ДЛЯ ХОРОШЕГО ДЕЛА ОКЕАН – НЕ ПОМЕХА

NO OCEAN CAN STOP A GOOD CAUSE

М.В. БАРЫШНИКОВ, *к.т.н. (ООО НПФ «Сосны»)*, В.И. ШЛЯЧКОВ, Н.Л. КУЧИН, *д.т.н. (ФГУП ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова)*, В.М. ОВСЯННИКОВ *(ОАО «Концерн АСПОЛ-Балтик»)*




M.V. BARYSHNIKOV, *Candidate of Technical Science (R&D Company Sosny)*, V.I. SHLIACHKOV, N.L. KUCHIN, *Doctor of Technical Science (Krylov Shipbuilding Research Institute)*, V.M. OVSIANNIKOV *(ASPOL-Baltic Concern)*

История сертифицированных морских перевозок ОЯТ началась в России совсем недавно – именно в рамках программы RRRFR. Однако уже сейчас можно говорить о том, что эта история будет насыщенной и долгой и не ограничится рамками программы.

The history of certified sea transports of spent nuclear fuel started only very recently in Russia – and it was exactly the RRRFR programme that promoted it. However, one can already confidently say now that this history will continue far beyond the framework of the programme.

НАЧАЛО

Первая морская перевозка ОЯТ, официально сертифицированная и осуществленная в полном соответствии с международными правилами и нормами, состоялась в 2008 году, когда на борту теплохода «Lynx» было перевезено отработавшее ядерное топливо будапештского исследовательского реактора общим весом 1,7 т. Маршрут перевозки из словенского порта Копер, куда контейнеры с ОЯТ были доставлены по железной дороге, проходил по Адриатическому и Средиземному морям, затем – по Атлантическому океану, Северному, Норвежскому и Баренцеву морям и заканчивался в порту Мурманска. Это позволило избежать оформления разрешения на транзит через Украину.

В ходе подготовки к транспортировке российские организации на практике освоили отечественное и международное законодательство в области морских перевозок ОЯТ. Так, несмотря на то, что судно, на котором перевозился груз ОЯТ, имело датскую приписку, ответственность за ОЯТ по российским правилам должен был взять на себя отечественный перевозчик. Им стала судоходная компания «Концерн АСПОЛ-Балтик», имеющая значительный опыт морских перевозок необлученных ядерных материалов и лицензию на перевозку опасных грузов класса 7, согласно классификации Международного кодекса морской перевозки опасных грузов. Высокая квалификация и безукоризненная репутация компании (обязательные требования при перевозке ОЯТ) позволили ей дополнить имеющуюся лицензию возможностью перевозки отработавшего топлива. После чего компания «Концерн АСПОЛ-Балтик» зафрахтовала теплоход «Lynx», дополнила штатную команду судна своим капитаном-наставником и благополучно выполнила перевозку.

Подобная схема организации работ была использована еще раз в 2010 году, когда для перевозки ОЯТ сербского реактора RA было привлечено судно «Puma», также имеющее датский флаг. Судно благополучно выпол-

BEGINNING

The first sea transport of spent fuel that was formally certified and performed in full compliance with the international standards and regulations took place in 2008, when the Lynx motor vessel carried the spent nuclear fuel from the Budapest research reactor, weighing a total of 1.7 tonnes. The travel route from the Slovenian port of Koper, to which the casks containing spent fuel were delivered by rail, ran through the Adriatic and Mediterranean waters, then through the Atlantic Ocean, the Northern, Norwegian and Barents Seas to the Russian port of Murmansk. This helped avoid having to obtain a transit permit through Ukrainian territory.

During the preparations for this transport, the involved Russian organisations obtained first-hand practical experience of dealing with both the national and international legislation applicable to sea transports of spent fuel. For example, despite the fact that the vessel used for spent fuel cargo transport was registered at a Danish port, the responsibility for the spent fuel on board had to be assumed by a Russian carrier in accordance with the national regulations. ASPOL-Baltic shipping concern became the responsible carrier, a company that possesses vast experience of sea transport of non-irradiated nuclear materials. The high level of qualification of this company and its impeccable reputation (essential requirements for any transport of spent fuel) helped it secure an extension to its available licence covering class 7 dangerous cargoes according to the classification of the International Maritime Dangerous Goods Code to also cover transport of spent fuel. After that, ASPOL-Baltic Concern chartered the Lynx motor vessel , amended its usual crew with its staff captain-instructor and performed the travel successfully.

A similar approach was used once again in 2010, when the spent fuel from the Serbian RA reactor was transported by the Puma vessel, also flying the Danish flag. The ship successfully made the journey from Koper to Murmansk, delivering 6.9 tonnes of spent nuclear fuel to be reprocessed in Russia.

нило рейс из Копера в Мурманск, доставив на переработку в Россию 6,9 т отработавшего ядерного топлива.

ПЕРВОЕ РОССИЙСКОЕ СУДНО КЛАССА INF-2

Несмотря на благоприятный опыт, транспортирование ОЯТ в российский порт на борту иностранного судна было признано организаторами программы RRRFR не самым лучшим решением – это оказалось и дорого, и хлопотно. К тому же доступные на рынке суда, сертифицированные для перевозки ОЯТ, оказались не вполне приспособленными для судоходства в северных морях. Поэтому сразу же по окончании венгерского проекта в 2008 году российские предприятия приступили к подготовке отечественного судна класса INF-2 – более быстроходного и надежного.

Был разработан проект переоборудования обычного действующего однотрюмного сухогрузного теплохода, учитывавший все аспекты международного законодательства в области морских перевозок ОЯТ. Выполняя требования Кодекса ОЯТ, грузовое помещение судна было разделено на два трюма поперечной переборкой в виде коффердама, заполняемого водой и выполняющего функции конструктивной биологической защиты. Перевозка груза ОЯТ осуществляется только в носовом трюме. Проект был согласован Российским морским регистром судоходства и Роспотребнадзором. В 2009 году в полном соответствии с ним теплоход проекта JS86-063 (порт приписки – Санкт-Петербург) был переоборудован в судно класса INF-2 Кодекса ОЯТ, что подтвердил выданный классификационным обществом международный сертификат соответствия. Компания «Концерн АСПОЛ-Балтик» дополнила свою лицензию возможностью перевозки ОЯТ на теплоходе проекта JS86-063.

В 2009-2010 годах на этом судне было успешно выполнено пять морских перевозок ОЯТ из Гдыни в Мурманск, обеспечив вывоз 25,5 т ОЯТ польских реакторов «Ева» и «Мария».

Во всех упомянутых случаях ОЯТ упаковывалось в так называемые транспортные пакеты: сначала ОТВС размещали и герметизировали внутри транспортного контейнера ТУК-19 или ТУК SKODA VPVR/M, которые затем устанавливались и раскреплялись внутри специально подготовленных 20-футовых грузовых ISO-контейнеров. Таким образом, перевозимой единицей был ISO-контейнер, обращение с которым являет-

FIRST RUSSIAN CLASS INF-2 VESSEL

Despite this favourable previous experience, transportation of spent fuel to a Russian port on board a foreign ship was not deemed by the RRRFR programme organisers to be the best solution – it turned out both expensive and bothersome. In addition to that, the commercially available vessels certified for spent fuel transport turned out to be ill-prepared for navigation in northern waters. Hence, immediately after the completion of the Hungarian project in 2008, the Russian companies started the work to create a domestic class INF-2 ship – and a faster and more reliable one at that.

The design package that was developed provided for upgrading and re-fitting a regular operating single-hold dry-cargo motor vessel , considering all the aspects of international legislation applicable to sea transport of spent fuel. In observance of the Spent Fuel Code requirements, the ship's cargo compartment was effectively divided into two separate holds by a transverse bulkhead in the form of a water-filled cofferdam acting as an additional shielding structure. The spent fuel cargo itself is only located in the forward hold. The design was endorsed by the Russian Registrar of Shipping and Rospotrebnadzor. In 2009, in full compliance with the design, the JS86-063 motor vessel (port of registry in Saint Petersburg) was re-fitted into a class INF-2 vessel, which was confirmed an international certificate of conformity issued by the classification society. ASPOL-Baltic Concern obtained an amendment to its licence extending it to transport of spent nuclear fuel on board the JS86-063 motor vessel.

In 2009-2010, the ship was successfully used to make five deliveries of spent fuel by sea from Gdynia to Murmansk, thus repatriating some 25.5 tonnes of spent fuel from the Eva and Maria reactors in Poland.

In all of the above cases, the spent fuel was incorporated into so-called transport packages: first the fuel assemblies were placed into sealed TUK-19 or SKODA VPVR/M casks, which were then installed and secured inside pre-prepared 20-foot ISO cargo containers. Therefore, the unit of transport was effectively the ISO-container, the handling of which is a standard process on any container yard in any sea port that has the admission to handling class 7 dangerous goods.

POSSIBILITY OF FERRY TRANSPORT

The successfully completed projects described above are evidence that Russian companies and regulators

Загрузка ОЯТ на борт судна в Копере
Loading of spent fuel on board ship in Koper

Разгрузка судна в Мурманске
Unloading of the vessel in Murmansk

Российское судно проекта JS86-063 класса INF-2
The Russian JS86-063 class INF-2 vessel

ся стандартной операцией на любом контейнерном терминале каждого морского порта, допущенного к работе с опасными грузами класса 7.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПАРОМНОЙ ПЕРЕВОЗКИ

Операции, описанные выше, показали готовность российских предприятий-исполнителей и надзорных органов к тому, чтобы воспринимать морские перевозки ОЯТ, как один из прочих равноправных способов транспортирования опасных грузов. Нет никаких сомнений, что этот способ будет и дальше успешно применяться для реализации будущих проектов в рамках программы возврата топлива исследовательских реакторов российского производства (RRRFR).

Однако техническая мысль не стоит на месте. В 2010 году Морским инженерным бюро (Одесса, Украина) было выполнено обоснование возможности перевозки ОЯТ на накатном железнодорожном пароме проекта CNF09, а также разработан проект дооборудования судна на соответствие требованиям Кодекса ОЯТ. Ведущий российский проектант корабельной техники ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова совместно с другими российскими компаниями провел ряд работ по экспертизе проекта, расчету радиационной обстановки на судне при перевозке радиоактивного груза и разработке программы радиационной защиты.

Для ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова это не первая работа такого рода – именно этот институт разрабатывал проект переоборудования теплохода проекта JS86-063 для перевозки ОЯТ. Тем не менее, обоснование перевозки на пароме является принципиально новым, хотя бы потому, что Кодекс ОЯТ не распространяется на накатные суда. При этом именно накатный способ перегрузки в порту является, очевидно, наиболее безопасным, так как исключает кантование, подъем и опускание опасного груза. Для выгрузки ОЯТ на берег достаточно подвести и закрепить аппарели, связывающие железнодорожное полотно на палубе парома с соответствующими железнодорожными путями на причале. Процесс выкатки вагонов с судна на берег занимает несколько минут, что очень хорошо с точки зрения физической защиты груза. Кроме того, на железнодорожных паромах возможно будет перевозить грузы ОЯТ, упакованные не только в описанные выше транспортные пакеты-контейнеры, но и в традиционных, предназначенных для этого железнодорожных вагонах типа ТК-5, ТК-6, ТК-11, ТК-ВГ-18 и других.

are prepared to treat sea transport of spent fuel as one of several equally acceptable means of dangerous cargo transportation. There is no doubt that this method will continue to be used for future projects under the Russian Research Reactor Fuel Repatriation programme (RRRFR).

However, the level of technology keeps on advancing further. In 2010, the Maritime Engineering Bureau in Odessa, Ukraine, produced a justification for transport of spent fuel by the CNF09 rail ferry, as well as developed a design package for re-fitting a vessel for compliance with the Spent Fuel Code requirements. The leading Russian sea craft designer – the Krylov Shipbuilding Research Institute – has jointly with a number of other Russian companies performed a number of design review activities, as well as calculations to predict the radiological situation on board a ship carrying a radioactive cargo and to develop a radiation protection programme.

For the Krylov Shipbuilding Research Institute this is not the first project of this kind: it was this institute that had developed the design package for re-fitting the JS86-063 motor vessel for spent fuel transports. Nonetheless, justification of transport by ferry is a brand new objective, not least because the Spent Fuel Code does not apply to trailer ships. At the same time, quite obviously, the rolling method of loading/off-loading in a port is the safest, as it precludes the need for any upending, lowering or lifting of the dangerous cargo. In order to off-load the spent fuel on shore it would be sufficient to install and secure the loading ramp that would connect the rail tracks on board the ferry to the corresponding rail tracks on the moorage. The process of rolling the wagons from the vessel ashore would only last a few minutes, which is very good from the viewpoint of physical protection of the cargo. In addition to that, rail ferries would be suitable for transportation of spent fuel cargoes packaged not only into the transport packages described above, but also into the more traditional TK-series of rail wagons such as the TK-5, TK-6, TK-11, TK-VG-18, and others.

Sea rail ferries are being used more and more frequently for transports of mixed cargoes. Ferry lines have already connected Russia to the Baltic and Black Sea countries, serving as 'bridges' between nations that do not share a land boundary. As Russia's 'nuclear' partners include a number

Загрузка ОЯТ в трюм теплохода проекта JS86-063 в Гдыне
Spent fuel loading into the JS86-063 motor ship hold in Gdynia

Морские железнодорожные паромы находят все большее применение в смешанных перевозках груза. Паромные линии уже соединяют Россию с балтийскими и черноморскими странами, служа «мостами» между государствами, не имеющими общей сухопутной границы. Поскольку среди «ядерных» партнеров России немало таких стран, вопрос обоснования возможности перевозки ОЯТ на железнодорожном пароме представляется весьма актуальным, в том числе и для продолжающейся программы RRRFR.

Заключение, сделанное ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, подтверждает возможность транспортирования ОЯТ на железнодорожном пароме, причем без специальной биологической защиты. При этом, однако, необходимо соблюдать ряд обязательных принципиальных мер. Среди них строго определенное размещение ОЯТ на оптимальном расстоянии от жилых помещений судна, консервативный подход к расчету радиационной обстановки в нормальных и аварийных условиях, выполнение требований к закреплению контейнеров и вагонов-платформ с грузом ОЯТ, обязательный радиационный и температурный контроль груза, возможность его аварийного охлаждения и т.д. При соблюдении данных рекомендаций перевозка ОЯТ на железнодорожном пароме становится вполне безопасной, что подтвердил Морской регистр судоходства Украины, выдав железнодорожному парому международный сертификат на соответствие классу INF-2.

ТЕПЛОХОД «РОССИТА»

Другое направление развития морских перевозок ОЯТ связано с реабилитацией бывших береговых баз военно-морского флота на северо-западе России. Для этой цели по заказу Госкорпорации «Росатом» в Италии по проекту нижегородского КБ «Вымпел» и его контрагентов построено специализированное судно «Россита».

«Россита» – судно ледового класса, предназначенное для работы в сложных арктических условиях. Его длина – 84 м, ширина – 14 м. Теплоход имеет два изолированных грузовых трюма общей грузовместимостью 720 т, способен развивать скорость 12 узлов и может пройти до 3 тыс. морских миль без пополнения запасов топлива, провизии и пресной воды. Грузовые трюмы оборудуются специальной системой вентиляции для поддержания в них температуры не выше значения, требуемого Кодексом ОЯТ. Радиационный контроль будет обеспечиваться как автоматизированной многоканальной системой, так и комплексом переносных приборов, а также средствами индивидуального и группового дозиметрического контроля.

Предполагается, что «Россита» будет перевозить ОЯТ преимущественно в контейнерах ТУК-18, однако формально судно не ограничено по типу упаковки ОЯТ. Оно позиционируется как многофункциональное, с возможностью перевозки ISO-контейнеров с единственным ограничением по общей активности ОЯТ.

Судно будет ходить под флагом Российской Федерации по Северной Атлантике, а также Баренцеву и Белому морям, курсируя между Мурманском, поселком Гремихой, губой Андреева, губой Сайдой,

Кодекс ОЯТ – основной документ, регламентирующий порядок подготовки морского судна к перевозке ОЯТ, разработанный Международной морской организацией для судов с закрытыми грузовыми помещениями.

The Spent Fuel Code is the key document that determines how a sea vessel is to be prepared for transportation of spent fuel, developed by the International Maritime Organisation for ships with enclosed cargo compartments.

of such countries, the question of justifying the possibility of spent fuel transport by rail ferries does seem to hold very much promise, including for applications within the framework of the on-going RRRFR programme.

The conclusion that was drawn by the Krylov Shipbuilding Research Institute confirms that it is feasible to perform transportation of spent fuel by rail ferries, notably, without any special shielding. At the same time, however, it will be necessary to observe a number of vital conditions. These include strictly placing the spent fuel optimum distance away from the vessel's accommodation spaces, application of a conservative approach to calculations of radiological situation in normal and accidental conditions, observance of securing requirements for the cask and rail wagons carrying the spent fuel, obligatory radiation and temperature monitoring of the cargo, provisions for its emergency cooling, etc. If these recommendations are observed, transport of spent fuel by rail ferry can be quite safe, as acknowledged by the Registrar of Shipping of Ukraine, which issued a rail ferry with an international certificate for compliance with class INF-2 requirements.

ROSSITA MOTOR VESSEL

Another area where sea transport of spent fuel could advance is associated with the remediation efforts at the former technical naval bases in the Russian North-West. For that purpose, the Rosatom Corporation has ordered, the Nizhniy Novgorod Vympel design bureau designed and an Italian shipyard built the Rossita specialised vessel.

The Rossita is an Arctic class ship intended for navigation in difficult icy waters. It is 84 metres long, and 14 metres wide. This motor vessel features two isolated cargo holds with the total carrying capacity 720 tonnes, capable of going as fast as 12 knots and covering a distance of up to 3 thousand nautical miles without having to re-fuel or re-stock in food and fresh water. The cargo holds are equipped with a special ventilation system to ensure that the ambient temperature inside them is within permissible according to the Spent Fuel Code. Radiation monitoring will be provided both by an automatic multi-channel system and a set of portable instruments, as well as means of individual and group dosimetry.

The Rossita is expected to primarily transport spent fuel packaged into the TUK-18 overpacks, however formally there are no limitations on the vessel regarding the type of spent fuel package that it can carry. It is being positioned as a multi-functional ship, capable of transporting ISO-containers, with its only limitation being the total radioactivity of spent fuel.

Северодвинском и другими пунктами, где располагаются объекты, связанные с утилизацией атомных подводных лодок. Таким образом «Россита» полностью обеспечит перевозки ОЯТ и РАО на весь период реабилитации северо-западных береговых территорий. Однако и по району плавания судно также не ограничено и вполне может быть использовано для целей программы RRRFR.

Теплоход «Россита» будет находиться в управлении ФГУП «Атомфлот» (Госкорпорация «Росатом»). Судно спущено на воду 16 декабря 2010 года и в 2011 году выполнит первые рейсы.

СМЕШАННОЕ ПЛАВАНИЕ

Еще одно направление перспективного развития морских перевозок ОЯТ может быть связано с расширением района судоходства специально подготовленных судов. Если его осадка позволит проходить по рекам, это значительно сократит протяженность многих маршрутов транспортирования ОЯТ как по России, так и из-за рубежа, используя внутренние водные пути. Большинство крупных речных портов обладают развитой инфраструктурой и вполне могут обеспечить безопасную перегрузку ОЯТ. Таким образом, принципиальным становится наличие в России судна, способного совершать смешанное (река – море) плавание, обоснование возможности перевозки на нем опасных грузов класса 7, включая ОЯТ. Разумеется, такой проект должен иметь серьезную оценку воздействия на окружающую среду, в том числе на население.

Такая работа в настоящее время ведется в ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. Сформулированы основные технические требования к такому судну, которые, помимо обеспечения смешанного плавания, включают в себя ограничение осадки до 3 м и ширины судна до 14 м, а также достаточную прочность корпуса и соответствующий ледовый класс. Кроме того, предложен определенный базовый набор основных работ по дооборудованию судна на соответствие Кодексу ОЯТ (класс INF-2). Такие работы позволят в кратчайшие сроки привести судно в соответствие с международными стандартами и обеспечить возможность перевозки на нем грузов отработавшего ядерного топлива.

Особенно интересен и перспективен вариант использования смешанной перевозки по трассе Северного морского пути при реализации северных проектов. Например, вместо того, чтобы на пути с Чукотки в Озерск делать большой «крюк» для захода в Мурманск, опасный радиоактивный груз может быть перегружен на железную дорогу или другой вид транспорта в одном из портов в устьях сибирских северных рек.

***

Вынесенная в заглавие статьи польская пословица как нельзя лучше иллюстрирует историю развития сертифицированных морских перевозок ОЯТ в России. Благодаря серьезным и ответственным задачам, поставленным программой RRRFR, эти перевозки начались. И они, безусловно, будут продолжены при реализации других масштабных проектов, руководимых Госкорпорацией «Росатом».

The ship will fly the Russian flag and make trips across the Northern Atlantic, as well as the Barents and White Seas, between its destinations at Murmansk, Gremikha, Andreyev Bay, Saida Bay, Severodvinsk and other locations associated with the on-going nuclear submarines dismantling activities. Therefore, the Rossita will fully support the transports of spent fuel and radwaste throughout the entire period of remediation operations in the North-West. However, the ship's navigation region is not limited to just that area, and it may well be used for the purposes of the RRRFR programme.

The Rossita motor vessel will be operated by FSUE Atomflot (part of the Rosatom Corporation). The vessel was set afloat on the 16th December 2010 and will make its first journeys in 2011.

MIXED NAVIGATION

Yet another promising area for development of spent fuel transports by sea may be associated with expansion of the navigation region of specially prepared ships. If a ship's draught is sufficient for it to navigate rivers, it might help shorten many spent fuel transport routes considerably, both within Russia and from overseas, by using inland waterways. Most large river ports have a well-developed infrastructure and are quite capable of safely receiving spent fuel cargoes for re-loading. Therefore, it is becoming a matter of principal importance for Russia to have a vessel capable of mixed (river and sea) navigation, and to justify that it is suitable for transport of class 7 dangerous goods, including spent fuel. Of course, any such project would require a thorough evaluation of its impact upon the environment and the public.

This work is currently on-going at the Krylov Shipbuilding Research Institute. Key technical requirements to the vessel have been formulated, which, in addition to provision of the mixed navigation capability, include limitations on draught of 3 metres and on vessel width of 14 metres, as well as sufficient strength of the vessel hull and sufficient polar class. In addition to that, a standard basic set of upgrades has been suggested that will help ensure the vessel can meet the INF-2 class requirements. These upgrades will enable the ship to be brought to compliance with the international standards and be used for transport of spent nuclear fuel cargoes.

The mixed navigation option is of particular interest for the 'northern' projects that are to be implemented in regions along the Northern Sea Route. For instance, instead of travelling from the Chukotka all the way to Murmansk on route to the final destination of Ozersk, the dangerous radioactive cargo could be re-loaded onto rail wagons or another means of transport in one of the ports in the estuaries of the major northbound rivers of Siberia.

***

The Polish saying that made the title for this article illustrates as best as possible the history of certified sea transports of spent nuclear fuel in Russia. It was the seriousness and sheer scale of the tasks that had to be tackled as part of the RRRFR programme that triggered the sea transports to begin. And they will beyond any doubt now continue for implementation of other large-scale projects managed by the Rosatom Corporation.