

УДК 622.349.5:539.16

В.С. Гупало

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИСТОРИЧЕСКИХ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Проведена систематизация эксплуатирующихся типов хранилищ, рассмотрены критерии выбора вариантов обращения с объектами изоляции РАО (определение возможности дооборудования хранилищ).

Ключевые слова: хранение радиоактивных отходов, типы хранилищ, радиационно-опасные работы.

V.S. Gupalo

TECHNOLOGICAL QUESTIONS OF INCREASE SAFETY OF HISTORICAL STOREHOUSES RADIOACTIVE WASTE

Ordering of maintained types of storehouses is spent, criteria of a choice of variants of the reference with objects of isolation of the Russian Open Society (definition of possibility of an additional equipment of storehouses) are considered.

Key words: storage of a radioactive waste, types of the storehouses, radiationsno-dangerous works.

В 40-50 годах прошлого века в период активного формирования отрасли, направления развития которой выбирались в интересах обороноспособности страны, вопросам экологической безопасности отводилось второстепенное значение.

Следствием этого явилась ситуация, когда полноценной системы обращения с образующимися радиоактивными отходами, направленной на их изоляцию от среды обитания человека, создано не было, а решения, закладываемые в проектах создаваемых производств, были ориентированы на длительное хранение отходов во временных хранилищах.

К настоящему времени хранение твердых РАО осуществляется в хра-

нилищах более 30 различных типов, представленных специализированными зданиями или внутрипроизводственными помещениями, траншеями и бункерами, емкостями и открытыми площадками. Жидкие отходы размещаются в хранилищах более 18 различных типов, в основном представленных отдельно стоящими емкостями, открытыми водоемами, пульпохранилищами и пр.

Проведенная систематизация эксплуатирующихся типов хранилищ показала, что в зависимости от конструктивных особенностей такие сооружения можно разделить на заглубленные изолированные (траншеи, бункеры, котлованы), заглубленные открытые (водоемы накопители, хвостохранилища), и отдельно стоящие здания и сооружения.

Предметом работы является анализ вариантов обращения с заглубленными хранилищами. При создании основного количества таких хранилищ РАО не применялись унифицированные решения по безопасной изоляции. Хранилища РАО зачастую создавались только с учетом специфики работы предприятий и используемых технологий, а технические требования к обеспечению безопас-

ности хранения (в том числе геологические условия площадок), зачастую не учитывались.

Вследствие этого, такие хранилища исторического наследия, вызывают значительное беспокойство, так как представляют потенциальную радиологическую опасность для людей и окружающей среды.

В соответствии с ранее декларируемыми подходами к обращению с накопленными РАО предполагалось проведение работ по извлечению отходов из таких хранилищ и их последующее размещение в региональных объектах окончательной изоляции. Однако это сопряжено с проведением радиационно-опасных работ, образованием дополнительных объемов отходов, облучением персонала и оборудования. Поэтому в настоящее время начали разрабатываться альтернативные методы обращения с такими отходами – их изоляция на месте текущего хранения.

Анализ возможных вариантов изоляции показал, что к ним можно отнести создание дополнительных покрытий и барьеров, а также методы по стабилизации размещенных отходов за счет введения иммобилизирующих добавок.

Для оценки вариантов обращения с такими сооружениями проведем анализ их конструктивных особенностей, типов существующих барьеров и причин выхода радионуклидов.

Заглубленные изолированные конструкции. Такие сооружения являются наиболее распространенным типом эксплуатирующихся хранилищ и применяются для изоляции низко- и среднеактивных отходов. Хранилища выполняются с полным заглублением в суглинистый грунт – отметки верха гидроизолирующего покрытия почти совпадают с отметками естественного рельефа. Эволюционный ряд

таких сооружений можно представить следующей последовательностью траншея – усовершенствованная траншея – бункер.

Сооружения траншейного и котлованного типов. В качестве материала для боковых стенок хранилища траншейного типа (земляное) используют глину с толщиной слоя 20-30 см.

Материалом для верхней поверхности (крышка) являются глина, суглинки, щебень, гравий, цементная стяжка, плиты ЖБИ, рубероид и их комбинации. Мощность слоя каждого различна и находится в промежутке от 0.5 см до 100 см.

Усовершенствованная траншея и сооружения бункерного типа представляют собой слабо заглубленные приповерхностные резервуары, разделенные вертикальными перегородками на отсеки. Стены и перегородки выполнены из железобетонных блоков, некоторые хранилища выполнены по двух ярусной схеме.

Днище сооружений или их самостоятельных модулей – важный компонент системы инженерных барьеров. Его основу составляет обычно монолитная железобетонная плита, асфальт, бетон и песок. Толщина применяемой плиты 60 см, толщина слоя асфальта 3-10 см, толщина слоя применяемого бетона и песка 15-40 см и 10-12 см соответственно.

Стены сооружений обычно выполняются из монолитного бетона и имеют толщину от 0,3 – 0,4 м. Иногда применяется и сборный бетон. Часть заглубленных сооружений ГУП МосНПО "Радон" выполнена из фундаментных блоков типа ФБС по ГОСТ 13579-78. Толщина блоков – 0,4 м.

Заглубленные открытые хранилища. К таким сооружениям относятся хвостохранилища и открытые бассейны-накопители, которые образуются преимущественно отсыпкой

ограждающих дамб из отвального материала вскрышных пород карьера. В основании дамб может быть устроен горизонтальный глубинный дренаж. По всей площади ложа хвостохранилища, учитывая фильтрационные свойства слагающих его грунтов предусматривается экран из глинистого грунта толщиной 0,5 м или противofильтрационный экран, выполненный в отдельных местах из специальной двухслойной полиэтиленовой пленки.

Приведенные конструктивные особенности таких сооружений показывают, что созданные в них изолирующие барьеры представлены преимущественно строительными конструкциями и направлены на предотвращение контакта размещенных радиоактивных отходов с подземными водами. При этом основной реализуемой этими барьерами функцией задержки радионуклидов является физическая локализация – т.е. препятствие контакту с водой.

Проведем анализ механизмов деградации выделенных материалов инженерных барьеров. Источником агрессивного воздействия на конструктивные элементы хранилища служат: вмещающий хранилище породный массив, подземные воды, размещенная в хранилище среда, содержащая радионуклиды.

К основным факторам, приводящим к деградации конструктивных элементов объектов ядерного наследия, относятся следующие природные и техногенные явления:

- естественное разрушение материалов под действием природных факторов;
- просадки вмещающих грунтов;
- ошибки проектирования;
- воздействие на изоляционные барьеры размещенных в хранилище коррозийно-опасных веществ;

При этом, четко разграничить проявление только природных или техногенных факторов невозможно. Эти факторы взаимно дополняют друг друга, действуют совместно и могут приводить к отрицательному или положительному с точки зрения экологии эффекту в зависимости от характера их сочетания. В результате эксплуатационные или технические параметры объектов хранения РАО могут существенно изменяться под влиянием суммирующего эффекта со стороны окружающей среды.

Анализ литературных источников и реальных данных практики строительства и эксплуатации хранилищ позволил сделать вывод о том, что основной причиной снижения экологической безопасности является несовершенство технологий строительства объектов хранения в предыдущие годы. При этом большая доля нарушений режимов эксплуатации связана с тем, что при применении конкретной технологии не учитывается характер взаимодействия между природными и инженерными элементами системы.

Так, одним из повреждающих факторов – постепенная коррозия арматуры, - приводит к снижению как прочностных, так и изолирующих характеристик бетона. Другой повреждающий фактор – просадка грунта в основании сооружения, что влияет на свойства и строительных конструкций и консервирующего покрытия. Проектами сооружений также не учитывалось возможное агрессивное воздействие грунтовых вод.

Кроме того, обсуждая эксплуатационные качества "старых" сооружений, необходимо отметить, что основные проблемы связаны именно с дренажными средствами. Уровень грунтовых вод в течение длительных периодов времени может изменяться в значительной степени, как по есте-

ственным причинам, так и в результате техногенной деятельности на промышленных площадках. Также затопление сооружений может иметь место по причине попадания в них дождевых и паводковых вод или верховодки. Поэтому, заглубленные сооружения, не оснащенные надёжными средствами дренажа поверхностного стока и фильтрата, подвержены воздействию эффекта "переполняющейся ванны".

Приведенные факторы воздействия на защитные барьеры объектов хранения РАО приводят к тому, что эти барьеры на периоды времени потенциальной опасности даже короткоживущих отходов является недостаточными. Более того, опыт эксплуатации таких сооружений показывает, что зачастую эксплуатационные характеристики старых хранилищ не обеспечиваются и в установленный проектом период функционирования сооружения. Кульминацией совокупного влияния природных и техногенных факторов на изолирующие конструктивные элементы объектов ядерного наследия является выход изолируемых радионуклидов за пределы зоны санитарного отчуждения хранилища.

Приведенный опыт эксплуатации таких сооружений показывает на приоритетную роль природных барьеров при долговременной подземной изоляции РАО.

Таким образом, основным критерием выбора вариантов обращения с такими объектами изоляции РАО (определение возможности дооборудования хранилищ) является соответствие характеристик размещенных отходов задерживающим параметрам вмещающего хранилища массива пород.

Кроме того, реализуемая существующими инженерными барьерами единственная функция задержания

радионуклидов также является недостаточной для долгосрочной изоляции отходов. Так, классическая система окончательной изоляции отходов, предполагает создание барьерными системами четырех следующих задерживающих механизма:

- физическая локализация, которая предусматривает отсутствие контакта отходов со значительными объемами подземных вод, определяемая в основном проницаемостью пород, а также гидроизоляционными свойствами инженерной защитной системы.

- геохимическая локализация допускает доступ подземных вод к отходам, но радионуклиды при этом локализируются в ограниченном объеме геологической среды (иногда называемой ближней зоной).

- замедление и распад («выдержка»). Длительное время миграции радионуклидов с подземными водами при снижении активности в результате естественного радиоактивного распада радионуклидов может обеспечить их локализацию в ограниченном объеме геологической среды.

- снижение активности («деконцентрация»). При распространении растворенного загрязнения по основным путям фильтрации от источника к зонам разгрузки в поверхностные водотоки, будет происходить разбавление – снижение концентрации загрязнения благодаря смешению вод основного пути распространения и водопритоков незагрязненных вод.

Для реализации указанных механизмов задержки создаваемые дополнительные инженерные барьеры, предназначенные для работы в течение сотен лет, преимущественно должны представлять собой многослойные структуры. Композиции материалов в составе барьеров служат для выпол-

нения основных изолирующих функций и для поддержания эксплуатационных качеств в течение всего срока службы. Т.е. основная функция компонентов дополнительного барьера – защита от выноса радионуклидов из хранилища должна реализовываться посредством принципиально отличающихся механизмов и основанных на этих механизмах барьеров:

- противомиграционный экран – создание дополнительных инженерных барьеров с функциями задержки распространения загрязнения за счет применения гидроизолирующих экранов, а также снижения подвижности радионуклидов за счет их частичной иммобилизации;
- защитный экран – сохранение целостности противомиграционных барьеров и обеспечение их долговременной стабильности;
- дренажные пласты – инженерные решения, направленные на создание условий затрудненного водообмена, снижения объемов филь-

рующей воды и, таким образом, дополнительной фильтрационной защиты и защиты барьерных систем от эрозии.

Заключение

1. В основе подхода по повышению изоляционных свойств исторических заглубленных хранилищ РАО лежит проектирование работ для воссоздания объекта в новом функциональном качестве – объекте окончательной изоляции

2. Критерием необходимости проведения работ по дооборудованию исторического хранилища является соответствие параметров размещенных в нем радиоактивных отходов задерживающим характеристикам вмещающей хранилище геологической формации

3. В основе обеспечения долговременной безопасности таких хранилищ лежит создание многослойных изолирующих конструкций, реализующих механизмы задержки радионуклидов, характерных для объектов окончательной изоляции РАО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мальшев А.Б., Агапов А.М., Гупало Т.А.* Современный технологический уровень безопасного обращения с РАО и ОЯТ – создание объектов окончательной изоляции. Сборник: Международный ядерный форум: Стратегия безопасности использования атомной энергии, Санкт - Петербург, 2006
2. *Волков А.С.* Извлечение радиоактивных отходов и ликвидация хранилищ приповерхностного типа. Regional TC

Project RER/4/026. Киев, Украина 19 – 23 мая 2003г.

3. *Белицкий А.С., Орлова Е.И.* Охрана подземных вод от радиоактивных загрязнений. М.: Изд-во «Медицина», 1969. – 208 с.: ил.

4. Safety indicators in different time frames for safety assessment of underground radioactive waste repositories. IAEA-TECHDOC-767, October 1994. **МАЭ**

Коротко об авторе

Гупало В.С. – кандидат технических наук, ВНИПИПромтехнологии, tgupalo@mail.ru