

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

**МИНИСТЕРСТВО ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМАНДНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ»**

УДК 614.878

**ЕРЕМИН
АЛЕКСЕЙ ПЕТРОВИЧ**

**ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ,
СВЯЗАННЫХ С ВЫБРОСОМ (ПРОЛИВОМ) АММИАКА,
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОДЯНЫХ ЗАВЕС**

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.26.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях
(промышленность)

МИНСК 2008

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

Работа выполнена в ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь и ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» Национальной академии наук Беларуси

Научные руководители:

Байков Валентин Иванович

доктор технических наук, заведующий лабораторией мембранного массообмена ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» Национальной академии наук Беларуси

Котов Геннадий Викторович

кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры тактики проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожаров ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь

Официальные оппоненты:

Кунтыш Владимир Борисович

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры энергосбережения, гидравлики и теплотехники УО «Белорусский государственный технологический университет»

Карпенчук Игорь Васильевич

кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры пожарной аварийно-спасательной техники ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь

Оппонирующая организация: Белорусский национальный технический университет.

Защита состоится 14 ноября 2008 г. в 14.00 часов на заседании Совета по защите диссертаций К 11.01.01 при Государственном учреждении образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь по адресу: 220118, г. Минск, ул. Машиностроителей, 25, актовый зал, телефон ученого секретаря 341-75-11.

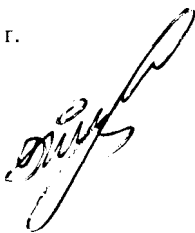
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь.

Автореферат разослан 08 октября 2008 г.

Ученый секретарь

Совета по защите диссертаций

кандидат технических наук, доцент



И.И. Полевода

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь находится 340 химически опасных объектов (ХОО), где производится, используется или хранится около 45 тыс. т опасных химических веществ (ОХВ). Территорию Республики Беларусь ежемесячно пересекает 400–1500 железнодорожных цистерн с ОХВ. В настоящее время степень износа основных фондов ХОО достигает 80 %. Ежегодно в республике происходит от 10 до 25 аварий с выбросом (проливом) ОХВ. Несмотря на ужесточение требований к обеспечению безопасности функционирования ХОО, вероятность возникновения аварий на них постоянно возрастает.

Наиболее широко используемым ОХВ является аммиак. Количество находящегося в обращении аммиака превышает 20 тыс. т, в том числе около 17 тыс. т сосредоточено в ОАО «Гродно Азот» концерна «Белнефтехим». По имеющимся статистическим данным чрезвычайные ситуации (ЧС), сопровождающиеся выбросом или проливом аммиака, являются наиболее многочисленными среди всех имевших место аварий с выбросом (проливом) ОХВ. В период с 2001 по 2007 гг. на территории Республики Беларусь произошли 24 аварии такого характера.

Мировой и отечественный опыт по ликвидации последствий аварий с выбросом (проливом) аммиака свидетельствует о том, что основным применявшимся способом ограничения распространения и обеззараживания аммиачно-воздушного облака является использование водяных завес (ВЗ). На территории Беларуси в большинстве случаев ликвидации последствий аварий с выбросом (проливом) аммиака подразделениями по ЧС и персоналом ХОО применялась постановка ВЗ. Тем не менее, до настоящего времени не выработаны четкие рекомендации по их применению. Высокий риск возникновения ЧС, связанных с выбросом (проливом) аммиака, отсутствие нормативно-технической базы использования ВЗ для ликвидации последствий таких аварий определили актуальность темы и научных задач диссертационной работы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами

Тема диссертационной работы соответствует перечню приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006–2010 гг. (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17 мая 2005 г. № 512).

Исследования проводились в рамках задания 5 «Разработать методику расчета сил и средств для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций,

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

связанных с выбросом (выливом) аммиака» Государственной научно-технической программы «Разработать и внедрить современную технику, средства и технологии для государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны» (№ гос. регистрации 20053319, 2005–2007 гг., утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 июня 2005 г. № 589).

Цель и задачи исследования

Целью работы является разработка принципов оптимального использования водяных завес при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Определение количественных характеристик абсорбции аммиака движущимися водяными каплями из аммиачно-воздушной смеси с учетом величин ее расхода, концентрации аммиака и размера капель.
2. Разработка полуэмпирической модели влияния водяных завес на распространение аммиачно-воздушного облака.
3. Разработка методических основ применения водяных завес при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака.

Объект исследования – чрезвычайные ситуации с выбросом (проливом) аммиака.

Предмет исследования – водяные завесы, их влияние на распространение аммиачно-воздушного облака.

Выбор объекта и предмета исследования обусловлен характером наиболее распространенных в Республике Беларусь аварий на химически опасных объектах и основным способом ведения аварийно-спасательных работ, применяемым для локализации и обеззараживания аммиачно-воздушного облака.

Положения, выносимые на защиту

1. Количественные характеристики процесса абсорбции аммиака движущимися водяными каплями из аммиачно-воздушной смеси, полученные экспериментально и в результате проведенного математического моделирования, основными из которых являются зависимости: концентрации аммиака в объеме водяных капель от расхода смеси и концентрации в ней аммиака, а также размера капель.
2. Полученные в ходе натурных испытаний зависимости глубины фактической зоны заражения и концентрации аммиака в приземном слое воздуха от площади пролива и высоты водяной завесы при скорости ветра 5 м/с, а также полуэмпирическая модель формирования аммиачно-воздушного облака и влияния водяных завес на его распространение.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

3. Методика применения водяных завес при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака, позволяющая прогнозировать параметры фактической зоны заражения, определять схемы постановки водяных завес и оценивать эффективность их применения, рассчитывать необходимое количество сил и средств.

Личный вклад соискателя

Личный вклад соискателя заключается в разработке методик лабораторных исследований и натурных испытаний, использования водяных завес и расчета сил и средств, выполнении теоретических и экспериментальных исследований, разработке моделей процесса абсорбции аммиака движущимися водяными каплями и влияния водяных завес на распространение аммиачно-воздушного облака. Научными руководителями, доктором технических наук Байковым В.И. и кандидатом химических наук Котовым Г.В. была сформулирована цель и поставлены задачи исследований, совместно обсуждались результаты исследований. Кандидат химических наук Елисеев С.Ю. принимал участие в проведении лабораторных исследований. Доктор физико-математических наук Фисенко С.П. проводил численное моделирование абсорбции аммиака массивом водяных капель и принимал участие в обсуждении ряда результатов. Для обеспечения проведения натурных испытаний руководством ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, учреждения «Гродненское областное управление МЧС Республики Беларусь» и ПАСО-5 на объектах ОАО «Гродно Азот» выделялась техника и личный состав подразделений по ЧС. В публикациях с соавторами вклад соискателя определяется рамками излагаемых в диссертационной работе результатов.

Апробация результатов диссертации

Материалы, представленные в диссертации, докладывались и обсуждались на международных и республиканской конференциях: научно-практическая конференция «Защита от чрезвычайных ситуаций: инновации и перспективы дополнительного образования» (п. Светлая Роща, Республика Беларусь, 2006); Международная научно-практическая конференция «ЧС: теория, практика, инновации» (г. Гомель, Республика Беларусь, 2006); 5 Международная конференция «Обработка информации и управление в чрезвычайных и экстремальных ситуациях» (г. Минск, 2006); Международная научно-практическая конференция «Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту» (г. Черкассы, Украина, 2006); XIV Международная научно-практическая конференция «Предупреждение. Спасение. Помощь. Теория и практика 15 лет в системе МЧС России» (г. Москва, Россия, 2007).

Опубликованность результатов диссертации

По материалам диссертации опубликовано 17 работ, из них 8 (3,6 авторского листа) соответствуют п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

присвоении ученых званий в Республике Беларусь, 9 (8,28 авторского листа) – материалы научных конференций, публикация в зарубежном научном издании, депонированная работа, патент.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Работа изложена на 170 страницах, содержит 44 рисунка, 17 таблиц, библиографический список, включающий 185 наименований, 10 приложений, занимающих 84 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснован выбор темы диссертации с учетом ее актуальности, дан краткий анализ проблем ликвидации последствий ЧС, связанных с выбросом (проливом) аммиака, определены основные направления исследований.

Первая глава содержит аналитический обзор литературных источников, в которых приводятся сведения о характерных особенностях ЧС, связанных с выбросом (проливом) ОХВ, и способах ликвидации их последствий.

Анализ современного состояния исследуемой проблемы позволил сделать следующие выводы:

- статистические данные о ЧС, связанных с выбросом (проливом) ОХВ на территории Республики Беларусь, свидетельствуют о том, что наиболее распространенными являются аварии с выбросом (проливом) аммиака;

- наиболее эффективным и применяемым средством воздействия на аммиачно-воздушное облако являются ВЗ;

- не изучен механизм влияния ВЗ на распространение аммиачно-воздушного облака;

- отсутствуют теоретические основы применения ВЗ при ликвидации ЧС, связанных с выбросом (проливом) аммиака;

- не разработана нормативная база применения ВЗ.

Во второй главе описываются принципы исследования абсорбции аммиака движущимися водяными каплями, дано описание лабораторной установки, изложена методика проведения исследований, представлены полученные экспериментальные результаты и их анализ, а также разработанная математическая модель абсорбции газообразного аммиака.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема лабораторной установки, позволяющей определить ряд характеристик процесса абсорбции аммиака, важнейшими из которых являются зависимости концентрации аммиака в водном растворе от его содержания в аммиачно-воздушной смеси, расходов аммиака и смеси, размеров водяных капель. Активная зона установки представляет собой вертикальную абсорбционную колонну 1, в верхней части которой ус-

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

тановлен дозатор 2 для подачи воды, снабженный сменным капилляром 3. В нижней части колонны находится приемник 4 падающих водяных капель, абсорбировавших аммиак. Воздух и аммиак в абсорбционную колонну подаются из баллонов 5 через систему кранов 6, понижающих редукторов 7 и расходомеров 8. Концентрация аммиака в водной фазе определялась титриметрическим методом, в газовой фазе – с помощью газоанализаторов «Колион-1» и «Multiwam II, SD 83 13 300».

В результате проведенных исследований установлено, что зависимость концентрации аммиака в водной фазе от его концентрации в воздухе носит нелинейный характер. При увеличении расхода аммиака (свыше 70 дм³/ч) и фиксированном расходе воды интенсивность его поглощения заметно снижается. Это объясняется тем, что установившаяся скорость связывания аммиака водой не обеспечивает постоянный уровень его поглощения из аммиачно-воздушной

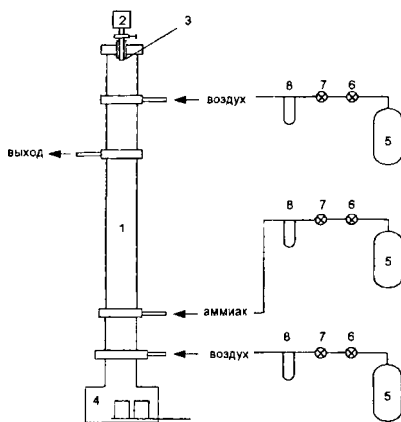


Рисунок 1 – Принципиальная схема экспериментальной установки

смеси с ростом эффективной концентрации, определяемой не только содержанием в ней аммиака, но и величиной расхода смеси. На рисунке 2а представлен характер изменения концентрации аммиака в водной фазе от его расхода для случаев абсорбции каплями различной массы. Установлено, что увеличение массы водяных капель от 0,035 до 0,045 г сопровождается ростом концентрации аммиака в водной фазе от 0,3 до 0,6 моль/дм³ при одинаковой величине расхода газа. Изучение процесса поглощения аммиака водяными каплями различного размера позволило установить в исследуемом диапазоне прямо пропорциональный характер зависимости концентрации аммиака в водной фазе от массы капель.

С использованием величины поглощательной способности водяных капель, рассчитываемой как отношение количества аммиака, поглощенного водной фазой, к количеству аммиака, содержащегося в первоначальном потоке: $a = v_{\text{абс}} / v_0$ (где v_0 и $v_{\text{абс}}$ – количества аммиака абсорбированного водяными каплями и в первоначальном потоке смеси, моль), определено изменение доли абсорбированного аммиака с увеличением расхода аммиачно-воздушной смеси и концентрации в ней аммиака. На рисунке 2б приведен пример найденной зависимости для случая абсорбции аммиака каплями массой 0,0356 г.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

вах аммиака площадью от 6 до 600 м², для которых проведение натурных испытаний принципиально невозможно в связи с угрозой выхода эксперимента из под контроля и заражения больших участков местности [2, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 15].

1.3 Рассчитан коэффициент эффективности водяных завес высотой до 6 м при скорости ветра до 7 м/с, разработаны схемы постановки водяных завес с учетом площади пролива аммиака (6–600 м²) и скорости ветра 0, 2, 5, 7 м/с и способ определения изменения концентрации аммиака при постановке завес в несколько эшелонов [5, 9, 14].

1.4 Впервые предложена установка, обеспечивающая повышение эффективности водяных завес с помощью смачиваемого непроницаемого экрана. Установка защищена патентом [16].

1.5 По результатам выполнения комплекса лабораторных исследований, натурных испытаний, а также моделирования процессов абсорбции аммиака движущимися каплями воды и влияния завес на распространение аммиачно-воздушного облака:

- определена конструкция рукавного распылителя, обеспечивающая эффективное обеззараживание аммиачно-воздушного облака [7];
- разработана методика использования водяных завес. Ожидаемый эффект от ее применения при ликвидации ЧС – экономия воды до 60 % [7, 8, 17];
- разработана методика расчета сил и средств для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака, рекомендованная к применению в подразделениях по чрезвычайным ситуациям [8, 17].

2 Рекомендации по практическому использованию результатов

2.1 Разработанные методики использования водяных завес и расчета сил и средств применяются в практике боевой работы подразделений по ЧС при планировании работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака.

2.2 На основе методик разработана «Инструкция по расчету сил и средств для постановки водяных завес при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака», утвержденная приказом МЧС Республики Беларусь от 07.07.2008 г. № 89.

2.3 Результаты диссертационных исследований используются в учебном процессе при подготовке слушателей и курсантов Государственного учреждения образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах

1. Котов, Г.В. Методика лабораторных исследований процесса абсорбции аммиака / Г.В. Котов, В.Г. Тищенко, А.П. Еремин, М.В. Гороховик // Чрезвычай. ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2006. – № 2. – С. 5–12.

2. Котов, Г.В. Методика проведения натурных испытаний по определению влияния водяных завес, создаваемых перфорированными рукавными линиями, на концентрацию аммиака в воздухе / Г.В. Котов, В.Г. Тищенко, А.П. Еремин // Чрезвычай. ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2006. – № 2. – С. 13–20.

3. Еремин, А.П. Тепло– и массоперенос в дисперсных и пористых средах / А.П. Еремин, Г.В. Котов, Т.В. Сидорович, С.П. Фисенко // Инженер.-физ. журн. – 2007. – Т. 80, № 3. – С. 36–42.

4. Котов, Г.В. Исследование абсорбции аммиака движущимися водяными каплями из аммиачно-воздушной смеси / Г.В. Котов, А.П. Еремин, С.Ю. Елисеев // Вестн. Команд.-инженер. ин-та МЧС Респ. Беларусь. – 2007. – № 1. – С. 12–17.

5. Котов, Г.В. Расчет фактической зоны заражения при выбросе аммиака и ликвидации его последствий / Г.В. Котов, В.И. Байков, А.П. Еремин // Чрезвычай. ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2007. – № 1. – С. 104–113.

6. Котов, Г.В. Влияние водяных завес на снижение концентрации аммиака в воздухе / Г.В. Котов, А.П. Еремин, В.Г. Тищенко // Чрезвычай. ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2007. – № 1. – С. 114–121.

7. Котов, Г.В. Создание водяных завес с использованием рукавных распылителей / Г.В. Котов, А.П. Еремин, В.Г. Тищенко // Вестн. Команд.-инженер. ин-та МЧС Респ. Беларусь. – 2007. – № 2. – С. 33–39.

8. Котов, Г.В. Расчет количества рукавных распылителей для постановки водяных завес при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с проливом аммиака / Г.В. Котов, А.П. Еремин, В.Г. Тищенко // Вестн. Команд.-инженер. ин-та МЧС Респ. Беларусь. – 2007. – № 2. – С. 40–45.

9. Котов, Г.В. Определение коэффициента пропускания водяных завес при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с проливом аммиака / Г.В. Котов, А.П. Еремин // Оралдын ғылым жаршысы = Урал. науч. вестн. – 2007. – № 2. – С. 44–50.

Материалы конференций

10. Котов, Г.В. Перспективы моделирования процессов абсорбции аммиака в водяных завесах / Г.В. Котов, А.П. Еремин // Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту: матеріали міжнарод. наук.-практ. конф., Черкаси, 12–13 травня 2006 р. / Черкасс. ін-т пожежної безпе-

ки, М-ва охорони здоров'я України та Європейської комісії, наслідків Чорноб. катастрофи. – Черкаси, 2006. – С. 31–33.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

11. Котов, Г.В. Разработка теоретических основ улавливания аммиака с применением водяных завес / Г.В. Котов, А.П. Еремин // Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации: материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 27–28 сент. 2006 г. / Гомел. инженер. ин-т МЧС Респ. Беларусь; редкол.: В.Л. Потеха [и др.] – Гомель, 2006. – С. 229–230.

12. Котов, Г.В. Изучение влияния водяных завес на распространение аммиачно-воздушного облака при возникновении чрезвычайных ситуаций / Г.В. Котов, С.П. Фисенко, А.П. Еремин // Обработка информации и управление в чрезвычайных и экстремальных ситуациях: докл. Пятой Междунар. конф., Минск, 24–26 окт. 2006 г.: в 2 т. / Объедин. ин-т проблем информатики Нац. акад. наук Беларуси; науч. ред. А.В. Тузиков. – Минск, 2006. – Т. 1. – С. 68–71.

Тезисы докладов

13. Котов, Г.В. Исследование влияния водяных завес на содержание аммиака в воздухе / Г.В. Котов, А.П. Еремин, В.Г. Тищенко // Защита от чрезвычайных ситуаций: инновации и перспективы дополнительного образования: сб. тез. докл. науч.-практ. конф., п. Светлая Роща, 21–22 сент. 2006 г. / Ин-т переподгот. и повышения квалификации МЧС Респ. Беларусь; пред. орг. ком.в: Э.Н. Бариев [и др.] – Светлая Роща, 2006. – С. 139–140.

14. Котов Г.В. Коэффициент пропускания водяных завес, применяемых при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом аммиака / Г.В. Котов, А.П. Еремин, М.В. Гороховик // Предупреждение. Спасение. Помощь. Теория и практика 15 лет в системе МЧС России: сб. тез. докл. XIV Междунар. науч.-практ. конф. науч.-пед. состава и обучающихся в Акад., Химки, 3 апр. 2007 г.: в 2 ч.: / Акад. гражд. защиты МЧС России. – Химки, 2007. – Ч. 1. – С. 91–92.

15. Котов, Г.В. Моделирование процессов абсорбции и рассеивания аммиака с помощью водяных завес / Г.В. Котов, А.П. Еремин, А.П. Фисенко // Предупреждение. Спасение. Помощь. Теория и практика 15 лет в системе МЧС России: сб. тез. докл. XIV Междунар. науч.-практ. конф. науч.-пед. состава и обучающихся в Акад., Химки, 3 апр. 2007 г.: в 2 ч.: / Акад. гражд. защиты МЧС России. – Химки, 2007. – Ч. 1. – С. 92–94.

Патент

16. Установка для абсорбции и рассеяния в атмосфере облака ядовитых газов: пат. 3418, Респ. Беларусь, U, В 05В 1/00, В 05С 11/00, А 62В 15/00 / С.П. Фисенко, В.И. Байков, Ю.М. Дмитренко, А.П. Еремин, Г.В. Котов; заявитель Ин-т тепло- и массообмена НАН Беларуси. – № U 20060545; заявл. 22.08.2006; опубл. 30.04.2007 // Офиц. бюл. / Нац. центр интелект. собственности. – 2007. – № 2. – С. 194.

17. Котов, Г. В. Разработать методику расчета сил и средств для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (выливом) аммиака [текст]. (Отчет о НИР № ГР 20053319) / Г. В. Котов, А. П. Еремин, В. Г. Тищенко, В. И. Байков, С. П. Фисенко, Т. В. Сидорович, П. К. Зновец, М. М. Шишканов; Команд.-инженер. ин-т МЧС Респ. Беларусь. – Минск, 2007. – 112 с. – Деп. в ГУ «БелиСА» 23.01.2008 г., № Д20083 // РС: Отчеты НИР, ОКР, ОТР. – 2008. – 2(51). – С. 78.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

РЕЗЮМЕ

Еремин Алексей Петрович

Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака, с использованием водяных завес

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, выброс (пролив) аммиака, водяная завеса, фактическая зона заражения, коэффициент эффективности водяной завесы.

Цель работы: разработка принципов оптимального использования водяных завес при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака.

Методы исследования: лабораторные исследования, титриметрический анализ, натурные испытания, методы математической статистики, численные методы решения дифференциальных уравнений, математическое моделирование.

Полученные результаты и их новизна: экспериментально установлены количественные характеристики процесса абсорбции аммиака из аммиачно-воздушной смеси движущимися водяными каплями и впервые разработана математическая модель, учитывающая испарительное охлаждение и состояние среды. Экспериментально определены параметры рукавного распылителя, соответствующие оптимальному соотношению давления на насосе автоцистерны (расхода воды) и высоты создаваемой водяной завесы. Экспериментально установлен количественный характер влияния водяных завес на распространение аммиачно-воздушного облака, определены параметры и условия создания завес, обеспечивающие его эффективное рассеивание. Впервые разработана полумпирическая модель, используемая для расчета глубины фактической зоны заражения и изменения концентрации аммиака в приземном слое воздуха в результате постановки завес при различных значениях площади пролива и скорости ветра. С применением данной модели разработаны методики использования водяных завес и расчета сил и средств для ликвидации последствий ЧС. Предложена и запатентована установка, обеспечивающая повышение эффективности водяных завес с помощью смачиваемого непроницаемого экрана.

Степень использования. Разработанные методики внедрены в практику боевой работы подразделений по чрезвычайным ситуациям. По результатам диссертационных исследований разработана Инструкция по расчету сил и средств для постановки водяных завес, утвержденная приказом МЧС Республики Беларусь.

Область применения: ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

РЭЗЮМЕ

Еромін Аляксей Пятровіч

Ліквідацыя наступстваў надзвычайных сітуацый, звязаных з выкідам (пралівам) аміяку, з выкарыстаннем вадзяных заслон

Ключавыя словы: надзвычайная сітуацыя, выкід (праліў) аміяку, вадзяная заслона, фактычная зона заражэння, каэфіцыент эфектыўнасці вадзяной заслоны.

Мэта працы: распрацоўка прынцыпаў аптымальнага выкарыстання вадзяных заслон пры ліквідацыі наступстваў надзвычайных сітуацый, звязаных з выкідам (пралівам) аміяку.

Метады даследвання: лабараторныя даследванні, тытрыметрычны аналіз, натурныя выпрабаванні, метады матэматычнай статыстыкі, колькасныя метады, колькасныя метады рашэння дыферэнцыяльных ураўненняў, матэматычнае мадэліраванне.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: эксперыментальна ўстаноўлены колькасны характарыстыкі працэсу абсорбцыі аміяку з аміячна-паветранай сумесі рухаючыміся вадзянымі кроплямі і ўпершыню распрацавана матэматычная мадэль, якая ўлічвае выпарнае ахалоджванне і стан асяроддзя. Эксперыментальна вызначаны параметры рукаўнага распыляльніка, якія адпавядаюць аптымальным суадносінам ціску на помпе аўтацыстэрны (расходу вады) і вышыні ствараемай вадзяной заслоны. Эксперыментальна ўстаноўлен колькасны характар уздзеяння вадзяных заслон на распаўсюджванне аміячна-паветранага воблака, вызначаны параметры і ўмовы стварэння заслон, якія забяспечваюць яго эфектыўнае рассяйванне. Упершыню распрацавана паўэмпірычная мадэль, якая выкарыстоўваецца для разліку глыбіні фактычнай зоны заражэння і змянення канцэнтрацыі аміяку ў прыземным слоі паветра ў выніку пастаноўкі заслоны пры розных значэннях плошчы праліва і хуткасці ветра. З прымяненнем дадзенай мадэлі распрацаваны метадыкі выкарыстання вадзяных заслон і разліку сіл і сродкаў для ліквідацыі наступстваў НС. Прапанавана і запатэнтавана ўстаноўка, якая забяспечвае павышэнне эфектыўнасці вадзяных заслон з дапамогай непранікальнага экрана, які змочваецца.

Ступень выкарыстання. Распрацаваныя метадыкі ўкараніліся ў практыцы баявой работы падраздзяленняў па надзвычайным сітуацыям. Па рэзультатах дысертацыйных даследаванняў распрацавана Інструкцыя па разліку сіл і сродкаў для пастаноўкі вадзяных заслон, якая зацверджана прыказам МНС Рэспублікі Беларусь.

Сфера прымянення: ліквідацыя наступстваў надзвычайных сітуацый, звязаных з выкідам (пралівам) аміяку.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

RESUME

Eryomin Aleksey Petrovich

Emergency recovery connected with emission (spill) of ammonia using water screen

Key words: emergency situation, emission (spill) of ammonia, water screen, existent contamination zone, efficiency ratio of water screen.

Work objective: development of optimal utilization of water screens during emergency recovery connected with emission (spill) of ammonia.

Research methods: laboratory research, titrimetric analysis, full-scale tests, methods of mathematical statistics, numerical computation of differential equations, mathematical modeling.

Results and their novelty: quantitative characteristics of the process of ammonia absorption from ammoniac and air mixture have been determined by experiment with a help of moving water drops, as well as mathematical model considering evaporation cooling and environment condition has been first-time developed. Characteristics of hose spray corresponding optimum ratio of tank trunk pump pressure (water expenditure) and height of created water screen have been determined by experiment. Quantitative character of influence of water screens on spread of ammonia and air cloud has been determined by experiment; characteristics and conditions of screen creation which provide effective spread of the cloud have been determined. Semi-empirical model used for estimation of depth of existent contamination zone and change of concentration of ammonia in air-ground interface as a result of screening at various values of spill area and air speed has been first-time developed. Applying this model, methods of using water screens and estimation of strengths and means for emergency recovery have been developed. A plant providing increase of efficiency of water screens with a help of wetted impermeable screen has been suggested and patented.

Degree of utilization: Developed methods have been implemented into practical training of combat performance of Emergency Divisions. The Manual for estimation of strengths and means for installation of water screens affirmed by the order of Ministry of Emergencies of the Republic of Belarus has been worked out in accordance with thesis research.

Application field: emergencies recovery connected with emission (spill) of ammonia.

