

# ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УПАКОВКИ ТИПА С ДЛЯ АВИАПЕРЕВОЗОК ОЯТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ

Ивашенко А.А., Комаров С.В., Самсонов А.А., Кудояров Р.Р., Кашкиров С.А. (ООО НПФ «Сосны»)

## АННОТАЦИЯ

Реализация международной программы по возврату в Российскую Федерацию ядерного топлива исследовательских реакторов, произведенного в России, поставила перед российскими организациями множество нормативно-правовых и организационных проблем, связанных, в том числе, с логистикой, необходимостью оформления международных транзитных соглашений и подтверждения сертификатов на конструкцию упаковки и перевозку в транзитных странах, обеспечением физической защиты грузов. Разработанный ТУК-145/С (упаковка типа С), обеспечив требуемый уровень безопасности, позволил существенно облегчить организацию транспортирования ОТВС воздушным транспортом и сократить время доставки груза.

В докладе описан опыт ООО НПФ «Сосны» по подготовке и организации перевозок ОТВС исследовательских реакторов воздушным транспортом в упаковке ТУК-145/С, представлены основные технические решения, направленные на повышение безопасности транспортирования ядерных материалов воздушным транспортом.

## ВВЕДЕНИЕ

В ходе проекта по созданию упаковки типа С в России был разработан транспортный упаковочный комплект ТУК-145/С, предназначенный для перевозки облученного топлива исследовательских реакторов любыми видами транспорта, в том числе, воздушным, без ограничений по количеству радиоактивного содержимого и удовлетворяющий всем требованиям российских и международных нормативных документов по безопасности перевозки. В состав ТУК-145/С входит транспортный контейнер SKODA VPVR/M и защитно-демпфирующий кожух (ЗДК).

В 2013 году в рамках Программы возврата топлива исследовательских реакторов российского происхождения (программа RRRFR) в упаковке ТУК-145/С с использованием воздушного транспорта были вывезены на переработку в Россию ТВС типа ВВР-М/М2 с высокообогащенным ураном, которые облучались в исследовательских реакторах DNRR (г. Далат, Вьетнам) и BRR (г. Будапешт, Венгрия).

В реализации этих проектов на различных этапах участвовали российские организации: АО «ФЦЯРБ» как уполномоченная организация; ФГУП «ПО «Маяк» – получатель груза; ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ОЯБ ФЭИ – разработчики сертификатов-разрешений и документов, обосновывающих безопасность; ООО НПФ «Сосны» – разработчик оборудования для загрузки ОТВС в транспортный контейнер, организатор выполнения практических работ и перевозки. Перевозку упаковок автомобильным транспортом по территории Вьетнама и Венгрии осуществляли зарубежные организации, по территории России – ФГУП «ПО «Маяк». Воздушную перевозку обеспечила авиакомпания «Волга-Днепр». Все проекты были выполнены под контролем Ростехнадзора и под управлением Госкорпорации «Росатом». Существенную поддержку в получении разрешений при организации полетов над транзитными странами оказывал МИД России.

## 1. Подготовка и вывоз ОТВС из Вьетнама

В ходе работ по вывозу ОТВС из Далатского института ядерных исследований (DNRI) специалистами ООО НПФ «Сосны» была разработана новая технология перегрузки ОЯТ. В связи с отсутствием возможности установки контейнера SKODA VPVR/M непосредственно над хранилищем облученные сборки загружали в контейнер SKODA VPVR/M не снизу, как обычно, а сверху, «сухим» способом. Для безопасного выполнения этих операций был разработан и изготовлен перегрузочный контейнер, с помощью которого ОТВС извлекали из бассейна выдержки реактора DNRR, перемещали и загружали в транспортный контейнер, а также вспомогательное оборудование.

Для адаптации под новую технологию перегрузки ОТВС была проведена модернизация инфраструктуры и оборудования реакторной площадки. В соответствии с выставленными требованиями, зоны загрузки ОТВС в перегрузочный и транспортный контейнеры были оснащены электропитанием с аварийной системой энергоснабжения от дизельного генератора. Был модернизирован полярный кран реакторного зала и дополнительно установлен консольный кран, позволяющий сократить время перегрузки облученного топлива и уменьшить дозовые нагрузки на персонал. Кроме того, был приобретен автопогрузчик грузоподъемностью 16 т для перемещения оборудования и контейнера SKODA VPVR/M (рис. 1).



Рис. 1. Выгрузка оборудования и доставка контейнера SKODA VPVR/M в реакторный зал с использованием автопогрузчика

Для технического обеспечения новой технологии было разработано оборудование и инструменты, номенклатура которых включала 27 наименований, в том числе, десять особо сложных изделий. В общей сложности, было изготовлено 72 единицы оборудования; каждое изделие проходило прочностные и функциональные испытания на заводе-изготовителе.

Для обоснования безопасности выполняемых работ были проведены расчеты ядерной и радиационной безопасности при перегрузке ОТВС в транспортный контейнер, а также расчеты по обоснованию механической прочности разработанного оборудования и инструментов.

Работоспособность изготовленного оборудования была подтверждена в ходе комплексных испытаний, проведенных на экспериментальной площадке в г. Димитровграде, конструкция которой была приближена к параметрам хранилища ОТВС DNRI. Затем оборудование было упаковано и автомобильным транспортом доставлено в Чешскую Республику на предприятие UJV Rez a.s. Здесь были проведены испытания на совместимость оборудования для загрузки ОТВС BBP-M2 с контейнером SKODA VPVR/M (рис. 2).

Во время испытаний на контейнер SKODA VPVR/M была установлена перегрузочная плита с кондуктором и направляющими и выполнена перегрузка выемных частей с макетами ТВС из сухого хранилища в ячейки чехла контейнера SKODA VPVR/M с использованием перегрузочного контейнера. Перегрузочный контейнер устанавливался на кондуктор, из ячейки которого предварительно был извлечен шибер, и с помощью электрической лебедки выемная часть с имитаторами трех ТВС выгружалась в ячейку чехла контейнера SKODA VPVR/M. После снятия перегрузочного контейнера в ячейку кондуктора дистанционно устанавливался шибер с использованием штанги-крюка.



Рис. 2. Испытания вновь разработанного оборудования на совместимость с контейнером SKODA VPVR/M

После испытаний оборудование было упаковано, загружено в ISO-контейнеры и автомобильным транспортом доставлено в морской порт Копер (Словения). Через месяц судно «Михаил Дудин» компании «АСПОЛ-Балтик» с оборудованием на борту прибыло в морской порт Кай-Меп Социалистической Республики Вьетнам. От порта Кай-Меп до Далатского института ядерных исследований доставка ISO-контейнеров с оборудованием осуществлялась автомобильным транспортом.

В DNRI оборудование было распаковано и смонтировано, после чего персонал реактора был ознакомлен с назначением и принципом работы каждой единицы. Обучение персонала практическим навыкам работы с оборудованием проводилось с использованием макетов ТВС BBP-M2. Кроме того, персонал был ознакомлен с конструкцией и методами обращения с контейнером SKODA VPVR/M.

По завершении обучения персонал реактора приступил к перегрузке ОТВС BBP-M2 из бассейнового хранилища в транспортный контейнер (рис. 3). На выполнение практических работ потребовалось четыре

рабочих дня. Выполнение всех операций проходило под контролем представителей Департамента энергетики США, МАГАТЭ и Vinatom.



Рис. 3. Извлечение ОТВС из хранилища и загрузка в контейнер SKODA VPVR/M с использованием перегрузочного контейнера

После того, как все 106 облученных ТВС реактора DNRR были загружены в контейнер SKODA VPVR/M, была выполнена осушка внутренней полости контейнера. На автопогрузчике контейнер SKODA VPVR/M был вывезен из реакторного зала и с помощью автомобильного крана размещен на кантователе, где на него был установлен нижний демпфер. Затем контейнер SKODA VPVR/M переместили в специализированный ISO-контейнер, установили верхний демпфер и раскрепили.

1 июля 2013 г. в сопровождении полиции и военных транспортная колонна с ISO-контейнером, загруженным ТУК SKODA VPVR/M, прибыла во вьетнамский аэропорт Бьенхоа. В тот же день самолетом Ан-124-100 авиакомпании «Волга-Днепр» из России был доставлен защитно-демфирующий кожух. Около самолета установили вспомогательное оборудование. С контейнера SKODA VPVR/M были сняты штатные демпферы, после чего он был установлен внутри ЗДК. Сформированную упаковку ТУК-145/С с помощью лебедки загрузили в самолет (рис. 4). Вспомогательное оборудование, в том числе, штатные демпферы, были упакованы в грузовые контейнеры и позднее отправлены в Чешскую Республику морским путем.



Рис. 4. Формирование упаковки ТУК-145/С и загрузка в самолет Ан-124-100



Перевозка по маршруту аэропорт Бьенхоа – аэропорт «Кольцово» (г. Екатеринбург) была выполнена 3 июля 2013 г. С учетом требований безопасности маршрут пролегал преимущественно над морем, в облет крупных городов и густонаселенных территорий. В ходе рейса была произведена посадка в аэропорту г. Владивостока для смены экипажа и заправки топливом. Из аэропорта «Кольцово» автомобильным транспортом ТУК-145/С был доставлен на ФГУП «ПО «Маяк».

Вывоз ОТВС из DNRI стал первой воздушной перевозкой с использованием ТУК-145/С, сертифицированного на соответствие требованиям правил МАГАТЭ, предъявляемым к упаковкам типа С.

## 2. Вывоз ОТВС из Венгрии

Через три месяца после первого использования контейнера ТУК-145/С был реализован проект по вывозу 279 облученных ТВС типа ВВР-М/М2 (одно- и трехсекционных) Будапештского исследовательского реактора.

С площадки реактора BRR ранее уже вывозились ОТВС в контейнерах SKODA VPVR/М, и для выполнения загрузки не нужно было модернизировать инфраструктуру. Все ОТВС были загружены в шесть контейнеров SKODA VPVR/М штатным способом и находились в здании хранилища, приспособленном для формирования упаковки ТУК-145/С.

К этому времени в России был изготовлен второй защитно-демпфирующий кожух. Оба ЗДК были доставлены в Венгрию самолетом Ан-124-100 авиакомпании «Волга-Днепр». Особенностью данной перевозки являлось то, что и ЗДК, и ТУК-145/С перевозились на низкорамных полуприцепах, оснащенных специально разработанной крепежной системой типа «Краб» (рис. 5). На этих же полуприцепах они размещались внутри воздушного судна.



Рис. 5. Доставка ЗДК к зданию хранилища на полуприцепе

При формировании упаковки ТУК-145/С контейнер SKODA VPVR/М помещали в нижнюю часть ЗДК, раскрепленную непосредственно на полуприцепе, а затем сверху устанавливали верхнюю часть ЗДК (рис. 6). Для безопасного выполнения персоналом реактора BRR этих работ была специально разработана инструкция по обращению с ТУК-145/С, проведены тренировки и функциональные испытания.

Для выполнения первого рейса самолета Ан-124-100 была сформирована партия из двух упаковок ТУК-145/С на полуприцепах (рис. 7). Демпферы от ТУК SKODA VPVR/М были загружены в отдельный ISO-контейнер и отправлены тем же рейсом.

Массо-габаритные характеристики упаковки ТУК-145/С, размещенной на полуприцепе, позволяют перевозить за один рейс самолета не более двух упаковок, поэтому для перевозки шести ТУК-145/С потребовалось три рейса, которые были выполнены в рекордные сроки с интервалом в две недели в период с 7 октября по 4 ноября 2013 г.

Доставка полуприцепов с упаковками ТУК-145/С с площадки реактора BRR в аэропорт г. Будапешт выполнялась предоставившей тягачи чешской компанией DMS, которая имеет все необходимые разрешения на выполнение перевозок опасных грузов. После прибытия самолета в аэропорт «Кольцово» полуприцепы вместе с ТУК-145/С автотранспортом ФГУП «ПО «Маяк» были доставлены на перерабатывающий завод. Здесь после прохождения таможенных процедур из ЗДК извлекали контейнеры SKODA VPVR/М с ОТВС, а ЗДК на

полуприцепах для экономии времени сразу отправляли воздушным транспортом в Венгрию, где формировалась следующая партия упаковок ТУК-145/С.



Рис. 6. Формирование ТУК-145/С на полуприцепе

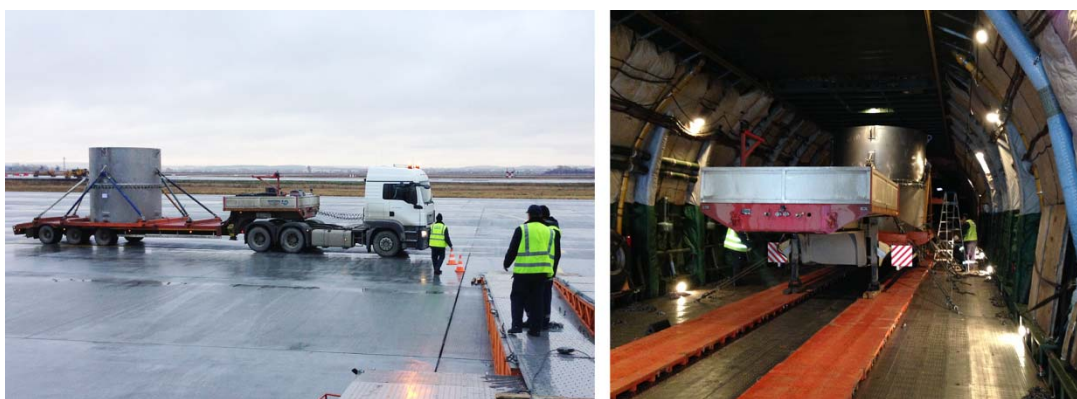


Рис. 7. Доставка полуприцепа с ТУК-145/С в аэропорт и его раскрепление на борту самолета Ан-124-100

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание упаковки типа С для воздушной перевозки ОЯТ исследовательских реакторов позволило значительно повысить безопасность и надежность выполнения таких перевозок.

ТУК-145/С может быть использован при перевозке:

- фрагментов ОТВС энергетических реакторов на исследования;
- высокоактивных радиоактивных отходов или закрытых радиоактивных источников;
- активных зон малогабаритных реакторов источников нейтронов (MNSR);
- жидкого облученного топлива ИР;

а также для экстренных перевозок ОЯТ при военной или теоретической угрозе или в случае экстремальных природных явлений.

С целью упрощения процедуры сертификации международных воздушных перевозок с использованием ТУК-145/С разработано справочное руководство, содержащее технические характеристики, технологию обращения и результаты расчетов по обоснованию безопасности конструкции упаковки.