

Подтверждено, что для статистической оценки нормативе, которые могут использовать для оценки уровня подготовленности пожарных к оперативным развертывание, целесообразно использовать параметры нормального распределения времени выполнения соответствующих процессов.

Результаты подготовки пожарных с использованием нормативов по уровню значимости $\alpha = 0,05$ (вероятность ошибки менее 5%) свидетельствуют о существенном сокращении времени выполнения оперативных развертываний. При этом после соответствующей подготовки курсанты достигают уровня профессиональных пожарных.

Литература

1. Наказ МВС України від 20.11.2015 № 1470 "Про затвердження Нормативів виконання навчальних вправ з підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту та працівників Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України до виконання завдань за призначенням".
2. Стрелец В.М. Закономерности использования аварийно-спасательной техники. / В.М. Стрелец, П.А. Ковалев, Р.А. Нередков. // Проблемы надзвичайних ситуацій – №6 – УЦЗУ, 2007 – С.127-132.
3. Стрелец В.М., Грицай Т.Б. Статистический метод обоснования нормативов боевого развертывания пожарно-технического вооружения. / Право і безпека: Науковий журнал. – 2002. – Вип.1 – С. 165-171

*С.Н. Бондаренко, к.т.н., доцент, М.А.Гади, студент
Национальный университет гражданской защиты Украины*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ТРУБОПРОВОДА СИСТЕМ УГЛЕКИСЛОТНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Опыт обеспечения пожарной безопасности помещений с электронным и электротехническим оборудованием показывает, что наиболее эффективными надежным средством противопожарной защиты являются автоматические системы газового пожаротушения (АСГП). Эффективность применения газовых систем при объемном пожаротушении в закрытых помещениях рассмотрена в [1]. Функциональные возможности и состав АСГП представлены в [2]. Однако, в вопросе проектирования этих систем отсутствует единый подход к формированию распределительных сетей и определения оптимальных диаметров трубопроводов. Поэтому, применение научно обоснованных методик по определению параметров сетей систем углекислотного тушения, позволит решить проблему повышения надежности и эффективности средств и оборудования пожарной безопасности объектов.

Вопросам проектирования систем противопожарной защиты посвящены работы [3, 4]. В них проблемы гидравлического расчета рассмотрены применительно к системам водяного пожаротушения. В работе [5] дана оценка безопасности диоксида углерода по токсичности и возможности применения в различных условиях. В работе [6] разработана методика расчета параметров трубопроводной распределительной сети установок газового пожаротушения на основе хладонов. В этой связи актуальным является получение аналитических выражений для определению параметров трубопроводной сетей систем углекислотного пожаротушения.

Цель исследования сформулировать рекомендации, которые позволят повысить эффективность проектирования автоматических систем углекислотного пожаротушения путем расчета параметров распределительной сети. Для достижения поставленной цели необходимо получить зависимости, которые позволят производить оценку диаметра трубопровода распределительной сети АСГП в зависимости от давления, расхода огнетушащего вещества и длины участка трубопровода.

При проектировании АСГП одними из этапов являются расчет массы двуокиси углерода M_{CO_2} , необходимой для тушения в защищаемом объеме. Время подачи огнетушащего вещества t регламентировано и составляет 1 минуту. Таким образом, расчетное значение расхода ОТВ можно определить из выражения:

$$Q = \frac{M_{CO_2}}{t} . \quad (1)$$

С другой стороны, расход двуокиси углерода может быть определен из выражения [7]:

$$Q^2 = \frac{0.8725 \cdot 10^{-5} \cdot D^{5.25} \cdot Y}{L + (0.04319 \cdot D^{1.25} \cdot Z)}, \quad (2)$$

где D – диаметр участка распределительного трубопровода; L – длина участка распределительного трубопровода; Y , Z – коэффициенты, которые зависят от давления в резервуаре и в трубопроводе, и могут быть найдены из уравнений:

$$Y = \int_{p_1}^p \rho dp ;$$

$$Z = \int_{p_1}^p \frac{d\rho}{\rho} = \ln \frac{\rho_1}{\rho} ,$$

где p_1 – давление при котором хранится ОТВ, бар; p – давление на конце трубопроводной сети, бар; ρ – плотность при давлении p , кг/м⁻³; ρ_1 – плотность при давлении p_1 , кг/м⁻³.

Зная значения расхода для отдельного участка трубопровода, определяемое расчетом по формуле (1), представим выражение (2) в виде:

$$\left(\frac{M_{CO_2}}{t}\right)^2 \cdot L + 0,04319 \cdot \left(\frac{M_{CO_2}}{t}\right)^2 \cdot Z \cdot D^{1,25} = 0,8725 \cdot 10^{-5} \cdot Y \cdot D^{5,25}. \quad (3)$$

Перегруппируя члены в (3) и вводя обозначения, перейдем к нелинейному уравнению:

$$A \cdot D^{5,25} - B \cdot D^{1,25} - C = 0 \quad (4)$$

где $A = 0,8725 \cdot 10^{-5} \cdot Y$; $B = 0,04319 \cdot \left(\frac{M_{CO_2}}{t}\right)^2 \cdot Z$; $C = \left(\frac{M_{CO_2}}{t}\right)^2 \cdot L$.

Или к уравнению вида:

$$A \cdot x^{21} - B \cdot x^5 - C = 0, \quad (5)$$

где $x = D^{\frac{1}{4}}$.

Так как старшая степень многочлена в левой части уравнения (5) нечетная, то решение этого уравнения имеет, по меньшей мере, один действительный корень [8]. Ввиду высокой степени многочлена (5) поиск корней аналитическими методами затруднен, поэтому для решения этого уравнения используем численный метод. Так как левая часть уравнения (5) имеет производные до второго порядка включительно, то для поиска действительных корней уравнения был применен метод Ньютона [9], реализация которого выполнена в среде MathCAD.

Таким образом, в работе получено численное решение уравнения потока для диоксида углерода относительно неизвестного – диаметра трубопровода. Полученные зависимости позволяют определять диаметр трубопровода от расхода ОТВ, давления и длины трубопровода.

Литература

1. Абрамов Ю.А. Современные средства объемного пожаротушения. [Электронный ресурс] / Ю.А. Абрамов, С.Н. Бондаренко, В.П. Садковой. – Х.: АГЗ Украины, 2005. – 148 с. – Режим доступа: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1493>
2. Котов А.Г. Пожаротушение и системы безопасности. / А.Г. Котов. – К.: ГК «Бранд Мастер», 2010. – 277 с.
3. Мешман Л.М. Проектирование водяных и пенных автоматических установок пожаротушения / Л.М. Мешман [и др.]; под общ. Ред. Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО МЧС РФ, 2002. – 413 с.
4. Артамонов В.С. Уточненный порядок расчета одноуровневых разветвленных гидравлических сетей / В.С. Артамонов, О.В. Груданова, А.А. Таранцев // Пожаровзрывобезопасность. – 2008. – Т. 17, № 3. – С.77–83.

5. Корольченко А.Я. Газовое пожаротушение / А.Я. Корольченко, Шилина Е.Н. // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25, № 5. – С.57–65.

6. Методика гидравлического расчета трубопроводов установок газового пожаротушения с применением модулей, изготавливаемых «ОАО Приборный завод «Тензор». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docplayer.ru/45187342-Metodika-gidravlicheskogo-rascheta-truboprovodov-ustanovok-gazovogo-pozharotusheniya-s-primeneniem-moduley-izgotavlivayemyh-oao-pribornyy-zavod-tenzor.html>

7. BS 5306-4 Fire extinguishing installations and equipment on premises — Part 4: Specification for carbon dioxide systems [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.iso-iran.ir/standards/bs/BS_5306_4_2001_._Fire_Extinguishing.pdf

8. P. Lax, S. Burstein, A. Lax, "Calculus with applications and computing", New York Univ. Inst. Math. Mech. (1972)

9. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Newton_method

Д.Б. Фазез, курсант 4-го курса

Кошетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Казахстан на сегодняшний день является крупной индустриально-аграрной страной. В структуре экономики республики ведущее место занимает промышленность, на долю которой приходится сейчас более половины валового внутреннего продукта страны. Самыми крупными горнодобывающими компаниями Казахстана являются: Аллюминий Казахстан; Арселор Миттал Темиртау; Казахмыс; Казхром; Казцинк; Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение; Темиртауский электрометаллургический комбинат; Южполиметалл; КАЗминералс.

Данные предприятия страны полностью обеспечивают потребности своей индустрии в сырье, поскольку запасы государства располагают поистине огромными запасами различных полезных ископаемых. К примеру, запасы железной руды оцениваются в 6% от общемировых, и по этому показателю страна занимает восьмое место в мире. Предприятия черной металлургии республики обеспечивают 12,5% от общего объема промышленного производства страны. Технологический процесс предусматривает производство: листовой и сортовой прокат, трубы, белую жель, железорудные окатыши и многое другое.