ПОЛЬША: РЕЗУЛЬТАТЫ СОТРУДНИЧЕСТВА

POLAND: COOPERATION RESULTS

А.Н. ДОРОФЕЕВ, *к.т.н.*,
М.В. БАРЫШНИКОВ, *к.т.н.*,
О.А. САВИНА
(ООО НПФ «Сосны»)

A.N. DOROFEYEV,
Candidate of Technical Science,
M.V. BARYSHNIKOV,
Candidate of Technical Science,
O.A. SAVINA
(R&D Company Sosny)

При вывозе ОЯТ польских исследовательских реакторов в 2009-2010 годах впервые в рамках программы RRRFR специалисты столкнулись с необходимостью использовать не один, а два типа транспортных контейнеров. В связи с этим было проведено масштабное усовершенствование технологического оборудования для загрузки ОТВС из реакторных хранилищ в контейнеры. Кроме того, в ходе подготовки к вывозу ОЯТ из Польши была осуществлена давняя мечта российских моряков – в России появилось отечественное судно класса INF-2.

Польские исследовательские реакторы «Ева» и «Мария», расположенные в пригороде Варшавы, использовали в качестве топлива три вида тепловыделяющих сборок, два из которых содержали высокообогащенный уран. Это ТВС типа ВВР-М2 (36% обогащения по ^{235}U) реактора «Ева», который в настоящее время уже выведен из эксплуатации, и ТВС типа МР (36% и 80% обогащения) реактора «Мария», который действует до сих пор. При этом все предназначенное к вывозу ОЯТ реактора «Ева» и часть ОЯТ реактора «Мария» хранилось в удаленном хранилище; оставшаяся часть ОЯТ реактора «Мария» выдерживалась в приреакторном бассейне.

Оба реактора и хранилище ОЯТ расположены на территории польского Института атомной энергии (IAE), однако за обращение с ОЯТ отвечает специально созданное предприятие по обращению с радиоактивными отходами (RWMP).

Решение о вывозе польского высокообогащенного ОЯТ в Россию было принято в 2005 году. После этого почти пять лет в Польше, России и США шла подготовительная работа, которая включала, прежде всего, заключение межправительственных соглашений, разработку и согласование национальных разрешительных документов. Среди них можно отметить обмен дипломатическими нотами и заключение соответствующего соглашения между Республикой Польша и США (11 сентября 2009 года), а также межправительственное соглашение между Республикой Польша и Российской Федерацией по ввозу ОЯТ исследовательских реакторов (2 сентября 2009 года).

Кроме того, ответственным исполнителем работ с польской стороны – предприятием RWMP – был подписан генеральный контракт с американской Национальной лабораторией Айдахо (BEA-INL), а также ряд сопутствующих договоров и соглашений с субподрядчиками. В их число вошли IAE, российские ком-

During the repatriation of spent fuel from the Polish research reactors in 2009-2010, for the first time in the history of the RRRFR programme, specialists encountered the need to use not one, but two different types of transport casks. In this connection, major upgrades were implemented to the process equipment used to remove the spent fuel assemblies from the at-reactor storage facilities. Apart from that, during the preparations for export of spent fuel from Poland, a long-time dream of Russian seamen was realised at last: Russia finally came to possess a class INF-2 ship of her own.

The Polish research reactors Eva and Maria, located in a suburb of Warsaw, were fuelled by three types of assemblies, two of which contained highly-enriched uranium. These are the VVR-M2 assemblies (enrichment 36% of ^{235}U) used in the Eva reactor, which is currently already decommissioned, and the MR assemblies (enrichment 36% and 80%) used in the Maria reactor, which still remains operational to this day. All the spent fuel for shipment from the Eva and some spent fuel from the Maria was located in an away-from-reactor storage facility; with the balance of spent fuel from the Maria stored in the at-reactor pool.

Both reactors and the spent fuel storage facilities are located within the site boundaries of the Polish Institute of Atomic Energy (IAE), but the management of spent fuel is the responsibility of a dedicated radwaste management enterprise (RWMP).

The decision to repatriate the Polish highly-enriched spent fuel back to Russia was made in 2005. For almost five years after that, preparations were being made in Poland, Russia and the United States, consisting primarily of singing inter-governmental agreements, and development and approval of national licensing documents. Of these, noteworthy were the diplomatic notes followed by an agreement between the Republic of Poland and the United States (dated 11th September 2009), as well as the inter-governmental agreement between the Republic of Poland and the Russian Federation regarding the repatriation of spent fuel from the research reactors (dated 2nd September 2009).

Apart from that, the responsible organisation from the Polish side – RWMP – signed a general contract with the American Idaho National Laboratory (BEA-INL), as well as a number of supporting contracts and subcontracts. The team of contractors included the IAE, the Russian Federal Centre for Nuclear and Radiation Safety and R&D

пании ФЦЯРБ и НПФ «Сосны», обслуживающий контейнеры SKODA VPVR/M чешский институт NRI (Ржеж), помогавший оформлять транспортные документы венгерский институт KFKI, транспортные компании «Концерн АСПОЛ-Балтик», CARGOSPED, PKP CARGO и некоторые другие.

ПОДГОТОВКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Помимо решения политических и коммерческих вопросов, в рамках подготовки к транспортировке ОЯТ было проведено огромное количество технических работ. Одной из первых была организована аттестация ОТВС, проведенная специалистами ПО «Маяк» и НПФ «Сосны». Аттестация позволила всесторонне проанализировать номенклатуру ОЯТ, подлежащего возврату, и выяснить его основные характеристики, что было необходимо для сертификации перевозки, обоснования ее экологической безопасности, параметров последующей переработки и т.д. Итоги аттестации и анализа номенклатуры ОТВС показали, в частности, необходимость использования двух типов транспортных контейнеров: российского ТУК-19 (для ОТВС типа МР) и чешского SKODA VPVR/M (для ВВР-М2).

Следующим этапом работ стали выработка и согласование технических условий приемки ОТВС на ФГУП «ПО «Маяк» и разработка транспортно-технологической схемы транспортировки ОЯТ вплоть до момента выгрузки в бассейн радиохимического завода. Оптимальной транспортной схемой оказалась перевозка ОЯТ автомобильным транспортом от площадки института до ближайшей железнодорожной станции, потом по железной дороге до порта Гдыни, затем морем до российского порта Мурманска и, наконец, снова по железной дороге до радиохимического завода ПО «Маяк».

После этого российскими предприятиями была начата разработка документов, регламентирующих безопасную транспортировку и переработку ОЯТ, таких как:

– анализ радиационных рисков;

Company Sosny, as well as the Rez NRI Institute (Czech Republic), which maintains the SKODA VPVR/M casks, the Hungarian KFKI Institute, which helped prepare the shipping paperwork, the transport companies ASPOL-Baltic, CARGOSPED, PKP CARGO, and several others.

PREPARATION OF TECHNICAL DOCUMENTATION

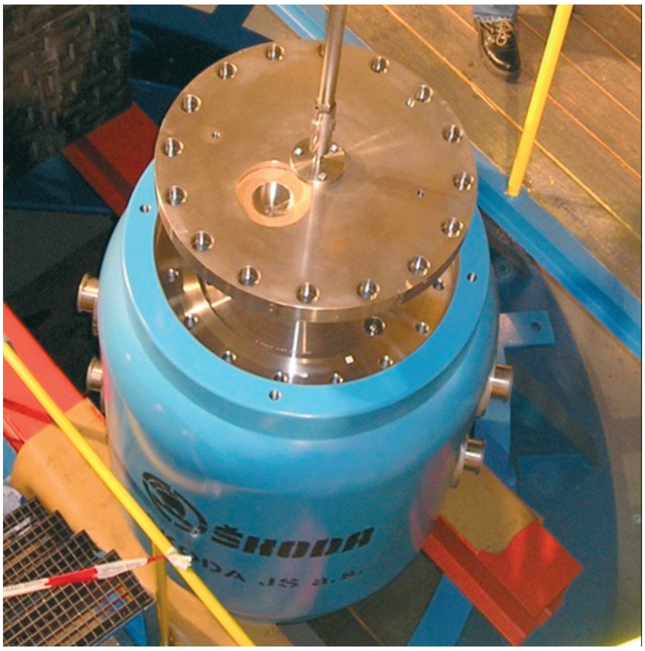
Apart from resolution of political and commercial issues, preparations for spent fuel transport included a large scope of technical work. One of the first activities organised was inspection of spent fuel assemblies, performed by specialists from Mayak and Research and Development Company Sosny. The inspection helped fully analyse the complete inventory of spent fuel to be repatriated and identify its key characteristics, which was essential for certification of the shipping process, justification of its environmental safety, parameters of subsequent reprocessing, etc. The results of spent fuel qualification and inventory-taking demonstrated, in particular, that it was necessary to use two different types of transport casks: the Russian TUK-19 (for the MR spent fuel assemblies) and the Czech SKODA VPVR/M (for the VVR-M2 assemblies).

The next stage was the preparation and approval of the technical conditions for acceptance of the spent fuel assemblies at Mayak and the development of the transportation and handling process for spent fuel shipment all the way through to the unloading into the pool at the radiochemical facility. Optimum transport arrangement was identified as delivery of spent fuel by automobile from the Institute site to the nearest railway station, thence by rail to the sea port of Gdynia, then by sea to the Russian port of Murmansk, and finally, again by rail, to the radiochemical facility at Mayak.

After that, the Russian contractors started the development of documents that regulate safe transportation and reprocessing of spent fuel, such as:

– radiation risks analysis;

– environmental impact evaluation;



Подготовка контейнеров ТУК-19 и SKODA VPVR/M к загрузке ОЯТ / *Preparation of TUK-19 and SKODA VPVR/M casks for spent fuel loading*

– оценка воздействия на окружающую среду;

– оценка последствий и обоснование механизма предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций при транспортировании и переработке ОЯТ;

– комплекс антитеррористических мероприятий при перевозке ОЯТ по территории России;

– обоснование общего снижения радиационных рисков и т.д.

Кроме того, в России были разработаны специальные экологические программы, проведена сертификация контейнеров для перевозки ОЯТ, разработан и согласован внешнеторговый контракт на ввоз и переработку ОЯТ, получена лицензия на импорт ОЯТ в Российскую Федерацию.

Польские коллеги, основываясь, в том числе, и на российских документах по обоснованию безопасности, разработали локальную транспортно-технологическую схему доставки, размещения и загрузки контейнеров на площадке реактора «Мария» и в хранилище ОЯТ. Провели анализ безопасности технологии обращения с ОТВС и контейнерами на площадке IAE. Подтвердили сертификаты-разрешения на конструкции упаковок и перевозку ТУК-19 и SKODA VPVR/M в Польше. Разработали антитеррористические мероприятия и меры физзащиты при перевозке ОТВС по территории Польши. Оформили лицензии польского регулирующего органа (NAEA) для компаний, участвующих в подготовке и организации вывоза ОЯТ, а также общее страхование и страхование ответственности за ядерный ущерб при перевозке ОЯТ по территории Польши и во время морской транспортировки.

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕАКТОРНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

По итогам анализа безопасности польскими специалистами было принято решение загружать ОТВС типа ВВР-М2 в контейнеры SKODA VPVR/M не в удаленном хранилище, а в зале реактора «Ева». Для этого пришлось, во-первых, провести значительную модернизацию реакторного зала, во-вторых, перевезти все ОТВС типа ВВР-М2 в приреакторный бассейн, изготовив для этого специальный контейнер.

Работы по подготовке помещений реактора «Ева» к перемещению и загрузке ОТВС включали следующие важные мероприятия:

– укрепление пола в зале реактора, чтобы он мог выдерживать вес контейнера SKODA VPVR/M (около 12,5 т);

– монтаж кассетниц для размещения ОТВС в приреакторном бассейне;

– проектирование, изготовление и установку на пол бассейна специального устройства, демпфирующего корзину контейнера SKODA VPVR/M в случае его аварийного падения;

– изготовление и лицензирование нового транспортного контейнера для локальной перевозки ОТВС типа ВВР-М2 из удаленного хранилища в приреакторный бассейн;

– изготовление и монтаж шибера для установки контейнеров SKODA VPVR/M на крышку бассейна;

– модернизацию крана в реакторном зале;

– установку системы телевизионного мониторинга в приреакторном бассейне;

Транспортный контейнер для локальной перевозки ОТВС типа ВВР-М2 из удаленного хранилища в бассейн реактора «Ева»
Transport cask for local transfers of the VVR-M2 spent fuel assemblies from the away-from-reactor storage facility to the Eva reactor pool

– assessment of consequences and justification of mechanism for prevention of potential emergencies during the transportation and reprocessing of spent fuel;

– counter-terrorist measures during the movement of spent fuel cargo through Russian territory;

– justification of general radiation risk reduction measures, etc.

In addition to that, the Russian participants developed a number of special environmental programmes, performed certification of the spent fuel transport casks, wrote and secured approval of the foreign trade contract for spent fuel import and reprocessing, and obtained a licence for import of spent fuel into the Russian Federation.

The Polish counterparts, using, among other sources, the Russian-written safety justifications, prepared a local transport and handling process for delivery, placement and loading of the casks at the Maria reactor site and the spent fuel storage facilities. Safety analysis was performed of the spent fuel assemblies and casks handling process at the IAE site. Confirmation of certificate-permits was obtained in Poland for the TUK-19 and SKODA VPVR/M casks design and transport process. Counter-terrorist and physical protection measures were developed for spent fuel assemblies transport through the territory of Poland. Licences were obtained from the Polish regulatory authority (NAEA) for companies taking part in the preparations and organisation of spent fuel shipment, as well as general insurance and insurance for nuclear damage liability for spent fuel transport through Polish territory and by sea.

UPGRADES TO REACTOR FACILITIES

Resulting from safety analysis, the Polish specialists concluded that the VVR-M2 spent fuel assemblies would be loaded into the SKODA VPVR/M casks not in the

– изготовление дополнительных манипуляторов и специальных инструментов для дистанционного обращения с ОТВС;

– усовершенствование дозиметрической и охранной систем реактора.

ОТВС типа MR было решено загружать в ТУК-19 из приреакторного бассейна реактора «Мария». Это также потребовало создания дополнительного оборудования и модернизации защитной камеры при реакторе для вскрытия ампул, в которые была упакована часть ОТВС типа MR, хранящаяся в удаленном хранилище.

Было подготовлено оборудование приреакторной горячей камеры для вскрытия ампул с ОТВС типа MR, спроектирована и изготовлена тележка для перемещения контейнера ТУК-19 по реакторному залу. Для установки контейнера ТУК-19 в зале смонтирована специальная рама.

На площадке IAE также прошли испытания технологической схемы перевозки, обучение и аттестация персонала. Для перевозки контейнеров по территории института был подготовлен внутриобъектовый транспорт. Оборудована площадка для временного хранения 18 штук 20-футовых ISO-контейнеров.

Польские специалисты также заключили договоры с лицензированными компаниями-перевозчиками (автомобильной и железнодорожной), получили необходимые разрешения в надзорных и регулирующих органах Польши.

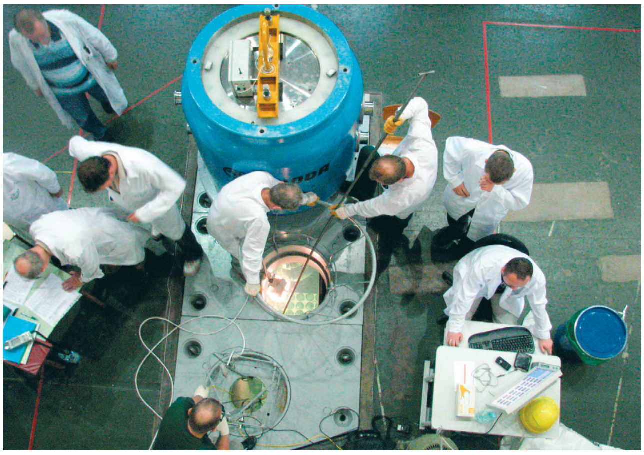
ПОДГОТОВКА МОРСКОГО ПЕРЕВОЗЧИКА

В отдельный блок подготовительных работ можно выделить проведенные в России мероприятия по переоборудованию и сертификации отечественного морского судна для перевозки ОЯТ. Они включали в себя:

– разработку технического задания на создание проекта переоборудования сухогрузного судна для перевозки ОЯТ с соблюдением всех международных требований к морским перевозкам такого рода;

– разработку проекта переоборудования и дооснащения судна в соответствии с техническим заданием, согласование проекта с Российским морским регистром судоходства;

– работы на судоверфи по переоборудованию и дооснащению судна;



Загрузка ОТВС в корзину реактора SKODA VPVR/M в бассейне реактора «Ева»

Spent fuel assembly loading into the SKODA VPVR/M cask basket in Eva reactor pool

away-from-reactor storage facility, but inside the Eva reactor hall. In order to enable that, firstly, significant modifications to the reactor hall were required, and secondly, all VVR-M2 spent fuel assemblies had to be moved to the at-reactor pool, using a specifically-made cask.

The preparations at the Eva reactor facility for spent fuel assemblies transfers and loading included the following major upgrades:

– reinforcement of the floor in the reactor hall so it could support the weight of the SKODA VPVR/M cask (approximately 12.5 tonnes);

– installation of holders to accommodate the spent fuel assemblies in the at-reactor pool;

– design, fabrication and installation on the pool floor of a special device that would limit the impact on the SKODA VPVR/M cask basket should it be dropped accidentally;

– fabrication and licensing of a new transport cask for local transfers of the VVR-M2 spent fuel assemblies from the away-from-reactor storage facility to the at-reactor pool;

– fabrication and installation of a gate for installation of the SKODA VPVR/M casks upon the pool lid;

– upgrade of the crane in the reactor hall;

– installation of a televised monitoring system in the at-reactor pool;

– fabrication of additional manipulators and special tooling for remote handling of the spent fuel assemblies;

– improvements to the exposure dose monitoring and security systems in place at the reactor.

The decision was made to load the MR spent fuel assemblies into the TUK-19 cask from the Maria at-reactor pool. This also required the creation of additional equipment and upgrades to the shielded cell at the reactor intended for opening of the ampoules that some of the MR spent fuel assemblies at the away-from-reactor storage facility had been packaged into.

Equipment in the at-reactor hot cell was prepared for opening up of the ampoules containing spent MR fuel assemblies; a trolley was designed and made for movements of the TUK-19 cask around the reactor hall. For installation of the TUK-19 cask, a special frame was mounted in the reactor hall.

On the IAE site, testing was also performed of the handling arrangements, as well as personnel training and qualification. For casks movement around the Institute's site, an on-site transport vehicle was prepared. A temporary storage location was organised for 18 20-foot ISO-containers.

Polish specialists also entered into agreements with licensed transport operators (automobile and rail), and secured the necessary permits from the supervisory and regulatory authorities of Poland.

PREPARATIONS FOR SEA TRANSPORT

A separate set of activities included the preparations performed in Russia to re-equip and certify a domestic sea ship for spent fuel transport. These included the following:

– development of a technical specification for development of a design package for re-fitting a dry cargo ship for spent fuel transport, with observation of all international requirements to sea transports of this type;

– development of a design package for dry cargo ship refitting in accordance with the technical specification, and

Этапы транспортировки ОЯТ / *Various stages of spent fuel transport*

– лицензирование судна с получением международного INF-сертификата, обучение команды, получение внутрироссийских разрешительных документов.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫВОЗА ОТВС

На площадке IAE были подготовлены к вывозу 320 ОТВС типа MP и 1204 ОТВС типа ВВР-М2. В общей сложности они содержали почти 455 кг высокообогащенного урана.

Упаковка ОТВС в контейнеры проводилась польскими специалистами, аттестованными чешскими и российскими владельцами контейнеров. Работы по загрузке ОТВС в контейнеры, обращению с загруженными контейнерами, также проводились под контролем их владельцев. Все подготовительные работы были успешно завершены к середине сентября 2009 года.

Доставка в Польшу порожних контейнеров стала отдельной и непростой организационной задачей, поскольку загрузку топлива реактора «Мария» можно было осуществлять только в период его плановых остановок (незначительное время), а парк контейнеров для топлива типа MP был необходим также для использования в России. Для решения проблемы была построена логистическая схема оборота контейнеров, которая обеспечила вывоз ОТВС в намеченные сроки. В соответствии с ней, порожние контейнеры доставлялись в Польшу либо железнодорожным транспортом транзитом через территорию Украины, либо самолетом авиакомпании «Волга-Днепр» – непосредственно из аэропорта «Кольцово» (ближайшего к ПО «Маяк») в аэропорт Варшавы (ближайший к IAE).

Для вывоза всего запланированного объема ОЯТ потребовалось пять рейсов. Первый из них стартовал 12 сентября 2009 года, далее, уже в 2010 году последовали еще четыре. Все они были выполнены без заминок и замечаний; в процессе транспортировок польские и российские специалисты осуществляли 24-часовой мониторинг передвижения груза.

***

Вывоз ОЯТ из Польши стал одним из наиболее технически сложных, а по масштабам вывезенного топлива – самым крупным проектом в рамках программы RRRFR. Его реализация оказалась возможной лишь благодаря участию дружной команды профессиональных организаций, вложивших в проект весь опыт, накопленный в ходе выполнения предыдущих вывозов ОЯТ в Россию.

acceptance of the design package by the Russian Registrar of Shipping;

– actual shipyard activities to re-fit the ship;

– ship licensing, including obtaining an international INF-certificate; ship crew training; obtaining internal Russian permits and licences.

ORGANISATION OF SPENT FUEL ASSEMBLIES SHIPMENT

On the IAE site, 320 MR and 1,204 VVR-M2 spent fuel assemblies were prepared for shipment. In total, they contained nearly 455 kg of highly-enriched uranium.

Packaging of spent fuel assemblies into casks was performed by Polish specialists qualified by Czech and Russian cask owners. Spent fuel assemblies loading into casks and handling of loaded casks was also performed under the supervision of cask owners. All preparations were successfully completed by mid-September 2009.

Delivery of empty casks to Poland became a separate and complex organisational effort, as loading of Maria fuel was only possible during its shut-down periods (of insignificant durations), and the fleet of casks for MR fuel was also needed to be used for fuel transports in Russia. In order to resolve this problem, a logistics scheme of casks turnover was organised so as to support the removal of spent fuel assemblies within scheduled time. In accordance with the scheme, empty casks were delivered to Poland either by rail via Ukraine, or by plane operated by the Volga-Dnepr air carrier directly from the Koltsovo airport (closest to Mayak) to the Warsaw airport (closest to the IAE).

It took five trips to transport the complete inventory for spent fuel intended for repatriation. The first trip started on the 12th September 2009, with four more trips following in 2010. All trips were completed smoothly and hitchlessly; while en route, both Polish and Russian specialists ensured round-the-clock monitoring of the cargo movement.

***

Repatriation of spent fuel from Poland became one of the most technically complex and largest – in terms of amount of fuel removed – projects under the RRRFR programme. It only became possible thanks to the joint efforts of a number of highly professional partner companies who had teamed up to combine their experience from previous spent fuel transports to Russia for the success of this project.