

## Подготовка к перевозке поврежденного ОЯТ сербского исследовательского реактора RA Комаров С.В., Иващенко А.А., Самсонов А.А., Амосов С.В. (ООО НПФ «Сосны»)

Тяжеловодный реактор RA в Институте ядерных наук «Винча», Сербия (с 2009 года – Public Company «Nuclear facilities of Serbia») был пущен в эксплуатацию в середине прошлого века и остановлен более 20 лет назад. Топливо с реактора никогда не вывозилось, а размещалось в хранилище ОЯТ, расположенном вблизи реактора. По разным причинам условия хранения ОЯТ не удалось привести в соответствие с требованиями нормативных документов, в результате чего топливо пришло в неудовлетворительное состояние. Результаты наблюдения активности воды в хранилище свидетельствовали о том, что ситуация с каждым годом ухудшается.

Для решения этой проблемы было необходимо разработать технологию подготовки ОЯТ к перевозке и перетарить топливо в пеналы, предназначенные для транспортирования или временного хранения. Поскольку подразумевалось выполнение радиационно опасных работ в самом центре Европы, перегрузку топлива необходимо было организовать и выполнить на высоком технологическом уровне с соблюдением всех международных норм и требований безопасности.

### Подготовительные работы

В течение 2003–2006 гг. сотрудники НПФ «Сосны» несколько раз посетили институт «Винча» с целью детального изучения состояния ОЯТ, а также вопросов обеспечения безопасности на реакторе, и убедились, что объем и сложность задач, связанных с подготовкой и вывозом ОЯТ из института «Винча», вполне соответствуют квалификации специалистов. Были подготовлены технические предложения по перетариванию ОЯТ в пеналы, загрузке их в транспортные контейнеры, перевозке на ПО «Маяк»; проведены технико-экономические исследования и составлен план-график реализации проекта. В кооперации с ПО «Маяк» и предприятием «Техснабэкспорт» НПФ «Сосны» приняла участие в международном тендере по проекту «Винча» и в июне 2006 года выиграла его.

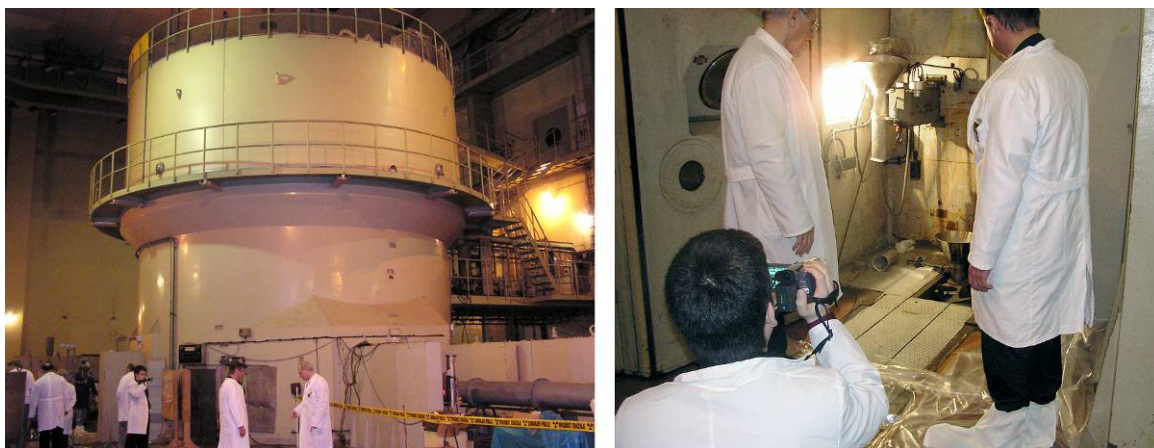


Рис. 1. Специалисты НПФ «Сосны» в институте «Винча»

### Разработка технологий подготовки ОЯТ к безопасной перевозке в Россию

После подписания контракта началась проработка возможных вариантов подготовки ОЯТ реактора RA к транспортированию. Поскольку до заключения контракта был выполнен большой объем предварительных работ, уже к марту 2007 года была подготовлена концепция вывоза ОЯТ, которая стала отправной точкой для дальнейшей разработки технологий и оборудования, обоснования безопасности и оформления разрешительной документации. На стадии подготовки концепции был выполнен анализ российской и международной нормативно-правовой базы с учетом требований по безопасному обращению с дефектным ОЯТ и проведено обоснование принципиальной возможности транспортирования негерметичного ОЯТ на ПО «Маяк».

2008 год был посвящен разработке технологий перетаривания ОЯТ и загрузки его в транспортные контейнеры, а также обоснованию безопасности. Были рассмотрены все основные аспекты безопасности при подготовке ОЯТ к перевозке и самой перевозке, включая: ядерную и радиационную безопасность, анализ прочности оборудования, тепловые режимы, взрыво- и пожаробезопасность. Проведенные экспертами РФЯЦ–ВНИИЭФ расчеты подтвердили, что транспортирование дефектного ОЯТ может безопасно осуществляться в специально созданных негерметичных пеналах для ТУК-19 и ТУК SKODA VPVR/M, при разработке которых учитывались также требования ПО «Маяк» к их переработке. При подготовке был реализован ряд технических решений.

1 Все работы по подготовке и загрузке ОЯТ в пеналы выполнялись дистанционно с помощью специально разработанного оборудования и инструмента. Работы проводились на двух участках:

- в защищенном помещении 099, расположенном в корпусе реактора RA, где выполнялась отрезка

верхней части реакторных каналов (РК), не содержащей топлива;

– на рабочей площадке, установленной в бассейне 4 хранилища отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), где выполнялась перегрузка в пеналы ОЯТ из алюминиевых бочек (ALB) и из топливных частей РК, доставленных из помещения 099.

Все работы в бассейне проводились дистанционно под слоем воды. Для облегчения работы операторов рабочая площадка была оборудована подводными радиационно-стойкими телекамерами, изображение с которых транслировалось на мониторы, расположенные на рабочих местах операторов. Также изображение передавалось и на рабочее место диспетчера, что позволяло осуществлять контроль и документирование процесса перетаривания ОЯТ.

2 Для перевозки были выбраны российские контейнеры ТУК-19 и чешские ТУК SKODA VPVR/M. Для вывоза всего ОЯТ за один рейс потребовалось по шестнадцать ТУК каждого типа.

3 ОЯТ перетаривали в специальные негерметичные транспортные пеналы унифицированной конструкции, которые отличались только высотой и массой. В контейнер ТУК-19 пенал загружали в чехле тип 51, из которого был удален сепаратор. Для размещения пеналов в ТУК SKODA VPVR/M использовали специально разработанные и изготовленные корзины (рис. 2).



Рис.2. Негерметичные пеналы для ОЯТ и корзины для ТУК SKODA VPVR/M

4 В первую очередь выполняли перетаривание ОЯТ из ALB, которые вскрывали методом последовательного сверления с помощью инструмента, размещенного на рабочей площадке. Все ОЯТ было упаковано в 75 негерметичных пеналов для ТУК SKODA VPVR/M.

5 После окончания перетаривания ОЯТ из всех ALB выполняли перетаривание ОЯТ из реакторных каналов. После отрезки длинной верхней части, не содержащей топлива, топливные части РК доставляли на рабочую площадку в бассейне 4 и упаковывали в негерметичные пеналы для ТУК-19 (16 пеналов) и ТУК SKODA VPVR/M (19 пеналов).

6 Части ALB и фрагменты РК, не содержащие топлива, загружали в емкости для твердых радиоактивных отходов (ёмкости ТРО). На время загрузки ёмкость ТРО устанавливалась на рабочей площадке под водой, а после заполнения помещалась в стандартную бочку для хранения ТРО, которую дистанционно закрывали и отправляли в хранилище.

7 Заполненные пеналы с ОЯТ до загрузки их в ТУКи размещались под водой в основном стеллаже, установленном в бассейне 4 ХОЯТ, и в дополнительных стеллажах, установленных в бассейнах 1-3. Суммарная вместимость всех стеллажей позволяла разместить в бассейновом хранилище все ОЯТ, упакованные в пеналы.

8 При подводном перетаривании и временном размещении ОЯТ в негерметичных пеналах допустимый уровень объёмной активности воды поддерживался с помощью системы очистки воды от цезия-137.

9 Поскольку конструкция ТУК-19 предусматривает только верхнюю загрузку, для безопасной загрузки в него пеналов с ОЯТ использовали перегрузочный контейнер, разработанный НПФ «Сосны» в ходе выполнения проекта по вывозу ОЯТ ИР из Румынии и адаптированный для работы на площадке реактора RA. Пеналы загружали в контейнер ТУК-19 в реакторном зале. Загрузка пеналов в контейнеры SKODA VPVR/M или в перегрузочный контейнер для ТУК-19 выполнялась в ХОЯТ.

10 Для размещения контейнеров над бассейном использовали специальную раму. При загрузке контейнера SKODA VPVR/M его нижнюю крышку с установленным на ней чехлом для пеналов опускали на дно бассейна, пеналы под водой загружали в чехол с помощью специального захвата, и крышка с корзиной втягивалась в контейнер. Загрузка пенала в перегрузочный контейнер для ТУК-19 выполнялась аналогично.

11 Участок для размещения порожних и загруженных ТУК SKODA VPVR/M и ТУК-19, а также участки по их обслуживанию размещались в реакторном зале. На рис.3 показано размещение оборудования в помещении реактора и ХОЯТ во время выполнения работ.

12 Для перемещения порожних или загруженных контейнеров SKODA VPVR/M, ТУК-19 и

перегрузочного контейнера между реакторным залом, помещением 141 и площадкой перед транспортным въездом использовалась рельсовая тележка. Для перемещения контейнеров и специального оборудования в пределах реакторного зала применялся имеющийся мостовой кран грузоподъемностью 20 т.

13 Поскольку бассейновое хранилище оборудовано только кран-балкой грузоподъемностью 2 т, перемещение в ХОЯТ контейнеров SKODA VPVR/M и перегрузочного контейнера для ТУК-19 осуществлялось с помощью автопогрузчика грузоподъемностью 15 т. Для свободного передвижения автопогрузчика в ХОЯТ часть рельсового пути демонтировали.

14 Осушка ОЯТ выполнялась внутри ТУК-19 и ТУК SKODA VPVR/M.

15 Выгрузка или загрузка контейнеров ТУК-19 и SKODA VPVR/M в ISO-контейнеры производилась на площадке перед транспортным въездом в здание реактора.

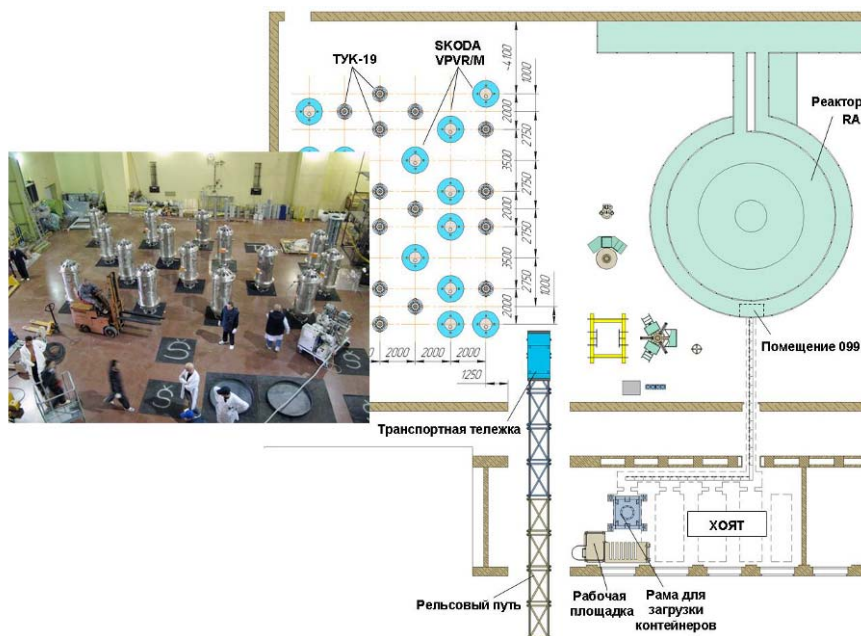


Рис.3. План размещения оборудования в помещении реактора и ХОЯТ

На площадке института «Винча» никогда ранее не проводились столь масштабные операции с ОЯТ и ТУК; кроме того, они не предусматривались проектом реактора и хранилища ОЯТ. После останова реактора в 1984 году часть оборудования и систем не использовались и были неработоспособны. В связи с этим возникла необходимость перед началом работ провести модернизацию инфраструктуры института «Винча». Эта подготовка проводилась сербской стороной по требованиям, подготовленным специалистами НПФ «Сосны», и включала модификацию и приведение в работоспособное состояние обеспечивающего оборудования и систем контроля за радиационной обстановкой. Были удалены ненужные металлоконструкции в бассейне 4, мешающие установке рабочей площадки.

В 2008 году технология подготовки ОЯТ к перевозке была утверждена сербским регулирующим органом. После этого специалисты НПФ «Сосны» приступили к разработке и изготовлению оборудования.

### Практические работы

В течение 2008 и первой половины 2009 года было разработано и изготовлено более 150 наименований оборудования (более 580 единиц). Все оборудование было изготовлено на российских предприятиях: ОЗНО (Озерский завод нестандартного оборудования) и ГНЦ НИИАР. В июне 2009 года оборудование было доставлено в институт «Винча».

В июле 2009 года под руководством специалистов НПФ «Сосны» персонал института приступил к монтажу оборудования и обучению обращению с ним. В декабре 2009 года начались практические работы по перетариванию ОЯТ в пеналы, которые продлились шесть месяцев. За это время не произошло никаких инцидентов, которые бы привели к переоблучению персонала или выбросу радиоактивных материалов в окружающую среду. Полученные персоналом дозы в десятки раз ниже допустимых российскими и сербскими нормами.





Рис. 4. Монтаж оборудования



Рис.5. Выполнение работ по перетариванию ОЯТ на рабочей площадке

В конце июля 2010 года в институт «Винча» были доставлены ТУК SKODA VPVR/M и наступил финальный этап практических работ. Под руководством наших специалистов сербский персонал прошел обучение по обращению с ТУК SKODA VPVR/M и ТУК-19 и выполнил загрузку в них пеналов с ОЯТ. Далее ТУКи были загружены в ISO-контейнеры. Это произошло в ноябре 2010 года. На этом подготовка ОЯТ исследовательского реактора RA к перевозке в Россию была завершена.



Рис. 6. Загрузка контейнеров на территории института и в порту Копер (Словения)

Оптимальным маршрутом перевозки после тщательного анализа аспектов безопасности, осуществимости и коммерческой стоимости был признан комбинированный авто- и железнодорожный транзит через территорию Сербии, Венгрии и Словении, далее – морем из порта Копер в порт Мурманск, и, наконец, по железной дороге на перерабатывающий завод ПО «Маяк». Лицензирование перевозки потребовало обоснования безопасности с учетом национальных особенностей каждой из транзитных стран и заняло, в общей сложности, 8 месяцев. В организации перевозки участвовало 10 транспортных компаний из пяти стран. Для автоперевозки было привлечено 15 крупнотоннажных трейлеров; железнодорожный эшелон состоял из 19

вагонов.

Вывоз ОЯТ из института «Винча» стартовал в ночь с 18 на 19 ноября 2010 года. Намеченный маршрут и график перевозки были соблюдены полностью. В итоге путь ОЯТ института «Винча» на перерабатывающий завод занял более 30 дней, став самым длинным из осуществленных в ходе программы RRRFR.

Не будет преувеличением назвать организацию вывоза ОЯТ «Винча» наиболее сложным проектом в рамках программы RRRFR. Его реализация потребовала решения множества уникальных технологических и организационных задач, многие из которых, безусловно, будут востребованы в будущем.