

Отчет об аварии

Авария судна Монт-Луи и ядерная безопасность

Бернар Огюстен

Грузовое судно Монт-Луи затонуло в Северном море в 10,5 морских милях к северу от Остенде в субботу 25 августа 1984 г. примерно в 19 часов – через 4 часа 40 минут после столкновения с автомобильным паромом Олау Британия в 10 морских милях от бельгийского берега во время его буксирования в западном направлении буксирами, принадлежащими бельгийской спасательной компании Юнион де Реморкаж е де Советаж Бельж.

Поскольку часть груза составлял ядерный материал, эта морская катастрофа вызвала многочисленные комментарии национальной и международной прессы. Хотя авария и не имела никаких радиологических или химических последствий, именно слово „ядерный” запечатлелось в умах людей.

Далее следует полный отчет с точки зрения ядерной безопасности о конкретных аспектах аварии этого судна с грузом радиоактивных материалов и об уроках, которые должны быть извлечены из этой аварии.

Судно и его груз

Монт-Луи – грузовое судно водоизмещением около 5000 т, принадлежащее „Кампань Женераль Маритим”, – взяло на борт несколько сот тонн различных грузов в Гавре и Дюнкерке и следовало в Ригу, СССР. Груз включал 350 т гексафторида урана (UF_6) в 30 контейнерах типа 48-Y со следующим содержанием:

- *Партия 1* – 18 контейнеров с гексафторидом слегка обедненного урана (концентрация изотопа U-235 0,67 %)

Б. Огюстен – Генеральный секретарь французского межведомственного комитета по ядерной безопасности (МКЯБ).

- *Партия 2* – 9 контейнеров с гексафторидом естественного урана (концентрация изотопа U-235 0,71 %)

- *Партия 3* – 3 контейнера с гексафторидом слегка обогащенного урана (концентрация изотопа U-235 0,88 %)

Дополнительно судно везло 22 пустых контейнера типа 30-B.

Партии 1 и 3 содержали в различных пропорциях уран повторного использования, т.е. уран, полученный в результате переработки топлива, облученного на атомных электростанциях.

Что касается радиоактивности, то значительной разницы между партиями не было в соответствии

Такие барабаны для перевозки гексафторида урана были все безопасно и успешно подняты на поверхность после аварии с судном Монт-Луи.



со спецификациями, требующими крайне высокой чистоты урана от перерабатывающих заводов.

Коммерческий аспект

Монт-Луи транспортировало ядерный материал для обогащения в Советском Союзе по коммерческому контракту, заключенному в 1973 г. После обогащения по изотопу U-235 до 3,4–3,7 % уран подлежал возврату во Францию (партия 1), Бельгию (партия 2) и Федеративную Республику Германии (партия 3) для использования в качестве топлива на АЭС с реакторами на воде под давлением.

Груз

Транспортные контейнеры типа 48-Y с гексафторидом урана были размещены в носовой части корабля. Эти емкости, спроектированные в Соединенных Штатах, широко используются во всем мире в течение более 20 лет.

Пустые контейнеры типа 30-B были размещены частично в носовой и частично в кормовой части судна. Эти контейнеры, предназначенные для обратной перевозки урана с обогащением менее 4 %, имели двойные стенки. Пространство между внешней стенкой и внутренним контейнером для защиты от огня было заполнено пеной фенола с добавлением буреи.

Транспортные контейнеры крепились в горизонтальном положении цепями крест-накрест к стальной раме.

Столкновение

Столкновение произошло в 14 часов 15 минут около бельгийского берега. Удар пришелся на корму правого борта, так что бочки с гексафторидом не пострадали от прямого удара. Несмотря на усилия, предпринимавшиеся до вечера, пробоина, образовавшаяся в результате столкновения, привела к затоплению судна. Оно легло на бок на глубине 14 м. Поскольку ширина корпуса судна составляла 19 м, оно оставалось в пределах видимости при низкой воде.

Один из пустых контейнеров типа 30-B, по-видимому, унесло через пробоину. Он был найден вскоре после аварии на берегу близ Остенде.

Мирное использование и международные гарантии

Преобразование урана в гексафторид для последующего обогащения в Советском Союзе было произведено фирмой Comurhex в Пьерелате, Франция.

Материал экспортировался в соответствии с правилами Европейского сообщества по атомной энергии (ЕВРАТОМ). Весь уран, отправленный в Совет-

ский Союз, после обогащения подлежал возврату в Европейское сообщество для последующего использования в мирных целях под международными гарантиями.

Безопасность перевозки

Во Франции радиоактивные материалы относятся к опасным материалам и как таковые подпадают под действие общих правил перевозки опасных материалов.

Радиоактивные материалы в соответствии с разделом IV-б этих общих правил подпадают под действие правил, основанных на рекомендациях МАГАТЭ.

Эти рекомендации положены также в основу специальных положений о радиоактивных материалах в различных международных соглашениях, в том числе в документах Международной морской организации (ИМО).

Эти правила не содержат особых требований относительно характеристик судов, перевозящих гексафторид урана.

В целом, безопасная перевозка радиоактивных материалов зависит, главным образом, от качества упаковки. Отправной точкой при установлении правил было поэтому определение различных категорий упаковок посредством соответствующих испытаний на надежность, а также разработка критериев для отнесения любой транспортируемой продукции к определенной категории риска с целью выбора подходящей упаковки.

Из-за своей низкой активности гексафторид урана с обогащением менее 1 % относится к категории наименьшего риска и может поэтому транспортироваться в „промышленной” упаковке.

Эти стандартные упаковки должны отвечать определенным требованиям с точки зрения прочности и герметичности в соответствии с общими правилами перевозки опасных материалов; они должны, в том числе, выдерживать падение с высоты 1,2 м на бетонную поверхность без потери герметичности.

Кроме того, хотя гексафторид урана перевозится в кристаллической форме, контейнер наполняется под давлением 4 бар при температуре около 100 °С, а при этих условиях гексафторид переходит в жидкую фазу. Подобные упаковки поэтому также подпадают под действие правил для оборудования под давлением и должны по проекту выдерживать рабочее давление в 14 бар.

Комбинация этих двух видов правил обуславливает таким образом повышенные требования. В частности, эти упаковки должны проходить через каждые 5 лет испытания на прочность и сопротивляемость гидравлическому давлению, вдвое превышающему рабочее давление.

Испытания в Соединенных Штатах показали, что транспортные контейнеры выдерживают падение с высоты 9 м на твердую поверхность, а это равно-

сильно столкновению с бетонной стенкой на скорости 90 км/ч. Подобным образом установлено также, что они могут выдержать внешнее давление порядка 20 бар, эквивалентное глубине 200 м.

Национальный контроль материалов

Согласно закону от 25 июля 1980 г. ядерные материалы могут находиться во Франции только на установках, получивших одобрение компетентных органов. О всех перемещениях таких материалов следует доводить до сведения администрации. Местонахождение всех ядерных материалов на французской территории контролируется инспекторами.

Для экспорта таких материалов, даже временно, как в случае с грузом *Монт-Луи*, необходимо получить разрешение Министерства по экономическим, финансовым и бюджетным вопросам. Разрешение выдается только после межведомственной консультации, проводимой Министерством промышленной передислокации и внешней торговли, которое, кроме того, отвечает за выдачу специальных разрешений на международные перевозки после рассмотрения представленного заранее уведомления о маршруте каждой перевозки. Эти процедуры в данном случае были соблюдены. Портовые власти в Гавре также выдали свои разрешения.

Благодаря такому уведомлению, которое было подтверждено централизованной системой учета ядерных материалов, созданной декретом от 12 мая 1981 г. во исполнение закона от 25 июня 1980 г., стала возможной быстрая идентификация груза *Монт-Луи*.

Оценка риска

После аварии, как только был установлен характер радиоактивных материалов на борту судна, эксперты занялись анализом риска, исходя из маловероятного предположения, что один или несколько контейнеров потеряли герметичность.

Был сделан вывод о незначительности возможного радиоактивного заражения, поскольку транспортируемый в контейнерах уран имел низкую удельную активность.

Затем была рассмотрена опасность химического заражения. В результате взаимодействия гексафторида урана с водой происходит экзотермическая реакция с выделением фтористоводородной кислоты, являющейся высокотоксичным газом, и фторида уранила. Эта реакция, не являющаяся взрывоопасной, могла бы произойти при потере герметичности контейнера, причем наиболее уязвимым местом является запорный клапан. Однако температура окружающей морской воды и тот факт, что гексафторид урана был в твердом, а не в жидком или газовом состоянии, замедлили бы реакцию.

Образовавшаяся фтористоводородная кислота очень быстро растворилась бы в воде. Расчеты, ос-

нованные на консервативном предположении о мгновенной реакции между всем содержимым контейнера и морской водой, показывают, что такая реакция привела бы к образованию немногим более 2 т фтористоводородной кислоты. В этих условиях пиковая концентрация, образовавшаяся в течение первых 12 часов на расстоянии 500 м от судна, равнялась бы 20 мг на литр, а токсический эффект не обнаруживается даже при концентрации до 1 г на литр. И, наконец, течения, приливы и отливы восстановили бы нормальные уровни в течение нескольких дней.

Фторид уранила растворялся бы медленнее, до его осаждения на морское дно.

Наконец, следует указать на то, что пена в негерметичном кольцевом пространстве между внешней и внутренней стенками пустых транспортных контейнеров типа 30-В могла бы выделить в результате гидролиза различные органические кислоты, например, щавелевую кислоту, а также различные производные борной кислоты, но ни одно из этих соединений не является радиоактивным.

Принятие мер

Работа по спасению груза началась 1 сентября установкой понтона, оборудованного кранами, при этом „Кампань Женераль Маритим” заключила контракт с бельгийской компанией „Юнион де Реморкаж е де Советаж Бельж” и голландской компанией „Смит Так”.

Федеративная Республика Германии предоставила защищенный контейнер на случай обнаружения поврежденного транспортного контейнера.

Бельгийские и французские лаборатории осуществляли систематический контроль в области здравоохранения:

- Начиная с утренних часов воскресенья 26 августа брались пробы с поверхности воды и из глубины.

- В дальнейшем пробы воды брались также из трюма вокруг контейнеров.

- Каждый член команды *Монт-Луи* был подвергнут медицинскому обследованию.

- Каждый контейнер типа 48-У был испытан на герметичность на борту спасательной баржи и позднее в порту Дюнкерк.

- Технический персонал Французской центральной службы защиты от ионизирующих излучений (ЦСЗИИ) распределил 64 персональных дозиметра среди лиц, занятых разгрузкой контейнеров с судна и причастных к этим работам в порту Дюнкерк. Эта служба обеспечивала радиационную защиту для всех четырех операций по перевозке контейнеров, располагая для этой цели 28-тонным полутрейлером.

Успешные результаты по спасению контейнеров

Все 30 контейнеров 48-У с гексафторидом урана и 16 из 22 пустых контейнеров 30-В были извлечены

с затонувшего судна. Операция была успешно завершена 4 октября 1984 г., несмотря на неблагоприятные погодные условия в море. Только шесть пустых контейнеров были потеряны — их поиски были бы технически трудными и нецелесообразными с точки зрения затрат и соображений безопасности.

Контейнеры были, конечно, повреждены ударами волн, пока они находились в условиях шторма в открытом трюме (вмятины на стенках, сорванные крышки клапанов, несколько погнутых клапанов).

Обследование 30 контейнеров типа 48-Y обнаружило лишь в одном случае небольшую течь в запорном клапане, возникшую, вероятно, под действием шторма. Это незначительное повреждение привело к проникновению в контейнер небольшого количества воды из трюма; течь была обнаружена после поднятия контейнера на палубу до того как внутреннее и внешнее давления сравнялись; она была немедленно устранена с помощью смолы, а в качестве дополнительной меры предосторожности транспортный контейнер был помещен в защитный контейнер.

В период между 25 августа и 11 октября 1984 г. ЦСЗИИ получила или взяла своими силами в общей сложности 217 проб, которые были подвергнуты 752 различным анализам, а также провела 146 замеров уровней дозы на самих контейнерах.

В результате не было обнаружено ни малейших признаков значительной утечки как радиоактивных (естественный уран или уран повторного использования), так и физико-химических веществ (фтор или фтористоводородная кислота). Единственным заслуживающим внимания наблюдением была высокая кислотность проб, взятых из двойных стенок пустого контейнера типа 30-B. Как уже отмечалось выше, явление это было обусловлено присутствием щавелевой кислоты без каких-либо следов радиоактивности и связано исключительно с химическим составом двойной стенки.

Более того, все обследования на радиоактивность членов команды *Монт-Луи*, проведенные силами ЦСЗИИ совместно со специалистами службы профессионального здравоохранения, дали отрицательные результаты.

Во время операций по разгрузке и погрузке в Дюнкерке не было отмечено никаких значительных повышений уровня радиоактивности.

Наконец, обследования после разгрузки в Пьерлате не обнаружили ни одного случая утечки во время перевозки из Дюнкерка, даже в транспортном контейнере, помещенном в защитный контейнер.

Таким образом, несмотря на серьезность аварии и трудности, испытанные при спасательных операциях, весь груз гексафторида урана был спасен без ущерба для здоровья спасателей и окружающей среды.

Уроки, которые следует извлечь

В заключение необходимо подчеркнуть, что морская катастрофа с судном *Монт-Луи* не имела никаких радиологических или химических последствий.

Главный вывод, который следует сделать — это правильность основных принципов, лежащих в основе национальных и международных правил перевозки радиоактивных материалов, подтверждена практикой. Контейнеры типа 48-Y продемонстрировали ожидаемую степень прочности как во время столкновения, так и в период нахождения под водой. Оказалось возможным поднять контейнеры без утечки токсичных продуктов.

Заслуживают внимания также следующие моменты:

- В качестве крайней меры предосторожности для перевозки транспортного контейнера, в котором была небольшая временная течь, был использован защитный контейнер. Данная операция показала полезность наличия такого оборудования на случай аварий при перевозке радиоактивных материалов по морю или по суше.
- Представляется целесообразным улучшить конструкцию клапанов контейнеров, изменив устройство защитных крышек. В виду широкого использования этого оборудования во всем мире, любая такая модификация должна получить признание в международном масштабе.
- Схема размещения упаковок на борту судна должна быть подвергнута повторному рассмотрению. Необходимо также предусмотреть, чтобы документы, сопровождающие груз, содержали точное описание опасностей, которые могут быть связаны с его перевозкой, а также необходимых мер на случай аварии.
- Наконец, гексафторид урана представляет главным образом химическую опасность, тогда как в международных правилах перевозки радиоактивных материалов основной упор делается на опасность радиоактивного загрязнения. Поэтому будет внесено предложение рассмотреть соответствующее изменение в правилах.

Предстоящие конференции, СИМПОЗИУМЫ...

Дата	Тема	Место проведения
1985		
20–24 мая	Международный симпозиум по достижениям в области надежности и эксплуатации АЭС	г. Мюнхен, ФРГ
22–26 июля	Международный симпозиум по опыту и тенденциям в области быстрых реакторов-размножителей	г. Лион, Франция
19–23 августа	Международный симпозиум ФАО/МАГАТЭ по исследованию ядерных методов и культур <i>in vitro</i> для культивирования растений	г. Вена, Австрия
26–30 августа	Международный симпозиум ВОЗ/МАГАТЭ по использованию ядерных методов в развивающихся странах	г. Вена, Австрия
28 октября – 1 ноября	Международный симпозиум по оценке выбросов радиоактивности при аварийных состояниях	г. Колумбия, шт. Огайо, США
4–8 ноября	Международный симпозиум по планированию и готовности к аварийным ситуациям	г. Рим, Италия

... и семинары МАГАТЭ

1985		
29 апреля – 2 мая	Семинар по контролю качества с помощью радиоиммунного анализа в Латинской Америке	г. Буэнос-Айрес, Аргентина
3–7 июня	Семинар ФАО/МАГАТЭ для развивающихся стран Африки и Ближнего Востока по исследованиям с помощью ядерных методов возможностей повышения производства мяса, молока и шерсти от жвачных животных	г. Анкара, Турция
1–5 июля	Семинар ФАО/МАГАТЭ по исследованиям и развитию технологии контроля действия агрохимикатов с использованием изотопов	г. Вена, Австрия
9–12 сентября	Семинар по расходам и финансированию ядерно-энергетических программ в развивающихся странах	г. Вена, Австрия
9–13 сентября	Семинар по обслуживанию и прикладному использованию исследовательских реакторов	г. Копенгаген, Дания
7–11 октября	Семинар по альтернативным способам обращения с низко- и среднеактивными отходами в Латинской Америке	г. Лима, Перу
11–15 ноября	Семинар по модификациям, которые необходимо провести с точки зрения безопасности ядерных установок (небольшие модификации)	г. Мюнхен, ФРГ
18–22 ноября	Семинар по методам радиационной стерилизации медицинских материалов, пригодным для использования в развивающихся странах Африки и Ближнего Востока для улучшения работы местных служб здравоохранения	г. Найроби, Кения

Более подробную информацию по указанным совещаниям можно получить в службе конференций МАГАТЭ, А-1400, Вена, Австрия или в соответствующих органах каждого государства-члена: в организации, занимающей-ся вопросами атомной энергии, или в Министерстве иностранных дел.