов фторирования протекающих при переработке ОЯТ, а также процесса термического разложения гексафторида плутония. Исследования термодинамических особенностей основных химических реакций технологии показали принципиальную возможность и целесообразность осуществления процесса переработки ОЯТ по трёхступенчатой газофторидной технологии.

На основании проведённых термодинамических расчётов было сконструировано основное технологическое оборудование, обеспечивающее эффективный непрерывный режим ведения процесса переработки ОЯТ.

Сделаны обобщённые выводы о принципиальных характеристиках основных аппаратов технологической схемы (непрерывного и периодического действия), а также выводы о требованиях предъявляемых к конструкции аппаратов.

ПРИМЕНЕНИЕ ФТОРИДНЫХ СОЛЕВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТИТАНА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Карелин В.А, Сорокина Е.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время существуют две схемы переработки титаносодержащих концентратов: серноокислотная и хлоридная. Серноокислотная технология приводит к загрязнению окружающей среды, а получаемый диоксид титана имеет высокую стоимость. Хлоридный способ (Kroll-процесс) считается более благоприятным в экологическом отношении. Однако и здесь, образуются огромные количества газовых, жидких и твердых хлоридных производственных сбросов, а общее извлечение титана в очищенный хлорид не превышает 89 % мас., а в конечной продукции (изделиях) содержится всего 10...50 % металла, поступающего на начальную стадию переработки, увеличивая его стоимость. В ближайшее время можно ожидать прорыва в технологии титана, который позволит снизить его себестоимость, которая может стать соизмеримой со стоимостью нержавеющей стали. Высокая коррозионная стойкость вместе с низкой плотностью позволит титану захватить около 10 % рынка нержавеющей стали.

Kroll-процесс обладает рядом недостатков, главные из которых: необходимость выщелачивания порошка титана из исходного брикета; трудности при переводе кальция в пары и контроль содержания паров кальция; резкое уменьшение выхода по току в конце процесса; загрязнение электролита углеродом за счет растворения связующего при разложении катода; необходимость замены анодов из-за их разложения при электролизе с выделением газовой смеси CO/CO₂.

В настоящей работе предложен принципиально новый фторидный способ синтеза высокочистого порошка титана из его тетрафторида в расплаве низкоплавкой эвтектики фторидных солей щелочных металлов: смеси фторидных солей LiF-KF-NaF в соотношении 0,5M LiF – 0,39M KF – 0,11M NaF, имеющая температуру плавления 472 °С и наибольшую электропроводность по сравнению с эвтектиками на основе хлоридных солей. Использование этого способа в промышленной практике позволит исключить загрязнение окружающей среды вредными химическими веществами и получить высокочистый порошок титана.

Для проведения исследований по осуществлению процесса электролитического разложения тетрафторида титана с получением на катоде металлического порошка титана, а на аноде элементного фтора разработана опытная электролитическая установка.

Исходные фторидные соли имеют очень высокие температуры плавления: $t_{пл}LiF=870\text{ }^{\circ}C$, $t_{пл}KF=857\text{ }^{\circ}C$, $t_{пл}NaF=992\text{ }^{\circ}C$, поэтому для получения фторидной эвтектики используют гидрофторид калия (KF·HF, $t_{пл}KF\cdot HF =239\text{ }^{\circ}C$) в смеси с фторидами лития и натрия. При нагревании такой смеси происходит разложение KF·HF с образованием LiF·HF и NaF·HF, имеющих $t_{пл}$, не превышающие 300 °С. Такая смесь сначала переходит в расплавленное состояние, а затем, при увеличении температуры до 472 °С, происходит разложение гидрофторидов всех щелочных металлов с получением фторидной эвтектики состава LiF-KF-NaF. Выделяющийся безводный HF улавливают на поглотителе ХП-И.

Содержание примесей в образующемся в процессе электролиза титановом порошке не превышает 0,1 % мас. На основании выполненных исследований предложена схема получения титанового порошка электролитическим методом.

3. Таким образом, при проведении процесса электролитического получения титанового порошка установлено, что при растворении TiF₄ во фторидной эвтектике LiF-KF-NaF образуется комплексная соль – Li₂(K₂,Na₂)TiF_{6(ж)} хорошо растворяющаяся во фторидном расплаве; при электролизе на титановом катоде образуется порошок

титана, находящийся в смеси с фторидной эвтектикой; во фторидном солевом расплаве выход титана в катодный продукт достигает 93,4-98,5 % мас., что намного выше, чем при магнетермическом восстановлении тетрахлорида титана при проведении Кролл-процесса.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семенов А.О., Чурсин С.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

В настоящее время к боридам проявляется большой практический и теоретический интерес, который обусловлен их специфическими физическими, химическими и механическими свойствами.

В последнее время появилось множество статей, посвященных изучению диаграмм состояния, свойств соединений бора с элементами всех групп периодической системы Д.И.Менделеева.

Возможности широкого варьирования характера химической связи в соединениях бора с металлами при изменении их состава открывают широкие возможности изменения их физических и химических свойств и получения материалов с заранее заданными свойствами – электрофизическими, магнитными, оптическими, механическими, огнеупорными, химическими для различных областей новой техники, в особенности для техники высоких температур.

Работа по исследованию процессов, протекающих при синтезе боридов в режиме горения, проводится по двум основным направлениям:

а) изучение влияния параметров процесса горения на химический и фазовый состав боридов;

б) изучение закономерностей и механизма горения металла с бором.

Достоинства метода СВС очевидны. Высокие температуры, необходимые для синтеза, достигаются не за счет потребления электроэнергии, а с помощью «химии», т.е. тепла, выделенного реакцией. А большая скорость реакции дает высокую производительность.

Сущность метода СВС состоит в том, что в результате локального инициирования реакции в тонком слое исходной шихты реагентов, находящихся в твердом состоянии, фронт горения самопроизвольно распространяется по всей системе благодаря теплопередаче от горячих продуктов к ненагретым исходным компонентам, в которых также инициируется реакция горения. Процесс получения конечного продукта в режиме СВС имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами печного синтеза материалов:

а) отсутствие потребления электроэнергии для поддержания необходимых температурных режимов (процесс идет за счет собственного тепловыделения);

б) высокая производительность (сгорание происходит за десятки секунд);

в) высокая чистота продуктов (температуры горения достигают значений 2000–4000 К, что обеспечивает разложение и улетучивание примесей);

г) управляемость процесса.

Процесс возможен в системах с различным агрегатным состоянием (смеси порошков, гибридные системы твердое-газ, твердое-жидкость), имеет тепловую природу. Характерный признак – образование твердого продукта.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ КОНВЕРСИИ ДИОКСИДА УРАНА В ГЕКСАГИДРАТ НИТРАТА УРАНИЛА

Кондратьев А.В., Ефремов И.Г., Парецков Е.Н.

ФГУП «Горно-химический комбинат», г. Железногорск

Для оптимизации процесса конверсии ОЯТ в нитраты и более глубокого его понимания необходимо провести изучение процесса конверсии неволокнированного и волокнированного ОЯТ в смесях N_2O_4 и H_2O . Эти исследования необходимы для разработки технологии и оборудования по переработке ОЯТ в рамках создаваемого на ГХК опытно-демонстрационного центра (ОДЦ)

Кинетика растворения диоксида урана в водных растворах кислот хорошо изучена [1-2]. Механизм конверсии ОЯТ в нитраты отличается от традиционных процессов растворения в растворах азотной кислоты, прежде всего более сложным определением взаимного влияния основных параметров процесса. Ранее проведенные исследования процесса газовой конверсии показали, что при обработке смесью $N_2O_4-H_2O$ имитаторов ОЯТ степень конверсии зависит от мольного соотношения компонентов реакционной смеси, температуры, давления, содержания оксида азота(IV). Для фрагментов ТВЭЛов ОЯТ степень конверсии зависит от их длины и полноты удаления газообразных продуктов конверсии из фрагментов ТВЭЛ.

В данной работе проведены исследования кинетики процесса конверсии диоксида урана в нитраты и получены данные для аппаратурно-технологической отработки операции конверсии неволокнированного ОЯТ.

Проведена оценка кинетических параметров процесса газовой конверсии и их сравнение с кинетическими параметрами растворения оксидов урана в азотной кислоте при различных концентрациях кислоты и компонентов в смесях тетраоксида азота и воды.

Проведены исследования по оптимизации технологической схемы конверсии путем окисления газообразных продуктов кислородом и снижения давления в зоне реакции путем охлаждения газовой фазы. На основании полученных результатов предложена схема установки для проведения процесса конверсии ОЯТ в нитраты с операциями окисления охлаждения газовой фазы.

По результатам проведенных экспериментов конверсии UO_2 в нитраты построены кинетические кривые в температурном интервале температур от 15 до 95°C, из которых видно, что в процессе конверсии порошкообразного диоксида урана наблюдается увеличение массы загружаемого образца в начальный период для всех мольных соотношений смеси $N_2O_4-H_2O$. Это связано, по-видимому, с захватом образцом реакционного раствора и/или образованием промежуточных малорастворимых соединений урана.

Обработка результатов экспериментов с применением уравнений формальной кинетики показала, что экспериментальные данные наиболее хорошо аппроксимируются прямой линией в координатах уравнения «сокращающейся сферы» [1]:

$$1 - (1 - \alpha)^{1/3} = K_c \tau$$

где α – степень превращения, K_c – константа скорости, τ – температура.

С помощью графиков, построенных в координатах «сокращающейся сферы», были определены значения константы скорости химической реакции различных реакционных смесей при различных температурах.

Энергию активации « E » вычисляли по результатам экспериментальных измерений влияния температуры на константу скорости реакции. В логарифмическом виде уравнение Аррениуса представляет собой уравнение прямой линии, не проходящей через начало координат ($y = ax + b$)

$$\lg K_c = a \cdot \frac{1}{T} + b$$

$$\text{где } a = E/2,303R,$$

$$b = \lg K_0$$

Таким образом, логарифм константы скорости находится в линейной зависимости от обратного значения абсолютной температуры. Поэтому в координатах $\lg K_c - 1/T$ уравнению Аррениуса соответствует прямая линия с углом наклона. Тангенс угла наклона к положительному значению оси абсцисс равен E .

Полученные экспериментальные данные, приведенные в соответствии с уравнением Аррениуса, показали излом при температуре близкой 45°C , что говорит о смене механизма реагирования.

Энергия активация процесса конверсии смесей $2 \div 6 \text{ N}_2\text{O}_4 : 6 \text{ H}_2\text{O}$ в температурном интервале от 15°C до 45°C составила $E = 177 \pm 11 \text{ кДж/моль}$, при увеличении температурного интервала от 45°C до 95°C энергия активация уменьшается до $E = 8,0 \pm 0,5 \text{ кДж/моль}$, что в несколько раз меньше, чем проведение процесса конверсии азотной кислотой (64 кДж/моль) [7].

Измерение скорости растворения таблетированного диоксида урана в смеси тетраоксид азота – вода проводили по аналогии с растворением порошкообразного диоксида. Плотность таблетированного UO_2 составляла $8,2\text{--}8,4 \text{ г/см}^3$. Измерение плотности таблетированного имитатора проводили пикнометрически в воде и ацетоне. Геометрические размеры таблетки имитатора – $\text{Ø}8 \times 12 \text{ мм}$, масса таблетки составляла $4,769 \div 4,843 \text{ г}$.

Из полученных данных о протекании процесса конверсии (изменение массы таблетки UO_2 во времени) видно, что растворение таблетки проходит наиболее спокойно, по сравнению с порошкообразным. Одинаковую скорость и характер растворения таблеток UO_2 показывают смеси $\text{N}_2\text{O}_4 : \text{H}_2\text{O} = 2:6$ и $4:6$. Наибольшая скорость наблюдается для смеси с содержанием 1 моля N_2O_4 и 1 моля H_2O (1:1). Скорость растворения таблетки UO_2 в смеси 1:6 значительно меньше, чем для остальных смесей (более чем в 2 раза). Возможно, это связано с концентрацией нитрат-ионов.

Для сравнения выбранного метода конверсии диоксида урана в гексагидрат нитрата уранила в смеси тетраоксида азота и воды с существующей технологией растворения UO_2 в разбавленной азотной кислоте (6 моль/л) необходимо было провести исследования растворения диоксида урана в HNO_3 в аналогичных условиях. Для этого был проведен ряд экспериментов по определению кинетики растворения диоксида урана в растворах азотной кислоты различной концентрации. Изучение кинетики проводили в аналогичных условиях конверсии UO_2 в смеси $\text{N}_2\text{O}_4\text{--H}_2\text{O}$. Для исследования были выбраны растворы азотной кислоты с концентрацией 6, 10 и 12 моль/л.

С целью понижения давления в аппарате было предложено использовать конденсатор-дефлегматор для охлаждения непрореагировавших газов NO_2 и NO , образовавшихся в результате реакции. Применение конденсатора-дефлегматора позволило уменьшить общее давление в установке в 2 раза при температуре охлаждающей жидкости 16°C и нагревании аппарата до 95°C . Исследования по проведению кинетики с использованием конденсатора-дефлегматора проводились по аналогии с предыдущими методиками экспериментов, описанными ранее. Энергия активация процесса конверсии с конденсатором-дефлегматором в смеси $2\text{N}_2\text{O}_4\text{--}6\text{H}_2\text{O}$ в температурном интервале от 45°C до 95°C составила $E = 24 \text{ кДж/моль}$.

В существующей технологии конверсии диоксида урана в реакционную систему в охлаждающем аппарате используется подача кислорода. В данной работе необходимо было определить влияние давления кислорода на кинетику конверсии.

Исследования проводились по аналогии с предыдущими экспериментами с подачей кислорода и регулировкой давления с помощью редуктора. Подача кислорода производилась кратковременно в течение 10 секунд, после чего в процессе реакции производили измерение падения давления в аппарате. Установлено, что при создании давления кислорода в аппарате применение конденсатора-дефлегматора приводит к значительному снижению давления в аппарате. Так, при насыщении смеси $N_2O_4:H_2O = 2:6$ было замечено, что наиболее интенсивное падение давления в установке происходит при температуре $16^\circ C$; при увеличении температуры до $45^\circ C$ поглощение кислорода смесью $N_2O_4-H_2O$ происходит хуже, чем при $16^\circ C$.

Дополнительно была исследована кинетика конверсии порошкообразного имитатора в гексагидрат нитрата уранила в смеси тетраоксида азота и воды при различном количестве поданного кислорода в установку с конденсатором-дефлегматором. Результаты показывают, что с увеличением количества кислорода в системе $N_2O_4 : H_2O = 2 : 6$ увеличивается скорость конверсии диоксида урана в гексагидрат нитрата уранила.

Заключение

Давление в системе тетраоксид азота – вода сильно зависит от их соотношения; максимальное давление смеси $N_2O_4:H_2O=2:6$ достигается при температуре $95^\circ C$ и равняется 2,5МПа. В тоже время при температуре $25^\circ C$ для этого соотношения наблюдается «провал» давления.

Конверсия диоксида урана в гексагидрат нитрата уранила протекает через стадию набухания, при которой, возможно, начинается образование нитратной формы и затем – образование гидратов. Вследствие этих процессов происходит прирост массы образцов.

Энергия активация процесса конверсии диоксида урана в реакционных смесях $(2\div 6) N_2O_4:6H_2O$ в температурном интервале от $15^\circ C$ до $45^\circ C$ составила $E = 177 \pm 11$ кДж/моль, при увеличении температурного интервала от $45^\circ C$ до $95^\circ C$ энергия активация уменьшается до $E = 8,0 \pm 0,5$ кДж/моль. Энергию активации процесса конверсии диоксида урана с применением смесей $1N_2O_4:6H_2O$ и $9N_2O_4:6H_2O$ определить не удалось из-за очень медленного растворения ими образцов диоксида урана. Можно предположить, что энергия активации этих процессов конверсии очень велика по сравнению с проведением процесса конверсии в смесях $(2\div 6) N_2O_4:6H_2O$.

Энергия активации процесса растворения диоксида урана в азотной кислоте при тех же условиях увеличивается при увеличении концентрации азотной кислоты.

Дополнение аппарата для растворения конденсатором-дефлегматором увеличивает скорость конверсии при температуре $95^\circ C$ в два раза для смеси $N_2O_4 : H_2O = 2:6$.

Добавление кислорода к системе $N_2O_4:H_2O = 2:6$ уменьшает общее давление в аппарате и увеличивает скорость конверсии.

При использовании давления кислорода целесообразно использовать смесь $N_2O_4:H_2O = 1:6$, которая не отличается по кинетическим показателям от смеси $N_2O_4:H_2O = 2:6$.

Список литературы

- 1 Н.М. Эмануэль, Д.Г. Кнорре Курс химической кинетики. Уч.-изд.– М.«Высшая школа», 1962. 416с.
- 2 Г.Г. Андреев, О.Е. Пермяков Химическая кинетика гетерогенных некаталитических процессов в технологии урана. Учеб. пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2000. – 83с
- 3 В.И. Атрощенко, С.И. Каргин Технология азотной кислоты. Изд-во «Химия», М.,1970. 496с.
- 4 Справочник азотчика. Производство разбавленной и концентрированной азотной

- кислоты. 2-е из. перераб. – М.Химия, 1987. 464с.
- 5 R.F. Taylor, E.W. Sharratt, L.E. de Chazal et al. Dissolution rates of uranium dioxide sintered pellets in nitric acid systems. J, appl. Chem., 13, January, 1963
 - 6 Ненарокомов Э.А., Пронин А.В., Ионов В.И., Певцов С.В. Исследование кинетики процесса растворения двуокиси урана в азотной кислоте.
 - 7 M. Shabbir, R.G. Robins. Kinetics of the dissolution of uranium dioxide in nitric acid. I. J. appl. Chem, 1968, Vol.18, May.

СЕКЦИЯ № 6. ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ШАГ В БУДУЩЕЕ

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

Шаляпин С.В.

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».

Кроме того, на базе центра создан детский «Атомный парламент», в который вошли старшеклассники томских и северских школ, интересующиеся различными инновационными направлениями использования мирного атома. Парламент состоит из шести комитетов: по ядерной медицине, экологии, ядерному космосу, атомному ледокольному флоту, ядерным технологиям в народном хозяйстве и развитию суперкомпьютерной техники. Юные представители комитетов атомного парламента принимают активное участие в организации и проведении научно-практических конференций и творческих состязаний, знакомят своих одноклассников и учащихся других школ с работой информцентра, с основными направлениями развития атомной энергетике и с новыми ядерными технологиями.

Если говорить о Школе-конференции молодых атомщиков Сибири, то секция для школьников «Ядерные технологии – шаг в будущее» традиционно, вот уже четвертый 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, а в 2013 году - 30 научно-исследовательских и реферативных работ учащихся школ и учреждений профтехобразования Томской области, что свидетельствует о повышении интереса учащихся региона к ядерно-техническим знаниям. 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 пройдет в Москве в апреле – мае 2014 года.

МАЛАЯ АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫХОД ИЛИ УГРОЗА БУДУЩЕМУ

Мальцев А.П., Рыбина Л.Н.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 84», г. Северск

Современное общество – это, прежде всего, общество потребителей, а основным продуктом потребления является энергия. Главная проблема и задача нашей цивилизации – поиск и разработка основных источников энергии. В данной работе представлен один из видов атомной энергетики – малая ядерная энергетика.

Цель моей работы: изучить и проанализировать мнения вокруг строительства атомных станций малой мощности (АСММ) и плавучих атомных станций (ПАЭС).

Задачи:

1. Предварительный анализ ситуации отказа от ядерной энергетики.
2. Рассмотрение перспектив разработки плавучей АЭС.
3. Исследование мнения и доводы разных сторон по использованию МАЭ.

Так как идея ликвидировать ядерную энергетику абсолютно не приемлема, существуют новые пути развития данной отрасли. Одной из самостоятельных линий является – малая ядерная энергетика. При рассмотрении разработок новых конструктивных разновидностей ядерных реакторов для малой энергетики, меня очень заинтересовал проект плавучей АЭС.

Я наткнулся на довольно громкие агитации «зелёных» против строительства ПАЭС. Мне стало интересно услышать мнение атомщиков по поводу разоблачений со стороны защитников природы об экономической выгодности, экологической безопасности, террористической угрозе при строительстве ПАЭС на Крайнем Севере.

Мы живем в стране, самой большой в мире по территории. В ее недрах содержится 35% всех богатств земного шара. А для того, чтобы они стали доступными, нам нужно осваивать те громадные территории, которыми мы владеем. Разумеется, транспортные расходы - одна из основных составляющих при перевозках на таких огромных территориях. Главные особенности удаленных районов нашей страны – это пионерное освоение территорий; это локальные потребители, требующие относительно небольшой энергетической мощности; это неравномерное территориальное распределение энергоресурсов.

Из всего сказанного прямо следует необходимость рассмотрения автономных ядерных энергоисточников в общей стратегии развития наших регионов. В 1986 году произошла Чернобыльская трагедия, и это событие очень сильно повлияло на развитие атомной энергетики. А ведь уже в те годы такие станции, как наша первая в мире АЭС, были бы рентабельны на Крайнем Севере, то есть в проблемных районах. Сегодня рынок для малых атомных станций очевиден. Такие станции могли бы обеспечить Приморье, где сейчас, как мы знаем, сложно с энергетикой. Та же ситуация - на Камчатке, в Якутии и северных районах европейской части России.

Я полагаю, у малой энергетики великое будущее. Она позволяет радикально решить проблему энергообеспечения на дальнюю (до 100 лет) перспективу и, кроме того, значительно улучшить экологию при отказе от установок на органическом топливе. М.В. Ломоносов почти 250 лет назад сказал всем известную фразу о том, что могущество России Сибирью прирастать будет. Я бы перефразировал это изречение: «Российское могущество атомной энергетикой прирастать будет». В том числе, и малой атомной энергетикой, без которой освоение проблемных районов Севера, Сибири и Дальнего Востока практически невозможно.

Список литературы

1. Атомная стратегия XXI в. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации. М., 2005.
2. Газета «Труд» №137 от 28.07.2005.

3. Крупнов Ю.В. Модульно-ядерная революция, 2004.
4. Кузнецов В.М., Яблоков А.В., Колтон И.Б., Симонов Е.Я. и др. Плавучие АЭС 5. России: угроза Арктике, мировому океану и режиму нераспространения. М., 2010.
6. Щепетина Т.Д., Субботин С.А., Стукалов В.А. Малая ядерная энергетика и глобальные проблемы. М.: «Курчатовский институт», 2003.
7. <http://www.cdb-lazurit.ru>.
8. <http://www.duma.gov.ru>.
9. <http://www.dqa.paideia.ru>.
10. <http://www.energetica.ru>.
11. <http://www.invur.ru>.
12. <http://www.minatom.ru>.
13. <http://www.pircenter.org>.
14. <http://yakute.elektra.ru>.

АТОМ И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

Шинкаренко С.Е., Охапкин А.А., Кукина Е.Л.

МБОУ средняя общеобразовательная школа № 37, г. Томск

По статистике каждая третья авария связанная с прорывами промышленных труб, падением башенных кранов на стройке, сломанных рельсов на железной дороге, крушениями мостов возникла из-за того что в деталях данных объектов при производстве и эксплуатации их возникли дефекты. А ведь такие ситуации могут возникнуть и на АЭС, ГЭС, ТЭС. Особенно это опасно на производстве связанным с атомными технологиями, ведь это может принести гораздо больший вред, чем прорванная труба на улице города.

За примерами не надо далеко ходить. Всем хорошо известна нештатная ситуация, возникшая в октябре 2013 года на атомной станции Фукусима в Японии, когда из-за коррозионного повреждения труб произошёл выброс заражённой воды, в результате чего несколько человек получили высокую дозу радиации. В нашем городе Томске каждый год меняют трубы из-за их некачественной работы возникшей по причине дефектных деталей, из которых она было сделана. Чтобы такого не допустить, необходимо заранее убедиться в качестве материала и деталей, из которых в дальнейшем и будет строиться объект.

Перед авторами данной работы стоял вопрос о том, какие на сегодняшний день существуют методы предотвращения разного рода аварий на промышленных объектах.

Цели проекта: Подробно исследовать, ставшую недавно популярной, область дефектоскопии, её различные формы и их предназначение.

Задачи проекта:

1. Изучить информацию о различных видах дефектов в промышленных материалах, возможную вероятность их появления и способы устранения.
2. Познакомиться с многочисленными способами обнаружения дефектов.
3. Провести лабораторные эксперименты для проведения сравнительных анализов различных способов обнаружения дефектов в материалах.

Дефекты - нарушения сплошности или однородности материала, зоны коррозионного поражения, отклонения от заданного химического состава или структуры, а также от заданных размеров.

Вследствие несовершенства [технологии](#) изготовления или в результате [эксплуатации](#) в тяжёлых условиях в изделиях появляются различные дефекты, которые изменяют физические [свойства](#) материала ([плотность](#), электропроводность, магнитные, упругие свойства и др.).

Дефектоскопия - комплекс методов и средств неразрушающего [контроля](#) материалов и изделий с целью обнаружения дефектов. В основе существующих методов дефектоскопии лежит исследование физических свойств материалов при воздействии на них рентгеновских, инфракрасных, ультрафиолетовых и гамма-лучей, [радиоволн](#), ультразвуковых [колебаний](#), магнитного и электростатического полей и др.

Дефектоскоп - устройство для обнаружения дефектов в изделиях из различных металлических и неметаллических материалов методами неразрушающего контроля. На основе ионизирующих излучений разработан метод дефектоскопии.

Рентгенодефектоскопия (просвечивание рентгеновскими лучами) получило широкое распространение для обнаружения дефектов сварных соединений.

Интенсивность рентгеновских лучей после прохождения через просвечиваемый металл зависит в основном от длины волны излучения, толщины и порядкового номера исследуемого металла на пути луча и практически не зависит от состояния металла.

Регистрируя [распределение](#) интенсивности проходящих лучей, можно определить наличие и расположение различных неоднородностей материала.

Интенсивность лучей регистрируют несколькими методами. Фотографическими методами получают снимок детали на плёнке. Визуальный метод основан на наблюдении изображения детали на флуоресцирующем экране. Более эффективен этот метод при использовании электронно-оптических преобразователей. При ксерографическом методе получают изображения на металлических пластинках, покрытых слоем вещества, поверхности которого сообщён электростатический заряд. На пластинках, которые могут быть использованы многократно, получают контрастные снимки. Ионизационный метод основан на измерении интенсивности электромагнитного излучения по его ионизирующему действию, например на газ. В этом случае индикатор можно устанавливать на достаточном расстоянии от изделия, что позволяет контролировать изделия, нагретые до высокой температуры.

Из методов рентгенодефектоскопии наиболее перспективен рентгено-телевизионный для контроля скрытых дефектов герметизированных микросхем. Метод инфракрасного контроля позволяет исследовать тепловые режимы, определять рабочую температуру отдельных элементов и тем самым оценивать качество и прогнозировать надежность микросхем. Для получения и исследования температурных профилей микросхем необходимо решить вопросы уравнивания излучательной способности элементов микросхем, применять ИК-радиометры для снятия температурных полей с выдчей информации на ЭЦВМ.

В практике рентгенодефектоскопии чувствительность 2 %, найденная с помощью эталонов, в большинстве случаев является достаточной.

Основными преимуществами рентгеновского контроля являются обнаружение и точная локализация дефектов, высокое покрытие технологических дефектов, а также отсутствие контактного приспособления.

Области применения:

1. Для проверки особо ответственных заготовок применяют современные новые методы контроля - рентгенодефектоскопию, просвечивание гамма-лучами - мечеными атомами, позволяющие обнаружить дефекты в толще металла заготовок.

2. Если соединения трубчатого коллектора выполнены сварными, его конструкцией должна быть предусмотрена возможность контроля соединений путем рентгенодефектоскопии. При визуальной проверке швов такой дефект, как кратер, обычно обнаруживают в конце шва.

3. Контроль изоляторов методом рентгенодефектоскопии позволяет выявлять дефекты и заменять или ремонтировать дефектные изоляторы.

4. Рентгеновский контроль (рентгенодефектоскопия или рентгеновская дефектоскопия) чаще всего применяется и является незаменимым в электронной и электротехнической промышленности.

Гамма-дефектоскопия имеет те же физические основы, что и рентгенодефектоскопия, но используется излучение гамма-лучей, испускаемых искусственными радиоактивными изотопами различных металлов (кобальта, иридия, европия и др.). Используют энергию излучения от нескольких десятков кэВ до 1—2 МэВ для просвечивания деталей большой толщины. Этот метод имеет существенные преимущества перед рентгенодефектоскопией: аппаратура для гамма-дефектоскопии сравнительно проста, источник излучения компактный, что позволяет обследовать труднодоступные участки изделий. Кроме того, этим методом можно пользоваться, когда применение рентгенодефектоскопии затруднено (например, в полевых условиях). При работе с источниками рентгеновского и гамма-излучений должна быть обеспечена биологическая защита.

Изучив информацию по данной теме и проведя ряд многочисленных экспериментальных исследований в данной области, мы пришли к выводу, что каждый способ обнаружения дефектов подходит для определенной сферы промышленности, но

самым практичным, качественным, и надежным является способ, основанный на применении ядерных технологий.

Список литературы

1. Большая Советская энциклопедия, Электронное издание, М. 2003.
2. Бреслер С. Е., Введение в молекулярную биологию, М. —Л., 1966.
3. Верещинский И. В., Пикаев А. К., Введение в радиационную химию, М., 1963.
4. Домшак М. П., Очерки клинической радиологии, М., 1960.
5. Савельев И.В. Курс общей физики, книга 5, М., 1998.
6. Трапезников А. К., Рентгенодефектоскопия, М., 1948.
7. <http://omop.su/article/47/31327.html>.
8. <http://pp66.ru/katalog/86kontrolya/defektosko>.

АТОМНЫЕ ЛЕДОКОЛЫ: ПРОШЛОЕ. НАСТОЯЩЕЕ. БУДУЩЕЕ

Цеханович М.Е., Главатских М.Ю.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №87», г. Северск

Представленная работа является частью моего проекта по изучению атомной энергии. В ходе работы над проектом я узнал: когда и для чего появились первые ледоколы, какие были ледоколы, каковы перспективы развития атомного ледоколостроения.

Атомных ледоколов нет ни в одной стране мира, кроме России, и в ближайшее время не предвидится.

Атомный ледокол — морское судно с ядерной силовой установкой, построенное специально для использования в водах, круглогодично покрытых льдом. Атомные ледоколы намного мощнее дизельных. Одно из главных преимуществ атомного ледокола - отсутствие необходимости в частой дозаправке. Они были сконструированы в России для обеспечения судоходства в холодных водах Арктики.

Первый в мире ледокол «Ермак» (1899) под руководством русского адмирала С.О.Макарова проработал в Арктике почти 64 года и провел сквозь льды тысячи кораблей. Ему на смену пришел ледокол «Красин» (1917), водивший караваны по Северному морскому пути.

Для борьбы со льдом не хватало мощности пара, и в 1954 году был спущен на воду первый в мире атомный ледокол «Ленин». Атомный ледокол работал на уране. Машины этого гиганта могли непрерывно работать 1,5 года.

В 1974 году свою нелегкую службу начал самый мощный ледокол в мире — «Арктика».

Позднее по проекту атомного ледокола «Арктика» было построено ещё 5 атомных ледоколов: «Сибирь» (1977), «Россия» (1985), «Советский Союз» (1990), «Ямал» (1993), «50 лет Победы» (1993). Атомные ледоколы серии «Арктика» несут на борту два ядерных реактора.

«Арктика» не является самым большим ледоколом. Ледокол «50 лет Победы» на 9метров длиннее родного брата. Эти самые 9метров, обеспечившие мировой рекорд в 159метров, — дань экологии. Именно столько занимает экологический отсек. Во всем остальном ледокол повторяет своих «одноклассников».

Самым главным оружием ледокола в борьбе со льдом служит его собственный корпус. Полукруглые борта не дают ледовым полям раздавить судно, выталкивая его наверх, а скошенный нос позволяет «заползать» на поля сверху, ломая их своим собственным весом. О том, что ледокол ведет постоянную войну со льдом, говорит и толщина его борта — 100мм. Это в два раза толще лобовой брони нашего легендарного танка Т-34!

Помимо основной задачи по проводке караванов в арктических морях, с 1989 года атомные ледоколы используются для выполнения арктических туристических круизов. Впервые в этих целях был использован атомный ледокол «Сибирь». Позднее туристические круизы совершали такие ледоколы как «Советский Союз» и «Ямал». На «Ямале» была предусмотрена специальная секция для туристов. На построенном в 2007 году ледоколе «50 лет Победы» в круизе на борту для туристов работает ресторан, спортивный зал, сауна, бассейн, библиотека и музыкальный салон, а также работает система спутникового телевидения.

Сегодня завершено составление документации по строительству нового универсального атомного ледокола. Ожидается, что новый атомоход перехватит звание крупнейшего ледокола мира у «50 лет Победы». Установлен срок сдачи двух новых серийных ледоколов ЛК-60 до 25 декабря 2019года.

Данная тема очень меня заинтересовала, и я думаю, что работать на ледоколах увлекательно, и моя будущая профессия, возможно, будет связана с ними.

ПРИМЕНЕНИЕ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Измествьева Ю.К., Сорокина Ю.В., Таратушкина В.В., Рыбина Л.Н.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 84», г. Северск

Дьявольская сила ядерных зарядов издавна вызывает негативное отношение к ним у абсолютного большинства населения Земли. Страх перед возможным применением ядерных зарядов в военных конфликтах, характерных для современного, ещё недостаточно стабильного мира, склоняет общественное мнение в сторону полного запрещения ядерного оружия и уничтожения всего запаса урана-235 и плутония. Средства массовой информации уже давно обсуждают роль и перспективы ядерного оружия в современном мире.

Благодаря журналистам, некомпетентным в области применения ядерных взрывов (ЯВ), а также так называемым «зелёным», в головах населения создаются ужасы о катастрофическом вреде ядерной энергии и ЯВ, которые реально влияют на здоровье людей, на их психическое состояние, особенно, в тех ситуациях, когда требуется не паниковать, а понимать обстановку и действовать разумно

Между Соединенными Штатами и Россией подписан договор о всеобщем запрещении ядерных испытаний. Он включает в себя запрет всех ядерных взрывов, в том числе и взрывов для мирного использования. Между тем создание чистых промышленных зарядов с очень малым периодом полураспада в наше время позволяет осуществлять проекты по их мирному применению. Отделение истинных знаний от ложных представлений стало в наше время необходимым. Достоверная информация и изучение мнений учёных-ядерщиков поможет избежать победы иррационального мышления над разумом.

Актуальность работы заключается в том, чтобы донести до сознания общественности тот факт, что термоядерный взрыв сегодня - это самый мощный и в то же время самый дешёвый источник энергии на Земле. Запасы угля, нефти и газа катастрофически уменьшаются и через 10-20 лет наша страна и весь мир будут ощущать на себе реально энергетический голод.

Сегодня создана реальная возможность теоретически осмыслить достижения самой передовой науки века - ядерной физики, отодвинуть границы непознанного и расширить сферу применения достижений человеческой цивилизации, поставить открытия учёных на службу человеческой цивилизации, без ущерба для здоровья населения.

Цели и задачи работы:

1. Сбор материала по применению ЯВ в сфере промышленности, энергетики и научных физических экспериментов;
2. Систематизация и популяризация полученных данных с целью предоставления объективной информации по существующей проблеме.
3. Исследование перспективности применения ядерных взрывов в существующих геополитических условиях.

Список литературы

1. Арцыбашев В.А. Ядерно-геофизическая разведка Москва: Атомиздат, 1980.
2. Бейлин В.А., Боровик А.С., Малышевский В.С.. Радиация, жизнь, разум. - Ростов-на-Дону, 2001.
3. Курчатова И.В. Ядерную энергию на благо человечества. - Москва: Атомиздат, 1978.
4. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. - М.: Атомиздат, 1974.
5. Новиков С.А. Мирные ядерные взрывы // Соросовский образовательный журнал, 1999. - №11- С.82-89.
6. Новиков С.А. Полезные взрывы.- Саратов: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2000. - 293с.

РАДИАЦИЯ – ИЗУЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Пратчик И.А., Маркова Т.В.

Областное Государственное бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Томский Экономико-промышленный колледж», г. Томск

Прежде, чем приступить к работе над проектом, я провел анкетирование среди обучающихся нашего колледжа. Полученный результат подтвердил предположение, о том, что мы мало знаем о бытовой радиации.

Цель проекта:

1. Выяснить, что является источником естественной радиации.
2. Оценить радиационную обстановку в колледже и своей квартире.
3. Научить всех желающих, как примерно рассчитать свою радиоактивную дозу облучения за год.
4. Рекомендовать продукты, которые необходимо употреблять для выведения радионуклидов из организма.

Радиоактивные вещества находятся в земле, в зданиях, в которых мы живем, а также в пище и воде, которые мы потребляем. Радиоактивные газы находятся в воздухе, которым мы дышим. Среди естественных источников радиации «пальму первенства» уверенно держит радон, обуславливающий до 40% общей радиационной дозы.

Радон - это радиоактивный природный газ, абсолютно прозрачный, не имеющий ни вкуса, ни запаха. Собственная радиоактивность радона вызывает его флюоресценцию – свечение голубым цветом.

В чем опасность радона? Будучи газом, он попадает в организм человека при дыхании и может вызвать пагубные для здоровья последствия, прежде всего – рак лёгких.

Радон образуется в недрах Земли в результате распада урана, который, хоть и в незначительных количествах, но входит в состав горных пород и всех видов грунтов. Радон постепенно просачивается из недр на поверхность, где сразу рассеивается в воздухе, в результате чего его концентрация остается ничтожной и не представляет опасности.

Проблемы возникают в случае, если отсутствует достаточный воздухообмен, например, в домах и других помещениях. В этом случае содержание радона в замкнутом помещении может достичь опасных концентраций. Так как радон попадает в здания из земли, то на западе, при строительстве фундаментов в «радоноопасных» районах, широко применяют специальные защитные мембраны, препятствующие просачиванию радона. Однако, даже применение этих мембран не дает стопроцентной защиты. В случае, когда для домашнего водоснабжения используются скважины, радон попадает в дом с водой.

Когда вода вытекает из крана, радон выделяется из нее, в результате чего концентрация радона на кухне или ванной комнате может в 30-40 раз превышать его уровень в других помещениях (например, в жилых комнатах).

Можно ли бороться с радоном в воде? Да, и достаточно эффективно. Один из наиболее результативных методов борьбы с радоном – аэрирование воды («пробулькивание» воды пузырьками воздуха, при котором практически весь радон в прямом смысле «улетает на ветер»). Тем, кто пользуется муниципальной водой беспокоиться практически не о чем, так как аэрирование входит в стандартную процедуру водоподготовки на городских водоочистных станциях. Что же касается индивидуальных пользователей скважиной воды, то исследования показали достаточно высокую эффективность активированного угля. Фильтр на основе качественного активированного угля способен удалить до 99,7 % радона.

Что интересно, принимая по утрам обычный душ, мы активно облучаем себя радоном – он извергается в воздух из льющейся воды. Но такое облучение не вредно, а, напротив, - полезно.

Действие малых доз радиации на организм, в том числе и радоновые ванны, оказывает благоприятное действие на здоровье при очень широком спектре заболеваний, на таких курортах как Пятигорск и Белокуриха.

В повседневной жизни обычному человеку нелегко определить реальную радиационную обстановку в конкретном месте в конкретный момент времени, а также радиоактивное загрязнение продуктов питания, стройматериалов или иных предметов. Вот тут то и поможет дозиметр.

Кроме того, по специальной таблице возможно вычислить свою радиоактивную дозу за год. Если эта доза превышает 300 Милли Бэр в год, то необходимо употреблять в пищу определенные продукты питания, которые выводят из организма радионуклиды.

АТОМ-ИННОВАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ И НАХОДКИ БЕЗОПАСНОГО ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИИ НА ЧЕЛОВЕКА

Созинов Н.М., Ласточкина О.Г.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 80», г. Северск

Атомная отрасль всегда являлась одной из самых секретных отраслей экономики страны, поэтому порой ощущался недостаток информации о происходящих в ней инженерных и технологических процессах.

Сейчас атомщики готовы делиться своими современными уникальными разработками, а так же готовы применить свои инновации в «мирных» целях. Инновационные проекты атомной отрасли реализуются во многих смежных областях: энергетике, промышленности, приборостроении, электронике, медицине, биотехнологии, экологии.

Проблемы безопасного влияния радиации на человека – главная забота современных атом-инноваций.

В России существуют программы по ядерной и радиационной безопасности.

Томск является одним из лидеров развития ядерных технологий.

Новый сектор экономики Томской области - ядерная медицина. Реализация этого проекта – технологический прорыв в кардиологии и онкологии.

«Прорывной» проект по созданию экспериментальной установки «Брест-300» Росатом планирует реализовать на Сибирском химическом комбинате.

Проекты будущего и проблемы поиска и находок безопасного влияния радиации на человека – актуальны. Ядерная безопасность и радиационная защита – главные направления в разработках атомных инноваций.

Список литературы

1. ОАО «НИАЭП»: Инновационное развитие атомной энергетики.
2. Студопедия «Радиация. Действие радиации на человека. Защита».
3. Пономарев В. Атомные инновации.
4. РИА Новости, Сергей Леваненков «Брест -300 под Томском».

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

Евстремская В.В., Кукина Е.Л.

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 37, г. Томск

Ни для кого не секрет, что в современном мире радиационные технологии развиваются с огромными скоростями. По мнению исследователей, именно они имеют хороший шанс уже в ближайшем будущем стать такой же технологической основой для большинства современных индустрий, какой пятьдесят лет назад стала микроэлектроника.

Без сомнения, самым известным применением радиационных методов и процессов, несмотря на обширное распространение их и в других индустриях, является ядерная медицина — стандарт здоровой жизни современного человека. Поскольку медицина занимает немаловажное место в нашей жизни, ведь она непосредственно связана со здоровьем человека, я решила рассмотреть данную область применения радиационных технологий.

Цель: анализ сферы применения, влияния и развития радиационных технологий в медицине.

Задачи:

1. Исследовать значение радиационных технологий в области медицины.
2. Изучение радиационных технологий и их влияние на развитие медицинской индустрии.

Краткое описание проекта:

В качестве радиационных методов используются 3 вида ионизирующего, или ядерного излучения: альфа, бета и гамма-лучи. В медицине существует 3 вполне самостоятельных аспекта применения радиации, основанных на тех или иных свойствах излучений и предназначенных для конкретных целей: использование радиации для диагностики заболевания (рентгенологическая и радиоизотопная диагностика); использование радиации для лечения (радиоизотопная и радиационная терапия); радиационная стерилизация. (Далее следует более подробное описание вышеперечисленных методов).

Радиационные технологии (РТ) активно распространяются на новые зоны в традиционных областях применения, таких как стерилизация, деконтаминация или обеззараживающая обработка продуктов питания и органических материалов.

Основное направление (связанное с повышенной точностью доставки пучка частиц к месту воздействия) – лучевая терапия с модуляцией интенсивности излучения позволяющая варьировать интенсивность пучка, размер и форму создаваемого дозового поля в зависимости от локализации, размера и формы опухоли; данная технология позволяет, с одной стороны, обеспечить равномерное облучение опухоли (или другой мишени), которая может иметь неправильную форму, а с другой – минимизировать дозовые нагрузки на окружающие опухоль ткани («селективность облучения»), при этом снижается риск последующих осложнений, в т.ч. онкологических.

В настоящее время начинается новый этап развития радиационных технологий. Завершение третьего и начало четвертого этапа данного развития связаны с созданием нового поколения источников излучения и оборудования (компактные генераторы нейтронов, компактные ускорители) и началом коммерциализации, а также с оптимизацией существующего радиационно-технологического оборудования.

В течение нового этапа развития ожидается следующий виток массового применения радиационных технологий – в том числе и в медицине. Во-первых, здесь произойдет географическое расширение рынков, что сделает радиационно-технологическое оборудование доступным для развивающихся стран (в т.ч. для стран с

полностью государственной медициной). Во-вторых, снижение стоимости и компактизация некоторых типов ускорительной техники (например, ускорителей протонов) позволит сделать более доступными соответствующее оборудование и услуги, что приведет к росту спроса на них.

Вывод: Значение радиационных технологий в медицине велико, и сейчас является одним из ведущих факторов ее движения вперед. Перспективы развития радиационных технологий в медицине, и не только в ней, широки, а их воплощение в жизнь способно улучшить качество жизни человека.

Список литературы:

1. Стожаров А.Н. Радиационная медицина, 2000г. – 154с.
2. Лисин В.А., Мусабаева Л.И., Нечитайло М.Н. Радиобиологические критерии планирования интраоперационной лучевой терапии и дистанционной гамма-терапии при комбинированном лечении больных со злокачественными новообразованиями / Пособие для врачей, Томск – 2004, 20с.
3. Белоус Д.А. Радиация, биосфера, технология. – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2004. – 448с.
4. Бекман И.Н. - Радиационная и ядерная медицина: физические и химические аспекты. Радиохимия. Том VII: учебное пособие, 2012. — 400с.

РАДИАЦИОННЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ И ОНКОЛОГИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

Колганов И.А., Смирнов П.В., Рыбина Л.Н.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 84», г. Северск

Радиоактивность, и сопутствующие ей ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовали в Космосе до возникновения самой Земли. Ионизирующее излучение сопровождало Большой взрыв, с которого, как полагают, началось существование нашей Вселенной около 20 миллиардов лет назад. С того времени радиация постоянно наполняет космическое пространство. Радиоактивные элементы вошли в состав Земли с самого ее рождения. Человеческий организм тоже слегка радиоактивен, так как во всякой живой ткани присутствуют в следовых количествах радиоактивные вещества.

Как только были открыты ионизирующие излучения и их воздействие на живые организмы, появилась необходимость контролировать облучение этими излучениями человека. Основную часть облучения человек получает от естественных источников радиации. На протяжении всей истории существования Земли разные виды излучения попадают на поверхность Земли из космоса и поступают от радиоактивных веществ, находящихся в земной коре. Однако за последние несколько десятилетий человек создал несколько сотен искусственных радионуклидов и научился использовать энергию атома в самых разных целях: в медицине и для создания атомного оружия, для производства энергии и обнаружения пожаров, для поиска полезных ископаемых.

В настоящей работе авторы делают акцент на использовании ионизирующих излучений в одной из самых важных отраслей человеческой жизнедеятельности - медицине. Общеизвестно, что неконтролируемое воздействие радиационных излучений приводит к развитию самого страшного заболевания - рака различных органов. Однако, как это ни парадоксально, самые эффективные способы лечения раковых опухолей тоже проводятся именно с применением различных видов лучевой терапии, то есть по принципу «клин клином вышибают».

Рак – это бич современного общества, следствие многочисленных стрессов, неправильного образа жизни и плохой наследственности.

Цель данного проекта – доказать, что из трёх основных направлений в лечении рака-химиотерапии, облучении и хирургическом удалении – именно радиационная терапия самая эффективная и гуманная. Целью лучевой терапии является уничтожение клеток, составляющих опухоль.

Известно, что наибольшей чувствительностью к облучению обладают активно делящиеся клетки. Механизм воздействия ионизирующих излучений на злокачественные клетки на молекулярном уровне сводится к образованию ионов разных знаков и, как следствие, образованию химически агрессивных свободных радикалов. Последние, в свою очередь, способны повреждать структуру, а значит и функцию основных биологических молекул в клетке, прежде всего ДНК, которая в момент деления клетки наиболее уязвима.

Ионизирующее излучение взаимодействует с молекулами воды, формируя пероксид и свободные радикалы, поэтому, чем более активны метаболические процессы в клетке, тем более сильное повреждающее воздействие оказывает на неё радиация. Раковые клетки являются активно делящимися и быстро растущими; в норме схожей активностью обладают клетки костного мозга. Соответственно, если раковые клетки более активны, чем окружающие ткани, то и повреждающее действие излучения причинит им более серьёзный вред.

Неделяющиеся или слабо делящиеся клетки нашего организма более устойчивы к воздействию ионизирующего излучения и потому не гибнут под действием лучевой терапии. Однако часть раковых клеток в момент облучения находится в интерфазе, т.е.

в состоянии покоя и, как следствие, по устойчивости к облучению начинает приближаться к обычным клеткам. Именно по этой причине лучевая терапия проводится не одномоментно, а за несколько сеансов. Разовая и суммарная дозы облучения подбираются таким образом, чтобы не вызвать повреждения здоровых тканей и максимально воздействовать на опухоль.

По типу воздействия излучение можно разделить на две группы - корпускулярное и волновое, эквивалентной дозой 15-30 тысяч мкЗв.

Корпускулярное: α -частицы, β -частицы, электронное, нейтронное (в качестве источника используется изотоп ^{252}Cf), протонное.

Волновое: рентгеновское излучение, γ -излучение.

Наиболее распространённой причиной назначения лучевой терапии является наличие новообразований различной этиологии. В зависимости от локализации опухоли различаются типы воздействия и доза излучения.

Выделяют три способа воздействия: контактную, дистанционную и внутритканевую терапию.

Контактное воздействие производится при непосредственном приложении источника излучения к ткани опухоли, производится интраоперативно или при поверхностно расположенных новообразованиях. В связи с этим данный метод, пусть и менее вредный для окружающих тканей, используется значительно реже.

При дистанционном волновом воздействии между очагом воздействия и источником излучения лежат здоровые ткани. Чем их больше, тем сложнее доставить необходимую дозу излучения к очагу, и тем больше побочных эффектов терапии. Но, несмотря на наличие серьезных побочных эффектов, этот метод наиболее распространен. Это обусловлено тем, что он наиболее универсален и доступен в использовании.

Перспективным является метод протонной терапии, в настоящее время в мире ведется активное исследование эффективности и безопасности данной методики. В России в настоящее время метод не нашел широкого применения, в связи с дороговизной оборудования и недостаточно изученной клинической эффективностью.

При внутритканевой терапии в ткани, содержащие опухолевый очаг, вводятся закрытые источники в виде проволок, игл, капсул, сборок из шариков или открытые источники, растворы которых непосредственно вводятся в организм через рот, в полость, опухоль или сосуд. Применение растворов основано на способности некоторых радионуклидов накапливаться преимущественно в определённых тканях (йод — в щитовидной железе, фосфор — в костном мозге и др.).

Список литературы

1. Гонсалес А. Радиационная безопасность: новые международные достижения. Медицинская радиобиология // Радиационная безопасность. — 1995.
2. Кузин А.М. Стимулирующее действие ионизирующего излучения на биологические процессы (к проблеме биологического действия малых доз). — М.: Атомиздат, 1977.
3. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы земли. — М.: Наука, 1991.
4. Ланцов В.А. Репарация ДНК и канцерогенез: универсальные механизмы репарации у про- и эукариот и последствия их повреждения у человека // Молекулярная биология. — 1998.

НОВЕЙШИЕ ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Носова А.Д.

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение Заозерная средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов №16, г. Томск

В современном мире значительное развитие получила клиническая диагностика человека с помощью введения в его организм радиоизотопов. Эта область медицины называется ядерной медициной. Под термином «ядерная медицина» понимают раздел высокотехнологичной медицины, в котором используются радионуклиды для лечения и диагностики заболеваний. Она включает в себя: радиоизотопные методы диагностики, радионуклидную и лучевую терапию, использования ускорителей заряженных частиц для производства изотопов, компьютерные технологии для получения и хранения изображения в томографии, для планирования лучевой терапии или других различных расчетов. Преимущество применения искусственных радиоактивных изотопов заключается не только в том, что они заменяют естественные радиоактивные элементы и тем самым позволяют более широко пользоваться радиационной терапией.

Цель: Ознакомиться и изучить новейшие ядерные технологии в медицинской диагностике и их использование в России.

Практическая значимость работы:

Сейчас ядерные технологии все шире применяются в диагностике различных заболеваний. Например, определение показаний к проведению хирургической операции резекции печени у больных первичным раком; своевременная корректировка курсов лучевой терапии больных; оптимизация плана лечения на клеточном уровне в послеоперационном периоде. Использование для этой цели искусственных радиоизотопов значительно повысило эффективность лечения. Методы ядерной медицины являются альтернативой так называемым методам функциональной диагностики (электрокардиография и электроэнцефалография).

В России разрабатывается федеральная целевая программа по созданию высокотехнологических радиологических центров. В ближайшем будущем планируется создать 4 центра ядерной медицины в Димитровграде, Обнинске, Томске и Протвино. Новые медицинские центры планируется оснастить полным спектром диагностической и терапевтической аппаратуры, включая комплексы для изготовления радиофармпрепаратов для нужд клиник. Планируется создать на базе этих учреждений протонные центры, а в перспективе – нейтронные установки. Это позволит нашей стране удовлетворить потребность населения в высококвалифицированной радиологической помощи.

Список литературы

1. Бродский А.И. Химия изотопов. – М.: изд-во Академии Наук СССР, 1952. – 352 с.
2. Изотопы: свойства, получение, применение / под ред. Баранова В.Ю. – М.: ИздАТ, 2000. – 703 с.
3. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров. — М.: Советская энциклопедия, 1994. — Т. 4.
4. Фиалков Ю.Я. Применение изотопов в химии и химической промышленности. – Киев: изд-во “Техника”, 1975. – 240 с.
5. Эмили Д. Элементы. – М.: Мир, 1993. – 256 с.

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОЗ РАДИАЦИИ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ НОВООБРАЗОВАНИЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ЧЕЛОВЕКА

Мальцев С.П., Полушина О.А.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 84», г. Северск

Опасность малых доз радиации до сих не известна. Критерием опасности облучения считают учащение случаев онкологических заболеваний и генетических нарушений по отношению к спонтанному уровню. Возможный риск возникновения заболеваний не должен превышать риск их возникновения в благополучных отраслях производства. Одним из механизмов инициирования злокачественных опухолей экзогенного происхождения является конъюнктура нестабильности генома для радиобиологии и радиоэпидемиологии малых доз.

Воздействие малых доз ионизирующего излучения на человека трудно фиксировать на фоне комплекса факторов физической, химической и социально-психологической природы, действие которых в десятки раз превышает биологический эффект малых доз.

Развитие атомной индустрии увеличивает численность контингента лиц, контактирующих с источниками ионизирующего излучения (ИИ): «профессионалов» и населения, что повышает актуальность изучения медико-биологических эффектов «малых» доз ИИ. Одной из наиболее актуальных проблем современной радиационной медицины остается проблема генетических и онкологических эффектов действия ионизирующего излучения.

Исходя из вышеизложенного, целью данного реферата является предварительная оценка влияния малых доз радиации на изменения генетического аппарата, онкологические заболевания.

В радиационной генетике всё отчетливее проявляется отчетливее интерес к группе мультифакторных заболеваний в связи с их высокой распространенностью и возможностью получения наиболее статистически значимых оценок генетического радиационного риска.

В течение 2003-2005 гг. лабораторией геномной медицины формируется банк ДНК и биологического материала работников основного производства СХК и их прямых родственников. Общая частота 9-ти форм ВПР в г. Северск и г. Томске находится примерно на одном уровне - 12, 68% и 13,5% соответственно, однако по частоте отдельных форм пороков развития наблюдаются различия. Темп роста (убыли) онкологических заболеваний в Северске в 2011 году равен -3,3% по сравнению с 2010 годом.

Таким образом, спектр врождённых аномалий развития в г. Северск и Томске различен. По-видимому, население двух городов испытывает давление разных факторов, индуцирующих ВПР. Однако нами не установлено влияние радиационного фактора на распространённость заболеваний.

ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

Пятчин Н.Р., Астраханцев А.Д., Семенов Н.М.

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 25, г. Томск

Цель проекта – познакомиться с ядерными технологиями, донести эту информацию до определенного круга лиц, провести некоторые опросы и исследования, сделать выводы.

Ядерная технологи — совокупность технологий, в которых используются ядерные реакции, например, деление ядер и ядерный синтез.

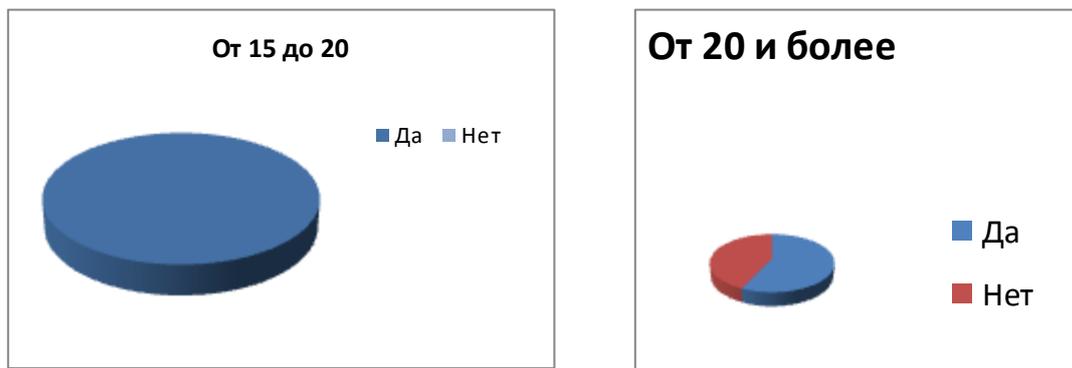
Ядерная медицина — раздел клинической медицины, который занимается применением радионуклидных фармацевтических препаратов в диагностике и лечении. Иногда к ядерной медицине относят также методы дистанционной лучевой терапии.

Ядерная медицина применяется в следующих областях (на примере США): кардиология— 46% от общего числа диагностических исследований; онкология — 34%; неврология — 10%. В частности, в онкологии (радиобиология опухолей) ядерная медицина выполняет такие задачи, как выявление опухолей, метастазов и рецидивов, определение степени распространённости опухолевого процесса, дифференциальная диагностика, лечение опухолевых образований и оценка эффективности противоопухолевой терапии.

Нами был проведен опрос по теме: Нужна ли ядерная медицина?

Вся подрастающая молодежь, единогласно считают, что ядерная медицина необходима в современном мире.

Но 43% взрослого населения считают ядерную медицину слишком опасной.



Выводы:

1. Ядерные технологии в медицине используются очень широко, более того они необходимы.
2. Часть взрослого населения боится ядерных технологий и против их реализаций.
3. Врачи прогнозируют сильное и очень быстрое развитие атомных технологий в медицине.

ВИХРЕТОКОВЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПЛАСТИНЫ И ТОЛЩИНЫ НЕПРОВОДЯЩЕГО ПОКРЫТИЯ

Неруш М.Н.¹, Гольдштейн А.Е.²

МБОУ лицей при Томском политехническом университете, г. Томск¹,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск²

Поскольку объекты атомной энергетики являются потенциально опасными, то их безопасности уделяется повышенное внимание на всех стадиях от проектирования и строительства до эксплуатации и вывода из эксплуатации. Все материалы, используемые для изготовления и монтажа оборудования и изделий атомных станций, должны контролироваться. Одним из параметров, требующих строжайшего контроля, является толщина какого либо электропроводящего объекта и его непроводящего покрытия.

Данное измерение удобно выполнить методом измерительных преобразований в полях вихревых токов, основанным на возбуждении вихревых токов в электропроводящих объектах переменным магнитным полем и зависимости параметров этих токов от свойств объекта. Но в настоящее время на рынке нет приборов, измеряющих и толщину электропроводящего объекта, и толщину его непроводящего покрытия одновременно. Поэтому нами была поставлена цель теоретически изучить возможность такого измерительного преобразования, и реализовать его, путем создания алгоритма.

Изучив теоретические годографы вносимого напряжения от толщин пластины и непроводящего покрытия [1, 2], мы пришли к выводу, что данное измерительное преобразование возможно осуществить. Однако теоретические годографы идеализированы и по ним нельзя проводить вычисления. Поэтому нами была экспериментально исследована зависимость параметров вносимого напряжения от толщин объекта и непроводящего покрытия.

В результате аппроксимаций зависимостей параметров вносимого напряжения от геометрических параметров измеряемого объекта нами был составлен алгоритм по вычислению толщин электропроводящего объекта и его непроводящего покрытия, общая погрешность которого не превышает 15%. Данную погрешность можно уменьшить, разбив диапазоны толщин на поддиапазоны.

В дальнейшем мы намерены разработать автономный прибор, основанный на данном алгоритме, который можно будет использовать, в том числе и на атомных станциях.

Список литературы

1. Гольдштейн А.Е. Физические основы измерительных преобразований. В 2-х частях. Часть 1. Измерительные преобразования в низкочастотных электромагнитных полях: Учебное пособие. – Томск: 2010. – 113 с.
2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. Ред. В.В. Клюева. Т. 2: В 2кн. – М.: Машиностроение, 2003. – 688 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

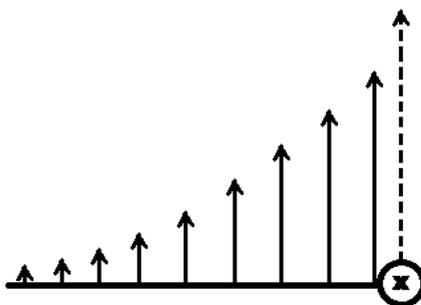
Соловьев М.Э.¹, Балахонов Н.М.²

МБОУ лицей при Томском политехническом университете, г. Томск¹,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск²

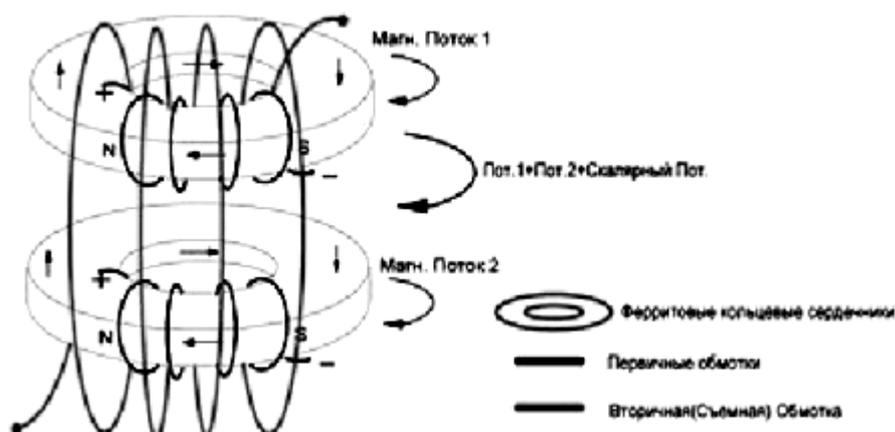
Итак, что же такое нетрадиционные технологии? Прежде всего, это нестандартный взгляд на привычные для нас вещи. Многое из того, что мы знаем об окружающем мире, к чему мы привыкли, может быть рассмотрено с разных сторон. Мы можем прийти к тем или иным выводам, опираясь на то, что считаем аксиомой, а можем изначально подвергнуть сомнениям «исходные данные» и решать поставленные задачи, исходя из предположения об ошибочности последних. Эта мысль - стержень идеи нетрадиционных технологий.

На одном из форумов, посвященных этой теме, мы нашли информацию про некий «скалярный трансформатор». Автор записей говорит о «скалярной» составляющей электромагнитного поля, создаваемого током в проводнике, не включенной в момент вращения вокруг этого проводника. Как следствие, она не может совершать работу по перемещению каких-либо зарядов.



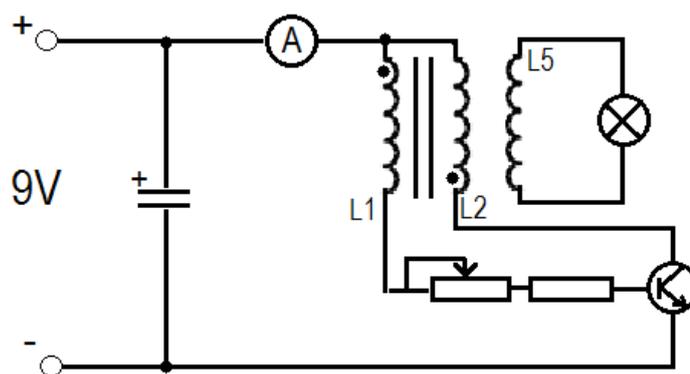
Зависимость силы магнитного поля от расстояния до проводника (скалярная составляющая (пунктиром))

Так же автор описывает устройство, которое, как он утверждает, позволяет выделить эту составляющую и включить ее в момент вращения, заставив совершать работу.



Устройство «Скалярного трансформатора»

Именно исследованию этого устройства мы решили посвятить свою работу. Мы хотели узнать, отвечает ли это устройство заявленным характеристикам. За основу мы взяли простой и надежный преобразователь напряжения:



Качер Бровина

Мы подобрали необходимые радиоэлементы:

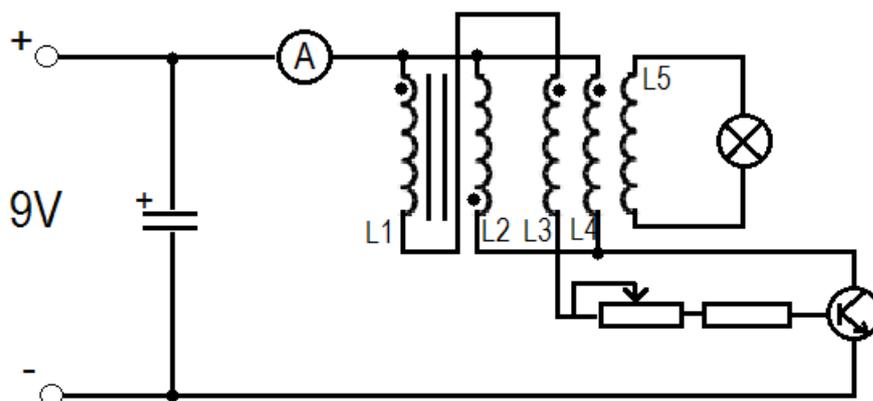
- Транзистор (КТ829А)
- Конденсатор (230 мФ, 110В)
- Амперметр (предел измерения 250 мА)
- Переменное сопротивление (47 кОм)
- Резистор (подбирался к каждой схеме индивидуально)

Так же использовали следующие элементы цепи:

- Аккумулятор типа «Крона» (ЭДС - 9В)
- Светодиодная лампа (мощностью 2.5 Вт)

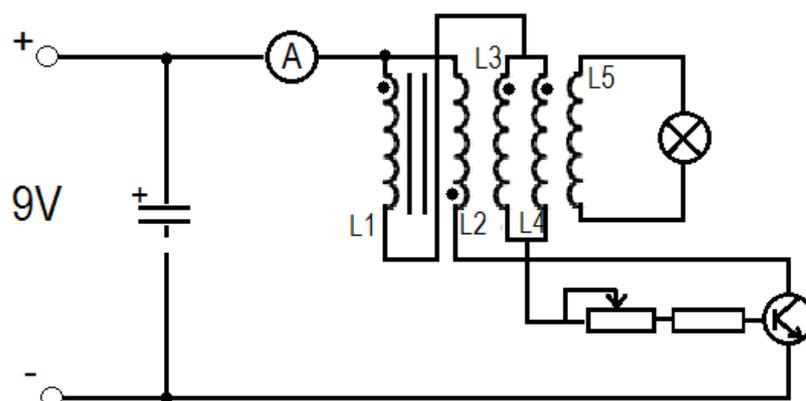
Катушки съема, трансформатора и качера намотаны тонким медным проводом вручную на тороидальные сердечники по схеме «Устройство «Скалярного трансформатора», представленной выше.

Используя скалярный трансформатор, включая его в схему, мы планировали добиться повышения эффективности работы качера.



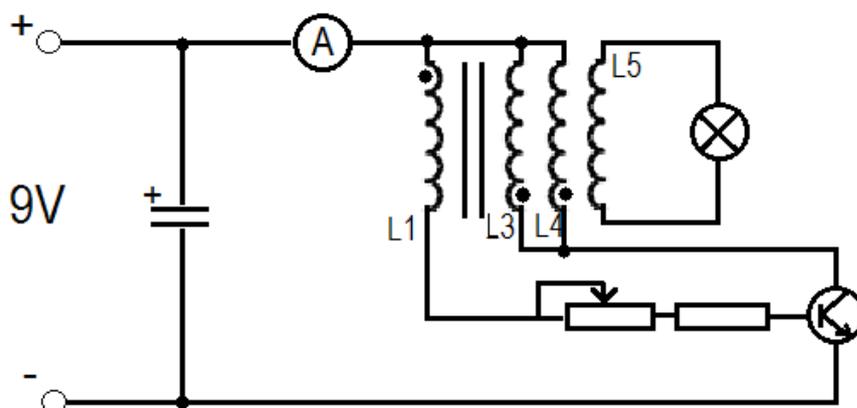
Экспериментальная схема №1

Однако, в экспериментальной схеме (далее ЭС) №1, скалярный трансформатор никак не проявил себя. Мы планировали с его помощью усилить влияние обмотки качера на катушку съема, но результат последовал обратный.



Экспериментальная схема №2

ЭС №2 так же не дала результатов, хотя некая положительная динамика все-таки наблюдалась.



Экспериментальная схема №3

На ЭС №3 мы зафиксировали небольшое увеличение частоты работы схемы и повышение напряжения на нагрузке (в пределах 40-50 В, в сравнении с простым качером), так же повышение выходной мощности на 10-25%.

Таким образом, в масштабах этой технологии мы не получили необходимых и достаточных результатов для подтверждения слов г-на Романова. Ни один эксперимент не выявил наличия «Скалярной составляющей».

РАДИОВОЛНОВЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ИНОРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ТРУБОПРОВОДАХ

Антонов Д. В.¹, Шиян В.П.²

МБОУ лицей при Томском политехническом университете, г. Томск¹,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск²

Одним из наиболее перспективных направлений развития неразрушающего контроля трубопроводов является радиоволновый метод. В современном мире большими темпами идет освоение газовых и нефтяных месторождений. Основным способом транспортировки нефти и газа являются трубопроводы, которые необходимо очищать от гидратных пробок и инородных объектов (строительный мусор, осколки дефектоскопа и т. д.), которые могут перекрывать сечение трубы. Радиоволновый метод является наиболее доступным способом диагностики неоднородностей трубопровода.

Радиоволновый метод основан на зондировании линии передачи (волновода) сверхвысокочастотным (СВЧ) импульсом наносекундной длительности с последующей фиксацией времени прохода отраженного от неоднородности импульса к входному концу волновода. Отражение СВЧ импульса от разных объектов не однотипное. Коэффициент отражения СВЧ импульса от диэлектрика меньше единицы, а для металлических поверхностей равен единице. Из этого следует, что металлические объекты могут быть обнаружены с большей надежностью. Также, большую роль, в исследовании трубопроводов играет рабочая среда, например, трёхкомпонентная газоконденсатная смесь, состоящая из газа, мелкодисперсных капель (аэрозоли) и воды. Именно эти компоненты определяют диэлектрическую проницаемость среды.

Для выяснения потенциальных возможностей радиоволновой дефектоскопии трубопроводов был создан лабораторный макет (См. рис. 1).

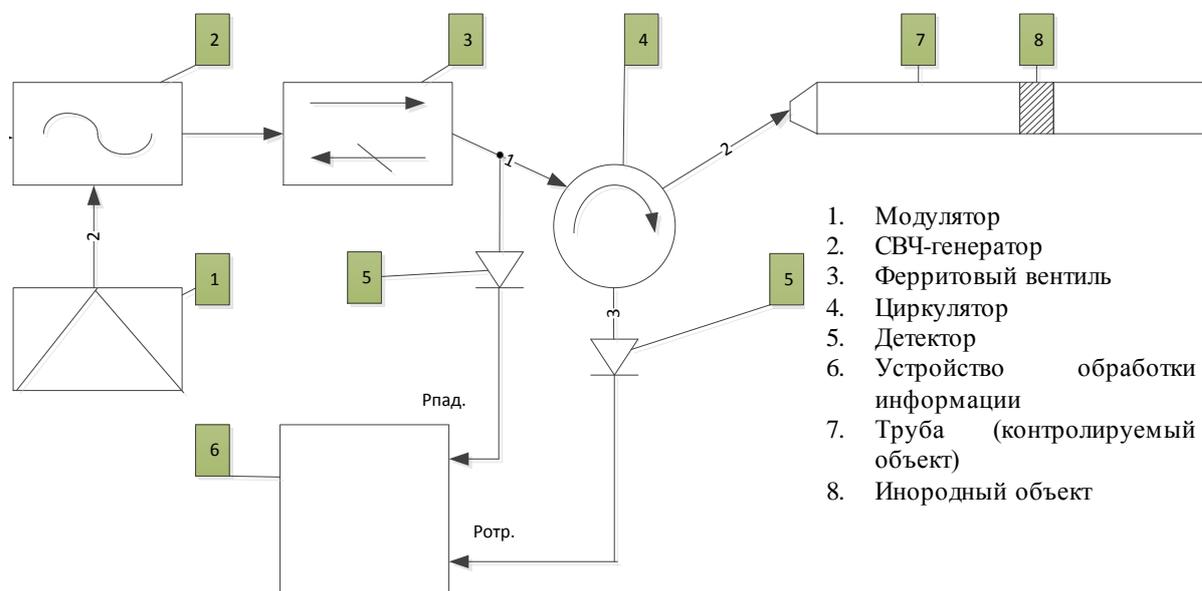


Рис.1 Принципиальная схема устройства радиоволновой диагностики.

Сформированный генератором 2 СВЧ импульс длительностью 5 наносекунд и частотой заполнения 10 ГГц через ферритовый вентиль 3 попадает на вход 1 циркулятора 4 и далее через вход-выход 2 циркулятора в контролируемую трубу 7 диаметром 100 мм и длиной 1,5 м, в которой размещён имитатор инородного объекта 8. Затем отраженный импульс от имитатора возвращается на 2 вход-выход циркулятора,

через выход 3 циркулятора импульс подается на детектор 5, откуда впоследствии огибающая отраженного импульса подается на ПК 6.

Для начала необходимо сформировать опорный импульс, который поможет задать точку отсчета времени прохождения импульса по трубе. Левый конец трубы закрываем металлической пластиной, от которой отразится опорный импульс. Этот импульс проходит через 2 вход-выход циркулятора на 3 выход. Затем с детектора огибающая этого импульса подается на устройство обработки информации (ПК и осциллограф). Временная отметка импульса на шкале времени используется в качестве опорного момента времени для последующего измерения временного интервала между импульсами.

Последующим нашим действием является удаления металлической пластины на левом конце трубы.

Затем в трубу помещаем металлический имитатор инородного объекта. И проводим ту же операцию: подаем СВЧ импульс в трубу и этот импульс, отразившись от имитатора, попадает на 2 вход-выход циркулятора, потом на 3 вход-выход, впоследствии с детектора огибающая отраженного импульса подается на устройство обработки информации. Таким образом, у нас сформировалась вторая метка времени. На экране осциллографа появляется два импульса, расположенные друг от друга на определенном временном интервале $\Delta t = t_2 - t_1$. За это время СВЧ импульс проходит двойное расстояние, поскольку движется сначала до объекта, а потом обратно.

$$l = V_{\text{гр.}} * \Delta t / 2, (1)$$

где $V_{\text{гр.}}$ – скорость распространения СВЧ импульса по трубе.

Таким образом, зная скорость распространения СВЧ импульса в трубе и время Δt , за которое СВЧ импульс проходит двойное расстояние, сначала до неоднородного объекта, потом обратно, можно узнать расстояние до исследуемого объекта.

Исследование трубопроводов с помощью радиоволн – очень перспективный метод. Он позволяет без механического вмешательства определить положение неоднородного объекта, который нарушает нормальную работу трубопровода.

Список литературы

1. Каневский, И. Н. Неразрушающие методы контроля: учеб. Пособие / И. Н. Каневский, Е. Н. Сальникова. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243с.
2. Лебедев И. В. Л33 Техника и приборы СВЧ. Под ред. Академика Н. Д. Девяткова. Учебник для студентов вузов по специальности «Электронные приборы», М., «Высшая школа», 1970. 440с. с илл. 1 л. вкл.
3. Матвеев В. И. Радиоволновый контроль: учебное пособие под общ. Ред. В. В. Клюева. М.: Издательский дом «Спектр» 2011.-184с. (Диагностика безопасности).

ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ

Гуков М. И.¹, Иванов А. И.¹, Сивков А.А.²

МБОУ лицей при Томском политехническом университете, г. Томск¹,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск²

Высокотемпературная сверхпроводимость – одна из наиболее изучаемых областей физики; явление, открывающее перед инженерной практикой огромные перспективы. Однако практическое использование сверхпроводников в значительной степени ограничивается возможностями технологии их синтеза. Анализ литературы выявил, что в настоящее время ответственным за сверхпроводимость в классических высокотемпературных сверхпроводниках считают именно медь-кислородный слой [1-2]. Данная работа посвящена вопросам синтеза оксида меди с использованием плазмодинамического способа, разработанного в лаборатории высокотемпературной сверхпроводимости Томского политехнического университета. [3-4]. Данный способ относится к области ускорительной техники и может использоваться для ускорения плазмы до гиперскоростей.

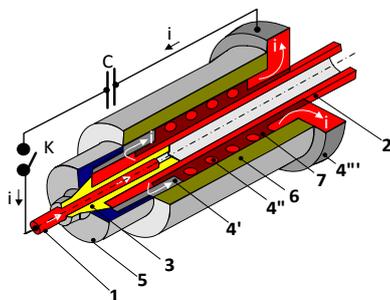


Рисунок 1. Схема и устройство коаксиального магнитоплазменного ускорителя: 1. Центральный электрод. 2. Электрод-ствол. 3. Изолятор центрального электрода. 4. Индуктор (4'-контактный цилиндр, 4''-соленоид, 4'''-контактный фланец). 5. Заглушка. 6. Корпус. 7. Изоляция (стеклоэпоксидный компаунд)

Работа устройства заключается в следующем: при замыкании ключа в контуре электропитания ускорителя начинает протекать ток от конденсаторной батареи, по виткам соленоида, проходит по стволу и центральному электроду, далее движется через ключ к конденсатору. Образование дугового разряда осуществляется за счет пробоя по поверхности изолятора. Плазма сжимается магнитным полем собственного тока и магнитным полем соленоида и приобретает форму поршня. Генерируемая ускорителем струя выходит в пространство камеры реактора, происходит распыление материала с поверхности электрода, а также формирование нанодисперсных частиц.

В таблице представлены основные параметры системы, при которых проводился эксперимент по получению ультрадисперсного оксида меди

Плазма	Cu
Среда	Воздух
Зарядное напряжение	2 кВ
Емкость	21,6 мФ
Электрод	Сталь+медный наконечник

После проведения эксперимента была проведена рентгеновская дифрактометрия полученного ультрадисперсного порошка. При анализе был использован пакет полнопрофильного рентгено-структурного анализа PowderCell и база структурных данных PDF 4+.

Анализ выявил наличие в синтезированном порошке фаз:

- оксид меди (I) (Cu_2O) – 3,5%;

- оксид меди (II) (CuO), который в процентном соотношении преобладает – 85%;
- чистая медь (Cu) составляет около 8%;
- примесные фазы, которые на рентгенограмме представляют собой неявно выраженные пики, помеченные звездочкой (*) – 4%.

Наличие примесей в порошке можно объяснить тем, что материал мишени, использованной в эксперименте алюминий и в ходе опыта произошла эрозия при ее расплаве в струе плазмы.

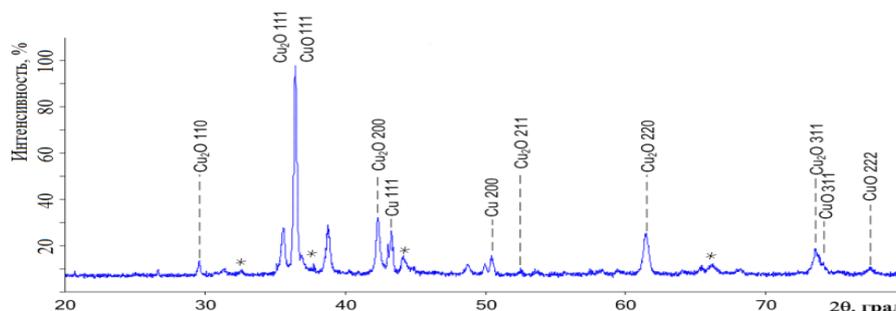


Рисунок 2. Анализ рентгеновской дифрактометрии

Также в работе были получены и расшифрованы данные электронной микроскопии [5].

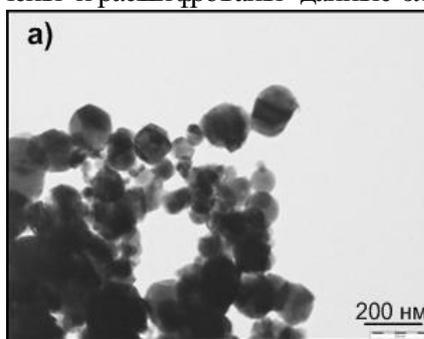


Рисунок 3. Данные электронной микроскопии

Микрофотографии позволили идентифицировать морфологию частиц. Частицы представляют собой выпуклый многоугольник со скругленными углами. Их размер варьируется от 80 до 150 нм. Более светлые частицы, имеющие более круглую форму, представляют собой оксиды меди. А более темные и угловатые – чистой меди.

Таким образом, практическая задача данной работы сводится к созданию нанопорошков с малым процентным содержанием примесей и к повышению воспроизводимости результатов синтеза. Данный метод отвечает этим требованиям. Следующим шагом мы планируем с помощью коаксиального магнетоплазменного ускорителя синтез более сложных высокотемпературных сверхпроводящих материалов.

Список литературы

1. Nature, scientific magazine, 24 December 1998, «Quantitative test of a microscopic mechanism of high-temperature superconductivity».
2. Svetlana g. Titovaa, Vladimir f. Balakireva, Yasuo Ohishib, Ingrid Bryntsec, Dmitrii i. Kochubeyd «Stripes and superconductivity in the htsc copper oxides».
3. Патент РФ 2150652, опубл. 10.06.2000 г. Коаксиальный ускоритель Сивкова А.А.
4. А.А. Сивков, Ю.Н. Исаев, О.В. Васильева, А.М. Купцов «Математическое моделирование коаксиального магнетоплазменного ускорителя» Известия томского политехнического университета. 2010. Т. 317. № 4.
5. Боровский И. Б., «Физические основы рентгеноспектральных исследований» М., 1956.

ПОЛУЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА И КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ

Курцевич А.Е.¹, Усова Н.Т.¹, Лотов В.А.²

МБОУ лицей при Томском политехническом университете, г. Томск¹,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск²

Дефицит природного песка и достаточно высокая его цена вынуждают строителей искать в качестве наполнителя альтернативные материалы. На наш взгляд перспективным является использование известнякового отсева, который образуется в качестве отхода при добыче известняка и представляет собой крошку диаметром от одного до пяти миллиметров. Мы решили исследовать возможность использования известкового отсева в качестве наполнителя для изготовления строительных материалов, с использованием в качестве вяжущего жидкого стекла с добавлением СаО.

Цель работы: исследование возможности получения водостойких жидкостекольных композиционных материалов на основе отсева известняка или травертина с добавлением оксида кальция.

Задачи:

1. Изучить состав известкового отсева и травертина, используемых в качестве наполнителей.
2. Разработать составы жидкостекольных композиционных строительных материалов.
3. Исследовать физико-механические показатели полученных композиционных материалов.

В работе был использован известняковый отсев месторождения «Каменский известняк». Методом комплексного термического анализа было установлено, что известняковый отсев состоит в основном из кальцита.

При разработке составов композиционных смесей учитывали, что содержание СаО в сырьевой смеси не должно превышать 1 % [2]. У полученных образцов определяли предел прочности при сжатии, водопоглощение и водостойкость. Приготовленный контрольный образец № 1, содержащий в качестве наполнителя только отсев известняка, показал значение предела прочности при сжатии 23,1 МПа. При этом полученные образцы не водостойки ($K_{расм.}=0,1$). Добавление оксида кальция в количестве 1 мас. % (образец № 2) немного снижает прочность до 21,4 МПа, но значительно увеличивает водостойкость материалов ($K_{расм.}=0,48$).

Выводы:

1. Установлено, что известняковый отсев состоит в основном из кальцита мелкодисперсного состояния. Методом рентгенофазового анализа установлено, что известняковый отсев содержит примеси оксида кальция.
2. Добавление в композиционную смесь химически активной добавки СаО позволяет получить более водостойкие образцы композиционных материалов по сравнению с образцами без добавки оксида кальция.
3. Полученные композиционные материалы по показателям прочности могут быть использованы в строительстве.

Список литературы

1. Сычев, М.М. Неорганические клеи / М.М. Сычев. – Л.: Химия, 1986. – 152с.
2. Усова Н.Т. Композиционные строительные материалы на основе синтезированных гидросиликатов кальция и шламов водоочистки / Автореф. дис. канд. техн. наук. Томск: Изд-во Томского гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 21с.

СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОБОЯ И ШЛАМОВ ВОДООЧИСТКИ

Кобякова А.А.¹, Усова Н.Т.¹, Лебедева Е.Ю.²

МБОУ лицей при Томском политехническом университете, г. Томск¹,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск²

В настоящее время в процессах адсорбционной очистки загрязненных сточных вод широко применяются природные и синтетические адсорбенты, при получении которых истощаются природные ресурсы и образуются отходы. В промышленности и коммунально-бытовом хозяйстве образуется значительное количество отходов, которые не находят применения. Вовлечение их в экологически чистые инновационные технологии – основа восстановления экологического равновесия регионов России. Актуальность проведенного исследования связана с проблемой поиска эффективных сорбентов, полученных на основе промышленных отходов. Целью проекта являлось получение сорбента на основе вторичного стеклобоя и шламов водоподготовки для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Установлена принципиальная возможность получения тоберморитовых адсорбентов, пригодных для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Эффективность адсорбции ионов меди, цинка и никеля при статических условиях оказалась выше, чем при динамических. Это объясняется большей продолжительностью контакта активной поверхности адсорбентов с частицами загрязнителей. Лучшие результаты показал образец, имеющий состав реакционной смеси: 54,5 % стеклобоя, 38,5 % гашеной извести, 2 % гидроксида натрия и 5 % железосодержащего шлама. Высокие адсорбционные свойства образца можно объяснить оптимальным подбором компонентов смеси, что приводит к образованию гидросиликатов кальция тоберморитовой группы (тоберморит, риверсидит и пломбьерит). Предложена технологическая схема установки по очистке сточных вод при статических условиях с использованием полученного сорбента.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ВОДЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ

Александрова И.В., Соболева К.Е., Челябинова Л.А.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №196», г. Северск

Вода является широко распространенным веществом и играет важную роль в природе и в технологии. В атомной отрасли вода используется как теплоноситель, при этом, выдвигаются жёсткие требования к её чистоте. В связи с увеличением потребности чистой воды и уменьшении источников такой воды актуально исследование по разработке методов получения чистой воды. Цель проекта – исследование влияния потока ВЧ излучения на структуру и свойства разбавленных водных растворов.

Молекулы воды полярны, что обуславливает разветвленные водородные связи, распределенные по объему воды. Кластеры - области с повышенным содержанием водородных связей. Кластеры реагируют на различное внешнее воздействие.

Изучено влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения СВЧ-диапазона (1-10 мВт/см², 48-56 ГГц) на водные среды [1]. Такое излучение может вызывать изменение физических и химических свойств воды, сохраняющееся во времени. Установлено, что активные формы кислорода, образующиеся в результате воздействия, могут влиять на динамику водородных связей воды, изменяя степень ее взаимодействия с растворенными в ней молекулами примесей [2]. Электромагнитное поле изменяет решетку молекул воды, ориентируя диполи, увеличивает плотность заряда в местах повреждения дипольных цепочек, а также заставляет диполи осциллировать.

Показана эффективность комбинированного воздействия электромагнитных (37,5 ГГц, 10 мВт/см²) и акустических волн на водную суспензию. Определены резонансные частоты пропускания радиоволн миллиметрового диапазона в воде (50, 65, 100, 130 ГГц). Реакционная способность воды и водных растворов значительно изменяется после воздействия различными факторами. Структурные элементы воды совершают тепловые колебания. Воздействие СВЧ-излучения на жидкую воду приводит к образованию метастабильных кластеров (H₂O)_n, что придает ей свойства твердого тела. При совпадении частоты внешнего воздействия с колебательной частотой возможен резонанс, способный разрушать водородные связи.

Кратковременное воздействие на резонансной частоте 65 ГГц возбуждает в воде собственное излучение на этой частоте, генерируемого не менее 2 часов в диапазоне температур 20-90°С. Это излучение поддерживается тепловой энергией [3]. Время нахождения в неустойчивом состоянии может превышать нескольких дней. Облучённая в СВЧ и ТГц диапазонах вода приобретает новые свойства (эффект «памяти»).

Моделирование молекулярных водных кластеров показывает, что спектр собственных частот этих образований находится в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах частот и частота перехода зависит от структуры кластеров воды.

Исследовано влияние СВЧ-излучения на замороженные объекты, содержащие воду. Установлено, что СВЧ-нагрев снижает эффект рекристаллизации льда а также температуру кристаллизации. Эффективность диссоциации воды при поглощении СВЧ-излучения одинакова для частот 2,5 и 10,0 ГГц. При этом наблюдалось увеличение концентрации ОН-радикалов [4].

Вывод: Низкоинтенсивное радиоизлучение СВЧ диапазона оказывает влияние на свойства воды, как растворителя, через кластеры.

Список литературы

1. Жмакин А.И. Физические основы криобиологии // УФН, 2008. – Т.178. – №3. - С.243-266.

2. Князева И.Р., Медведев М.А., Жаркова Л.П. и др. Воздействие импульсно-периодическим микроволновым и рентгеновским излучениями на эритроциты человека // Бюллетень сибирской медицины, 2009. - №1. - С.24-30.

3. Марценюк Л.С. К вопросу о сущности влияния гомеопатических лекарственных препаратов на живые организмы // Вестник новых медицинских технологий – 2007 – Т. XIV, № 2 – С. 15-19.

4. Петросян В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне // Письма в ЖТФ, 2005. – Т.31. – Вып.23. – С.29-33.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА УЧУМ

Бурыхина Е.С., Ныш Г.В.

МБОУ лицей при Томском политехническом университете, г. Томск

Сапропели давно интересуют ученых и практиков как сырье для химической промышленности, медицины, ветеринарии, сельского хозяйства, и т.д., однако они недостаточно исследованы. У нас появилась возможность познакомиться с донными отложениями солёного озера Учум (Красноярский край).

Цель работы:

Комплексное исследование химического состава воды и донных отложений озера Учум.

Задачи исследования:

1. Определить гранулометрический состав донных отложений седиментационным методом;
2. Получить снимки поверхности образцов сапропеля с помощью РЭМ;
3. Исследовать состав воды и водной вытяжки лечебной грязи на содержание катионов и анионов методами фотокалориметрии, титриметрии, ионнообменной хроматографии;
4. Провести химический анализ минеральной составляющей лечебной грязи на содержание основных оксидов;
5. Установить состав донных отложений рентгенофазовым и дифференциально-термическим анализами.

В ходе работы были проведены указанные выше анализы воды и донных отложений озера Учум. Результаты гранулометрического анализа показали, что большая часть частиц сапропеля имеют размер до 0,025 мм. На электронномикроскопических снимках видна ячеистая структура сапропеля, частицы распределены равномерно. В результате ускоренного хим. анализа определено содержание SiO_2 – 40,21%. По полученным в ходе титриметрического анализа, фотокалориметрии, ионно-обменной хроматографии данным установлена формула химического состава воды и водной вытяжки донных отложений:



По результатам РФА, в состав донных отложений входят: доломит; оксид кремния; анартит и органическая составляющая. Результаты ДТА подтвердили данный состав, а так же дали основание утверждать, что органическая составляющая лечебной грязи находится в кристаллическом виде.

Выводы:

1. Определен седиментационным методом гранулометрический состав донных отложений озера Учум. Около 48% мелких частиц обладают хорошим лечебным эффектом, так как имеют размеры менее 0,025 мм.
2. Получены (на РЭМ) электронномикроскопические снимки поверхности образцов сапропеля. Структура поверхности – ячеистая. Макропоры образованы минеральными скелетами остатков водной растительности и микроорганизмов.
3. Данные химического анализа минеральной составляющей сапропеля согласуются с литературными данными по составу иловых сапропелей.
4. Проведен химический анализ воды озера Учум различными методами на катионы и анионы. Установлена химическая формула воды. Вода щелочная, сульфатно-хлоридно натриевая.

5. Методами РФА и синхронным термическим анализом установлен химический состав донных отложений: оксид кремния (SiO_2); $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ —доломит; анартит - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$; органическая составляющая.

Список литературы

1. Курортно-рекреационный потенциал Западной Сибири./Под редакцией Левитского Е.Ф., Адипова Б.Б.- Томск, 2002.
2. Гурленя А.М., Багель Г.Е, Физиотерапия и курортология нервных болезней. Минск, Изд-во «Высшая школа», 1989.

СТРУКТУИРОВАНИЕ ВОДЫ

Осипова Я.Ю., Челябинова Л.А.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №196», г. Северск

Вода, обладающая необычными свойствами, используется во многих сферах деятельности. Например, как замедлитель или теплоноситель на АЭС. С увеличением потребления воды все более актуальны исследования разбавленных водных систем. Цель исследования – изучение кластерной структуры воды и разбавленных водных систем.

Из-за водородных связей жидкая вода содержит множество структурных элементов – кластеров. Воду с их высоким содержанием, обладающую повышенным сродством к маслам и жирам, можно получить обработкой воды, имеющей электропроводность 0,09 мкСм/см, магнитным и электрическим полями, облучением потоками высокочастотного, инфракрасного и лазерного излучений. Известен метод синтеза кластеров из 5-8 молекул воды путем контактирования с силикатной поверхностью [1].

Установлено существование гигантских гетерофазных кластеров воды (ГГКВ), имеющих размеры 3,5-30 мкм (1010-1013 молекул воды) [2]. Изучалось влияние температуры в интервале 20-40°C на ГГКВ дистиллята, омагниченной воды и 0,01 М растворов хлоридов Li, Na, K, Ru. Концентрация кластеров с размерами от 2 до 40 мкм снижается по мере повышения температуры раствора. Крупные кластеры воды (размером более 30 мкм) исчезают при нагревании свыше 30°C [3].

Показано, что молекулы воды сцепляются в полиассоциаты, образуя объемные фигуры правильной формы, из 16 таких супермолекул получается один структурный элемент, напоминающий льдинку. Из таких элементов на 80% состоит химически чистая вода, 15% представляют полиассоциаты-супермолекулы, и только 3% – отдельные молекулы H₂O.

С помощью ПК рассчитаны структуры и энергии кластеров (H₂O)_n ≤10. Показано, что наиболее стабильным является (H₂O)₅ с кольцевой структурой, в которой один атом H каждой молекулы участвует в формировании водородной связи.

Установлено, что при концентрации менее 0,3 моль/л в водных растворах солей одновременно присутствуют две структуры – слабо взаимодействующие между собой ионные атмосферы и водная матрица [4]. По мере увеличения концентрации соли структура раствора превращается в плотную упаковку из ионных атмосфер.

Для доказательства наличия в воде кластеров использовались экспериментальные методы комбинационного рассеяния, инфракрасной спектроскопии. Величина и вид зависимости *формы спектров от температуры* для чистой воды и растворов резко отличаются. Ионы разрушают кластеры, образующиеся в чистой воде. При низких температурах деструктивное влияние ионов сильнее. Концентрация динамических кластеров имеет максимум при температурах 30-40°C.

Вывод: при разработке методов получения воды с малым содержанием примесей необходимо учитывать наличие кластеров.

Список литературы:

1. Sermon P.A.//J. Chem. Soc. Faraday Trans.–1980.–76.–№8.–P.885-888.
2. Гончарук В.В., Орехова Е.А., Маляренко В.В.//Влияние температуры на кластеры воды//Химия и технология воды, 2008,т.30,№2.–С.150-159.
3. Смирнов А.Н., Лапшин В.Б., Балышев А.Б. и др.//ХТВ.–2005.–27,№ 2.–С.111-137.
4. Потапов А.А. Ориентационная поляризация. Поиск оптимальных моделей. Новосибирск: Наука,2000.–С.335.

ОПЕРАЦИЯ УТИЛИЗАЦИЯ

Ефимова А.К., Избышева Г.С., Беликова С.Н.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №198», г. Северск

Защита окружающей среды не должна быть для школьников чем-то абстрактным. Мы должны заботиться о чистоте нашей планеты, чтобы будущее поколение жила в благоприятных условиях.

Одной из проблем современности в области экологии является проблема утилизации батареек, которые сегодня стали таким привычным предметом нашего ежедневного пользования. Защита окружающей среды от продуктов распада батареек, когда батарейки просто выкидываются, а не утилизируются надлежащим образом, очень важна на сегодняшний момент.

Батарейка – обиходное название химического источника тока для питания разнообразных устройств. Эта продукция обеспечивает работу огромного количества устройств – нашего будильника, телефона, MP3-плеера, пульта дистанционного управления и многое другое.

Такие известные компании, как Energizer, Duracell и другие производят ежегодно свыше 12 миллиардов батареек.

В конструкции батареек используются металлы, как свинец, кадмий, литий, ртуть, цинк, марганец.

Батарейки опасны по следующим причинам:

- содержащиеся металлы внутри батареек токсичны;
- отдельные виды батареек способны к самовзрыванию;
- при механическом повреждении элементов питания возможна утечка опасных веществ.

Отработавшие свой срок батарейки мы выбрасываем, как и любой другой хлам, в общий мусор.

После выбрасывания батарейки, их металлическое покрытие (корпус) разрушается, и тяжелые металлы могут попасть в почву и грунтовые воды. Из грунтовых вод эти металлы могут попасть в реки и озера или в артезианские воды, используемые для питьевого водоснабжения. Накопление этих веществ сначала в почве, грунтовых водах и затем в теле человека могут быть опасными для здоровья.

А если её сожгут на мусоросжигательном заводе, то все токсичные металлы, в ней содержащиеся, попадут в атмосферу.

Хранить батарейки дома также не рекомендуется, так как происходит выделение опасных веществ в воздух.

Негативное воздействие на окружающую среду г. Северска оказывает один из факторов, как выброс бытовых отходов.

Вместе с ростом количества отходов растут и площади, занимаемые полигонами твердых бытовых отходов. Важно отметить, что значительная часть ТБО попадает на несанкционированные свалки, количество которых также постоянно растет.

Сортировка отходов на территории ЗАТО Северск практически отсутствует, поэтому огромное количество батареек вместе с общим мусором попадает на городские свалки. В какой-то мере отслеживаются и не размещаются на свалках люминесцентные лампы, аккумуляторы и автомобильные шины.

По данным ООО «Полигон ТБО КБУ» в 2012 г на свалках было размещено 28,7 тыс. тонн отходов производства и потребления различных классов опасности. Среди таких отходов можно выделить отработанные бытовые элементы питания, как батарейки.

В связи с этим, все бытовые элементы питания нуждаются в специальной утилизации.

Как же в нашем городе утилизируют использованные батарейки? Поиск информации об утилизации батареек оказался не таким уж простым: собственно, утилизацией отработанных батареек в г. Северске практически не занимаются.

Остаётся надеяться, что заводы по утилизации отработанных батареек со временем появятся и в нашей стране, и в Томской области. А пока в качестве промежуточной меры у нас существует несколько полигонов, куда свозят отработанные бытовые источники питания и где производится их захоронение, которое, если и не решает всех экологических проблем, то хотя бы надёжно изолирует окружающую среду от токсичных отходов.

Каждый из нас может внести свой вклад в дело уменьшения вреда, наносимого старыми батарейками окружающей среде. Потому и начали с малого – с себя.

Мы решили попробовать организовать сбор использованных батареек у себя в школе, чтобы потом самим сдать их на пункты приёма. С момента начала акции усилиями участников было собрано около 300 штук батареек (это за 3 месяца январь – март).

Мы надеемся, что в государстве эта проблема начнёт решаться на самом высоком уровне и в будущем старые батарейки будут приносить нам пользу, а не вред.

СОЦИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ УЧАЩИХСЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ БАКЧАРСКОГО РАЙОНА ОБ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Щукин Л.В., Щукина Л.Л.

Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение «Поротниковская средняя общеобразовательная школа», Томская область, Бакчарский район, с. Поротниково

В настоящее время в России ведется масштабное строительство новых АЭС. В современных условиях атомная энергетика — один из важнейших секторов экономики России.

Тем не менее, развитие ядерной энергетики во многих странах наталкивается на стойкую неприязнь. Ни одна новая технология не вызывала столь пристального и критического внимания общественности, как ядерная энергетика. На фоне дискуссий вокруг АЭС реальная опасность других способов производства электроэнергии отошла на задний план и, как правило, остается вне сферы внимания общественности. В большей степени это связано с авариями на Чернобыльской АЭС в Украине и АЭС «Фукусима-1» в Японии.

После чернобыльской катастрофы большая работа была проведена по информированию населения, открытости для общественности радиационных последствий работы АЭС и других предприятий атомной отрасли.

Однако сегодня различные организации осознанно ведут многолетнюю деятельность по разжиганию страха среди населения нашей страны в вопросах применения в народном хозяйстве и в обороне атомной энергии и ядерных технологий, стремясь запугать людей, живущих в районах размещения атомных электростанций.

Мы решили проверить, что знают учащиеся Бакчарского района об атомной энергетике.

Цель исследования — изучить информативность учащихся Бакчарского района об атомной энергетике и новых ядерных технологиях.

Задачи:

1. Рассмотреть историю и перспективы развития атомной отрасли в России и в мире.

2. Провести анкетирование среди учащихся и учителей двух школ Бакчарского района.

3. Сделать вывод об информированности учащихся школ об использовании и безопасности атомной энергетике.

4. Создать презентацию «Мифы и реальность атомной энергетике» и показать ее в школах. Предмет исследования - информативность об атомной энергетике.

Объект исследования - учителя, учащиеся 5-11 классов МКОУ «Вавиловская СОШ» и МКОУ «Поротниковская СОШ».

Гипотеза исследования связана с предположением о том, что учащиеся МКОУ «Вавиловская СОШ» и МКОУ «Поротниковская СОШ» не владеют информацией об использовании и безопасности атомной энергетике.

Для проведения исследования была разработана анкета.

В результате анкетирования выяснилось, что большинство учащихся и учителя считают, что будущее за альтернативными источниками энергии. Наиболее популярный ответ – солнечная энергетика. И только 9% учащихся старшего звена и 15% учителей считают перспективным использование энергии атома. Учащиеся и среднего и старшего звена ничего не знают об атомной энергии. Учителя более осведомлены об использовании энергии атома для работы АЭС. Несмотря на то, что учащиеся не имеют знаний по атомной энергетике, большинство считают ее опасной для человечества, как и подавляющее число учителей. Только 16% педагогов считают,

что если соблюдать требования безопасности, то энергию атома можно использовать в мирных целях.

Большинство учащихся и учителей были в городе Северск, но примерно половина учащихся и учителей не знает, почему он является ЗАТО, а вторая половина уверена, что в городе есть действующая АЭС.

Исходя из результатов исследования, можно сделать вывод о том, что опрашиваемые учащиеся не имеют представления об атомной энергетике, хотя живут недалеко от Северска.

Таким образом, наша гипотеза о том, что учащиеся МКОУ «Вавиловская СОШ» и МКОУ «Поротниковская СОШ» не владеют информацией об использовании и безопасности ядерной энергетике подтвердилась. Больше информации владеют учителя, но у них устойчивое мнение об опасности использования ядерной энергии.

На основании результатов нашего исследования, мы решили создать и показать презентацию о развитии ядерной энергетике в России и в мире, а также о городе Северск.

Развитие атомной отрасли без возврата к ней доверия невозможно. Необходимо проводить просветительскую работу среди населения не только в Томске и Северске, но и в районах области.

АЛЬМАНАХ МЕМОРИАЛЬНЫХ ДОСОК ГОРОДА СЕВЕРСКА

Качин В.И., Шамрина И.В.

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Северский лицей», г. Северск

История развития атомной промышленности напрямую связана с образованием и развитием Северска, и, чтобы полностью понять историю атомной энергетики, нужно познакомиться с историей этого замечательного города.

А что лучше отобразит историю Северска, как не мемориальные доски, установленные на его улицах в честь граждан, внёсших особый вклад в историю своего города и в историю атомного проекта?

Мемориальные доски города Северска можно разделить на три группы:

1. Мемориальные доски, установленные в честь воинов-интернационалистов, служащих, участников ВОВ.
2. Мемориальные доски, установленные в честь почётных граждан.
3. Мемориальные доски, установленные в честь работников атомной промышленности.

В процессе работы над проектом был собран альманах мемориальных досок города Северска с биографией граждан, в честь которых установлены эти доски, и был создан сайт с электронной версией альманаха (<http://memdoski.ucoz.ru/>).

МАЛЕНЬКИЙ ВКЛАД В БОЛЬШИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Резниченко Е.В., Буркова Т.Д.

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение Заозерная средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов №16, г. Томск

Ядерные технологии - это технологии работы с излучением. Самый яркий пример в этом секторе – это продукты ядерной медицины, изотопы и изготавливаемые на их базе препараты, техника по диагностике онкологических или кардиологических заболеваний. Другие способы применения радиационных технологий – это системы безопасности, нахождения взрывчатых веществ и оружия. Технологии эти применяются и в экологии – для очистки газов, для стерилизации отходов, в том числе медицинских. Сегодня в мире рынок радиационных технологий совокупно составляет порядка 20-25 миллиардов долларов в год, это достаточно приличный объем, чтобы внутри него шло технологическое развитие и появлялись новые проекты. В России для этого есть задел - в «Сколково» уже ведется работа по нескольким проектам по разным направлениям. Ни одна технология не может существовать сама по себе. Любые технологии двигают неравнодушные, целеустремленные, преданные своему делу люди.

И сегодня хочется обратить ваше внимания на человеческий фактор, как на один из самых существенных и весомых, в любых технологиях и научных тенденциях. Человеческий фактор в науке сравним с ролью личности в истории.

Личность – может оказать значительное влияние на развитие науки, культуры, новых технических решений.

То, что в нашу эпоху – эпоху космическую и компьютерную, эпоху техногенного и информационного общества, эпоху геномной инженерии и качественно нового уровня развития естественных наук вообще, человек является важным звеном, пожалуй, никто не может поспорить.

Говоря о человеческом факторе в развитии ядерных технологий можно обратиться к физикам с мировым признанием, таким как Капица, Алферов, Попов. Но это генералы науки, а, как известно, в армии важен рядовой солдат. Успех дела во многом зависит от него. Все большие дела держатся на скромных людях.

Одним из таких является Иван Павлович Юзубкин - выпускник ТПУ, один из первых студентов вновь образовавшегося полусекретного ФТФ, который благодаря своей целеустремленности в учебе, настойчивости в преодолении трудностей в освоении предметов, ответственности, получил совершенно новую техническую специальность.

- «Никто не знал, какие знания и в каких объемах понадобятся специалистам нового типа. Поэтому их давали, что называется, с запасом. Математику как математикам, химию как химикам, - вспоминал Иван Павлович. - Иногда лекции длились 4-5 часов подряд, изучали спецкурсы за семестр, когда программой предусматривалось изучение в течение 2-3 семестров. Тем не менее, был высокий энтузиазм, и никто не хныкал, грызли дружно гранит науки. Наша группа была одной из лучших или даже самой лучшей в ТПУ. На зачетах и экзаменах все получали только 4 и 5».

Стремление добиваться сути, разбираться в предмете своего труда и нести за него ответственность, приносить пользу своей стране проявилось и на производстве. Трудовая судьба Ивана Павловича забрасывала в далекий и хмурый Ленинград, Сестроречинск, Зеленогорск, Железногорск. Работа его была связана непосредственно с хранением, переработкой, транспортировкой ядерных материалов.

Конечно, Иван Павлович Юзубкин не изобрел новейшие ядерные технологии, но, несомненно, он является носителем позитивной жизненной технологии, на которых строится мирное ядерное будущее.

Таким образом, научно-технический прогресс становится реальностью не сам по себе, а благодаря работникам, которые вносят ежедневный вклад в развитие общества. Именно этот ежедневный труд ориентирует нас на прогресс. Ведь, в конечном счете, человек не только субъект производства, но и его конечная цель. Техническое развитие, ядерные технологии призваны служить человечеству.

КЛАССИКИ ЯДЕРНОЙ СФЕРЫ – «СИБИРСКИЙ ХАН» - К 80-ЛЕТИЮ ГЕННАДИЯ ПЕТРОВИЧА ХАНДОРИНА

Грицкевич А.В., Латыпова Д.А., Рыбина Л.Н.

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 84», г. Северск

Наш проект называется «Классики ядерной сферы». Он посвящён одному из самых выдающихся деятелей нашего Сибирского Химического Комбината - Геннадию Петровичу Хандорину.

Когда мы приняли решение участвовать в конкурсе, перед нами, как и перед всеми участниками, встал вопрос о выборе темы, которая бы нас заинтересовала.

Мы проанализировали работы прошлых лет, и удивилась одному факту: в конкурсе огромное количество работ, посвящённых различным технологиям, проблемам, аспектам ядерной сферы и всего пять рефератов, посвящённых конкретным людям, которые разрабатывают эти технологии и решают эти проблемы. Именно поэтому свою работу мы решили посвятить человеку, который всю свою жизнь отдал служению атомной отрасли и родному СХК.

Личность Геннадия Петровича привлекла наше внимание ещё по одной причине. Когда мы ознакомилась с его биографией, то испытали чувство лёгкой зависти. Когда видишь все вершины, которые сумел покорить этот необыкновенный человек, то невольно кажется, что перед нами «баловень судьбы», которому всегда и везде очень везло. Он стал генеральным директором крупнейшего в мире ядерного предприятия; он достиг больших высот в науке, став доктором наук и профессором; он был избран в Городскую Думу подавляющим числом голосов избирателей.

В чём секрет такой яркой и насыщенной жизни? Может, действительно, дело только в фатальном везении, а может быть есть ещё какой-нибудь секрет? Ответу на этот вопрос и посвящается наша работа.

Трудно себе представить, что Геннадий Петрович, человек, возглавлявший крупнейшее в России атомное предприятие - Сибирский химический комбинат - и сумевший вывести его на новый уровень в самое сложное для российской промышленности десятилетие, человек верит в судьбу. Тем не менее, в нашем разговоре с Геннадием Петровичем Хандориным, слово «судьба» звучало неоднократно. Геннадий Петрович убежден, что именно рука судьбы направляла его по жизни, и даже в том, что он стал атомщиком, «виновата» только она - судьба.

Научное издание

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ АТОМЩИКОВ СИБИРИ

Сборник тезисов докладов

Издано в авторской редакции

Компьютерная верстка и оформление Д.С.Заплаткина

Подписано к печати _____.2013. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл. печ. л. 9,01. Уч.-изд. л. 8,16.
Заказ ____-___. Тираж 200 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru

