

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано совещанием Комиссии по транспортной политике, экологии и комбинированным перевозкам в г.Варшава с 29 февраля по 2 марта 2000 г.

Дата вступления в силу: 29 мая 2000 г.

**Р
003**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ЛИКВИДАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ
АВАРИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ**

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Введение	3
1. Общие положения	4
1.1. Предмет и область применения рекомендаций	4
1.2. Определение основных понятий	4
2. Рекомендации по ликвидации последствий железнодорожных аварий с экологически опасными грузами	7
2.1. Общие рекомендации	7
2.2. Организационные мероприятия	8
3. Задачи стран-членов ОСЖД в решении проблемы ликвидации экологических последствий железнодорожных аварий	11
Приложение:	
Примеры технических решений	12
Список использованной литературы	22

ВВЕДЕНИЕ

Значительное количество грузов, перевозимых железнодорожным транспортом, высокая грузонапряженность отдельных участков, расширение ассортимента грузов, транспортируемых по железным дорогам, вызванное углублением специализации производств [1], естественная тенденция к увеличению скорости движения, недостаток средств для приобретения и своевременного качественного ремонта подвижного состава в странах с переходной экономикой и ряд других причины обуславливают тезис о невозможности полного исключения транспортных аварий с экологически опасными грузами. К этому следует прибавить сохраняющиеся во всех странах мира трудности надежного прогнозирования стихийных бедствий и катастроф (землетрясений, ураганов, наводнений и т.п.), а также риск возникновения аварий во время локальных военных или террористических действий.

Параллельно с этим происходит ужесточение экологических требований ко всем видам производственной деятельности, наблюдается возрастающее понимание важности и приоритетности экологических проблем для человечества, усиливается влияние государственных и общественных организаций, политических движений и партий, занимающихся решением экологических вопросов. При работе в безаварийном режиме железнодорожный транспорт оказывает наименьшее влияние на природу, однако, в случае возникновения аварий масштабы залповых эмиссий токсичных веществ в окружающую среду весьма значительны [2-7]. Даже по неполным данным за 1996-97 годы, полученными от стран-членов ОСЖД, произошло 112 таких аварий, из которых 78 следует отнести к разряду опасных – наличие возгораний, поражения людей или животных, значительные (десятки тонн и более) эмиссии токсикантов в окружающую среду. Общая эмиссия загрязнителей превысила 13000 тонн, зафиксирован широкий спектр веществ, попавших в окружающую среду (свыше 40 наименований), ориентировочный экологический ущерб составляет миллионы долларов.

Учитывая высокую актуальность проблемы ликвидации экологических последствий аварий с опасными грузами на железнодорожном транспорте, Комиссией по транспортной политике, экологии и комплексированным перевозкам Комитета ОСЖД в рамках выполнения подтемы 3.1 в 1996-99 годах принят ряд решений [8-13], касающихся результатов анализа ситуации с авариями при перевозке опасных грузов, выбора приоритетных технологических процессов, подлежащих первоочередной разработке, а также создания системы

организационных мероприятий, рекомендуемых для использования в странах членах ОСЖД.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Предмет и область применения рекомендаций

Предметом настоящих рекомендаций является разработка общих для стран-членов ОСЖД организационных мероприятий, направленных на ликвидацию последствий аварий, а также возможности реализации конкретных технологий и технических решений, которые могут быть использованы для достижения этой цели. С учетом большого количества и ассортимента продуктов, являющихся экологически опасными для людей и окружающей среды и перевозимых железнодорожным транспортом, подробные технологии приведены лишь для некоторых экологически опасных видов грузов. Использование настоящих рекомендаций с учетом конкретных условий, имеющих место на железных дорогах стран-членов ОСЖД, а также особенностей законодательства и требований в области экологии этих стран, открывают возможность создания более широкого круга технологий и образцов техники для минимизации последствий одного из наиболее негативных моментов транспортировки опасных грузов железнодорожным транспортом – аварий и катастроф.

1.2. Определение основных понятий

Транспортная авария – условия, отличающиеся от обычных условий перевозки грузов, сопровождающиеся повреждением транспортных средств, подвижного состава, их сходом или опрокидыванием, растеканием, рассыпанием и потерей груза, нанесением крупного материального ущерба, а также возникновению опасности для людей и окружающей среды.

Катастрофа – опасное событие массового характера, вызванное непредвиденными обстоятельствами, которая приводит к существенным нарушениям в окружающей среде и появлению угрозы для жизни и здоровья людей.

Опасные грузы – вещества, продукты, материалы, обладающие способностью приводить к отравлению, гибели, заболеванию людей и животных, к ослаблению, взрыву, повреждению сооружений и транспортных средств, к нарушению экологических равновесий с быстрыми и отдаленными последствиями.

Эмиссия вещества – непланируемый выброс, поступление вещества в окружающую среду, способное привести к масштабному загрязнению атмосферы воды и почвы и превышению предельно-допустимых концентраций вещества в окружающей природной среде.

Ликвидация последствий аварий – комплекс взаимосвязанных организационно-технических действий, направленных на предупреждение угрозы людям и окружающей среде, возникших в результате аварии и ее негативных последствий.

Защитные средства – технические средства, предназначенные для защиты органов человека от поражения опасными для его здоровья и жизни веществами в процессе работы с опасными грузами.

Нейтрализация – составляющая часть мероприятий по ликвидации последствий аварийных ситуаций, суть которой заключается в химическом или физико-химическом связывании опасных и токсичных веществ с целью превращения их в безопасные для людей и окружающей среды соединения, которые подвергаются сбору, удалению и последующей утилизации.

Защита окружающей среды – мероприятия по предотвращению загрязнения атмосферы, воды и грунта или устранению последствий загрязнения, вызванной производственной деятельностью, а также чрезвычайными обстоятельствами.

Скруббер – аппарат для очистки газа, орошаемый связывающим или нейтрализующим жидким реагентом и обычно действующий по принципу противотока жидкости и газа.

Номограмма – чертеж, изображающий взаимную функциональную зависимость параметров, расходов и т.п. от условий процесса и предназначенный для быстрого и удобного расчета оптимальных условий процесса.

Миграция – перемещение и распространение веществ в окружающей среде под влиянием природных и техногенных факторов.

Утилизация – переработка отходов с целью производства энергии или полезных продуктов и материалов.

Отдаленные экологические последствия – последствия, вызванные нарушениями в окружающей среде, превышением предельно-допустимых концентраций элементов или веществ в природных объектах и

проявляющиеся спустя продолжительное время в форме заболеваний, мутаций, снижения продуктивности, плодородия и т.п.

Сорбционный аппарат – устройство для очистки воздуха или воды от токсичных загрязнителей, работающий на принципе поглощения вредных примесей поверхностью высокодисперсных твердых тел.

Возгорание – процесс начала горения, сопровождающийся появлением пламени и сопровождающийся выделением тепла и света в результате химических реакций окисления веществ кислородом воздуха.

Зона аварии – территория, занятая поврежденным подвижным составом, разлитым или рассыпанным грузом, увеличенная по периметру на добавочную полосу шириной 15 м.

Опасная зона – часть зоны аварии, на которой существует угроза пожара, взрыва, отравления, облучения, ожога или обморожения людей и животных.

Предельно-допустимая концентрация – максимальное количество вредного вещества в единице объема или массы объекта биосферы (атмосферы, воды, почвы), практически не влияющее на здоровье человека.

Биосфера – оболочка Земли, включающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхние слои литосферы, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

Биоценоз – взаимообусловленный комплекс живых и неживых компонентов, населяющих определенную зону и тесно связанных определенными физическими, химическими, биологическими, энергетическими и другими отношениями.

Мониторинг – система наблюдений, оценки и контроля за состоянием окружающей природной среды с целью оценки ее состояния и разработки мероприятий по ее охране, предупреждения о возникновении критических, в том числе аварийных ситуаций.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ АВАРИЙ С ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫМИ ГРУЗАМИ

2.1. Общие рекомендации

Ликвидацией последствий аварий и восстановлением движения на железных дорогах обычно заняты восстановительные и пожарные поезда. Однако они не располагают оборудованием, реагентами и техникой для обезвреживания и нейтрализации веществ, представляющих опасность для окружающей среды. Кроме того, действия этих подразделений ориентированы на принятие срочных мер по спасению людей и не нацелены на устранение экологических последствий для окружающей природной среды.

В тех случаях, когда авария произошла недалеко от места расположения грузоотправителя или грузополучателя, наиболее рациональным решением является вызов специальных аварийных бригад, имеющихся в их распоряжении. Однако, часто аварии происходят на значительных расстояниях от дислокации таких бригад (сотни или даже тысячи километров). В случае международных перевозок они вообще могут находиться в других государствах. Прибытие такой бригады на место аварии может оказаться несвоевременным и в некоторых случаях – бесполезным. Мероприятия по ликвидации аварий с экологически опасными грузами, проводимые железными дорогами, должны обязательно проходить во взаимодействии с соответствующими региональными органами, с предприятиями грузоотправителя или грузополучателя, но во многих случаях железные дороги должны быть готовыми к реализации таких мероприятий и собственными силами.

Вопрос о ликвидации последствий аварий собственными силами или привлечение для этих целей других специализированных подразделений, решается странами-членами ОСЖД, исходя из возникших конкретных условий (масштаб аварии, тип груза, наличие специальной техники и др.).

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать некоторые общие рекомендации по преодолению экологических последствий транспортных аварий и катастроф:

1. Выполнение анализа грузопотоков и расчет на этой основе рациональной дислокации восстановительных поездов, оснащенных различными типами оборудования и реагентов.

2. Совершенствование методов обнаружения экологически опасных веществ в окружающей среде в местах их транспортировки и средств оперативной передачи информации о возникновении аварийной ситуации соответствующим инстанциям.
3. Совершенствование системы организационных мероприятий по предотвращению поражения людей и устранению последствий аварий.
4. Повышение мобильности восстановительных поездов и дооснащение их аппаратурой и механизмами, предназначенными для ликвидации аварий с экологически опасными грузами, а также приборами для контроля содержания токсичных веществ в воздухе, воде и почве.
5. Укомплектование восстановительных поездов персоналом специалистов, владеющих технологиями и техникой для выполнения процесса ликвидации и контроля полноты обезвреживания.
6. Разработка серии технологических процессов, обеспечивающих локализацию, улавливание или обезвреживание экологически опасных веществ, попавших в окружающую среду.
7. Разработка оборудования и аппаратуры для приготовления, хранения, перекачки нейтрализующих растворов, сбора различных жидкостей и других технических процедур по ликвидации аварий.
8. Разработка и усовершенствование нормативно-технической документации по перевозке опасных грузов, включая порядок действия персонала при возникновении аварийных ситуаций, соответствующей маркировки цистерн, требований к формированию поездов с учетом возможности образования опасных, токсичных и взрывчатых смесей, обязательное страхование опасных грузов от нанесения ущерба природе и т.п.
9. Разработка систем взаимодействия железных дорог пограничных государств по ликвидации экологических последствий аварий.

2.2. Организационные мероприятия

Учитывая сведения о железнодорожных организациях по ликвидации аварий и их место в государственной схеме ликвидации чрезвычайных ситуаций, организационная схема взаимодействия ведомственных и государственных органов может выглядеть следующим образом:

- разработка и внедрение технических средств обнаружения начала аварии и ее оценки;
- обеспечение надежными средствами связи, обеспечивающие передачу информации заинтересованным органам и устойчивую связь между всеми подразделениями;
- оборудование восстановительных поездов средствами для прекращения эмиссии вещества и локализации аварии;
- прогнозирование процесса развития аварии и способов ликвидации аварий и их последствий;

5 – координация и совместные мероприятия с государственными специальными органами страны, а в случае приграничных ситуаций – с органами страны-соседаки;

6 – обеспечение технологическими и защитными средствами работников, занятых ликвидацией экологических последствий аварийных ситуаций.

Примечание: Требования к технологическим средствам и процессам

сводятся к следующим позициям:

- реагенты должны быть по возможности не токсичными;

- технологические процессы подачи реагентов должны исключать ручной труд;

- оборудование для приведения реагентов в необходимый по технологии вид должны быть передвижными;

- количество реагентов при выезде на аварию должно быть рассчитано по прогнозу аварии с 1,5-2,0 кратным запасом.

7 – контроль экологического состояния местности после ликвидации аварии;

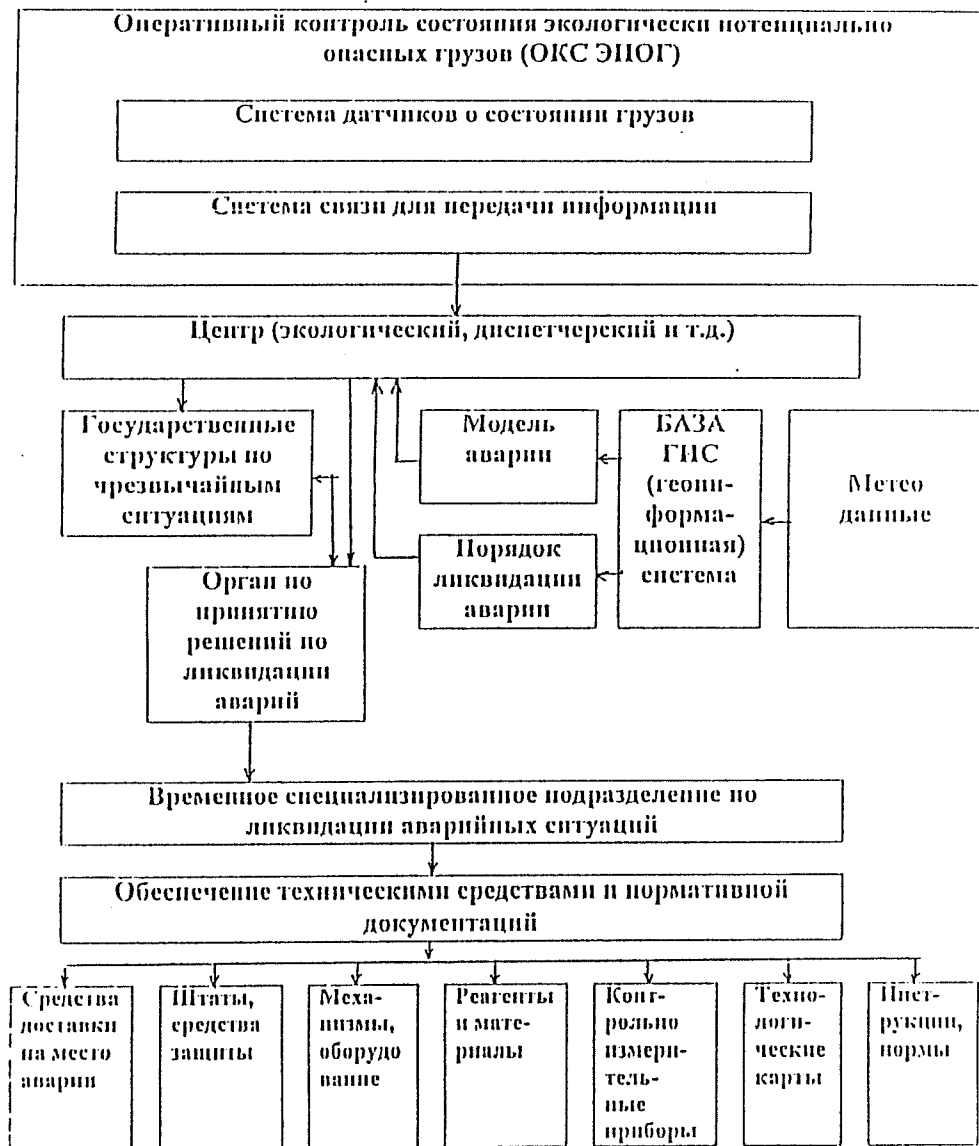
8 – организация подготовки специалистов по ликвидации аварийных ситуаций с ЭПОГ.

Структурная схема мероприятий приведена на стр. 10. Данная структура включает в себя мероприятия по прогнозированию развития аварийных ситуаций с определенным схемой ликвидации и необходимых ресурсов.

Схема разработана в общем виде и требует уточнения для каждой страны-участницы ОСЖД в расшифровке вневедомственных структур по ликвидации и контролю и их связей.

Примеры технологических процессов ликвидации аварий с наиболее распространенными или опасными токсикантами, а именно: аммиак, хлор и тяжелые нефтепродукты приведены в Приложении.

Структурная схема



3. ЗАДАЧИ СТРАН-ЧЛЕНОВ ОСЖД В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ЛИКВИДАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ АВАРИЙ

В разработке проведен анализ состояния вопроса о загрязнении окружающей природной среды в странах-членах ОСЖД, происходящим в результате аварий с экологически опасными грузами во время железнодорожных перевозок. Установлено, что даже по неполным данным, масштабы эмиссий экотоксикантов весьма значительны.

Разработаны рекомендации, направленные на устранение экологических последствий аварий с опасными и токсичными грузами. Предложен ряд технологических процессов для ликвидации последствий железнодорожных аварий при перевозке некоторых наиболее распространенных или особо опасных грузов, а именно: аммиак, хлор и тяжелые нефтепродукты. Рекомендации и вышеупомянутые технологии могут быть положены в основу создания дальнейших разработок в этой области странами-членами ОСЖД.

Основные направления реализации и развития выполненной работы:

- внедрение в практику работы подразделений железных дорог стран-членов ОСЖД разработанных рекомендаций, организационных мероприятий, а также технологий по ликвидации экологических последствий аварий с опасными грузами;
- оснащение восстановительных поездов необходимым оборудованием и нейтрализующими веществами;
- расширение номенклатуры технологий в порядке приоритетности задач по обеспечению экологической безопасности перевозок с учетом особенности законодательства стран-членов ОСЖД;
- внедрение во всех странах-членах ОСЖД специальной системы учета и анализа аварий с экологически опасными грузами;
- проведение анализа грузопотоков и выработка на этой основе рациональной системы дислокации восстановительных поездов с учетом возможности их использования в приграничных районах железными дорогами стран-членов ОСЖД.

ПРИМЕРЫ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Аммиак и его водные растворы

При возникновении аварийной ситуации с аммиаком и его водными растворами загрязняются все компоненты биосферы – воздух, вода и грунт. Согласно стандарту ЕС предельно-допустимая концентрация этого компонента в воздухе $0,05 \text{ мг/м}^3$; рекомендациями по утифицированным экологическим нормативам по выбросам и сбросам вредных веществ в окружающую среду при эксплуатации железнодорожного транспорта, разработанные комиссией по транспортной политике, экологии и комбинированным перевозкам [9] приводят близкую величину $0,04 \text{ мг/м}^3$.

Наиболее простым и эффективным средством первичного связывания аммиака является его обработка водой, при этом резко снижается его упругость пара и степень поражения атмосферы.

Дальнейшее, т.е. вторичное связывание рекомендуется проводить кислотами, в первую очередь ортофосфорной кислотой, которая является сравнительно слабой, нелетучей и образует с аммиаком соединения, которые не используются как минеральные удобрения. Для обеспечения полноты связывания аммиака, достаточного снижения давления его пара и возможного не использования продуктов нейтрализации, а также минимального воздействия продуктов нейтрализации на окружающую среду, процесс следует проводить с образованием дигидрофосфата и частично гидрофосфата.

Обработка разлитого аммиака водой и кислотой, существенно понижая вероятность загрязнения атмосферы, повышает риск попадания водного раствора аммиака и продуктов нейтрализации в поверхностные водоемы и подземные водоносные горизонты.

Последовательность операций при обезвреживании разлитого аммиака следующая:

1. Надеть средства защиты и организовать перекачку разлитого аммиака в резервные емкости.
2. Обработать место разлива раствором ортофосфорной кислоты.
3. Осуществить сбор жидких продуктов нейтрализации с поверхности, перекачать их в специальные емкости, в которых после анализа емесей принести их состав к составу товарных продуктов.
4. Для сбора оставшихся на поверхности грунта и частично проникших в грунт продуктов нейтрализации можно провести бурением системы скважин в зоне разлива и промывкой пласта.
5. Контроль за содержанием продуктов нейтрализации в почве проводить путем взятия проб грунта на различных глубинах и проведения анализов на содержание азота и фосфора.

6. Для снижения количества аммиака, попавшего в атмосферу, а также для защиты персонала (в дополнение к средствам индивидуальной защиты) рекомендуется использование воздухозаборников и вентиляторов, которые направляют воздушно-аммиачные смеси в скруббер-нейтрализатор, омываемый водным раствором ортофосфорной кислоты. Образующийся раствор присоединить к продуктам нейтрализации жидких разливов, а очищенный воздух возвратить в атмосферу.

При возникновении ситуации, когда цистерны повреждаются при сходе поезда лишь частично и в них остается после аварии значительная часть продукта, рекомендуется подача в цистерну сжатого воздуха и перекачка остатков аммиака в неповрежденную цистерну (при ее наличии). При отсутствии такой цистерны сжатый воздух можно подавать под слой аммиака, интенсифицировать его испарение и нагнетать воздушно-аммиачную газовую смесь в реактор-нейтрализатор.

На рис. 1 приведена принципиальная технологическая схема ликвидации аварий с аммиаком или его водными растворами.

С целью удобства выполнения оперативного анализа складывающейся ситуации и быстрого принятия правильных решений руководителями аварийно-спасательных бригад в сложной производственно-технической и психологической обстановке для практического использования рекомендуются номограммы зависимостей нормативных расходов реагента-нейтрализатора (50%-й фосфорной кислоты) от времени с момента аварии до начала работ по ликвидации [13]. Соответствующие зависимости для аварий различных масштабов показаны на рис. 2, 3. Так как масштаб аварии является первоначальной информацией, необходимой для оценки обстановки и принятия решений по организации проведения аварийно-спасательных работ, этот показатель целесообразно использовать в качестве постоянной величины. При необходимости корректировки этой величины (например, в случае поступления дополнительных сведений, уточняющих масштаб аварии, изменения условий развития процесса аварии во времени и т.п.) соответствующие кривые на номограммах могут быть получены путем графической или математической интерполяции.

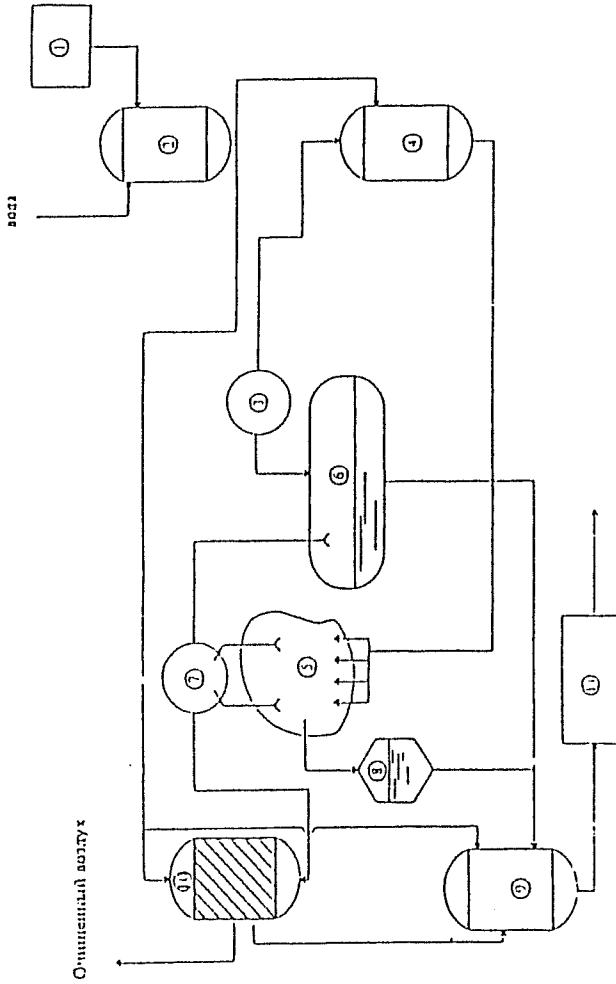


Рисунок 1 – Принципиальная схема ликвидации аварий с аммиаком

1 – емкость для хранения нейтрализующего реагента (ортофосфорной кислоты); 2 – реактор-смеситель;
 3 – компрессор; 4 – напорный резервуар; 5– зона разлива; 6 – поврежденная шихтера с остатками аммиака;
 7 – вентиль; 8 – фильтр; 9 – реактор-нейтрализатор; 10 – скруббер; 11 – бак-накопитель продуктов нейтрализации.

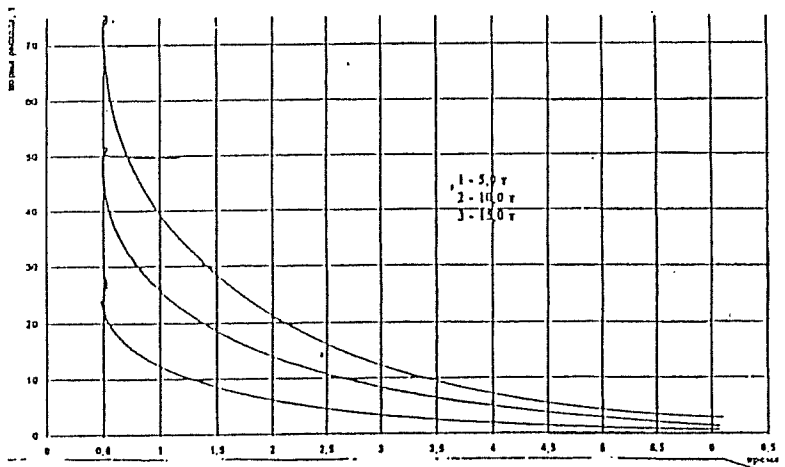


Рисунок 2 – Номограммы расхода реагента для нейтрализации аммиака при различных масштабах эмиссии и $t=25^{\circ}$

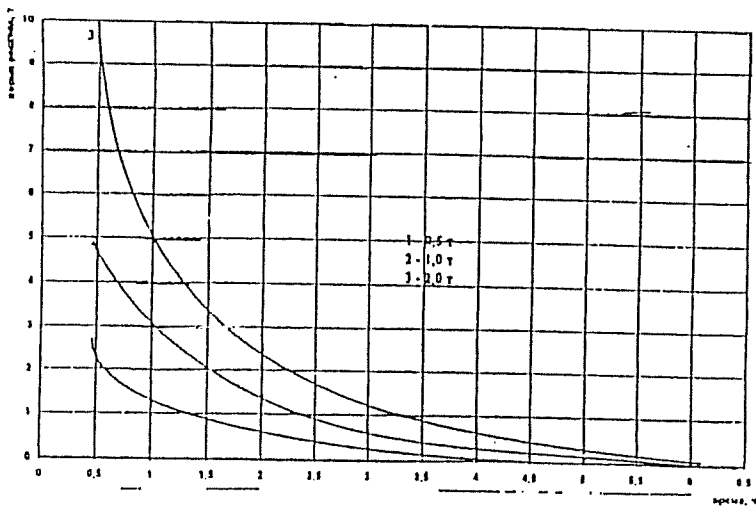


Рисунок 3 – Номограммы расхода реагента для нейтрализации аммиака при различных масштабах эмиссии и $t=25^{\circ}$

Тяжелые нефтепродукты

Основную опасность эмиссии тяжелых нефтепродуктов представляют для верхнего слоя почвы и растительности, а также для поверхностных водоемов. Особую опасность представляют следующие случаи:

- возгорание груза при аварии;
- значительные осадки в виде дождя;
- интенсивное таяние снега.

В первом случае резко растет опасность загрязнения атмосферы, в том числе сажей, оксидами углерода, углеводородами и канцерогенами. Кроме того, более интенсивно происходит нарушение биоценозов почвы, увеличивается скорость миграции в грунтах. Во втором и третьем случаях повышается вероятность смыва нефтепродуктов в расположенные поблизости водоемы и таким образом распространения загрязнителей на значительные территории.

На первом этапе ликвидации аварий рекомендуется локализация мест разлива путем обваловки с одновременной перекачкой разлитых нефтепродуктов в резервные емкости (рис.4). После отстаивания и фильтрации они могут быть использованы для теплоэнергетических целей, в дорожном строительстве и т.п. Перекачку вести насосами с пневматическим или ручным приводом по трубам с гибкими вставками, позволяющими осуществлять перемещение забортника с грубо фильтрующей насадкой по месту разлива.

На втором этапе рекомендуется засыпка мест разлива с остатками нефтепродукта сорбентами (рис.5). Спектр используемых сорбентов и капиллярных поглотителей может быть очень широким. Ориентация в выборе поглотителей должна идти на местные дешевые и доступные материалы природного происхождения или являющиеся отходами производств. Например, в зонах с развитой черной металлургией и промышленностью строительных материалов это могут быть отвалы шлаков и отходы пенобетона, в зонах, где широко представлена теплоэнергетика - зола ТЭЦ или котельных и т.п. Возможно использование песка, опилок, стружек и других материалов. Конкретные решения и соответствующие расходные нормы будут определяться не только составом выбранного материала и его состоянием, но и степенью удаления нефтепродуктов на первом этапе. Могут быть использованы также другие технологии, получившие распространение в той или иной стране.

На третьем этапе ликвидации рекомендуется произвести сбор поглотителя, сьем грунта на определенную толщину и вывоз его вместе с остатками сорбента в соответствии с порядком, установленным в данной стране. Толщину снимаемого грунта определять его пропускной способностью для конкретного нефтепродукта и температуры путем контрольных анализов грунта на содержание нефтепродуктов.

Последующие этапы ликвидации последствий экологических поражений грунта направлять на устранение отдаленных экологических последствий путем обработки почв препаратами биообезвреживания, засыпки слоем свежей плодородной земли и посадки растений (кустарников, трав и т.п.)

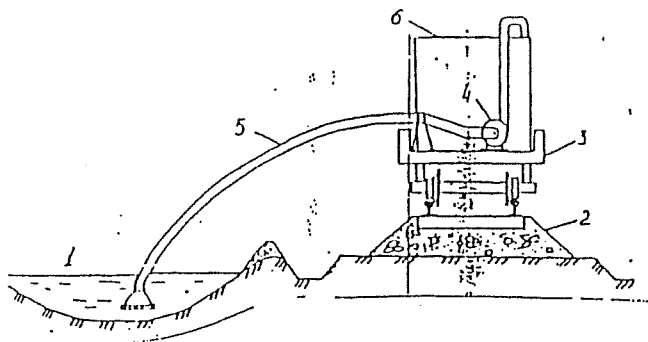


Рисунок 4 – Сбор и перекачка пролитых тяжелых нефтепродуктов

Пояснения к рисунку 4:

1-место разлива нефтепродуктов; 2-балластная призма;

3-железнодорожная платформа; 4-насос; 5-заборный шланг с грубофильтрующей насадкой; 6-резервная емкость.

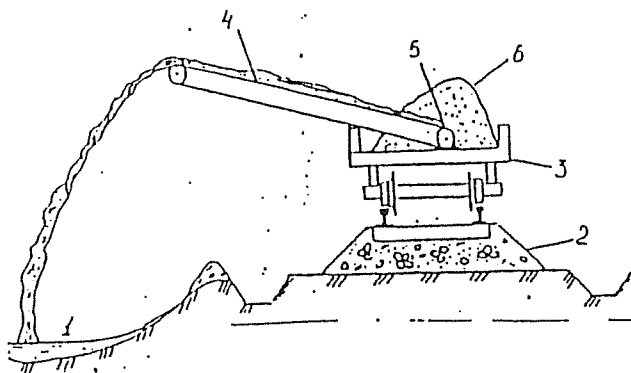


Рисунок 5 – Засыпка места разлива нефтепродуктов поглотителем.

Пояснения к рисунку 5:

1-место разлива нефтепродуктов; 2-балластная призма;

3-железнодорожная платформа; 4-транспортёр; 5-привод; 6-сорбент.

В тех случаях, когда во время аварии происходит попадание нефтепродуктов в водоемы, параллельно с этапами обработки грунта должна проводиться очистка воды. Бригада ликвидаторов, прибывшая к месту аварии, должна прежде всего установить - имело ли место попадание нефтепродукта в водоемы и если этот процесс продолжается, принять срочные меры к его прекращению (сооружение земляных валов, рытье канав для стока нефтепродукта в зоны понижения местности, не заполненные водой и т.п.). Вода рек, загрязненных нефтепродуктами в результате аварии, не обрабатывается командами восстановительных поездов. Вместе с тем ими должна быть проведена оценка количества попавших в реку нефтепродуктов и через специальные службы передано соответствующее сообщение для населенных пунктов и предприятий, расположенных ниже по течению.

Для водоемов со стоячей водой в случае загрязнения ее нефтепродуктами рекомендуется проводить механическое снятие слоя нефтепродукта и перекачку в емкости для отделения от воды. Если загрязнению подвергся крупный водоем, необходима предварительная локализация нефтяного пятна путем установки плавающего ограждения. В последующем загрязненную воду закачивать в аппараты для очистки от нефти с использованием общепринятых реагентных и физико-химических методов. С целью окончательной доочистки воды биологическими методами рекомендуется сооружение временных водоемов, дно и стенки которых укреплять слоем уплотненной глины или другими приемами, уменьшающими водопроницаемость. Окончательный сброс очищенной воды в водоемы проводить после достижения содержания в них нефтепродуктов на уровне санитарных требований.

Хлор

Хлор - один из самых опасных токсикантов, транспортируемых железнодорожным транспортом. Это обусловлено как его весьма высокой токсичностью (это вещество использовалось в качестве первого химического оружия), так и достаточно низкой температурой кипения при обычном давлении (-33,6°С).

На рис.6 показана принципиальная схема ликвидации аварий с хлором.

В зависимости от местных условий и доступности рекомендуется 3 типа реагентов для нейтрализации:

1. Соли двухвалентного железа в виде водных растворов. С учетом достаточно высокой восстановительной способности этих реагентов и их склонности к окислению кислородом воздуха хранение и транспортировку нейтрализаторов рекомендуется проводить в сухом виде в герметичной таре. Приготовление растворов для нейтрализации проводить непосредственно перед использованием.

Нейтрализующие реагенты являются дешевыми, доступными, практически нетоксичными, хотя поглощающая способность их сравнительно невелика.

2. Водные растворы сульфитов щелочных или щелочноземельных металлов в совокупности с каустической содой. Условия хранения транспортировки и

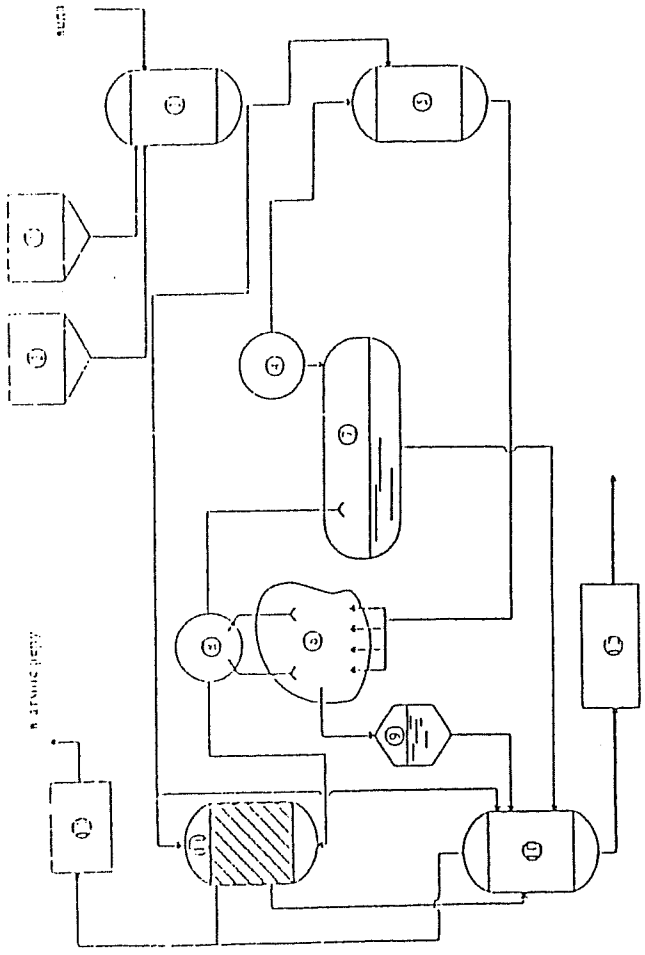


Рисунок 6 – Принципиальная схема ликвидации аварий с хлором

1,2 – емкости с дозированными устройствами для хранения и перевозки нейтрализующих реагентов, а также каустической соды; 3 – реактор-смеситель для приготовления рабочих нейтрализующих растворов; 4 – компрессор; 5 – напорный резервуар; 6 – зона разлива; 7 – поврежденная цистерна с остатками хлора; 8 – вентиллятор; 9 – фильтр; 10 – реактор-нейтрализатор; 11 – скруббер; 12 – бак-накопитель продуктов нейтрализации; 13 – сорбционный аппарат для очистки воздуха.

использования их аналогичны предыдущим реагентам. Поглощительная способность этих растворов вдвое выше.

Вместе с тем, эти реагенты требуют обязательного расхода щелочей, в противном случае pH растворов в процессе реакции существенно снижается и возникает опасность повышения давления пара хлористого водорода.

3. Растворы сульфидов щелочных металлов. Поглощительная способность их близка к сульфитам.

Однако они не требуют обязательных расходов щелочей. Вместе с тем, использование щелочей (каустической соды) в сочетании с сульфидами является предпочтительным, т.к. это значительно повышает поглощительную способность.

Требования к хранению, транспортировке и условиям использования реагентов те же.

Порядок действий по ликвидации последствий аварии с хлором следующий:

1. Бригада, прибывшая на место аварии одевает защитную одежду и противогазы и быстро проводит оценку обстановки в зоне аварии – масштабы разлива, количество оставшегося хлора в зоне разлива, т.е. на местности, а также в потерпевшей аварии цистерне (цистернах). В случае, если в цистернах, потерпевших аварию, осталось значительное количество хлора, рекомендуется его перекачка компрессором 4 в резервную цистерну, соответствующую техническим требованиям к цистернам для перевозки этого продукта.
2. Включением вентилятора 8 провести откачку газообразного хлора в скруббер 11, куда одновременно начать подачу нейтрализующей смеси из реактора-смесителя 3.
3. Часть нейтрализующей смеси в количестве, определяемом по таблицам и номограммам (см. ниже) переводить в напорный резервуар 5, откуда с помощью компрессора 4 подавать в зону разлива 6.
4. После проведения нейтрализации продукты через фильтр 9 перекачать в реактор-нейтрализатор 10, где объединить с продуктами нейтрализации газовой фазы, выходящими из скруббера 11. В реакторе-нейтрализаторе путем регулирования количества подающейся смеси и времени процесса провести окончательную нейтрализацию хлора, продукты которой собрать в накопителе 12.
5. С учетом высокой токсичности хлора и низкой растворимости его в воде и водных растворах для надежной защиты атмосферы на выходе газообразного хлора установить сорбционный аппарат 13.

Оборудование, используемое в этом технологическом процессе, может быть использовано и в других аналогичных процессах, например, для описанного выше случая нейтрализации аммиака. Соответствующая унификация позволяет удешевить оснащение восстановительных поездов и расширить номенклатуру нейтрализуемых экологически опасных грузов.

На рис.7-8 Приведены расходные номограммы для одного из вариантов нейтрализующего реагента – сульфита натрия при температуре 25°C и различных масштабах эмиссий и времени с начала аварии. При использовании других реагентов аналогичные номограммы могут быть настроены с учетом обычных стехиометрических коэффициентов.

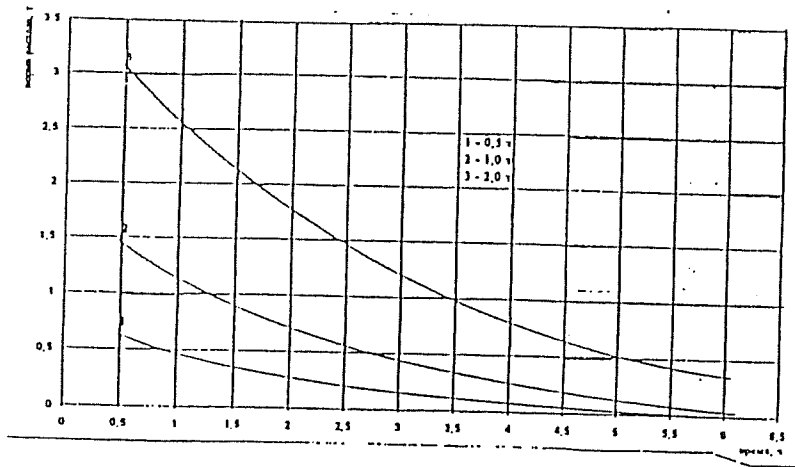


Рисунок 7 – Номограммы расхода сульфита натрия для нейтрализации хлора при различных масштабах эмиссии и $t=25^{\circ}$

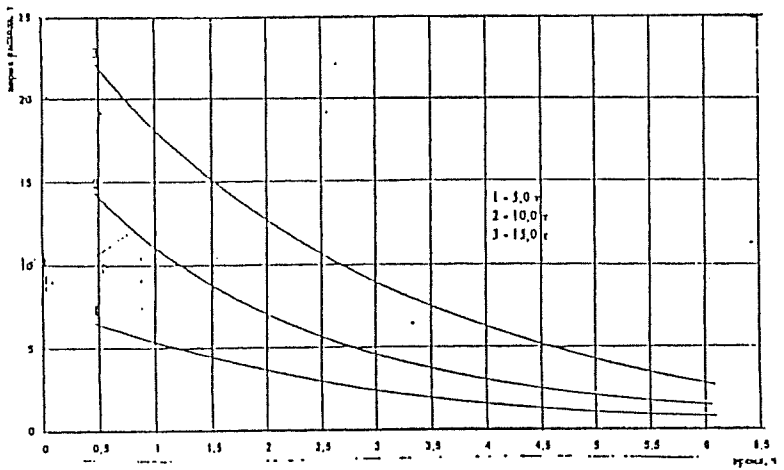


Рисунок 8 – Номограммы расхода сульфита натрия для нейтрализации хлора при различных масштабах эмиссии и $t=25^{\circ}$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспорт: наука, техника, управление, 1996, № 5, с.2-19.
2. В.Н.Плахотник, В.И.Сираков, Ю.Я.Чернявский, Л.А.Ярышкينا, Экологические аспекты аварий на железных дорогах стран членов ОСЖД, Бюллетень ОСЖД, 1997, №6, с.7-9.
3. Транспорт и окружающая среда, Рабочие материалы международного семинара EBRD-Haskoning, 1994, Киев, 300с.
4. V.N.Plakhotnik, V.V. Popov, A.Kh. Drabkina, L.A.Yaryshkina, Yu.B.Olevskaya, I.L.Gulivets, Chemical aspects of transport influence upon the environment, 35 the IUPAC Congress, Istanbul, 1995, p.179.
5. V.N.Plakhotnik, A.Kh. Drabkina, N.A.Volkovnikskaya, L.V.Chaukina, L.A.Yaryshkina, The influence of the Ukrainian railway transport upon the environment, International Conference, Traffic effects on structures and environment, 1994, Slovakia, VII, p.125-128.
6. V.N.Plakhotnik, N.E. Soroka, I.L.Gulivets, L.A.Yaryshkina, Methods of neutralizing proceeding and utilizing the waste materials from railway transport enterprises, International Scientific-practical conference "CPWM-96", Dnepropetrovsk, 1996, p.69.
7. В.Н.Плахотник, Л.А.Ярышкينا, А.П. Бойченко, Экологические последствия аварий при перевозке аммиака и его производных. Международная конференция "Конверсия и экология", Днепропетровск, 1997, стр.159-160.