

Правила перевозки МАГАТЭ: обзор их разработки и области применения

А. Фэрбэрн

Двадцатый век стал свидетелем растущего применения продукции атомной промышленности в медицинской и инженерной областях, в научных исследованиях и для производства электроэнергии. Эти виды применения требуют эффективной организации перевозки разнообразных радиоактивных и делящихся материалов.

На всех этапах развития атомной промышленности признавалось, что организация перевозок должна обеспечивать безопасность людей, имущества и окружающей среды. Соответственно, организации, связанные с перевозками различными видами транспорта, разработали меры контроля. До 1959 года различные национальные и международные меры контроля основывались главным образом на правилах Межштатной торговой комиссии США, которые в основном были нацелены на облегчение перевозок радиоактивных руд и концентратов, а также упаковок, содержащих относительно небольшие количества радиоизотопов для медицинского и промышленного применения. Затем ожидаемый быстрый рост атомной промышленности потребовал дальнейшего развития этих первоначальных правил с целью облегчения безопасной перевозки радиоактивных материалов всех типов в различных количествах.

РАЗРАБОТКА ПРАВИЛ МАГАТЭ

В июле 1959 года Экономический и Социальный Совет Организации Объединенных Наций выразил желание, "чтобы Агентству было поручено составление проекта рекомендаций по перевозке радиоактивных веществ". "Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ" МАГАТЭ впервые были опубликованы в 1961 году [1]. При утверждении этих правил Совет управляющих Агентства уполномочил Генерального директора распространить их как часть Норм безопасности МАГАТЭ и рекомендовать государствам-членам и соответствующим организациям использовать эти правила как основу для национальных и международных правил.

Чтобы обеспечить их применимость во всем мире и для всех видов транспорта, Агентство установило, что для любых радиоактивных и делящихся материалов его правила должны уменьшать опасность для работников транспорта и всего населения до приемлемо низкого уровня, т.е. быть "безопасными". Для достижения безопасности должны быть выполнены следующие основные требования:

- эффективный контроль излучаемой материалом радиации;
- эффективная герметизация материала;
- соответствующее рассеяние любого тепла, выделяющегося при поглощении излучения материала;

и — для любого делящегося материала —

- не должны создаваться критические условия, т.е. "критичность".

Правила МАГАТЭ, хотя они и применимы к операциям самого Агентства, предназначены для административных целей — они являются "образцовыми правилами", рекомендуемыми государствам-членам и соответствующим международным органи-

До выхода на пенсию г-н Фэрбэрн был сотрудником директората безопасности и надежности Управления по атомной энергии Соединенного Королевства, Рисли, Уоррингтон, Соединенное Королевство.

зациям. Это означает, что для облегчения их переложения на формат и "язык", используемые на различных видах транспорта, правила Агентства должны быть практичными в отношении того, что именно требуется от различных сторон, участвующих в перевозке, особенно от грузоотправителей и перевозчиков. Как это осуществляется при перевозке других опасных грузов, правила должны быть ясными и краткими, устанавливая "что", а не "почему" должно быть достигнуто, тогда как примеры методов осуществления, т.е. ответы на вопрос "как", должны приводиться скорее в каком-либо вспомогательном документе, а не в самих правилах.

Процедура, примененная Агентством для разработки правил [2], в значительной мере обусловлена широкой национальной и международной практикой их применения и фактически сняла с повестки дня вопрос о необходимости конвенции. Трудности постоянного обновления конвенции в условиях быстрого развития отраслей атомной промышленности были осознаны еще во время подготовки правил 1961 года. Хотя ожидалось, что основополагающие принципы правил останутся приемлемыми, было решено, что "обратную связь" опыта применения следовало бы учитывать путем пересмотра правил примерно каждые пять лет. Это привело к опубликованию в 1967 году первого полностью пересмотренного варианта [3], тогда как частично пересмотренный вариант был опубликован в 1965 году [4], а второй полностью пересмотренный вариант — в 1973 году. Эти действующие правила были опубликованы недавно, в 1979 году, как "Пересмотренное издание 1973 года с поправками" [2]. На каждой стадии разработки правил 1961, 1967 и 1973 годов процедура Агентства в основном включала созыв совещания, участники которой представляли не только большое число государств-членов и международных организаций, но и включали лиц, обладающих опытом в области различных административных и технических проблем, требующих своего разрешения. На основе предложений, координируемых Секретариатом, это совещание подготавливало проект правил для рассмотрения и представления замечаний всеми государствами-членами и всеми заинтересованными международными организациями. Затем, после рассмотрения группой этих замечаний, подготавливался окончательный проект для утверждения Советом управляющих Агентства. В отличие от правил 1961 и 1967 годов, издание которых явилось результатом работы двух или более независимых совещаний, охватывающих специфические области, правила 1973 года целиком разработаны одним совещанием экспертов, которое было проведено в феврале 1970 года и октябре 1971 года. Все совещания извлекли много полезного из работы консультантов, особенно в области положений, касающихся контроля критичности делящихся материалов.

Действующее издание правил Агентства [2] указывает, "что" должно быть достигнуто, тогда как некоторая дополнительная информация, служащая руководством в отношении вопросов "почему" и "как", проводится в сопровождающем справочном документе [5]. Аналогичные руководства, касающиеся правил 1961 и 1967 годов, можно найти соответственно в библиографических источниках [6] и [7,8].

ОСНОВНАЯ КОНЦЕПЦИЯ/ПРИНЦИПЫ, ПРИНЯТЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРАВИЛ

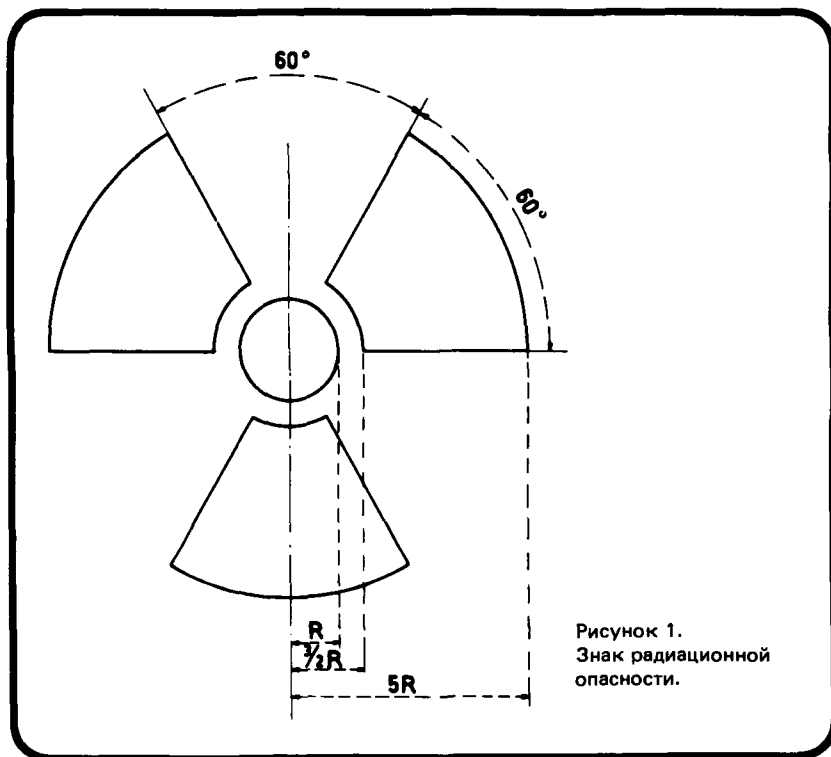
Два совещания, разработавшие правила 1961 года, установили определенные основные принципы, соблюдавшиеся в ходе двух полных пересмотров, в результате которых появились правила 1973 года. Они охватывают следующие вопросы:

- правила предписывают, "что", а не "как" необходимо делать;
- порог радиоактивности для применения правил;
- другие опасные свойства, помимо радиоактивности;
- вклад в обеспечение безопасности со стороны грузоотправителя и перевозчика;
- требования к упаковочным комплектам/упаковке;
- разрешение компетентного органа;
- особые условия.

Некоторые комментарии по этим вопросам могут оказаться полезными, а дальнейшие подробности можно найти в библиографии [9].

Описывая "что", а не "как" должно быть достигнуто, правила стимулируют деятельность по конструированию упаковочных комплектов/упаковок, особенно в области применения новых материалов и улучшенных методов изготовления. Кроме того, отсутствие запретов на перевозку того или иного конкретного радиоактивного материала является результатом применения этих основных принципов.

Многие вещества, включая живую ткань, содержат незначительные количества радиоизотопов естественного происхождения. Показатель $0,002 \text{ мкКи/г}^*$, используемый при различных видах контроля радиационной защиты, принят в правилах Агентства как уровень, ниже которого любой материал не рассматривается как радиоактивный для целей перевозки.



Для обозначения радиоактивного материала на транспортных этикетках/знаках используется исключительно знак радиационной опасности (рис. 1). Если материал является также и химически взрывчатым, то это свойство значительно увеличивает его потенциальную радиационную опасность, и это соответственно учитывается в правилах Агентства. Любые другие опасные свойства, например воспламеняемость, не принимаются во внимание, так как считается, что они будут нейтрализованы в соответствии с определенными предписаниями правил перевозки других опасных грузов.

Независимо от радиоактивного материала, правила максимально возлагают заботу о безопасности на грузоотправителя. Это сводит к минимуму заботы перевозчика, состоящие в том, чтобы следовать нескольким простым правилам, основываясь на

* мкКи — микрокюри или одна миллионная часть кюри. Кюри — мера радиоактивности и определяется как $3,7 \cdot 10^{10}$ ядерных распадов в секунду.

информации, приводимой на транспортных этикетках, например в отношении хранения и изоляции от людей и непроявленных фотопленок. Основной заботой грузоотправителя является выполнение предписаний в отношении упаковочного комплекта, упаковки и полного груза в соответствии со свойствами и количеством перевозимого радиоактивного материала.

Концепция "сертификата-разрешения компетентного органа" в отношении перевозок, связанных с более высоким уровнем потенциальной опасности для работников транспорта и всего населения, требует проведения проверки перед перевозкой официально назначенными людьми, полностью независимыми от грузоотправителя, перевозчика или грузополучателя, с целью обеспечить выполнение предписаний, касающихся упаковочного комплекта/упаковки/груза. Эти предписания делятся на те, согласно которым разрешение на следование груза выдается компетентным органом страны-отправителя, т.е. одностороннее разрешение и предписания, согласно которым требуется предварительное разрешение всех компетентных органов вовлеченных стран, т.е. многостороннее разрешение. Последнее включает любую отгрузку, производимую в "особых условиях". Для такого груза выдача разрешения зависит от выполнения мер предосторожности и контроля, установленных для компенсации любых недостатков, связанных с выполнением предписаний, содержащихся в правилах.

КОНТРОЛЬ РАДИАЦИИ, ИЗЛУЧАЕМОЙ РАДИОАКТИВНЫМ МАТЕРИАЛОМ

Безопасная перевозка радиоактивных веществ требует выполнения процедур радиационной защиты, включая те, которые касаются системы герметизации, предназначенной для предотвращения или ограничения поступления радиоактивных веществ в организм и последующего "внутреннего" облучения людей, и те, которые предназначены для контроля любого исходящего от груза излучения, не поглощенного или не экранированного упаковочным комплектом. Вначале рассмотрим действующие правила [2] контроля внешнего излучения; данные об их разработке можно найти в библиографии [9].

Целью установления пределов контролируемого внешнего излучения является защита людей и непроявленных фотопленок во время перевозки. При этом обеспечивается также защита скота и неодушевленных грузов. Пределы устанавливаются для внешних поверхностей упаковок и для определенных расстояний от этих поверхностей и относятся как к упаковкам, перевозимым совместно с другими грузами, так и к перевозимому "полному грузу", например, к транспортному средству или грузовому контейнеру, перевозящему только радиоактивный материал. Они включают пределы 0,5 мбэр/ч, 50 мбэр/ч, 200 мбэр/ч и 1000 мбэр/ч на поверхностях и 10 мбэр/ч на расстоянии 1 или 2 м от поверхности, причем каждый предел специально устанавливается в соответствии с содержанием упаковки или полного груза и видом транспорта. Величина предела указывается этикетками, имеющими знак радиационной опасности. Этикетки устанавливаются в соответствии с категориями I, II и III; этикетка категории I – белая, тогда как этикетки категорий II и III – желтые. Номер категории I, II или III печатается красным цветом.

Если внешнее излучение с поверхности упаковки или – когда речь идет о полном грузе – от транспортного средства или грузового контейнера не превышает 0,5 мбэр/ч на поверхности, потенциальная опасность чрезвычайно мала и обозначается этикеткой категории I (белой). Для перевозчика это означает, что отдельное от других грузов хранение не требуется. Если уровни излучения на поверхности превышают 0,5 мбэр/ч, требуется желтая этикетка; верхние пределы излучения на поверхности для категорий II и III составляют 50 мбэр/ч и 200 мбэр/ч. Такие этикетки требуют отделения упаковок от других грузов на основе "транспортного индекса", записанного грузоотправителем на этикетке. Транспортный индекс 1 свидетельствует об уровне радиации в 1 мбэр/ч в одном метре от поверхности упаковки и основывается на "единице излучения" в правилах для перевозчика. В дополнение к пределам излучения на поверхности упаковки с желтыми этикетками категории II или III ограничиваются соответственно транспортным индексом 1 и 10. Транспор-

тный индекс упаковки с этикеткой категории I (белой) принимается нулевым. Для обеспечения безопасного размещения радиоактивных упаковок, перевозимых на пассажирских и грузовых транспортных средствах, перевозчик должен суммировать значения транспортных индексов, указанных на упаковочных этикетках, и размещать группу упаковок в соответствии с расстояниями, указанными в таблицах разделения, выдаваемых транспортными организациями применительно к виду транспорта. Такие таблицы не приводятся в действующем издании правил Агентства, так как они должны составляться с учетом не только пределов контролируемого внешнего излучения, но и факторов, связанных со спецификой вида транспорта [10, 11].

Система этикеток категории I, II и III обеспечивает также эффективный контроль за перевозками с полным грузом, осуществляемыми автотранспортным средством или грузовым контейнером. В зависимости от условий, изложенных в правилах, пределы излучения на поверхности и транспортный индекс для полного груза категории III (желтая этикетка) соответственно увеличиваются от 200 до 1000 и от 10 до 50 мбэр/ч.

Развитие атомной промышленности привело к необходимости охватить в правилах Агентства безопасную перевозку относительно больших количеств радиоактивных руд и концентратов, технологических остатков и отходов, которые представляют относительно малую потенциальную опасность. Концепции герметизации для веществ с низкой удельной активностью (LSA) и твердых веществ с низким уровнем активности (LLS), обсуждаемые ниже, удовлетворяют этим требованиям. В регламентирующих предписаниях, касающихся контроля внешнего излучения для таких материалов, принимается во внимание значительное самозранирование (т.е. поглощение излучения) самим веществом. Это достигается главным образом путем установления транспортного индекса, свойственного таким материалам, при их перевозках полным грузом.

Чрезвычайно важно, что правила обеспечивают транспортировку упаковок, содержащих промышленные изделия, например часы с небольшим количеством радиоактивного материала, которые представляют очень малую потенциальную опасность, всеми видами транспорта, включая пересылку по почте. В целях контроля внешнего излучения это достигается в основном путем установления предела в 0,5 мбэр/ч на поверхности упаковки.

Хотя контроль потенциальной опасности радиоактивных упаковок, попавших в аварийные условия, в основном достигается за счет требований к герметизации, относящихся к конструкции упаковок/упаковочных комплектов, требования к испытаниям этих упаковок налагают количественные ограничения на увеличение мощности дозы внешнего излучения на поверхности упаковок. Кроме того, для облегчения получения информации в случае происшествия от грузоотправителя требуется указание характера радиоактивного содержимого и его активности в кюри на белой или желтой этикетке.

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ РАДИОАКТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Основной принцип возложения главной заботы о безопасности на грузоотправителя реализуется в правилах применительно к нормированию упаковочных комплектов и их конструкции, к содержимому упаковки и, по мере необходимости, — к контролю за перемещением и погрузкой груза. Выполнение этих требований предотвращает или резко ограничивает выход радиоактивного материала в окружающее пространство во время перевозки, уменьшая таким образом риск радиотоксичности. Здесь приводится только основное содержание этих требований, а более подробная информация может быть найдена в библиографии [9].

Диапазон потенциальной опасности радиоактивных материалов, нуждающихся в перевозке, фактически очень широк, и это осложняет решение вопроса о том, следует ли устанавливать в правилах требования к конструкции упаковочного комплекта, связанные с определенными ограничениями в отношении содержимого упаковок,

или устанавливать требования к конструкции упаковок, например в отношении рассеяния тепла, выполнение которых будет ограничивать содержимое. При первоначальной разработке правил было решено использовать оба эти подхода, что нашло отражение в концепциях упаковки А и В.

Требования к конструкции упаковки типа А связаны как с конструкцией упаковки, так и с количественным ограничением содержимого. От упаковочного комплекта требуется одновременное обеспечение соответствующей защиты и герметизации при нормальных условиях перевозки (включая неосторожное обращение и воздействие неблагоприятных погодных условий). Ограничения в отношении содержимого таковы, чтобы в случае полного выхода наружу содержимого при серьезной аварии последующая опасность не оказалась неприемлемой. Кроме того, для делящегося материала содержимое ограничивается количественно таким образом, чтобы выполнялись условия контроля критичности.

Требования к конструкции упаковки типа В включают требования, относящиеся к упаковочному комплекту, однако не содержат прямых ограничений количества содержимого. В действительности количество содержимого любой упаковки типа В "косвенным образом" контролируется выполнением требований, касающихся радиационного излучения из упаковки, рассеяния тепла, контроля внутреннего давления, а для делящегося материала — контроля критичности. Помимо удовлетворения всех требований к конструкции упаковочного комплекта типа А, для упаковочного комплекта типа В требуется конструкция, сохраняющая соответствующую защиту и герметизацию и обеспечивающая эффективность контроля критичности при очень серьезных авариях. Помимо удовлетворения специальных требований к конструкции, упаковочные комплекты обоих типов — А и В — должны выдерживать ряд обязательных испытаний, предполагающих причинение повреждений, которые могли бы произойти соответственно при неосторожном обращении в сочетании с неблагоприятными погодными условиями и при неосторожном обращении в сочетании с неблагоприятными погодными условиями и при неосторожном обращении в сочетании с неблагоприятными погодными условиями с последующей серьезной аварией.

Действующие правила устанавливают два верхних предела активности содержимого, A_1 и A_2 , для отдельных радиоизотопов, перевозимых в упаковке типа А. A_2 — предел активности для материала в потенциально дисперсной форме, например в газообразном, жидком или порошкообразном состоянии. A_1 — предел активности вещества, определяемого термином "особый вид", что означает состояние, при котором вещество благодаря своим природным свойствам (например, массивное некрошащееся твердое вещество, нерастворимое в воде и не воспламеняющееся в воздухе, или материал, заключенный в капсулу, соответствующую установленным нормам) фактически не поддавалось бы диспергированию после выхода из упаковки. Для большинства радиоизотопов, если выполняются требования о заключении их в капсулы, предел A_1 превышает A_2 . Концепция A_1/A_2 является дальнейшим развитием концепции Группы по радиотоксичности, используемой в прежних правилах Агентства [1, 3]. В дополнение к принципам их разработки, приведенным в библиографии [9], более подробную информацию можно найти в библиографических источниках [12] и [13].

Так как требуется рассматривать окружающую среду в глобальном масштабе и перевозку всеми видами транспорта, не удивительно, что разработка спецификаций конструкции упаковочных комплектов типов А и В и требований к их испытаниям являлась грандиозной задачей для совещаний Агентства. В качестве иллюстрации основного принципа, требующего установления того, "что", а не "как" должно быть достигнуто, в действующих требованиях к конструкции и испытаниям используется понятие "система герметизации", а не "герметизирующий сосуд", как это было в прежних правилах. Относительно выполнения условий испытаний предписания содержат важное требование к их проведению "так, чтобы это приводило к минимальному ущербу". Так как пределы содержимого A_2 применимы как к газам и жидкостям, так и к диспергирующим твердым веществам, для конструкций упаковочных

комплектов типа А, используемых для газов и жидкостей, требуются дополнительные испытания.

От конструкции упаковочного комплекта типа В требуется, чтобы он противостоял аварийным условиям, включая сильный удар с последующим сильным пожаром. При установлении механических и тепловых испытаний, требуемых правилами, принимаются во внимание происшедшие аварии и их расследования в различных странах [14]; недавно в работах, проводимых в этом направлении, были использованы результаты более детального изучения аварийных условий [15], а также результаты испытаний с реальными столкновениями транспортных средств.

Что касается "косвенного" ограничения содержимого, то предусматриваются два вида конструкции упаковок типа В – В(U) и В(M). Так как тип В(U) должен удовлетворять дополнительным проектным требованиям в отношении герметизации, требуется разрешение только компетентного органа страны, где разрабатывалась конструкция. От упаковки типа В(M) не требуется, чтобы она удовлетворяла всем дополнительным проектным требованиям по герметизации, установленным для упаковки типа В(U), однако она должна удовлетворять определенным дополнительным требованиям по герметизации, установленным для упаковок типа В(M). Невыполнение любого из дополнительных требований в отношении герметизации должно компенсироваться контрольными условиями, устанавливаемыми грузоотправителем. Соответственно, конструкция упаковки типа В(M) должна утверждаться всеми компетентными органами, связанными с перевозкой. Проектные концепции упаковок типа В(M) и В(U) основаны на концепциях "большого радиоактивного источника" LRS(U) и LRS(M), применявшихся в прежних правилах Агентства [4], и в них учтен опыт перевозок наряду с развитием системы A_1/A_2 и разработкой регламентирующих положений, направленных на обеспечение надлежащего рассеяния тепла от упаковки во время транспортировки.

Хотя требования к конструкции упаковок типов А и В обеспечивают безопасную перевозку многих ядерных материалов, потенциальная опасность которых лежит в средней и верхней частях диапазона, важно предусмотреть и вопросы перевозки материалов, представляющих низкую потенциальную опасность. Для целей разработки правил такие вещества классифицируются либо как "вещества с низкой удельной активностью" (LSA), "твердые вещества с низким уровнем активности" (LLS), либо как "вещества, на которые не распространяются особые требования" вследствие их малой активности. Для таких материалов оправданы нормы герметизации менее строгие, чем для упаковок типа А, и приближающиеся к нормам для промышленных или коммерческих упаковочных комплектов, используемых для определенных химикалий, при условии, что материал в упаковке или груз является "по своей природе безопасными". Это требование означает, что при любых обстоятельствах, возникающих при перевозке, должно быть физически невозможным поступление в организм человека перевозимого материала в достаточном количестве для значительного увеличения радиационной опасности [9, 12, 13]. Для таких материалов в правилах устанавливаются количественные пределы радиоактивного содержимого в дробных числах (например 1/10000) от пределов A_2 (не особая форма) для радиоизотопов [5, 9, 12, 13].

Хотя основное назначение правил заключается в обеспечении норм герметизации в соответствии со свойствами перевозимого в упаковочном комплекте материала, возможность незначительного радиоактивного загрязнения внешних поверхностей некоторых упаковок, например контейнеров, в которых перевозится облученное реакторное топливо, не может быть исключена полностью, особенно если внешние части упаковочных комплектов подверглись такому загрязнению в местах, где обрабатывается или хранится радиоактивный материал. Соответственно, в правилах специально упоминается проверка поверхностного загрязнения и устанавливаются пределы радиоактивности, которые должны быть соблюдены до перевозки [5, 9].

БЕЗОПАСНОЕ РАССЕЯНИЕ ТЕПЛА

Соответствующие требования действующих правил [2] преследуют две цели: во-первых, сохранить целостность экранирующих радиоактивность компонентов,

системы герметизации (а для делящихся веществ — условия контроля критичности) перевозимой упаковки и, во-вторых, избежать нанесения ущерба людям и причинения вреда другим грузам в ходе перевозки в результате высоких температур на легкой доступной поверхности упаковки. Разработка этих требований отражена в библиографии [9] и осуществляется с учетом следующих факторов:

- а) тепло, генерируемое радиоактивным источником, является производением величины его радиоактивности, выраженной в кюри, и энергии, выделяющейся при каждом ядерном распаде (выраженной в электронвольтах (эВ)). Так как энергия распада примерно 200 известных радиоизотопов варьируется в широком диапазоне (от тысяч до миллионов электронвольт), величина радиоактивности источника в кюри не является хорошим показателем его свойств как источника тепла;
- б) тепло генерируется при фактическом поглощении излучения. Для альфа- и бета-излучателей это происходит в основном в самом радиоактивном материале, т.е. полностью внутри упаковки. Для гамма-излучателей поглощение происходит внутри защитного экрана, например в свинцовой или стальной оболочке; такой материал обычно представляет собой наружную часть упаковки;
- в) фактическое рассеяние тепла с поверхности упаковки зависит от окружающей температуры и условий инсоляции; эти условия чрезвычайно различны в различных районах мира.

Ответственность за официальную тепловую оценку упаковки возлагается на грузоотправителя; для значительного большинства упаковок типа А эта задача в основном решается путем контроля, обеспечиваемого на основе пределов содержимого A_1/A_2 . Чтобы содержимое упаковки типа В (U) было приемлемо для перевозки совместно с другими грузами, оно может быть фактически ограничено необходимостью соблюдения предела в 50°C для доступной поверхности "в тени", причем температура окружающей среды принимается равной 38°C , а инсоляция — 12 ч/сут.; эта величина инсоляции установлена в правилах, касающихся формы и положения поверхности упаковки. Несоблюдение предела в 50°C потребовало бы перевозки упаковки типа В (U) в качестве полного груза, причем было бы необходимо показать, что температура "в тени" любой легко доступной поверхности не превышала бы 82°C . Невыполнение этого требования означало бы, что на упаковку распространяются требования к упаковкам типа В (M), в связи с чем потребовалось бы предварительное утверждение всеми заинтересованными компетентными органами мер эксплуатационного контроля для исключения нанесения ущерба людям и повреждения других грузов в процессе перевозки.

Действующие правила предусматривают предел размещения грузов, равный 15 Вт/м^2 (ватт на квадратный метр) среднего теплового потока для любой упаковки, перевозимой совместно с упакованными генеральными грузами, кроме грузов, упакованных в мешки. Экспериментальная работа, подтверждающая это ограничение, описывается в библиографическом источнике [16]. Процедура безопасного размещения любой упаковки, превышающей предел 15 Вт/м^2 , должна вырабатываться в результате оценки специалистом по теплопередаче и до перевозки требует утверждения компетентным органом. Для такой работы проводятся указания о применении более высокого предела, 90 Вт/м^2 , выше которого следует применять условия полного груза. Эти указания можно найти во вспомогательном справочном документе, прилагаемом к правилам [5].

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КРИТИЧНОСТИ

Все делящиеся материалы являются радиоактивными, следовательно, их перевозка подпадает под положения правил, касающихся радиационного контроля, герметизации и рассеяния тепла. Однако очень немногие радиоизотопы являются делящимися, в основном это уран-235 и плутоний-239. Поэтому для целей перевозки в правилах содержится определение делящегося материала, приводятся специальные требования к перевозке упаковок "класса с делящимися веществами", и устанавливается перечень условий исключения делящихся веществ из числа подпадающих под

действие этих требований. Разработка этой важной части правил описана в библиографии [9].

Перевозка делящегося материала не подпадает под действие положений об упаковках класса "с делящимися веществами", если перевозимый материал удовлетворяет одному из семи требований, перечисленных в правилах. Последние установлены в результате работы специалистов по вопросам критичности в разных странах и во многом способствуют безопасной перевозке материалов, содержащих очень малые количества или концентрации делящихся радиоизотопов как это определено в правилах. Следует ожидать дальнейшего развития таких требований на основе результатов оценок критичности.

Требования к перевозке упаковок с делящимися веществами классов I, II или III нацелены на достижение очень высокой и одинаковой степени безопасности с точки зрения критичности. Метод достижения этой цели варьируется в зависимости от вклада грузоотправителя в виде конструкции упаковки и вклада перевозчика в виде контроля, осуществляемого во время перевозки с использованием процедуры транспортных индексов.

Чтобы упаковка перевозилась как "упаковка класса I с делящимися веществами", оценка критичности должна показать, что упаковка является чистым поглотителем нейтронов до и после механических и тепловых испытаний для упаковочных комплектов типа В. Для упаковок класса II с делящимися веществами не требуется, чтобы они были чистыми поглотителями нейтронов, и они подпадают под действие предела, определяемого термином "допустимое число" и лимитирующего число упаковок, которые могут перевозиться совместно. Аналогичным образом, упаковки класса III с делящимися веществами могут перевозиться только в соответствии со специальными мерами контроля. Важно отметить, что для целей радиационного контроля упаковка класса с делящимися веществами не обязательно должна быть упаковкой типа В, если ее содержимое не превышает пределов A_1 или A_2 , соответствующих перевозимому радиоизотопу. Однако на практике для выполнения требования в отношении "чистого поглотителя нейтронов" после испытаний на аварийные условия упаковочный комплект большинства упаковок класса I с делящимися веществами должен соответствовать нормам типа В. Упаковочные комплекты упаковок классов II или III с делящимися веществами, содержащих относительно большие количества делящихся материалов, вероятнее всего будут относиться к типу В. Хотя требуется, чтобы результаты испытаний упаковочных комплектов типа А и В использовались при оценке упаковки специалистами по критичности, способность выдерживать испытания не требуется. Однако, чем больше степень повреждения, тем более значительными будут ограничения содержимого и допустимого числа упаковок, налагаемые специалистами.

В ходе первого полного пересмотра правил первоначальная "единица излучения" была преобразована в нынешний "транспортный индекс", позволяющий перевозчику контролировать число упаковок класса с делящимися веществами, которые могут безопасно перевозиться совместно. Это облегчает эффективное использование упаковок класса II и III с делящимися веществами. Если для упаковки класса I с делящимися веществами транспортный индекс определяется исключительно контролем внешнего излучения, т.е. числом мБэр/ч на расстоянии одного метра от внешней поверхности упаковки, то для упаковки класса II и III с делящимися веществами этот индекс представляет собой большее из следующих двух чисел: 1) максимальный уровень радиации в мБэр/ч на расстоянии в один метр; 2) число, полученное делением 50 на "допустимое число", определяемое специалистом по критичности для конструкции упаковки. (Число 50 является регламентирующим пределом для максимального числа транспортных индексов упаковок, перевозимых совместно, исключая условия полного груза.)

АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРЕВОЗКЕ И ХРАНЕНИЮ

Последний раздел правил [2] чрезвычайно важен, так как он касается сертификата-разрешения компетентного органа, обязанностей грузоотправителя и контроля ка-

чества при изготовлении и технологическом обслуживании упаковочного комплекта, который составляет часть утвержденной конструкции упаковки. Содержание этого важного раздела отражает опыт, накопленный при использовании прежних правил Агентства.

Конструкции, указанные как не требующие сертификата-разрешения компетентного органа, включают упаковочные комплекты типа А, если они не применяются в упаковках типа А, содержащих делящиеся вещества, не удовлетворяющие одному из семи условий для "исключения делящегося вещества" из числа веществ, подпадающих под действие правил. Приводятся требования в отношении необходимой информации для утверждения компетентным органом "особого вида", которое затем служит основанием для применения пределов A_1 , если такой материал перевозится в упаковке типа А. Аналогичным образом, приводится необходимая информация для утверждения конструкций упаковок типа В(U), В(M) и классов I, II и III упаковок с делящимися веществами. Затем следуют требования, касающиеся предварительного разрешения на отправку груза и перевозку в особых условиях.

После определения условий, требующих какого-либо разрешения со стороны компетентного органа, и информации, представляемой грузоотправителем, испрашивающим это разрешение, приводятся требования к опознавательным знакам, используемым на соответствующем сертификате-разрешении.

Правила возлагают на грузоотправителя (или его агента) полную ответственность за соблюдение требований в отношении этикетирования и маркировки до передачи груза перевозчику. В качестве передаваемых документов в правилах упоминается выдаваемый перевозчику сертификат грузоотправителя, удостоверяющий, что партия груза соответствует требованиям правил, а также вспомогательная информация. Чтобы облегчить проведение аварийных мероприятий, далее приводятся требования, касающиеся тех случаев, когда требуется предварительное извещение заинтересованных компетентных органов до отправки упаковок, содержащих материалы, активность которых превышает установленные величины.

В целях содействия обеспечению контроля качества при изготовлении и техническом обслуживании упаковочных комплектов утвержденной конструкции правила возлагают на изготовителя, грузоотправителя и потребителя ответственность за представление заинтересованному компетентному органу доказательств выполнения требований, если последний потребует таковых.

ДАЛЬНЕЙШАЯ РАЗРАБОТКА

Действующие "Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ" МАГАТЭ образуют надежный фундамент для национальных и международных перевозок радиоактивных и делящихся веществ всеми видами транспорта в течение десятилетия начиная с середины 70-х годов. Хотя существует реальная необходимость в периоде стабильности структуры и содержания этих правил, опыт регламентирования, приобретенный во всей области перевозки опасных грузов/ограниченных товаров, свидетельствует о необходимости пересмотра правил через надлежащие промежуточные времена. Продолжая выполнять решение Экономического и Социального Совета, Агентство в настоящее время предполагает производить дальнейшие пересмотры через каждые 10 лет; сейчас готовится "пересмотренное издание 1983 года".

Кроме того, Советом управляющих была утверждена процедура, согласно которой необходимые для обновления правил изменения в деталях могут быть произведены в любое время при условии, что государствам-членам будет разослано письменное уведомление за 90 дней до этого и будут учтены любые полученные от них замечания. Незначительные исправления, внесенные в издание 1979 года правил 1973 года [2], являются результатом применения этой процедуры "правила 90 дней".

Чтобы облегчить пользователю понимание того, "что" именно требуется, любое правило должно быть ясным и четким. Это особенно важно в отношении правил перевозки Агентства вследствие того, что, помимо их перевода на различные языки, они должны быть приведены транспортными организациями к форме правил, применяю-

щихся для опасных грузов в целом. Однако, помимо необходимости ясного и четкого регламентирующего документа, устанавливающего "что" требуется, важно иметь руководство по вопросу о том, "как" могут быть выполнены отдельные регламентирующие требования; в таком руководстве приводится *один*, но не *единственный* способ. Кроме того, для облегчения понимания технической основы любого регламентирующего требования и в помощь тем, кто связан с дальнейшим пересмотром правил, требуется исчерпывающая информация типа "почему". Для правил 1973 года определенная информация типа "как" и "почему" может быть найдена во вспомогательном справочном документе [5].

Помимо серьезной помощи всем, кто имеет отношение к применению будущих правил Агентства, в направлении достижения общественного признания перевозок также произойдут определенные положительные сдвиги, если в результате работы будущих совещаний по пересмотру будут изданы следующие три документа:

- а) регламентирующий документ, предписывающий "что" должно быть достигнуто;
- б) справочный документ, приводящий примеры того, "как" могут быть выполнены определенные требования правил;
- в) поясняющий документ, содержащий обоснование определенных требований правил (т.е. отвечающий на вопрос "почему").

Библиография

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила по безопасной транспортировке радиоактивных материалов, Серия изданий по безопасности №6, МАГАТЭ, Вена, 1961.
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ, Серия изданий по безопасности №6, пересмотренное издание 1973 года (с поправками), МАГАТЭ, Вена, 1979.
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ, издание 1967 года, Серия изданий по безопасности, №6, МАГАТЭ, Вена, 1968.
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ, пересмотренное издание 1964 года, Серия изданий по безопасности №6, МАГАТЭ, Вена, 1965.
- [5] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Справочный материал по применению правил МАГАТЭ по безопасной перевозке радиоактивных веществ, Серия изданий по безопасности №37, МАГАТЭ, Вена, 1974.
- [6] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила по безопасной транспортировке радиоактивных материалов. Пояснительные замечания к правилам, Серия изданий по безопасности №7, МАГАТЭ, Вена, 1962.
- [7] GIBSON, R., Ed., *The Safe Transport of Radioactive Materials*, Pergamon Press, Oxford (1966).
- [8] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Справочный материал по упаковке крупных радиоактивных источников, Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ, издание 1967 года, Серия изданий по безопасности №6, МАГАТЭ, Вена, 1967.
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The Development of the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials*, Fairbairn, A., IAEA Atomic Energy Review, vol. 11, No. 4, IAEA, Vienna (1973).
- [10] ASPINALL, K.J., GIBSON, R., MORLEY, F., *The Control of Exposure to External Radiation during the Transport of Radioactive Materials*, UKAEA Rep. AHSB(RP)R 31 (1963).
- [11] MORLEY, F., "The control of external radiation hazards during the transport of radioactive materials, *The Safe Transport of Radioactive Materials* (GIBSON, R., Ed.), Pergamon Press, Oxford (1966), Chap. 9.
- [12] FAIRBAIRN, A., DUNNING, N.J., "The classification of radioisotopes for packaging, *Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials, Notes on Certain Aspects of the Regulations, Part 3, Safety Series No. 7*, IAEA, Vienna (1961) 25.
- [13] ASPINALL, K.J., FAIRBAIRN, A., *The Classification of Radionuclides for Transport Purposes and the Derivation of Activity Limits in Relation to Package Requirements*, UKAEA Rep. AHSB(RP)R 23, HMSO Code No. 91-3-14-17 (1963).
- [14] MESSENGER, W. de L.M., FAIRBAIRN, A., *The Transport of Radioactive Materials, Interim Recommendations for the Application of Environmental Tests to the Approval of Packaging*, UKAEA Rep. AHSB(S)R 19, HMSO Code No. 91-10 (1963).
- [15] SANDIA LABORATORIES, *Severities of Transportation Accidents Involving Large Packages*, SAND 77-001, May 1978.
- [16] BROOK, A.J., DIXON, F.E., *Stowage Provisions to Ensure Safe Dissipation of Heat from Radioactive Material during Transport*, UKAEA Rep. AHSB(S)R 193 (1971).