МЧС России Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы

На правах рукописи

Куянов Андрей Владимирович

МЕТОДИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТЕЧЕНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СЖИЖЕННЫХ ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ В ТРУБОПРОВОДАХ УСТАНОВОК ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

05.26.03 - пожарная и промышленная безопасность

(строительство)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор Куватов В.И.

Санкт-Петербург - 2007

Содержание

Принятые сокращения 3

Введение 5 Глава 1 Анализ существующих методов и методик расчета автоматических 10 установок газового пожаротушения

1.1 Проблемы выбора и расчета автоматических установок газового 10 пожаротушения на основе сжиженных газов

1.1.1 Классификация АУГПТ 13

1.1.2 ГОТВ, применяемые в АУГПТ 15

1.1.3 Анализ современных моделей движения двухфазных потоков 20

1.2 Нормативные методы и методики 23

1.3 Автоматизированные программные комплексы 27

1.4 Особенности методик гидравлических расчетов, принятых за рубежом 30 Выводы 33

Глава 2 Метод расчета времени выхода огнетушащего вещества для систем 36 газового пожаротушения на основе сжиженных газов под давлением газа- вытеснителя

2.1 Модель опорожнения емкости с жидкостью путем выдавливания ее 36 сжатым газом через трубопровод

2.2 Структура системы газового пожаротушения 41

2.3 Работа системы газового пожаротушения 44

2.3.1 Модель движения смеси по трубам 45

2.3.2 Метод расчета параметров состояния среды 49

2.3.3 Модель расширения смеси в баллоне 52

2.3.4 Модель процесса истечения смеси через насадки 55

2.4 Методика определения параметров течения двухфазной среды 58

2.4.1 Метод расчета параметров состояния среды сжимаемой жидкости 60

2.4.2 Квазистационарный процесс течения ГОТВ в системе 65

2.5 Уравнение состояния для системы 68

2.6 Алгоритм гидравлического расчета АУГПТ 74 Выводы 78

Глава 3 Оценка точности предлагаемого метода расчета установок газового 79 пожаротушения

3.1 Гидравлический расчет трубопроводов установок газового 79

пожаротушения по методике ЗАО «АРТСОК»

3.2 Расчет АУГПТ с применением сжиженных газов по методике, изложенной 86 в ВСН 21-02-01

3.3 Расчет АУГП с применением сжиженных газов по предлагаемой методике 90

Выводы 102

Заключение 104

Литература 106

Приложение 1 Термины и определения 126

Приложение 2 Результат расчета выхода ГОТВ из баллона без трубной 130 разводки

Приложение 3 Результат расчета выхода ГОТВ из системы с помощью 131 программы «ЗАЛП»

Приложение 4 Результат расчета выхода ГОТВ из системы с помощью 133 программы «Такт-ГАЗ»

Приложение 5 Результаты испытаний 136

Приложение 6 Проверка полученных результатов по критерию Фишера 141

ВЫВОДЫ

Внастоящеевремякогдаширокоеприменениеполучилакомпьютернаятехникасталовозможнымвыполнятьболееточныерасчетыиспользуявпрограммныхкомплексахалгоритмыболеесложныхмоделейимоделированиепроцессовпроисходящихвустановкахгазовогопожаротушениясталовозможнымдовестидонесогласованиясопытомдосократитьвремяитрудоемкостьрасчетов

РазработаннаямодельоригинальнапосколькуонаниводномобщедоступномисточникенерассмотренаинеиспользоваласьМодельосновананауравненияхНавьеСтоксаипозволяетописыватьтечениедвухфазнойдвухкомпонентнойгазожидкостнойсмесивразветвленнойсистеметрубопроводоввтурбулентномрежимеВданнойработепроцессвыходаГОТВизАУГПТусловноразделеннаэтапакаждыйизкоторыхимеетсвоюфизикупроцесса

Предлагаемаяметодикавключаетвсебя

 модельсостояниясжимаемойнизкокипящейжидкостисчастичнораствореннымвнейинертнымгазомвытеснителемэтап

 модельдвижениясжимаемойдвухфазнойсредыпоразветвленнойсистеметрубопроводовАУГПТвтурбулентномрежимесучетомявлениякритическогорасходаэтап

 модельистеченияГОТВчерезотверстиявыпускныхнасадков

этап

Оценкаадекватностиполученныхвнастоящейработемоделейпроизводиласьисходяизсравнениясопытомсмсравнениекривыхвприложении

ТакимобразомрезультатырасчетаспроектированнойАУГПТпредложеннымметодомхорошосогласуютсясрезультатаминатурныхиспытанийОАОПриборныйзаводТензорПриложениеЭтоподтверждаетегодейственностьинесомненныепреимуществаналичиеточныхматематическихвыраженийдоступностьвозможностьпроведения



расчетовпредлагаемымметодомпозволяющемконтролироватьправильностьполучаемыхрезультатовналюбомэтаперасчетавысокуюточностьобусловленнуютолькоправильностьювыборасправочныхданныхипостроениемраспределительнойсетиотвечающейтребованиямфизикипроцессатеченияГОТВпотрубамВработетакжеучтеныположенияизаконыгазодинамикиигидродинамикидвухфазныхпотоковописаниедвижениякоторыхрассмотренывработахНормативныетребованияксистемамгазовогопожаротушениявсоответствиисНТДучтеныв

Заключение

Поматериаламдиссертационногоисследованияполученыследующиенаучныерезультаты

ПроведенанализотечественногоизарубежногоопытапроектированияАУГПТсоответствующихнормативныхдокументовнаучнотехническойлитературыикомпьютерныхпрограммПоказаночтодоступныеметодырасчетаАУГПТявляютсяприближеннымиитрудоемкимиакомпьютерныепрограммыкакотечественныетакизарубежныеориентированынаконкретныевидыоборудования

ВнастоящейработеразработанметодрасчетавременивыходавпомещениенеобходимогоколичествагазовогоогнетушащеговеществадлясистемгазовогопожаротушениявкоторыхогнетушащеевеществонаходитсявбаллонахвжидкомсостоянииподдавлениемгазавытеснителяобеспечивающегонеобходимуюскоростьвыходаогнетушащеговеществаизсистемыВрасчетеучитываетсяявлениекритическогорасходавтрубопроводахифактрастворениягазавытеснителявжидкомогнетушащемвеществеиззакоторогопоследнеенельзясчитатьнесжимаемойжидкостьюВосновеметодалежитмодельтечениясжимаемойжидкостичерезтрубопроводпеременногосечениясвозможнымиразветвлениямиПроведениеданногорасчетапозволяетподобратьоптимальныехарактеристикисистемыгазовогопожаротушенияобеспечивающейтребуемоевремявыходаиравномерноераспределениеогнетушащеговеществавобъемезащищаемогопомещения

ПредложенныеразработкиматематическиточноописываютфизическуюмодельдвижениягазожидкостнойсмесипосистеметрубопроводовсвозможнымиответвленияминетребуютсложнойидорогостоящейкомпьютернойтехникиориентированынабазовуюквалификациюпользователяипозволяютрешатьзадачипогидравлическомурасчетуАУГПТнаосновесжиженныхогнетушащихвеществУказанныедостоинстваобусловилиихвнедрениевпрактикуработыорганизаций