Сенчишак Тарас Иосафатович. Защитные водяные завесы для борьбы с газопаровоздушными облаками горючих газов и токсичных веществ : диссертация ... кандидата технических наук : 05.26.03.- Москва, 2003.- 170 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-5/2515-8

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ

СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА" НАУЧНО-

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ

ОБОРОНЫ

На правах рукописи

Сенчишак Тарас Иосафатович

ЗАЩИТНЫЕ ВОДЯНЫЕ ЗАВЕСЫ ДЛЯ БОРЬБЫ С

ГАЗОПАРОВОЗДУШНЫМИ ОБЛАКАМИ

ГОРЮЧИХ ГАЗОВ И ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

Специальность 05.26.03. «Пожарная и промышленная безопасность»

(технические науки), отрасль - химическая и нефтехимическая

промышленность.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

к.т.н., с.н.с.

В.Л. Карпов

Москва-2003

2

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 6

1. Анализ состояния вопроса и постановка задачи исследования 11

1.1. Опасность газопаровоздушных облаков горючих газов и

токсичных веществ .. 11

1.1.1. Пожаровзрывоопасность газопаровоздушных облаков горючих

газов 11

1.1.2. Опасность газопаровоздушных облаков токсичных

веществ..... 20

1.2. Анализ отечественного и зарубежного опыта использования

водяных завес для борьбы с загазованностью и тепловым излучением пожаров 26

1.3. Взаимодействие водяных струйных завес с парогазовоздушным

облаком 32

1.4. Выводы и задачи исследования 33

2. Теоретический анализ процессов рассеивание газопаровоздушных

облаков при аварийных выбросах горючих газов и токсичных веществ 36

2.1. Процессы выброса, растекания и испарения сжиженных газов, формирования пожаровзрывоопасных газопаровоздушных

облаков 40

2.1.1. Аварийные выбросы жидкостей первой категории 40

2.1.2. Аварийные выбросы жидкостей второй категории 43

2.1.3. Растекание и испарение жидкости 44

2.1.4. Формирование и рассеивание в атмосфере газопаровоздушных

облаков 58

. з

2.2. Прогнозирование и оценка обстановки при выбросах в

окружающую среду хлора, аммиака и других АХОВ 76

2.2.1. Прогнозирование масштабов заражения приземного слоя

воздуха 77

2.2.2. Определение продолжительности поражающего действия хлора

и времени подхода облака зараженного воздуха к объекту 79

2.2.3. Прогнозирование и оценка обстановки в очагах поражения,

образованных другими наиболее распространенными аварийно химически опасными веществами 82

2.3. Механизм рассеивания парогазоводушных облаков с помощью

водяных струйных завес 84

2.3.1. Механизм захвата воздуха водяными струями и разбавления

парогазовой смеси 85

2.3.2. Изменение направления движения облака при его взаимодействии с потоком воздуха, захватываемого струями

воды. г 93

2.3.3. Нагрев парового облака и частичное поглащение (связывание)

парогазовой фазы путем ее растворения в мелкодисперсных каплях 94

3. Разработка экспериментальных стендов и методик проведения

экспериментов 96

3.1. Цели и задачи экспериментальных исследований 96

3.2. Исходные требования к экспериментальным стендам 97

3.3. Экспериментальный стенд для исследования эффективности

использования водяных завес в качестве средства предотвращения распространения парогазовоздушных облаков сжиженных горючих газов 98

4

3.4. Экспериментальный стенд для изучения эффективности водяных завес и методов их использования для борьбы с облаками аварийно химически опасных веществ 103

4. Экспериментальных исследования защитных водяных завес для борьбы с газопаровоздушными облаками горючих газов и токсичных веществ : 108

4.1. Экспериментальные исследования по изучению эффективности

водяных завес, создаваемых с помощью технических средств, находящихся на вооружении пожарной охраны 109

4.1.1. Сравнительные испытания различных распыливающих

насадков 109

4.1.2. Экспериментальные исследования характеристик водяных

завес, создаваемых с помощью веерного распылителя РВ -12.... 115

4.1.3. Обобщение результатов экспериментальных исследований по

определению эффективности водяных завес, создаваемых с помощью технических средств, находящихся на вооружении пожарной охраны 121

4.2. Разработка распыливающего устройства для создания защитных

водяных завес 122

4.3. Экспериментальные исследования эффективности защитных

водяных завес распылителя РВА для борьбы с газопаровоздуш¬ными облаками горючих газов 126

4.3.1. Определение расходных и геометрических характеристик

распылителя РВА 127

4.3.2. Экспериментальные исследования эффективности водяных

завес, создаваемых с помощью распылителя РВА 128

4.3.3. Определение защитных свойств водяной завесы при горении

газовоздушного облака 138

5

4.3.4. Определение оптимальных способов размещения

распиливающих устройств для создания водяных завес значительной протяженности 140

4.4. Экспериментальные исследования эффективности защитных водяных завес для борьбы газопаровоздушными облаками

АХОВ.. 144

4.5. Экспериментальные исследования экранирующей способности водяных завес для защиты личного состава и техники от

тепловой радиации 153

5. Выводы 155

6. Литература 158

1. ВЫВОДЫ
2. Выполнен анализ отечественного и зарубежного опыта использования водяных завес для борьбы с загазованностью криогенных и сжиженных горючих газов и токсичных веществ, а также тепловым излучением пожаров. Приведены примеры успешного использования различных технических средств для борьбы с загазованностью и пожарами. Однако, в настоящее время в нашей стране и за рубежом практически отсутствуют нормативные и рекомендательные документы по применению водяных завес в качестве средства борьбы с пожаровзрывоопасными и токсичными облаками.
3. Выявлены и проанализированы опасные факторы аварийных ситуаций, связанных с выбросах криогенных и сжиженных горючих газов и токсичных веществ. Рассмотрены применяемые на практике математические модели, описывающие процессы образования и рассеивания газопаровоздушных облаков, и результаты экспериментальных исследований, позволяющие прогнозировать и оценить обстановку при выбросах в окружающую среду криогенных и сжиженных горючих газов и токсичных веществ.
4. Изучен сложный многофазный механизм рассеивания парогазоводушных облаков с помощью водяных струйных завес. Показано, что доминирующим в этом процессе является разбавление парогазовой смеси воздухом, захватываемым водяными струями. Его действие заключается в перемешивании захваченного струями воды воздуха с парами сжиженного газа или токсичного вещества с последующим разбавлением последних до безопасных концентраций.

Предложен метод определения общего объема захвата воздуха водяными струями в зависимости от параметров распыливающего устройства.

**156**

1. Разработаны два экспериментальных стенда. Первый - для исследования эффективности использования водяных завес в качестве средства предотвращения распространения парогазовоздупшых облаков горючих газов. Второй - для изучения эффективности водяных завес и методов их использования для борьбы с облаками аварийно химически опасных веществ.

Разработаны оригинальные методики проведения экспериментов, учитывающие специфику исследований и крайне высокую опасность газопаровоздушных облаков горючих сжиженных и криогенных газов и токсичных веществ.

1. Проведены экспериментальные исследования эффективности водяных завес, используемых для борьбы с газопаровоздушными облаками горючих газов и токсичных веществ и создаваемых с помощью технических средств, находящихся на вооружении пожарной охраны.

Показано, что наиболее пригодными для создания водяных завес для борьбы с загазованностью газопаровоздушных облаков являются распылители веерного типа и в частности РВ-12. Однако, РВ-12 не обеспечивает необходимой эффективности водяной завесы в приземной зоне, что не позволяет использовать этот распылитель для борьбы с облаками токсичных и горючих газов, плотность которых превышает плотность воздуха.

1. Разработан усовершенствованный распыливающий насадок верного типа - РВА, обеспечивающий равномерное распыление воды по всей площади завесы, в том числе и в приземном слое, при максимально возможной скорости выброса воды. Расходные характеристики, рабочее давление и присоединительные размеры РВА обеспечивают возможность его работы как от передвижной пожарной техники, так и от стационарных противопожарных водопроводов.

**157**

1. Экспериментальными исследованиями доказана высокая эффективность водяных завес, созданных с помощью РВА, для борьбы с загазованностью при проливах горючих сжиженных (пропан) и криогенных (азот) газов.

Эффективный размер завесы, т.е. размер области в которой происходит интенсивный захват окружающего воздуха и рассеивание паровоздушного облака, при давлении воды не менее 0,6 МПа составляет:

* высота завесы 6 - 7 м;
* ширина водяной завесы 12-14 м;
* площадь 50 - 70 м ;
* толщина -1м.

1. Экспериментальными исследованиями доказана высокая эффективность водяных завес, созданных с помощью РВА, для борьбы с газопаровоздушными облаками токсичных веществ.
2. Экспериментально определен оптимальный способ размещения РВА, учитывающий взаимное расположение распылителей и эффективность их совместной работы, для создания водяных завес значительной протяженности.
3. Разработан проект рекомендации по применению подразделениями МЧС защитных водяных завес для борьбы с газопаровоздушными облаками горючих газов и токсичных веществ и тепловым излучением пожаров.

Применение защитных водяных завес позволит существенно повысить безопасность и эффективность деятельности пожарных и аварийно­спасательных подразделений МЧС, участвующих в ликвидации последствий аварий на объектах хранения, транспортировки и переработки сжиженных и криогенных горючих газов и токсичных веществ.