

Разработка технологии демонтажа оборудования реакторной установки при выведении из эксплуатации АЭС «Ханхикиви-1»

А.М. Ромашков, В.Я. Беркович, А.В. Мартынов

Разработка технологии демонтажа оборудования реакторной установки при выведении из эксплуатации АЭС "Ханхикиви-1" в Финляндии выполнена согласно ЕРС-контракту от 21 декабря 2013 года на проектирование, строительство, пуско-наладку и ввод в эксплуатацию АЭС "Ханхикиви-1". В рамках выполнения работ по ЕРС-контракту АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» является главным конструктором реакторной установки В-522, разрабатываемой по отдельному Контракту между RAOS Project Oy и АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС».

Согласно финским нормам и ЕРС – Контракту, проект АЭС «Ханхикиви» должен предусматривать её вывод из эксплуатации после завершения установленных сроков эксплуатации. Под выводом из эксплуатации понимается осуществляемая после удаления ядерного топлива и ядерных материалов с блока АЭС деятельность, направленная на достижение заданного конечного состояния блока АЭС, исключающая использование блока в качестве источника энергии и обеспечивающая безопасность персонала, населения и окружающей среды.

Требования, обеспечивающие вывод из эксплуатации, должны выполняться уже при разработке проекта АЭС и технического проекта РУ и при конструировании оборудования и трубопроводов.

Для реализации этих требований и обеспечения безопасного вывода из эксплуатации проектами АЭС и реакторной установки должны быть обеспечены возможность демонтажа и разборки оборудования и трубопроводов, удаления крупных элементов из зоны эксплуатации, перегрузки радиоактивных элементов и дезактивации систем.

Конструкция оборудования и трубопроводов АЭС будет удовлетворять требованиям безопасности при выводе из эксплуатации, если на всех этапах выполнения работ по демонтажу и утилизации демонтированного оборудования она обеспечивает не превышение действующих пределов доз радиационного воздействия на персонал и население, а также нормативов по выбросам и сбросам радиоактивных веществ в окружающую природную среду.

В соответствии с указанными контрактами документ, относящийся к планированию вывода из эксплуатации, разрабатывает АО «АТОМПРОЕКТ» на стадии получения разрешения на строительство АЭС «Ханхикиви-1». Таким документом является документ «АЭС «Ханхикиви-1. Первоначальный план вывода из эксплуатации». АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» участвует в этой разработке в границах своей ответственности.

Целью разработки «Первоначального плана ...» является формирование основных концептуальных подходов и вопросов по обеспечению деятельности на данном этапе жизненного цикла электростанции, основанных на рекомендациях Международного агентства по атомной энергии, а также накопленном опыте и предварительных данных, полученных в ходе разработки аналогичных документов для эксплуатируемых энергоблоков с реакторами типа ВВЭР.

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» подготовлена и передана генеральному проектанту АЭС техническая справка «Полный демонтаж основного оборудования реакторной установки

В-522 при выводе из эксплуатации АЭС «Ханхикиви-1 для использования при разработке «Первоначального плана вывода из эксплуатации АЭС «Ханхикиви-1».

В основу предлагаемой технологии демонтажа и разборки оборудования реакторной установки положены следующие принципы:

- очередность демонтажа оборудования и трубопроводов с места их проектного размещения, расположение их в центральном зале и порядок разборки оптимизированы с точки зрения обеспечения возможности и удобства выполнения работ с соблюдением требований норм радиационной и технической безопасности;

- после демонтажа все работы по разборке (разделению) на составные части (фрагменты) и размещению фрагментов в защитных транспортных контейнерах проводятся внутри гермообъёма энергоблока, что гарантирует локализацию радиоактивных сред и отходов в пределах гермообъёма;

- из гермообъёма уплотнённые защитные транспортные контейнеры с размещёнными в них фрагментами удаляются через транспортный шлюз энергоблока и далее транспортируются к месту захоронения или хранения;

- в процессе выполнения работ ведётся мониторинг радиационной обстановки в помещениях гермообъёма и на поверхностях оборудования;

- по результатам мониторинга радиационной обстановки до начала выполнения работ и после выполнения работ должна быть произведена дезактивация помещений и поверхностей оборудования. Следует в соответствии с требованиями норм радиационной безопасности обеспечить радиационную защиту персонала, выполняющего работы.

Демонтаж основного оборудования и трубопроводов реакторной установки при выведении из эксплуатации АЭС «Ханхикиви-1» предполагается выполнять в следующей последовательности:

а) демонтаж изоляции тепловой (в том числе блоков быстросъёмной теплоизоляции) со всего оборудования и трубопроводов и её транспортирование из центрального зала через транспортный шлюз; демонтаж тепловой изоляции верхнего блока, тепловой изоляции и биологической защиты зоны патрубков;

б) демонтаж составных частей главного циркуляционного насоса первого контура (приводного электродвигателя, выемной части и устройства опорного; корпус сферический демонтируется совместно с элементами главного циркуляционного трубопровода);

в) демонтаж главного циркуляционного трубопровода, трубопроводов и арматуры системы аварийного охлаждения зоны, системы компенсации давления и системы аварийного газоудаления. Демонтаж выполняется путём разрезания трубопроводов на фрагменты;

г) демонтаж стеллажей бассейна выдержки и механизмов для извлечения ионизирующих камер;

д) демонтаж сосудов (компенсатора давления и ёмкостей системы аварийного охлаждения зоны); демонтаж опорных конструкций сосудов.

Разделение корпуса каждого из сосудов на фрагменты производят с помощью специального роботизированного станка в бассейне выдержки, в который предварительно перемещают корпус сосуда. При необходимости разрезание может быть выполнено после заполнения бассейна водой;

е) демонтаж составных частей реактора.

Составные части реактора демонтируют по технологии, используемой при плановом останове АЭС в процессе эксплуатации, с применением штатных грузоподъёмных средств центрального зала. Блок электроразводок демонтируют с реактора и в собранном виде вывозят через транспортный шлюз. Остальные составные части реактора поочерёдно извлекают из корпуса реактора и устанавливают на соответствующие шахты ревизии, на которых при эксплуатации АЭС проводится техническое обслуживание - верхнего блока реактора, блока защитных труб, шахты реактора внутрикорпусной в сборе с выгородкой.

Затем необходимо выполнить следующую работу:

- верхний блок реактора на шахте ревизии следует разобрать на отдельные элементы, для чего с помощью универсального слесарного оборудования демонтировать (разобрать) и удалить съёмные части, а детали сварных сборочных единиц демонтировать и разрезать на фрагменты с использованием средств механической резки. Крышку верхнего блока, освобождённую от остальных элементов, транспортируют из центрального зала через транспортный шлюз целиком;

- шахту реактора внутрикорпусную в сборе с выгородкой и блок защитных труб, используя полярный кран, следует поочерёдно переместить в бассейн выдержки, заполненный водой, транспортируя их по воздуху над перемычкой, отделяющей бетонную шахту реактора

от бассейна выдержки. С помощью специального роботизированного станка необходимо разрезать шахту реактора внутрикорпусную и блок защитных труб на фрагменты, которые поместить в защитные транспортные контейнеры;

ж) демонтаж корпуса реактора. Корпус реактора после демонтажа сильфона разделительного, труб главного циркуляционного трубопровода и системы аварийного охлаждения зоны и элементов крепления необходимо переместить в бассейн выдержки, заполненный водой, и с помощью специального роботизированного станка разрезать на фрагменты, размещаемые в защитные транспортные контейнеры;

з) демонтаж парогенератора. Парогенератор с опорами следует демонтировать и транспортировать из бокса парогенератора через проём, выполненный в перекрытии бокса, на отметку 26,3 м центрального зала, затем через транспортный шлюз удалить из центрального зала. Дальнейшую разборку парогенератора следует проводить на специально подготовленной площадке или в специальном помещении;

и) демонтаж оборудования шахты ядерного реактора (фермы упорной, фермы опорной, тепловой изоляции цилиндрической части корпуса реактора, каналов ионизационных камер, «сухой защиты») и оборудования шахт ревизий.

Документ «АЭС «Ханхикиви-1». Первоначальный план вывода из эксплуатации», FN1.C.P000.1.&&&&&.000.YN.0001.R, разработан с учётом предложенной АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» технологии демонтажа и разборки оборудования и трубопроводов реакторной установки В-522, рассмотрен, согласован эксплуатирующей организацией (фирмой Fennovoima Oy) и в 2016 году представлен в финский надзорный орган (STUK) с целью получения лицензии на строительство АЭС «Ханхикиви-1».