

ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ УРАН-ГРАФИТОВЫХ РЕАКТОРОВ ФГУП «ГХК»

Гаврилов П.М. ; Антоненко М.В.; Музыкантов А.А.
ФГУП «Горно-химический комбинат», Россия, г. Железногорск

1. Исходное состояние

На площадке ФГУП «ГХК» расположены три промышленных уран-графитовых реактора (ПУГР) – АД, АДЭ-1 и АДЭ-2. Реакторы вместе со вспомогательным оборудованием и коммуникациями размещены в горных выработках скального массива.

Решение о строительстве сооружений и комплекса с промышленными ядерными реакторами принято постановлением Совета Министров СССР № 826-302сс/оп от 26.02.1950 «О комбинате № 815».

ПУГР АД являлся одноцелевым проточным реактором на тепловых нейтронах. Реактор эксплуатировался с 28.08.1958. Остановлен для вывода из эксплуатации 30.06.1992.

ПУГР АДЭ-1 проектировался как энергетический, но эксплуатировался как одноцелевой и работал в проточном режиме с 20.07.1961. Остановлен для вывода из эксплуатации 29.09.1992.

ПУГР АДЭ-2 эксплуатировался с 30 января 1964 года в двухцелевом режиме, то есть кроме наработки оружейного плутония обеспечивал тепло и электрической энергией 100-тысячный город Железногорск. По межправительственному Соглашению с США остановлен 15 апреля 2010 года для вывода из эксплуатации.

Реакторы расположены в бетонных шахтах, представляющих собой выработки в горных породах, облицованные монолитным бетоном.

После останова ПУГР АД и АДЭ-1 приведены в ядерно-безопасное состояние, получены соответствующие заключения ОЯБ ФЭИ по ядерной безопасности графитовых кладок реакторов.

После останова ПУГР АДЭ-2 из активной зоны реактора выгружено все ядерное топливо, графитовая кладка приведена в ядерно-безопасное состояние. Все отработавшие ядерное топливо природного обогащения (ОСУБ) было переработано на Радиохимическом заводе ФГУП «ГХК» до 15.02.2013.

Работы по выводу из эксплуатации (ВЭ) проводились в соответствии с проектно-технической и конструкторской документацией, разработанной ОКБМ, КО ВНИПИЭТ, НИКИМТ.

На реакторах АД и АДЭ-1 выполнен основной объем работ по демонтажу систем и оборудования, по герметизации проходок через шахты реакторов, дезактивации оборудования и помещений.

2. Работы по выводу из эксплуатации ПУГР ФГУП «ГХК» в рамках ФЦП ЯРБ

С 2008 года основные работы по выводу из эксплуатации остановленных реакторов АД, АДЭ-1, ведутся в рамках п.62 федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года».

В рамках ФЦП в период времени с 2008 по 2015 год выполнены следующие работы:

- На реакторах АД и АДЭ-1 выполнена часть работ по демонтажу систем и оборудования;

- На реакторе АДЭ-2 проводилась дезактивация оборудования и помещений;

- Проведены необходимые НИОКР для обоснования концепции вывода из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов по варианту радиационно-безопасного захоронения на месте;

- Проведено комплексное инженерное и радиационное обследование (КИРО) ПУГР АДЭ-2;

- Проведено нейтронно-фотонное обследование графитовой кладки АДЭ-2 с целью дальнейшего обоснования ее ядерно-безопасного состояния и получения соответствующего заключения ОЯБ ФЭИ по ядерной безопасности.

К 2015 году будут созданы дополнительные инженерные барьеры в пределах шахты ПУГР АД (вывод из эксплуатации реактора АД запланирован на 2018 год). Работы по выводу из эксплуатации АДЭ-1 и АДЭ-2 будут проводиться последовательно, после вывода из эксплуатации реактора АД.

3. Выбор варианта вывода из эксплуатации

К 2009 году, учитывая имеющиеся результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и технико-экономических исследований, показывающих принципиальную возможность и экономическую целесообразность создания на месте размещения промышленного уран-графитового реактора (ПУГР) объекта окончательной изоляции (захоронения) радиоактивных отходов (РАО), в качестве приоритетного варианта вывода из эксплуатации ПУГР стали рассматривать вариант радиационно-безопасного захоронения на месте.

Переход от варианта долговременного хранения к варианту захоронения, прежде всего, обусловлен отсутствием за довольно длительный временной интервал проблемно-ориентированных подходов к задаче утилизации/перезахорониваю основных радиационно-опасных конструкционных элементов реактора, в том числе

содержащих просыпи топлива, а также возможностью использовать проектные решения, реализованные ранее, для варианта захоронения.

Данное направление развития стратегии ВЭ ПУГР получило всестороннюю поддержку со стороны Госкорпорации «Росатом». В 2010 году была утверждена отраслевая концепция вывода из эксплуатации ПУГР по варианту захоронения на месте.

Основными аргументами в пользу варианта радиационно-безопасного захоронения реакторов АД и АДЭ-1 на месте размещения, запатентованного ФГУП «ГХК» (Патент № 2444796 от 15.07.2010), являются: уникальное расположение реакторов в горных выработках; отсутствие научно обоснованных методов утилизации и принятой в отрасли программы по способам обращения с радиоактивно загрязненным графитом; нецелесообразность перезахоронения графитовых кладок, активность которых определяется долгоживущими радионуклидами, в специально предназначенных пунктах хранения, рассчитываемых обычно на 50 лет эксплуатации.

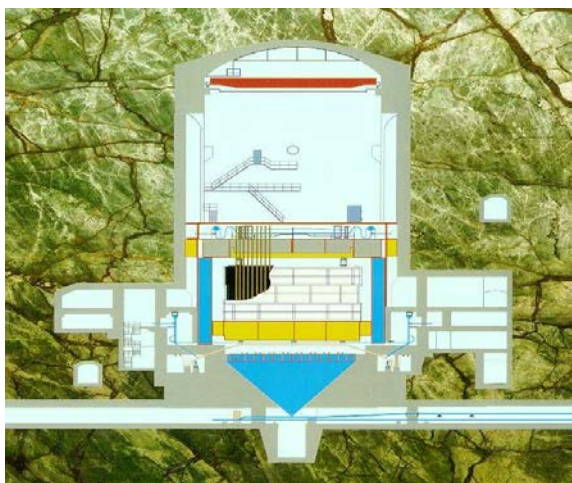


Рисунок 1 – Расположение промышленного реактора в горном массиве.

Полный демонтаж (ликвидация) конструкций и строительных сооружений ПУГР, содержащих радиоактивные вещества и материалы, удаление всех радиоактивных отходов с площадки ПУГР, а также реабилитация всей площадки ПУГР в целях дальнейшего использования, принимая во внимание специфику расположения ПУГР, представляются нецелесообразным.

Нецелесообразность ликвидации загрязненного оборудования, внутриплощадочных хранилищ РАО и других сооружений, содержащих радионуклиды, с вывозом радиоактивных материалов за пределы площадки, следует также из того, что площадки, на которых размещаются ПУГР, находятся в зоне, где уже существуют поверхностные и подземные хранилища и могильники РАО.

Горный массив образует природный барьер безопасности – естественный внешний контеймент, который в совокупности с существующими и дополнительно создаваемыми защитными барьерами обеспечит выполнение современных требований по радиационной безопасности. Кроме того, горный массив выполняет функцию основного конструктивного элемента подземного сооружения, который в состоянии воспринимать значительные внешние и внутренние техногенные нагрузки и воздействия.

Реализация варианта захоронения реакторов на месте позволит локализовать и изолировать основные радиоактивно загрязненные компоненты оборудования, строительных конструкций, радиоактивные отходы в шахтах реакторов с созданием необходимых физических барьеров безопасности, исключающих несанкционированный доступ в зону локализации и нерегламентированный выход радиоактивных веществ в окружающую среду.

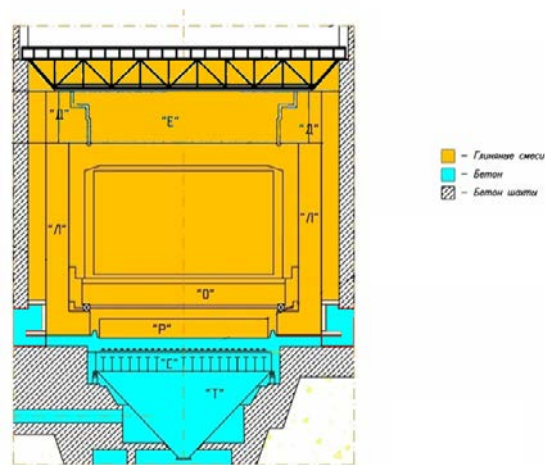


Рисунок 2 – Схема реактора с дополнительными защитными барьерами

Согласно оценкам затрат на проведение работ по ВЭ ПУГР и накопленному опыту вывод из эксплуатации ПУГР по варианту захоронения требует меньших, по сравнению с вариантом «ликвидация», трудо- и дозозатрат и является более приемлемым по материально-техническим соображениям и срокам выполнения работ.

Обеспечение безопасности захоронения ПУГР следует из принятых в отрасли принципов обеспечения безопасности при обращении с радиоактивными отходами. Безопасность системы захоронения РАО (долговременная безопасность) должна обеспечиваться на основе реализации принципа многобарьерности, основанного на применении системы барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду,

чтобы нарушение целостности одного из барьеров или вероятные внешние события природного или техногенного происхождения не привели к недопустимому снижению уровня безопасности системы захоронения РАО.

Принцип глубоко эшелонированной (многобарьерной) защиты при ВЭ ПУГР предусматривает сочетание существующих барьеров (кожух, металлоконструкции, бетонная шахта, окружающая выработка горная порода) и вновь создаваемых защитных барьеров (засыпка глиной, бетонирование подреакторного пространства, перекрытие, герметизирующее шахту реактора).

В настоящее время проводятся прогнозные расчеты для оценки безопасности захоронения ПУГР, а также выполняется оценка их воздействия на окружающую среду и население на весь период потенциальной опасности.

4. Этапы вывода из эксплуатации ПУГР ФГУП «ГХК»

– Выгрузка топлива и приведение установки в ядерно-безопасное состояние.

– Демонтаж оборудования за пределами реактора с целью создать условия для последующего заполнения конструкции реактора изолирующим материалом.

– Бетонирование подреакторного пространства армированным гидроизоляционным бетоном.

– Последовательное заполнение всех полостей и локальных пустот шахты реактора мелкодисперсной композицией на основе глинистых минералов.

– Заполнение природными материалами минерального происхождения помещений, прилегающих к реакторной установке.

– Создание контейнента завершается сооружением верхнего перекрытия.

5. Результат реализации проекта

– В конечном состоянии реактор будет защищён многобарьерной системой, обеспечивающей надёжную изоляцию радионуклидов от окружающей среды.

– Экономическая эффективность – более 1 миллиарда рублей на одну установку (с учетом затрат на сооружение региональных хранилищ ТРО при реализации варианта «ликвидация»).

6. Риски отложенного решения

Вывод из эксплуатации является обязательным этапом жизненного цикла реакторных установок.

Отказ от деятельности по выводу из эксплуатации окажет негативное влияние на окружающую среду, в особенности для будущих поколений, так как неизбежно приведёт к постепенной утрате защитных функций существующих барьеров безопасности: металлоконструкций реактора и строительных конструкций, что в свою очередь увеличивает риски распространения радиоактивных веществ за пределы промышленной площадки ФГУП «ГХК».

7. Награды, полученные ФГУП «ГХК» за патент № 2444796 с приоритетом от 15.07.2010 «Способ вывода из эксплуатации канального уран-графитового ядерного реактора».

– 2013 год - на международном конкурсе «Национальная безопасность», прошедшем в Москве, ФГУП «ГХК» получило диплом и медаль;

– 2013 год - на XVI Московском международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед - 2013» ФГУП «ГХК» получило золотую медаль;

– 2013 год - в Женеве на 41-й международной выставке изобретений «INVENTIONS GENEVA» в категории энергетика ФГУП «ГХК» получило золотую медаль.

Список используемой литературы

1. Актуализированная концепция вывода из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов по варианту радиационно-безопасного захоронения на месте № 106000/0000130008-АД.

2. Актуализированная концепция вывода из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов по варианту радиационно-безопасного захоронения на месте № 106000/0000130008-АДЭ-1.

3. Актуализированная концепция вывода из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов по варианту радиационно-безопасного захоронения на месте № 106000/0000130008-АДЭ-2.

4. Санитарные правила обеспечения радиационной безопасности при выводе из эксплуатации промышленных реакторов, СП ВЭ ПР-2001.

5. Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения. НП-058-04.