

Безопасная перевозка радиоактивных веществ — перспективы на ближайшие 10 лет

Р. Баркер*

Количество перевозок радиоактивных веществ неуклонно растет, причем, согласно некоторым оценкам, темпы роста составляют примерно 10% в год. Во всем мире ежегодно уже перевозится несколько миллионов упаковок, и число перевозимых упаковок будет возрастать по крайней мере в течение ближайших 10 лет.

Такое возрастание отчасти будет обусловлено ожидаемым ростом числа эксплуатируемых АЭС, которые будут отгружать облученное топливо, хранящееся ранее на площадках или выгруженное из реакторов, а также соответствующим увеличением объема отгрузок ядерных отходов [1]. Для обеспечения роста масштабов производства и использования ядерного топлива необходимо увеличить добычу (а следовательно, и объем перевозок) урановых и ториевых руд, а также производство концентратов, нитратов, фторидов и свежего топлива. Перевозки высокоактивных отходов, образующихся при переработке ядерного топлива, уже осуществляются в определенном объеме в Европе и будут возрастать в последующие годы; такие перевозки могут возобновиться в этот период и в США. Кроме того, в ближайшие десять лет некоторые реакторы могут быть сняты с эксплуатации, в связи с чем также потребуются перевозки в особых условиях [2, 3].

В следующем десятилетии может возникнуть новый тип перевозок груза, содержащего несколько килограммов (активность — миллионы кюри) трития. Ряд таких легко контролируемых перевозок крупных партий груза потребует осуществления при эксплуатации прототипа термоядерного реактора — совместного проекта, осуществляемого СССР, США и другими странами в рамках МАГАТЭ. Технология проектирования упаковок для перевозки подобных грузов хорошо разработана, однако маловероятно, что какая-либо из существующих конструкций рассчитана на обращение с большими количествами трития, поэтому потребуются разработка новых конструкций упаковок. Ожидается дальнейшее расширение масштабов применения радиоактивных методов в медицине, промышленности, научных исследованиях, и, по-видимому, станут еще более частыми связанные с этим перевозки радиоактивных веществ.

В настоящее время Агентство проводит сбор данных о перевозках, осуществляемых во всех государствах-членах [4], и в 1981 году будут опубликованы результаты анализа этих данных. Можно ожидать, что в течение ближайших лет на первом

месте по количеству перевозимых упаковок окажутся упаковки, содержащие грузы, на которые не распространяется действие правил (например, детекторы дыма и часы со светящимся циферблатом), и радиоизотопы для применения в медицине, по объему перевозок — перевозки урановых руд и концентратов и по максимальному уровню активности — грузы, содержащие облученное ядерное топливо.

Хронология событий, относящихся к разработке правил

- | | |
|-------------------|--|
| 1898 г. | — открытие радия супругами Кюри |
| 1947 г. | — в США приняты правила перевозки радиоактивных веществ |
| 1959 г. | — ЭКОСОС ООН поставил перед МАГАТЭ задачу разработать рекомендации по безопасной перевозке радиоактивных веществ |
| 1959-1960 гг. | — с целью подготовки проектов и рекомендаций МАГАТЭ провело совещание экспертов по темам: <ul style="list-style-type: none">• радиоизотопы, руды и остатки;• крупные радиоактивные источники и делящиеся вещества |
| 1961 г. | — МАГАТЭ опубликовало "Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ", серия изданий по безопасности №6, и "Пояснительные замечания к правилам", серия изданий по безопасности №7 |
| 1963-1964 гг. | — всесторонний пересмотр правил на совещаниях специалистов МАГАТЭ |
| 1964 г. | — МАГАТЭ выпустило пересмотренное (1964 г.) издание правил |
| 1967 г. | — МАГАТЭ выпустило издание правил 1967 г. |
| 1970-1971 гг. | — всесторонний пересмотр правил на совещаниях специалистов МАГАТЭ |
| 1973 г. | — МАГАТЭ выпустило пересмотренное (1973 г.) издание правил и опубликовало "Справочный материал по применению правил МАГАТЭ по безопасности перевозки радиоактивных веществ", серия изданий по безопасности №37 |
| 1975 г. и 1977 г. | — МАГАТЭ, пользуясь "правилом 90 дней", которое дает право государствам-членам представить свои замечания в течение 90 дней, направило государствам-членам дополнительные изменения к правилам |
| 1979 г. | — МАГАТЭ выпустило пересмотренное и исправленное издание правил 1973 г. |
| 1980-1982 г. | — консультативная группа МАГАТЭ проводит всесторонний пересмотр правил |
| 1983 г. | — МАГАТЭ планирует выпустить издание 1983 г. правил наряду с публикацией пересмотренного справочного материала и первого документа из серии пояснительных материалов. |

* Сотрудник Секции радиологической безопасности, Отдел ядерной безопасности, МАГАТЭ.

История создания правил

Агентство впервые опубликовало "Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ" (серия изданий по безопасности № 6) в 1961 году; действующий в настоящее время вариант правил представляет собой пересмотренное издание 1973 года (с исправлениями)*. В 1969 году после принятия правил национальными компетентными органами и различными международными учреждениями, занимающимися вопросами перевозок [5] (среди которых Международная авиатранспортная ассоциация, Межправительственная морская консультативная организация, Совет Экономической Взаимопомощи, Международная конвенция о железнодорожной перевозке грузов), правила стали распространяться на большинство перевозок радиоактивных веществ. В апреле 1980 года Постоянная консультативная группа Агентства по перевозке радиоактивных веществ рекомендовала, чтобы правила перевозки полностью пересматривались с интервалом не менее 10 лет, однако этот срок может быть продлен в случае, если не возникают новые обстоятельства, обуславливающие необходимость подобного рассмотрения.

Агентство только что завершило первый этап рассмотрения пересмотренного издания правил 1973 года по перевозке. Специальная группа в составе более 50 участников из государств-членов и других международных организаций пересмотрела правила** в свете комментариев заинтересованных сторон и пришла к заключению, что необходимо внести лишь относительно небольшие изменения. Первый проект нового варианта, подготовленный в сентябре 1980 года, содержал только три значительных изменения: добавление требования о том, что контейнеры для облученного топлива должны испытываться погружением в воду на глубину 200 м; ограничение толкования термина "низкая удельная активность" лишь материалами, уровень излучения которых не превышает 1 бэр/ч на расстоянии 3 м от неэкранированного вещества; указание проектных норм облучения для людей и фотоматериалов. Однако внесение редакторской правки и перевод всех формул на единицы СИ требует переработки значительной части текста правил. Поэтому производимый сейчас полный пересмотр и составленное с учетом результатов этого пересмотра новое издание правил, выпуск которого намечен на конец 1983 года, должны оставаться действительными в течение не менее чем 10 лет, учитывая объем этого пересмотра и рекомендации Постоянной консультативной группы.

Выполнение и соблюдение правил

Важность надлежащего выполнения правил и гарантий соблюдения их требований была признана уже тогда, когда в Агентстве были начаты первые работы, связанные с разработкой международных норм.

* Английский текст, который включает в себя все недавно внесенные в пересмотренное издание 1973 года исправления, был опубликован в декабре 1979 года; скоро должны быть опубликованы тексты на испанском, русском и французском языках.

** Раздел по ядерной критичности был отдельно пересмотрен специалистами в этой области в марте 1981 года.

Было принято специальное решение не заключать конвенций и договоров, которые требовали бы от государств-членов применения правил. Вместо этого за государствами-членами и международными организациями, осуществляющими функции регулирования в области перевозок, было оставлено право выполнения правил в рамках собственных полномочий и право разработки соответствующих программ по контролю за их соблюдением. В 1961 году Агентство опубликовало "Пояснительные замечания к Правилам" (серия изданий по безопасности № 7), а в 1973 году "Справочный материал по применению Правил МАГАТЭ по безопасной перевозке радиоактивных веществ" (серия изданий по безопасности № 37), которые содержат информацию, касающуюся выполнения и соблюдения правил. Начиная с 1982 года Агентство будет проводить региональные учебные курсы, на которых развивающимся странам будут предоставляться консультации и помощь по вопросам разработки соответствующих программ по применению правил и контролю за их соблюдением.

Масштабы применения правил во всем мире, а также удовлетворительная статистика безопасности, достигнутая в результате их соблюдения, свидетельствуют о степени признания и о полноте правил. Однако разработка правил не может считаться законченной, поскольку перевозки, как и многие другие виды ядерной деятельности, являются динамичной областью. Конструкции упаковок, так же как и методы транспортировки упаковок и методы обращения с грузами, будут постоянно изменяться и совершенствоваться. С целью удовлетворения требований по обеспечению более эффективной защиты от ионизирующих излучений будет разработано специальное оборудование для обращения с упаковками, грузовые автомобили, железнодорожные вагоны и суда специального назначения. В Японии уже создано судно специальной конструкции для перевозки крупногабаритных контейнеров, содержащих облученное топливо [6]. Швеция планирует внедрить систему морских перевозок с применением специальных контейнеров для перевозки отработанного топлива и крупногабаритных бетонных контейнеров для транспортировки металлических бочек и бетонных блоков. Для этой системы будет построено судно, обеспечивающее перегрузку методом перекатывания; это судно будет использоваться для доставки отработанного топлива и реакторных отходов к главному центру по переработке или к центральному хранилищу [7]. В настоящее время разрабатываются крупногабаритные контейнеры для перевозки облученного топлива для замены контейнеров меньшего размера, что обеспечит более эффективную транспортировку грузов отработанного топлива.

Подготовка кадров

Можно ожидать, что в будущем вопросам подготовки специалистов по перевозкам будет уделяться более серьезное внимание. В течение многих лет для перевозки высокоактивных и крупногабаритных грузов в некоторых государствах используются специально оборудованные транспортные средства, такие, как самолеты, железнодорожные вагоны

и грузовые автомобили. В отношении таких перевозок следует ожидать, что требования к подготовке персонала транспортных организаций будут повышаться с тем, чтобы этот персонал мог осуществлять эффективный контроль за такими отгрузками, принимать необходимые меры в случае возникновения аварийных ситуаций и действовать с большей ответственностью при осуществлении регулярных перевозок. Использование более квалифицированного персонала не только успокоит общественное мнение, но и уменьшит вероятность случайного облучения при перевозках.

Готовность на случай аварийных ситуаций

По мере роста числа отгрузок и увеличения количества людей, принимающих участие в перевозках, количество различного рода происшествий будет неизбежно возрастать, даже несмотря на весьма низкую вероятность отклонений от нормальных условий перевозки для любой отдельно взятой отгрузки. Риск по-прежнему остается низким, однако будут происходить многочисленные незначительные отклонения от нормы, а иногда возможны и серьезные аварии.

В большинстве государств-членов вопросам планирования действий на случай возникновения аварийных ситуаций и готовности к таким ситуациям уже сейчас уделяется серьезное внимание. Агентство опубликовало несколько руководств, посвященных этим вопросам [4-5]. В последующие несколько лет предстоит разработать разнообразные планы мероприятий на случай аварийных ситуаций. Каждый грузоотправитель должен иметь план, предусматривающий проведение определенных мероприятий в случае возникновения аварийной обстановки при перевозке груза, а также специальные инструкции для перевозчика в связи с данным грузом. Каждый перевозчик, осуществляющий перевозку радиоактивных веществ, должен иметь план меро-

приятий на случай аварийных ситуаций с указаниями о том, кого необходимо уведомить в случае аварийных работ с радиоактивными веществами и с кем необходимо связаться для получения специальных консультаций и помощи. Аварийные службы — полиция, пожарные команды и скорая медицинская помощь — должны иметь соответствующие планы действий, пройти соответствующее обучение и располагать техникой для работ с радиоактивными веществами. Страны, в которых перевозятся радиоактивные вещества, должны иметь (созданные на основе взаимопомощи или собственные) планы мероприятий, парк оборудования и специально подготовленные службы на случай тех аварийных ситуаций, которые могут возникнуть в связи с перевозкой конкретных радиоактивных веществ в данной стране. Важным и часто выпадающим из поля зрения элементом любого плана мероприятий на случай возникновения аварийных ситуаций является создание службы связи, способной в понятной и общедоступной форме объяснить представителям средств массовой информации и общественности "что происходит". Поскольку отклонения от нормы при перевозках случаются не часто, важно проводить регулярные проверки эффективности действия планов и учебные тревоги с использованием техники. Промышленность предпринимает все возможные меры к предупреждению аварий, однако при планировании мероприятий на случай возникновения аварийных ситуаций и при обеспечении готовности к ним необходимо исходить из того, что возможны, но весьма маловероятны немногочисленные случаи аварий, при которых будут происходить выбросы радиоактивности или возникать значительные уровни радиации.

Оценка риска

Исследования показывают, что риск, связанный с перевозкой радиоактивных веществ, невелик и он

LAARC (легкий, перевозимый по воздуху аварийноустойчивый контейнер): усовершенствованная конструкция упаковки, разработанная главным образом для использования Агентством при воздушных перевозках образцов плутония. Эта упаковка удовлетворяет предъявляемым США требованиям к испытаниям, которые значительно более строгие, чем требования правил МАГАТЭ.

Каждый контейнер весит около 32 кг и содержит до 15 г плутония; его изготовление обходится примерно в 15 000 долл. США. Конструкция контейнера в настоящее время проходит проверку в США на соответствие регулирующим требованиям.

Рис. 1. Новая упаковка, готовая к спуску на ракетных салазках.

Рис. 2. Упаковка после огневых испытаний в течение 1 ч.

Рис. 3. Внутренний контейнер, прошедший все испытания.



значительно ниже риска, существующего во многих других видах деятельности, которые считаются вполне приемлемыми. Накопленные данные свидетельствуют о высоком уровне безопасности перевозок [6]. Тем не менее необходима более эффективная связь с общественностью, которая позволила бы рассеять опасения, связанные как с реальной, так и с мнимой угрозой. Агентство и другие организации объединяют усилия для достижения этой цели.

Агентство приступило к осуществлению программы по глобальной оценке риска, связанного с перевозкой радиоактивных веществ. При технической поддержке Швеции, США и некоторых других стран разрабатывается универсальный метод оценки риска (этот метод будет рекомендован для применения во всех государствах-членах в 1982 году); с помощью этого метода любое государство, в котором производится перевозка, сможет оценить сопутствующий риск. Результаты индивидуальных оценок будут обобщены Агентством при техническом содействии Швеции, и на основании обобщения будет дана глобальная оценка риска.

Сертификаты-разрешения

Агентство осуществляет также сбор информации о конструкциях упаковок, на которые национальными компетентными органами выдаются сертификаты-разрешения. При наличии подробных сведений о различных сертификатах данные об утверждениях и разрешениях, применяемых компетентными органами в отношении одной и той же конструкции, можно сгруппировать таким образом, что в результате будет получена доступная для всех информация об изменениях, вносимых в исходную конструкцию, или о признании этой конструкции недействительной. Таким путем можно будет определить общие и относительные отличительные характеристики каждой конструкции.

В течение ближайших нескольких лет, используя результаты анализа многих сотен выданных компетентными органами сертификатов-разрешений, при помощи и участии компетентных органов многих государств-членов, которые подготовили, одобрили или утвердили подобные сертификаты, Агентство предполагает осуществить определенную работу по стандартизации сертификатов-разрешений и другой документации, используемых при перевозках радиоактивных веществ.

Можно надеяться, что стандартизация приведет к некоторым упрощениям. Использование, как сейчас представляется, избыточного количества документации обусловлено тем, что в перевозках принимает участие множество разных организаций, а также тем, что каждый груз должен пройти различные этапы перемещения, сортировки и отправки; при этом необходимо, чтобы все, кто работает с грузом, получали полную информацию относительно упаковочного комплекта и его содержимого.

В будущем можно ожидать более широкого использования наружных контейнеров-мешков или коробок, в которые в целях облегчения погрузочно-разгрузочных операций и хранения один грузоотправитель укладывает несколько небольших по размеру упаковок. Применение такой тары может привести к сокращению объема документации и, несомненно, приведет к уменьшению числа случаев падения с тележек и раздавливания небольших упаковок в аэропортах. В последнее время случаи подобного рода наиболее часто встречаются на практике.

С целью оказания государствам-членам помощи в обеспечении безопасности перевозок в будущем публикуемые нормы Агентства по безопасной перевозке будут подразделяться на три категории: правила (что), справочный материал (как) и пояснительный материал (почему) [7]. Пересмотренные правила (серия изданий по безопасности № 6) вместе



с исправленным пересмотренным вариантом справочного материала (серия изданий по безопасности № 37) и с первым выпуском новой серии пояснительных документов будут опубликованы в конце 1983 или в начале 1984 года.

В течение нескольких лет Агентство по просьбе некоторых государств-членов оказывало им помощь в решении ряда технических и административных вопросов, связанных с безопасностью перевозок, путем направления консультантов. Число запросов на предоставление таких услуг пока не велико. Ожидается, что по мере того, как государства-члены будут все в большей мере использовать правила безопасной перевозки радиоактивных веществ, число поступающих в Агентство запросов будет возрастать. Большая часть запросов может быть удовлетворена силами сотрудников Агентства, а в некоторых случаях Агентство может договариваться со странами, уже имеющими программы по безопасной перевозке, о предоставлении ими для других стран оборудования или услуг квалифицированного персонала.

Правила формулируются как нормы выполнения операций. В области применения этих норм существуют некоторые проблемы, которые требуют более серьезного внимания:

- для испытания прототипов упаковок необходимы специальное оборудование и квалифицированный персонал. Комиссия европейских сообществ составляет перечень имеющихся установок, пригодных для испытания упаковок;
- необходимо участие специалистов по теплопередаче, машиностроению, безопасности, связанной с ядерной критичностью, а также специалистов в других областях науки и техники; при рассмотрении конструкций упаковок с целью выдачи разрешений часто используются машинные программы. Разрабатываемая в США для Агентства по ядерной энергии программа, как ожидают, обеспечит в 1981 году выполнение расчетов на ЭВМ балльных оценок безопасности (в связи с ядерной критичностью) упаковок, предназначенных для перевозки различных видов малообогащенного уранового топлива;

- Агентство производит сбор информации в области обеспечения и контроля качества и предполагает разработать руководства и своды положений, которые национальные компетентные органы смогут использовать при разработке соответствующих программ.

В ближайшие несколько лет необходимо приложить гораздо более серьезные усилия к тому, чтобы убедить общественность в том, что перевозки радиоактивных веществ могут осуществляться и осуществляются безопасно, т.е. без недопустимого уровня риска. Вместе с тем вряд ли можно ожидать, что эти усилия полностью увенчаются успехом. Всегда найдутся люди, которые будут преувеличивать маловероятное или требовать невозможного. Однако лучший ответ на такого рода озабоченность состоит в том, чтобы дать широкой аудитории полное представление о положении дел в этой области, полагаясь на то, что общий уровень знаний, здравый смысл и разумные суждения восторжествуют.

Литература

- [1] *Waste management and disposal* Report of INFCE Working Group 7, IAEA, Vienna (1980).
- [2] *Technology, safety and costs of decommissioning a reference pressurized-water reactor power station* R.I. Smith, G.J. Konzek and W.E. Kennedy Jr NUREG/CR-0130, Battelle Pacific Northwest Laboratory (June 1980).
- [3] *Analyses of the decommissioning of a pressurized-water reactor and a fuel reprocessing plant* R.I. Smith and K.J. Schneider, IAEA-SM-234/16, In: *Proceedings of a symposium on decommissioning of nuclear facilities*, IAEA (1979) 217–36.
- [4] *Область применения и цели системы МАГАТЭ по сбору информации о перевозках*. Бюллетень МАГАТЭ, т. 21, № 6 (декабрь 1979) 33–39.
- [5] *Международный регулирующий контроль перевозок радиоактивных веществ*, Дж.Э. Сумиделл. Бюллетень МАГАТЭ, т. 21, № 6 (декабрь 1979) 19–23.
- [6] Numerous papers presented at PATRAM-80, 10–14 November 1980, Berlin (West) (Proceedings to be published).
- [7] *Правила перевозки МАГАТЭ: обзор их разработки и области применения*, А. Фэрбэри. Бюллетень МАГАТЭ, т. 21, № 6 (декабрь 1979) 2–12.