

Российская академия наук. Сибирское отделение
Государственная публичная научно-техническая библиотека
Институт водных и экологических проблем

Серия "Экология"
Издается с 1989 г.
Выпуск 45

**РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ:
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И УПРАВЛЕНИЕ**

Библиографический обзор

Часть 1. Общие вопросы обработки
радиоактивных отходов

Новосибирск, 1997

ББК Л362.09я1 + я19:Л36

Радиоактивные отходы: экологические проблемы и управление =
Radioactive wastes: environmental problems and management: Библиогр.
обзор: В 3 ч.; Ч. 1. Общие вопросы обработки радиоактивных отходов /
СО РАН. ГПНТБ, Ин-т вод. и экол. проблем. В.И. Булатов, Т.А. Калюжная,
Л.И. Кузубова, О.Л. Лаврик. - Новосибирск, 1997. - 106 с. - (Сер. "Эко-
логия". Вып. 45).

Данный библиографический обзор посвящен актуальнейшей проблеме и освещает экологические аспекты обращения с радиоактивными отходами (РАО), а также вопросы управления ими от сбора до захоронения. Обзор содержит отечественную и зарубежную литературу за период 1987 - 1996 гг.

Материал расположен по тематическим разделам в соответствии с полным технологическим циклом: "от колыбели до могилы". Каждый из них включает монографии, обзоры, справочники, проблемные и дискуссионные материалы, стандарты, патенты, материалы трудов международных организаций, институтов, конференций, съездов. В качестве источников были использованы базы данных "Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов" и "Current Content" за 1991 - 1994 гг., РЖ "Энергетика", "Технологические аспекты охраны окружающей среды".

Обзор снабжен авторским, географическим указателями, а также указателем коллективных авторов. Составители надеются, что эта информация окажется полезной для специалистов атомной энергетики и оборонной промышленности, занимающихся вопросами хранения, переработки, транспортировки и захоронения РАО, медиков, экологов и организаций с контролирующими функциями.

The bibliographic review is devoted to one of most actual problems in environment protection - radioactive wastes - and presents home and foreign literature (1991 - 1994) on environmental aspects of radioactive wastes treatment, as well as the problems of their management "from cradle to grave". The information is systematized according to technological cycle and represent monographs; reviews; reference books; main publications in periodicals, proceedings of international organizations, home institutions, conferences and congresses; as well as main standarts and patents. As information sources use was made of data bases "Environment protection and restoration of natural resources", "Current content", reference journals "Energetics", "Technological aspects of environment protection" as well as vast funds of our Library.

The review is supplied by author's, collective author's and geographical indexes.

The compilers do hope that this review will be useful for specialists of nuclear energetics, defensive industry, those dealing with radioactive waste transportation, storage, treatment and utilization, ecologists and decision-makers.

Ответственный редактор д.г.н. В.И. Булатов

Обзор подготовлен к печати Н.И. Коноваловой

ISBN 5-7623-1084-1

© Государственная публичная
научно-техническая библиотека
Сибирского отделения
Российской академии наук
(ГПНТБ СО РАН), 1997

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С РАО И РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ	8
1.1. Монографии, обзоры, доклады	8
1.2. Справочники, учебники, библиографические указатели.....	14
1.3. Материалы конференций	16
2. РАО: КЛАССИФИКАЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ, ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ, ПДК, ПДС	26
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ОБРАЩЕНИЯ РАО	34
3.1. Сбор и хранение	37
3.2. Обращение с РАО. Переработка и дезактивация	41
3.3. Кондиционирование и упаковка, виды упаковки. Дезактивация и снятие ядерных установок с эксплуатации, защитные меры.....	76
3.4. Удаление, транспортировка и трансграничные перевозки	87
3.4.1. Морским транспортом	94
3.4.2. Наземным транспортом	95
3.4.2.1. Железнодорожным транспортом.....	97
3.5. Утилизация и обработка на ядерных установках (трансмутация)	97

ВВЕДЕНИЕ

Одним из долгосрочных и опасных последствий ядерных программ является накопление все возрастающих объемов разнообразных по физическому состоянию, составу и активности радиоактивных отходов (РАО). Если на заре атомной эры никто всерьез не думал о долгосрочных последствиях развития ядерно-промышленного комплекса, то на пороге третьего тысячелетия, после 40 лет заверений о технической не сложности решаемости проблемы РАО, можно констатировать: XX век действительно стал "атомным". Развитие ядерно- и радиационно опасных производств по наработке и выделению делящихся материалов для военных целей, испытания ядерного оружия и развитие мирной атомной энергетики привели к значительному радиоактивному загрязнению природной среды в различных регионах планеты. Огромный вклад в это загрязнение внесли радиационные аварии и прежде всего Чернобыльская, с момента которой прошло 11 лет.

Упомянем и о другой, связанной с РАО, проблеме. Многочисленные медико-биологические исследования, проведенные в регионах, подвергшихся радиоактивному загрязнению, однозначно говорят об отрицательном влиянии радиации, в том числе малых доз, растянутых во времени, как на генетический аппарат наследственных (половых) и соматических клеток (клеток тела), так и иммунную систему организма в целом, что приводит к генетическим изменениям в потомстве, наследственным, раковым заболеваниям и общему ухудшению здоровья населения, увеличению числа и тяжести общих заболеваний, не связанных с радиацией напрямую.

Говоря о РАО, нельзя не затронуть проблему обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ), пути решения которой требуют особого внимания. С ним тесно связано расширенное развитие ядерной энергетики в ее современном "грязном" варианте, распространение ядерного оружия и накопление дополнительных огромных объемов РАО. Еще 50 лет назад этих проблем не существовало, а в конце XX века от их решения во многом зависит судьба планеты.

ОЯТ составляет весомую и неразделимую часть в триаде "ОЯТ - плутоний - РАО". Это продукт мирового ядерно-промышленного комплекса, куда только по линии АЭС входят 430 действующих, 85 остановленных и 55 строящихся блоков, 20 огромных остановленных, функционирующих и строящихся радиохимических комбинатов. Его научная, производственная и испытательная инфраструктура включает сотни объектов, тысячи мест хранения и захоронения отходов.

Печальное лидерство у России. Объем РАО 880 млн м³ активностью 8,5 млрд Ки, мест размещения более 1000. ОЯТ накоплено 8700 т с активностью

4,65 млрд Ки, мест размещения около 100. Чтобы представить ситуацию в мире, следует эти показатели увеличить в 4 - 5 раз. Пролонгируя сложившуюся ситуацию в XXI век с учетом роста объемов РАО, ОЯТ и не утилизируемого плутония, можно оценить ее как возрастающе опасную практически при любых предлагаемых сценариях действий.

Экспоненциальный рост объемов и активности РАО известен. Что касается ОЯТ, то в мире его уже накоплено около 250 тыс. т и ежегодно добавляется еще 10 тыс. т. Давшие 6 тыс. т ОЯТ и 30 т плутония реакторы РБМК к концу срока эксплуатации добавят еще 35 тыс. т ОЯТ и 175 т плутония. По экспертным оценкам к 2000 г. плутония в мире накопится более 1200 т. Совершенно парадоксальным является тот факт, что при официальном прекращении производства плутония в военных целях его наработка при реализации гражданских программ беспрецедентно расширяется.

Следует обратить внимание на следующее:

1. ОЯТ создает глобальные экологические проблемы более сложные, чем РАО. Поэтому перевод ОЯТ в категорию РАО предпочтителен.

2. С ОЯТ неразрывно связана проблема плутония, создающего угрозу безопасности биосфере и населению, ядерного терроризма, крупных экономических потерь, в т. ч. при разборке ядерных зарядов и хранении.

3. Вопреки утверждению о перспективности плутония как ядерного топлива будущего он предстает скорее как "смертоносное золото ядерного века". Это определение из одной американской книги говорит само за себя.

Темпы развития атомной энергетики замедлились не только по причине технологических сложностей и аварийности объектов. По относительной величине производимых отходов современные АЭС являются непревзойденными рекордсменами - 99,999% (сжигается только 5 кг из 180 т загружаемого топлива). Предстоящий вывод из эксплуатации сотен энергоблоков с ядерными реакторами в связи с выработкой их ресурса приведет, в дополнение к существующему, образованию еще 1 млн т РАО, т. е. 75% их объема приходится на момент остановки реактора. Следует помнить и о том, что до 90% затрат при выводе АЭС из эксплуатации приходится на дезактивацию, хранение и захоронение РАО. А ведь есть еще отходы исследовательских реакторов, изотопные источники, и радиационно опасные материалы используют многие отрасли хозяйства и медицина.

Приведем несколько примеров, показывающих сложность проблем, связанных с ОЯТ, РАО и плутонием.

1. В течение 1991 - 1994 гг. на производственном объединении "Маяк" переработка ОЯТ из Венгрии, Финляндии, Болгарии, Германии (ГДР), Ирана и Украины привела к сбросу в оз. Карачай, остекловыванию и хранению в виде пульп жидких РАО в специальных хранилищах отходов активностью около 55 млн Ки. Планы возвращения этих отходов назад отсутствуют, а сброс РАО в открытые водоемы вообще нарушает законодательство Российской Федерации.

2. Япония, страна с очень "амбициозной" плутониевой программой, на практике столкнулась с такими техническими сложностями, что с учетом экономических, экологических и политических трудностей ставится вопрос

не только об отказе от этой программы, но и пересмотре Долгосрочной программы по ядерной энергетике в целом.

3. Проект Юкка-Маунтин - сооружение первого в США постоянного захоронения ядерных отходов высокого уровня активности - именно с ним связывалось решение проблемы хранения 50 тыс. т РАО. Истрчено более 4,7 млрд долларов. А практический вывод на сегодня таков: гора Юкка непригодна для размещения ядерных отходов высокого уровня радиоактивности и шансы Департамента энергетике на получение лицензии на строительство хранилища очень невысоки.

4. Мировое сообщество в 1996 г. приветствовало подписание Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. А в России в обстановке секретности идет разработка проекта использования подземных ядерных взрывов для уничтожения РАО и ОЯТ кораблей ВМФ на полигоне Новая Земля, представляющих чрезвычайную радиационную опасность для обширных районов России и сопредельных стран (Известия, 6 мая 1997 г.).

Не случайно высказывание о том, что проблема РАО - центральная и болезненная для атомной энергетике - способна поставить под вопрос само ее развитие. Приведенные примеры показывают, что необходимо критическое осмысление всех имеющихся данных и материалов. Кроме того, в существующих построениях по "устойчивому развитию", глобальных экологических моделях не учитывается рост радиоактивной загрузки биосферы, его глобальные и региональные следствия. Представляемый вниманию читателей обзор призван привлечь внимание к этим актуальным проблемам.

Данный библиографический обзор состоит из трех частей, издаваемых отдельно. В первой части представлен материал по общим вопросам радиоактивных отходов - классификация, характеристика, первоначальные технологические этапы их обработки (сбор, хранение, переработка, кондиционирование, упаковка и транспортировка), а также основные монографии и справочные издания. Во второй части систематизирована литература по вопросам утилизации, хранения и захоронения РАО. В третьей части собраны информация по экологическим проблемам РАО, правовым и экономическим вопросам обращения с радиоактивными отходами, общественному мнению, мониторингу, а также опыту управления РАО в различных странах.

В качестве источников информации были использованы: БД "Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов" 1987-1994 гг., БД "Science Citation Index" 1991-1995, библиографический указатель литературы ИНИОН "Государство и право" 1987-1995, реферативные журналы ВИНТИ "Энергетика" и "Атомная энергетика" за 1987-1996 гг., "Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов" 1995-1996 гг., Cumulative Book Index 1986-1990 гг., а также текущие книжные и журнальные поступления в фонд ГПНТБ СО РАН.

Хронологические рамки материала - 1987-1996 г.

Обзор охватывает около 2000 публикаций. Это книги, справочники, статьи из тематических сборников, периодических и продолжающихся изданий на русском и иностранных языках.

В обзоре использованы следующие сокращения:

АЭ - атомная энергия

АЭС - атомная электростанция

БД - база данных

ВАО - радиоактивные отходы высокой активности

ВПК - военно-промышленный комплекс

ВТ - вычислительная техника

ГВ - грунтовые воды

ЕЭС - Европейское экономическое сообщество

ИК - инфракрасное

МАГАТЭ - Международное агентство по атомной энергии

НАО - радиоактивные отходы низкой активности

ООС - охрана окружающей среды

ОС - окружающая среда

ОЭСР - Организация экономического сотрудничества и развития

ОЯТ - отработавшее ядерное топливо

ПАУ - полиароматические углеводороды

ПВХ - поливинилхлорид

ПДК - предельно допустимая концентрация

ПДС - предельно допустимый сброс

РАО - радиоактивные отходы

РБМК - реактор большой мощности канальный

РВ - радиоактивное вещество

РЗ - радиоактивное заражение

РЗМ - редкоземельный металл

РЗЭ - редкоземельный элемент

РИ - радиоактивное излучение

САО - радиоактивные отходы средней активности

твэл - топливный выгоревший элемент

ТЦ - топливный цикл

ТЭС - теплоэлектростанция

ЧАЭС - Чернобыльская АЭС

ЭПА - Агентство по охране окружающей среды

ЭПР - электронный парамагнитный резонанс

ЯО - ядерное оружие

ЯР - ядерный реактор

ЯТ - ядерное топливо

ЯТЦ - ядерный топливный цикл

DOE - Министерство энергетики США

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С РАО И РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

1.1. Монографии, обзоры, доклады

1984 - 1989

1. *Охрана* окружающей среды при обезвреживании радиоактивных отходов / И.А. Соболев, И.П. Коренков, Л.М. Хомчик и др. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 167 с.

Приведены характеристики основ. путей поступления радионуклидов в ОС при сборе, удалении и обезвреживании РАО низкой и сред. активности. Даны инж.-техн. решения по ООС. Впервые рассматриваются вопр. риска обращения с РАО в зависимости от методов их переработки и окончат. захоронения. Уделено внимание орг-ции радиац. контроля и выбору оптим. методов контроля на всех этапах обращения с РАО, с исполыз. ср-в ВТ.

радиоактивные отходы; сбор; обезвреживание; переработка; методы; захоронение; радиационный контроль; ЭВМ; СССР

2. *Aspects radiologiques a long terme de la gestion des dechets resultant de l'extraction et du traitement de l'uranium. Rapp. experts AEN* = Проблемы радиационной защиты при захоронении радиоактивных отходов. - Paris: OCDE, 1984. - 113 p.

Публикуется докл. Агентства по ядер. энергии при ОЭСР, посвящ. вопр. обеспечения безопасности в ядер. энергетике и ее дальнейшему развитию. Рассматриваются пробл. долговрем. захоронения отходов урана, перспективы развития ср-в радиац. защиты, методы переработки урановых руд, хранения и удаления отходов, даются рекомендации по совершенствованию методов и техники для контроля за местами захоронения указ. отходов. Описывается методика разработки мероприятий по обеспечению надежности и эффективности радиац. защиты.

уран; радиоактивные отходы; удаление; экологические проблемы; радиационная защита, ОЭСР

3. *Krauskopf K.B. Radioactive waste disposal and geology* = Удаление радиоактивных отходов и геология. - London, etc: Chapman and Hall, 1988. - 145 p. - (Top. Earth Sci.; Vol. 1)

Основ. вопр. моногр.: ВАО с точки зрения их кол-ва и состава, хранения, захоронения и изоляции; альтернатив. способы захоронения, требования при захоронении в геол. формациях, конструктив. и геол. барьеры, возможность последующего извлечения; моделирование высвобождения радионуклидов с учетом растворимости и сорбции; процессы при долгосроч. захоронении РАО, в т. ч. условия начального окисления, воздействие нагрева и облучения, геол. и метеорол. воздействия, отказы оборудования, вмешательство человека и т. д.; геол. условия в местах расположения могильников на примере кристал. пород в Швеции, соляных пластов в шт. Техас и отложений туфа в шт. Невада США; вариант захоронения под дном океана; захоронение РАО, не являющихся высокоактив. (РАО низкой активности, хвосты ураноперерабатывающих пр-в, трансурановые РАО); правовые и полит. аспекты захоронения РАО. В предисл. подчеркнут дискус. характер выдвинутых положений.

4. *Roberts L.E.J.* Radwaste, spectre or symbol = Радиоактивные отходы - миф или угроза // Proc. Roy. Inst. Gr. Brit. - Northwood, 1987. - Vol. 59. - P. 259-277.

Рассматриваются соц., физиол. и техн. пробл., связан. с образованием и удалением различ. видов РАО. Описываются принципы и практика защиты от РИ; дается понятие допустимой радиац. дозы; перечисляются природ. и искусств. ист. ионизир. излучения. Анализируются основ. методы переработки и захоронения РАО, отличающихся уровнем радиации и периодом полураспада составляющих их элементов. Подчеркивается, что контейнеры, содержащие РАО с периодом полураспада, равном сотням лет, помещаются, как правило, на глубину не менее 500 м для того, чтобы избежать выбросов в результате эрозии почвы и др. геол. изменений. Обсуждаются мероприятия по обеспечению требуемой полит. поддержки гос. учреждениями. Необходимо дальнейшее согласование действий между представителями ядер. пром-сти и правительства. Полемика вокруг РАО связана прежде всего с дефицитом объектив. информ. населения о реальном положении дел в ядер. пром-сти, об основ. направлениях работ в этой обл., стандартах безопасности и с крайне недостаточ. пониманием большинством населения науч. фактов.

радиоактивные отходы; захоронение; защитные меры; гласность; информация

1990

5. *Chenevier F., Lopez G.A.* Overview of waste management = Обращение с радиоактивными отходами // ENC'90: ENS/ANS-Foratom Conf. Transact., Lyon, 23 - 28 Sept., 1990. - Köln, 1990. - Vol. 1. - P. 415-423.

Дан обзор состояния и перспектив решения пробл. обращения с РАО в ряде стран мира. Отмечена глобальность пробл. и необходимость выработки единого подхода к ее решению, predeterminedого общностью специфики аспектов, как-то: относительно малая доза РАО в объеме пром. отходов (~ 0,5%) допускает маневр во времени на поиск оптим. решения за счет врем. хранения РАО, доминирование соц.-полит. аспектов над техн., необходи-

мость централизации деятельности в регион. и межгосударств. масштабах. Рассмотрены особенности подхода к решению пробл. и сложившаяся в различ. странах практика обращения с РАО различ. уровня активности. Отмечена незавершенность концептуальных решений в отношении ВАО и ОЯТ. Представлен перечень действующих и запланир. мероприятий и врем. хранилищ ряда стран с развитой атом. отраслью.

6. *Formation, Handling, storage, and disposal of nuclear wastes* = Обращение с радиоактивными отходами, США // J. Geol. Educ. - 1990. - Vol. 38, N 5. - P. 380-392.

Обзор. Изложены основ. сведения об атом. энергетике, начиная с ее физ. основ и концепции использ. энергии атома в мирных целях. Значит. часть обзора посвящена обсуждению пробл. РАО и подходов к ее решению.

7. *Zhy J.L., Chan C.Y. Radioactive waste management: world overview* = Обзор мировой практики обращения с радиоактивными отходами // Energy Dig. - 1990. - Vol. 19, N 2. - P. 6-13.

8. *Zorpette G., Stix G. Nuclear waste: the challenge is global* = Ядерные отходы: глобальные изменения // IEEE Spectrum. - 1990. - Vol. 27, N 7. - P. 18-24, 48.

В обзоре описывается ситуация в мире с переработкой РАО АЭС и воен. пром-сти. Всего на располагающихся в 30 странах АЭС вырабатывается 1/6 часть от производимой в мире электроэнергии (в эксплуатации находится 530 атом. реакторов и 96 строятся). В течение 1989 г. только коммерч. АЭС было произведено 370 тыс. м³ НАО, 26,4 САО и 3,4 тыс. м³ ВАО (к 1995 г. будет произведено 3,8 тыс. м³ ВАО). Приведены данные о кол-ве и производительности действующих ЯР, методах и законодат. регулировании переработки и захоронения образующихся РАО в Канаде, Франции, ФРГ, Японии, Испании, Швеции, Швейцарии, Великобритании и СССР. Подчеркивается повсеместное отсутствие прогресса в удалении долгоживущих и ВАО и приводятся данные о будущих перспективах стр-ва новых полигонов для их захоронения.

радиоактивные отходы; АЭС, военная промышленность; переработка, захоронение; полигоны; Мир; Канада, Франция, ФРГ, Япония, Испания, Швеция, Швейцария, Великобритания и СССР

1991

9. *Радиоактивные отходы: Основные проблемы и пути их решения: Обзор* / В.М. Малышев, Л.И. Мартыновченко, В.И. Федин и др. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М.: ВИНТИ, 1991. - Вып. 12. - С. 1-30.

В обзоре приведены основ. пробл. по хранению, переработке, утилизации и захоронению РАО. Представлены классиф. их и основ. ист. образования.

МАГАТЭ; АЭС; страны мира; радиоактивные отходы высокой, средней и низкой активности; утилизация; захоронение; источники образования

10. *Lin K.H.* An overview of radioactive waste management technology development: current status and trends = Обзор современного состояния и перспектив разработок в области обращения с радиоактивными отходами (США) // *J. Environ. Sci. and Health. A.* - 1991. - Vol. 26, N 3. - P. 373-393.

Обзором охвачены вопр., касающиеся пробл. РАО различ. уровней активности и происхождения, включая ОЯТ и РАО воен. пром-сти, составляющие до 95% от объема всех ВАО. Приведена принятая в США классиф. РАО и дана краткая характеристика основ. технологий их обработки и кондиционирования. Обсуждены возмож. направления разработок в этой обл. с учетом многолет. практики обращения с РАО.

11. *RWMAC* questions policies for disposing of intermediate and high level wastes = Рекомендации RWMAC по захоронению радиоактивных отходов, Великобритания // *Atom (London).* - 1991. - N 409. - P. 2.

Кратко изложено содерж. ежегод. обзора независимого консультатив. комитета RWMAC (Великобритания) по пробл. обращения с ОЯТ и захоронения РАО. При обсуждении подходов к выбору стратегии в отношении магноксового и оксид. ЯТ предпочтение отдано упреждающей переработке ОЯТ AGR, находящегося в бассейне выдержки. При этом допускается частич. привлечение мощностей з-да THORP. При рассмотрении пробл. захоронения САО высказано беспокойство по поводу чересчур замедлен. темпов реализации прогр. фирмы Nirex, ставящих под сомнение реальность намерен. срока сооружения подзем. могильника (2005 г.). В связи с этим рекомендовано перестраховаться путем сооружения назем. промежуточ. хранилищ. Даны рекомендации по продлению срока службы могильника HAO Drigg без сооружения его 2-й очереди (более глубокая экскавация траншей, совершенствование технологии компактирования РАО, более высокое штабелевание контейнеров с РАО). Кроме того, перечислены след. вопр., отражен. в обзоре: обоснованность изучения природ. аналогов захоронения РАО (Loch Lomong - Великобритания, Pocos de Caldas - Бразилия), пробл. обращения с РАО на сугубо неядер. предприятиях, прогнозирование объемов РАО, обзор прогр. НИОКР и их норматив. обеспечения, процедуры обеспечения гарантий кач-ва.

12. *Thomson B.M.* Radioactive-wastes = Радиоактивные отходы // *Research J. water pollution control federation.* - 1991. - Vol. 63, N 4. - P. 510-518.

13. *Tsoufanidis N., Cochran R.G.* Radioactive waste management = Обращение с радиоактивными отходами (США) // *Nucl. Technol.* - 1991. - Vol. 93, N 3. - P. 263-304.

Представлен обзор состояния и перспектив решения пробл. безопас. обращения с РАО и ОЯТ. При подготовке и составлении обзора использован материал многочисл. публикаций, охватывающих практически все аспекты пробл., включая вопр., связан. с прекращением эксплуатации ядер. объектов.

14. *Galperin A.* Nuclear energy, nuclear waste = Ядерная энергия, ядерные отходы // Chelsea House, 1992.

15. *Nuclear Waste* = Радиоактивные отходы // J. Nucl. Mater. - 1992. - Vol. 190. - P. I-XI, 1-342.

Спец. вып. журн. целиком посвящен РАО и содержит 5 разд.: ОЯТ, остекл. РАО, Synroc, цементир. формы РАО, конструкц. материалы, - в к-рых помещены след. ст. (27): I - коррозия и выщелачивание ОЯТ, прогнозирование скорости выщелачивания UO_2 , окисление ОЯТ на воздухе при тем-рах 175-195°C, стат. и динам. эксперименты по выщелачиванию SIMFUEL в окисл. среде, эксперименты по выщелачиванию SIMFUEL ГВ в контакте с гранит. породами, окисление UO_2 продуктами радиолиза воды, поведение продуктов деления и актинидов ОЯТ CANDU в вод. р-рах при умерен. тем-рах, окисление UO_2 в воде при наличии облучения, унос урана и образование вторич. фазы при ненасыщ. выщелачивании UO_2 при 90°C, структур. ф-ла уранинита, коррозия уранинита в восстановит. среде, изменения урановых минералов в месторождении Коопгарра (Австралия); II - ме-ханист. модель выщелачивания остекл. отходов; прогнозирование поведения остекл. отходов в ненасыщ. среде, сравн. испытания 4 модификаций боросиликат. стекла на выщелачиваемость для оценки влияния Al, Ca и Fe на образование и тип вторич. фаз, обработка технологии нанесения поверхност. слоя остекл. отходов, диффузии воды в тектитах - природ. аналог выщелачивания остекл. отходов; III - выщелачивание Synroc, исслед. св-в $CaZrTiO_7$ при высоких тем-рах, эксперим. значения коэф. теплового расширения цирко-цирколита и перовскита, электрон. микроскопия колумбита; IV - термодинам. модель цементирования РАО; V - моделирование коррозии контейнеров с использ. модифицир. log-диаграмм активности металлов.

16. *Козлова И.Н.* Воздействие антропогенных изменений окружающей среды на здоровье и социально-трудовой потенциал населения. Проблема обращения с радиоактивными отходами - новая глобальная проблема человечества // Пробл. окруж. среды и природ. ресурсов: Обзор. информ. / ВИНТИ. - 1993. - N 2. - P. 73-90.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных

17. *Переработка* ядерного топлива, хранение и использование энергетического и оружейного плутония: Международный семинар. - М.: Аллегро пресс, 1993. - 146 с.

18. *Gillon L.* Les déchets nucléaires = Ядерные отходы // Rev. Quest. Sci. - 1993. - Vol. 164, N 1. - P. 3-48.

Описывается РИ, его интенсивность, период полураспада, структура ато-

ма и изотопы. Объясняется взаимодействие РИ с ОС, его природ. и антропог. (атом. реакторы) ист., защита от него. Оцениваются результаты аварий атом. реакторов в США и Чернобыле. Освещается образование ядер. отходов, начиная с добычи атом. сырья и кончая исполъз. в атом. реакторах, госпиталях и лаб., оцениваются подоб. отходы, указывается их возмож. кол-во, в частности, во Франции и Бельгии. Перечисляются гос. орг-ции в Европе и США, ведающие исполъз. атом. сырья, АЭ, требования к перевозке и хранению ядер. отходов, их возмож. переработка. Утверждается, что надлежащая переработка с захоронением РАО в мощ. слоях глины, гранитов или кам. соли безопасна и является неизбеж. и надеж. решением пробл. удаления ядер. отходов.

1994

19. *Кузнецов В.М.* "Государственная" радиация. - М., 1994. - 64 с.

20. *Ядерно-энергетический комплекс стран бывшего Союза: Аналит. обзор.* - М.: Ядер. о-во, 1994. - 106 с.

21. *Status of technology for volume reduction and treatment of low and intermediate level solid radioactive waste = Обработка низко- и среднеактивных отходов // Techn. Rep. Ser. / IAEA.* - 1994. - N 360. - P. 1-95.

Представлен обзор соврем. ср-в и методов обработки НАО и САО АЭС, предприятий цикла ЯТ и орг-ций, применяющих радиоактив. изотопы в каче ист. ионизир. излучения в установках различ. назначения. Обзор составлен на базе информ., поступающей в МАГАТЭ в рамках деятельности агентства, и содержит 11 разд.: введение, цели и задачи обработки РАО, ист. и классиф. РАО, механ. обработки РАО, терм. способы обработки РАО, плавление и спекание РАО, хим., биол. и фотохим. обработка РАО, дезактивация оборудования и компонентов, кондиционирование продуктов обработки РАО, обработка вторич. РАО.

1995

22. *Конухин В.П., Комлев В.Н.* Ядерные технологии и экосфера. - Апатиты, 1995. - 340 с.

23. *Лазарев Л.Н.* Переработка ядерного топлива - решение проблемы экологически безопасного функционирования ядерной энергетики // Бюл. Центра обществ. информ. по атом. энергии. - 1995. - N 3-4. - С. 25-27.

24. *Макхиджани А., Макхиджани З.* Ядерные материалы сквозь тусклое стекло. Технические и политические аспекты утилизации плутония и высокообогащенного урана. - IEER PRESS, 1995. - 131 с.

25. *Радиоэкологическая безопасность современной цивилизации: социокультурные подходы, информационные технологии, экономические структуры.* - М.: Эномар, 1995. - 140 с.

26. *King G.P.* Science, Society, and US Nuclear Waste = Наука, общество и радиоактивные отходы в США // *Adv. Chem. Ser.* - 1995. - Vol. 243. - P. 283-314.

Обсуждаются вопр. возникновения РАО, их характеристики и локализация; элементы системы управления отходами; характеристики постоян. геол. хранилищ для ОЯТ и ВАО; науч. исслед. и деятельность, необходимые для разработки системы управления РАО для безопас. захоронения ОЯТ и ВАО; подчеркивается в этой связи важность геотехн. и геохим. вопр. Представлен обзор прогр. США по управлению ВАО.

1996

27. *Булатов В.И.* Россия радиоактивная. - Новосибирск, 1996. - 272 с.

Предлагаются материалы по одной из наиболее закрытых тем - ядер. испытаниям и распространению радиоактив. загрязнения. Сведены воедино многочисл. публ. о радиоактив. ист. (добыча и обогащение урана, пр-во плутония, ядер. полигоны, испытания ЯО и взрыва "в мирных целях", атом. энергетика, закрытые города и исслед. реакторы, пункты захоронения РАО, атом. корабли).

28. *Кохрэн Т.Б., Норрис Р.С., Бухарин О.А.* Создание русской бомбы. От Сталина до Ельцина // Вествью Пресс. Боулдер. - Сан-Франциско; Оксфорд, 1996. - 145 с.

29. *Проблемы радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива* // Материалы Московской встречи Общественных организаций по ядерной безопасности / Центр экологической политики России. - М.: Наука, 1996. - С. 43-46.

1997

30. *Обращение с радиоактивными отходами и отработавшими ядерными материалами, их утилизация и захоронение:* Тез. докл. конф. - Челябинск, 1997. - 54 с.

31. *Яблоков А.В.* Атомная мифология. Заметки эколога об атомной индустрии / Центр экологической политики России. - М.: Наука, 1997. - 310 с.

1.2. Справочники, учебники, библиографические указатели

1984 - 1989

32. *Справочник по ядерной технологии* / Ф. Ран, А. Адамантиадес, Дж. Кентон и др. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 752 с.

Рассмотрены основ. стадии ЯТЦ: добыча и обогащение урана, пр-во твэлов, конструирование и эксплуатация ЯР и его систем, переработка ОЯТ,

захоронение РАО. Большое внимание уделено вопр. безопасности, экон., технол. и экол. аспектам ядер. энергетики.

ядерная технология; ядерное топливо; переработка ядерного топлива; отходы; классификация; безопасность; хранение; воздействие радиации на ОС и здоровье

33. *Hrsg. von Ralf Sube. Worterbuch: Strahlenschutz. Strahlenbiologie =* Словарь по радиационной безопасности, радиобиологии, радиационной медицине. - Essen.: Firardet, 1985. - 475 S.

1990

34. *Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: Справ. - Л.: Химия, Ленингр. отд-ние, 1990. - 463 с.*

35. *Мусеев А.А., Иванов В.И.* Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Энергоатомиздат. - 1990. - 251 с.

1991

36. *Гусев Н.Г., Беляев В.А.* Радиоактивные выбросы в биосфере: Справ. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 255 с.

37. *Козлов В.Ф.* Справочник по радиационной безопасности. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 352 с.

38. *Guidebook on spent fuel storage =* Справочное руководство по хранению использованного топлива // Techn. Rep. Ser. / IAEA. - 1991. - N 240. - 207 p.

1992

39. *Radioactive waste management =* Обработка и удаление радиоактивных отходов: Справ. / МАГАТЭ. - Vienna: IAEA, 1992. - 276 p. - (An IAEA source book).

1993

40. *Основы радиационной безопасности: Учеб. пособие / Ю.И. Гаврилин, С.А. Горбатенко, У.Я. Маргулис, О.Ф. Партолин.* Ассоц. профсоюзов обл. Рос. Федерации, пострадавших от аварии на Чернобыл. АЭС. - М., 1993. - 109 с.

1996

41. *Ядерная энциклопедия /* автор проекта, руководитель и главный редактор А.А. Ярошинская. - М.: Благотворительный фонд Ярошинской, 1996. - 656 с.

1.3. Материалы конференций

1984 - 1989

42. *Clelland D.W., Cecille L., Efremenkov V.M.* Review of symposium = Обзор материалов симпозиума по обращению с радиоактивными отходами // *Manag. Low and Intermediate Level Radioact Wastes, 1988: Proc. Int. Symp., Stockholm 16 - 20 May, 1988. - Vienna, 1989. - Vol. 2. - P. 161-168.*

Подробно описан симпоз. по обращению с РАО в различ. странах. Отмечено, что наиболее детально рассмотрены вопр.: обращение с НАО и САО; вид РАО и их захоронение. В Швеции было спроектировано и построено хранилище объемом 90 тыс. м³ для НАО и САО на расстоянии около 1 км от берега моря. Введено в эксплуатацию в 1988 г. Были широко обсуждены вопр. безопасности этого проекта. Во Франции в 1991 г. планируется пустить в ход хранилище РАО объемом 1 млн м³. На симпоз. также были рассмотрены вопр. обработки и состояния твердых, смешан., жид. РАО.

43. *Hydrogeologie et surete des depots de dechets radioactifs et industriels toxiques: Collog. int., Orleans, 7 - 10 Juin, 1987. Astes = Гидрогеология и безопасность захоронений радиоактивных отходов и отходов токсичных производств // Doc. BRGM. - 1988. - Vol. 2, N 161. - P. 1-52.*

С 7 по 10 июня 1988 г. в Орлеане (Франция) состоялся междунар. семинар по гидрогеологии и безопасности захоронения РАО и отходов токсич. пр-в, материалы к-рого опубликованы в 2 томах. Во 2-м томе представлены тексты вступ. докл., 2 докл. по пробл. захоронения РАО и отходов токсич. пр-в, 4 докл. о различ. аспектах обращения с РАО, также докл. междунар. и нац. орг-ций (МАГАТЭ, ЕЭС).

44. *International clay conference (9; 1989; Strasbourg) = Труды международной конференции по глинам / Proceedings of the 9th International clay conference 1989: Strasbourg, France, Aug. 28 - Sept. 2, 1989 / Ed. V.C. Farmer, Y. Tardy. - Strasbourg. - (Sciences geologiques. Memoire).*

45. *Lawson G.* Radioactive waste management = Контроль радиоактивных отходов // *Radiol. Prot. Bull. - 1989. - N 106. - P. 16-18.*

Сообщается о конф. по пробл. улавливания и переработки РАО Брит. ядерно-энергет. о-ва, провед. в Брайтоне 2-5 мая 1989 г. На конференции, собравшей ок. 200 специалистов из Великобритании и др. стран, рассмотрены вопр. защиты ОС от загрязнений РАО, гл. обр. низкого и среднего уровня радиоактивности. В частности, проанализированы пробл. развития новых, более безопас. типов реакторов для АЭС, напр. такого как проект SFR (Швеция), предусматривающий размещение основ. элементов АЭС под землей. Обсуждалась деятельность основ. орг-ций и фирм Великобритании, ответств. за захоронение РАО в стране, - СЕГВ, УКАЕА и BNEL. Рассмотрен широкий круг технол. вопр. сбора, переработки и хранения РАО, посредством уменьшения их физ. объема, гидроизоляции, надежного хранения. Зна-

чит. внимание на конференции было уделено также экол. пробл. развития АЭС в Великобритании и за рубежом. Так, напр., были представлены докл. об изменениях климата в р-нах размещения долговрем. хранилищ РАО и о глоб. транспорт. моделях переноса РАО в атм.

радиоактивные отходы; переработка; захоронение; контроль; конференции; Великобритания; 1989

46. *The role of the sediment barrier* = Придонные захоронения радиоактивных отходов / T.J. Freeman, P.J. Schultheiss, R.C. Searle et al. // *Underwater Technol.* - 1989. - Vol. 15, N 1. - P. 25-32.

Дан обзор пробл., обсуждавшихся на конф. по вопр. придон. захоронений тепловыделяющих РАО, проходившей 20-21 сент. 1988 г. в Оксфорде (США) по инициативе о-ва подвод. технологий. Определены задачи конф., описана многобарьер. концепция придон. захоронения РАО, отличающегося значит. уровнем тепловыделения. Рассмотрены организац. аспекты пробл.: создание рабочих групп, разработка прогр. НИОКР и т. п. Дана крат. характеристика направлений НИОКР по пробл. придон. захоронения: обоснование техн. осуществимости концепции, методы исслед., выработка подхода к обоснованию выбора площадок. Особое внимание уделено обоснованию длит. безопасности подоб. захоронений, выяснению роли дон. отложений как дополнит. радиол. барьера. Труды конф. опубликованы в сб., содержащем 19 глав-докл.

47. *Transactions of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology*, Anaheim, Calif., 14-18 Aug., 1989 = Труды Международной конференции по структурной механике в технологии [управления ядерными отходами] / Ed. A.H. Hadjian. - Los Angeles (Calif.): Amer. Assoc. Struct. Mech. React. Technol. - 1989. - Vol. R. - X. - 171 p.

С 14 по 18 авг. 1989 г. в Анахайме, Калифорния (США) состоялась междунар. конф. Представлены докл. по след. темам. Сбор использ. горючего и оценка транспортировки в бочонках. Разработка критериев оценки происшествий на местах при транспортировке бочонков с отходами. Разработка материалов, использ. для сооружения подзем. хранилищ ядер. отходов. Усовершенствование конструкции небольших осесимметр. сосудов. Исслед. и организац. мероприятия по сбору РАО. Прогр. исслед. Европ. Сообщества по орг-ции сбора и захоронения РАО. Обзор нац. прогр. сбора и захоронения РАО. Обложение налогом с динам. упреждением подзем. хранилищ ВАО. Воздействия на твердое покрытие пола при операциях по обработке отходов. Изучение случаев потерь горючего. Проверка строит. материалов на ударное воздействие. Низ. и сред. уровень обработки отходов и оценка контейнера для захоронения. Теорет. и эксперим. сравнение характеристик стекловидных контейнеров. Оценка характеристик контейнеров для использов. горючего. Оценка методов обработки на месте и захоронения РАО в хранилищах в Юкка-Маунтин. Проектирование и оценка безопасности вспомогат. устройств хранилищ. Метод разработки линейной бетон. шахты для подзем. хранилищ РАО. Сейсм. расчет шахт для захоронения отходов. Вероятностная оценка сейсм. разрушений сооружений в хранилищах РАО.

Образцы материалов, применяемых для засыпки, почв и горных пород. Оптим. проницаемость цементных засыпных материалов. Изучение неорган. сорбентов как материалов, применяемых в подзем. хранилищах в Китае. Характеристики подзем. хранилищ при длит. сроке хранения. Термомех. анализ отходов с высоким содерж. РВ, захорон. в различ. скальных породах. Термомех. моделирование захоронения РАО в солевых образованиях.

радиоактивные отходы; управление, захоронение; транспортировка; контейнеры; конференции; США; 1989 г.

1990

48. *Compte rendu du Symposium sur l'analyse de la surete des depots de dechets radioactifs*, Paris, 9-13 oct., 1989 = Материалы Симпозиума по анализу безопасности хранилищ радиоактивных отходов, Париж, 9-13 окт. 1989 г. / AEN-AIEA-CCE. - Paris: OCDE, 1990. - P. 23.

Докл. симпоз. сгруппированы по секциям: состояние и перспективы оценки безопасности действующих и проектируемых хранилищ; разработка сценариев и оценка изменений среды и разрушит. событий; моделирование; проверка и оценка числ. и др. моделей - гарантия кач-ва оценки надежности. На 2 темат. семинарах рассматривали пробл.: осмысленность оценок безопасности на сроки порядка миллиона лет; пути и способы исполъз. суждений человека в оценках безопасности. Большое число сообщ. сделано по конкретным экспозициям. Ряд докл. и сообщ. - сов. специалистов.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; симпозиум; Франция

49. *Gee D.G. Radioactive waste disposal. The geologists' responsibility* = Захоронение радиоактивных отходов - ответственность геологов // *Geol. foren. Stockholm forhandl.* - 1990. - Vol. 112, N 4. - P. 305-306.

Конф. по пробл. захоронения РАО была организована Геол. о-вом Швеции (1989 г., Стокгольм). Участники посетили хранилище НАО и САО (близ Форсмарк) и Центр. единое хранилище ОЯТ (близ Оскарсхамн). Докл. связаны с пробл. ВАО. Обсуждались основ. задачи геол. исслед.; описание геол. условий и изучение их постоянства во времени; прогнозирование явлений (сейсм., вулкан., ледниковые, техноген.), нарушающих условия хранения. Пробл. изоляции вред. отходов - междисциплинарная и интенсивно прорабатывается по многим направлениям.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; Швеция; Форсмарк; Оскарсхамн

50. *Nuclear Waste Management: Proc. 4th Int. Symp. Ceram. Nucl. Waste Manag.*, Indianapolis, Ind., Apr. 24-26, 1989 = Работы с ядерными отходами. Ч. III. Труды 4 Международного симпозиума по работам с керамическими ядерными отходами, Индианаполис, Индиана, 24-26 апреля 1989 / G.B. Mellinger. - Westerville (Ohio): Amer. Ceram. Soc., 1990. - 595 p.

Труды симпоз. включают докл. след. секций: керам. формы отходов и эффекты радиац. повреждений; трансураниевые отходы и НАО; модели и

механизмы выщелачивания; системные и полевые испытания; исслед. и испытания пользы. ЯТ; разработка, исслед. и оценка форм отходов; переработка остекл. форм отходов.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; труды симпозиума; США; Индианаполис

51. *Safe disposal of radionuclides in low-level radioactive-waste repository sites: low-level radioactive-waste disposal workshop, U.S. (Geological survey, July 11-16, 1987, Big Bear Lake, Calif.)* = Безопасное размещение радионуклидов в центрах захоронения радиоактивных отходов с низким уровнем радиации: Рабочее совещание по захоронению радиоактивных отходов с низким уровнем радиации / Ed. M.S. Bedinger, P.R. Stevens. - Washington: Gov. print. off. 1990. - 125 p. - (US. Geol. survey circular; 1036).

1991

52. *Белов И.И.* Радиоактивность: отходы, расходы // Энергия: экономика, техника, экология. - 1991. - N 11. - С. 14-17.

Основные производители РАО - реакторы АЭС. Реакторов-наработчиков плутония и др. компонентов ЯО осталось немного. 99,9% радиоактивности в отходах содержится в отработ. твэлах реакторов АЭС. После переработки твэлов остаются ВАО. Их переводят в твердое состояние остекловыванием или минерализацией. Перед захоронением ВАО предварительно выдерживают в течение 15-50 лет, до распада основ. активности, в специально оборуд. контролируемых назем. хранилищах. Нек-рые виды жид. РАО закачивают на вечное хранение через скв. в пласты-коллекторы, залегающие на глубине более 1000 м. Ожидается, что в будущем пробл. переработки ВАО может упроститься. Считается вполне реальным отработать технологию ядер. трансмутации, суть к-рой - "выжигание" потоком быстрых нейтронов или др. быстрых частиц долгоживущих радиоактив. изотопов в отработ. твэлах. Кол-ва и объемы НАО и САО довольно велики. Ожидается, что к 2000 г. в СССР их накопится ~ 1,5 млн м³ (США - ок. 3,6 млн м³). Приведена геогр. атом. могильников в стране. Ст. написана по материалам II Всесоюз. конф. Ядер. о-ва СССР.

радиоактивные отходы; АЭС, твэлы; обезвреживание, остекловывание, минерализация; захоронение, способы; выжигание, быстрые нейтроны; СССР; Ядерное общество

53. *High level radioactive waste management: Proc. 2nd Annu. Int. Conf., Las Vegas, Nevada, Apr. 28 - May 3, 1991.* = Работы с высокоактивными отходами: Труды 2-й ежегодной международной конференции, Лас-Вегас, Невада, 28 апр. - 3 мая 1991 г. - La Grande Park (Ill.): Amer. Nucl. Soc., 1991. - Vol. 2. - 1749 p.

Докл. 2-го тома освещают направления: оценки надежности - науч. основы и потребности в нормативно-законодат. обеспечении; аспекты нормирования в изучении уч-ков; материалы ячейки хранения; гидрогеол. испытания неводонасыщ. зоны; сотрудничество правительств штатов и федер. пра-

вительства; утечки радионуклидов через систему техн. барьеров; оценки методов подзем. выемки пород; развитие системы работ с отходами; прим. оценок надежности; внедрение отдельных процедур нормирования; испытания и анализ систем транспортировки в вагонетках; гидрогеология водонасыщ. зоны; орг. подходы в решении техн. пробл.; процессы в ближней зоне, влияющие на техн. системы; геохимия; оценка и моделирование природ. ресурсов; оценка надежности - сценарии и неопределенности; системы транспортировки; оценки соц.-эконом. последствий; тепловые факторы и подзем. конструкции; методы и технология подзем. мех. выемки; промежуточ. хранение на поверхности; анализ систем оценок надежности.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивные; высокоактивные; труды конференции; США; Лас-Вегас

1992

54. Chemistry and migration behaviour of actinides and fission products in the geosphere = Химизм и миграция актинидов и продуктов распада в геосфере // *Radiochim. acta.* - 1992. - Vol. 58-59, N 1. - P. 1-208.

В 3-й Междунар. конф. участвовали ученые многих стран, что определяется исключ. важностью этой пробл. Докл. освещали вопр. химии, физ. химии, геологии, гидрогеологии, минералогии и технологии, однако новых аспектов фундам. характера не появилось. Сложное поведение этих элементов в многофаз. и многокомпонент. системах и отсутствие надежных термодинам. данных для нек-рых комплексов (в частности, с кремниевой, гуминовыми и фульвокислотами) затрудняют моделирование этих процессов. Еще более трудное моделирование коллоидообразования из-за отсутствия термодинам. констант. В ч. 1 "Химизм актинидов и продуктов распада в природ. водах" приведены докл. по темам: растворимость, растворение и выщелачивание (12 докл.); гидролиз и комплексообразование (9); образование коллоидов (2); формы нахождения и методы их обнаружения (6).

геохимия; актиниды; продукты распада, миграция; охрана среды; захоронение радиоактивных отходов; экспериментальная геохимия

55. Fifty years of human factors in nuclear technology: past, present, and future = Пятьдесят лет исследования человеческих факторов в ядерной технологии: прошлое, настоящее и будущее // *Trans. Amer. Nucl. Soc.* - 1992. - Vol. 66. - P. 88-94.

Представлены расшир. реф. докл.: человек. факторы в ядер. технологии - история вопр.; 20-летний опыт в обл. человек. факторов; обзор исслед. человек. факторов в Японии; будущие вопр. человек. факторов в связи с ядер. технологией; оптимизация работы человека в усовершенств. пункте управления реактором CANDU; основы методики анализа человек. факторов применительно к проекту Westinghouse AP600.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных

56. Focusing Yucca Mountain program priorities through performance assessment: [Pap.] *Annu. Meet. Amer. Nucl. Soc., Boston, Mass., June 7-12,*

1992 = Оценка надежности как приоритетное направление программ работ на участке Юкка-Маунтин / R.A. Shaw, J.C. Stepp, R.F. Williams, R.K. McCurie // Trans. Amer. Nucl. Soc. - 1992. - Vol. 65. - P. 53-58.

Приведены тез. докл. ежегод. съезда Америк. ядер. о-ва (г. Бостон, 1992): оценка надежности как приоритет. направление прогр. работ на уч-ке Юкка-Маунтин; общесистем. оценка надежности для проекта Юкка-Маунтин; вероятност. оценки надежности для уч-ка Юкка-Маунтин; шестишаговый метод системат. оценки надежности; прогноз результатов обследования уч-ка; подход к оценке надежности системы геол. хранилища после закрытия.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; США; Юкка-Маунтин

57. *Fontes J.C.* 29th IGC, Special Symposium B4, Geological disposal of radioactive and hazardous waste: Application of isotope palaeohydrology to the prediction of long-term repository behaviour = 29-й Международный геологический конгресс, специальный симпозиум по захоронению радиоактивных и вредных отходов в геологических формациях. Применение изотопной палеогеологии для прогнозирования поведения долгосрочных хранилищ [отходов] // 29th Int. Geol. Congr., Kyoto, 24 Aug. - 3 Sept., 1992. - [Kyoto], 1992. - P. 16.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; гидрогеология

58. *Fuel cycle and waste management* = Топливный цикл и работы с отходами // Trans. Amer. Nucl. Soc. - 1992. - Vol. 66. - P. 37-82.

Представлены расшир. реф. докл.: вариант British Nuclear Fuels решения вопр. работы с РАО; перечень смеш. отходов Мин-ва энергетики США и скорости пр-ва отходов; технол. потребности для обработки смеш. НАО Мин-ва энергетики США; прием и обработка отходов на полигоне Ханфорд; динам. моделирование установки цементирования на полигоне Ханфорд; хранение отходов "горячего" комплекса аналит. лаб. Мин-ва энергетики США.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; США

59. *Low-level waste disposal and the effects of nuclear plant license extensions* = Хранение отходов низкой активности и роль изменений в содержании лицензий на эксплуатацию ядерных установок // Ibid. - P. 56-60.

Представлены расшир. реф. докл.: неопределенность и надежды, связан. с размещением хранилищ в Аппалачском регионе; подход в Техасе к работам с НАО после 1992 г.; доступ к хранилищу Барнуэлл после 1992 г. - условия и следствия; уплотнение и сокращение объема НАО и продление жизни ядер. установок; НАО, связан. с продлением сроков эксплуатации ЯР; продление лицензии на эксплуатацию АЭС и кол-во НАО при закрытии АЭС.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; низкоактивные; США

60. *Overview of the nuclear repository program* = Обзор программы ядерного хранилища // Trans. Amer. Nucl. Soc. - 1992. - Vol. 66. - P. 61-65.

Представлены расшир. реф. докл.: 50-летняя отсрочка решения пробл. размещения ядер. отходов; Юкка-Маунтин - стратегия, прогресс и политика;

оценка безопасности подзем. сооружений для захоронения отходов в горных выработках; концептуальные проекты системы ячейка хранения - техн. барьер для хранилища Юкка-Маунтин; влияние тепла на обезвоживание полости в водоненасыщ. туфах.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; США; Юкка-Маунтин

61. *Pirk H., Hoelker G. Systems and installations used in Germany for the processing of radioactive wastes* = Системы и установки для обработки радиоактивных отходов [Германия] // 3rd Annu. Sci. Conf. Nucl. Soc., Moscow, St.- Petersburg, 14-18 Sept.: Book Abstr. - St.- Petersburg, 1992. - P. 685.

Обзоры. Тез. докл., представл. на 3-ю ежегод. науч. конф. Ядер. о-ва (Санкт-Петербург, 1992 г.), содержат перечень систем и установок фирмы NUKEM GmbH (Германия) для обработки РАО: установки для обработки и кондиционирования жид. РАО и ионообм. смол, в т. ч. для сушки РАО в контейнерах, установки типа ROBE для конц-и и кристаллизации в блоке р-ров РАО, ротац. тонкоплеч. испарители, установки типа MOWE для цементации; установки для сжигания жид. и твердых РАО, пресс-оборудование для компактирования негорючих РАО, установки для переработки метал. РАО и установки для переплавки метал. РАО.

62. *Proceedings of the Fourth National Topical Meeting on Tritium Technology in Fission, Fusion, and Isotopic Applications*, Albuquerque, N. M., Sept. 29 - Oct. 4, 1991: [Pap.] 4th Nat. Top. Meet. Tritium Technol. Fission, Fusion and Isot. Appl., Albuquerque, N. M., Sept. 29 - Oct. 4, 1991 = Труды 4-й Национальной тематической конференции по технологии трития с процессами деления, синтеза и с использованием изотопов. Альбукерке, Нью-Мексико [США], 29 сентября - 4 октября 1991 г. // Fusion Technol. - 1992. - Vol. 21, N 2. - P. 85-103.

Отд. докл.: разработка монитора трития для вод. стоков; мониторинг трития в воздуш. среде с помощью пассив. диффуз. робоотборников; разработка способа хранения тритир. воды с использ. цеолита (анальцим); моделирование поведения трития в ОС; поведение в среде трития, выделяющегося в зим. период; сезон. особенности накопления трития в лесной среде вблизи от уч-ка хранения РАО; стратегия работ с твердыми тритийсодержащими отходами; измерения малых скоростей утечек газа применительно к тритийсодержащим отходам; сорбция трития и тритир. воды строит. материалами; простая система для измерения адсорбции и абсорбции трития с использ. счетчика 2л-геометрии и спектрометра теплов. десорбции; поглощение атм. трития общедоступными продуктами; перенос трития в атм. и осаждение после сильного выброса - сравнение с простой моделью переноса.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; США

63. *State-of-the-art programs for remediation and reduction of nuclear wastes*: [Pap.] Annu. Meet. Amer. Nucl. Soc., Boston, Mass., June 7-12, 1992 = Современные программы по нейтрализации и сокращению объемов ядерных

отходов. Ч. II / J.S. Tixier, G.K. Jacobs, B.P. Spalding, T.D. Powell // Trans. Amer. Nucl. Soc. - 1992. - Vol. 65. - P. 27-32.

Приведены тез. докл. секции ежегод. съезда Амер. ядер. о-ва (г. Бостон, 1992): остеклование *in situ* на модели дренаж. канавы - полевые испытания Ок-Риджской нац. лаб.; остеклование *in situ* почв уч-ка 116-B-6A на полигоне Ханфорд - результаты крупномасштаб. демонстрац. эксперимента; новые разработки в остекловании *in situ*; остекл. подзем. экраны; остеклование подзем. емкости - полевые эксперименты и расчет. анализ; внедрение и передача технологии остеклования *in situ*. Тез. включают графику и краткие списки использ. лит.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; США

64. *Tedeschi A.R.* Treatment and disposal of low-level wastes: [Pap.] Annu. Meet. Amer. Nucl. Soc., Boston, Mass., June 7-12, 1992 = Переработка и захоронение отходов низкой активности // Trans. Amer. Nucl. Soc. - 1992. - Vol. 65. - P. 85-91.

Приведены тез. докл. секции ежегод. съезда Амер. ядер. о-ва (г. Бостон, 1992): эксплуатация установки для переработки тестообраз. массы; подзем. камеры для захоронения тестообраз. отходов полигона Ханфорд; технол. схем. испарителя-кристаллизатора 242-A; обработка ВАО Уэст-Валли в комплексной системе обработки отходов; лаб. исслед. по промывке с мобилизацией шлама (Уэст-Валли); способ классиф. отходов компонентов незагруж. топлив. сборки. Тез. включают графику.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; США

65. *The safety of nuclear power: strategy for the future: Proc. of an Intern. conf. on the safety of nuclear power: strategy for the future held in Vienna, 2-6 Sept. 1991* = Безопасность ядерной энергетики: стратегия на будущее. - Vienna: IAEA, 1992. - 271 p. - (Proc. ser. / IAEA).

66. *Tompkins B.* High-level waste = Высокоактивные отходы // Nucl. News. - USA, 1992. - Vol. 35, N 8. - P. 78-80, 82, 84-86, 88.

3-я ежегод. конф. по работам с ВАО (Лас-Вегас, США, 12-16 апр. 1992 г.) собрала примерно 1200 участников. Основ. положения, с к-рыми согласно большинство участников: глубин. геол. хранилища - один из вариантов для долговрем. хранения ВАО; междунар. сотрудничество имеет жизненно важное значение для ядер. индустрии и для пробл. ВАО; разделение и преобразование отходов, возможно, является перспектив. подходом к работам с ВАО; представители местной общественности должны включаться в обсуждение вопр., связан. с размещением ядер. отходов. Аннот. отд. докл. дают представление об особенностях и состоянии нац. прогр.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивных; США

67. *Upcoming waste management meetings* = Будущие конференции по работам с отходами // Radioact. Waste Manag. and Nucl. Fuel Cycle. - 1992. - Vol. 17, N 1. - P. 81-83.

Сообщается о планах след. конф.: Междунар. конф. 1992 г. по работам с ВАО (Лас-Вегас, США, 12-16 апр. 1992 г.); Соврем. менеджер проекта - вопр. кач-ва - III Междунар. конф. по работам с отходами и защите среды (Лас-Вегас, США, 3-6 мая 1992 г.); X Междунар. конф. по упаковке и транспортировке радиоактив. материалов (Иокогама, Япония, 13-18 сент. 1992 г.); Симпоз. по новым технологиям работ с вред. отходами (Атланта, США, 5-7 окт. 1992 г.); IV Междунар. симпоз. по проекту Stripa ОЭСР/АЯЭ (Франция, 14-16 окт., 1992 г.); Междунар. конф. и выставка 1993 г. по работам с ядер. отходами и восстановлению среды (Прага, Чехо-Словакия, 5-11 сент., 1993 г.). Указаны спонсоры, организаторы, контактные адреса и телефоны.

охрана среды; общие вопросы; конференции; захоронение отходов; радиоактивных

1993

68. Радиологические проблемы в ядерной энергетике и при конверсии производства: Тез. докл. Менделеевского съезда по общей и прикладной химии: В 2 т. - Обнинск, 1993. - Т. 1. - 310 с.; Т. 2. - 202 с.

В 1-м томе представлены реф. докл. секций Обнин. симпоз.: "Соврем. пробл. радиоэкологии", "Экол. химия, радиохимия и геохимия", "Экол. мониторинг, методы анализа, приборы и система контроля", "Мат. модели в экологии", "Дозы облучения и здоровье населения", "С.-х. радиология", "Метеорология и прогнозирование распространения загрязнений".

Во 2-м томе представлены материалы сообщ. по темам: "Радиол. пробл. в ядер. энергетике", "Аварии на АЭС и их последствия", "Экол. пробл. при конверсии пр-ва".

ядерная энергетика; ядерно-химические технологии; конверсия производства; экология; мониторинг; моделирование систем; методы анализа; системы контроля

69. Соболев И.А., Дмитриев С.А., Баринов А.С. Практика обращения с радиоактивными отходами среднего и низкого уровня активности в московском НПО "Радон" // Радиозэкологические проблемы в ядерной энергетике и при конверсии производства: Обнин. симпоз. 15 Менделеев. съезда по общей и прикл. химии [Обнинск, 31 мая-5 июня, 1993]: Реф. докл. - Обнинск, 1993. - Т. 2. - С. 81.

1994

70. II Международный симпозиум "Урал атомный: наука, промышленность, жизнь": Тез. докл. на рус. и англ. языках. - Екатеринбург, 1994. - Ч. 1. - 140 с.; Ч. 2. - 80 с.

1995

71. *III Международный семинар “Урал атомный: наука, промышленность, жизнь”*: Тез. докл. на рус. и англ. языках. - Екатеринбург, 1995. - Ч. 1. - 206 с.; Ч. 2. - 170 с.

1996

72. *III Международная радиэкологическая конференция. Судьба отработавшего ядерного топлива: проблемы и реальность*: Сб. докл. - Красноярск, 1996. - 215 с.

(В сборник включены также тезисы докладов Международного рабочего совещания по проблеме захоронения ядерных отходов в России).

73. *Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека*: Материалы Международной конференции. - Томск, 1996. - 500 с.

2. РАО: КЛАССИФИКАЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ, ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ, ПДК, ПДС

1984 - 1989

74. *Накамура А., Морикава Н.* Современные способы обработки и ликвидации слабоактивных радиоактивных отходов в Японии // Канке дзехо кагаку = Environ. Inf. Sci. - 1987. - Vol. 16, N 1. - P. 30.

Дается классиф. РАО по видам и уровню радиоактивности и указываются основ. ист. их образования. Рассматривается система обработки слабоактивных газообраз. и жид. РАО Японии, образующихся в НИИ и эксперим. лаб., в случае их выброса в атм. или в открытые водоемы. Кратко описываются условия захоронения РАО на море и в подзем. хранилищах на суше, а также пути уменьшения образования РАО.

радиоактивные отходы; классификация; обработка; захоронение; Япония

75. *Применение* гамма-спектрометрического метода при радиационно-гигиенической оценке твердых радиоактивных отходов / А.А. Логинов, В.В. Шаталов, Л.А. Стрелков и др. // Гигиена и санитария. - 1989. - N 4. - С. 42-45.

Добыча и переработка урановых и ториевых руд сопровождается большим объемом токсич. отходов с повышен. содержанием естеств. радиоактив. элементов. Они складываются в виде отвалов пустых пород при обработке месторождений подзем. и открытым способами. Представлена классиф. токсич. отходов по радиоактивности и обл. их использ. Предложен автоматизир. гамма-спектрометр. метод контроля радия-226, тория-232, калия-40 в токсич. отходах для радиац.-гигиен. оценки с целью возможного использ. их в прикладных целях. Описана схем. работы автоматизир. гамма-спектрометр. установки. Использ. автоматизир. гамма-спектро-метр. метода целесообразно и в технол. переработке руд для оценки уровня загрязнения отд. промежуточ. продуктов и распределения радионуклидов по фракциям.

радиоактивные отходы; радиационно-гигиеническая оценка; контроль; гамма-спектрометрическая установка; оборудование, анализаторы, микроЭВМ; СССР

76. *Greater-than-class-C included by NRC rule* = Новый класс радиоактивных отходов // Nucl. News (USA). - 1989. - Vol. 32, N 9. - P. 84.

По действующему законодательству США о РАО НАО подразделяют на кл. А, В и С. До сих пор к кл. С относятся РАО, активность к-рых неск. выше, но не настолько, чтобы считаться САО. Решением NRC (май 1988 г.) эти РАО (CNCC) выделены в отд. класс и подлежат подзем. захоронению. Согласно новым нормам к этому классу отнесены РАО с активностью компонентов, превышающей пороговые значения: ^{14}C -8 или 80 Ки/м^3 в активир. металле (AM), ^{59}Ni -220 (AM), ^{63}Ni -700 или 7000 (AM), ^{90}Sr -7000, ^{94}Nb -0,2 (AM), ^{99}Tc -3, ^{129}I -0,08, ^{137}Cs -4600, трансурановые: ^{241}Pu -3500 нКи/г, ^{242}Cm -2000, др. изотопы с периодом полураспада более 5 лет - 100.

77. *Lutze W., Ewing R.C.* Radioactive Waste Forms for the Future = Виды радиоактивных отходов в будущем // Elsevier. - 1989. - 712 p.

78. *Marivoet J., Van Bosstraeten C.* Probabilistic performance assessment for radioactive waste disposal: a simplified biosphere model = Удаление радиоактивных отходов, оценка вероятностных показателей: упрощенная модель биосферы // Health Phys. - 1988. - Vol. 55, N 6. - P. 993-1000.

Представлена упрощ. мат. модель для расчета годовой дозы радиоактив. облучения человека при выбросах в ОС искусств. изотопов ^{239}Pu , ^{237}Np , ^{135}Cs и ^{99}Tc . Указ. изотопы могут попадать в биосферу в результате норм. работы или при аварийных режимах эксплуатации предприятий ядер. пром-сти. Мат. модель разработана в центре ядер. исслед. SCK/CEN в Бельгии и учитывает выбросы изотопов в атм., вод. ист. и на почву. Рассматривается пищевая цепочка (растения - животные - организм человека) с учетом попадания радиоактивности в организм при дыхании и потреблении воды. Представлены основ. балансовые ур-я кумулятив. доз облучения для почвы, воды, воздуха и основ. пищевых продуктов. Вероятност. расчеты проведены с учетом распределения Уэйбулла (Weibull distribution) по методу Монте-Карло. Даны результаты в виде зависимостей частоты вероятности годового индивидуального облучения от коэф. конверсии (отношение конц-и радиоактив. облучения к его дозе). Приведены рекомендации по использ. мат. модели для практ. расчетов на ЭВМ риска облучения персонала АЭС и ядер. предприятий и населения с высокой точностью, простотой и оперативностью.

радиоактивные отходы; окружающая среда, загрязнение, человек; математическое моделирование; вероятностные показатели, оценка; Бельгия

79. *Newman N.E., Augustin R.J.* Incineration of medical-pathological waste: problems and issues = Сжигание медико-патологических отходов: проблемы и результаты // Int. Conf. Incinerat. Hazardous, Radioact. and Mixed Wastes, San Francisco, Calif., May 3-6, 1988: Proc. - S. I., s. a. - P. K/1-K/7.

Представлены результаты исслед. медико-патол. отходов (МПО), нек-рые из к-рых были заражены радиоактив. материалами, предназн. для сжигания в крупном биомед. исслед. ин-те (США). РАО наблюдались с целью выявления уровня радиоактивности. Учитывалась также частотность представления каждого радионуклида в изучаемых отходах. Рассматриваются дифференцир. подходы к МПО различ. происхождения: получ. в результате

диагност. процедур с использ. радиации и из лаб., изучающих патогенет. механизмы, выработ. вследствие работ по радиоиммунитету.

опасные отходы; радиоактивные вещества; исследования; характеристики; США

80. *Robens E., Hauschild J., Aumann D.C.* Iodine-129 in the environment of a nuclear fuel reprocessing plant = ^{129}I во внешней среде завода по переработке ядерного топлива: III. Отношение концентраций в почве и растениях для ^{129}I и ^{127}I и их коэффициенты перехода в молоко, яйца и свинину: Soil-to-plant concentration factors for iodine-129 and iodine-127 and their transfer factors to milk, eggs and pork // *J. Environ. Radioact.* - 1988. - Vol. 8, N 1. - P. 37-52.

Летом 1983-1985 гг. собрали пробы растений вблизи з-да по переработке ЯТ в Карлсруэ (ФРГ). Отношение конц-й для обоих изотопов I в съедоб. растениях и растениях, растущих на пастбище, имело логнормальное распределение. Сред. значение отношения конц-й для ^{129}I (^{127}I) составляло, соответственно, $3,0 \cdot 10^{-2}$ ($4,9 \cdot 10^{-2}$) и $3,3 \cdot 10^{-1}$ ($2,5 \cdot 10^{-1}$). При учете статист. значимости для каждого растения с учетом рациона человека сред. значение отношения конц-й для ^{129}I уменьшается от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,6 \cdot 10^{-2}$. Сред. значение отношения конц-й для ^{129}I ($3,0 \cdot 10^{-2}$ и $3,3 \cdot 10^{-1}$) существенно не отличается от значений, используемых в хорошо извест. радиац. моделях. Коэф. перехода для ^{129}I и ^{127}I в молоко коровы составляет, соответственно, $(2,0 \pm 0,9) \cdot 10^{-3}$ и $(1,7 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$, в куриные яйца $12,8 \pm 5$ и $4,3 \pm 1,3$ и в свинину $(1,5 \pm 0,7) \cdot 10^{-2}$ и $(6,6 \pm 1,0) \cdot 10^{-2}$.

пищевые цепи; пищевые продукты; радиоактивные загрязнения; дозы облучения; организм человека; завод по переработке ядерного топлива, ФРГ

81. *Van Iseghem P.* Characterization of radioactive waste forms = Физико-химические характеристики остеклованных форм радиоактивных отходов // *Mol. Res. Div. Rept.* - 1987. - N 602. - P. 10 - 13.

Представлен крат. обзор результатов испытаний остекл. форм РАО, провед. в рамках контрактов с СЕС и NIRAS/ONDRAF. Схематично описаны эксперим. стенды, а также методы исслед. Приведены результаты (или крат. информ. о них) экспериментов: коррозия и модельные исслед. применительно к ВАО, выщелачиваемость (по Mo, Al, Ca), кристаллизация при остекловывании РАО, лаб. и полигон. испытания и исслед. поведения остекл. форм РАО в глинистых осадоч. породах.

1990

82. *Johnson L.F.* Solid waste - the long term strategy = Обращение с твердыми радиоактивными отходами, Великобритания // *Nucl. Eng.* - 1990. - Vol. 31, N 5. - P. 136-139.

Представлен обзор деятельности фирмы BNFL в обл. обращения с твердыми РАО. Дана классиф. РАО в соответствии с принятой в BNFL методологией подхода к выбору концептуальных и техн. решений при разработке систем обращения с РАО. Конспективно изложены основ. позиции этой

методологии и обсуждены особенности ее реализации применительно к различ. категориям РАО.

83. *Residuos radiactivos y su definicion* = Радиоактивные отходы и их характеристики // Dyna. - 1990. - Vol. 65, N 9. - P. 8.
радиоактивные отходы; характеристики; Испания

84. *Roberts L.E.J. Radioactive waste management* = Переработка радиоактивных отходов // Annu. Rev. Nucl. and Part. Sci. - Palo Alto (Calif.), 1990. - Vol. 40. - P. 79-112.

Описывается практика переработки и захоронения отходов, содержащих радиоактив. материалы, подпадающие под действие междунар. принципов радиол. защиты. Перечислены ист. и объемы образования РАО, приведена разработ. МАГАТЭ классиф., выделяющая 5 категорий РАО. Даны характеристика каждой из них, и состав РАО, образующихся при эксплуатации воен. и пром. атом. реакторов, на з-дах по переработке ОЯТ, на обогат. урановых ф-ках. Рассмотрены основ. технологии упаковки РАО: упаковку НАО в контейнеры (при необходимости с предвар. их термообработкой или компактированием, обеспечивающим уменьшение объема РАО в 50-100 и в 5-10 раз соответственно); отверждение в цементе, полимерах и битуме САО; использ. для захоронения жид. ВАО контейнеров из нержавеющей стали с 2 стенками и вод. охлаждением; отверждение в боросиликат. стекле твердых ВАО. Перечислены критерии выбора полигонов для захоронения различ. типов РАО и показывается роль мат. моделирования в оценке их безопасности; приводится описание основ. действующих полигонов для РАО в Великобритании, Франции, Германии и США.

радиоактивные отходы; характеристики, классификация; обезвреживание, переработка; захоронение; обзоры; Великобритания; Франция; Германия; США

1991

85. *Chamberlain A.C. Radioactive aerosols* = Радиоактивные аэрозоли. - Cambridge Univ. Press (Cambridge), 1991. - 200 p.

86. *Hancox R., Butterworth G.J. The Management of Fusion Waste* = Обработка отходов ядерных реакторов // Fusion engineering and design. - 1991. - Vol. 14, N 1-2. - P. 37-47.

ядерный реактор; нейтронная иррадиация структурных материалов; риск; дополнительные затраты; 3 поколения ядерных реакторов; отходы; характеристика; объемы; размещение

87. *Koch M., Kazimi M.S. A Comparison of Radioactive-Waste from an Experimental Fast Fussion Reactor and an Experimental D-T Fusion Reactor* = Сравнение радиоактивных отходов от экспериментального ядерного реактора и экспериментального Д-Т ядерного реактора // Fusion Engineering and Design. - 1991. - Vol. 17, Dec. - P. 387-393.

характеристика радиоактивных отходов; экспериментальный ядерный реактор

88. *McKinley I.G.* Radioaktiv hulladokok elhelyezese = Захоронение радиоактивных отходов // *Energ. es atomtechn.* - 1991. - Vol. 44. - P. 341-344.

Рассмотрены: типы и происхождение РАО, их радиол. характеристики и скорости распада. Выделена пробл. высокоактив. долгоживущих отходов, приведены сведения о природ. ЯР как аналогах искусств. захоронения ядер. материалов. Охарактеризовано состояние пробл. изоляции НАО и САО. охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных

89. *Schumann F.* Acceptance criteria for radioactive waste - from a producer point of view = Регламентация захоронения низко- и среднеактивных отходов в подземном могильнике // *Zentralinst. Kernforsch. Rossendorf Dresden [Ber.]*. - 1991. - N 739. - S. 3-8.

Обзор. Обобщена практика регламентации захоронения НАО и САО в единств. в мире (в 80-е годы) подзем. могильнике вблизи Магдебурга (территория бывшей ГДР). Перечислены критерии допуска РАО к захоронению и представлен перечень сопровод. документации - своего рода декларации на поставляемые РАО, содержащей сведения о характеристиках РАО, о технологии их обработки, об инцидентах (с перечнем и анализом причин) и т. д. Приведена классиф. РАО, обязательная для идентификации поставляемых РАО. Указан перечень позиций, оговариваемых в контрактах между поставщиком РАО и администрацией могильника, а также обязанности последних. Сообщено об объемах РАО (1100 м³), прошедших через центр. ин-т ядер. исслед. Rossendorf с 1981 г.

90. *Waste characterization and assay - theory and practice* = Теория и практика классификации радиоактивных отходов, США // *Trans. Amer. Nucl. Soc.* - 1991. - Vol. 64. - P. 141-151.

1992

91. *Коренков А.П.* К вопросу классификации отверженных радиоактивных отходов // *Атом. энергия.* - 1992. - Т. 73, N 2. - С. 129-131.

Рассматривается предложение о классиф. твердых РАО по степени необходимой изоляции, определяемой по совокупности таких параметров, как уд. содерж. радионуклидов в отходах, период полураспада, степень растворения в воде и радиотоксичность. Приведен прим. определения коэф. изоляции для ВАО радиохим. з-дов, САО в АЭС.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; твердые отходы

92. *Goto T., Kato H.A.* Radioactivity Assay-Method Using Computed-Tomography = Использование компьютерной томографии для анализа радиоактивности // *Nucl. Technol.* - 1992. - Vol. 100, N 3. - P. 322-330.

прибор; методы компенсации неоднородности; повышение точности изменений на 30%

93. *Grant P.M., Robouch P., Torres R.A.* High-Temperature Spectroscopy for Nuclear Waste Applications = Применение высокотемпературной спектроскопии для ядерных отходов // *J. Radioanal. and Nucl. Chem.*-articles. - 1992. - Vol. 161, N 2. - P. 527-532.

дистанционные измерения; температура; давление; оптоволоконная спектроскопия; оболочка для радиоактивных отходов; предварительные эксперименты

94. *Horwitz E.P., Dietz M.L., Chiarizia R.* The Application of Novel Extraction Chromatographic Materials to the Characterization of Radioactive-Waste Solutions = Применение новых экстракционных хроматографических растворов для определения характеристик растворов радиоактивных отходов // *Ibid.* - P. 575-583.

метод выделения стронция; растворы кислот; радиоактивные отходы

95. *Korenkov A.P.* Classification of Solidified Radioactive-Waste = Классификация отвердевших радиоактивных отходов // *Atomic Energy.* - 1992. - Vol. 73, N 2. - P. 649-651.

96. *Larsen I.L., Lee S.Y.* Discovery of a Cs-137 Hot Particle in Municipal WasteWater Treatment Sludge = Открытие "горячих частиц" цезия-137 при обработке осадков муниципальных сточных вод // *Health Phys.* - 1992. - Vol. 62, N 3. - P. 235-238.

муниципальные сточные воды; первичная обработка; Cs-137; 1,82 кВq; отсутствие активности α -частиц

97. *Thomson B.M.* Radioactive-Waste = Радиоактивные отходы // *Water Environment Research.* - 1992. - Vol. 64, N 4. - P. 479-492.

1993

98. *Banba T., Hagiya H., Tamura Y.* Chemical-Analysis of Simulated High-Level Radioactive Waste Glass by ICP-AES and AAS = Химический анализ высокорadioактивных отходов класса ICP-AES и AAS // *Bunseki Kagaku.* - 1993. - Vol. 42, N 5. - P. 317-323.

аналитические методы; определение высокорadioактивных отходов из стекла; эксперименты; спектрометрические методы

99. *Berg H.P., Brennecke P.* Basic Considerations on Radioactive Waste Classification Regarding the Different Waste Management Steps = Основные принципы классификации радиоактивных отходов // *Kerntechnik.* - 1993. - Vol. 58, N 5. - P. 264-268.

система классификации; радиоактивные отходы; обмен информацией между учреждениями и странами; различные подходы

100. *Hayakawa I., Kamizono H.* Leaching of Al_2O_3 -Based Nuclear Waste Forms = Изучение химических свойств радиоактивных отходов // *J. Nucl. Sci. and Technol.* - 1993. - Vol. 30, N 7. - P. 673-679.

химическая стойкость; LaAlO_3 и $\text{CaAl}_{12}\text{O}_{19}$; высокорadioактивные отходы; исследование

101. *Miyamoto K.* 3-Year Experimental-Study of Leaching Phenomena from Low Level Radioactive Homogeneous Cement-Based Waste Forms (Vol. 30, P. 681, 1993) = 3-летнее экспериментальное исследование феномена выщелачивания из галогенных форм на основе цемента и отходов с низкой радиоактивностью // *J. Nucl. Sci. and Technol.* - 1993. - Vol. 30, N 10. - P. 1083.

102. *Murdock R.N., Johnson M.S., Hemingway J.D.* Physicochemical Characteristics of Radionuclides Associated with Sediment from a Contaminated Fresh-Water Stream = Физико-химические характеристики радионуклидов, ассоциируемые с осадками загрязненных водных потоков // *Environ. Technol.* - 1993. - Vol. 14, N 7. - P. 639-648.

корреляция; концентрация радионуклидов; Am-241, Cs-132, Pu-239, Pu-240; размер частиц осадков

1994

103. *Bonneau M.* Teaching About Radioactivity - Using the Low-Level Radioactive-Waste Nue in Cortland County = Учение о радиоактивности - использование данных о радиоактивных отходах в округе Кортленд // *J. Chem. Education.* - 1994. - Vol. 71, N 8. - P. 651-652.

104. *Classification of radioactive waste: A safety guide* = Классификация радиоактивных отходов: Руководство по безопасности. - Vienna: IAEA, 1994. - 39 p. - (Safety ser. / IAEA. - N 111-G-1.1).

105. *Comel A., Guiochon G.* The Chemical-Composition of Mixed Wastes - Analysis of the Photolysis Products of Organic-Ligands = Состав смешанных отходов, образующихся при очистке пробок с радиоактивными растворами // *J. Radioanal. and Nucl. Chem.-articles.* - 1994. - Vol. 181, N 2. - P. 373-384.

обзор; состав смешанных отходов; радиоактивные растворы

106. *Eltahawy M.S., Farouk M.A., Hamed A.A.* Analysis of the Gamma-Emitting Impurities in Tc-99m and Spent Mo-99 Generators = Изучение состава радиоактивных отходов // *Radiat. Phys. and Chem.* - 1994. - Vol. 44, N 1-2. - P. 91-93.

гамма-спектр Tc-99m ($T_{1/2} = 6.02$ h); генераторы Mo-99 ($T_{1/2} = 65.9$ h); измерение

107. *Malik W.E.Y.A., Ibrahim A.S., Youssef S.K.* Estimation of Unknown Activities by Comparative Calibration Method = Изучение состава радиоактивных отходов // *Ibid.* - P. 83-85.

неизвестные источники радиоактивных отходов; спектроскопический анализ; радионуклиды Co-60; программы защиты от радиации

108. *Masseau S., Dallava D., Bergey C.* Ablation Laser Couplage to Plasma Torch Atomic-Emission Spectrometry in a Glove-Box = Сочетание разрушающего лазера с атомно-эмиссионной спектрометрией пламени плазмы в специальном боксе // *Analysis*. - 1994. - Vol. 22, N 9. - P. 445-452.

анализ твердых частиц; атомно-эмиссионная спектрометрия; радиоактивные отходы; исследование; лазерное разрушение; оценка методики

109. *Rossiello L.A., Failla L.* Classification of Radioactive-Wastes in Italy = Классификация радиоактивных отходов Италии // *Amer. Indust. Hygiene Assoc. J.* - 1994. - Vol. 55, N 7. - P. 658-659.

радиоактивные материалы в промышленном оборудовании; радиоактивные отходы; классификация; накопление; размещение

110. *Yang D.Z., Zhu Y.J., Jiao R.Z.* Determination of Np, Pu and Am in High-Level Radioactive Waste with Extraction Liquid Scintillation-Counting = Определение Np, Pu и Am в высокорadioактивных отходах с помощью подсчета сцинтилляций экстракционной жидкости // *J. Radioanal. and Nucl. Chem.-articles*. - 1994. - Vol. 183, N 2. - P. 245-260.

метод определения; трансурановые элементы

1995

111. *Caron F.* Calibration and Determination of Volatile Fatty-Acids in Waste Leachates by Gas-Chromatography = Калибровка и определение летучих жирных кислот в продуктах выщелачивания отходов с помощью газовой хроматографии // *J. Chromatogr. A*. - 1995. - Vol. 690, N 2. - P. 237-242.

низкорadioактивные отходы; выщелачиваемый продукт; отходы

1996

112. *Меньщиков В.* Радиоактивные отходы: определение и классификация // *Ядерная энциклопедия*. - М.: Благотворительный фонд Ярошинской, 1996. - С. 72-74.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ОБРАЩЕНИЯ РАО

1984 - 1989

113. *НИОКР* по усовершенствованию технологии обработки высокоурановых и трансурановых отходов в Японии / Hatta Masahisa, Ohno Akira, Endo Yoshihiro, Ayabe Muneo // Исикавадзима-харима = Ishikawajima-Harima Eng. Rev. - 1989. - Vol. 29, N 5. - P. 332-336.

Используемый во всем мире при переработке ОЯТ процесс PUREX нуждается в улучшении с точки зрения обработки и захоронения РАО. Причина кроется в том, что соотв. захоронение РАО может стать наиболее важным фактором для обществ. приемлемости атом. энергетики. Фирма IHI уделяет внимание не только витрификации жид. ВАО, но и периферийным процессам, включающим в себя обработку и захоронение жид. ВАО и трансурановых РАО. Рассмотрено направление, развиваемое в Японии по разработке технологии переработки ОЯТ, НИОКР фирмы IHI в этой обл., к-рые включают в себя извлечение Ru из нераствор. осадков и извлечение трансурановых РАО из жид. ВАО. Кроме того, кратко описан проект NUCEF, осуществляемый в JAERI совместно с фирмой IHI и заключающийся в стр-ве эксперим. установки по обработке и захоронению трансурановых РАО.

114. *Callan J.E.* The remote handling of canisters containing nuclear waste in glass at the Savannah River Plant = Дистанционное обращение с контейнерами, заполненными радиоактивными отходами, в Savannah River Plant, США // Proc. 34th Conf. Remote. Syst. Technol., Washington, D.C., Nov., 1986. - La Grange Park (Icl.), 1987. - P. 3-7.

На площадке Savannah River Plant (США) строится установка для витрификации ВАО, образующихся при пр-ве ЯО (Defense Waste Processing Facility, DWPF). Контейнеры наполняются различ. РАО, содержащими до 235 тыс. Ки при мощности дозы на поверхности контейнера до 5 тыс. Р/ч. Стоимость DWPF - примерно 200 млн дол. Все работы по заполнению контейнера РАО и боросиликат. стеклом, их упаковке, дезактивации и перемещению выполняются дистанционно с помощью кранов, транспортеров и спец. транспорт. ср-в для снабж. защитой контейнеров. Транспорт. ср-ва позволяют не только перемещать контейнеры массой до 2200 кг в места захоронения, но и опускать их в назнач. ячейку. Мощность дозы облучения при этом не превышает 0,5 бэр/ч.

115. *Jaskowski J.* Jeszcze raz o promieniowaniu i elektrowniach atomowych = Еще раз о радиации и атомных электростанциях [ПНР] // *Aura.* - 1987. - N 11. - P. 34.

Автор, анализируя материалы, опублик. в 1986 г., обсуждает пробл. удаления и захоронения РАО, перевозок топлива для 1-й пол. АЭС в Жарновце, уточняет уровень допустимых доз облучения и конц-и радионуклидов в отд. продуктах питания. Критически обсуждая пробл., связан. со стр-вом АЭС, отмечаются существ. недостатки в орг-ции этих работ, в регламентации ответственности орг-ций и должностных лиц за обеспечение необходимого кач-ва стр-ва, а также безопасности эксплуатации АЭС.

АЭС; радиоактивные отходы; удаление; ядерное топливо; транспортировка; дозы облучения; строительство; безопасность; ПНР

116. *Lopez P. Baldomero* Algunas reflexiones sobre la gestion de los residuos radiactivos = Об обращении с радиоактивными отходами // *Quim. e ind.* - 1989. - Vol. 35, N 2. - P. 139-149.

радиоактивные отходы; обработка; транспортировка; захоронение; Испания

117. *Merz E.* Praxis der radioaktiven Abfallbehandlung im Zwiiecht = Практика обработки радиоактивных отходов в полумраке // *Atomwirt.-Atomtechn.* - 1988. - Bd 33, N 4. - S. 174.

Рассмотрены различ. аспекты пробл. обработки и складирования РАО. Население ряда стран, в т. ч. и ФРГ, продолжает испытывать страх при упоминании о РАО из-за ряда обстоятельств - авария на ЧАЭС, недобросовестность отд. предпринимателей внутри страны. По исслед., НАО менее опасны для населения, чем ряд спец. отходов (из категории опасных). Приведены технологии обработки и складирования РАО, применяющиеся в Нижней Саксонии, основ. на предвар. и тщат. разделении всех отходов по степени опасности как в момент их обработки, так и в течение последующих периодов - во время хранения после складирования. Установлены методы обращения с РАО и способы их захоронения. Важное место отведено информ. - специалисты не только оценивают степень и размеры опасности тех или иных РАО, но и информируют об этом общественность. Контроль за безопас. обращением с РАО осуществляется представителями местной и федер. властей.

радиоактивные отходы; обработка; складирование; практика; технология; методы; информация; контроль; ФРГ

118. *Nagakubo Yohji.* Современное состояние и проблемы рециклизации отработанного ядерного топлива в Японии // *Когай то тайсаку.* = *J. Environ. Pollut. Contr.* - 1989. - Vol. 25, N 10. - P. 1002-1008.

В окт. 1988 г. в преф. Аомори начато стр-во 1-й в Японии крупной базы ЯТ, включающей установку по обогащению урана, хранилище для НАО, установку регенерации ОЯТ и хранилище для регенерир. ЯТ. Местное население протестует против размещения базы в данном р-не, опасаясь радиоакт. загрязнения ОС. Разъясняется важность атом. энергии в обеспечении энергией Японии. Отсутствие запасов урановой руды и установок для обогащения урана и регенерации ЯТ ставит Японию в большую зависимость от

США, Канады и западноевроп. стран. При таком положении трудно гарантировать стабильное пр-во атом. энергии, к-рое к 2000 г. должно быть увеличено почти в 2 раза, чтобы удовлетворить потребности страны в энергии.

топливно-энергетическая промышленность; низкорadioактивные отходы; хранилище; отработанное ядерное топливо, регенерация; современное состояние, проблемы; Япония

1990

119. *NW interviews: LLW management trends at U.S. nuclear power plants* = Обращение с низкоактивными отходами на АЭС США // Nucl. News (USA). - 1990. - Vol. 33, N 2. - P. 88-90.

Опубликовано интервью гл. инспектора по радиац. безопасности фирмы Publ. Sv. Electric and Gas Co., по пробл. обращения с НАО. Затронуты вопр. как практики обращения с РАО, в т. ч. компактирования, транспортировки, радиац. безопасности (на прим. АЭС Salem: PWR, 2×1106 МВт), так и общие вопр., касающиеся состояния пробл. и методол. аспектов ее решения в целом.

120. *Roedder E. Formation, handling, storage, and disposal of nuclear wastes* = Формирование, транспортировка, хранение и удаление радиоактивных отходов // J. Geol. Educ. - 1990. - Vol. 38, N 5. - P. 390-392.

Рассмотрены пробл. формирования, транспортировки и захоронения РАО на различ. стадиях пр-ва, связан. с добычей и исполыз. РВ. Обсуждаются вопр. врем. хранения и выбора мест захоронения продуктов распада радиоактив. элементов. Даны рекомендации оценки природ.-геол. обстановки мест складирования отходов. Отмечена необходимость привлечения специалистов различ. профиля при решении этих пробл.

инженерная геология; охрана среды; строительство; захоронение; радиоактивные отходы

121. *Schmidt G. Endlagerung radioaktiver abfalle in den USA* = Захоронение радиоактивных отходов в США // Oko-Mitt. / Inst. angew. Okol., Freiburg. - 1990. - Bd 13, N 2. - S. 32-35.

Приводится обзор состояния и перспектив развития мест окончат. складирования (захоронения) РАО в США, где ведутся интенсив. исслед. по оптим. технологии обработки и их захоронения. Наибольшие трудности представляет выбор места захоронения: возникают и соц. пробл. (активное сопротивление общественности тех р-нов или регионов, где планируется размещение таких складирований или захоронений). Приведена блок-схем., иллюстрирующая технол. процессы образования различ. видов РАО, их обработку и захоронение. Основными ист. РАО наряду с воен. ведомством являются 111 коммерч. реакторов. Места захоронения РАО базируются гл. обр. в юж. штатах (отработ. гор. выработки, шахты и прежде всего соляные копи). Отмечены успехи в уменьшении объема РАО компактной упаковкой, прессованием. Отд. пробл. - времен. (промежуточ.) складирование и транспортирование РАО.

радиоактивные отходы; обработка, захоронение; технологические аспекты; социальные проблемы; США; обзоры

122. *Thomson B.M.* Radioactive-Wastes = Радиоактивные отходы // Research J. of the water pollution control federation. - 1990. - Vol. 62, N 4. - P. 519-5247.

1991

123. *Тарасов В.М., Сыркус М.Н.* Оценка безопасности хранения и захоронения радиоактивных отходов // Энергохоз-во за рубежом. - 1991. - N 1. - С. 17-25.

124. *Hare T.* Nuclear waste disposal = Обезвреживание ядерных отходов. - Gloucester Press, 1991.

1997

125. *Меньщиков В.* Отработавшее ядерное топливо: масштабы и основные проблемы // Ядер. контроль. - 1997. - N 29. - С. 19-24.

3.1. Сбор и хранение

1984 - 1989

126. *Bjurstrom Sten.* Storage of nuclear waste in Sweden = Хранение ядерных отходов в Швеции // Tunnel. and Underground Space Technol. - 1989. - Vol. 4, N 2. - P. 139-142.

Прогр. развития ядер. энергетики в Швеции включает развитие 12 ЯР, обеспечивающих 50% энергопотребления страны. Два реактора введены в строй в 1985 г. Компанией по ядер. энергетике и управлению ядер. отходами разработана прогр. превентив. мер, включающая развитие, планирование, конструирование и стр-во действующих предприятий и систем по управлению и удалению ОЯТ и РАО АЭС. Расходы на выполнение прогр. компенсируются низкой себестоимостью атом. электроэнергии по сравнению с гидроэлектроэнергией. Разработ. система захоронения отходов включает: систему мор. транспортировки всех видов радиоактив. продуктов; центр. хранилище для окончат. захоронения НАО и САО (хранилище состоит из отд. камер различ. конструкции, выработ. в гор. породах, сооружается под мор. дном в р-не АЭС Форсмарк); центр. систему для врем. хранения ОЯТ (действует с 1985 г.). Она включает здание-приемник отходов, располож. на поверхности, и подзем. хранилище. Описываются науч. исслед., связан. с захоронением отходов на заброш. железоруд. карьерах в центр. Швеции.

радиоактивные отходы; ядерная энергетика; хранение; управление; Швеция, АЭС Форсмарк

127. *Krzeminski J.* Energetyka jądrowa w Polsce - nadzieje i obawy = Ядерная энергетика в Польше - надежды и опасения // *Przyr. pol.* - 1987. - N 12. - P. 25.

Дан анализ науч. экспертизы Польской АН о состоянии нац. ядерной энергетики. Представлен топливозергет. прогноз Польши до 2020 г. По утверждению экспертов, преодолеть возникающий дефицит энергии возможно лишь путем стр-ва АЭС. Приведена оценка исполъз. различ. типов реакторов. Рассмотрены меры для обеспечения достаточ. уровня ядер. безопасности и сведения к минимуму экол. угрозы в случае потенц. аварии. Особо выделена пробл. обезвреживания и складирования РАО. Стр-во АЭС должно стимулировать развитие служб инспекции и радиол. защиты, обеспечение их соврем. аппаратурой. При обсуждении материалов экспертизы на заседании Гос. Совета по ООС указано на необходимость поисков и исполъз. др. видов энергии. Предложено всесторонне рассматривать вопр. локализации стр-ва АЭС и мест складирования РАО.

ядерная энергетика; развитие; АЭС; эксплуатация; обеспечение безопасности; аварии; предотвращение; строительство; топливно-энергетическая промышленность; прогнозы; ПНР

128. *Myall M., Duncan J.* Designing a cost-effective interim for Britain's ILW = Хранение среднеактивных отходов в Великобритании // *Nucl. Eng. Int.* - 1989. - Vol. 34, N 422. - P. 52, 57.

В Великобритании разработан проект врем. поверхност. хранилища САО емкостью $1,5 \cdot 10^5$ контейнеров, объемом 500 л каждый. Комплекс хранилища состоит из основ. здания, прием. отделения и технол. отделения, где контейнеры объединяют в блоки по 5 шт. Обеспечен непрерыв. мониторинг за состоянием РАО и предусмотрена возможность извлечения блоков. Весь комплекс работоспособен в течение 50 лет; отмечена его пониж. стоимость.

129. *Tani Y.* Разработка хранилища для витрифицированных упаковок // Ишикавадзима-харима гихо = *Ishikawajima-harima eng. rev.* - 1989. - Vol. 29, N 5. - P. 322 - 325.

Упаковки витрифицир. РАО после переработки ОЯТ должны храниться десятки лет перед захоронением, чтобы снять остаточ. тепловыделения. В мире существуют различ. хранилищные системы для упаковки витрифицир. РАО и в Японии проектируют такие хранилищные системы для упаковки витрифицир. РАО с исполъз. воздуш. охлаждения. Фирма IHI проводит НИОКР для расчетно-эксперим. обоснования и получения исход. данных для проектирования хранилищных систем с воздуш. охлаждением.

130. *Thome-Kozmiensky K.-J., Schneider M.* Konzepte fur Sonderabfall-Deponien = Концепция хранения особо опасных отходов // *Entsorg. Prax.* - 1988. - N 2 Спец. - S. 76, 78-82.

В ФРГ много разновидностей хранилищ для токсич. отходов. По продолжительности складирования различают врем. (промежуточ.), долговрем. и конеч. хранилища. Долговрем. хранилища предназначены для отходов, к-рые впоследствии предполагается перерабатывать и утилизировать. Конеч.

хранилища рассчитаны на хранение в течение всего срока существования отходов; в кач-ве таких хранилищ обычно избирают подзем. полости природ. или антропог. происхождения в малопроницаемых горных породах. Во всех случаях хранения токсич. отходов очень важен контроль с целью предупреждения утечек. Приведены схем. устройства и описания различ. хранилищ токсич. отходов и сопутствующих им систем экол. контроля.

опасные отходы; хранение; хранилища; экологический контроль; ФРГ

131. *Vicente R., Miyamoto H.* Facility for low-level solid waste treatment = Оборудование для обработки низкорadioактивных твердых отходов // Publ. IPEN. - 1987. - N 112. - P. 46.

Описывается оборудование для уплотнения, герметизации и хранения твердых НАО, образующихся на предприятиях, использующих радиоизотопы, а также в результате лаб. исслед. Большую часть НАО составляют в-ва с периодом полураспада в неск. недель или м-цев, но присутствуют и в-ва с длит. периодами полураспада, а также небольшие кол-ва продуктов расщепления из исслед. реактора. Приводятся схем. устройства оборудования и помещений для обработки и промежуточ. (с последующим вывозом в места окончат. захоронения) или окончат. (до полного распада) хранения НАО.

низкорadioактивные отходы; обработка; уплотнение; герметизация; хранение; оборудование

1990

132. *Инютин Е.И., Кочетков А.Л., Цикунов А.Г.* Выдержка радиоактивных отходов до захоронения // Атом. энергия. - 1990. - Т. 69, N 6. - С. 402-403.

Рассмотрены особенности захоронения РАО после переработки ОЯТ, связан. с необходимостью их выдержки для достижения в местах захоронения радиац. баланса с ОС. Отмечено, что общая масса продуктов деления, образующихся ежегодно на всех АЭС СССР (исключая благород. газы), в концентрир. виде составила бы ~ 30 т.

133. *Brennecke P., Schumacher J.* Radioaktive Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland Bestand, Anfall, Zwischen- und Endlagerung = Образование радиоактивных отходов в ФРГ - промежуточное и окончательное складирование // Atomwirt.-Atomtechn. - 1990. - Bd 35, N 11. - S. 522-527.

В ФРГ РАО образуются на ЯР, в НИИ и др. учреждениях. По состоянию на 31.12.89 г. в стране находилось в промежуточ. складировании ~ 44400 м³ РАО, в т. ч. 43900 м³ - не выделяющие в больших кол-вах тепловой энергии. Приведены табл. по распределению годового выхода РАО, динамике изменения их объемов (1984-1989 гг.) и прогноз до 2000 г. Окончат. складирование РАО осуществляется в хранилище Конрад; его объем в 1995 г. будет доведен до 99 тыс. м³.

радиоактивные отходы; сбор; промежуточное складирование; захоронение; ФРГ; Конрад

134. *Inyutin E.I., Kochetkov A.L., Tsikunov A.G.* Storage of Radioactive-Wastes Before Disposal = Хранение радиоактивных отходов перед их захоронением // Soviet atomic energy. - 1990. - Vol. 69, N 6. - P. 1077-1078.

1991

135. *ANON EM-ENG-PR* Radioactive-Waste Storage Faces Concrete Problems = Хранение радиоактивных отходов: конкретные проблемы // Chem. Eng. Progr. - 1991. - Vol. 87, N 8. - P. 16-17.

1992

136. *Leidinger B.J.G.* Cost Advantages and Safe Storage for Spent Fuel and High Level Radioactive-Waste from Reprocessing Plants = Оценка стоимости и безопасное хранение отработанного топлива и высокорadioактивных отходов с предприятий их переработки // Brennstoff-warme-kraft. - 1992. - Vol. 44, N 3. - P. S27-S28.

1993

137. *Buscheck T.A., Nitao J.J.* Repository-Heat-Driven Hydrothermal Flow at Yucca Mountain. 1. Modeling and Analysis = Хранение PAO // Nucl. Technol. - 1993. - Vol. 104, N 3. - P. 418-448.

безопасное хранение; низкорadioактивные отходы; хранилище в Юкка-Маунтин; сценарии аварийных ситуаций

138. *Ollman D.* Pump targets hydrogen risk in nuclear waste tank = Насос снижает опасность взрыва водорода в резервуаре с радиоактивными отходами // Chem. and Eng. News. - 1993. - Vol. 71, N 28. - P. 5-6.

В Ричленде (шт. Вашингтон) в огромном подзем. резервуаре для хранения PAO установлен мощный насос. При терм. и радиоактив. разложении орг. соединений, содержащихся в отходах, выделяется водород. Несмотря на вентиляцию, уровень водорода в резервуаре периодически превышает ниж. допустимый предел содерж. в воздухе (4%), что может привести к взрыву. Медленно перемешивая отходы, насос предотвратит образование водород. пузырей в ниж. части резервуара. Ведется разработка центробеж. насоса, обеспечивающего постоянн. удаление газов при мин. взбалтывании массы отходов.

radioактивные отходы; резервуар, хранение; водород, выделение; насос; перемешивание; США

139. *Vajda G.* Mi lesz az atomeromu hulladekaival? = Что будет с радиоактивными отходами атомных электростанций? // Magy. tud. - 1993. - Vol. 100, N 11. - P. 1324-1329, 1422.

Технология хранения и уничтожения НАО и САО хорошо разработана, но заключ. уничтожение зависит от обществ. одобрения. Технологии хранения ВАО зависят от того, будут ли приняты положения по переработке или

их уничтожению на ассамблее. Сейчас в мире применяется промежуточ. хранение. Ср-ва для окончат. уничтожения будут разработаны не раньше ближайших 20-30 лет.

радиоактивные отходы; захоронение; промежуточное хранение; меры; Венгрия

1994

140. *Abulfaraj W.H., Samman T.A., Kamal S.M.* Design of temporary radioactive waste storage: [Pap.] 1st Radiat. Phys. Conf., Quena, 15-19 Nov., 1992 = Проект временного хранилища радиоактивных отходов // Radiat. Phys. and Chem. - 1994. - Vol. 44, N 1-2. - P. 149-156.

Эффектив. метод, применяемый для отходов, содержащих высокорadioактив. и короткоживущие изотопы, заключается в хранении в течение нек-рого времени до полного распада РВ, а затем захоронения их в кач-ве нерадиоактив. жидкостей и мусора. Хранилище РАО из армир. бетона в ун-те Короля Абдулазиза, Саудовская Аравия, было обследовано гражданской техн. инспекцией. Были сформулированы основ. техн. требования для обеспечения безопас. хранения и обработки РАО данной категории. Разработка проектов данных хранилищ осуществляется согласно рекомендациям Междунар. комис. по радиац. защите и под техн. руководством МАГАТЭ.

опасные отходы; радиоактивные вещества; исследования; характеристики; США

1997

141. *Егоров Н.* Вопросы хранения и утилизации плутония еще ждут своего решения // Ядерный контроль. - 1997. - N 26, февр. - С. 9-11.

3.2. Обращение с РАО. Переработка и дезактивация

1984 - 1989

142. *Огульник П.Г.* Современные способы дезактивации реакторного оборудования // Атом. техника за рубежом. - 1989. - N 9. - С. 23-27.

143. *Опыт эксплуатации и основные технологические показатели обезвреживания жидких радиоактивных отходов на Московской станции переработки / Б.В. Мартынов, А.Е. Бакланов, В.В. Туголуков и др. // Manag. Low and Intermediate Level Radiact. Wastes, 1988: Proc. Int. Symp., Stockholm, 16-20 May, 1988. - Vienna, 1989. - Vol. 1. - С. 427-443.*

Обобщен опыт эксплуатации очистных сооружений Моск. станции переработки жид. РАО. Приведены результаты исслед. характеристик ионообменников за длит. период, оптимизируются процессы очистки, приводятся основ. технол. показатели переработки. Очистка сточ. пром. вод от РАО

после предварит. кондиционирования ведется методами коагуляции и фильтрации с последующей двухступенчатой ионообмен. очисткой на различ. ионитах; далее регенерац. р-ры упаривают и вывозят на захоронение. Пршедшая очистку вода имеет достаточную объемную β -активность 20-40 Бк/л, что значительно меньше ПДК радионуклидов, установлен. в СССР по нормам радиац. безопасности. На захоронение направляется продукт с объемной β -активностью 10^6 Бк/л и α -активностью - 10^3 - 10^4 Бк/л. Объем отходов по отношению к общему объему очищаемых РАО сокращается в 450-500 раз и составляет 0,2-0,22%. Приведены данные по изменению гранулометр. состава ионитов, показатели их работы, зависимости физ.-хим. св-в фильтратов от объема пропущ. р-ра и др. характеристики очист. устройств. Представлена полная технол. схем. очистки РАО с расчетом продолжительности и эффективности работы очист. сооружений РАО за один фильтроцикл.

радиоактивные жидкие отходы; обезвреживание; оборудование; опытные станции, технология; СССР; Москва

144. *Практика и перспективы в области обращения с радиоактивными отходами АЭС в СССР / А.С. Никифоров, А.С. Поляков, Л.А. Хамьянов и др. // Manag. Low and Intermediate Level Radiact. Wastes, 1988; Proc. Int. Symp., Stockholm, 16-20 May, 1988. - Vienna, 1989. - Vol. 1. - С. 37-42.*

В СССР разработка и внедрение методов обращения с РАО на АЭС велась по единому плану, согласов. с Мин-вом атом. энергетики, Минздравом, Госатомэнергонадзором СССР и утвержд. Гос. ком. по использ. АЭ СССР. Изложены основ. техн. решения, осуществляемые в технол. схем. переработки жид., твердых и газообраз. РАО. Для жид. РАО основ. метод обезвреживания - упаривание солевых р-ров. Образующиеся в ходе переработки этих отходов солевые концентраты, ионообмен. смолы и шламы фильтроматериалов захоранивают. Разработ. методы и аппаратурно-технол. схем. переработки твердых РАО преследуют цель уменьшения их массы, объема и надежной локализации РВ. Для улавливания аэрозолей из газовой фазы АЭС используют фильтры тонкой очистки, способные улавливать как твердые, так и жид. аэрозоли. Высокие коэф. очистки, к-рые обеспечивают эти фильтры, удовлетворяют требованиям санитар. норм. Улавливаются также радиоактив. короткоживущие радионуклиды. Подчеркивается, что при использ. ср-в газоочистки активность выбросов на АЭС при норм. ее работе значительно ниже санитар. норм. В стране разработана и реализуется долгосроч. прогр. работ по обращению с РАО, направл. на совершенствование систем переработки и разработку технологии захоронения. Показана структура этих работ.

радиоактивные отходы; АЭС; переработка; очистка; захоронение; СССР

145. *Anderson I. Licence row hangs over Soviet waste = Технология Synroc для фиксации высокоактивных отходов // New Sci. - 1989. - Vol. 124, N 1696. - P. 4.*

Ок. 10 лет назад геохимик Ted Ringwood (нац. ун-т Австралии, Канберра) предложил технологию Synroc для фиксации ВАО с применением искусств. минер. материалов на основе титанатов. Эта технология была реали-

зована на небольшой эксперим. установке (Lucas Heights) с имитацией РАО и продемонстрировала более высокую стойкость форм к выщелачиванию даже при высоких тем-рах по сравнению с остекл. РАО. Однако дальнейшего распространения технология не получила, видимо, как из-за известного недоверия к подобным разработкам неядер. страны, так и широкого применения хорошо отработ. технологии остекловывания (Франция, ФРГ, США, Великобритания, Япония). Она тем не менее вызвала повыш. интерес специалистов. В февр. 1989 г. в Сиднее состоялось совещ. раб. группы, образов. экспертами СССР, Австралии, США, ФРГ, Великобритании для оценки коммерч. возможностей технологии. На этом совещ. было достигнуто соглашение о заключении контракта (100 млн дол.) по сооружению на территории СССР опытной установки с предоставлением права междунар. коммерч. деятельности (50% - РАО СССР).

146. *Anderson T.D., Eymann L.D.* Innovative technologies for treatment of hazardous and mixed wastes = Новые технологии для очистки токсичных и смешанных отходов // *Manag. Low and Intermediate Level Radiact. Wastes*, 1988: Proc. Int. Symp., Stockholm, 16-20 May, 1988. - Vienna, 1989. - P. 405-415.

Сообщается о реализации Мин-вом энергетики США спец. Прогр. контроля токсич. выбросов (ПКТВ) в ОС. Цель ее - уменьшение токсичности и объемов вред. в-в, содержащихся в выбросах предприятий и лаб. Мин-ва. К выбросам относят отходы предприятий по пр-ву и переработке радиоактив. топлива. ПКТВ способствует улучшению экол. характеристик предприятий, снижению стоимости эксплуатации, внедрению и испытанию новых аппаратов и процессов очистки (очистка смесей хим. и радиоактив. материалов). Приводятся данные об эксперим. и опытно-пром. установках ПКТВ.

токсичные отходы; обезвреживание; очистка; технологические аспекты; контроль; программы; США

147. *Bradbury D.* Helping to reduce effluent generation = О переработке жидких низкоактивных отходов // *Nucl. Eng. Int.* - 1989. - Vol. 34, N 422. - P. 44, 46.

Рассмотрены методы обработки жид. НАО. Помимо обычных методов (испарение, осаждение, ион. обмен), перечислены нек-рые новые технологии (мембран. процессы, электр. и биол. методы), создаваемые для решения поставл. задачи.

148. *Chilton B.D., Pfuderer H.A.* Overview of cleanup and treatment of radioactively contaminated sites = Дезактивация площадок предприятий атомной промышленности // *Nucl. Safety.* - 1989. - Vol.30, N 4. - P. 519-533.

Представлен развернутый обзор методов, ср-в и мероприятий по орг-ции работ по дезактивации промплощадок предприятий атом. пром-сти, в т. ч. и объектов ВПК: Полигон шт. Невада (NTS, уран и плутоний), отходы (хвосты) уранового з-да (проект UMTRAP, уран и радон), шахты по добыче трансурановых и ториевых руд (проекты FUSPAR и SFMP, уран, торий, трансурановые элементы). Из физ. методов дезактивации упомянуты: запахивание, снятие верхней части грунта, обваловывание (NTS), поливка водой, измельчение

и просеивание, ограждение, смывание, применение пылесосов, скрубберов, защит. покрытий и, наконец, захоронение радиоактив. грязи.

149. Derrington J.A. Toxic and radioactive waste management = Переработка токсичных и радиоактивных отходов // J. Prof. Issues Eng. - 1988. - Vol. 114, N 4. - P. 463-467.

Кратко описываются широко используемые в Европе и, в частности, в Великобритании методы переработки и удаления различ. видов отходов - жид. и твердых, токсич. и нетоксич., НАО и САО - удаление на свалки, сжигание (с рекуперацией энергии и без нее), анаэробное сбраживание (с получением газа, содержащего ок. 55% метана), компостирование, получение гранулир. и брикетир. топлива, сбрасывание в море. В течение послед. 25 лет пробл. удаления отходов усугубилась вследствие образования РАО, являющихся отходами АЭС, различ. отраслей пром-сти, мед. учреждений, исслед. центров и т. п. К 2000 г. в стране будет накоплено: 500 тыс. м³ НАО, 25 тыс. м³ САО короткоживущих, 55 тыс. м³ САО долгоживущих и 1 тыс. м³ ВАО отходов. Формулируются основ. принципы конструирования и эксплуатации свалок (полигонов) для складирования перечисл. типов отходов.

опасные отходы; переработка; складирование; свалки; радиоактивные отходы; Великобритания

150. Duke builds a state of the art radwaste facility at Oconel = Строительство предприятий по переработке радиоактивных отходов // Nucl. Eng. Int. - 1987. - Vol. 32, N 399. - P. 15.

Сообщается о сооружении предприятия по переработке РАО АЭС Duke Power's Oconel, к-рое включает около 1500 приборов, 75 насосов и 2000 клапанов. Оно предназначено для переработки жид. и твердых РАО и состоит из систем уменьшения объема жид. отходов, упаковки, утилизации и вспомогат. систем, управляемых из централиз. пункта. Приведены характеристики основ. элементов предприятия. Главным компонентом системы уменьшения объема является сушильно-сжигающее устройство, к-рое испаряет влагу, сжигает горючие в-ва, включая сухие РАО. Система упаковки состоит из оборудования для упаковки цементом и полимерами, подъемных устройств и т. п.

радиоактивные отходы; переработка; предприятия по переработке отходов; АЭС; строительство; эксплуатация; технические характеристики; технологические процессы; США

151. Grawford M. DOE calls in the labs for defense waste cleanup = О программах по созданию технологий переработки военных радиоактивных отходов, США // Science. - 1989. - Vol. 246, N 4926. - P. 24-25.

Специалистами DOE США обоснована необходимость прогр. исслед. для решения пробл. переработки РАО воен. пром-сти США. В плане предусмотрено создание технологий, к-рые смогут быть практически реализованы в ближайшие 5 лет. К ним относятся остекловывание РАО, применение полиэтиленовых капсул для хранения РАО в виде солей нитритов и металлосодержащих соединений, низкотемператур. сжигание, позволяющее выделить

радиоактив. составляющие из орган. соединений, биореакторы для переработки РАО. Ежегод. затраты по прогр. составят > 50 млн дол. США. Начало прогр. планируется на 1991 г.

152. *Katoh K., Fujisaki S., Kato V.* Отверждение радиоактивных отходов // *Нихон гэнсиреку гаккайси = J. Atom. Energy Soc. Jap.* - 1989. - Vol. 31, N 9. - С. 89-97.

Дан обзор результатов применения методов отверждения РАО, образующихся после их предварит. сжигания. В золе, составляющей 85% от объема, содержатся частицы диам. от 5 до 110 мкм и 15% от объема составляет металл. Получ. зола - хим. стойкое в-во. Среди методов отверждения золы путем цементирования, пластификации, битумирования, гидротермализации выделен метод растворения золы с помощью применения высококачественного индукц. нагрева в индукц. емкости при тем-ре 1200-1600°C с последующим отверждением смеси. В испытаниях использовали высококач. генератор с частотой 3000 Гц, мощностью 30 кВт, индукц. емкость внешним диам. 200 мм, высотой 350 мм и керам. фильтры с коэф. очистки > 106. Среди радионуклидов, образовавшихся в золе, выделены ⁶⁰Co, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs. Коэф. миграции радионуклидов при использ. метода однократ. подачи золы по 0,7-1,0 кг ниже, чем при методе непрерыв. подачи золы по 200 г. Затвердевшие образцы выдерживают давление на сжатие 80-180 Па, стойкие к выщелачиванию. Достигнуто уменьшение объемов РАО, по сравнению с др. методами, в 5-6 раз.

153. *Koster R., Kraemer R.* Treatment and conditioning of liquid low and intermediate level wastes = Обработка низко- и среднеактивных отходов, ФРГ // *Manag. Low and Intermediate Level Radiact. Wastes*, 1988: Proc. Int. Symp., Stockholm, 16 - 20 May, 1988. - Vienna, 1989. - Vol. 2. - P. 3-20.

Дан обзор технологии обработки НАО и САО, производимых в коммерч. ЯТЦ. Жид. НАО и САО, гл. обр. возникают во время эксплуатации АЭС и установок по регенерации ЯТ. Приведены стат. данные по ежегод. кол-ву жид. НАО и САО, получаемых на ЯТ PWR и BWR электрич. мощностью 1000 МВт. Представлены основ. технологии обработки РАО, а именно: выпаривание, хим. осаждение или флокуляция; механ. очистка и ион. обмен. Дано подроб. описание технологий. Сообщено о новых разработках в технологии переработки жид. НАО и САО. Рассмотрены основ. методы усовершенствования технологий обработки РАО. К применяемым методам технологий обработки РАО относится их отверждение при помощи цемента и битума.

154. *Loos-Neskovic C., Fedoroff M.* Decontamination of liquid nuclear wastes by fixation of radioactive elements on nickel zinc ferrocyanides = Деактивация жидких радиоактивных отходов // *Radioact. Waste Manag. and Nucl. Fuel Cycle*. - 1989. - Vol. 11, N 4. - P. 347-364.

Обзор. Во Франции разработан метод очистки радиоактив. водных р-ров от изотопов Cs с помощью ферроцианидов (ФЦ). Метод основан на увеличении размеров твердых частиц ФЦ щелоч. металлов в концентрир. р-рах солей Ni и Zn. Фактор очистки для Cs в экспериментах с имитациями

РАО составил 1000, поглот. способность - 0,3 г Cs на 1 г ФЦ. Присутствие в р-ре др. щелоч. металлов не сказывается на эффективности метода. Изучается возможность отвержения щелоч. ФЦ в бетоне.

155. *Madic C.* From the reactor to waste disposal: the backend of the nuclear fuel cycle with emphasis on France = Конечное звено ядерного топливного цикла в цепочке "ядерный реактор - хранилище радиоактивных отходов" применительно к условиям Франции // *Radiat. Prot. Dosim.* - 1989. - Vol. 26, N 1-4. - P. 15-22.

Рассмотрена пробл. переработки CAO и BAO ЯР легководного типа - LWR во Франции, где из 49 энергет. ЯР 43 - LWR и производят ок. 70% всей электроэнергии. Ежегодно кол-во облуч. топлива реакторов LWR, содержащее достаточно CAO и BAO, составляет 750 т. Обсуждаются 3 варианта использ. облуч. топлива: окончат. захоронение, врем. хранение и переработка. В каждом из них - пробл. тщат. контроля CAO и BAO с целью защиты ОС. Рассмотрен замкнутый процесс переработки облуч. топлива, разработ. во Франции, - PUREX со стадиями растворения ОЯТ в азот. кислоте, извлечения ценных продуктов - актинидов, урана, плутония и др. изотопов. Приведены данные по радиоактивности на всех этапах переработки и мерах безопасности. В частности, все CAO и BAO с α -активностью более 0,1 Ки/г подлежат захоронению в глубоких водоизолир. геол. формациях. Обсуждаются процессы заключения CAO и BAO в блоки из спец. стеклянной массы, их гидроизоляция для безопас. хранения. Рассмотрены технол. и экол. решения, предотвращающие загрязнение ОС CAO и BAO.

радиоактивные отходы; АЭС; ядерное топливо, переработка; замкнутый процесс; захоронение; Франция

156. *Pfeifer W., Hempelmann W., Dircs F.* Treatment of low- and medium-level residues and wastes from reprocessing = Удаление радиоактивных отходов низкой и средней активности в ФРГ // *Kerntechnik.* - 1989. - Vol. 54, N 4. - P. 258-262.

В центре ядер. исслед. в Карлслуэ (ФРГ) перерабатывается до 12000 м³ НАО и CAO, поступающих в основном от опыт. з-да по переработке ОЯТ WAK. Разработаны технология и оборудование для переработки тепловыделяющих и тепловывделяющих РАО. Технология обращения с тепловывделяющими РАО ориентирована на захоронение в хранилище Konrad (ФРГ). Для тепловывделяющих РАО разработана технология отверждения в матрицы, не содержащие воды, что предотвращает газовыделение из-за радиолиза. После переработки остается 10³ м² тепловывделяющих РАО и ~ 40 м³ тепловывделяющих РАО.

157. *Pulkkinen R., Bergman C.* Treatment of decontamination wastes at the Oskarshamn nuclear power plant = Обработка отходов на АЭС Oskarsham // *Manag. Low and Intermediate Level Radiact. Wastes*, 1988: Proc. Int. Symp., Stockholm, 16 - 20 May, 1988. - Vienna, 1989. - Vol. 2. - P. 257-259.

Первая установка по дезактивации оборудования АЭС была пущена в Швеции в 1979 г. на площадке АЭС Oskarsham. Методы дезактивации оборудования связаны с их геометр. размерами, формой, уровнем загрузки,

видом материала, целью дезактивации и т. д. Способы обработки: промывка водой под давлением, обработка щелочным р-ром, дробеструйная обработка, электролит. и хим. дезактивация орган. кислотами и фосфор. кислотой.

158. *Radioactive liquid waste treatment* = Обработка жидких радиоактивных отходов // Fr. Nucl. Newslett. - 1988. - N 12. - P. 13-15.

Во Франции изготовлено и внедрено более 100 систем для обработки жид. РАО, образующихся в процессе эксплуатации АЭС, а также в исслед. центрах страны и за рубежом. Основные элементы систем - испарители и установки для дегазации, обеспечивающие рециклинг части РАО и допустимую конц-ю радиоактив. материалов, перед их захоронением (складированием) в спец. контейнерах. Кратко описывается процесс обработки РАО систем охлаждения атом. реакторов, в к-рых содерж. бора колеблется от неск. десятков ч/млн в начале топлив. цикла до 1200 ч/млн в его конце. Удаление из РАО взвешен. и твердых частиц продуктов расщепления осуществляется посредством их фильтрации и прохождения через ионообмен. колонны с последующим пропусканьем отходов через дегазатор, обеспечивающий отделение радиоактив. газов (Xe и Kr) для дальнейшего их восстановления посредством радиолитиза. Описывается система рециклинга бора на одной из действующих фр. установок.

радиоактивные отходы; жидкие отходы, переработка; оборудование; технологические процессы; рециклинг; Франция

159. *Rosa G. Radioaktiv hulladekok keletkezese es kezelese Pakson* = Переработка радиоактивных отходов в Пакше [Венгрия] // Magyar. villamos muv. troaszt kozl. - 1989. - Vol. 26, N 1. - P. 36-38.

радиоактивные отходы; хранение; переработка; Венгрия

160. *Rosa G., Varju B. Mi tortenik a paksi atomeromu kiegett uzemanyagaval* = Радиоактивные отходы Пакшской АЭС, Венгрия // Magyar. villamos muv. troaszt kozl. - 1989. - Vol. 26, N 6. - P. 31-32.

радиоактивные отходы; АЭС; Венгрия

161. *Saverol P., Bastien-Thiry H., Boudier G. High-level waste acceptance in France* = Переработка высокордиоактивных отходов во Франции: /Pap./ Winter Meet. Amer. Nucl. Soc., San Francisco, Calif., Nov. 26-30, 1989 // Trans. Amer. Nucl. Soc. - 1989. - Vol. 60. - P. 168.

Описываются основ. стадии детализир. прогр. по исполыз. метода остеклования для захоронения ВАО во Франции: определение требуемых характеристик стекла, исслед. радиоактивности образцов различ. состава в лаб. и пром. условиях, модификация состава стекла и внедрение качеств. контроля за процессом переработки РАО.

радиоактивные отходы; переработка; остеклование, захоронение; программы; Франция

162. *Shay M.R. A systems engineering cost analysis capability for assessing nuclear waste management system cost performance* = Система инженерного анализа стоимости альтернативных вариантов переработки радиоактив-

ных отходов: /Pap./ Winter Meet. Amer. Nucl. Soc., San Francisco, Calif., Nov. 26-30, 1989 // Trans. Amer. Nucl. Soc. - 1989. - Vol. 60. - P. 163-164.

Перечисляются отличит. характеристики системы инж. анализа стоимости, предназнач. для сравнит. оценки альтернатив. вариантов переработки РАО. Исх. системы переработки РАО подразделяются на следующие основ. компоненты: хранение и перегрузка РАО в местах их образования, контролируемые транспортировка и захоронение. Каждый компонент подразделяется на категории, элементы, фазы и др. составляющие, отражающие стоимость. алгоритмы соотв. стадий стр-ва и эксплуатации полигонов для РАО (период эксплуатации полигонов, применяемая технология захоронения, ежегод. объемы переработки и т. п.).

радиоактивные отходы; переработка, альтернативные варианты; стоимость, анализ; США

163. *Shulman S.* Daunting costs for clean-up at Hanford = Уменьшение стоимости обработки [радиоактивных отходов] в городе Ханфорд, [США] // Nature. - 1989. - Vol. 339, N 6222. - P. 241.

Начато выполнение планируемой на 30 лет прогр. очистки РАО на з-де по пр-ву ЯТ (г. Ханфорд, шт. Вашингтон, США). Большая стоимость ее 57 млрд дол. с ежегод. финансированием 2 млрд дол. объясняется тем, что на площади 1440 км² скопилось 0,81 млн м³ РАО, а также загрязн. почвы, аккумулирующей сопутствующие РАО при пр-ве плутония. Выявлено, что из 58 подзем. хранилищ жид. РАО просочились в почву 1890 м³ ВАО. Из 100 др. подзем. хранилищ РАО также возможна утечка. Рассмотрены возможности снижения стоимости выполнения данной прогр.

радиоактивные отходы; ядерное топливо, производство; обработка; захоронение; финансирование; программы; США, г. Ханфорд

164. *Simonnet F., Orts J.C., Simonnet G.* Destruction of genotoxic wastes mixed with radioactive products = Разрушение генотоксичных отходов, содержащих радиоактивные продукты // Health phys. - 1989. - Vol. 57, N 6. - P. 885-890.

При проведении эксперим. работ нек-рые биол. лаб. используют генотоксич., мутаг. и канцерог. в-ва, удалению к-рых обязательно должно предшествовать их разрушение, причем особую группу образуют генотоксич. в-ва, содержащие радиоактив. продукты. Исследуется влияние используемых для разрушения соединений этой группы процессов окисления на выделение газообраз. радиоактив. компонентов. В кач-ве окисляющих агентов в опытах использовали калий перманганат в сер. кислоте, применяемый для разрушения афлатоксинов, ПАУ, аромат. аминов, канцерогенов и др.; Na гипохлорид, используемый для разрушения вирусов и бактерий; а также изотопы ³H, ¹⁴C, ³⁵S, ³²P и ¹²⁵I. Продемонстрировано, что среди молекул, меченых ³H, ³⁵S и ³²P, только молекулы, содержащие ¹⁴C, могут выделять во время их обработки сильными окислителями значит. (30-50%) кол-ва летучих РВ. Небольшое (до 0,6%) выделение радиоактив. газов в присутствии остальных изотопов объясняется тем, что образующиеся при разложении продукты являются нелетучими и остаются в р-ре. В тех случаях, когда выделение газообраз.

компонентов достигает 50% от уровня радиоактивности обрабатываемых соединений, кол-во излучения, сопровождающего окисление не должно превосходить 2,4 МБк на 100 м³ лаб. площади.

опасные отходы; генотоксичные вещества; обезвреживание; окислительные процессы; радиоактивные вещества; выделение; исследования; Франция

165. *Steele D.F.* A novel approach to organic waste disposal = Электрохимический метод обработки органических отходов // *Atom.* - 1989. - N 393. - P. 10-13.

Дан обзор состояния пробл. захоронения орган. РАО, приведен перечень химикатов, включенных в т. н. Красный список DOE как представляющих опасность для здоровья человека и подлежащих нормированию по ПДК в вод. средах. Отмечены тех. трудности традиц. методов обработки токсич. отходов, в т. ч. РАО, содержащих отд. орган. соединения, что послужило причиной для разработки новой технологии, основ. на применении электрохим. методов (Дунрей, США). Представлено развернутое описание концепции разработ. технологии, к преимуществам к-рой отнесены: сравнительно невысокие рабочие параметры (тем-ра 35-55°С, давление - не выше атмосфер.), малоинерционность процессов (секунды), применимость к различ. РАО, практ. отсутствие газообраз. выбросов за счет летучести, высокая эффективность. Результаты техн.-экон. сопоставления предлагаемой технологии с традиц. прокаливанием/ сжиганием РАО также свидетельствуют в ее пользу. Для отработки техн. решений и уточнения исход. данных для проектирования полномасштаб. установки производительностью до 5 м³/сут создана эксперим. установка с планируемым сроком эксплуатации 751 сут.

166. *Suarez A.A., Rozental J.J.* Treatment and conditioning of institutional wastes in Brazil = Меры по переработке и хранению контролируемых государством [радиоактивных] отходов в Бразилии // *Manag. Low and Intermediate Level Radiact. Wastes*, 1988: Proc. 1st. Symp., Stockholm, 16-20 May, 1988. - Vienna, 1989. - Vol. 1. - P. 445-457.

С середины 50-х гг. в Бразилии происходит накопление РАО. Преобладают НАО, производимые на АЭС, урановых шахтах, з-де по пр-ву топлива для АЭС, в 3 ин-тах ядер. исслед., неск. ускорителях и 2000 мед., пром. и с.-х. предприятиях. Поскольку в стране нет постоянн. места складирования производители РАО под наблюдением Нац. комис. по АЭ самостоятельно перерабатывают и складировуют отходы. Те, что не подлежат хранению на территории производителя, собираются инспекторами Комис. согласно лицензиям и пересылаются в ин-т ядер. исслед. для переработки и промежуточ. хранения. С 1988 г. действуют установки по сжиганию твердых отходов. Созданы танки для сбора жид. отходов емкостью по 10 м³ и испаритель-кристаллизатор. Рассмотрены пробл. заключения РАО в бетон. блоки.

радиоактивные отходы; источники поступления; переработка; хранение; управление; Бразилия

167. *Tillman J.B.* An overview of operations at the waste isolation pilot plant = Переработка радиоактивных отходов на опытном заводе Министерства энер-

гетики [США]: [Pap.] Winter Meet. Amer. Nucl. Soc., San Francisco, Calif., Nov. 26-30, 1989 // Trans. Amer. Nucl. Soc. - 1989. - Vol. 60. - P. 135-137.

Перечисляются основ. стадии сооружения и пуска опыт. з-да, являющегося исслед. базой Мин-ва энергетики США, основ. задача к-рого - создание экологически безопас. конструкций для подзем. захоронения образующихся на оборон. объектах страны трансурановых отходов. Ежегодно з-д будет принимать 14200 м³ контактно и 283 м³ дистанционно обработ. трансурановых отходов, а через 25 лет эксплуатации эти объемы составят соответственно 176 тыс. м³ и 7100 м³ трансурановых отходов.

радиоактивные отходы; оборонные объекты; обработка, захоронение; США; Министерство энергетики США

1990

168. Иноуэ Т., Танака Х. Технология обработки высокорadioактивных отходов // Metals and Technol = Киндзоку. - 1990. - Vol. 60, N 9. - P. 36-43.

высокорadioактивные отходы; обработка; технологические аспекты; Япония

169. Накаяма Х. Тенденции развития технологий дезактивации оборудования АЭС за рубежом // Гэнсиреку коге = Nucl. Eng. - 1990. - Vol. 36, N 8. - P. 21-27.

Рассмотрены тенденции разработок за рубежом технологий дезактивации оборудования АЭС. Хим. технологию дезактивации применяют с 1960-х гг. В 1970 г. фирма AECL (Канада) применила разработ. хим. технологию дезактивации CAN DECON на ЯР CANDU и в 1980 г. на АЭС Douglas Point. Дезактивацию подсистем ядер. энергет. блока в США осуществляют разбавл. р-ром. В течение 10 лет дезактивацию рециркуляц. системы, системы очистки питат. воды ЯР осуществляли 50 раз. Основ. требования, к-рым должен удовлетворять дезактиватор, являются низкое корроз. воздействие на конструкц. материалы, высокая степень дезактивации, обеспечение надеж. контроля за отработ. дезактив. р-ром, мин. кол-во отходов. Приведены сравнит. результаты хим. технологий дезактивации CAN DECON, LOMI (CEGB, Великобритания и EPRI, США), (СЕСО, США), NS 1 (PNL, США). Вышеуказанные технологии дезактивации характеризуются параметрами: конц-и р-ров соответственно равны 0,1%, (0,3-0,5)%, (0,2-0,3)%, 0,7%, тем-ры - (95-120)°С, (75-95)°С, (85-95)°С, (120-125)°С; продолжительность процесса (24-30) ч, (4-8) ч, (5-20) ч, (18-100) ч.

170. Разработка технологии обработки и кондиционирования оболочек отработавших твэлов LWR / F. Komatsu, H. Tanabe, R. Wada, T. Kusamichi // Кобэ сэйко гихо = Kobe Steel Eng. Repts. - 1990. - Vol. 40, N 3. - P. 85-88.

При переработке ОЯТ энергет. ЯР образуются метал. твердые РАО, загрязн. α -излучающими нуклидами. Эти РАО состоят из циркалоевых оболочек и остатков топливно-воздушной смеси (разделители стабилизаторы). В 1981 г. были начаты НИОКР по объемному уменьшению и технологии обработки циркалоевых оболочек и внутрисбороч. оборудования по контракту с фирмой PNC. Была изучена технология отверждений, включающая плавление, хим. и горячее изостат. прессование.

171. Румянцев В.В. Некоторые современные тенденции развития способов дезактивации оборудования АЭС // Атом. техника за рубежом. - 1990. - N 6. - С. 21-22.

Рассмотрены соврем. способы дезактивации металлов и неметал. материалов и проанализированы возможности повышения эффективности дезактивации при снижении объема РАО.

172. Хабинский М.П. "Расстрел" радиации // Вопр. изобретательства. - 1990. - N 8. - С. 7-9.

Сообщается о новом способе обезвреживания РАО на АЭС, разработ. Харьк. физ.-техн. ин-том АН УССР. Основан на использ. ускорителей элементар. частиц, единич. мощностью ~ 100 МэВ. Начато переоснащение действующего оборудования для бомбардировки потоками электронов спец. мишеней изотопов. При столкновении с мишенью излучаются γ -кванты, способ. преобразовать долгоживущие радионуклиды - Sr, Cs и др. в стабильные элементы. Ост. РВ быстро распадаются сами. Возможно использ. способа для обезвреживания остаточ. радиоактивности на ЧАЭС. Обсуждаются соц., экон. и экол. преимущества способа и его исключит. экол. чистота. Расход энергии минимален, отсутствуют вред. побоч. явления. Уровень радиоактивности при работе линейных ускорителей электронов - гл. элементов новой системы - составляет 10 мкР/ч, что не выше уровня естеств. природ. фона.

радиоактивные отходы; АЭС; обезвреживание; технологические аспекты; СССР; Харьковский физико-технический институт АН УССР

173. Baker R.S., Berreth J.R. A glass-ceramic composition to immobilize ICPP HLW = Состав стеклокерамики для иммобилизации высокоактивных отходов завода химической переработки в Айдахо // Nucl. Waste Manag. III. - Westerville (Ohio), 1990. - P. 13-22.

Стеклокерамика изготовлена методом изостат. прессования при высоких тем-рах из материала, имитирующего состав РАО з-да, с добавлением SiO_2 , V_2O_5 , Na_2O , Li_2O . Кроме того, в небольших кол-вах добавлялись TiO_2 (для стимулирования образования титановой фазы, связывающей кадмий), а также Ti- и Ni-порошки в кач-ве восстановит. агентов. Содерж. отходов в продукте 75% вес., плотность 3,3 г/см³. Высокое содерж. отходов позволяет при использ. стеклокерамики сократить объем иммобилиз. отходов до 60% в сравнении с остекл. отходами. Предварит. оценки хим. устойчивости показали, что стеклокерамика и остеклов. отходы имеют сопоставимую скорость выщелачивания матрицы (Si, B, Li) и таких компонентов отходов, как Cd, Cr, Ca, Al.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивные; США; Айдахо

174. Eldessouky M.I., Elsourougy M.R., Aly H.F. Investigations on the Treatment of Low-Level and Medium Level Radioactive Liquid Wastes = Исследование обработки жидких отходов с низким и средним уровнем радиации // Isotopenpraxis. - 1990. - Vol. 26, N 12. - P. 608-611.

сорбционные свойства; кобальт; цезий; европий; уран; исследование кислотности и концентрации осадков

175. *Ewing R.C.* "Novel" nuclear waste forms: [Ref.] *Geochem. semin., Praha, [1989] = Новые формы ядерных отходов // Acta Univ. Carol. Geol. - 1990. - N 4. - P. 446-450.*

Обсуждаются формы ядер. отходов 2-го поколения, альтернат. общепринятой форме (сплавление с боросиликат. стеклом). Для многих из них необходимо изучение физ. и хим. характеристик, хотя ряд достоинств очевиден. Пробл. поведения новых форм в долгосроч. масштабе также изучены слабо. Основная пробл. исслед. - недостаток времени и ср-в. Разнообразие новых идей и возможности их комбинирования вселяют оптимизм и позволяют надеяться, что надежность фиксации ядер. отходов может быть существенно повышена.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных

176. *Fukuhara H.* Solid radwaste disposal system for fast breeder reactor, MONJU = Система для обработки радиоактивных отходов быстрого реактора Monju, Япония // Тосиба рэбю = Toshiba Rev. - 1990. - Vol. 45, N 7. - P. 556-558.

Представлено краткое описание принцип. схем. установки по компактированию твердых РАО FBR Monju, включающей технол. линию по их полимеризации с применением ненасыщ. полистирольной смолы. Технология полимеризации, предлож. ранее фирмой Toshiba и прошедшая затем промышл. испытания на многих АЭС Японии, при разработке проекта установки была усовершенствована с учетом опыта эксплуатации в отношении улучшения эксплуатац. характеристик и повышения ее надежности.

177. *Improve liquid-radwaste processing, waste dewatering* = Совершенствование эксплуатационных характеристик ионитовых установок по дезактивации жидких отходов АЭС // *Power.* - 1990. - Vol. 134, N 4. - P. 17-18, 20, 22, 24, 26.

Дан обзор 2 докл., представл. на симпоз. "Обращение с РАО АЭС" (март 1990, Тусон, Аризона США), к-рые посвящены пробл. совершенствования систем дезактивации жид. РАО АЭС. Детальное изучение опыта эксплуатации ионитовых установок этих систем позволило установить главную причину неэффективности их работы - неправильный выбор характеристик фильтра (40 мкм). Анализ состава очищаемых потоков показал, что основ. масса взвеш. частиц (99,3%) имеет размеры < 5 мкм, а 93% - < 1 мкм. Т. обр., ионитовым установкам помимо функц. приходилось выполнять роль механ. фильтров. В связи с этим фирма Duke Power провела обшир. исслед. по выбору ассортимента фильтров. материалов и оптимизации конструкций соотв. устройств. В результате была разработана многоступенчатая система очистки РАО, включающая мешочные фильтры грубой и тонкой очистки (9 и 1,5 мкм) и угольный промежуточ. фильтр. Испытания этой системы на ядер. энергет. блоке-2 АЭС Catawba во время перегрузки ЯТ показали, что ее применение позволило увеличить пропускную способность ионитовых уста-

новок с 470 до 2900 т на 1 м³ ионита. Другая фирма США, Penn. Power and Light Co., разработала усовершенств. технологию обезвоживания отработ. ионитов, применение к-рой на АЭС Susquehanna позволило сократить на 60% объем РАО.

178. *Loida A., Kahl L.* Solidification of tru-wastes by embedding into an aluminium-silicate based ceramic matrix = Иммобилизация торий-радий-урановых отходов путем их введения в керамическую матрицу на основе силиката алюминия // Nucl. Waste Manag. III. - Westerville (Ohio), 1990. - P. 83-93.

Указаны недостатки стекла и цемента как материалов для иммобилизации РАО. Керамика на основе алюмосиликата, свобод. от этих недостатков, имеет дополн. преимущества: устойчивость к воздействию вод. р-ров и ионизирующего излучения; доступность материала и изученность технологии его пр-ва. Описаны микроструктура керамики с отходами в сравнении с микроструктурой материала СИНРОК, а также минерально-фазовый состав сравниваемых материалов. Приведены результаты испытаний на скорость выщелачивания. Недостаток предлагаемого способа - сложная многоступенчатая технология; экономичность способа пока не оценивали.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; иммобилизация; керамическая матрица

179. *Maestas E., Walter H.F.* Waste management strategy at the West Valley demonstration project = Стратегия работ с отходами в демонстрационном проекте Уэст-Валли // Nucl. Waste Manag. III. - Westerville (Ohio), 1990. - P. 521-527.

БАО, хранимые в Уэст-Валли (шт. Нью-Йорк, США), будут иммобилизованы с помощью устойчивого боросиликат. стекла для последующего размещения в федер. хранилище. Обсуждаются техн. решения процессов сплавления и перевода отходов (как высокой, так и низкой активности) в твердую форму. Приведена и описана схем. переработки отходов. Другие направления работ по проекту: очистка и демонтаж ядер. установок; экол. последствия хранения НАО.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивные; США; Уэст-Валли

180. *Mikula J.* Szilard radioaktiv hulladokok tomoritesere szolgalo pres kifejlesztese = Прессование радиоактивных отходов. Разработка прессы // Somogyi mosz. szemle. - 1990. - Vol. 16, N 1. - P. 15-18.

радиоактивные отходы; прессование; прессы; разработка; Венгрия

181. *Ohnuki T.* Adsorption of Radioactive Cobalt by Mixture of Manganese Oxide and Montmorillonite = Адсорбция радиоактивного кобальта смесью оксида марганца и монтмориллонита // J. Nucl. Sci. and Technol. - 1990. - Vol. 27, N 11. - P. 1068-1071.

182. *Redox effects on the durability and viscosity of nuclear waste glasses* = Влияние окислительно-восстановительного потенциала на устойчивость и вязкость стекол ядерных отходов / X. Feng, I.L. Pegg, E. Saad et al. // Nucl. Waste Manag. III. - Westerville (Ohio), 1990. - P. 165-174.

Комплексные ВАО, производимые предприятиями р-на Уэст-Валли (США), содержат до 50% FeO, а в остекл. форме содерж. этого компонента составляет ~ 12%. Эксперим. изучено влияние степени окисленности Fe на вязкость и хим. устойчивость стекол. Образцы стекол изготавливали из материала с отношением $Fe^{2+}/Fe_{общ.}$ от 0,0 до 0,8 путем плавки в контролируемой атм. CO и CO₂. Устойчивость определяли по типовой методике МСС-3, вязкость измеряли от 950°C до 1150°C. Показано, что влияние степени окисленности Fe на устойчивость четко зависит от состава стекла. При низ. содерж. Al₂O₃ скорость выщелачивания различается в 12 раз для наиболее окисл. и наиболее восстановл. стекол. Для более устойчивых стекол с высоким содерж. Al₂O₃ эти значения различаются не более чем в 2 раза. Вязкость стекол в зависимости от окисленности меняется на 30%.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивные; США; Уэст-Валли

1991

183. *Котельников А.Р., Зырянов В.Н.* Возможности и методы экспериментальной минералогии в обезвреживании радиоактивных отходов // 12 Всесоюз. совещ. по эксперим. минералогии, Миасс, 24-26 сент., 1991. - Черноголовка, 1991. - С. 64.

минералогия; общие вопросы; экспериментальная минералогия; радиоактивные отходы; обезвреживание

184. *Кутчер В.* Концепция обработки и обезвреживания радиоактивных отходов АЭС с реакторами ВВЭР // Энерг. стр-во. - 1991. - N 2. - С. 73-75.

С точки зрения разработки концептуальной системы централиз. сбора, транспортировки и окончат. захоронения РАО дана классиф. РАО, образующихся на АЭС, и обсуждены технол. схем. удаления и обезвреживания жид. и твердых РАО.

185. *Обезопасяване на радиоактивните отпадъци от дезактивация при хипотетична авария в АЕЦ (ВВЕР-440) = Обезвреживание радиоактивных отходов путем дезактивации предполагаемой аварии на АЭС (ВВЭР-440) / К. Виков, Е. Христов, Т. Димчев, П. Захариев // Год. Мин.-геол. унив., София. - 1990-1991. - Vol. 37, N 3. - P. 117-122.*

На базе междунар. опыта по обезвреживанию РАО АЭС и с учетом особенностей получения отходов при ликвидации последствий аварии разработан первонач. вариант системы (концепции) их обезвреживания. Рассмотрены вопр. о выборе места захоронения и обработки отходов с целью уменьшения их объема, о подготовке отходов к захоронению и транспортировке. Предложено обезвреживание РАО осуществлять через их захоронение в отработ. подзем. выработках после предварит. прессования, сжигания, битум-

минимизации и остекловывания отходов (только для ВАО). Для этой цели предполагается использовать выработки шахт Кошава, Мартиново и Смоляновци. Предполагается жид. отходы нагнетать в буровые скв., располож. в с.-з. Болгарии и достигающие известняковых комплексов триаса и юры. Этот способ обезвреживания жид. отходов применим лишь при экстрем. условиях предполагаемой аварии на АЭС "Козлодуй".

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; Болгария

186. Экологически безопасная локализация отходов радиоактивных щелочных металлов / Э.В. Коновалов, А.Н. Ластов, И.В. Малумян и др. // Атом. энергия. - 1991. - Т. 70, N 5. - С. 307-310.

После назем. испытаний косм. ядер. энергет. установок "Топаз" образуются РАО цезия и эвтект. сплава "калий - натрий", используемых соответственно в кач-ве рабочего тела в термоэмис. преобразователях и жидкометалл. теплоносителя. Эти отходы обладают высокой хим. активностью, пожаро- и взрывоопасны при контакте с вод. и нек-рыми орган. средами. Технология обезвреживания РАО щелоч. металлов имеет 2 этапа: переработку в химически менее актив. взрывобезопас. соединения и превращение продуктов переработки в форму, пригодную для экологически безопас. захоронения (хранения). Они должны отличаться безотходностью, взрыво- и пожаробезопасностью, экол. чистотой, простотой процесса, мин. объемом конеч. продуктов, подлежащих захоронению (хранению). Детально рассмотрены технологии обезвреживания отходов цезия и калий-натриевых.

радиоактивные отходы; щелочные металлы; локализация, переработка; хранение; экологическая безопасность; СССР

187. Dmitriev S.A., Lifanov F.A., Knyazev I.A. Some Aspects of Perfecting the Technology of Thermal Reprocessing of Combustible Radioactive Waste and Conditioning the Ash Residue = Некоторые аспекты (исполнения) технологии термической переработки (горючих) радиоактивных отходов и кондиционирования золы // Soviet atomic Energy. - 1991. - Vol. 70, N 5. - P. 373-375.

188. Economic and technical advantages of high-temperature processes in high-level radioactive waste management = Экономические и технические преимущества высокотемпературных процессов в работе с высокоактивными отходами / A. Jouan, N. Jacquet-Francillon, M. Cler, L. Chaudon // High Level Radioact. Waste Manag. - La Grande Park (Ill.); N.Y., 1991. - P. 733-737.

С экон. позиций сравниваются 3 альтернатив. способа иммобилизации РАО, получающихся в результате обработки использ. ЯТ. Стоимость остеклования концентрир. р-ров продуктов деления рассматривалась совместно с дополн. стоимостью процессов транспортировки и заложения в глубин. хранилище в геол. среде. Обработку отходов покрытия топлива металлом рассматривали в 3 вариантах: цементация, уплотнение и плавление. Отдельно рассмотрен процесс захоронения сжигаемых отходов с α -излучателями. Для каждого способа процедуры, приводящие к наибольшему сокращению нач. объема, одновременно характеризуются и наилучшей экономичностью. При этом обеспечивается и технически наиболее эффектив. удержание вредных компонентов.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивные; методы исследования

189. *Gulis G.* Retention of Some Radionuclides in Furnace Lining During Incineration of Radioactive-Wastes = Удерживание некоторых радионуклидов в футеровке печей при сжигании радиоактивных отходов // *J. Radioanal. and Nucl. Chem.*-articles. - 1991. - Vol. 150, N 2. - P. 261-267.

сжигание; обработка радиоактивных отходов; факторы риска; эксперимент

190. *Koyama A., Nishimaki K.* Обработка жидких радиоактивных отходов методом обратного осмоса. Влияние посторонних ионов на коэффициент очистки // *Мидзусери гидзюцу = Water Purif. and Liquid Wastes Treat.* - 1991. - Vol. 32, N 1. - P. 15-29.

Известные методы обработки жидк. РАО (концентрирование испарением, адсорбция ионитами и коагуляцион. осаждение) не удобны для применения на небольших предприятиях, где отходы образуются в малых кол-вах. Для маломасштаб. обработки наиболее подходит метод обрат. осмоса, использующий, напр., трубчатые или плоские мембр. модули. Его преимущества: незначит. кол-во вторично образующихся отходов, низкие капит. и эксплуат. затраты, простота обслуживания очист. установки. Метод апробирован на р-рах сточ. вод, содержащих радиоактив. изотопы в присутствии катионов (напр., Na^+ и Ca^{2+}) и анионов (напр., Cl^- , NO_3^- и SO_4^{2-}). Показано, что в присутствии 2-зарядных ионов по сравнению с 1-зарядными степень очистки повышается на порядок.

радиоактивные жидкие отходы; обезвреживание; обратный осмос; мембранные модули; Япония

191. *Macaskie L.E.* The Application of Biotechnology to the Treatment of Wastes Produced from the Nuclear-Fuel Cycle Biodegradation and Bioaccumulation as a Means of Treating Radionuclide-Containing Streams = Использование биотехнологии при обработке отходов, генерированных в процессе биодegradации и биоаккумуляции ядерного топлива, как средство обработки потоков, содержащих радиоактивные отходы // *Critical reviews in biotechnology.* - 1991. - Vol. 11, N 1. - P. 41-112.

нуклиды; токсичность; долговечность; новые технологии выделения из отходов; биотехнология

192. *New separation chemistry techniques for radioactive waste and other specific applications* = Новое разделение химических производств радиоактивных отходов и другие специфические применения. - Elsevier Applied Science, 1991.

193. *Osteen A.B., Bibler J.P.* Treatment of Radioactive Laboratory Waste for Mercury Removal = Обработка лабораторных радиоактивных отходов для удаления // *Water Air and Soil Pollution.* - 1991. - Vol. 56, N APR. - P. 63-747.

ионообменные смолы для удаления; Dualite (TM) GT-73; полистерин/дивинилбензол

194. *Parrotta M.J.* Radioactivity in Water-Treatment Wastes - A Usepa Perspective = Радиоактивность воды - обработка отходов // J. Amer. Water Works Association. - 1991. - Vol. 83, N 4. - P. 134-140.

радий; руководство для размещения радиоактивных отходов

195. *Removal of dissolved and suspended radionuclides from HWVP liquid wasters* = Удаление радионуклидов в растворенном состоянии и в виде взвесей из (жидких отходов завода HWVP (Hanford Waste Vitrification Plant) / S.D. Sharp, D.E. Earin, L.A. Bray et al. // High Level Radioact. Waste Manag. - La Grande Park (Ill.); N.Y., 1991. - P. 406-412.

В процессе предварит. проектирования з-да по остеклованию отходов близ Ханфорда (HWVP) исследовали особенности цикл. очистки сточ. вод. Установлено, что растворимые загрязнители можно вывести из цикла обработки уже на 1-й стадии. Это позволяет также контролировать состав производимых остекл. отходов и снизить коррозию технол. оборудования. Рассмотрена проектируемая процедура одноврем. отделения радиоактив. взвеш. частиц и нек-рых растворимых продуктов деления. Исход. данные получены из опубл. лит., а также на основе лаб. и полупром. испытаний.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; остеклованные; США; Ханфорд

196. *Stinson M.C., Green B.L., Marquardt C.J.* Autoclave Inactivation of Infectious Radioactive Laboratory Waste Contained Within a Charcoal Filtration System = Автоклавная инактивация инфекционных лабораторных радиоактивных отходов, содержащихся в угольной фильтрационной системе // Health. Phys. - 1991. - Vol. 61, N 1. - P. 137-142.

модель; лабораторные радиоактивные отходы; размещение

197. *Tang Y.S.* Experience in Thermal-Treatment of Low-Level Radioactive Wastes = Опыт термической обработки радиоактивных отходов [низкого уровня радиоактивности] // Chem. Eng. Communications. - 1991. - Vol. 103. - P. 83-98.

198. *The natural zeolite, laumontite, as a potential material for the treatment of aqueous nuclear wastes* = Природный цеолит (ломонтин) как потенциальный материал для обработки жидких радиоактивных отходов / A. Dyer, G.A.S. Abdel, M. Mikhail et al. // J. Radioanal. and Nucl. Chem. Lett. - 1991. - Vol. 154, N 4. - P. 265-276.

Исследованы св-ва природ. цеолита-ломонтин (Шотландия) в кальциевой форме для обработки жид. радиоактив. р-ров. Показано, что дан. материал обладает селективностью по отношению к стронцию. Высокие показатели адсорбции наблюдаются как в кислых, так и в щелоч. р-рах.

сорбционное сырье; методы; цеолит природный; радиоактивные отходы

199. *Trutnev Y.* Destruction of highly toxic chemical materials by using the energy of underground thermonuclear explosion = Разрушение высокотоксич-

ных химических веществ с использованием энергии подземного термоядерного взрыва // Int. Symp. Environ. Conseq. Hazard. Waste Dispos., Stockholm, May 27-31, 1991. - Stockholm, 1991. - P. 281-285.

Технология разрушения токсич. хим. соединений за счет очень высоких тем-р термоядер. взрыва относительно недорога, реализуется в отдал. р-нах и особенно актуальна в связи с уничтожением хим. оружия. Исполыз. этой технологии для иммобилизации огром. объемов отходов АЭС (активность накапливаемых долгоживущих отходов составляет свыше $0,7 \cdot 10$ Ки в год только по Sr и Cs) позволяет: резко снижать конц-и радионуклидов за счет разбавления расплавл. массой пород; переводить отходы в химически инертную форму стекла; изолировать отходы на больших глубинах (1 км) в удал. р-нах; пользоваться отработ. технологией подзем. взрывов. Она применима и для ликвидации компонентов различ. ядер. установок (в т. ч. воен. назначения в связи с разоружением), малых исслед. реакторов, ист. ионизирующего излучения и т. д. Практ. аспекты этой технологии начали отрабатываться в 1992 г. на прим. хим. оружия, токсич. материалов и пром. отходов.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных

200. *Vinjamuri K.* Durability, mechanical, and thermal properties of experimental glass-ceramic forms for immobilizing ICPP high level waste = Устойчивость, механические и тепловые свойства экспериментального стеклокерамического материала для иммобилизации высокоактивных отходов завода ICPP // High Level Radioact. Waste Manag. - La Grande Park (Ill.); N.Y., 1991. - P. 708-713.

Жид. ВАО з-да ICPP (Idaho Chemical Processing Plant) обычно переводят в твердое состояние высушиванием и прокаливанием и в виде порошка хранят на предприятии. Для иммобилизации порошка изучается возможность исполыз. стеклокерамики. Изготовлен и испытан эксперим. стеклокерам. материал из нерадиоактив. порошка-имитатора отходов и стеклообразующих добавок. Задачей испытаний было установление влияния granulometрии материала на его устойчивость, мех. и тепловые св-ва. Показано, что устойчивость растет с уменьшением размеров зерна (дистиллир. вода, 90°C). Прочность и теплопроводность мало зависят от granulometрии. Установлена мех. совместимость нержавеющей стали с испытывавшимся материалом.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивные; методы исследования; США; Айдахо

201. *Yoshikawa S., Amano O., Suzuki N.* Reduction of Volume of BWR Plant Radioactive-Wastes by Operating Condensate Demineralizers Without Regeneration = Снижение объема радиоактивных отходов BNR предприятия воздействием [обработкой] конденсата деминерализаторами без регенерации // J. Nucl. Sci. and Technol. - 1991. - Vol. 28, N 1. - P. 59-65.

жидкие радиоактивные отходы; Япония; установка префильтрационного противотока

202. *Иванов П.И.* Радиоактивные отходы, переработка и захоронение // Атом. техника за рубежом. - 1992. - N 9. - С. 17-19.

Описана технология Sunpoc отверждения на основе керамики PAO с высоким уровнем активности, а также технологии биол. разложения синтет. ионообм. смол, используемых в системах очистки, дана оценка ситуации с созданием долговрем. централиз. хранилищ в нек-рых промышленно развитых странах, а также рассмотрены техн. достижения, касающиеся технологии переработки PAO. Дана общая оценка переработки и захоронения PAO в США, Великобритании и СНГ.

203. *Aboujamous J.K.* Radioactive Waste Treatment Using Natural Syrian Bentonite = Обработка радиоактивных отходов природным сирийским бентонитом // J. Radioanal. and Nucl. Chem.-articles. - 1992. - Vol. 162, N 2. - P. 325-338.

Cs-137, Sr-90/Y-90; обработка; жидкие радиоактивные отходы

204. *Abrahams K.* Transmutation des dechets nucleaires a vie longue = Преобразование долгоживущих ядерных отходов // Bull. AEN. - 1992. - Vol. 10, N 2. - P. 8-14.

При обычном ТЦ АЭС использ. топливо состоит в основ. из оксидов урана с продуктами деления и следовыми кол-вами актинидов, образующихся за счет захвата нейтронов ядрами урана. Делящиеся изотопы Pu и U могут быть извлечены, остаток остекловывается и представляет отходы, подлежащие захоронению в геол. среде. Плутониево-актинидный цикл имеет преимущества: более эффектив. использ. уранового сырья; использ. оружейного плутония взамен урана, что позволяет исключить пробл. радонового загрязнения среды при добыче и переработке U-руд; знач. снижение срока жизни ядер. отходов обычного типа при извлечении актинидов. Приводится схем. комбинир. цикла (проект OMEGA). Поскольку отходы обычного типа требуют в любом случае решения пробл. их изоляции, внедрение новых технологий не снимает эту пробл., а является лишь полез. дополнением.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных

205. *A mechanistic model for understanding nuclear waste glass dissolution* = Механистическая модель, представляющая процесс растворения отходов радиоактивного стекла / F. Delage, D. Ghaleb, J.L. Dussossoy et al. // J. Nucl. Mater. - 1992. - Vol. 190. - P. 191-197.

Процессы, происходящие в боросиликат. стекле French R7T7, в вод. среде могут быть описаны системой ур-й основ. р-ций на поверхности и диффуз. процессов с эмпирич. законом частич. удерживания кремния в изменяющейся пленке. Процесс растворения определяется активностью кремниевой кислоты на границе между гелем и первич. стеклом. Изменяющаяся пленка является кремниевым диффуз. барьером. Компьютер. прогр. LIXIVER описывает хронол. изменение скоростей растворения, конц-и кремния на

поверхности р-ции, конц-и компонентов матрицы стекла в р-ре в интервале тем-р от 0 до 300°C для различ. видов стекла и составов р-ра при статист. или динам. условиях выщелачивания. LIXIVER моделирует изменение кинет. параметров растворения в рамках лаборат. эксперимента, т. е. в течение неск. м-цев. Обсуждаются результаты эксперим. моделирования, его основы и возможности применения.

радиоактивное стекло; растворение; кремниевая кислота; моделирование; ЭВМ; Франция

206. *Barney G.S., Cowan R.G.* Separation of Actinide Ions from Radioactive Waste Solutions Using Extraction Chromatography = Выделение актинид-ионов из радиоактивных отходов // *Adstr. Pap. Amer. Chem. Soc.* - 1992. - Vol. 203, N APR. - P. 77-IEC.

207. *Bendixsen C.L.* Management of Radioactive Liquid Waste at the Idaho Chemical-Processing-Plant = Обработка жидких радиоактивных отходов на предприятии химической переработки в Айдахо // *Ibid.* - 1992. - Vol. 204, N AUG. - P. 98-IEC.

208. *Brewer K.W.* Calciner pilot plant waste minimization practices at the ICPP = Практика минимизации отходов на основе опытной обжиговой печи завода химической переработки в Айдахо // *Radioact. Waste Manag. and Nucl. Fuel Cycle.* - 1992. - Vol. 17, N 1. - P. 53-62.

Описана технология перевода в твердую фазу жид. ВАО воен.-мор. техники на основе кальцинатора (обжиговой печи) со сжиж. слоем. Опыт. работы, выполн. на 2 кальцинаторах, решали задачи: получения эксперим. продукта обжига; разработки новых хим.-технол. схем; подготовки и оптимизации пром. схем обжига на строящейся обжиговой установке. Обобщение опыта работ 1980-1990 гг. показало, что за этот период среднее сокращение объема твердых отходов составило 60%, а жид. (вред. и безвред.) 58%. Выделены основ. технол. факторы, способствовавшие сокращению конечно-го объема отходов.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; США; Айдахо

209. *Chiu J.H., Chu T.C., Weng P.S.* Extraction of Tc-99 by Complexation with Ammonium Tetramethylenedithiocarbamate into Chloroform and Its Application to the Determination of Tc-99 in Low-Level Radioactive Wastes = Экстракция Тс-99 комплексообразованием с тетраметилендитиокарбаматом аммония в хлороформе и ее использование в определении Тс-99 в отходах с низким уровнем радиации // *Analytica Chimica Acta.* - 1992. - Vol. 256, N 2. - P. 293-299.

экстракция свободного от носителя (Тс4)-Тс-99м; параметры экстракции; эффективность; оптимальные условия

210. *Design and operation of high level waste vitrification and storage facilities* = Устройство и эксплуатация установок по стеклованию высокоактивных отходов и их хранению. - Vienna: Intern. atomic energy agency, 1992. - 95 p. - (Techn. rep. ser. / IAEA. - N 339).

211. *Dubourg M.* Status of Reactor Decommissioning in France = Уничтожение отработавших ядерных реакторов // *Atomwirt.-Atomtechn.* - 1992. - Vol. 37, N 8-9. - P. 439-441.

Франция; ядерный реактор; АЭС; выведение из эксплуатации; принятие решений

212. *Francis A.J., Dodge C.J., Gillow J.B.* Microbiological and Photochemical Treatment of Radioactive-Wastes = Микробиологическая и фотохимическая обработка радиоактивных отходов // *Abstracts Pap. Amer. Chem. Soc.* - 1992. - Vol. 204, N AUG. - P. 121-IEC.

213. *Friesen E.* Modernization of the ARAK radioactive waste treatment plant for LLW incineration = Модернизация завода по переработке радиоактивных отходов ARAK в части сжигания отходов низкой активности // *Radioact. Waste Manag. and Nucl. Fuel Cycle.* - 1992. - Vol. 17, N 1. - P. 45-51.

3-д ARAK (Карлштайн, Германия) включает установку по сжиганию отходов и систему уплотнения золы. Модернизация предпринята с целью сокращения выбросов токсич. загрязнителей в соответствии с нормами "Закона о чистом воздухе" (закон "TA-Luft"). Описаны технол. усовершенствования, в частности, предусматривающие ввод в эксплуатацию новой мощной печи для сжигания отходов, системы очистки продуваемого газа с установкой дополн. фильтров. Рассмотрены вопросы орг-ции работ по реконструкции.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; обработка; Германия; Карлштайн

214. *Glasser F.P.* Progress in the Immobilization of Radioactive-Wastes in Cement = Достижения в нейтрализации радиоактивных отходов в цементе // *Cement and Concrete Research.* - 1992. - Vol. 22, N 2-3. - P. 201-216.

нейтрализация радиоактивных отходов; химические и физические факторы

215. *Horak W.C., Gupta Ashwani* Terrestrial energy = Новые технологии переработки радиоактивных отходов // *Aerosp. Amer.* - 1992. - Vol. 30, N 12. - P. 29.

За послед. год предложены различ. технологии для трансмутации РАО, включая повтор. их использ. в коммерч. ЯР, спец. ЯР "выжигания" и модифицир. ускорителях частиц. Конструкция 1-го из "выжигающих" устройств реализует ЯР с псевдооживлен. слоем частиц, т. е. схем., успешно применяемую для компакт. ядер. ракет. двигателей. Основ. блоками, образующими слой частиц, являются осколки ядер в оболочке пиролиз. графита или др. материалов. Используются частицы, содержащие осколки ядер карбида Pu с продуктами распада. Топлив. элементы состоят из слоя частиц, принудительно движущихся между пористыми коакс. цилиндрами из стекл. сплава. Охладитель (сжатый He) течет в осевом направлении внутри горячего стекл. цилиндра. Весь ЯР состоит из 125 таких топливных элементов диам. 3-4,5 см и высотой 1,5 м. В слое частиц может выгорать 20-50% РАО каждые 20 сут. Конструкция имеет ряд преимуществ в отношении безопасности по сравне-

нию с др. реактор. конструкциями для трансмутации РАО: малый набор радионуклидов (5% от того, что дают коммерч. ЯР); высокое уплотнение топлив. частиц, что позволяет легче противостоять высокой тем-ре и облегчает удержание всех видов продуктов деления. Испытания конструкции будут проведены в 1993 г. BNL (США). Рассматриваются также др. технологии переработки РАО.

216. *Kikuchi M., Chino K., Nishi T.* Radioactive Waste Treatment Using Cement-Glass Solidification Technique = Система для переработки радиоактивных отходов // J. Nucl. Sci. and Technol. - 1992. - Vol. 29, N 10. - P. 1026-1032.

система обработки радиоактивных отходов; отвержение

217. *Maiti T.C., Kaye J.H., Kozelisky A.E.* Sequential Separation of Pu, Np, U and Am from Highly Radioactive Hanford Waste by Ion-Exchange Methods = Последовательное выделение Pu, Np, U и Am из высокорadioактивных отходов [Hanford] ионообменными методами // J. Radioanal. and Nucl. Chem.-articles. - 1992. - Vol. 161, N 2. - P. 533-540.

метод выделения; катионный обмен

218. *Mannan A., Ahmad S., Daud M.* Europium Removal with a Mineral Mixture = Удаление [выделение] европия [из жидких радиоактивных отходов] минеральными смесями // Ibid. - Vol. 157, N 2. - P. 347-353.

Fe, Si, Ma, Al; исследование деконтаминации радионуклидов; жидкие радиоактивные отходы

219. *Ozhovan M.I., Karlina O.K.* Preparation and Properties of Glass Composites for Solidification of Radioactive-Wastes = Приготовление и свойства стеклокомпозиций для отверждения радиоактивных отходов // Soviet Radiochemistry. - 1992. - Vol. 34, N 2. - P. 265-269.

боросиликатное стекло; технология приготовления; состав

220. *Plecas I.B., Peric A.D.* Immobilization of Radioactive-Waste Water Residues in a Cement Matrix = Нейтрализация радиоактивных осадков сточных вод в цементе // Cement and Concrete Research. - 1992. - Vol. 22, N 4. - P. 571-576.

характеристики матриц; отвержение; кондиционирование; опыт эксплуатации; Югославия

221. *Shirahashi K., Kubota M.* Precipitation Behavior of Transuranium Elements During Denitration of High-Level Radioactive Liquid Waste by Formic Acid = Осаждение трансурановых элементов в процессе денитрации жидких радиоактивных отходов с высоким уровнем радиации (или высокорadioактивных отходов) муравьиной кислотой // J. Nucl. Sci. and Technol. - 1992. - Vol. 29, N 6. - P. 559-565.

поведение Pu, Np, Am; денитрация; жидкие радиоактивные отходы; исследование

222. *Smith B.F., Midkiff W.S.* Radioactive Waste-Water Treatment Using Commercial Resins, Zeolites and Vermiculites = Обработка радиоактивных сточных вод с помощью технических смол, цеолитов и вермикулитов // Abstracts Pap. Amer. Chem. Soc. - 1992. - Vol. 203, N APR. - P. 39-ENVR.

223. *Stefanovskii S.V.* EPR and Ir Spectroscopic Study of the Structure of Borosilicate Glasses for Immobilizing Radioactive-Wastes = ЭПР и ИК-спектроскопическое изучение структуры боросиликатов (ногостекла), используемого для иммобилизации радиоактивных отходов // Soviet Radiochemistry. - 1992. - Vol. 34, N 3. - P. 422-427.

боросиликаты; состав; структура; иммобилизация

224. *Stefanovskii S.V., Ozhovan M.I., Karlina O.K.* Spectroscopic Study of Glass Compositions for Immobilization of Radioactive-Wastes = Спектроскопическое изучение стеклокомпозиций, используемых для иммобилизации радиоактивных отходов // Ibid. - Vol. 34, N 4. - P. 505-510.

стеклокомпозиции; боросиликаты; физические характеристики

225. *Vetter R.J.* Incineration of Biomedical Low-Level Radioactive-Waste = Сжигание биомедицинских отходов с низким уровнем радиации // Health Phys. - 1992. - Vol. 62, N 2. - P. 121-121.

1993

226. *Биденатные* экстрагенты для глубокого извлечения актинидов из высокоактивных отходов / А.М. Розен, Б.С. Захаркин, З.И. Николотова и др. // 15 Менделеев. съезд по общ. и прикл. химии, Минск, 24-29 мая, 1993. - Минск, 1993. - Т. 3. - С. 124-125.

Исследованы процессы экстракции трансплутониевых элементов диоксидами дифосфинов $R_2P(O)CH_2(O)PR_2$ и карбомоилфосфиноксидами $R_2P(O)CH_2(O)CNR_2$ из азотнокислых р-ров в различ. разбавителях. Для глубокого извлечения актинидов из отходов радиохим. технологии предложены арилзамещ. карбомоилфосфиноксиды и дифосфиноксиды (дитоллилдибутилкарбомоилфосфосфиноксид, тетратолил- и дифенилдитолилдифосфиноксиды). Введение арильных групп позволяет повысить на 2 порядка константы экстракции актинидов и одновременно на порядок снизить извлечение азотной кислоты, конкурирующей с актинидами за свобод. экстрагент. В итоге экстракция актинидов возрастает на 3 порядка, становится возмож. их извлечение в широком интервале кислотности без какой-либо спец. подготовки р-ров. В кач-ве разбавителей наиболее приемлемы тяжелые хлороганы. разбавители (0-дихлорбензол, трихлорбензол, CCl_4 и др.). Благодаря высокой экстракц. способности диоксидов, дифосфинов и карбомоилфосфиноксидов, возникают трудности, связан. с подавлением экстракции нек-рых продуктов деления - циркония, технеция и др. Однако эти трудности преодолимы, напр., с помощью комплексонов. Предложена технол. схем. переработки ВАО с целью полного извлечения и макс. концентрирования акти-

нидов, проверенная на каскаде центробеж. экстракторов при переработке топлива с облучением до 100 ГВт-сут/т.

радиоактивные отходы; актиниды; извлечение; экстракция; растворители; Россия

227. Дытнерский Ю.И., Карлин Ю.В., Крокотов В.Н. Перспективы использования мембранной дистилляции для переработки жидких радиоактивных отходов // Атом. энергия. - 1993. - Т. 75, N 5. - С. 345-350.

Описаны результаты экспериментов по изучению влияния ПАВ разного класса на эффективность обессоливания воды мембран. дистилляцией, а также определению глубины очистки радиоактив. воды от Cs-137, S-90, Y-90. Установлено, что неионог. ПАВ (ОП-10), а также анионог. вызывают гидрофилизацию мембраны, что приводит к потере селективности и производительности обессоливания. Мин. коэф. очистки получен при обработке р-ров с соледержанием более 150 г/л. Показано, что один из путей использ. мембран. дистилляции - концентрирование рассола после электродиализ. обработки жид. отходов.

228. Очистка газовых выбросов предприятий ядерного топливного цикла / В.Н. Ананьин, В.В. Беляев, И.В. Бондарчук, М.А. Другаченок // 15 Менделеев. съезд по общ. и прикл. химии, Минск, 24-29 мая, 1993. - Минск, 1993. - Т. 1. - С. 34-35.

Цель исслед. - создание эффект. сорбентов и катализаторов на основе оксида алюминия для очистки технол. выбросов предприятий ЯТЦ. Гидротерм. обработка Al_2O_3 позволяет изменить в нужном направлении пористую структуру, уд. поверхность и фазовый состав носителя. В результате дополн. хим. модификации поверхности оксида алюминия удалось в неск. раз уменьшить содерж. серебра (до 2,5 мас.%) в сорбенте для улавливания радиоактив. йода без снижения эффективности. Блокирование дефектив. структур носителя - оксида алюминия переходными металлами уменьшает долю актив. компонента, связан. в носителе, что позволяет создать эффект. катализаторы и сорбенты с пониж. содерж. Ag и Pd.

радиоактивные отходы; газообразные выбросы; сорбенты, катализаторы; использование; оксид алюминия; Белоруссия

229. Очистка жидких радиоактивных отходов с использованием комбинаций химической обработки и ультрафильтрации / В.Н. Забродский, И.Г. Топоров, Ю.П. Давыдов и др. // 15 Менделеев. съезд по общ. и прикл. химии, Минск, 24-29 мая, 1993. - Минск, 1993. - Т. 1. - С. 399-400.

радиоактивные жидкие отходы; очистка; химическая обработка; ультрафильтрация; мембраны; Белоруссия

230. Переработка и иммобилизация жидких и твердых радиоактивных отходов Чернобыльской зоны / А.Б. Вержинская, А.Ж. Гребеньков, В.А. Николаев и др. // 15 Менделеев. съезд по общ. и прикл. химии, Минск, 24-29 мая, 1993. - Минск, 1993. - Т. 1. - С. 186-187.

На основе данных о составе жид. РАО, образующихся в процессе восстановления природ. систем Чернобыльской зоны, проведено исслед. различ. методов удаления радионуклидов и сопутствующих технол. примесей на реальных жид. РАО цеха дезактивации ЧАЭС. Предложена технол. схем. процесса очистки и рециркуляции дезактивирующих р-ров и разработано оборудование, позволяющее в 2-2,5 раза снизить энергет. затраты на концентрирование жид. РАО, уменьшить расход вяжущих при омоноличивании и объем захороняемых отходов в 1,5-2 раза. Установки электродиализ. обессоливания и электроосмот. концентрирования примесей могут применяться при переработке пром. отходов, в частности в гальван. пр-вах. Проведено эксперим. исслед. неск. способов иммобилизации твердых РАО разного типа золы, концентрат. жид. РАО, сорбентов системы очистки и др. Разработана технология иммобилизации твердых РАО, основ. на частич. или полной замене портландцемента вяжущим на основе пром. отходов (фосфогипс, известь). Изучены процессы модификации поверхности отвержд. блоков с помощью латекса или олигоэфир. с его последующей полимеризацией в импрегнир. слое, что позволяет улучшить характеристики отвержд. формы отходов для условий длит. и безопас. для ОС хранения.

радиоактивные отходы; электродиализное обессоливание; электроосмотическое концентрирование; вяжущее; отверждение; безопасное хранение; Чернобыльская АЭС

231. Поконова Ю.В., Олейник М.С. Связующий материал для радиоактивных отходов // Там же. - Т. 3. - С. 65-66.

Новые материалы ювалены используются в кач-ве связующих для продуктов коррозии нержавеющей и спец. сталей, для подготовки к захоронению жид. и твердых РАО - вод. карбонатов и фосфатов тяжелых металлов после коагуляцион. очистки радиоактив. сточ. вод (жид. РАО перед включением в ювалены загущаются); в кач-ве связующего для закрепления отработавших радиоактив. ионитов. Прогнозируемая долговечность 200-100 лет при 0-10°C и 10 лет при 60°C; в кач-ве клеящего и ремонт. материала для изделий, работающих в зоне активности, ювалены сохраняют адгезию (не менее 8 МПа) до дозы $8 \cdot 10^9$ рад, они могут наноситься на влажные поверхности бетона и кирпича без предварит. грунтовки, в состав их входят ингибиторы коррозии металла. По совокупности св-в ювалены находятся вне конкуренции по сравнению с известными синтет. клеями для анал. целей, они более экономичны. Ювалены могут заменить портландцемент, жид. стекло, имея большую степень закрепления, т. е. меньшую вымываемость тяжелых металлов и значительно более высокие физ.-мех. показатели, что предотвращает растрескивание закрепл. блоков при хранении или падении. Они могут заменить карбамид. полиэфир. смолы, имея большую степень включения отходов, большую водостойкость и меньшую вымываемость радионуклидов. Могут заменить битум, т. к. отверждаются холод. способом.

232. Разработка и использование новых бессульфатных коагулянтов в технологии переработки жидких радиоактивных отходов / Л.В. Иложева,

А.Е. Бакланов, Е.И. Захаров и др. // 15 Менделеев. съезд по общ. и прикл. химии, Минск, 24-29 мая, 1993. - Минск, 1993. - Т. 2. - С. 38-39.

Разработана технология синтеза новых коагулянтов на основе соединений кремния и алюминия, не содержащих сульфат-ионы. Проведены физ.-хим. исслед. влияния кремний- и алюминийсодержащих бессульфат. коагулянтов на показатели работы всех операций в схем. Моск. ст. переработки жид. РАО, показавшие высокую эффективность их использ.

радиоактивные отходы; переработка; коагулянты; соединение кремния; соединения алюминия; Москва

233. *Румянцев В.В.* Развитие технологии переработки и хранения радиоактивных отходов: обзор // Атом. техника за рубежом. - 1993. - N 5. - С. 3-10.

Дан анализ текущей ситуации в развитии технологии переработки и хранения РАО в промышленно развитых странах. Рассмотрены проекты назем. и подзем. хранилищ для отходов с различ. уровнями активности.

комиссия по атомной энергии (КАЕ); фирмы "Электресите де Франс" (EdF), "Фраматом", "Альстром", Согема; национальное управление по обращению с радиоактивными отходами (ANDRA); Германия, Бельгия, Канада, Швеция, Швейцария, Финляндия, СССР, Челябинск-40, Великобритания, Красноярск, Япония, США; ядерная энергетика; радиоактивные отходы; обработка отходов; хранилище для радиоактивных; остекловывание жидких радиоактивных отходов

234. *Синтетические селективные сорбенты для радионуклидов цезия и стронция и их применение для очистки жидких сред / В.В. Вольхин, Г.В. Леонтьева, С.А. Онорин, Т.С. Соколова // 15 Менделеев. съезд по общ. и прикл. химии, Минск, 24-29 мая, 1993. - Минск, 1993. - Т. 1. - С. 212-213.*

Определены условия получения композиционных сорбентов в системе $M_{4-2x}M_x^{II}[\text{Fe}(\text{CN})] - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$, где $M^I = \text{K}^+, \text{Na}^+$, $M^{II} = \text{Ni}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$ и $1 < x < 2$. Достигнута высокая степень однородности распределения гексацианоферратов в пористой матрице силикагеля. За счет развитой поверхности фазы гексацианоферратов в композиции, что благоприятствует процессу взаимодиффузии обменивающихся ионов, и доступности пор матрицы сорбентов для ионов внеш. р-ра удалось повысить скорость обмен. процессов типа $\text{Na}^+, \text{K}^+ \rightarrow \text{Cs}^+$ и улучшить сорбц.-кинет. св-ва сорбентов. Проведено модифицирование состава и структуры нестехиометр. соединений. Сорбция ионов из р-ра протекает на поверхности блоков и зависит от структуры граней решетки в поверхность. слое и природы функцион. групп. Другой тип структур характеризуется наличием пустот, каналов или межслоевых пространств, в к-рых располагаются обмен. ионы. Сорбенты, включающие гексацианоферраты, проявляют хорошую способность извлекать радионуклиды цезия из природ. вод с фактором очистки не менее 10^3 . Соли жесткости не влияют существенно на показатели сорбц. процесса. Разработаны ср-ва индивидуального пользования для дезактивации питьевой воды. Проводятся эксперименты по

дезактивации молока. Сорбенты тех же типов могут использоваться для очистки от радионуклидов стронция и цезия сточ. вод.

жидкие среды; радионуклиды; цезий, стронций; сорбенты; получение; Россия

235. *Trovato C., Пэрри Д.* Атомные электростанции готовятся к полномасштабной дезактивации // *Мировая электроэнергетика.* - 1993. - N 1. - С. 46, 48-51.

Безопасность персонала и эффективность эксплуатации АЭС требуют период. удаления радиоактив. отложений из ядер. установок. Ключом к безопас. эксплуатации АЭС, а также и конкурентоспособности ядер. энергии является комплекс. полномасштаб. дезактивация всей системы охлаждения ЯР (первого контура).

236. *Egorov N.N., Kudryavtsev E.G., Nikipelov B.V.* Regeneration and Localization of Radioactive Waste in the Nuclear-Fuel Cycle = Восстановление и локализация радиоактивных отходов в цикле ядерного топлива // *Atomic Energy.* - 1993. - Vol. 74, N 4. - P. 288-292.

237. *Feazibility of separation and utilization of caesium and strontium from high level liquid waste* = Возможности выделения цезия и стронция из жидких отходов с высоким содержанием радиоактивных веществ и их применение // *Techn. Repts Ser. / IAEA.* - 1993. - N 356. - P. 1-51.

Исследуются нек-рые аспекты пробл. восстановления и использ. цезия и стронция, а также влияние этого процесса на орг-цию переработки и обезвреживания РАО. Включена в рассмотрение технология разделения и ядер. превращения актинидов как метод обезвреживания отходов с высоким содерж. РВ. Процесс выделения и использ. цезия и стронция имеет преимущества и недостатки. В процессе восстановления ^{60}Co превращается в ^{137}Cs , что снижает общее кол-во РВ, производимых человеком. Уменьшается опасность, связ. с обработкой и транспортировкой радиоактив. материалов. Если все действующие установки будут иметь модуль для выделения цезия, в год будет производиться 500 МКи ^{137}Cs , что сильно превышает мировую потребность в этом в-ве. Макс. цена на ^{137}Cs зависит от стоимости ^{60}Co и находится в пределах 0,13-0,25 дол. за Ки. Цезий, выдел. из РАО, получится дороже. Процесс выделения разработан только на полупром. установках и в случае необходимости может быть внедрен в пром. масштабе. В лаб. разрабатываются и др. процессы. Применение цезия и стронция снижает общее потребление энергии, но в мире нет особой потребности в ^{90}Sr .

радиоактивные отходы; цезий, стронций; выделение; стоимость; установки; отчеты; Австрия

238. *Haas P.A.* A review of information on ferrocyanide solids for removal of cesium from solutions = Обзор информации о ферроцианидных твердых фазах для удаления цезия из раствора // *Separ. Sci. and Technol.* - 1993. - Vol. 28, N 17-18. - P. 2479-2506.

Обзор по использ. ферроцианидов цинка, никеля, кобальта, титана, урана, меди для выделения цезия из р-ров. Приведены методы синтеза ферро-

цианид, сорбентов, их хим. состав и кристал. структура, уд. площадь поверхности, обмен. емкость. Указан диапазон pH, в к-ром ферроцианид сорбенты обдаают хим. устойчивостью. Систематизированы эксперим. определения коэф. распределения цезия между р-рами и ферроцианид сорбентами, колеблющиеся для различ. их типов в пределах $1 \cdot 10^3$ - $3 \cdot 10^6$, а также сведения о скоростях сорбц. извлечения раствор. цезия. Обсуждаются вопр. использ. ферроцианид сорбентов в аналит. химии, радиохим. работах, в т. ч. дезактивации РАО.

239. *Hamrick P.E., Davidson W.E., Velazquez K.W.* Monitoring of S-35 in Ash of Incinerated Waste = Контроль S-35 в пепле инсинерированных радиоактивных отходов // Health Phys. - 1993. - Vol. 65, N 5. - P. 556-559.

низкоактивные отходы; зола; изотопы S-35; методы определения активности

240. *Improved cement solidification of low and intermediate level radioactive wastes* = Усовершенствованный метод заключения в цемент низко- и среднеактивных отходов. - Vienna: Intern. atomic energy agency, 1993. - 110 p. - (Techn. rep. ser. / IAEA. - N 350).

241. *Kent T.E., Arnold W.D., Perona J.J.* Testing of Hexacyanoferrates for Decontamination of Radioactive Wastewaters at Oak-Ridge-National-Laboratory = Проверка гексацианоферрата для обезвреживания радиоактивных отходов Oak-Ridge национальной лаборатории // Separ. Sci. and Technol. - 1993. - Vol. 28, N 1-3. - P. 675-691.

жидкие низкоактивные отходы; сточные воды; удаление Cs-137

242. *Kuno Y., Hina T.* Degradation of Tributylphosphate in Highly Radioactive Liquid Waste of Nuclear-Fuel Reprocessing = Разложение трибутилфосфата в высокорadioактивных жидких отходах от переработки ядерного топлива // Radiochim. Acta. - 1993. - Vol. 60, N 4. - P. 193-197.

высокорadioактивные отходы; разложение; переработка

243. *Laitsev V.N., Skopenko V.V., Kadenko I.N.* Contaminated water purification with inorganic ion-exchangers specially designated for radioactive elements adsorption = Очистка загрязненных вод при помощи неорганического ионообмена, предназначенного для адсорбции радиоактивных элементов // 15 Менделеев. съезд по общ. и прикл. химии, Минск, 24-29 мая, 1993. - Минск, 1993. - Т. 1. - С. 407-408.

природные воды; сточные воды; очистка; неорганический ионообмен; радиоактивные элементы; адсорбция; Украина

244. *Lumetta G.J., Wagner M.J.* Chromatographic Techniques for the Separation of Radionuclides from High-Level Radioactive Waste = Хроматографическое оборудование для выделения радионуклидов из высокорadioактивных отходов // Adstr. Pap. Amer. Chem. Soc. - 1993. - Vol. 205, N MAR. - P. 83-IEC.

245. *Lumetta G.J., Wester D.W., Morrey J.R.* Preliminary Evaluation of Chromatographic Techniques for the Separation of Radionuclides from High-Level Radioactive Waste = Предварительная оценка использования хроматографического оборудования для выделения радионуклидов из высокорадиоактивных отходов // Solvent Extraction and Ion Exchange. - 1993. - Vol. 11, N 4. - P. 663-682.

выделение Am, Pu, Sr-90; экспериментальные результаты

246. *Macgrath D., Yang G., Ebadian M.A.* The Effects of Chemical Concentration on Liquid Waste Evaporation from the Melton Valley Storage Tanks (Mvsts) = Концентрирование жидких отходов выпариванием // Nucl. Engineering and Design. - 1993. - Vol. 140, N 2. - P. 269-284.

математическая модель; выпаривание; жидкие радиоактивные отходы; прогнозирование скорости

247. *Mareev I.Y., Serik V.F., Pomytkin V.F.* Using Microorganisms to Process Liquid Radioactive-Wastes = Использование микроорганизмов в обработке жидких радиоактивных отходов // Atomic Energy. - 1993. - Vol. 74, N 2. - P. 119-122.

248. *Martin J.E., Cook S.K., Grahn K.F.* Relative Determination of C-14 on Spent Ion-Exchange Resins by Resin Regeneration and Sample Combustion = Методы обнаружения низкордиоактивных отходов // Appl. Radiation and Isotopes. - 1993. - Vol. 44, N 4. - P. 701-705.

низкоактивные отходы; АЭС; метод горения/окисления; метод регенерации

249. *Matzke H., Vernaz E.* Thermal and Physicochemical Properties Important for the Long-Term Behavior of Nuclear Waste Glasses = Значение термических и физико-химических свойств при долговременном хранении остеклованных ядерных отходов // J. Nucl. Mater. - 1993. - Vol. 201, N MAY. - P. 295-309.

низкоактивные отходы; отработавшее ядерное топливо; боросиликаты; критерии отбора; физические и химические свойства; механизмы коррозии

250. *Mishra S.P., Srinivasu N.* Ion-Exchangers in Radioactive-Waste Management. 6. Radiotracer Studies on Adsorption of Barium Ions on Potassium Titanate = Ионообменники при управлении радиоактивными отходами // Radiochim. Acta. - 1993. - Vol. 61, N 1. - P. 47-52.

жидкие радиоактивные отходы; обезвреживание; ионы бария

251. *Rifiuti nucleari* = Ядерные отходы // AEI: Autom., energ., inf. - 1993. - Vol. 80. - N 11. - P. 38-39.

радиоактивные отходы; переработка; контроль; Италия

252. Ritter J.A., Zamecnik J.R., Hsu C.L.W. Hydrogen Generation During Treatment of Simulated HighLevel Radioactive Waste with Formic-Acid = Генерирование водорода при обработке высокорadioактивных отходов муравьиной кислотой // Nucl. Technol. - 1993. - Vol. 104, N 3. - P. 330-342.

опытное оборудование; технология переработки

253. Shakir K., Benyamin K., Aziz M. Removal of Co(II) from Dilute Aqueous-Solutions by Adsorption on Charcoal and Subsequent Macroflotation of the Sorbent = Исследовательская программа по обработке вод с радиоактивными отходами // J. Radioanal. and Nucl. Chem.-articles. - 1993. - Vol. 173, N 1. - P. 141-152.

254. Use of Eichornia Crassipes for treatment of lowlevel liquid radioactive waste = Применение Eichornia Crassipes для очистки жидких отходов с низким содержанием радиоактивных веществ / N. Hafer, Y.S. Ramadan, R.A. Hassanih, M.B. Hafez // Radioact. Waste Manag. and Nucl. Fuel Cycle. - 1993. - Vol. 17, N 2. - P. 85-92.

Использ. растений в кач-ве биосорбентов тяжелых металлов является потенц. альтернативой методам очистки жид. отходов с низ. содерж. РВ. Водяной гиацинт относится к 10 самым распространен. в мире водорослям, и его разрастание на поверхности водоемов с питьевой водой является нежелат. явлением. Обнаружено, что водяной гиацинт аккумулирует радиоактив. и нерадиоактив. изотопы кобальта, церия и цезия. Скорость и степень аккумуляции изотопов зависят от таких параметров среды, как рН, тем-ра, присутствие определ. анионов и катионов. Кроме того, имеют значение жизнеспособность, размеры и возраст растений.

жидкие радиоактивные отходы; тяжелые металлы; биосорбенты; гиацинты; аккумуляция изотопов; Египет

1994

255. Андреев Б.М., Раков Н.А., Сахаровский Ю.А. Использование методов разделения изотопов для улавливания и концентрирования трития в ядерном топливном цикле // 1 Рос. конф. по радиохимии, Дубна, 17-19 мая, 1994: Тез. докл. - М., 1994. - С. 113.

При переработке облуч. топлива тритий на радиохим. з-дах переходит в вод. и орган. фазы технол. потоков. Поэтому дальнейшее его извлечение возможно лишь при использ. методов разделения изотопов водорода. На основе эксперим. изуч. закономерностей разделения всех изотоп. смесей водорода (H-T, H-D, D-T) методом хим. изотоп. обмена в системе H₂-Pd определены оптим. параметры проведения процесса, разработан и испытан радиационно стойкий палладиевый сорбент.

256. Зимон А.Д., Пикалов В.К. Дезактивация. - М.: Издат. - 1994. - 336 с.

257. Использование сорбционных технологий для очистки средне- и низкорadioактивных отходов от радионуклидов цезия и стронция /

В.В. Милютин, В.М. Гелис, С.Б. Пескишев и др. // 1 Рос. конф. по радиохимии, Дубна, 17-19 мая, 1994: Тез. докл. - М., 1994. - С. 155.

Показано, что по отношению к цезию наиболее эффективны являются сорбенты на основе ферроцианидов переход. металлов, а по отношению к стронцию - синтет. цеолиты и модифицир. диоксид марганца.

258. Логунов М.В., Старостин М.Г., Бардов А.И. Извлечение "реакторного" палладия из высокоактивных отходов от переработки твэлов водородного энергетического реактора с целью его использования в процессах газоочистки // Там же. - С. 116.

ПО "Маяк" и НПО РИ разработана технология и проведены опытно-пром. операции по выделению палладия из рафината 1-го экстракт. цикла переработки отработавших твэлов водо-водяного энергетического реактора, включающие сорбц. выделение палладия на угольном окисл. сорбенте марки СКНР (полная емкость по палладию - 7,4 мг/г) и осаждение палладия восстановлением гидразиннитратом из десорбата до палладиевой черни. После проведения 3 циклов выход палладия составил 80%.

259. Определение общих принципов обращения с гетерогенными отходами, содержащими долгоживущие радионуклиды / Ю.А. Ревенко, Ю.П. Сорокин, А.П. Голосовский и др. // Там же. - С. 108.

Разрабатывается универс. схем. обращения с гетерог. отходами, содержащими в твердой фазе α -излучатели, позволяющая эффективно извлекать долгоживущие радионуклиды независимо от хим., фазового и изотоп. состава осадков. Образующиеся жид. отходы после извлечения α -нуклидов должны быть направлены на захоронение, а нерастворимые осадки предполагается включать в цемент. композиции для последующего долговрем. хранения отвержд. отходов в спец. контейнерах.

260. Разработка технологии очистки низкоактивных вод водоемов-накопителей ПО "Маяк" / М.В. Логунов, А.И. Бардов, А.Н. Рычков и др. // Там же. - С. 153.

Разработана технология очистки вод водоемов-накопителей сорбц. методом. Проведены опытно-пром. испытания установки по очистке реальных вод каскада водоемов от стронция-90 на катионите КУ-2 и марганцевом сорбенте ИСМ-5.

261. Результаты работы комплекса остекловывания отходов высокого уровня радиоактивности // Бюл. Центра обществ. информ. по атом. энергии. - 1994. - N 7-8. - С. 11-12.

262. Ремез В.П. Использование композиционных сорбентов для переработки жидких радиоактивных отходов АЭС // 1 Рос. конф. по радиохимии, Дубна, 17-19 мая, 1994: Тез. докл. - М., 1994. - С. 118.

Рос.-кан. СП "Компомет Кентек" разработан способ получения композиц. сорбентов, высокоселектив. к изотопам цезия, кобальта и др. долгоживущим радионуклидам. Сорбц.-актив. составляющая материала - "берлинская лазурь" - прочно нанесена на поверхность гранул древес. целлюлозы, что

позволяет после использ. сорбента снижать объем ВАО в неск. раз прессованием или сжиганием. В Екатеринбургe СП "Компомет Кентек" организовано пр-во "ФЕЖЕЛ"а мощностью до 100-200 т/год, что достаточно для удовлетворения потребностей всех АЭС России.

263. *Стефановский С.Ф.* Решение подсказала природа // Зелен. крест. - 1994. - N 1. - С. 5-7.

С целью связывания РАО при их захоронении в НПО "Радон" изучаются условия получения минералоподоб. материалов, их св-ва, структура, влияние условий получения на фазовый состав, распределение радионуклидов между фазами. Разрабатываются прототипы нового оборудования с высокой производительностью и надежностью.

264. *Baston G.M.N., Berry J.A., Bond K.A.* Effects of Cellulosic Degradation Product Concentration on Actinide Sorption on Tuffs from the Borrowdale Volcanic Group, Sellafield, Cumbria = Влияние концентрации продуктов деструкции целлюлозы на сорбцию актинида туфами вулканической группы Borrowdale, Sellafield, Cumbria // Radiochim. Acta. - 1994. - Vol. 66-7. - P. 437-442.

265. *Darnell G.R.* Sulfur Polymer Cement as a Final Waste Form for Radioactive Hazardous Wastes = Использование S-содержащих полимерных цементов для обезвреживания опасных радиоактивных отходов // Acs Symp. Ser. - 1994. - Vol. 554. - P. 299-307.

радиоактивные отходы; высокотемпературная обработка

266. *Filss P., Enge R.* Detection of Alpha-Emitters in Solidified Radioactive-Waste = Определение α -частиц (излучения) в отвержденных радиоактивных отходах // Nucl. Engineer. and Design. - 1994. - Vol. 147, N 1. - P. 111-114.

267. *Francis A.J.* Microbial transformations of radioactive wastes and environmental restoration through bioremediation: Contain. Pap. Present Int. Conf. Actinides, Santa Fe, N. M., Sept. 19-24, 1993 = Дезактивация отходов с применением биотехнологии // J. Alloys and Compounds. - 1994. - N 214. - P. 226-231.

Обзор. Присутствие радионуклидов и токсич. металлов в отходах, почве и различ. материалах представляет существенную опасность для ОС, поскольку они, в отличие от орган. загрязнения, не подвергаются разрушению и могут быть нейтрализованы либо путем консервации, либо удаления. Вместе с тем в 1990 г. были опубликованы результаты исслед. биотрансформации РАО применительно к их дезактивации. Здесь рассмотрены возмож. варианты метода биотрансформации РАО применительно к различ. формам последних. Наиболее подробно рассмотрены механизмы 2 способов обработки РАО: использ. анаэроб. бактерий для конц-и, удержания и стабилизации радионуклидов и токсич. металлов в отходах при уменьшении их объема; экстрагирование тех и других из отходов с использ. лимон. кислоты, к-

рая затем подвергается биodeградации и, наконец, фотохим. деструкции с извлечением металлов.

268. *Fugate G.A., Purdy L.K., Ensor D.D.* The Use of Inorganic-Ion Exchangers for Decontamination of Radioactive Waste = Использование неорганических ионообменников для обезвреживания радиоактивных отходов // *Adstr. Pap. Amer. Chem. Soc.* - 1994. - Vol. 207, N MAR. - P. 309-CHED.

269. *Harjula R., Lehto J., Tusa E.H.* Industrial-Scale Removal of Cesium with Hexacyanoferrate Exchanger - Process-Development = Удаление цезия из жидких радиоактивных отходов // *Nucl. Technol.* - 1994. - Vol. 107, N 3. - P. 272-278.

ионообменники; выделение цезия; разработка процесса; опытная и промышленная эксплуатация

270. *Ismagilov Z.* Boreskov-Institute-of-Catalysis Initiates an International-Science-and-Technology-Center Project for the Treatment of Radioactive-Waste in Mixed Organic Media = Институт катализа им. Борескова выдвигает проект Международного научно-технического центра по обработке радиоактивных отходов в смешанных органических средах // *Appl. Catalysis. B-Environ.* - 1994. - Vol. 5, N 1-2. - P. N2-N3.

271. *Jeanjean J., Fedoroff M., Zouad S.A.* Comparative Study of the Sorption of Strontium on Polyantimonic Acid ($H_2Sb_2O_6$, x H_2O) and Phosphatoantimonic Acid ($H_3Sb_3O_6(PO_4)_2$, x H_2O) = Сравнительное исследование сорбции стронция полисурьмяной кислотой ($H_2Sb_2O_6$, x H_2O) и фосфорсурьмяной кислотой ($H_3Sb_3O_6(PO_4)_2$, x H_2O) // *Eur. J. Solid State Inorg. Chem.* - 1994. - Vol. 31, N 11. - P. 1037-1048.

272. *Lutze W., Closs K.D., Brennecke P.* Vitrified Hlw and Spent Fuel-Management = Остекловывание отходов и переработка отработанного топлива // *Atomwirt.-Atomtechn.* - 1994. - Vol. 39, N 2. - P. 123-127.

витрификация отходов; управление отработавшим топливом; захоронение; оценка безопасности

273. *Miyazaki H., Tanimoto K., Wakui H.* Demonstration Test of Multipurpose Incinerating Melter System = Демонстрационные испытания многоцелевой топки для сжигания радиоактивных отходов // *J. Nucl. Sci. Technol.* - 1994. - Vol. 31, N 3. - P. 240-247.

негорючие материалы в отходах; программа испытаний

274. *Sasahira A., Hoshikawa T., Kamoshida M.* Application of Hydration Model to Evaluate Gas-Phase Transfer of Ruthenium and Technetium from Reprocessing Solutions = Применение модели гидратации для оценки перехода рутения и технеция из переработанных растворов в газовую фазу // *J. Nucl. Sci. Technol.* - 1994. - Vol. 31, N 11. - P. 1222-1229.

концентрирование высокорadioактивных отходов; выпаривание

275. *Status of technology for volume reduction and treatment of low and intermediate level solid radioactive waste* = Состояние технологии для объемного восстановления и обработки твердых отходов низкого и среднего уровня радиоактивности // Techn. Repts Ser. / IAEA. - 1994. - N 360. - P. 1-95.

Крат. излож. соврем. состояния методов обработки НАО и САО. Обсуждается стратегия обработки отходов, типы их и ист. поступления, различ. технологии (механ., терм., хим., биол., фотохим. и др.).

276. *Taybes G. No easy way to shackle the nuclear demon* = Нет легкого пути для обуздания ядерного демона // Science. - 1994. - Vol. 263, N 5147. - P. 629-631.

В соответствии с соглашением США и России, заключ. в 1991 г., при частич. ликвидации ЯО высвободится ок. 100 т плутония. Его хранение или утилизация представляют серьез. техн. и соц.-полит. пробл. Плутоний - один из наиболее токсич. материалов. Все его изотопы радиоактивны, а те, к-рые используются в ядер. зарядах, имеют большой период полураспада. Плутоний - один из материалов, к-рый представляет интерес для кримин. бизнеса и террорист. целей. Технология разработки ЯО позволяет высвобождать плутоний из 2000 изделий в год. Возможны 3 направления его утилизации, к-рые экономически и социально наиболее оправданы: использ. в кач-ве топлива в энергет. ЯР, складирование для долговрем. хранения, остекловывание в смеси с ВАО с последующим захоронением.

277. *Thomas G.F., Barber D.H. Stiffness in Radioactive Decay Chains* = Жесткость цепочки радиоактивного затухания, в т. ч. в радиоактивных отходах // Ann. Nucl. Energy. - 1994. - Vol. 21, N 5. - P. 309-320.

278. *Vitrification of high-level waste started this fall* = Остекловывание отходов с высоким уровнем радиоактивности началось этой осенью // STA Today. - 1994. - Vol., N 10. - P. 15.

2 сент. 1994 г. на установке по остекловыванию в Токай была введена зона радиац. контроля. Установка сконструирована и построена. Установка готова подвергать полномасштаб. переработке ВАО, к-рые поступают с перерабатывающего з-да по подзем. трубопроводу. После остекловывания РАО должны храниться в контейнерах из нержавеющей стали, благодаря чему РАО могут легко и быстро, а главное, безопасно захораниваться в пород. геол. формах. Пуск установки был намечен на окт. 1994 г. Установка имеет 2 этажа под землей и 3 - над землей, а стоимость стр-ва составила 3,8 млрд иен; началось стр-во с 1988 г. Новая технология будет использована также для остекловывания РАО, поступающих с з-да по переработке, построенного фирмой Japan Nuclear Fuel.

279. *Winterbourne D.J. Reutilizing P-32 Labeled Probes to Reduce Radioactive Waste* = Реутилизация проб меченого P-32 для уменьшения радиоактивных отходов // Anal. Biochem. - 1994. - Vol. 218, N 1. - P. 233-235.

1995

280. Ковальчук О.В., Шульга Н.А. Очистка земельных участков, загрязненных радиоактивными веществами, за рубежом // Бюл. Центра обществ. информ. по атом. энергии. - 1995. - N 7-8. - С. 23-32.

281. Переработка отработавшего ядерного топлива и рециклирование выделяемых урана и плутония // Там же. - N 1-2. - С. 21-25.

282. Сирота Ж. Нужна ли переработка отработавшего топлива? Французский ответ // Там же. - N 1-2. - С. 17-21.

283. Соболев И.А. Обращение с радиоактивными отходами от неядерных применений // Зелен. крест. - 1995. - N 4. - С. 7-9.

284. Ismagilov Z. Boreskov Institute of Catalysis Initiates an International Science and Technology Center Project for the Treatment of Radioactive-Waste in Mixed Organic Media = Институт катализа им. Борескова выдвигает проект Международного научно-технического центра по обработке радиоактивных отходов в смешанных органических средах // Appl. Catalysis. A-Gen. - 1995. - Vol. 121, N 1. - P. N2-N3.

1996

285. Бурангулов Н.И., Плугин А.И., Проценко С.В. Ядерные отходы - в дело // Наука в России. - 1996. - N 2. - С 39-41.

286. Жданов Н. Плазменные отходы обезвреживания радиоактивных отходов // Зелен. крест. - 1996. - N 4. - С. 11.

287. Очистка Ханфорда - самый большой проект США по восстановлению окружающей среды // Бюл. Центра обществ. информ. по атом. энергии. - 1996. - N 11-12. - С. 41-42.

3.3. Кондиционирование и упаковка, виды упаковки. Дезактивация и снятие ядерных установок с эксплуатации, защитные меры

1984 - 1989

288. Чулков Г.Н. Исследования и разработки упаковок для транспортировки и хранения радиоактивных материалов // Пробл. ОС и природ. ресурсов: Обзор. информ. / ВИНТИ. - 1989. - N 9. - С. 19-61.

Выполнен обзор докл. Междунар. симпоз. по упаковке и транспортировке радиоактив. материалов (PATRAM'86), организ. МАГАТЭ в 1986 г. Все упаковки условно разделены на 3 группы. 1-я группа - стандарт. упаковки для больших кол-в ОЯТ ЯР. 2-я группа - небольшие упаковки для перевозки

малых кол-в высокоактив. материалов (напр., метал. уран). 3-я группа - спец. упаковки различ. размеров для перевозки редко встречающихся радиоактив. материалов. Отмечено, что в большинстве стран действуют законодат. акты, регулирующие деятельность, связан. с обращением с РАО. Наиболее надежным методом захоронения РАО признано размещение их в глубоких геол. формациях. Уделяется большое внимание анализу совместимости РАО с условиями транспортировки и захоронения.

289. *Automatic radioactive waste management* = Автоматизированное управление радиоактивными отходами // *Wastes Manag.* - 1987. - Vol. 77, N 11. - P. 714.

С целью развития процессов обработки, транспортировки, хранения РАО и уменьшения вреда, наносимого здоровью обслуживающего персонала, предлагается автоматизир. система обработки метал. контейнеров, используемых для захоронения РАО. Автомат. измер. станция выполняет погрузочно-разгрузоч. операции, производит измерения, регистрирует данные этих измерений, в случае необходимости закладывает их в память ЭВМ и в конце процесса взвешивает и удаляет контейнеры. Контролируется фоновый уровень радиации на поверхности контейнера и на расстоянии 1 м от него, степень загрязненности поверхности контейнера и с помощью германиевых детекторов и многокан. анализатора с автомат. обработкой спектров, изотоп. состав содержимого контейнера. Оператор контролирует процесс за дистанц. пультом управления.

радиоактивные отходы; захоронение; контейнеры; обработка; автоматизированные системы; погрузочно-разгрузочные работы; ионизирующее излучение; измерение; радиационная безопасность; ФРГ

290. *Baer A.J. La Confederation et les dechets radioactifs* = Радиоактивные отходы в Швейцарии // *Secur. Environ.* - 1989. - N 2. - P. 81-83.

Обсуждаются техн. и полит. аспекты пробл. РАО в Швейц. конфедерации. Швейцария передает ОЯТ на переработку АЭС в Бельгии, а РАО кондиционируют концентрированием и захоранивают на своей территории, принимаются отходы от переработки ЯТ из Бельгии. Добычи и обогащения урановых руд и пр-ва твзлов в Швейцарии нет.

радиоактивные отходы; переработка; захоронение; Швейцария

291. *Bogert S.R., Weber J.R. A portable system for decanting and packaging radioactive sludge* = Портативная система для сбора и упаковки радиоактивных отходов // *Proc. Int. Top. Meet. Remote Syst. and Rob. in Hostile Environ.*, Pasco, March 29 - Apr. 2, 1987. - La Grande Park, 1987. - P. 586-592.

Описана портатив. система для удаления, упаковки и перевозки РАО в виде осадков, скапливающихся на дне бассейнов для хранения ОЯТ. Устройство для сбора управляется дистанционно. Вся система монтируется в обычном трейлере. Провероч. испытания в незагрязн. бассейнах и хранилищах НАО подтвердили высокие эксплуатационные характеристики системы.

292. *De Lange R.C.* Ten years' experience with supercompaction of solid low level radioactive wastes = 10 лет опыта компактирования твердых низкоактивных отходов // *Manag. Law and Intermediate Level Radioact. Wastes*, 1988: Proc. Int. Symp., Stockholm, 16 - 20 May, 1988. Vol. 2. - Vienna, 1989. - P. 271-274.

Установка по компактированию твердых НАО была пущена в Нидерландах в 1978 г. Усилие, развиваемое прессом установки, составляет 15000 кН ($650 \text{ кг}\cdot\text{см}^{-2}$). Прессуются след. виды твердых РАО: дерево, песок, бумага, резина, стекло, бетон. блоки. Сред. уменьшение объема по сравнению с обычными способами составляет 1,85 (от 1,3 до 4,5 в зависимости от типа РАО). Прессов. РАО помещаются в контейнеры объемом 200 л. 10 лет эксплуатации установки позволили сократить число использ. контейнеров в 4 раза.

293. *Lutze W., Ewing R.C.* Summary and evaluation of nuclear waste forms = Обзор состояния и перспектив кондиционирования высокоактивных отходов // *Radioact. Waste Forms Future*. - Amsterdam etc., 1988. - P. 699-740.

Представлен компилятив. обзор работ, опубл. в послед. годы и посвящ. пробл. фиксации ВАО с применением различ. материалов и технологий. При его составлении систематизирована информ. по следующим позициям: физ. св-ва, хим. стойкость, радиац. воздействие, технологии. Обсуждены методологии подхода к сравнению форм РАО с точки зрения обеспечения длит. безопасности захоронения. Рекомендуемый подход продемонстрирован на прим. сопоставления 2 технологий: витрификации и Synroc. Публ. содержит библиограф. указ. работ (по годам) за 1977-1988 гг., составл. на основе публ., включ. в редактируемый авторами сб., и дополн. перечнем не охвач. этими публ. работ, а также автор. указ.

294. *Nunn N.* Defining hazwastes: multimodal transport = Контейнерный транспорт для опасных отходов // *World Wastes*. - 1988. - Vol. 31, N 12. - P. 52-53.

В США созданы новые типы контейнеров для перевозки опас. отходов, позволяющие быстро и безопасно производить перевалку груза с одного вида трансп. на др. Эти контейнеры отвечают самым высоким требованиям экол. контроля. Необходимо объединить усилия всех сторон для осуществления прогр. контейнер. перевозок опас. отходов.

опасные отходы; транспортировка; контейнеры; экономические требования; применение; США

295. *Packaging* low-level radioactive wastes = Консервирование низкорadioактивных отходов // *Fr. Nucl. Newslett.* - 1988. - N 12. - P. 9-11.

2/3 всех НАО, накопл. во Франции, приходится на долю отходов АЭС. Ежегодно 350 м^3 РАО с радиоактивностью 625 Ки, образующихся на каждой из АЭС кл. 900 МВе, поступают на полигон, эксплуатируемый Фр. нац. агентством по переработке отходов (Andra). В зависимости от ист. образования и величины радиоактивности, их упаковывают в бетон., синтет. или метал. контейнеры. Шламмы и осадки, получ. после выпаривания жид. НАО при небольшом кол-ве воды, смешивают со связующими агентами для полу-

чения бетон. р-ра, заливаемого в бетон. контейнеры. РАО, относящиеся к категории "техн." (защит. пластиковые покрытия, обтироч. бумага, вентиляц. фильтры и т. п.), после измельчения и сортировки сжигаются. Обязат. условием этого способа переработки НАО является замена использ. на АЭС ПВХ новыми материалами типа винилацетата. В целом контейнеры должны обеспечивать (в соответствии со стандартами Andra) дозу радиации, не превышающую 200 мбэр/ч (1 бэр = 0,01 эВ), и прочность транспортировки даже в случае транспорт. аварий. Перечисляются требования безопасности труда персонала, мероприятия по снижению стоимости обработки, транспортировки и хранения РАО.

низкорadioактивные отходы; АЭС; обработка; консервирование; транспортировка; безопасность; Франция, национальное агентство по переработке отходов (Andra)

296. *Pulkkinen R., Hagel B., Berntsson J.* Costs of reactor waste management for Swedish nuclear power plants = Обращение с радиоактивными отходами на АЭС в Швеции // *Manag. Low and Intermediate Level Radioact. Wastes*, 1988: Proc. Int. Symp., Stockholm, 16-20 May, 1988. - Vienna, 1989. - Vol. 2. - P. 89 - 108.

Дан обзор атом. энергетики в Швеции. В соответствии с прогн. в марте 1980 г. эксплуатировалось 12 ЯР, располож. на 4 площадках: Ringhals, Barseback, Oskarshamn и Forsmark. АЭС Oskarshamn-1 с 1-м коммерч. ЯР была введена в эксплуатацию в 1972 г. АЭС Oskarshamn-3 и Forsmark-3 стали эксплуатироваться в 1985 г. Приведены основ. виды РАО ЯР: гранулир. ионообмен. смолы; порошковые ионообмен. смолы и фильтрующие патроны. Представлены сведения по образованию РАО на ЯР BWR и PWR эл. мощностью 900 МВт. Отработавшие смолы и фильтрующие материалы помещают в отд. контейнеры.

1990

297. *Jones S.P.* BNFLs commitment to environmental protection = Кондиционирование радиоактивных отходов и стоков предприятий цикла ядерного топлива // *ENC'90 ENC/ANS-Foratom Conf. Transact.*, Lyon, 23-28 Sept., 1990. - Vol. 2. - Koln, 1990. - P. 1247-1251.

Дан обзор соврем. состояния и перспектив совершенствования цикла ЯТ. Кратко рассмотрен вклад каждой составляющей цикла в эффективность АЭС. Прослежены основ. тенденции НИОКР, наметившиеся в ведущих атом.-энергет. странах Зап. Европы. Указано на целесообразность долгосроч. прогн., учитывающих реальные сроки реализации тех или иных проектов или мероприятий как-то: увеличение продолжительности кампании ЯР до 4 лет и более, разрыв между разведкой месторождения и его разработкой до 10 лет и более, продолжительность цикла ЯТ от 10 до 15 лет, сооружения крупных объектов - 5 лет и более, пром. освоение новой технологии, напр., лазер. обогащения ~ 20 лет, хранение РАО и ОЯТ - сотни лет и т. д.

298. *Juznic K., Fait B.* Usage of natural zeolites in radioactive waste disposal technology = Применение цеолитов природного происхождения при кондиционировании радиоактивных отходов // ENC'90 ENC/ANS - Foratom Conf. Transact., Lyon, 23-28 Sept., 1990. - Köln, 1990. - Vol. 4. - P. 2263-2266.

Цеолиты природ. происхождения обладают повыш. избират. способностью к сорбции радиоактив. цезия. Эта особенность дает основание считать перспектив. их применение как для связывания цезия при цементировании РАО, так и при консервации материалов для получения количеств. информ. о сорбц. характеристиках цеолитов, в частности клиноптилолита: $(\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}) \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (месторождение Zalovska gorica, СФРЮ), - проведено эксперим. исслед. диффузии и миграции в цеолитовых средах. Кратко описана методика исслед. и представлены эксперим. данные о коэф. диффузии в дистиллир. воде и вод. р-рах NaCl, KCl и NH_4Cl с конц-ями 0,1; 0,5 и 1 М при 25° и 45°С. Коэф. диффузии цезия в бетоне с цеолитом определен в опытах с его выщелачиванием при 50°С и оказался равным $3,2 \cdot 10^{-10}$ см²/с.

299. *Schumann F., Pfefferkorn G., Loose M.* A new plant for management of radioactive waste = Установка ABUS для кондиционирования радиоактивных отходов // Isotopenpraxis. - 1990. - Vol. 26, N 3. - P. 124-127.

Прогр. НИОКР АН ГДР предусматривалось (до воссоединения с ФРГ) сооружение при Центр. ин-те ядер. исслед. CINR установки ABUS для кондиционирования РАО исслед. ЯР и предпочтительный по пр-ву изотопов. Стр-во установки было начато в 1986 г. и планировалось завершить в 1991 г. Приведена принцип. схем. ABUS и дано ее крат. описание. При разработке проекта предусмотрена возможность обработки жид. и твердых РАО различ. уровня активности с применением новейших методов и ср-в, обеспечивающих безопас. обращение с РАО и высокое кач-во их кондиционирования. Производств. помещения установки рассчитаны на объем 25 тыс. м³.

300. *Thompson wins Sizewell order* = Оборудование для упаковки в контейнеры радиоактивных отходов // Inf. Power Generat. - 1990. - Vol. 13, N 5. - P. 16.

Фирма Thompson Nuclear Eng. получила контракт на 3 млн ф. ст. на поставку оборудования для упаковки РАО в контейнеры для строящейся АЭС Sizewell (Великобритания). Поставка оборудования начнется в середине 1991 г. и завершится в 1992 г. В состав оборудования входят конвейер, радиац. защита, двери, резервуар и система упаковки.

1991

301. *Behrens D.* Endlagerung radioaktiver Abfalle = Окончательное складирование радиоактивных отходов // Chem.-Ing.-Techn. - 1991. - Bd 63, N 6. - S. 564-572.

Рассматривается пробл. окончат. складирования РАО АЭС. На станции с водо-водяным реактором мощностью в 1000 МВт ежегодно расходуется ~ 30 т урана как реактив. топливо, из к-рого образуется ~ 300 кг плутония и 1100 кг расщепляемых продуктов. При обработке из РАО выделяются плу-

тоний и уран, к-рые вновь используются как ЯТ, остальные элементы вых-дят в РАО и подлежат окончат. складированию. В Швеции РАО без предва-рит. обработки помещают в толстост. (6 см) мед. контейнеры. Для надеж. изоляции РАО помещаются в глубокие геол. формации (разрезы), при этом для ВАО глубина залегания - сотни и тысячи метров, для САО - неск. десят-ков метров, а НАО складируют на поверхн. свалках. Рассмотрены хим. и хим.-технол. аспекты вопр. обеспечения надеж., долгосроч. (от десятков до сотни лет) безопас. захоронения РАО. По исслед., распространение РАО может происходить из-за вымывания, диффузии и коррозии или поврежде-ния материала контейнеров, в к-рых они хранятся. Подробно рассмотрены вопр. транспортировки РАО в места захоронения.

радиоактивные отходы; складирование; контейнеры; захоронение; гео-логические формации; исследование; Швеция

302. *Brennecke P., Rittscher D. Conditioning and Disposal of Decommissioning Wastes* = Условия и размещение [захоронение] ликви-дируемого источника отходов // *Kerntechnik*. - 1991. - Bd 56, N 6. - S. 379-382.

ядерные установки; ликвидация; водный реактор; методы кондициониро-вания

303. *Conditioning of alpha bearing wastes* = Кондиционирование α -содержащих отходов // *Techn. Repts. Ser/IAEA*. - 1991. - N 326. - P. 1-99.

Представлен развернутый обзор применяемых и разрабатываемых техно-логий кондиционирования α -содержащих РАО. Дана классиф. этих РАО по типу и характеристикам. Представлена информ. о связующих материалах и описаны технологии кондиционирования РАО с их применением. Приведе-ны данные о характеристиках форм кондиционир. РАО и обсуждены вопр. подготовки их для складирования и окончат. захоронения. Дано подроб. описание технологий и установок по кондиционированию РАО в ФРГ, Вели-кобритании, Японии и Бельгии. Обращено внимание на применение в пром. масштабах цементирования и битуминизации РАО как наиболее простых и менее затратных технологий. При этом высказано сомнение в конкуренто-способности по этим статьям двух других, альтернат., технологий - полимер-изации и керамизации.

304. *Effects of spent fuel aging on repository disposal requirements* = Влияние старения отработанного топлива на требования к размещению отходов в хранилищах / R.W. McRee, K.I. Johnson, H.D. Huber et al. / *High Level Radioact. Waste Manag.* - La Grande Park (Ill.); N.Y., 1991. - P. 1132-1142.

С помощью разработ. методики оценена степень старения ОЯТ перед складированием его в хранилища в связи со строгостью требований, предъ-являемых к инж. оборудованию, типу контейнеров, плотности их упаковки в камерах и числу камер на ед. площади хранилища. Результаты анализа сви-детельствуют, что старение отходов влечет за собой существ. уменьшение масштабов гор. работ, площади захоронения и числа контейнеров.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных

305. *Funabashi K., Chino K., Kikuchi M.* Properties of a Radioactive-Waste Pellet Package Using Cement-Glass = Свойства гранул радиоактивных отходов, полученных с использованием цемента и стекла // Nucl. Technol. - 1991. - Vol. 96, N 2. - P. 185-191.

гранулы; высушивание; компрессирование; бетонные оболочки; механическая прочность

306. *Microwave application to TRU wastes conditioning system* = Использование микроволн в системе подготовки трансурановых отходов / F. Komatsu, I. Nakai, S. Nakasaku, J.K. Asahina // High Level Radioact. Waste Manag. - La Grande Park (Ill.); N.Y., 1991. - P. 355-361.

Отходы, по составу близкие к керамике (зола, теплоизоляторы, бетон, грунт, песок), в основном сложены диэлектр. компонентами и могут быть расплавлены непосредственно микроволновым излучением. Компания Kobe Steel Ltd разработала технологию переработки ПАО с помощью микроволн. Приведено описание крупномасштаб. опыт. установок с ист. на частоте 915 МГц. В экспериментах по плавлению отходов использовали золу отопительных установок, меченую β - и γ -актив. изотопами, а также жид. шлам.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивные; переработка

307. *Reed D.T., Konynenburg R.A. van.* Effect of ionizing radiation on the waste package environment = Эффект ионизирующей радиации в окрестности мест складирования радиоактивных отходов // Ibid. - P. 1396-1403.

Выполнена оценка интенсивности образования оксидов и кислот азота и аммиака в радиол. р-циях в непосредств. близости захоронения ВАО в условиях, характер. для проектируемого хранилища Юкка-Маунтин, Невада. Эти компоненты - актив. реагенты и разрушающе воздействуют на материал контейнеров с отходами и на вмещающие породы. Рекомендуются подбор материала контейнера, устойчивого к облучаемой азотсодержащей среде с водяными парами, уменьшению доз радиации, поглощаемых газовой фазой порового флюида, и увеличению тем-ры хранения, что уменьшает воздействие радиолит. эффектов на коррозию контейнера.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; США; Юкка-Маунтин

308. *Treatment and conditioning of radioactive ashes* = Управление и специфическая обработка золы, полученной при сжигании радиоактивных отходов. - Elsevier Applied Science, 1991.

309. *Westerman R.E., MacKey D.B.* Effect of HNO_3 -cerium(IV) decontamination on stainless steel canister materials = Последствия очистки материалов канистры из нержавеющей стали с помощью HNO_3 - Ce^{4+} // High Level Radioact. Waste Manag. - La Grande Park (Ill.); N.Y., 1991. - P. 714-718

В демонстрац. проекте WVDP (West Valley Demonstration Project, Уэст-Валли, шт. Нью-Йорк, США) остекл. ПАО предполагается помещать в канистры из нержавеющей стали. После заполнения и закрытия канистры она обрабатывается путем погружения в р-р HNO_3 - Ce^{4+} , к-рый удаляет пленку

оксидов и попутно нек-рое кол-во металла с поверхности канистры. При этом может быть повреждена идентификац. метка канистры и может возрасти способность поверхности стали к растрескиванию под влиянием напряжений и коррозии. Оба указ. возмож. эффекта изучались эксперим. на канистре из стали AISI 304L. Показано, что эти эффекты практически не проявляются.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивные; остеклованные; США

1992

310. *Concepts the conditioning of spent nuclear fuel for final waste disposal* = Концепции предварительной обработки отработавшего ядерного топлива для его окончательного захоронения. - Vienna: Intern. atomic energy agency, 1992. - 123 p. - (Techn. rep. ser. / IAEA. - N 345).

311. *Krasznai J.P., Chew V.S., Hudson J. Conditioning and packaging of tritiated waste from Ontario Hydro's Tritium Removal Facility: [Pap.] 4th Nat. Top. Meet. Tritium Technol. Fission, Fusion and Isot. Appl., Albuquer, N.M., Sept. 29 - Oct. 4, 1991* = Доведение до кондиций и упаковка отходов с тритием с установки по удалению трития компании Ontario Hydro // *Fusion Technol.* - 1992. - Vol. 21, N 2. - P. 685-690.

Отходы с тритием, получаемые с указ. установки (Дарлингтон, Канада), требуют доведения до кондиций и упаковки для долговрем. хранения или захоронения. С целью обеспечения уровня выделения трития не более $10^{-3}\%$ (от его массы в отходах) в сутки достаточно использовать контейнер из полиэтилена высокой плотности с толщиной стенок 1 см. Это справедливо для всех типов отходов, генерируемых установкой, включая тритир. масла. Имобилизация тритир. жидкостей не позволяет значительно удерживать тритий и необходима лишь для предупреждения рассеяния содержимого. Структурная целостность отходов в процессе транспортировки обеспечивается оболочкой из полиэтилена высокой плотности или металла.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; Канада

312. *Petit J.C. Natural Analogs for the Design and Performance Assessment of Radioactive-Waste Forms - A Review* = Природные аналоги в производстве форм для радиоактивных отходов и их оценка // *J. Geochem. Explration.* - 1992. - Vol. 46, N 1. - P. 1-33.

обзор; природные аналоги; матрицы; стекло; использованное топливо; керамика; металлические контейнеры

313. *Plecas I., Peric A., Kostadinovic A. The Migration of Cs-137 and Co-60 Through Cementitious Barriers Applicable to Radioactive-Waste Conditioning* = Миграция Cs-137 и Co-60 через цементирующие барьеры, использованные для кондиционирования радиоактивных отходов // *Ann. Nucl. Energy.* - 1992. - Vol. 19, N 9. - P. 507-512.

экспериментальный метод; проникновение радиоактивности; цементирующие материалы; иммобилизация Co-60 и Cs-137; цементирование; бетонные контейнеры; Югославия

314. *Reher D.F.G., Denecke B.A., Gamma R. Scanning Device for the Metrology of Heavy Radioactive-Waste Containers* = Сканирующий прибор с гамма-излучением для метрологии высокорадиоактивных отходов // *Nucl. Instrum. Methods in Phys. Res. Sect. A-Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment.* - 1992. - Vol. 312, N 1-2. - P. 273-277.

прибор; неразрушающий анализ; гамма-спектрометрия; контейнеры

315. *Warnecke E. Conditioning Radioactive Waste for Repository Storage* = Условия хранения радиоактивных отходов // *Atomwirt.-Atomtechn.* - 1992. - Vol. 37, N 2. - P. 101-106.

кондиционирование; хранение; ФРГ; технические условия; общественное мнение

316. *Warnecke E. Endlagergerechte Konditionierung radioaktiver Abfälle* = Кондиционирование радиоактивных отходов в Германии // *Ibid.* - P. 106-111.

Обзор. Проанализированы особенности кондиционирования РАО в Германии, причем обращено внимание, что указ. кондиционирование обязательно для всех РАО, направляемых для окончат. захоронения в любое из 4 хранилищ РАО в Германии - Ассе, Морслебен, Горлебен или Конрад, условия складирования на к-рых описаны. Перечислены основ. технол. процессы кондиционирования РАО (после их сбора и сортировки); компактирование (измельчением, прессованием, сжиганием, высушиванием и т. д.), отверждение (путем битумирования, цементирования и т. д.), упаковка (в контейнеры 1-го или 2-го кл.). Даны характеристики используемых в Германии упаковок РАО из бетона (типы 1 и 2) и чугуна (типы 1-3) и контейнеров (типы 1-6), габариты к-рых колеблются от 900-3200 мм (длина) до 1700-2000/1150-1700 мм (ширина/высота), а объемы находятся в диапазоне 1-10,9 м³. Рассмотрены особенности практ. кондиционирования с помощью как мобильных передвиж. установок, так и за счет применения централиз. стационар. комплексов или небольших устройств на территориях АЭС. Приведены также данные о кол-ве кондиционир. РАО в Германии в 1990 г. - 49800 м³ и прогнозируемые сведения на 2000 г. - 144400-171200 м³.

1993

317. *<ANON>ATOMWIRTSCH On-Site Conditioning of Radioactive Plant Waste (Kontec-93 Held in Hamburg on March 18-19, 1993)* = Локальное кондиционирование радиоактивных отходов на АЭС (техническая конференция, 1993, проведенная в Гамбурге 18-19 марта 1993 г.) // *Atomwirt.-Atomtech.* - 1993. - Bd 38, N 4. - S. 297.

318. *Bituminization processes to condition radioactive wastes* = Битуминизация радиоактивных отходов. - Vienna: IAEA, 1993. - 96 p. - (Techn. rep. ser. / IAEA. - N 352).

319. *Burgess M.H. Package testing for accident conditions: [Pap.] Conf. Nucl. Transp. Syst., London, June 7-8, 1993* = Испытание упаковок в аварийных ситуациях // *Int. J. Radioact. Mater. Transp.* - 1993. - Vol. 4, N 2. - P. 145-158.

Правила МАГАТЭ по безопас. транспортировке ядер. материалов требуют удар., терм. и влажност. испытаний контейнеров и упаковок. Для обеспечения таких испытаний в Великобритании разработаны и обустроены спец. стенды. Представлены их конструкции и описания. Ряд параметров могут быть получены компьютер. расчетами. Частично определены экон. затраты на обустройстве стендов и проведение испытаний.

320. *Containers for packaging of solid and intermediate level radioactive wastes* = Контейнеры для хранения твердых радиоактивных и среднеактивных отходов. - Vienna: IAEA, 1993. - 67 p. - (Techn. rep. ser. / IAEA. - N 355).

321. *Grundke E. In situ Conditioning of Radioactive Waste* = Кондиционирование радиоактивных отходов // *Atomwirt.-Atomtech.* - 1993. - Bd 38, N 6. - S. 446-449.

снижение объемов радиоактивных отходов; АЭС; Филипсбург; кондиционирование

322. *Hunter I.J. The nuclear fuel cycle: radioactive materials packaging and transportation* = Ядерный топливный цикл: упаковка и транспортировка радиоактивных материалов // *J. Radiol. Prot.* - 1993. - Vol. 13, N 4. - P. 279-286.

Представлены сведения о кол-вах радиоактивных материалов в Великобритании, способах и ср-вах упаковки и транспортировки жид. и твердых в-в. Обсуждаются организац. и технол. пробл., а также пути их решения.

323. *Precisionseals for nuclear waste encapsulation* = Применение пневматических резиновых уплотнителей при контейнеризации радиоактивных отходов // *Mater.+Manuf.* - 1993. - Vol. 10, N 5. - P. 2.

Фирма Dunlop Precision Rubber (Великобритания), на базе своих разработок для аэрокосм. отрасли предложила пневмат. уплотнение для герметизации технол. боксов предприятий ЯТЦ, напр. при дистанц. обращении с РАО. Одно из гермоустройств фирмы смонтировано на недавно введенном в эксплуатацию з-де по контейнеризации РАО WPER (Sellafield). Уплотнение изготовлено на основе силиконовой резины квадрат. сечения (20 мм) и рассчитано на рабочее давление 1,7 бар, при к-ром, согласно проекту срабатывает блокировоч. устройство загрузочно-разгрузоч. люков при цементировании и контейнеризации РАО, обеспечивая дистанц. проведение тех или иных операций. Приведено крат. описание процедуры загрузки контейнеров с

указанием последовательности операций, определяемой наличием данного гермоуплотнителя.

324. *Vongunten A.* Conditioning Fuel Assembly Boxes at the Muhleberg Nuclear-Power Station = Кондиционирование сборных ящиков для топлива на АЭС Muhleberg // *Atomwirt.-Atomtech.* - 1993. - Bd 38, N 8-9. - S. 631-634.
методика кондиционирования; опыт использования

1994

325. *Новые технологии очистки загрязненного (радионуклидами) грунта* // Бюл. Центра обществ. информ. по атом. энерг. - 1994. - N 7-8. - С. 13-15.

326. *Опыт кондиционирования жидких радиоактивных отходов на АЭС* / А.И. Борзунов, К.П. Захарова, О.Л. Масанов и др. // 1 Рос. конф. по радиохимии, Дубна, 17-19 мая, 1994: Тез. докл. - М., 1994. - С. 109.

Внедрение метода битумирования включает этапы: отработка режима битумирования в лаборатор. условиях, разработка и конструирование оборудования, монтаж и ввод его в эксплуатацию на АЭС с корректировкой технол. параметров в ходе пусконаладоч. работ. Установки битумирования солевых концентратов работают на Ленингр. и Калин. АЭС, а на Балак. АЭС закончена отработка режима битумирования в лаборатор. условиях и приводится монтаж оборудования.

327. *Румянцев В.В.* Современные тенденции в эволюции подходов в проблеме дезактивации // *Атом. техника за рубежом.* - 1994. - N 1. - С. 3-7.

Обзор. Рассмотрены основ. тенденции в совершенствовании подходов к решению задачи по дезактивации. Отмечено, что совершенствование технологии дезактивации проходило в направлении повышения эффективности дезактивации как оборудования и систем действующих АЭС, так и значит. уч-ков земной поверхности и подпочв. вод. В США принята прогр. по дезактивации и снятию с эксплуатации более 400 объектов. Приведены нек-рые конкрет. примеры успешной практ. реализации наиболее интерес. техн. решений и рассмотрены прим., характеризующие соврем. состояние и тенденции развития методов дезактивации оборудования, применяемого в атом. пром-сти и ядер. энергетике, а также на территориях, в зданиях и сооружениях, загрязн. радиоактив. и вред. в-вами.

328. *Цветков С.Э.* Сжигание радиоактивных отходов: новая идея нашла решение // *Зелен. крест.* - 1994. - N 1. - С. 4.

Разработана технология термич. переработки РАО в шахт. печи с плазм. ист. нагрева, представл. в дис. зам. дир. НПО "Радон". Среди твердых РАО особое место занимают орган. отходы, т. к. их хранение представляет повышенную опасность в связи с возможностью биол. разложения и самовозгорания. Для кондиционирования таких отходов наиболее широко применяют метод сжигания, к-рый позволяет в 20-100 раз уменьшить их объем и в 10-15 раз - массу перерабатываемого материала.

329. *Eggers I.J.* Conditioning Radioactive Waste by Drying = Кондиционирование радиоактивных отходов высушиванием // Atomwirt.-Atomtech. - 1994. - Bd 39, N 4. - S. 287-289.

образование тепла; ядерные установки; выведение из эксплуатации; жидкие радиоактивные отходы; разделение, высушивание

330. *Progress report on safety research on radioactive waste management for the period April 1992 to March 1993* = Обзор работ JAERI за 1992-1993 гг. по проблемам кондиционирования и захоронения радиоактивных отходов // JAERI-M Repts. - 1994. N 94 - O27. - P. I-VII, 1-127.

Представлены обзор. ст. по результатам НИОКР, выполн. отделом экологии JAERI (4 лаб.) за период с 1.04.92 по 31.03.93, в т. ч. по след. направлениям: разработки и исслед. характеристик техн. материалов и различ. форм РАО (стойкость остекл. РАО в потоках ГВ при наличии γ -излучения, выщелачивание отвержд. НАО, подготовка образцов перовскита с добавкой юрия, выщелачиваемость керам. формы РАО на базе стабилизир. оксида циркония (8% Vt) и оксида Al, сорбц. характеристики смектита (по NP) и мертеля (по C-14), радиац. стойкость метрелей с ингибирующими добавками); прогнозирование безопасности поверхности захоронений (миграция радионуклидов в неповрежд. грунте и в поверхност. слое, влияние гуминовых кислот на миграцию ^{60}Co , ^{85}Sr и ^{127}Cs в прибреж. песчаных зонах, миграция радиоактив. бикарбонатов (^{14}C) в поверхност. слое); прогнозирование безопасности подзем. захоронений (влияние комплексообразования на растворимость Pu(IV) в вод. р-рах бикарбонатов, перераспределение Np(V) при кристаллизации из аморф. феррогидрата, колорометр. метод оценки влияния pH и тем-ры на кинетику кристаллизации гетита в щелоч. средах); естеств. аналоги захоронения РАО (геохимия ГВ и распределение трансурановых элементов в зоне уранового месторождения Koongarra (Австралия).

331. *Reynolds D.A., Babad H.* Cyclic Gas Releases in Hanford-Site Nuclear Waste Tanks = Емкости для хранения радиоактивных отходов // Acs Symp. Ser. - 1994. - Vol. 554. - P. 236-248.

3.4. Удаление, транспортировка и трансграничные перевозки

1984 - 1989

332. *Бритингер М.Т.* Базы данных МАГАТЭ по безопасной транспортировке радиоактивных материалов // Бюл. Междунар. агентства по атом. энергии. - 1989. - Т. 31, N 1. - С. 52-54.

Рассмотрена усовершенств. фактогр. БД, содержащая информ. по реш. упаковкам, транспорт. происшествиям и грузопоставкам. Сбор данных осуществляется по неск. направлениям работы. Созданы 3 БД: РАСКТРАМ (одобрение упаковки и состава груза), EVTRAM (происшествие при транспор-

тировке радиоактив. материалов), SHIPTRAM (грузопоставки радиоактив. материалов).

333. *Оборудование* для обработки ядерного топлива, предназначенного для обслуживания атомохода "Муцу" / J. Kanazawa, K. Fujimura, E. Horiguchi et al. // Кобэ сэйко гихо = Kobe Steel Eng. Repts. - 1989. - Vol. 39, N 2. - P. 8-11.

По проекту НИИ АЭ Японии в порту Сэкинэхама построено (1988 г.) спец. оборудование, предназнач. для загрузки, разгрузки, транспортировки и обработки ЯТ, отработ. топлива и различ. видов твердых и жид. РАО, поступающих с атомохода "Муцу", припис. к данному порту. Введены врем. хранилище для сгружаемых с судна РАО и спец. система контроля за радиоактив. безопасностью персонала. Аналогич. система и хранилище сооружены на борту судна.

радиоактивные отходы; ядерное топливо; транспортировка, обработка; хранение; оборудование, атомоходы; радиационная безопасность, контроль; Япония

334. *A deep knowledge planning decision support system for aiding nuclear waste transportation decisions* = Об углубленном подходе к планированию решений при организации перевозок радиоактивных отходов / W.M. Bowen, K.D. Weeks, D. Batra et al. // Comput., Environ. and Urban Syst. - 1989. - Vol. 13, N 1. - P. 15-27.

Обсуждаются технол. и экол. пробл., связан. с повышением безопасности и надежности при перевозке облуч. топлива и РАО в США. Рассмотрены теор. и практ. аспекты орг-ции перевозки РАО с АЭС к местам захоронения и переработки. Для окончат. принятия решений предложено 3 мат. модели их оптим. перевозок с мин. риском попадания РАО в ОС. С помощью ЭВМ получены числ. решения применительно к АЭС США "Кристал Ривер". Свободным параметром при моделировании выбрана интегр. энерговыработка реакторов этой АЭС, меняющаяся в модели от 836 до 2200 МВт/лет. Изменялись взаимное расположение АЭС и хранилищ РАО и способы их транспортировки. Для каждого из рассмотр. вариантов транспорт. моделей оценивали степень риска радиоактив. загрязнения ОС. Предложены оптим. варианты транспортировки РАО, рекомендации по повышению радиац. безопасности при перевозках.

радиоактивные отходы; АЭС; транспортировка; перевозки, организация, планирование; безопасность; США, АЭС "Кристал Ривер"

335. *Barrett L.H. Review and Status of the DOE Cask Acquisition Program* = Обзор и статус [контейнерной] программы "Бочка" Департамента энергии [США] // JNM. - 1987. - Vol. 15, N 3. - P. 21.

С 1982 г. Департамент энергии в США разрабатывает систему хранения и перемещения ЯТ и РАО. Одной из ее важных состав. частей является прогр. контейнер. перевозок РАО под услов. названием "Бочка" (Cask). Прогр. финансируется гос-вом и част. лицами, что позволяет не только ускорить разработку прогр. и улучшить кач-во, но и привлечь общественность

к ее разработке, внушить к ней доверие. Департамент энергии приветствует част. инициативу в этом вопр. Дана структура прогр. "Бочка", она разделяется на 3 подпрогр.: 1) транспортировка РАО от реакторов к месту захоронения; 2) орг-ция движения между станциями контроля и местами захоронения; 3) разработка спец. емкостей для захоронения РАО.

радиоактивные отходы; ядерное топливо; транспортировка; захоронение; контейнеры; программы; США

336. *Gruhlke J.M., Galpin F.L., Holcomb W.F.* Development of EPA's BRC criteria for the disposal of low-level radioactive waste = Критерии ЭПА для удаления низкорadioактивных отходов: /Pap./ Winter Meet. Amer. Nucl. Soc., San Francisco, Calif., Nov. 26-30, 1989 // Trans. Amer. Nucl. Soc. - 1989. - Vol. 60. - P. 507.

Рассматриваются критерии, применяемые для регулирования удаления отходов, уровни радиоактивности к-рых существенно ниже стандартов, установл. ЭПА для отходов, вывозимых на спец. полигоны. Рассматриваемые отходы могут удаляться как нерадиоактив., но в случае, если они обладают опас. характеристиками, подпадающими под действие RCRA, то должны обрабатываться в соответствии с требованиями этого акта. При отсутствии же опас. св-в отходы могут удаляться как мусор на город. свалки или сжигаться, по оценкам ЭПА при тщат. сегрегации отходов риск облучения для персонала свалки и проживающего поблизости населения будет сведен к минимуму. Исполыз. предлагаемых ЭПА критериев позволит на 35% уменьшить объем отходов, классифицируемых, как НАО и обеспечит в течение 20 лет экономиию 700 млн дол.

низкорadioактивные отходы; захоронение; управление; ЭПА; США

337. *Mairs J.H.* Recent developments in the transport of radioactive materials = Новые разработки в области транспортировки радиоактивных материалов // J. Radiol. Prot. - 1988. - Vol. 8, N 3. - P. 173-175.

В 1985 г. в Великобритании был создан Комитет по вопр. транспортировки радиоактив. материалов. Анализируется его докл. 1988 г. Объем таких перевозок в Великобритании составляет 90% от общего кол-ва перевозимых радиоактив. материалов. В докл. содержатся рекомендации тесного сотрудничества с МАГАТЭ и исполыз. на нац. уровне междунар. требований и рекомендаций разработ. агентством; обучения персонала, занимающегося упаковкой и транспортировкой радиоактив. материалов, методам ведения безопас. работ; разработки оптим. норм безопасности; обсуждения пробл. на нац. уровне; исполыз. данных транспортировки РАО для контроля и анализа степени риска; разработки мер, повышающих правовую и профессион. ответственность персонала. Нац. Совет по радиол. защите оценивает состояние с транспортировкой радиоактив. материалов удовлетворительно. За 15 лет произошло лишь 2 инцидента, связан. с утечкой РВ.

радиоактивные отходы; транспортировка; рекомендации; состояние; оценка; Великобритания, Комитет по вопросам транспортировки радиоактивных материалов, Национальный совет по радиологической защите

338. *Ward T., Daub V., McFadden M.H.* The WIPP transportation system - dedicated to safety = Система транспортировки высокоактивных отходов в федеральный могильник WIPP с точки зрения обеспечения безопасности // *Trans. Amer. Nucl. Soc.* - 1989. - Vol. 60. P. 138-139.

1990

339. *Гоцине Р., Кори А.* Разработка транспортного контейнера для остеклованных радиоактивных отходов // *Атом. техника за рубежом.* - 1990. - N 5. - С. 35-37.

Описан транспорт. контейнер для ВАО, предназнач. для их перевозки после остекловывания из Великобритании в Японию и страны Зап. Европы.

340. *Пояснительный материал к правилам МАГАТЭ по безопасной перевозке радиоактивных веществ (издание 1985 года) // Сер. изд. безопасности / Междунар. агентство по атом. энергии.* - 1990. - N 7. - С. 1-128.

Представлена поясн. записка к правилам МАГАТЭ по безопас. перевозке РВ, к-рая регламентируется сер. изд. по безопасности N 6, 7, 37 и 80. Записка включает определения, принятые в Правилах; общие принципы и положения радиац. защиты; пределы активности и загрузки делящихся в-в; подготовку, требования и контроль за перевозкой и промежуточ. хранением; требования к РВ; упаковоч. комплектам и упаковкам; порядок испытаний упаковок; административ. процедуры.

341. *Транспортные аварии с радиоактивными материалами (медико-технические аспекты) / В.И. Бадьин, Г.Н. Гастева, Д.Д. Тихомиров и др. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях.* - М.: ВИНТИ, 1990. - Вып. 7. - С. 33-56.

Рассмотрены стат. данные транспорт. аварий с радиоактив. материалами и оказываемое при этом негативное воздействие на персонал и население в целом. Приведены характеристики аварий, система их контроля и предупреждения по МАГАТЭ, токсичность, дозы.

транспорт; аварии; радиоактивные материалы; выбросы; токсичные дозы; контейнеры; МАГАТЭ

342. *Burgess M.H., Price M.S.T.* Transport of radioactive materials - an overview = Транспортировка радиоактивных материалов // *Nucl. Energy.* - 1990. - Vol. 29, N 5. - P. 313-323.

Обзор многочисл. публ., посвящ. обсуждению различ. аспектов пробл. безопас. транспортировки радиоактив. материалов (ЯТ, радиоизотопов, РАО и др.).

343. *Regulations for the safe transport of radioactive material = Правила безопасной транспортировки радиоактивных материалов [МАГАТЭ] // Safety Ser.* - 1990. - N 6. - P. I-III, V-VII.

Публ. представляет собой 2-е изд. Правил безопас. транспортировки радиоактив. материалов, подготовл. МАГАТЭ с внесением дополнений, предлож. в 1986 и 1988 гг., одобр. рабочим совещ. 10-14 июля 1989 г.

344. *Shaw K.B., Hughes J.S., Wilson C.K.* The radiological impact of transport accidents = Инциденты при транспортировке радиоактивных материалов // Nucl. Energy. - 1990. - Vol. 29, N 6. - P. 409-412.

На основе обзора информ. об инцидентах при транспортировке радиоактив. материалов, зарегистр. в 1964-1988 гг., проведена классиф. их по категории материалов, способу транспортировки, типу контейнера, а также по характеру и причинам повреждений. Из 379 инцидентов только 65 привели к более или менее существ. радиол. последствиям. Представлены данные о дозах облучения.

1992

345. *Чжа Л.* Система слежения за передачей вредных отходов // Huanjing baohu. = Environ. Prot. - 1992. - N 9. - P. 12-13.

Описывается накопл. в Китае опыт применения системы слежения за процессом передачи вред. отходов от места их возникновения до места их обработки, складирования, комплекс. использ. и т. д. При передаче таких отходов они находятся в динам. состоянии, оставаясь при этом в ведении сравнительно большого кол-ва регион., производств. и посреднических органов, что повышает угрозу риска от вред. отходов. Создание системы слежения за передачей отходов во многом уменьшает опасность возникновения различ. аварий при передаче отходов. Подробно описывается содерж. документа о передаче отходов - отчета о передаче. Излагаются также юрид. ответственность и обязанности лиц, участвующих в передаче отходов (производителя отходов, их перевозчика и получателя), а также полномочия органов по управлению системой передачи отходов.

опасные отходы; транспортировка; складирование; обезвреживание; слежение; юридическая ответственность; Китай

346. *Silva M.* An assessment of the flammability and explosion potential of defense transuranic waste = Оценка возгораемости и взрывоопасности изолированных трансураниевых отходов // Nucl. Safety. - 1992. - Vol. 33, N 2. - P. 220-228.

Анализ актуальной пробл. возгораемости РАО при хранении, транспортировке и захоронении. Сделан обзор инцидентов, связан с воспламенением или взрывами РАО с 1970 г. Причины, приведшие к инцидентам технол., - несоответствие природы физ. процессов, протекающих в сложной системе, к-рую образуют РАО, со ср-вами их изоляции и ОС, либо неправильные действия персонала. Одной из физ. причин взрывоопасности РАО является наличие азот. кислоты в контейнерах, содержащих смесь различ. РАО. Взрыв обычно возникает в результате разряда статич. электричества. Причинами, способствующими аккумуляции статич. электричества, являются диэлектр. покрытия контейнеров и отсутствие необходимых заземлений.

радиоактивные отходы; возгораемость; взрывоопасность; оценка; причины; США

1993

347. *Викторов В.В.* Перевозка радиоактивных отходов // Атом. техника за рубежом. - 1993. - N 5. - С. 11-12.

Рассмотрены некоторые аспекты организации перевозок РАО во Франции и США. Дано краткое описание амер. системы "Транском" контроля за транспорт. ср-вами, перевозчиками опас. грузы, действие которой основано на пользе ср-в косм. связи. Отмечено, что во Франции приняты рекомендации МАГАТЭ по классиф. РАО и организации их перевозок, установлены жесткие правила безопасности.

348. *Carr M., York S.D.* Plutonium transport: Past, present and future: [Pap.] Conf. Nucl. Transp. Syst., London, June 7-8, 1993 = Перевозка плутония: прошлое, настоящее и будущее // Int. J. Radioact. Mater. Transp. - 1993. - Vol. 4, N 2. - P. 139-144.

В ядер. энергетике радиоизотопы плутония относятся к наиболее опас. вследствие больших периодов полураспада и токсичности. В Великобритании накоплен большой опыт по транспортировке плутония. Представлены результаты конструирования и испытания контейнеров для хранения и перевозки плутония. Изложены сведения о документах, регламентирующих перемещение внутри страны и при транзите.

349. *Gandhi A.* Experience in the transport of European irradiated fuel: [Pap.] Conf. Nucl. Transp. Syst., London, June 7-8, 1993 = Опыт транспортировки европейского облученного топлива // Ibid. - P. 121-124.

Главенствующую роль в Великобритании при транспортировке облученного ЯТ имеет компания NTL, созд. в 1972 г. при участии Франции, Германии и Великобритании. В течение 20 лет объем ее перевозок с 80 т возрос в 5 раз. Перевезено более 2500 контейнеров отработавшего в реакторах топлива общим весом 5000 т, к-рое отправлено на переработку в Селлафилд (Великобритания) и во Францию. Существенно изменились параметры топлива, конструкция контейнеров, правила безопасности, что отразилось и на транспорт. ср-вах. Представлен опыт NTL, отражающий новейшие тенденции. Изложены конструктор. и орг. предложения по предстоящей транспортировке ЯТ с высоким выгоранием и контейнеров с остекл. ВАО.

350. *Higson J.* Providing a specialist radioactive transport service: [Pap.] Conf. Nucl. Transp. Syst., London, June 7-8, 1993 = Техническое обеспечение службы по перевозке радиоактивных материалов // Ibid. - P. 159-164.

Представлены конструкции и описания контейнеров и упаковок, используемых при хранении и перевозке радиоактив. материалов в Великобритании компанией АЕА Technology. В своих разработках компания не имеет долговрем. планов, поскольку считает целесообраз. быстро реагировать на новые виды продукции и РАО, появляющиеся в ЯТЦ. Компания разрабатывает

защит. контейнеры, новые аппараты и упаковки для транспортировки "свежего" ЯТ, РАО и изотоп. препаратов для мед. целей.

351. *National and international transport of radioactive materials - an introductory survey*: [Pap.] Conf. Nucl. Transp. Syst., London, June 7-8, 1993 = Национальные и международные перевозки радиоактивных материалов - вводный обзор // Int. J. Radioact. Mater. Transp. - 1993. - Vol. 4, N 2. - P. 77-78.

Перевозимые радиоактив. материалы можно разделить на 2 группы: а) используемые или производимые в ЯТЦ, б) используемые в медицине, науке и пром-сти. С 1961 г. МАГАТЭ содействует выработке нац. и междунар. органами норматив. документов по транспортировке радиоактив. материалов. Визуализации накопления тех или иных в-в, или их миграции в органах человека или животных помогают такие радионуклиды, как ^{201}Ta , ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Широко используется ^{131}I для терапии щитовид. железы. Ежегодно различ. транспорт. ср-вами в Великобритании перевозят ок. 600 тыс. упаковок с радиоактив. препаратами, в Германии 850 тыс. упаковок, а всего в мире - ок. 200 млн упаковок. Для перевозки, перегрузки, хранения ядер. материалов разработаны различ. виды контейнеров, упаковок, манипуляторов, транспорт. ср-в, хранилищ. Их использ. и правила обращения регулируются спец. документами.

352. *Nuclear transport systems*: [Pap.] Conf. Nucl. Transp. Syst., London, June 7-8, 1993 = Системы транспортировки ядерных материалов // Ibid. - P. 73-164.

На конф. "Системы транспортировки ядер. материалов" (7-8 июня 1993 г., Лондон) представлены 13 докл. Их тематика касалась 5 направлений: позиция междунар. орг-ций по проблеме перевозки радиоактив. материалов, в т. ч. по пересмотру к 1996 г. правил МАГАТЭ; соврем. и перспектив. политика транспортировки радиоактив. грузов по дорогам Великобритании; БД об инцидентах; практика и опыт перемещения ядер. материалов; оценка безопасности контейнеров и упаковок с РВ по натур. испытаниям и компьютер. расчетам.

353. *Recent advances in computer impact analysis for radioactive materials transport containers*: [Pap.] Conf. Nucl. Transp. Syst., London, June 7-8, 1993 = Новейшие достижения в применении компьютерных анализов к контейнерам для транспортировки радиоактивных материалов / F. Ajayi, T. Dutton., P. Donelan et al. // Ibid. - P. 125-131.

В соответствии с междунар. правилами по безопас. транспортировке радиоактив. материалов контейнеры и упаковки должны удовлетворять определ. прочност. требованиям. Многие годы такие характеристики получали при натур. испытаниях. Однако вследствие повышения быстродействия и памяти компьютеров, снижения их стоимости все большее распространение получают расчет. методы оценки транспортировоч. ср-в и ядер. материала. Представлены результаты сравнения натур. испытаний различ. контейнеров и упаковок с машин. расчетами. К числу положит. характеристик компьютер.

моделей отнесены быстрота и дешевизна получения данных, возможность рассмотрения большого кол-ва вариантов, удобства вывода граф. информ.

354. *Taylor A.E.* Radioactive materials transport for power generation in England and Wales: [Pap.] Conf. Nucl. Transp. Syst., London, June 7-8, 1993 = Перевозка радиоактивных материалов для выработки электроэнергии в Англии и Уэльсе // Int. J. Radioact. Mater. Transp. - 1993. - Vol. 4, N 2. - P. 133-137.

При обеспечении работы 27 ЯР, располож. в Англии и Уэльсе, транспорт. операции с радиоактив. материалами можно объединить в 3 группы: перевозка "свежего" топлива, вывоз облуч. топлива для переработки в Селлафилд, эвакуация РАО. К ср-вам транспортировки материалов 2-й группы предъявляют наиболее жесткие требования. Так контейнер не должен разрушаться при падении с высоты 9 м на твердую поверхность. Он должен выдерживать удар закал. стального пробойника диаметром 15 см. Время пребывания в пламени 800°C не может быть менее 30 мин. Представлены конструкции 3 контейнеров для перевозки облуч. топлива, ж.-д. платформы для их транспортировки в Селлафилд, а также схем. 2 контейнеров для перевозки РАО.

1994

355. *Compliance assurance for the safe transport of radioactive material: A safety practice* = Гарантия согласованности в деле безопасной перевозки радиоактивных материалов. - Vienna: IAEA, 1994. - 98 p. - (Safety ser. / IAEA. - 112).

1995

356. *Berg H.P., Harnack K.* The System for Transportation and Handling of Radioactive Waste Packages in the Planned Konrad Repository = Система транспортировки, погрузки и разгрузки упакованных радиоактивных отходов в предполагаемом хранилище Конрад // Nucl. Eng. and Des. - 1994. - Vol. 152, N 1-3. - P. 389-396.

система транспортировки и обработки РАО на базе анализа операционных проблем и инцидентов

3.4.1. Морским транспортом

1984 - 1989

357. *Ocean transport of low-level radioactive waste off Taiwan* = Морская транспортировка низкорadioактивных отходов на Тайване / C. Chung, L.-K. Pan, C.-S. Yeh et al. // Nucl. and Chem. Waste Manag. - 1986. - Vol. 6. - N 3-4. - P. 191.

Описан способ мор. транспортировки РАО атом. энергетики Тайваня. НАО цементируют в цилиндрах (емкостью 200 л каждый), к-рые в свою

очередь помещают в спец. контейнеры на АЭС. После тщат. осмотра контейнеры грузят на баржу и транспортируют по морю на 420 км до хранилища на о-ве в Тихом океане. На всем пути следования проводят радиометр. измерения уровня радиации с помощью гамма-спектрометра. Результаты исслед. показывают, что при таком способе транспортировки доза излучения не превышает предельно допустимых значений, обусловл. нормами.

низкорadioактивные отходы; транспортировка; моря; Тайвань

1994

358. *Elshinawy R.M.K.* Safe transport of radioactive materials in Egypt: [Pap.] 1st Radiat. Phys. Conf., Quena, 15-19 Nov., 1992 = Безопасная транспортировка радиоактивных материалов в Египте // Radiat. Phys. and Chem. - 1994. - Vol. 44, N 1-2. - P. 181-185.

Египет. законы, касающиеся безопас. транспортировки материалов, основаны на предписаниях МАГАТЭ. Кроме того, они учитывают правила безопас. транспортировки таких материалов через Суэц. канал, разработ. Египет. управлением по атом. энергии и управлением Суэц. канала. Законы постоянно корректируются с учетом новых науч. и эксперим. данных. В статье описаны техн. и защит. меры, предпринимаемые при транспортировке материалов через Суэц. канал. Совместно с МАГАТЭ была проведена оценка воздействия на ОС от транспортируемых через Суэц. канал радиоактив. материалов с использ. компьютер. прогн. INTERTRAN. Рассмотрены пробл. транспортировки, наличия пустых контейнеров, число судов, транспортировавших радиоактив. материалы через канал с 1963 по 1991 г., а также их происхождение. Указаны защит. меры. Описано оборудование для хранения РАО в Иншас и правила безопас. транспортировки и захоронения РАО.

3.4.2. Наземным транспортом

1990

359. *Стопалов С.Г.* Транспортировка и хранение радиоактивных отходов и отработавшего топлива // Пробл. окруж. среды и природ. ресурсов: Обзор. информ. / ВИНТИ. - 1990. - N 3. - С. 113-146.

Рост потребления радиоактив. материалов и масштабов использ. ядер. энергии сопровождается увеличением перевозок радиоактив. материалов и их кол-ва. За последние 25 лет в мире перевезено 30 тыс. т облуч. урана. Кол-во упаковок радиоактив. материалов, перевозимых ежегодно в мире, 18-38 млн. За послед. 40 лет было перевезено 400-800 млн упаковок. В США и странах ЕЭС проведен анализ степени риска, связан. с транспортировкой плутония и содержащих его продуктов. Установлено, что потенц. риск составляет менее 0,1% величины полного риска, обусловл. пр-вом энергии на основе плутониевого цикла. Влияние вида транспорта (автомоб., ж.-д.) на степень риска незначительно. Рассмотрены условия хранения РАО и ОЯТ в США, Японии, Франции, Великобритании и др. странах.

радиоактивные отходы; отработавшее ядерное топливо; хранение; транспортировка; степень риска, исследования; Мир; обзоры; США; Япония; Франция; Великобритания

1991

360. *Ardila-Coulson M.V.* Transportation of radioactive materials routing analysis: The Nevada experience = Анализ транспортировки радиоактивных материалов: пример Невады // High Level Radioact. Waste Manag. - La Grande Park (Ill.); N.Y., 1991. - P. 626-632.

В 1987 г. законодат. органы Невады приняли законопроект, требующий от департамента штата по трансп. разработать план ж.-д. транспортировки радиоактив. материалов и ВАО. Нац. лаб. Сандиа разработана компьютер. модель ж.-д. сети на территории штата, базирующаяся на 28 параметрах (геометрия, грузопотоки, экология, наличие спец. техн. ср-в и др.). Альтернатив. маршруты отбирали на основе 2 критериев: плотности населения и частоты аварий. Окончат. вариант выбран на основе традиц. методик Мин-ва трансп. США для - транспортировки радиоактив. материалов.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивные; США; Невада

361. *Halstead R.J., Souleyrette R.R., Di Bartolo R.* Transportation access to Yucca Mountain: Critical issues = Транспортная доступность участка Юкка-Маунтин: критические факторы // Ibid. - P. 647-656.

Проектирование системы транспортировки в р-не будущего хранилища ВАО Юкка-Маунтин затрудняется недостаточностью информ. о числе и виде транспорт. поставок, и предпочт. виде трансп. Общий объем подвоза оценивается в 76000 автомоб. кузовов или 1060 ж.-д. составов. Ж.-д. подъезд к уч-ку Юкка-Маунтин отсутствует, расстояния до ближайших ж.-д. узлов составляют 430 и 1500 км. От ближайшего шоссе необходимого класса расстояние более 360 км. С учетом экономичности и экологичности сравниваются 3 варианта ж.-д. и 4 варианта автомоб. подъезд. путей. Требуется учет дополн. разнообраз. информ. (распределение реальной и потенциал. плотности населения, в т. ч. индейцев, р-ция командования ВВС США, имеющего здесь свои объекты, и др.).

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; высокоактивные; США; Юкка-Маунтин

362. *Historical overview of domestic spent fuel shipments - update* = Исторический обзор внутренних перевозок отработавшего ядерного топлива в США до наших дней / R.B. Pope, H.W. Wankerl, S. Armstrong et al. // Ibid. - P. 1501-1508.

Обобщены нек-рые данные о маршрутах и масштабах перевозок ОЯТ автомоб. и ж.-д. трансп. США. Анализируются тенденции изменения грузопотоков по годам. Описаны конструкции и емкости специализир. контейнеров для перевозок. Прогнозируются тенденции развития масштабов грузопотоков такого рода и совершенствования техн. ср-в транспортировки ВАО.

Работа выполнена для облегчения планирования перевозок и ознакомления с этой деятельностью общественности, федер. и мест. администраций.
охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных; США

1992

363. *Lange F., Grundler D., Schwarz G.* Konrad transport study: safety analysis of the transport of the radioactive waste to the Konrad waste disposal site = Анализ безопасности транспортировки радиоактивных отходов на территорию хранилища Конрад (ФРГ) // *Int. J. Radioact. Mater. Transp.* - 1992. - Vol. 3, N 4. - P. I-VII.

Изучение вопр. безопасности транспортировки РАО на территорию хранилища Конрад (ФРГ) проведено в 2 направлениях. Во-первых, исследуется потенциал радиоактив. воздействия на местность и персонал при норм. (не аварийном) режиме функционирования. Особое внимание уделено зоне хранения. Во-вторых, исследуется риск возникновения аварийных ситуаций при транспортировке и возмож. последствия такого рода инцидентов. Надежность транспортировки анализировалась в различ. соотношениях между ж.-д. и автооб. трансп. Анализ факторов, включая данные метеорол. наблюдений, показывает надежность ж.-д. трансп. При этом вероятность возникновения аварии в р-не хранилища в ближайшие 40 лет ничтожно мала.

радиоактивные отходы; транспортировка; безопасность; риск; анализ; ФРГ

3.4.2.1. Железнодорожным транспортом

1990

364. *Dunlop seals nuclear flasks* = Уплотнители для контейнеров радиоактивных отходов фирмы Dunlop, Великобритания // *Int. Power Generat.* - 1990. - Vol. 13, N 5. - P. 4.

Новые уплотнители из армир. силиконового каучука, разработ. фирмой Dunlop Precision Rubber, предназначены для исполъз. в контейнерах нового типа, для перевозки CAO по ж. д. из Sellafield (BNFL) на з-д по упаковке РАО. Конструкция уплотнителей предполагает дистанц. манипулирование, длину > 2 м и прямоугольное поперечное сечение.

3.5. Утилизация и обработка на ядерных установках (трансмутация)

1984 - 1989

365. *A pilot plant demonstration of the vitrification of radioactive solutions using microwave power* = Опытная установка для остеклования радиоактивных отходов с помощью микроволновой энергии / *M.S. Morrell, V. Murphy,*

W.H. Hardwick, P.F. Wace // Nucl. and Chem. Waste Manag. - 1986. - Vol. 6, N 3-4. - P. 195.

Описывается конструкция опыт. установки и провед. на ней эксперим. исслед. процесса, обработки жид. ВАО с помощью микроволновой энергии. Процесс состоял в пропитывании жид. отходами цилиндров из стекловолокна, к-рые медленно перемещались в стальной трубе. Через 2 отверстия в трубе к цилиндрам с помощью волноводов подавалась микроволновая энергия так, что сначала происходило испарение жидкости из цилиндров, а затем спекание их в гомогенную массу вместе с оставшимися в них радиоактив. изотопами. В экспериментах использовалась жидкость с добавками, имитирующими наличие радиации. Результаты показывают, что почти вся радиоактивность удаляется из жидкости и остается в стеклян. блоке.

радиоактивные отходы; остекловывание; установка; устройство; Великобритания

366. *Brookins D.G.* Geochemical aspects of radioactive waste disposal = Геохимические аспекты утилизации радиоактивных отходов. - N.Y.: Springer, 1984. - 347 p.

367. *Burnay S.G.* Comparative evaluation of α and γ radiation effects in a bitumenisate = Сравнительная оценка воздействия α - и γ -излучения на битуминизат // Nucl. and Chem. Waste Manag. -1987. - Vol. 7, N 2. - P. 127.

Для иммобилизации РАО АЭС и предприятий по переработке используются упаковки, содержащие битум, полимеры и цемент. Исследовалось воздействие радиации на св-ва битума, содержащего продукты переработки. Описана методика эксперим. работ и приведены данные о составе исслед. продуктов. Представлены рентгенов. снимки, результаты определения коэф. диффузии ^{241}Am и поведения ^{137}Cs , а также влияния толщины слоя битума. Проведен анализ результатов облучения, выделения газа, изучения микроструктуры. Определено, что в большинстве случаев α -излучение оказывает более сильное воздействие, чем γ -излучение такой же дозы.

радиоактивные отходы; упаковка; битум; ионизирующее излучение; влияние; радионуклиды; диффузия; газы; выделение; структура; Великобритания

368. *Ishida M., Yanagi T., Terai R.* Leach rates of composite waste forms of monazite- and zirconium phosphate-type = Скорости выщелачивания смешанных форм отходов типа монацита и фосфата циркония // J. Nucl. Sci. and Technol. - 1987. - Vol. 24, N 5. - P. 408.

ВАО от переработки ЯТ должны быть иммобилизованы в устойчивом твердом состоянии и полностью изолированы от биосферы. Проведены исслед. по выщелачиванию смеш. твердых в-в, содержащих 2 типа кристал. фосфатов, моделирующих ВАО. Смеш. твердые монацит и фосфат циркония были изучены как носители для иммобилизации ВАО. Скорости выщелачивания смеш. форм очень малы по сравнению со скоростями выщелачивания отходов в форме боросиликат. стекла. Изучение выщелачивания водой показало, что смеш. твердые в-ва являются хорошей матрицей для отверждения ВАО, особенно для снижения выщелачиваемости щелоч. ионов из твердого в-

ва, хотя остается пробл. снижение скорости выщелачивания молибдена. Смеш. формы можно рассматривать как перспективные для иммобилизации ВАО, подобно остекловыванию.

высокорadioактивные отходы; отверждение; выщелачивание; моделирование; фосфаты; использование; результаты исследований; Япония

369. *Jostsons A., Reeve K.D.* Immobilization of high level waste in Synroc = Нейтрализация высокоradioактивных отходов с помощью [керамики] Synroc // Proc. 6th Pacif. Basin Nucl. Conf., Beijing, Sept. 7-11, 1987. - Beijing, 1987. - P. 537-544.

Описываются состав, минерал., физ. и хим. св-ва, а также основ. стадии пр-ва, разработ. в Австралии многофаз. титановой керамики Synroc, предназн. для нейтрализации ВАО атом. реакторов. Получ. в процессе индуктив. горячего прессования титановая керамика обладает повыш. сопротивлением выщелачиванию, позволяя в течение длит. периода времени обеспечивать степень утечки radioактив. элементов, не превышающую 10^{-4} - 10^{-5} г/м² в сутки при 90°C. Прочность титановой керамики существенно не зависит от кол-ва обычно присутствующих в жид. ВАО загрязняющих в-в и не чувствительна к изменению состава РАО. При пр-ве титановой керамики потери летучих компонентов Cs и Ru не превосходят 0,1%. По основ. физ. показателям титановая керамика превосходит аналогичные материалы, обеспечивая большую гибкость в выборе мест складирования и окончат. захоронения ВАО.

высокорadioактивные отходы; нейтрализация; многофазная титановая керамика; свойства; производство; Австралия

370. *Rzyski B. M., Suarez A.A.* Characteristics of waste forms improved by using admixtures = Использование присадок для улучшения характеристик форм для отходов // Publ./ IPEN. - 1989. - N 254. - P. III, V, 1-15.

Азот. отходы с относительно долгоживущими радионуклидами, образующиеся в результате НИР или процессов очистки, обычно классифицируют как НАО и САО. Для нейтрализации их традиционно используют пасты на основе портландцемента. Рассмотрен способ улучшения характеристик форм для отходов коммерч. присадками: CEMIX, ADIMENT и VEDACIT способствуют сокращению объема пор и улучшению целого ряда др. параметров, зависящих от кол-ва и хим. состава присадок и соотношения цемента с водой и содержания солей. Продемонстрировано уменьшение выщелачивания из форм, усилен. присадок; повышение корроз. стойкости и мех. прочности.

radioактивные отходы; цементация; присадки, использование; характеристики; выщелачивание, исследования; Бразилия

371. *Treatment of off-gas from radioactive waste incinerators* = Очистка газообразных продуктов сжигания radioактивных отходов // Techn. Rept. Ser. / IAEA. - 1989. - N 302. - P. 1-229

Представлен обзор МАГАТЭ по пробл. очистки газообраз. продуктов сжигания жид. и твердых НАО. Докл. содержит 7 темат. разделов: характе-

ристики РАО, способы сжигания РАО и характеристики газообраз. отходов, вопр. ядер. регулирования, технологии обработки газообраз. отходов, оборудование систем очистки, опыт эксплуатации их, надежность и безопасность систем очистки. В прил. к докл. представлена информ. о 32 системах очистки, эксплуатирующихся в различ. странах, включающая описание систем очистки и обобщение опыта их эксплуатации.

372. *Turker A. Untersuchungen zur Abtrennung und Reinigung von Strontium aus dem hochradioaktiven Abfallstrom der Brennelement-Wiederaufarbeitung* = Исследования по выделению и очистке стронция из высокорadioактивных отходов // Ber. Kernforschungsanlage Julich. - 1989. - N 2315. - S. 1-100.

Рассмотрены результаты исслед. по выделению и очистке стронция из ВАО при условии его высокой радиохим. чистоты. Рассмотрены возмож. хим. и физ. методы выделения Sr из ВАО (р-ции осаждения и соосаждения и р-ции ион. обмена для селектив. отделения задан. элемента). Наилучшим адсорбентом (даже в сильно окисл. медиуме) для Sr оказалась полисульфамная кислота. Из-за высоких требований к чистоте добываемых из ВАО продуктов исследовали комбинир. процесс осаждения и ион. обмена. Исслед. проводили на опыт. и лаборатор. установках.

радиоактивные отходы; стронций; выделение, очистка; утилизация; исследования

373. *Vitrification of TMI decontamination zeolite* = Превращение в стекловидную массу цеолита, использованного при дезактивации на АЭС [США] / G.H. Bryan, R.W. Goles, C.A. Knox et al. // Nucl. and Chem. Waste Manag. - 1987. - Vol. 7, N 2. - P. 148.

Представлены результаты превращения цеолита, содержащего РАО в боросиликат. стекловид. массу. Цеолит использовался в погруж. в воду устройстве для деминерализации РВ на АЭС "Тримайл айленд", США. Исслед. проведены в 2 этапа в соответствии с прогр., цель к-рой - реализация в широких масштабах процесса превращения радиоактив. цеолита в стекловид. массу. Охарактеризованы основ. направления этой прогр. Указаны требования к разработке плавильной установки, приведена ее схем. и характеристики основ. элементов. На 1-м этапе демонстрировался процесс превращения нерадиоактив. цеолита в стекловид. массу. На 2-м - исследовалось превращение цеолита, получ. с АЭС и содержащего РАО ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{90}Sr . Описан процесс получения стекловид. массы и условия его протекания (скорость поступления цеолита и тем-ра плавления). Помещена схем. отбора проб выделяющихся газов и приведены сравн. данные о составе воздуха до и после окончания процесса. Установлен факт выделения трития в виде водяных паров. Проведено определение содерж. ^{137}Cs в стекловид. массу. Сделан вывод, что данный метод является эффектив. для иммобилизации РАО.

радиоактивные отходы; АЭС; дезактивация; деминерализация; иммобилизация; остекловывание; цеолит; процессы; радионуклиды; содержание; выделение; США

374. *Монахов В.Т.* Пожарная опасность процессов регенерации ядерного топлива // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М.: ВИНТИ, 1990. - Вып. 2. - С. 59-72.

Описан технол. цикл соврем. з-дов по регенерации ЯТ с точки зрения их пожар. безопасности. Показана актуальность соблюдения персоналом техники безопасности на всех этапах жесткого цикла.

регенерация ядерного топлива; твэлы; технология утилизации; экстракция урана; обработка отходов

375. *Фудзика К.* Технология демонтажа ядерных реакторов и вторичное использование отходов // Киндзоку = Metals and Technol. - 1990. - Vol. 60, N 9. - P. 31-35.

радиоактивные отходы; ядерные реакторы, демонтаж; вторичное использование; Япония

376. *Ashley N.V., Roach D.J.W.* Review of biotechnology applications to nuclear waste treatment = Обзор применяемых для обработки радиоактивных отходов биотехнологий // J. Chem. Technol. and Biotechnol. - 1990. - Vol. 49, N 4. - P. 381-394.

На основании данных DOE анализируется возможность использ. биотехнологий для обработки ПАО, основ. на использ. микроорганизмов и микробов. Обсуждается использ. биотехнологий на основе биополимеров и биосорбции с биомассой для очистки пром. радиоактив. стоков. Рассматриваются возможности биомагнит. сепарации, генной инженерии и др.

радиоактивные отходы; обезвреживание; биотехнологии; использование, США; обзоры; DOE

377. *Кубота М.* Эффективное извлечение трансурановых элементов из отходов с высоким уровнем радиоактивности // Кагаку то коге. = Chem. and Chem. Ind. - 1991. - Vol. 44, N 8. - P. 1284-1287.

Для обработки и регенерации ЯТ на АЭС применяют метод предварит. отделения изотопов с разделением их на группы, сходные по периоду полураспада и предполагаемой цели использ. Выдел. группу долгоживущих изотопов (нептуния, плутония, америция и кюрия) подвергают облучению нейтронами и превращают в более короткоживущие или нерадиоактив. изотопы. Наиболее эффектив. методом разделения признан метод экстракции растворителями.

отработанное ядерное топливо; АЭС; трансурановые элементы, извлечение; экстракция, растворители, использование; Япония

378. *Трансмутация* долгоживущих радиоактивных отходов ядерной энергетики / П.П. Благоевлин, В.Д. Казарицкий, Г.В. Кисилев и др. // Атом. энергия. - 1991. - Т. 70, N 6. - С. 380-386.

Обзор. Пробл. долгоживущих РАО ядер. энергетики относится к числу важнейших. При соврем. масштабах пр-ва энергии возможны накопления РАО, к-рые станут потенц. угрозой жизни на Земле. Соврем. технология с отходами такова, что трудно гарантировать безопасность захоронения на большие сроки. Есть времен. предел, после к-рого уже нельзя считать исключен. утечки радиоактивности в ОС. Ядер. трансмутация рассматривается как способ снижения долгоживущей активности. Она может быть осуществлена в реакторах, ядер. установках, использующих мощные ускорители протонов промежуточ. энергии. Успехи ускорит. техники могут создать условия, при к-рых установки, основ. на традиц. вариантах энергет. реакторов, будут вытеснены гибрид. системами.

379. *Blagovolin P., Kozaritskii V.D., Kiselev G.V. Transmutation of Long-Lived Radioactive-Wastes from Nuclear-Power = Трансмутация долгоживущих радиоактивных отходов из ядерных реакторов // Soviet Atomic Energy. - 1991. - Vol. 70, N 6. - P. 469-475.*

380. *Gulis G., Mikulaj V. Recovery of Cesium from Intermediate Level Liquid Radioactive-Waste = Регенерация цезия из жидких радиоактивных отходов [промежуточного уровня] // J. Radioanal. and Nucl. Chem.-articles. - 1991. - Vol. 150, N 2. - P. 255-259.*

установка Lowinox 22M46

381. *Inoue T., Sakata M., Miyashiro H. Development of Partitioning and Transmutation Technology for Long-Lived Nuclides = Технология деления и трансмутации долгоживущих ядерных отходов // Nuclear Technol. - 1991. - Vol. 93, N 2. - P. 206-220.*

1992

382. *Applications of exemption principles to the recycle and reuse of materials from nuclear facilities: A safety practice = Применение принципов освобождения к повторному использованию радиоактивных отходов. - Vienna: Intern. atomic energy agency, 1992. - 204 p. - (Safety ser. / IAEA. - N 111. - P. 1.1).*

383. *Chemical precipitation processes for the treatment of aqueous radioactive waste = Процессы химического осаждения для обработки водных радиоактивных отходов. - Vienna: IAEA, 1992. - 81 p. - (Technical rep. ser. / IAEA. - N 337).*

384. *Dakshinamoorthy A., Nair A.G.C., Das S.K. A Rapid and Selective Separation of Palladium = Быстрое и селективное выделение палладия // J. Radioanal. and Nucl. Chem.-articles. - 1992. - Vol. 162, N 1. - P. 155-162.*

экстрактант; α -benzoin-oxime

385. *De Volpi A.* Scenarios for nuclear warhead disposal = Программа размонтирования и утилизации ядерных боеголовок // AAAS'92: 158th Nat. Meet. Amer. Assoc. Adv. Sci., Chicago, 111, 6-11 Febr., 1992: Program and Abstr. - Washington (D.C.), 1992. - P. 126.

Прогр. размонтирования и утилизации ядер. боеголовок была предложена б. СССР. То же касается и США. Предполагается, что ядер. боеголовки должны пройти этапы: удаление из шахт, возвращение их на мест. полигоны, транспортировка на назем. полигоны, хранение в мест. условиях, пост. размонтирование, врем. или пост. хранение РАО, полное обезвреживание взрывчатых в-в.

ядерные боеголовки; размонтирование; этапы, программы; США; Россия

386. *Experts focus on ways to use weapons material* = Эксперты обсуждают пути использования материалов ядерного оружия // Nucl. News (USA). - 1992. - Vol. 35, N 14. - P. 109, 111-112, 114.

В сент. 1992 г. прошли 3 крупные конф. (Лондон, С.-Петербург, Вена), связан. с пробл. использ. материалов уничтожаемого ЯО. Приведены оценки избыточ. пр-ва плутония и высокообогащ. урана в граждан. целях и их объемов при уничтожении избыточ. оружия. Поскольку использовать весь Pu для пр-ва электроэнергии сейчас невозможно, первоочередным является вопр. безопас. хранения. Обсуждается пробл. использ. российского высокообогащ. урана в ядер. энергетике США, экономичности цикл. переработки ЯТ. Как примеры практ. решений упомянуты переработка топлив. стержней реактора ВВЭР-400 и пр-во плутониевого топлива для реакторов на быстрых нейтронах БН-350 и БН-600. Однако объемы этих работ незначительны, а стр-во более мощ. комплексов приостановлено.

охрана среды; захоронение отходов; радиоактивных

387. *Harada H., Takahashi H., Konashi K.* Incineration of Sr-90 and Cs-137 by an Inertial Fusion Target = Сжигание Sr-90 и Cs-137 инерционной плавкой [плавлением] // Nucl. Instrum. and Methods in Phys. Res. Sect. A-accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment. - 1992. - Vol. 322, N 2. - P. 286-292.

радиоактивные отходы; сжигание; аналитическая модель

388. *Jameson R.A., Lawrence G.P., Bowman C.D.* Accelerator-Driven Transmutation Technology for Incinerating Radioactive-Waste and for Advanced Application to Power Production = Использующая ускоритель трансмутационная технология для сжигания РАО и успешного производства энергии // Ibid. - 1992. - Vol. 68, N 1-4. - P. 474-480.

радиоактивные отходы; сжигание; безопасность; технические преимущества

389. *Kase T., Yamadera A., Nakamura T.* Product Yields of U-235, U-238, Np-237, and Pu-239 by Photofission Reactions with 20, 30, and 60-MeV Bremsstrahlung = Продукты реакций фоторасщепления U-235, U-238, Np-237

и Pu-239 с помощью 20, 30 и 60-MeV // Nucl. Sci. and Engineering. - 1992. - Vol. 111, N 4. - P. 368-378.

радиоактивные отходы; трансмутация актинидов; измерение

390. *Pushchak R., Helsloy A.* Canada: novel approach to siting highlevel radioactive waste, a greater change of success = Канада: новые подходы к захоронению высокорadioактивных отходов, лучший шанс к успеху // IAEA'92: 12th Annu. Meet. Int. Assoc. Impact Assess. "Ind. and Third World Environ. Assess.: Urgent Transit. Sustainabil., "Washington, D.C., Aug. 19-22, 1992: Conf. Program Abstr. and Invit. Pap. - Belhaven (N.C.), 1992. - P. 14-15.

В Канаде выбрана прогр. утилизации РАО, имеющих достаточно высокий уровень радиации. Предполагается, что эта прогр. будет выполнена на высоком уровне, в результате чего в выигрыше окажутся не только канадцы. Прогр. была принята под давлением общественности. Особенно остро эта пробл. встала после ряда аварий, произошедших во всем мире. Такая прогр. еще не разрабатывалась. Тем не менее, опыт данной обл. будет полезен для всего мирового сообщества в целом.

высокорadioактивные отходы; захоронение; программы; Канада

391. *Shmelev A.N., Kulikov G.G., Glebov V.B.* Safety in a Fast Burning Reactor for Long-Lived Actinides Extracted from Radioactive-Wastes = Безопасность в быстром горячем реакторе для долгоживущих актинидов, экстрагированных из радиоактивных отходов // Atomic Energy. - 1992. - Vol. 73, N 6. - P. 963-966.

1993

392. *Замышляев Б.В.* Обеспечение безопасности при утилизации и ликвидации оружия массового поражения // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М.: ВИНТИ, 1993. - Вып. 10. - С. 51-54.

Определена предмет. обл. исслед. по пробл. обеспечения безопасности оружия массового поражения. Проведен анализ внутри и внешнеполит. факторов, вызвавших изменение значимости и появление новых задач в данной обл. Выявлены основ. пробл. обеспечения безопасности при ликвидации ЯО, в т. ч. долгосроч. хранение, захоронение, уничтожение и утилизация оружейных ядер. материалов. Кратко излагаются результаты исслед. Затронута пробл. использ. накопл. запасов оружейных Pu и U в атом. энергетике.

захоронение; утилизация; хранение; отходы; уран; плутоний; Минатом РФ

393. *Поведение Mo* при экстракционном выделении актинидных элементов из жидких отходов ядерного топливного цикла / М.К. Чмутова, Г.А. Прибылова, И.В. Смирнов, А.Ю. Шадрин // 15 Менделеев. съезд по общ. и прикл. химии, Минск, 24-29 мая, 1993. - Минск, 1993. - Т. 3. - С. 387.

Изучена экстракция Mo (VI) из р-ров азот. кислоты и имитатора жид. отходов ЯТЦ р-рами нейтральных бифункцион. фосфорорган. экстрагентов в поляр. фторсодержащих разбавителях. В кач-ве экстрагента выбран оксид дифенилдибутилкарбаомилметилфосфина (Ph₂Bu₂) в разбавителе фторопол-

732. Исследована зависимость экстракции Мо (VI) и скорости установления экстракт. равновесия от конц-и металла, реагента, азот. кислоты. Обсужден механизм экстракции Мо (VI) и его изменения в зависимости от конц-и компонентов р-ра. Для улучшения отделения молибдена от актинид. элементов предложено исполз. водорастворимых комплексообразующих в-в.

радиоактивные отходы; жидкие отходы; молибден; экстракция; комплексообразующие вещества; Россия

394. *Baetsle L.H.* Partitioning and Transmutation of Actinides and FNIon Products = Разделение и преобразование актинидов и распад продуктов // Atomwirt.-Atomtechn. - 1993. - Bd 38, N 4. - S. 266-270.

АЭС; радиоактивные отходы; размещение; водные реакторы; снижение объемов отходов

395. *Harada H., Takahashi H., Aronson A.L.* Incineration of Radioactive FNIon-Products and Transuranics by Muon-Catalyzed Fusion = Сжигание продуктов ядерного распада и трансурановых элементов с помощью плавления ускоренными мюонами // Fusion Technology. - 1993. - Vol. 24, N 2. - P. 161-167.

396. *Michaels G.E.* Reexamination of the Incentives for Partitioning Transmutation of High-Level Radioactive Wastes and Spent Nuclear-Fuel = Дополнительная проверка возможных частичных трансмутаций высокорадиоактивных отходов и использованного ядерного топлива // Abstr. Pap. Amer. Chem. Soc. - 1993. - Vol. 205, N MAR. - P. 10-NUCL.

397. *Sosnin V.N., Harms A.A.* Inventory Dynamics of Transmuted Radioactive-Wastes = Динамика инвентаризации трансмутируемых радиоактивных отходов // Kerntechnik. - 1993. - Bd 58, N 1. - S. 55-60.

трансмутация; радиоактивные отходы; установка

1994

398. *Замышляев Б.В.* Научно-технические проблемы безопасности ликвидации и утилизации ядерного оружия // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М.: ВИНТИ, 1994. - Вып. 3. - С. 27-32.

Анализируются различ. направления решения пробл. безопасности сокращения (ликвидация, хранение, утилизация) ЯО. Предложена концепция исполз. оружейного плутония и урана в ядер. энергет. установках повыш. безопасности.

Министерство обороны РФ; МАГАТЭ; Минатом РФ; Физико-энергетический институт

399. *Bisplinghoff B., Brandt R., Butsev V.S.* Neutron Generation in an Extended Cu Target Irradiated with 22 and 44 GeV Carbon-Ions (Preliminary-Results) = Генерация нейтронов в расширенной Cu-мишени, облученной ионами 22 и 44 GeV углерода (предварительные результаты) // Isotopenpraxis. - 1994. - Bd 30, N 1. - S. 29-37.

описание установки; характеристики работы; преобразование радиоактивных отходов с длинным сроком жизни в короткоживущие

400. *Guyon V., Guy A., Foos J.* New Extractant for Selective Recovery of Palladium from High-Level Radioactive-Waste = Новые экстрагенты для селективного возврата палладия из высокордиоактивных отходов // J. Radioanal. and Nucl. Chem.-Letters. - 1994. - Vol. 187, N 1. - P. 19-24.

401. *Iwasaki T., Hirakawa N.* Neutron Economy of Transmutation of TRU in Thermal and Fast-Neutron Fields = Нейтронная система трансмутации TRU в тепловом поле и поле быстрых нейтронов // J. Nucl. Sci. Technol. - 1994. - Vol. 31, N 12. - P. 1255-1264

экономический аспект; процесс трансмутации; характеристики; высоко-радиоактивные отходы

402. *Krakowski R.A., Cheng E.T., Peng Y.K.M.* Tokamak Transmutation of (Nuclear) Waste (Ttw) Parametric Studies = Обработка радиоактивных отходов, образующихся при работе токамака // Fusion Technol. - 1994. - Vol. 26, N 3. - P. 1207-1215.

обработка; трансмутация; сравнение результатов по различным токамакам

403. *Qiu L.J., Wu Y.C., Yang Y.W.* Conceptual Design of a Fusion-FNion Hybrid Reactor for Transmutation of High-Level Nuclear Waste = Концепция решения (конструкции) гибридного реактора плавления-расщепления для трансмутации высокордиоактивных ядерных отходов // Fusion Engineering and Design. - 1994. - Vol. 25, N 1-3. - P. 167-177.

оценка; ядерные реакторы; характеристики

404. *Walton J.C.* Leaching from Cementitious Waste Forms in Belowground Vaults = Проблема отверждения и стабилизации радиоактивных отходов с помощью цементирующих материалов // J. Environ. Engineering-Asce. - 1994. - Vol. 120, N 6. - P. 1507-1523.

стабилизация; цементирующие материалы; размещение радиоактивных отходов

РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И УПРАВЛЕНИЕ

Библиографический обзор

Часть 1. Общие вопросы обработки
радиоактивных отходов

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы Word 6.0 for Windows.
Компьютерная верстка выполнена Т.А. Калюжной.

Подписано в печать 25.07.97. Формат 60x84/16.

Бумага писчая. Ротапринт. Усл. печ. л. 6,5.

Уч.-изд. л. 7,0. Тираж 500 экз. Заказ N 182.

Цена договорная

ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, ул. Восход, 15, комн. 407, ЛИСА.

Типография СО РАН. Новосибирск, пр. К. Маркса, 2.