



Создание инфраструктуры и начало регулярных вывозов на переработку дефектного ОЯТ РБМК

Круглый стол «Новые технологии и технические решения в области обращения с ОЯТ»

Авторы: Колупаев Д.Н., Гусев П.Б. (ФГУП «ПО «Маяк»)



Канашов Б.А. (ООО НПФ «Сосны»)

- ✔ Энергетические реакторы РБМК-1000 эксплуатируются на Ленинградской, Курской и Смоленской АЭС в европейской части России. К настоящему моменту (ноябрь 2015 года) на энергоблоки РБМК-1000 было поставлено более 100 тыс. ТВС различной модификации.
- ✔ Ожидается, что к окончанию срока эксплуатации энергоблока, который будет остановлен последним (3 энергоблок Смоленской АЭС, 2035 год), будет произведено более 160 тыс. ТВС.
- ✔ Ежегодно из реакторов РБМК-1000 выгружаются около 3500 ОТВС, которые размещаются в приреакторных бассейнах выдержки и в отдельно стоящих пристанционных мокрых хранилищах.
- ✔ Значительная доля отработавших ТВС реакторов РБМК не может быть вывезена на длительное сухое хранение во ФГУП «ГХК» по существующей технологии.



- ✔ Кондиционные ОТВС (пригодные к вывозу на длительное сухое хранение в ХОТ-2 ГХК по существующей технологии ампулирования и транспортирования). Количество: более 100 тыс. Размещены в основном в пристанционных ХОЯТ.
- ✔ Некондиционные ОТВС, которые в результате ремонта могут быть приведены к кондиционному состоянию и вывезены на длительное сухое хранение в ХОТ-2 ГХК. Количество: десятки тысяч.
- ✔ Некондиционные герметичные ОТВС, которые не могут быть приведены к кондиционному состоянию. Количество: десятки тысяч.
- ✔ Некондиционные негерметичные ОТВС. Размещены в основном в БВК энергоблоков. Количество: до 4000. На ЛАЭС частично перевезены в пристанционное ХОЯТ.
- ✔ Дефектные ОТВС (искривленные, деформированные, частично разрушенные, а также опытные ОТВС специальной конструкции, исключающие возможность их размещения в штатных ампулах). Размещены в основном в БВК энергоблоков. Количество: несколько десятков.



Начало работ по вывозу ОЯТ РБМК на ПО «Маяк»

4

- ✓ Анализ показал, что значительная доля ОТВС (некондиционные герметичные, не подлежащие ремонту, негерметичные и дефектные) непригодны для длительного сухого хранения по штатной технологии и не могут быть вывезены на ГХК.
- ✓ В 2010 году ГК «Росатом» в рамках ФЦП ОЯРБ инициировал серию госконтрактов, направленных на организацию регулярных перевозок таких ОТВС на переработку на ПО «Маяк» с целью выделения полезных продуктов и кондиционирования ВАО.



- ✓ Пилотный проект. С целью отработки и проверки технических решений в **2011 году** со 2-го энергоблока Ленинградской АЭС была вывезена и переработана опытная партия негерметичного ОЯТ (8 ОТВС) с применением хорошо зарекомендовавших себя и простых в эксплуатации контейнеров ТУК-11. Разделка ОТВС на пучки и ампулирование производились в защитной камере 2-го энергоблока Ленинградской АЭС .
- ✓ Первый регулярный вывоз. В **2014 году** вывезена из центрального ХОЯТ Ленинградской АЭС на переработку партия герметичного некондиционного ОЯТ (204 ОТВС) в металлобетонных контейнерах ТУК-109. Разделка ОТВС на пучки и ампулирование производились в защитной камере пристанционного ХОЯТ.



Вывоз и переработка опытной партии негерметичного ОЯТ со 2-го энергоблока Ленинградской АЭС

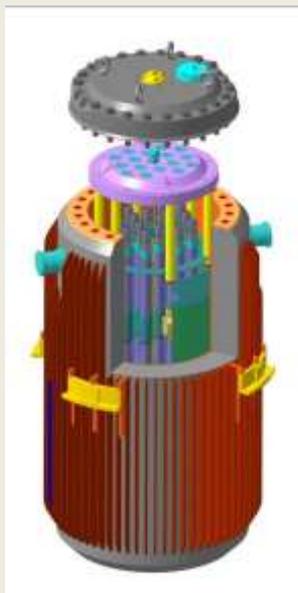
6

- ✔ В 2010-2011 гг. на заводе РТ-1 отсутствовало оборудование для обращения с ТУК-109, а комплексы для перевода ОЯТ на сухое хранение на АЭС не были введены в эксплуатацию и не были приспособлены для разделки негерметичных ОТВС.
- ✔ Перевозку ОЯТ осуществляли с использованием контейнера ТУК-11 с модифицированным чехлом тип 12, а разделку ОТВС опытной партии выполняли в защитной камере 2-го блока Ленинградской АЭС.
- ✔ Концепция обращения с негерметичным ОЯТ заключалась в использовании герметичных ампул, предназначенных для размещения пучков твэлов в ТУК, выполнения транспортных операций, временного хранения на АЭС и заводе РТ-1.



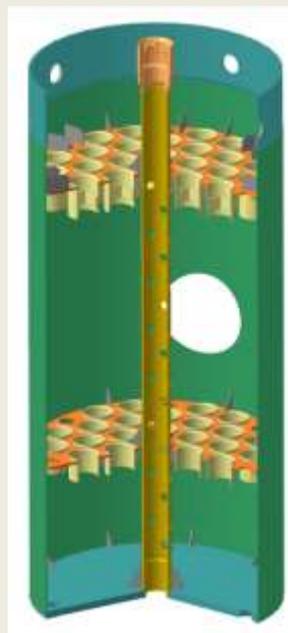
Транспортный упаковочный комплект ТУК-11Р-2

7



Транспортный
упаковочный
комплект ТУК-11

Внутренняя плита



Модернизированный
чехол 12

Вкладыш



Герметичная
ампула



- ✔ Использование герметичной ампулы обусловлено требованиями нормативной документации по ограничению выхода активности и топлива в воду БВ при временном хранении негерметичного ОЯТ на ПО «Маяк».
- ✔ Однако размещение негерметичных пучков твэлов после мокрого хранения в герметичных ампулах приводит к накоплению радиолитического водорода, что ограничивает допустимый срок хранения этих ампул.
- ✔ Консервативный расчет показал, что концентрация радиолитического водорода в герметичных ампулах с негерметичным ОЯТ при хранении в течение 6 месяцев не достигнет взрывоопасного уровня.
- ✔ Экспериментальное изучение накопления водорода в герметичной ампуле с негерметичным ОЯТ РБМК-1000 показало значительно меньшую скорость накопления водорода, чем расчетные оценки. Поэтому было принято решение герметизировать ампулы с ОЯТ без осушки и без продувки инертным газом.



- ❖ Основной результат пилотного проекта по вывозу опытной партии негерметичного ОЯТ заключался в подтверждении принципиальной и технологической возможности ампулирования пучков твэлов в защитной камере энергоблока, загрузки ампул на территории реакторного зала в контейнеры по схеме, исключающей облучение персонала, приемки контейнеров и чехлов с ампулами в бассейне-хранилище завода РТ-1 и переработки ампул с пучками твэлов.
- ❖ В рамках данного проекта было решено множество проблем, связанных с обоснованием взрывобезопасности временного технологического хранения негерметичного ОЯТ РБМК в герметичных ампулах в течение заданного времени.
- ❖ Анализ результатов переработки показал, что содержание урана-235 достаточно для того, чтобы использовать его для получения конечных продуктов завода РТ-1.

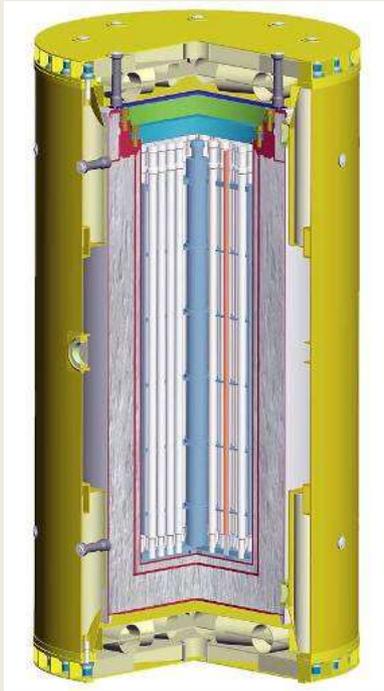


Вывоз и переработка первой партии некондиционного герметичного ОЯТ из ХОЯТ ЛАЭС

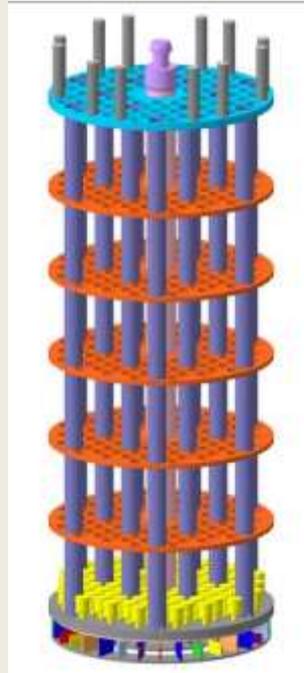
10

- ✔ Концепция перевозки пучков твэлов некондиционных герметичных ОТВС заключалась в использовании негерметичных ампул увеличенного диаметра и контейнера ТУК-109, применяемого для вывоза кондиционного ОЯТ РБМК.
- ✔ Использование контейнера ТУК-109 позволило выполнять загрузку ОЯТ в защитной камере ХОЯТ Ленинградской АЭС по стандартной схеме.
- ✔ Для размещения ампул в контейнере ТУК-109 были разработаны и изготовлены специальные чехлы и негерметичные ампулы увеличенного диаметра.
- ✔ В защитной камере ХОЯТ Ленинградской АЭС было разработано дополнительное оборудование для обращения с ампулами увеличенного диаметра.





Транспортный
упаковочный комплект
ТУК-109



Чехол



Ампула



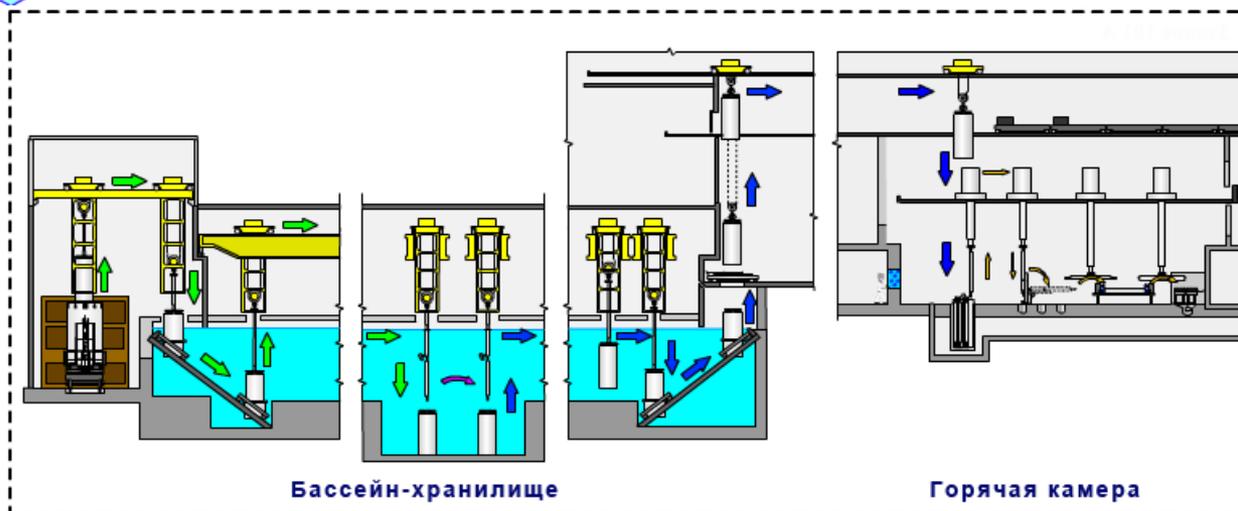
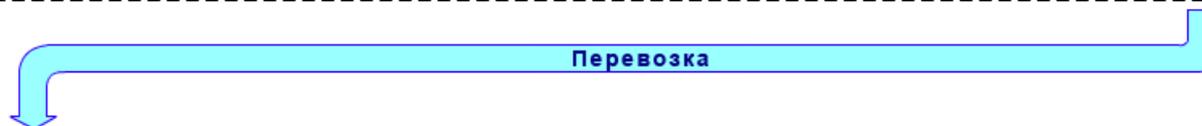
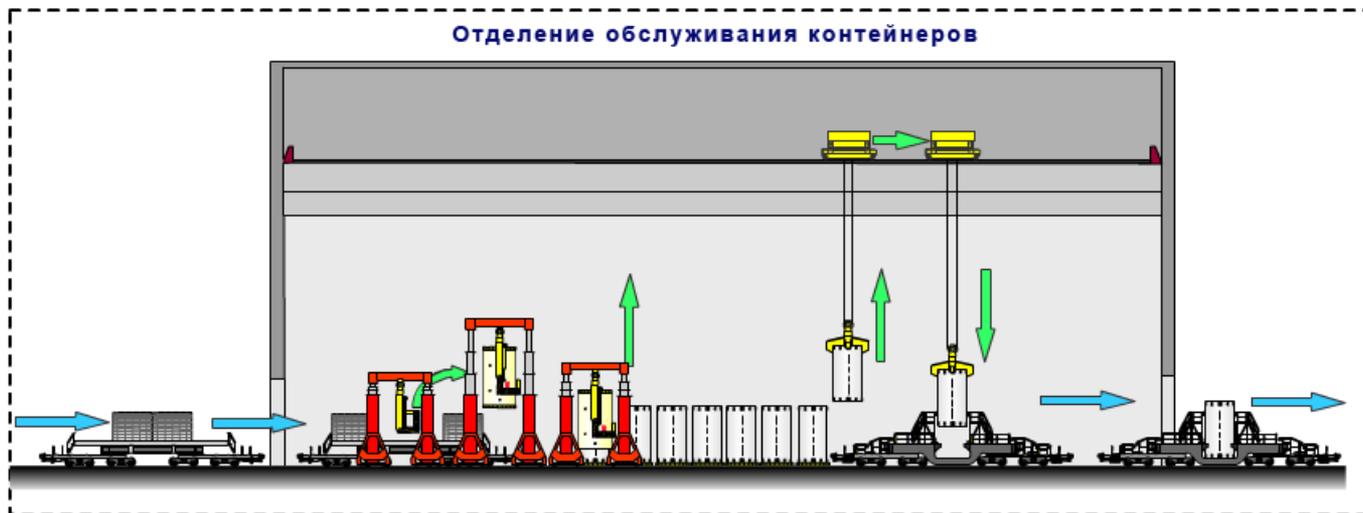
Этапы работ по подготовке производства радиохимического завода:

- ✔ подготовка нормативно-технической документации на перевозку, прием и переработку пучков твэлов ОТВС РБМК;
- ✔ техническая подготовка производства радиохимического завода (изготовление и монтаж оборудования);
- ✔ испытания транспортно-технологической схемы обращения с ОЯТ РБМК на радиохимическом заводе.



Техническая подготовка производства завода РТ-1

13



Приемка ТУК-109 на ПО «Маяк»

14



Прием транспорта с ОЯТ в здании 855,
снятие ТУК-109 с транспортера



Приемка ТУК-109 на ПО «Маяк»

15



Снятие защитно-демпфирующего кожуха с УКХ-109



Приемка ТУК-109 на ПО «Маяк»

16



**Доставка УКХ-109 во внутриобъектовом транспорте в ЖДК зд.101А,
разгрузка чехлов с ПТ ОТВС РБМК-1000 и доставка в бассейн-хранилище**



- ✔ В период с декабря 2014 г. по январь 2015 г. произведена переработка ОЯТ РБМК по действующей на заводе технологии: механическое измельчение и растворение ампул с пучками твэлов.
- ✔ Переработка осуществлялась партиями (операциями) в соответствии с технологическим регламентом. Всего было растворено 20 партий.
- ✔ При осуществлении технологических операций по переработке ОЯТ РБМК отклонений от действующих норм технологических регламентов не выявлено.
- ✔ Прделанная работа показала, что переработка ОЯТ РБМК на заводе РТ-1 не вызывает затруднений. Растворы ОЯТ РБМК характеризуются малым содержанием технеция-99 и урана-232 ($\sim 0,8 \cdot 10^{-7}$ % масс.) по сравнению с поступающим в настоящий момент на переработку ОЯТ ВВЭР-440.



- ✓ Уран от переработки ОЯТ РБМК может быть эффективно использован совместно с растворами от переработки других типов ОЯТ для комплектации продукции и получения товарных партий уранового плава с заданными параметрами по обогащению и содержанию технеция и урана-232.
- ✓ Высокоактивный рафинат является оптимальным сырьем для получения цезиевых концентратов и выпуска соответствующих источников ионизирующего излучения.



Перспективы регулярных перевозок некондиционного и дефектного ОЯТ РБМК на переработку

19

- ❖ Некондиционные герметичные ОТВС, не подлежащие ремонту (приведению к кондиционному состоянию), предлагается разделять, ампулировать и готовить к перевозке в защитных камерах пристанционных ХОЯТ по технологической схеме вывоза ОЯТ РБМК в 2014 году.
- ❖ Некондиционные негерметичные ОТВС, размещенные в БВК энергоблоков Ленинградской АЭС (более 2000 ОТВС) предлагается разделять, ампулировать и готовить к перевозке в защитной камере 2-го энергоблока по технологической схеме пилотного проекта, выполненного в 2011 году.
- ❖ Некондиционные негерметичные ОТВС, размещенные в БВК энергоблоков Курской и Смоленской АЭС (суммарное количество около 1000 ОТВС) предлагается перевезти в пристанционные ХОЯТ, используя опыт Ленинградской АЭС, и готовить к перевозке в защитных камерах пристанционных ХОЯТ по специальной технологии после вывоза основного массива кондиционных ОТВС.
- ❖ Для подготовки сильно поврежденных и опытных ОТВС к вывозу с энергоблоков на ПО «Маяк» необходимо разработать специальную технологию обращения с ними, включающую подводную разделку ОТВС в приреакторных БВК и загрузку ампул в контейнеры в реакторном зале. Работы по обращению с сильно поврежденными и опытными ОТВС предлагается начать сразу после останова энергоблоков для вывода из эксплуатации и удаления других ОТВС из приреакторных БВК.



- ✔ Успешно реализован в 2011 году вывоз негерметичного ОЯТ РБМК Ленинградской АЭС в ТУК-11 во ФГУП «ПО «Маяк» на переработку (разделка ОТВС и загрузка в ТУК выполнена на блоке №2 Ленинградской АЭС).
- ✔ Успешно реализован в 2014 году вывоз некондиционного ОЯТ РБМК из ХОЯТ Ленинградской АЭС в ТУК-109 во ФГУП «ПО «Маяк» на переработку (разделка ОТВС и загрузка в ТУК выполнена в ХОЯТ Ленинградской АЭС).
- ✔ Производство радиохимического завода ФГУП «ПО «Маяк» полностью подготовлено к приему и переработке пучков твэлов некондиционных ОТВС РБМК-1000 при их транспортировании в ТУК-109 и ТУК-11.
- ✔ ФГУП «ПО «Маяк» обладает всеми необходимыми компетенциями, средствами и технологиями по вывозу и переработке нетипового, некондиционного, в том числе, негерметичного ОЯТ РБМК.
- ✔ Возможный объем вывоза и переработки ОЯТ РБМК-1000 составляет 50-100 тонн ТМ в год.



VIII Международная выставка и конференция «АтомЭко 2015»

9-11 ноября 2015 г.

Россия, Москва, Центр Международной Торговли

Спасибо за внимание!

