

ОПЫТ ПЕРЕВОЗОК И ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОТРАБОТАВШЕГО ТОПЛИВА В СССР

В.Н. ЕРШОВ, Ю.В. КОЗЛОВ, А.Н. КОНДРАТЬЕВ

С.Г. ЛЕБЕДЕНКО, Н.С. ТИХОНОВ

Всесоюзный проектный и научно-исследовательский институт комплексной энергетической технологии, Ленинград,

Союз Советских Социалистических Республик

Abstract—Аннотация

TRANSPORT EXPERIENCE AND BASIC REGULATIONS FOR ENSURING SAFETY AND PHYSICAL PROTECTION DURING THE TRANSPORT OF IRRADIATED FUEL IN THE USSR.

The paper considers the main principles involved in the organization in the USSR of the transport of irradiated nuclear power plant fuel by special trains, with account taken of experience already gained. Certain provisions of the current USSR regulations for safety and physical protection in the transport of nuclear materials are discussed.

ОПЫТ ПЕРЕВОЗОК И ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОТРАБОТАВШЕГО ТОПЛИВА В СССР

В докладе рассмотрены основные принципы организации перевозок в СССР отработавшего ядерного топлива атомных электростанций с использованием специальных железнодорожных поездов с учетом накопленного опыта перевозок. Обсуждены некоторые положения действующих в СССР "Основных правил безопасности и физической защиты при перевозке ядерных материалов".

Регулярные перевозки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) от атомных электростанций в СССР осуществляются сравнительно недавно. В 1974 году с Нововоронежской АЭС было перевезено ОЯТ реакторов ВВЭР-210 и ВВЭР-365, в дальнейшем выполнены перевозки ОЯТ серийных реакторов ВВЭР-440. Для первых перевозок использовались два вагона-контейнера ТК-НВ в составе специального железнодорожного поезда, в который кроме вагонов-контейнеров входили два вагона прикрытия и вагон сопровождения. В вагоне-контейнере размещался один контейнер вместимостью 30 отработавших ТВС (около 4 т по UO_2).

Примерно с этого же времени начались постоянные перевозки в СССР ОЯТ реактора ВВЭР-70 АЭС "Райнсберг", ГДР. При этом также использовали специальный железнодорожный поезд в составе вагона-контейнера (разработки ГДР), двух вагонов сопровождения и вагона прикрытия. В вагоне-контейнере размещался контейнер ТК-Райнсберг вместимостью 31 отработавшая ТВС. Количество рейсов с использованием указанных транспортных средств было небольшим и составляло приблизительно 1—2 рейса в год каждого из вагонов-контейнеров.

С 1979 года, после ввода в эксплуатацию вагонов-контейнеров ТК-6 новой конструкции, начались перевозки ОЯТ реакторов ВВЭР-440 не только от советских АЭС, а также АЭС стран-членов СЭВ (НРБ, ГДР, ЧССР) и Финляндии. Для этих перевозок были сформированы специальные поезда, в состав каждого из которых входили 4 вагона-контейнера ТК-6, два вагона сопровождения и вагоны прикрытия. В вагоне-контейнере размещается контейнер ТК-6 вместимостью 30 отработавших ТВС.

Уже при первых перевозках ОЯТ от АЭС в СССР были определены некоторые принципиальные решения по общей организации таких перевозок, которые, в основном, остаются в силе и в настоящее время. Первое, это использование для перевозок железнодорожного транспорта в качестве основного вида транспорта. Такое решение обуславливается широким развитием железных дорог в СССР, наличием подъездных железнодорожных путей почти на всех АЭС. Использование железнодорожного транспорта позволяет осуществлять перевозки в большегрузных контейнерах, и уже первые контейнеры имели практически максимально возможные габариты, а соответственно и вместимость по ОЯТ.

Другим принципиальным решением по организации перевозок ОЯТ являлось использование специальных железнодорожных поездов и выполнение перевозок только на условиях полного груза (исключительного использования) в соответствии с Правилами МАГАТЭ. В состав специальных поездов входят только вагоны-контейнеры, вагоны сопровождения и вагоны прикрытия. В вагоне-контейнере обычно размещается один контейнер с ОЯТ и системы поддержания необходимых температурных условий (системы вентиляции, отопления и др. Следует отметить, что при перевозках специальный поезд может проходить через территории с довольно значительным колебанием температуры окружающей среды. Так АЭС с реакторами ВВЭР-440 находятся и на Кольском полуострове и в Армении. Поэтому системы принудительного охлаждения и отопления, теплоизоляция кузова являются во многих случаях необходимыми, так как позволяют свести к минимуму влияние внешних условий на тепловой режим транспортного упаковочного комплекта. Вагоны сопровождения предназначены для размещения технического персонала сопровождения перевозчика груза ОЯТ, персонала охраны, а также для размещения средств дистанционного контроля и поддержания температурных условий. Количество вагонов-контейнеров в составе специального поезда определяется, в основном, из задачи вывоза за один рейс годовой выгрузки ОЯТ от 1–2 реакторов. Например, в состав поезда может входить до восьми вагонов-контейнеров ТК-6, обеспечивающих вывоз от двух реакторов ВВЭР-440. На это количество вагонов-контейнеров рассчитываются и технические средства в вагонах сопровождения.

Решение об использовании для перевозок ОЯТ специальных поездов определялось с одной стороны необходимостью обеспечения высокой степени безопасности перевозок ОЯТ, а с другой стороны специфическими особенностями перевозок и требованиями к таким перевозкам, которые обуславливают целесообразность использования специальных поездов и с технико-экономической точки зрения.

Использование специальных поездов для обеспечения безопасности естественно предпочтительнее. Это позволяет особо тщательно проводить подготовку подвижного

состава всего поезда к рейсу и контролировать его состояние в ходе перевозки, что практически исключает возможность аварий из-за неисправности подвижного состава. Вследствие отсутствия в составе специального поезда других опасных грузов (горючих, взрывчатых веществ и т. п.) даже при наиболее частых железнодорожных авариях, как, например, сход с рельсов, последствия будут минимальными. Пропуск специального поезда осуществляется в первую очередь и за его движением осуществляется постоянный контроль, что приобретает особое значение для оперативной организации спасательных работ в случае аварии, даже при недееспособности сопровождающего персонала вследствие аварии. Большое значение имеет предупреждение случайного облучения лиц из населения по пути следования, и, в особенности, железнодорожного персонала на постоянных маршрутах перевозок ОЯТ, в частности, в пунктах перестановки колесных пар и передачи транспортных средств на границе СССР, при международных перевозках.

С технико-экономической стороны целесообразность использования специальных поездов определяется следующими особенностями.

Во-первых, маршруты перевозок являются определенными, в частности, они не должны проходить через крупные города, и требования по маршрутам с использованием специальных поездов выполняются.

Во-вторых, расстояния перевозок довольно велики, особенно при международных перевозках, и время нахождения вагонов-контейнеров в пути составляет значительную часть времени всего цикл-рейса. При международных перевозках время нахождения в пути дополнительно увеличивается вследствие необходимости выполнения процедур передачи груза ОЯТ из одной страны в другую и перестановки колесных пар. Исходя из этого, оборачиваемость транспортных средств при использовании специальных поездов не на много отличается от повагонных отправок.

Далее, технологические операции по приемке на АЭС вагонов-контейнеров, подготовке и загрузке контейнеров ОЯТ, подготовке контейнеров с ОЯТ к отправке, включая выход на стационарный тепловой режим, дезактивацию, радиационный контроль, оформление документации, дают возможность параллельно обслуживать сразу несколько контейнеров. С учетом возможности наличия на АЭС нескольких реакторов (для ВВЭР-440 два реактора размещены в одном здании, а на одной площадке до четырех реакторов) может вестись одновременная загрузка контейнеров специального поезда. Все это значительно уменьшает простой вагонов-контейнеров. Так из опыта перевозок ОЯТ ВВЭР-440 следует, что если все операции по загрузке и отправке одного вагона-контейнера занимают 5–6 суток, то для четырех вагонов-контейнеров это время составляет 10–12 суток.

Особое преимущество, а практически необходимость, использования специальных поездов, обуславливается возможностью перевозок ОЯТ в контейнерах, требующих контроля и обслуживания в ходе перевозки, например, таких как некоторые упаковки типа В(М) в соответствии с Правилами МАГАТЭ. Так для вагонов-контейнеров ТК-6 при перевозках ОЯТ в водозаполненных контейнерах необходимо поддержание определенного теплового режима с помощью принудительного охлаждения или в некоторых случаях дополнительного обогрева контейнеров. В то же время, можно

отметить, что использование принудительного охлаждения в ходе проведения перевозок было незначительным. Это объясняется тем, что по требованиям Правил МАГАТЭ расчет теплового режима проводится для более жестких условий, чем при реальных перевозках. Например, расчет проводился на условия стоянки поезда, максимальную температуру окружающего воздуха $+38^{\circ}\text{C}$, солнечную инсоляцию в течение 12 часов.

Исходя из принятых в СССР и в других странах—членах СЭВ требований по физической защите груза ОЯТ, как материала, попадающего под действие "Международной конвенции о физической защите ядерного материала", при перевозках ОЯТ необходима охрана. Это требование также легко выполняется при использовании специальных поездов.

В чисто экономическом отношении стоимость пропуска по железной дороге специального поезда из достаточно большого количества вагонов-контейнеров оказывается не больше, чем при их повагонных отправлениях. Следует учесть, что при повагонных отправлениях стоимость определяется количеством осей вагона, а используемые для перевозок ОЯТ вагоны-контейнеры имеют до 12 осей. То есть, например, специальный поезд из 8 вагонов-контейнеров, двух вагонов сопровождения и вагонов прикрытия имеет не менее 108 осей, что в пересчете на обычные грузовые вагоны составит 27 вагонов.

Таким образом, указанные особенности и требования к перевозке ОЯТ определяют технико-экономическую целесообразность использования для перевозок ОЯТ специальных поездов. В то же время, возможность долговременного планирования перевозок ОЯТ по конкретным срокам позволяет облегчить необходимую подготовку на железных дорогах к пропуску таких специальных поездов.

Опыт организации перевозок ОЯТ нашел отражение в разработанных в СССР в 1983 году и введенных в действие "Основных правилах безопасности и физической защиты при перевозке ядерных материалов".

В этих правилах определены требования безопасности к упаковкам и их испытаниям (в основном в соответствии с Правилами МАГАТЭ), а также даны указания по особенностям организации перевозок с точки зрения обеспечения безопасности, которые были рассмотрены выше.

Среди других особенностей по организации в СССР перевозок ОЯТ, которые отражены в указанных правилах, хотелось бы отметить требование по отсутствию снимаемого радиоактивного загрязнения наружной поверхности транспортных средств, выполнение которого исключает распространение радиоактивных веществ в окружающую среду при перевозках. Накопленный опыт перевозок ОЯТ показал, что при организации перевозок имеется возможность без больших затрат предотвратить загрязнение наружной поверхности транспортных средств.

Особое внимание при разработке правил было уделено определению необходимых мероприятий по ликвидации последствий аварий, связанных с перевозкой ядерных материалов. С целью оперативного определения уровня радиационной опасности, возникающей при аварии, введена классификация аварий по трем степеням опасности. Кратко они могут быть определены следующим образом:

1 степень опасности — аварии, когда не происходит увеличения радиационного воздействия от упаковок с ядерным материалом, и как таковой радиационной аварии нет;

2 степень опасности — аварии, когда уровень излучения и выхода активности из упаковок возрастает и находится в пределах установленных для предвидимых аварийных ситуаций (в соответствии с Правилами МАГАТЭ);

3 степень опасности — аварии, когда уровни излучений и выход активности из упаковок превышает пределы, установленные для предвидимых аварийных ситуаций.

Учитывая, что в соответствии с правилами, перевозки осуществляются с сопровождающим персоналом, при аварии 1 степени опасности ее ликвидации осуществляется сопровождающим персоналом с участием соответствующих сил транспортных организаций. На крайний случай (например, выход сопровождающего персонала из строя) предусматривается использование аварийной карточки, которая в металлическом пенале находится в транспортном средстве, а также имеется у транспортных организаций.

Для ликвидации последствий аварий 2 и 3 степени опасности наряду со спасательными силами транспортных организаций требуется вывоз специальных аварийных бригад. С этой целью все предприятия, осуществляющие отправку или приемку ядерных материалов, а также другие предприятия, определяемые министерствами, имеют аварийные бригады и соответствующие средства их технической оснастки.

Для аварий каждой степени опасности в правилах определены конкретные меры по обеспечению безопасности, порядок проведения спасательных работ, лица и учреждения, ответственные за их проведение.

В разработанных правилах определены требования по физической защите ядерных материалов в ходе перевозок, включая и международные перевозки. Так для всех перевозок ядерных материалов требуется наличие сопровождающего персонала, для некоторых видов ядерных материалов требуется охрана. При организации перевозок с точки зрения физической защиты, должны выполняться следующие требования: ограничение времени нахождения ядерного материала в пути; ограничение перевалок груза с одного вида транспорта на другой; избегание регулярных графиков движения; использование кодирования; подготовка транспортных средств; ограничение круга лиц, осведомленных о маршруте и сроках перевозки и др. В правилах определены и другие меры по физической защите при перевозке ядерных материалов, а также организации ответственные за их выполнение, что позволяет обеспечить уровень физической защиты не ниже, чем это требуется "Международной конвенцией о физической защите ядерного материала".

В заключении доклада следует отметить, что накопленный к настоящему времени опыт перевозок ОЯТ ВВЭР-440 подтверждает правильность основных принципов организации перевозок и положений действующих правил. С помощью специальных железнодорожных поездов было выполнено более 150 вагон-контейнерных перевозок. При перевозках не было зафиксировано ни радиационных аварий, ни радиационных инцидентов, ни ситуаций, которые могли бы привести к авариям, например, неисправности подвижного состава. Все это позволяет и на будущее рассматривать проведение

перевозок ОЯТ от АЭС СССР и других стран—членов СЭВ с использованием специальных железнодорожных поездов в качестве основного варианта перевозок. В то же время опыт перевозок определил и целесообразность некоторых изменений, например, переход с водозаполненных на газозаполненные контейнеры, которые более просты в эксплуатационном отношении. Эти изменения учтены в разработках конструкций контейнеров для перевозки ОЯТ нового поколения реакторов ВВЭР-1000.