На данный момент еще нужно изучать причины возникновения техногенных катастроф, ведь это предотвратит ужасные последствия. Отмечая, что большинство объектов техногенного характера – создали сами люди, вовсе не значит, что это не будет причинять ущерб. Серьезные аварии и катастрофы техногенного характера оказали значительное влияние на жизнь и здоровье людей, на окружающую среду.

Всемирный опыт свидетельствует о том, что причины техногенных катастроф находятся не в технических параметрах, а в социальных. Когда люди неправильно действуют в сложившихся ситуациях и принимают неправильные решения, могут произойти наиболее опасные катастрофы. Техногенные катастрофы могут стать причиной паники, транспортного хаоса.

Знание факторов происхождения чрезвычайных ситуаций позволит сократить любые потери при предварительном принятии действий, при осмысленном и правильном поведении людей.

Список используемых источников:

1. Техногенные катастрофы и безопасность человека. – Электронный ресурс. – URL: <https://www.spotvi.ru/stati/tehnogennye-katastrofy.html> (дата обращения к ресурсу 27.03.2023)
2. Пожарная безопасность / Издательский центр ЮУрГУ; С.И. Боровик. – Электронный ресурс. – 2016. – URL: <https://www.susu.ru/sites/default/files/book> (дата обращения к ресурсу 27.03.2023)
3. Что такое пожар? – Электронный ресурс. – URL: <https://60.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/3193761> (дата обращения 16.01.2023)
4. Виды, категории и классификация пожаров. – Электронный ресурс. – URL: <https://www.flamax.ru/pressroom/articles/vidy-kategorii-i-klassifikatsiya-pozharov/#3> (дата обращения 16.01.2023)
5. Статьи / Основы безопасности жизнедеятельности / Действия при авариях и катастрофах Источник. – Электронный ресурс. – URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/vzryiv-deistviya-ygroza-i-porogaushie-faktori/> (дата публикации: 01.04.2017)
6. Tanygina A.A. Residential fire risk assessment and management. – Электронный ресурс. – URL: <https://www.lease-advice.org/faq/often-must-fire-risk-assessment-carried/> (дата обращения 27.03.2023).

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

С.Н. Виденкин^а, студент гр. 3-17Г91,

*Научный руководитель: Деменкова Л.Г., к.пед.н., старший преподаватель,
Юргинский технологический институт (филиал)*

*Национального исследовательского Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

E-mail: ^аstepanvidenkin@mail.ru

Аннотация: в статье проводится анализ современных способов переработки радиоактивных отходов, образующихся в промышленности в современных условиях. Рассмотрены технологии, которые применяются как в России, так и в зарубежных странах.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, загрязнения, переработка, радиация, активность радиоактивных отходов.

Abstract: the article analyzes modern methods of processing radioactive waste generated in industry in modern conditions. The article considers technologies that are used both in Russia and in foreign countries.

Keywords: radioactive waste, pollution, recycling, radiation, activity of radioactive waste.

Радиоактивные отходы промышленного производства являются крайне опасными для окружающей среды, жизнедеятельности и здоровья людей. Радиоактивные нуклиды имеют тенденцию к накоплению на этапах пищевой цепи, попадают в организм человека с пищей, отравляя его и вызывая мутации. Поэтому проблема утилизации радиоактивных отходов является одной из актуальных в настоящее время.

Международным агентством по атомной энергетике, были сформулированы следующие принципы утилизации радиоактивных отходов и обращения с ними, согласно которым:

- необходимо создать условия для безопасности людей, их жизни и здоровью;
- недопустимо допускать загрязнение радиоактивными отходами территорий соседних стран;

– утилизация отходов не должна сказываться на последующих поколениях, следует проследить, чтобы проблемы с ядерными отходами, существующие в настоящее время, не приносили выраженного негативного воздействия;

– недопустимо перекладывать решение текущих проблем на последующие поколения;

– количество ядерных отходов следует уменьшать за счет повторного использования радиоактивных материалов;

– необходимо анализировать и учитывать связь между образованием радиоактивного мусора и обращением с ним;

– обеспечение безопасности оборудования используемого для переработке отходов в целях уменьшения его негативного воздействия на всех этапах работы и др.

Ядерные отходы классифицируются по степени активности, следовательно подразделяются на низко-, средне- и высокоактивные. При утилизации ядерных отходов учитывают степень их активности и применяют соответствующие для каждого вида разработки. Низкоактивные представляют наименьшую опасность, поэтому при утилизации требуют наименее затратные способы. Такие материалы допустимо хранить в специальных контейнерах и по истечении нескольких десятков лет уничтожить, как и любой другой мусор. Захоронения переработанных материалов следует организовывать в сейсмически безопасных районах, т.к. землетрясения могут разрушить хранилища и спровоцировать экологическую катастрофу.

Наибольшую угрозу для будущих поколений представляют высокоактивные отходы. Уничтожить такой тип отходов невозможно, они сохраняют повышенную активность в течение тысячелетий. Единственный способ сделать подобные материалы менее опасными – повторно использовать их для каких-либо целей и остеклить остаток.

По агрегатному состоянию отходы бывают твердыми, жидкими и газообразными [1]. Время жизни радионуклидов сильно варьируется от элемента к элементу. Одни распадаются за несколько миллисекунд, например нобелий и лоуренсий. Другие сохраняют свои свойства тысячи и миллионы лет. По периоду полураспада радионуклидов в отходах можно выделить короткоживущие и долгоживущие радиоактивные отходы. Некоторые отходы выделяют при распаде настолько много тепла, что требуется активное охлаждение. Также к опасным свойствам относят тип испускаемого излучения (α , β и γ) и радиотоксичность (опасность с биологической точки зрения). Процедуры обращения и утилизации регулируются национальными правилами и регламентами. Например, в России – Нормы радиационной безопасности НРБ 99/2009. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523 – 09 [2] и ОСПОРБ 99/2010 [3].

При утилизации ядерных отходов следует учитывать, что есть технологические процессы, в которых природный радиоактивный материал попадает в отходы в еще более насыщенном виде. При изготовлении топлива для некоторых типов ядерных реакторов природный уран обогащают (увеличивают в нем изотопа U-235). Обедненным ураном называют смесь, оставшуюся после удаления обогащенного урана. Его можно отнести к радиоактивным отходам, если не планируется его дальнейшее использование. Работа АЭС, операции ядерного топливного цикла (изготовление топлива или переработка урановой и ториевой руд), эксплуатация атомных реакторов и радиационные катастрофы – все это влечет за собой образование жидких радиоактивных отходов. Наибольшие опасности, а следовательно и технические трудности утилизации, связаны с высокоактивными отходами и отработанным ядерным топливом. При этом, доля подобных отходов, в общем физическом объеме отходов относительно невелика.

С средне- и низкоактивными отходами проводится битуминизация. Для уменьшения объема, сухие остатки упаривания смешивают с битумной массой, после затвердевания смесь помещают в контейнеры и захоранивают. Также используется цементирование (включение в состав бетона). Подобный процесс проходит в следующей последовательности:

– уменьшение физического объема – кондиционирование;

– сжигание и/или прессование;

– иммобилизация (цементирование, реже – битуминизация);

– контейнеризация;

– захоронение на специальных отчужденных площадках (полигоны, могильники).

Для утилизации высокоактивных отходов существуют промежуточные и временные меры: стеклование, иммобилизация в керамику, промежуточное хранение (30–50 лет) в стальных контейнерах при контроле температурного режима и герметичности [3].

Одним из перспективных вариантов захоронения является – глубинное геологическое захоронение, в ряде стран такие работы проводятся на уровне исследовательских лабораторий и экспериментальных хранилищ. В России таким местом является горно-химический комбинат в Нижнеканском массиве скальных пород, недалеко от города Железногорска.

Отработавшее ядерное топливо продолжает включать в себя компоненты возможные для дальнейшего использования – невыгоревший уран, накопившиеся изотопы плутония, другие трансурановые элементы, а также осколки деления – высокорadioактивные ядра средних масс (от галлия до гольмия). Зачастую возможно их применение в промышленности, медицине и научных исследованиях [5]. Поэтому некоторые страны, считают это отходами (США, Канада и Швеция), а другие – ценным сырьем, идущим на переработку (Россия, Великобритания, Франция и Япония).

В России отработавшее ядерное топливо транспортируется либо на ПО «Маяк» (г. Озерск, Челябинская обл.) для переработки, либо на горнохимический комбинат (г. Железногорск, Красноярский край) для длительного хранения. Обращением с радиоактивными отходами на всех стадиях кроме финальной изоляции занимаются следующие предприятия:

– ФГУП «ФЭО» (бывший РосРАО) – сбор, транспортирование, переработку, кондиционирование и хранение РАО 1 и 2 класса;

– ФГУП «Радон» – сбор, транспортирование, переработку, кондиционирование и хранение РАО 3 и 4 класса.

Как в России, так и за рубежом разрабатываются новые подходы к производству ядерного топлива за счет более полного использования его энергетического потенциала при минимизации объемов, новые технологии переработки, оптимизация обращения с отходами, вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов. Более полное использование энергетического потенциала ядерного топлива нацелено на отработку технологии мультирециклирования делящихся материалов, прежде всего наработанного в реакторах ^{239}Pu . Одно из самых интересных и перспективных направлений в этой сфере – использование СВЧ-излучения для промышленного получения ядерного оксидного и смешанного топлива. Часть радиоактивных нуклидов во время нагревания в печах попадает в выпариваемый раствор азотной кислоты, в результате образуются жидкие радиоактивные отходы. СВЧ-нагрев позволяет аккуратно отводить воду и азотную кислоту, оставляя весь объем оксидов урана и плутония в печи.

Последний этап обращения с отходами, если они не были переработаны, – заключение в устойчивую матрицу и хранение/захоронение. Стеклообразные матрицы сегодня – единственный способ, обеспечивающий безопасное отверждение и захоронение высокоактивных отходов; они широко используются во многих странах. Однако стекло неустойчиво, так как у него нет собственной кристаллической решетки. При воздействии тепла (до 500 °С), выделяющегося при радиоактивном распаде различных изотопов, структура и свойства стекла меняются. Учеными разработан более надежный путь решения проблемы – минералоподобные матрицы. Так, например, магний-калий-фосфатная матрица по свойствам превосходит стеклянную.

Количество долгоживущих высокоактивных радионуклидов можно сократить, т.к. ведутся исследования по теме трансмутации долгоживущих минорных актинидов в короткоживущие радионуклиды или даже в стабильные изотопы. Также прорабатывается технология использования циркония и железа в качестве матрицеобразующих материалов. Таким образом, решению проблемы утилизации радиоактивных отходов уделяется большое внимание, ведутся активные разработки в этой области как в России, так и в ряде зарубежных стран [3].

Список используемых источников:

1. Абакумова А. Мобильные системы переработки для обращения с радиоактивными отходами / А.Абакумова, D.E Alvarez., В.Цыпленков [и др.] // Серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергетике: международное агентство по атомной энергии, Вена, 2022. – №. NW – Т – 1.8. – 140 с.
2. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99: редакция от 31 декабря 2020 года № 2467. – 2009.
3. СанПиН СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99: редакция от 2019 года – 2010.