



КОМИТЕТ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ
Министерство энергетики и минеральных ресурсов
Республики Казахстан

ТИПОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ

ОТЧЕТА ПО АНАЛИЗУ БЕЗОПАСНОСТИ
ХРАНИЛИЩА ОТРАБОТАВШЕГО ТОПЛИВА

Утверждено приказом Председателя КАЭ МЭМР РК
№ 65пр от 17 июля 2008 г.

РД-ТС-006-08

г. Астана, 2008 г.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель отчета по анализу безопасности (ОАБ) – показать, что хранилище отработавшего топлива может быть сооружено и эксплуатироваться в соответствии с критериями безопасности, определяемыми действующими нормативными правовыми документами. В ОАБ должно быть представлено описание принятых проектных решений с достаточной степенью детальности, обоснованных в соответствующих разделах отчета. В отчете должно содержаться ясное и полное описание основных допущений и предпосылок, положенных в основу проекта, особенно в отношении количества и характеристик отработавшего топлива, подлежащего хранению, диапазона условий, при которых может работать хранилище, и факторов опасности, которым будет подвергаться хранилище. В отчете должно быть представлено ясное и полное описание эксплуатационных параметров – таких как максимально допустимый $K_{эфф}$, максимально допустимая температура конструкционных материалов и топлива, а также уровня радиации внутри хранилища и за его пределами.

При разработке отчета рекомендуется применять дифференцированный подход к разработке документации по анализу безопасности, основанный на относительной важности для безопасности каждого изделия, услуги или процесса. Так, документация по анализу безопасности простых систем (элементов) с низким уровнем опасности может быть относительно краткой и носить более качественный характер, тогда как документация по анализу безопасности сложных систем хранилища с высоким уровнем опасности должна быть более детализированной и содержать больше количественных характеристик.

С тем, чтобы установить насколько представленный ОАБ и степень его детализации соответствует сложности и уровню опасности хранилища, Комитет по атомной энергетике МЭМР РК (КАЭ) проводит его рассмотрение и полную или частичную экспертизу. Результаты рассмотрения и экспертизы ОАБ документально оформляются в форме соответствующего Заключения КАЭ. Лицензиат обязан внести в ОАБ все уточнения, дополнения и изменения, которые потребует КАЭ.

Длительный период эксплуатации хранилища отработавшего топлива обуславливает необходимость учитывать как внутренние, так и внешние, по отношению к хранилищу, зависящие от времени процессы и события, которые в итоге могут привести к изменению принятых допущений, параметров или граничных условий и, соответственно, к возникновению неизученных вопросов безопасности. В связи с этим, эксплуатирующая организация должна обеспечивать поддержание текущего уровня безопасности хранилища, анализируя возникающие неизученные вопросы безопасности; своевременно доводить информацию о неизученных вопросах безопасности до сведения КАЭ, получать согласование (разрешение) КАЭ, прежде чем предпринимать какие-либо действия, связанные с неизученными вопросами безопасности.

Регулярность пересмотра ОАБ устанавливается КАЭ в условиях действия лицензии на право эксплуатации хранилища отработавшего ядерного топлива.

II. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Авария (Аварийное состояние). Нарушение в работе хранилища, при котором произошел выход радиоактивных веществ и/или ионизирующего излучения за установленные проектом для нормальной эксплуатации границы и в количествах, превышающих установленные пределы безопасной эксплуатации. Авария характеризуется исходным событием, путем протекания и последствиями.

Барьеры системы герметизации хранилища отработавшего топлива. Конструкции, системы, включая вентиляцию, действующие в качестве барьеров для предотвращения выхода радиоактивных веществ в окружающую среду.

Временное хранилище (ВХ). Комплекс, спроектированный, построенный и эксплуатирующийся для приема, проведения операций и хранения отработавшего ядерного топлива и других радиоактивных материалов, связанных с отработавшим топливом, в ожидании отправки в НХОТ или захоронения, обеспечивающий применение мер гарантий нераспространения и физической защиты.

Восстановление окружающей среды. Процесс(ы) по выявлению и характеристике загрязненных площадей и/или установок и действия по сбору и обработке (переработке) или удалению и захоронению продуктов загрязнения.

Дифференцированный подход. Процесс, обеспечивающий подтверждение того, что уровень и степень детализации анализа проекта и набор действий, применяемых для удовлетворения регуляторным требованиям, соответствуют:

- 1) Относительной значимости для безопасности, гарантий нераспространения и физической защиты;
- 2) Значимости рассматриваемых факторов опасности;
- 3) Этапу жизненного цикла хранилища;
- 4) Исходному предназначению хранилища (системы, оборудования);
- 5) Конкретным характеристикам хранилища (системы, оборудования);
- 6) Относительной значимости факторов опасности;
- 7) Любым другим существенным факторам.

Достигнутый уровень науки и техники. Комплекс научных и технических знаний, технологических, проектных и конструкторских разработок в определенной области науки и техники, который подтвержден научными исследованиями и практическим опытом и отражен в научно-технических материалах.

Заключение КАЭ. Документ, подготовленный специалистами КАЭ, для документального оформления соответствия или несоответствия представленных лицензиатом анализа безопасности и других обосновывающих документов предъявляемым требованиям.

Запроектная авария. Авария, вызванная не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями или сопровождающаяся дополнительными, по сравнению с проектными авариями, отказами систем безопасности сверх единичного отказа, реализацией ошибочных решений персонала.

Извлекаемость. Возможность извлечения хранящегося ОЯТ и/или связанного с ним радиоактивного материала из контейнера (упаковки) без превышения установленных пределов сбросов и выбросов. Системы хранилища должны быть спроектированы таким образом, чтобы быть готовыми к извлечению хранящегося ОЯТ.

Исходное событие. Единичный отказ в системах (элементах) хранилища, внешнее событие или ошибка персонала, которые приводят к нарушению нормальной эксплуатации и могут привести к нарушениям пределов и условий безопасной эксплуатации. Исходное событие включает все зависимые отказы, являющиеся его следствием.

Критерии безопасности. Установленные нормативными документами и/или уполномоченными государственными органами значения параметров и/или характеристик хранилища, в соответствии с которыми обосновывается его безопасность.

Контроль факторов опасности. Меры (мероприятия) по устранению, ограничению или ослаблению влияния факторов опасности на персонал, население и/или окружающую среду, включая:

- 1) Физические, проектные, конструктивные и инженерно-технические решения;
- 2) Конструкции, системы и оборудование безопасности;
- 3) Программы управления безопасностью;
- 4) Технические требования по безопасности;
- 5) Любые другие меры, необходимые для обеспечения должной защиты от факторов опасности.

Контейнер для хранения отработавшего топлива или Упаковочный комплект. Совокупность элементов, оборудование и системы, необходимые для размещения и удержания отработавшего ядерного топлива и связанных с ним радиоактивных материалов и выделяемых ими газообразных продуктов деления.

Независимое хранилище отработавшего топлива (НХОТ). Комплекс, спроектированный и построенный для осуществления сухого хранения отработавшего ядерного топлива и других радиоактивных материалов, связанных с отработавшим топливом, до переработки или захоронения в качестве радиоактивных отходов, обеспечивающий применение мер гарантий нераспространения и физической защиты. НХОТ, расположенное на площадке другой лицензированной установки и использующее общие с этой установкой коммунальные сети и техническое обслуживание, или физически связанное с этой другой установкой, может, тем не менее, считаться независимым.

Неизученный вопрос безопасности (НВВ). Вопрос безопасности, который проявился в момент своего возникновения при нормальной эксплуатации и не был выявлен на стадии проведения обоснования безопасности, и не выявляется предусмотренными средствами контроля, и для которого:

- 1) Вероятность отказа, неправильной работы системы (элемента), важной для безопасности, или последствия аварии, ранее оцененные в документах по анализу безопасности, могла бы возрасти;
- 2) Могли бы создаваться условия для аварии или неправильной работы системы (элемента), отличные от ранее оцененных в документах по анализу безопасности;
- 3) Проектный запас безопасности мог бы уменьшиться;
- 4) Документы по анализу безопасности могли бы оказаться не полными или неадекватными.

Нормальная эксплуатация. Эксплуатация хранилища отработавшего топлива в рамках установленных проектом эксплуатационных пределах и условиях.

Основные критерии безопасности. Критерии, которые рассматриваются в качестве основополагающих для безопасности проекта НХОТ (ВХ):

- Поддержание подкритичности;
- Предотвращение выброса радиоактивных материалов в количествах, превышающих допустимые;
- Обеспечение непревышения допустимых уровней излучения и дозовых нагрузок;

- Обеспечение возможности последующего извлечения находящихся на хранении радиоактивных материалов.

Обоснование безопасности. Отчет по анализу безопасности в сочетании с мерами по контролю факторов опасности, которые дают уверенность в том, что хранилище отработавшего ядерного топлива может эксплуатироваться безопасно для персонала, населения и окружающей среды.

Отчет по анализу безопасности (ОАБ). Документально оформленный анализ степени, в которой хранилище отработавшего ядерного топлива может эксплуатироваться безопасно для работников, населения и окружающей среды, включая описание условий, безопасных пределов и средств контроля факторов опасности.

Предаварийная ситуация. Состояние хранилища, характеризующееся нарушением пределов или условий безопасной эксплуатации, не перешедшее в аварию.

Проектные основы. Информация, определяющая назначение и конкретные функции, которые должны выполняться конструкцией, системой или оборудованием хранилища, или контейнером для хранения отработавшего топлива, а также критерии выполнения, возложенных на них функций. Место конструкции, системы (элемента) в соответствии с принятой классификацией по безопасности и сейсмичности, критерии и принципы, а также проектные пределы, положенные в основу проекта, для условий нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации и проектных аварий.

Проектные аварии. Аварийные режимы, предусмотренные в проекте хранилища отработавшего топлива в соответствии с установленными проектными критериями.

Пределы безопасности. Установленные проектом значения технологических параметров технологического процесса, отклонения от которых могут привести к аварии.

Сравнительный анализ. Подтверждение («валидация») адекватности компьютерного кода путем сравнения результатов расчетов с результатами соответствующих контрольных экспериментов или с расчетами по аналогичным, но уже «валидированным» кодам.

Система. Совокупность элементов, предназначенная для выполнения заданных функций.

Системы (элементы) нормальной эксплуатации. Системы (элементы), предназначенные для условий нормальной эксплуатации хранилища.

Системы (элементы) безопасности. Системы (элементы), предназначенные для выполнения функций безопасности (обеспечивающие, защитные, локализирующие).

Системы (элементы) важные для безопасности. Системы (элементы) безопасности, а также конструкции, системы (элементы) нормальной эксплуатации, отказы которых нарушают нормальную эксплуатацию или препятствуют устранению отклонений от нормальной эксплуатации и могут приводить к проектным (запроектным) авариям.

Управление аварией. Действия, направленные на предотвращение развития проектных аварий в запроектные и на ослабление последствий запроектных аварий.

Условия безопасной эксплуатации. Установленные проектом хранилища минимальные условия по количеству, характеристикам, состоянию работоспособности и условиям технического обслуживания конструкций, систем (элементов) важных для безопасности, при которых обеспечиваются пределы безопасности и/или критерии безопасности.

Фактор опасности. Источник опасности (т.е., материал, источник энергии или операция), который потенциально может служить причиной заболевания, травмы или гибели человека, или повреждения установки, или нанесения ущерба окружающей среде (независимо от вероятности или достоверности аварийных сценариев или смягчения последствий).

Хранилище контейнерное. Стационарные контейнеры или контейнеры двойного назначения, т.е. предназначенные для транспортировки к месту постоянного хранения отработавшего топлива и дальнейшего долговременного хранения. Сама конструкция контейнера (бетонная или металлическая) обеспечивает герметичность, радиационную и физическую защиту радиоактивного содержимого. Отвод остаточного тепловыделения ОЯТ обеспечивается за счет теплового излучения в окружающую среду и принудительной или естественной конвекции.

Хранилище скважинное, типа «сайло». Массив скважин с бетонными или металлическими обсадными трубами. В каждой скважине размещается одна упаковка (канистра) с отработавшим топливом. Герметичность и радиационная защита обеспечивается оболочкой канистры, обсадной трубой и верхней крышкой, которой закрывается скважина. Отвод остаточного тепловыделения ОЯТ обеспечивается за счет теплового излучения в окружающий массив земли, теплопроводности материалов канистры и естественной конвекции в скважине.

Хранилище бетонное, типа «каньон». Каньонные хранилища представляют собой наземные или приповерхностные бетонные сооружения (здания), разделенные на ячейки для хранения нескольких упаковок с отработавшим топливом в каждой. Радиационная защита обеспечивается стенами здания и ячеек. Отвод остаточного тепловыделения обеспечивается за счет организованной прямой циркуляции атмосферного воздуха или с использованием вторичного контура.

Эксплуатация. Эксплуатация хранилища, принятого в эксплуатацию в установленном порядке, соответствие проекту и безопасность которого подтверждены испытаниями на этапах ввода хранилища в эксплуатацию. Означает всю деятельность, направленную на достижение безопасным образом целей, для которых было построено хранилище, включая техническое обслуживание, ремонты, инспектирование и другие соответствующие действия, связанные с хранением, извлечением и контролем отработавшего топлива.

Эксплуатационные пределы. Значения параметров и характеристик состояния конструкций, систем (элементов) и хранилища в целом, заданных проектом для нормальной эксплуатации.

Эксплуатационные условия. Установленные проектом условия по количеству, характеристикам, состоянию работоспособности и техническому обслуживанию конструкций, систем (элементов), необходимые для работы без нарушения эксплуатационных пределов.

Элементы. Оборудование, приборы, трубопроводы, кабели, строительные конструкции и другие изделия, обеспечивающие выполнение заданных функций самостоятельно или в составе систем и рассматриваемые в проекте в качестве структурных единиц при выполнении анализов надежности и безопасности.

III. ТИПОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО АНАЛИЗУ БЕЗОПАСНОСТИ

В ОАБ должно быть показано, как безопасность хранилища ОЯТ обеспечивается за счет последовательной реализации следующих уровней глубоко эшелонированной защиты: условия размещения хранилища и предотвращение нарушения нормальной эксплуатации, предотвращение проектных аварий системами нормальной эксплуатации, предотвращение запроектных аварий системами безопасности, управление авариями и противоаварийное планирование.

1. Общее описание

Должно быть представлено общее описание и объяснение схемы функционирования предлагаемого хранилища, включая его системы (элементы). Необходимо описать основные технические вопросы, связанные с безопасностью и принятые в проекте хранилища эксплуатационные критерии. При отсутствии необходимых нормативных документов предлагаемые конкретные технические решения обосновываются и принимаются в проекте в соответствии с достигнутым уровнем науки и техники.

1.1. Назначение хранилища

1.1.1. Логическое обоснование (причина) выбора типа хранилища

1.1.2. Предполагаемый срок службы хранилища

1.1.3. Долгосрочные задачи

1.2. Краткая характеристика хранилища

1.2.1. Основные компоненты хранилища, схема размещения ОЯТ

1.2.2. Местоположение и компоновка хранилища, размеры санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения

1.2.3. Краткое описание операций по обращению с топливом

1.3. Вопросы эксплуатации

1.3.1. Радиационная защита

1.3.1.1. Персонала

1.3.1.2. Населения

1.3.1.2. Окружающей природной среды

1.3.2. Поддержание подкритичности, класс хранилища

1.3.3. Отвод остаточного тепловыделения

1.3.5. Прочее

2. Описание систем и элементов хранилища

Должно быть представлено описание систем и элементов, с достаточным уровнем детализации для того, чтобы показать, что их проектные характеристики удовлетворяют требованиям нормативных документов. В описании должны быть приведены необходимые иллюстрирующие рисунки и схемы, а также основные технические характеристики.

Должна быть приведена и обоснована классификация всех конструкций, систем и оборудования по их влиянию на безопасность (системы нормальной эксплуатации, системы безопасности, системы важные для безопасности).

- 2.1. Тепловыделяющая сборка, топливный пучок
- 2.2. Загрузочно-разгрузочные устройства для обращения с топливом
- 2.3. Внутрикорпусные устройства контейнера
- 2.4. Загрузочно-разгрузочная система для обращения с контейнером
- 2.5. Контейнеры для хранения
- 2.6. Контейнеры для перевозки
- 2.7. Транспортные средства
- 2.8. Здание хранилища
- 2.9. Вспомогательные сооружения
 - 2.9.1. Здания и сервисные службы
 - 2.9.2. Бермы, защитные валы
 - 2.9.3. Краны, грузоподъемные устройства

3. Характеристики площадки

Раздел должен содержать описание площадки и происходящих на ней процессов, которые могут накладывать определенного рода ограничения и требования к системе хранения отработавшего топлива. Ограничения могут иметь как природный, так и техногенный характер. Характеристики площадки и процессов, имеющих значение в этом смысле, должны быть представлены как для нормальных, так и для экстремальных диапазонов значений.

- 3.1. Геологическая характеристика площадки и региона
 - 3.1.1. Литология и стратиграфия
 - 3.1.2. Геотехнические характеристики материалов площадки
 - 3.1.3. Сейсмичность
 - 3.1.3.1. Разломы, слабые зоны
 - 3.1.3.2. Классификация сейсмичности площадки по шкале MSK
- 3.2. Геоморфология и топография площадки
 - 3.2.1. Стабильность площадки
 - 3.2.1.1. История стабильности склонов
 - 3.2.1.2. Поверхностная эрозия
 - 3.2.2. Воздействие окружающей территории
 - 3.2.2.1. Оползни
 - 3.2.2.2. Лавины
- 3.3. Метеорология и климатология площадки и региона
 - 3.3.1. Осадки
 - 3.3.1.1. Нормальные диапазоны значений (дождь, град, снег, снежный покров, ледяной покров)
 - 3.3.1.2. Зарегистрированные экстремальные явления
 - 3.3.2. Ветер
 - 3.3.2.1. Средние направления, интенсивности
 - 3.3.2.2. Экстремальные явления (торнадо, ураганы, циклоны)
 - 3.3.3. Инсоляция
 - 3.3.4. Нормальный диапазон температур

- 3.3.4.1. Зарегистрированные экстремальные явления
- 3.3.5. Нормальный диапазон барометрического давления
- 3.3.6. Нормальный диапазон влажности
- 3.3.7. Существенные химические характеристики атмосферы
- 3.3.8. Грозовые явления
 - 3.3.8.1. Частота грозных явлений
 - 3.3.8.2. Удары молнии в землю (в год на квадратный километр)
- 3.4. Гидрология и гидрогеология площадки и региона
 - 3.4.1. Нормальные условия поверхностных стоков
 - 3.4.1.1. Затопления: частота, интенсивность
 - 3.4.2. Режимы подземных вод
 - 3.4.2.1. Диапазон нормальных условий
 - 3.4.2.2. Самый высокий зарегистрированный уровень подземных вод
 - 3.4.3. Процессы в береговой зоне
 - 3.4.3.1. Волновое перемешивание воды
 - 3.4.3.2. Приливы и отливы
 - 3.4.3.3. Штормовые нагоны воды
 - 3.4.3.4. Береговая эрозия
- 3.5. Потенциальная возможность природных пожаров или взрывов
 - 3.5.1. Лесные или степные пожары, выходы нефти, выходы газа и т.п.
- 3.6. Наземная фауна и флора на площадке
- 3.7. Водная фауна и флора вблизи площадки

4. Географические и демографические данные

- 4.1. Плотность населения и ожидаемые изменения в течение срока службы хранилища
- 4.2. Промышленные и военные установки и влияние аварий на этих установках на хранилище
- 4.3. Транспортные потоки (наземные, воздушные)
- 4.4. Транспортная инфраструктура (автомагистрали, аэропорты, железные дороги, трубопроводы и т.п.)
- 4.5. Потенциально опасные инженерно-технические сооружения, такие как дамбы, расположенные выше по течению

5. Назначение и проектные основы

Должно быть определено назначение систем и элементов хранилища в соответствии с принятой в разделе 2 классификацией. Необходимо изложить критерии, принципы и проектные пределы, положенные в основу проекта для нормальной эксплуатации и аварий. Отступления от требований действующих нормативных документов должны быть обоснованы. Должны быть определены функции систем (элементов) и определены критерии, при которых система или элемент удовлетворяют их функциональным целям.

Должны быть приведены предельно-допустимые значения основных механических, теплофизических, нейтронно-физических, прочностных характеристик для оборудования и материалов.

5.1. Характеристики топлива

Раздел должен содержать полную характеристику топлива с указанием его физических, химических, радиологических и технических свойств. Информация

должна включать: исходное обогащение, глубину выгорания, изотопный состав по изотопам, дающим наибольший вклад в радиологическую опасность, и время охлаждения после облучения. С учетом долговременного периода хранения, следует описать ожидаемые с течением времени изменения. Минимальное время охлаждения, требуемое для безопасного размещения топлива в хранилище конкретного типа, должно быть установлено.

5.1.1. Физическое описание тепловыделяющей сборки, топливного пучка

5.1.1.1. Поверхностные отложения на тепловыделяющих сборках, топливных пучках

5.1.2. Исходное обогащение

5.1.3. Глубина выгорания

5.1.4. Время охлаждения ОТВС

5.1.5. Изотопный состав ОЯТ на момент загрузки

5.1.6. Уровень радиационного излучения единицы загрузки (ОТВС, «канистры»...) в период хранения

5.1.7. Реактивность единицы хранения (контейнер, ячейка «сайло»...) на момент загрузки

5.1.8. Активность и величина остаточного тепловыделения единицы загрузки в период хранения

5.2. Топливная загрузка

5.2.1. Топливная загрузка на единицу хранения (контейнер, ячейка «сайло»)

5.2.2. Суммарная топливная загрузка в хранилище

5.3. Предполагаемое время хранения топлива

5.4. Загрузочно-разгрузочные операции по обращению с топливом

5.4.1. Операции в бассейне: оборудование и процедуры

5.4.2. Операции по загрузке и подготовке к хранению: оборудование и процедуры

5.4.3. Операции по приему и перемещению в хранилище: оборудование и процедуры

5.4.4. Операции по извлечению и перегрузке единицы загрузки: оборудование и процедуры

5.5. Выбор материалов конструкций и оборудования

Раздел должен содержать характеристики выбранных конструкционных и строительных материалов. При этом, сохранение целостности компонентов и систем хранилища в нормальных и аварийных условиях, как главного условия обеспечения безопасности, должно быть продемонстрировано расчетным анализом. При выборе материалов должны учитываться существенные условия нагружения (механического, влияния температуры, роста внутреннего давления, коррозионных процессов и т.п.), а также изменения свойств материалов, происходящие с течением времени, в условиях нагружения.

5.5.1. Физические и химические характеристики

5.5.2. Теплофизические характеристики

5.5.2.1 Термические напряжения

5.5.2.2 Увеличение внутреннего давления

5.5.2.3 Теплопроводность

5.5.2.4 Влияние температуры на величину подкритичности

5.5.3. Прочностные свойства

5.5.3.1 Статические нагрузки

5.5.3.2 Динамические нагрузки (циклические, ударные)

- 5.5.4. Зависящие от времени процессы в материалах
 - 5.5.5.1. Коррозия
 - 5.5.5.2. Ползучесть
 - 5.5.5.3. Усталость
 - 5.5.5.4. Усадочная деформация
 - 5.5.5.5. Изменения, вызванные излучением
- 5.5.5. Ограничительные параметры
 - 5.5.5.1. Максимально-допустимые температуры для материалов
 - 5.5.5.2. Максимально-допустимые напряжения для материалов
- 5.5.6. Проектный срок службы хранилища
- 5.6. Определяющие характеристики площадки.

Следует указать воздействия (природного и техногенного происхождения), на устойчивость к которым рассчитан проект хранилища.

 - 5.6.1. Значения параметров, используемых в качестве базовых для проектирования
 - 5.6.2. Значения параметров внешних воздействий, используемые для анализа аварий
- 5.7. Эксплуатационные пределы и условия

Для каждой системы безопасности и системы важной для безопасности должны быть представлены проектные требования и показано, как система им удовлетворяет.

 - 5.7.1. Краткое описание эксплуатационных целей
 - 5.7.2. Принятые критерии нормальной эксплуатации
 - 5.7.2.1. Радиационные поля
 - 5.7.2.2. Уровни поверхностного загрязнения
 - 5.7.2.3. Зоны радиационного контроля
 - 5.7.2.4. Выбросы и сбросы радиоактивных и других загрязняющих веществ
 - 5.7.2.5. Максимальная температура топливной оболочки
 - 5.7.2.6. Прочие
- 5.8. Функционирование хранилища при отказах

Раздел должен содержать перечень отказов, являющихся следствием природных экстремальных явлений, неисправностей оборудования, действий персонала (включая ошибки операторов), или их сочетаний.

Для каждого отказа (или группы отказов, имеющих общие характеристики) должны быть даны качественные характеристики последствий и определены процедуры и/или технические средства (оборудование, системы), которые будут применяться для ограничения или ликвидации последствий.

По результатам рассмотрения должны быть выделены отказы (примерный перечень приведен в Приложении 1), которые являются исходными событиями нарушений нормальной эксплуатации и аварийных режимов и требуют дополнительного анализа в разделе 6.

 - 5.8.1. Исходные события отказов: выбор и обоснование
 - 5.8.1.1. Внешние природные
 - 5.8.1.2. Внешние техногенные
 - 5.8.1.3. Внутренние техногенные
 - 5.8.1.4. Отказы оборудования или компонентов
 - 5.8.2. Отклонения от условий нормальной эксплуатации: выбор и обоснование
 - 5.8.3. Гальванические и синергетические эффекты

- 5.8.4. Проектные аварии: выбор и обоснование
- 5.8.5. Запроектные аварии: выбор и обоснование

6. Обоснование безопасности проекта

Обоснованием безопасности должно быть показано, какие расчетные модели использовались для анализа, какие управляющие параметры были выбраны, какие применялись граничные условия и какие принимались допущения. Для каждого выбора должны быть приведены обосновывающие аргументы.

Анализ подкритичности не должен ограничиваться утверждением, что безопасность системы обеспечена ее геометрией. Примером аварии, имеющей последствия в этом плане, может быть разрушение тепловыделяющих сборок при падении упаковки вследствие грубой ошибки оператора при манипуляциях с топливом. Следует описать все системы безопасности, предусмотренные на случай таких аварий, с анализом надежности грузозачно-разгрузочного оборудования.

Анализ нарушения отвода тепла сводится, в основном, к рассмотрению условий блокирования потока и нарушения системы охлаждения. Необходимо определить степень блокирования соответствующую наихудшей из возможных аварийных ситуаций в системе охлаждения, вызванной механическим разрушением, попаданием посторонних предметов, неправильной работой регулятора расхода и т.п. Необходимо провести оценку возникающих в результате этого температур нового стационарного состояния. Если показано, что происходящее при этом возрастание температуры топлива и конструкций (включая контейнеры), соответствующих давлений, напряжений и т.п. не превышают допустимых, дальнейший анализ не требуется.

Для контейнерных хранилищ существенное значение может иметь рассмотрение сильных ветров. Следует продемонстрировать, что установка должным образом защищена от воздействия сильных ветров, а также определить ветровые нагрузки, при которых работы по загрузке и перемещению топлива производить не следует.

Обоснование должно включать оценку радиологических последствий таких событий как пожар или взрыв.

Необходимо провести оценку последствий падения самолета и воздействия летящих от соседних установок предметов (например, летящие предметы при разрушении турбины). Если есть возможность показать, что вероятность такого воздействия настолько мала, что ею можно пренебречь, то этого будет достаточно. Если это продемонстрировать невозможно, необходимо обеспечить соответствующую защиту (сооружение бункеров, барьеров против летящих предметов и т.п.) и проанализировать ее эффективность. В этом случае потребуется дополнительная документация.

Необходимо провести полный анализ случаев падения топлива для каждого из возможных сценариев, например:

- Падение корзины или канистры в бассейне;
- Падение канистры (корзины) контейнер для хранения или скважину;
- Падение загруженного контейнера для хранения на землю;
- Падение канистры из передаточного контейнера на землю;
- Транспортная авария при перемещении контейнера.

Анализ затопления в основном имеет значение для хранилищ, расположенных на паводковой равнине. При таких обстоятельствах следует продемонстрировать его способность выдерживать затопление и воздействие потоков воды, движущихся с большой скоростью. Как и в случае сейсмических воздействий, тяжесть затоплений может быть разной для разных площадок, и придется принимать допущения по величине, на которую должен

быть рассчитан проект. Нагрузки на конструкции в условиях затопления определяются силами внешнего давления, что требует определения запаса до опрокидывания или других смещений. В случае проектирования бетонных хранилищ каньонного типа, здание рекомендуется размещать выше постулированного уровня затопления для предотвращения попадания воды.

Если для нормального функционирования хранилища требуется электропитание (например, при использовании принудительной вентиляции), то обоснование должно содержать анализ надежности системы электроснабжения, или доказательства того, что необходимый уровень безопасности обеспечивается и в случае потери электропитания.

6.1. Рассматриваемые состояния установки

6.1.1. Нормальная эксплуатация

6.1.2. Ожидаемые эксплуатационные события

6.1.3. Проектные аварии

6.1.4. Запроектные аварии

6.2. Заключение по обоснованию безопасности

Раздел должен содержать заключительные выводы о пригодности выбранной площадки размещения НХОТ или ВХ. Если предлагаемое НХОТ или ВХ предполагается разместить на площадке атомной электростанции или другой лицензированной установки, необходимо привести результаты оценки потенциальных взаимодействий, с точки зрения безопасности, между НХОТ или ВХ и этой другой установкой, включая от использования общих коммунальных сетей и услуг.

В разделе приводится оценка результатов расчетного анализа подтверждающая сохранение целостности компонентов хранилища в эксплуатационных состояниях и аварийных режимах. Раздел должен содержать прогнозную оценку ожидаемых изменений воздействий с течением времени, включая изменения в окружающем населении.

6.2.1. Влияние внешних условий (характеристик площадки, природных и техногенных процессов и событий)

6.2.2. Поддержание подкритичности

6.2.3. Сохранение герметичности защитной оболочки

6.2.4. Радиационная защита

6.2.5. Отвод остаточного тепловыделения

6.2.6. Ожидаемые временные изменения (свойств, условий...)

7. Условия безопасной эксплуатации и техническое обслуживание

В разделе представляется информация по организации эксплуатации и техобслуживания НХОТ и ВХ. Должны быть рассмотрены вопросы организации радиационного мониторинга, подготовки персонала, объема и сроков проведения контроля состояния и испытаний и меры по противоаварийному реагированию.

Из описания должно быть ясно, **что** эксплуатирующая организация должна делать и **как** это удовлетворяет требованиям нормативных документов.

7.1 Техническое обслуживание и контроль

7.1.1. Техническое обслуживание, периодичность контроля и испытаний

7.1.2. Радиационный контроль (загрязнений, выбросов, жидких стоков)

7.1.3. Параметры конкретных систем контроля

7.1.5. Подготовка персонала

7.2 Противоаварийное планирование и реагирование

Должны быть изложены меры, предусмотренные в проекте для реализации послеаварийных мероприятий, а также основные положения по действиям в послеаварийный период.

7.2.1. Располагаемые ресурсы (оборудование, материалы, персонал)

7.2.2. Административная структура управления противоаварийными действиями

7.2.3. Действия по ликвидации последствий аварий

8. Вывод из эксплуатации

НХОТ или ВХ должны быть спроектированы с учетом последующего вывода из эксплуатации. Проектом должны предусматриваться меры по дезактивации конструкций, оборудования и минимизации количества радиоактивных отходов, и позволяющие удалить радиоактивные отходы и загрязненное оборудование, когда НХОТ или ВХ будут окончательно выведены из эксплуатации. Раздел должен включать возможные сценарии (варианты) вывода из эксплуатации.

8.1. Варианты снятия с эксплуатации должны рассматривать:

8.1.1. Оценки затрат

8.1.2. Восстановление окружающей среды

8.1.3. Преимущества и недостатки

9. Обеспечение качества

Устройство и надежность систем (элементов), важных для безопасности, документация и различные виды работ, влияющие на обеспечение безопасности хранилища, должны являться объектами деятельности по обеспечению качества. В разделе необходимо представить краткое описание (перечень) программ обеспечения качества при проектировании, изготовлении, строительстве, испытаниях, эксплуатации, модернизации и снятии с эксплуатации конструкций, систем и компонентов НХОТ или ВХ.

10. Перечень нормативных правовых документов, использованных при разработке проекта хранилища и ОАБ.

Примерный перечень исходных событий и отказов

- Получение дефектного топлива;
- Получение топлива, не соответствующего спецификациям;
- Неправильная загрузка топлива;
- Нарушения в процессе загрузки-разгрузки топлива (падение грузов, ударные воздействия);
- Отказы обеспечивающих систем (например, системы отопления и вентиляции);
- Потеря внешнего электроснабжения;
- Нарушения в системе отвода тепла;
- Нарушения в герметичном ограждении (например, потеря герметичности);
- Повреждение конструкций (например, корзин, канистр для топлива);
- Затопление/сильные ветры/сейсмические воздействия/падение самолета;
- Пожар;
- Взрыв;
- Прочее