

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРАТНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕНЫ

Э.Г. Говор

Университет гражданской защиты, Минск, Беларусь

A METHOD FOR PREDICTING THE EXPANSION RATE AND STABILITY OF AIR-MECHANICAL FOAM

E.G. Govor

University of Civil Protection, Minsk, Minsk, Belarus

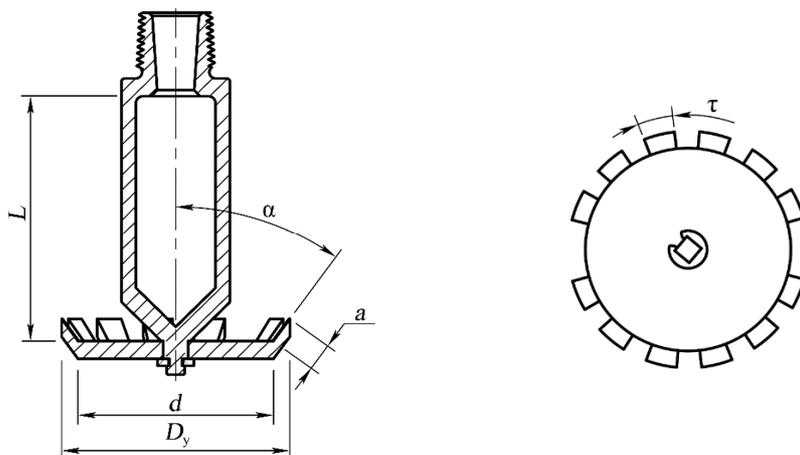
Аннотация. В данной работе описана методика для предварительного расчета кратности и устойчивости воздушно-механической пены низкой кратности, получаемой на розеточных оросителях в автоматических установках пенного пожаротушения при использовании пенообразователей общего назначения Синтек-6НС (6 %), Люкс S (6 %) или пенообразователя специального назначения Люкс AFFF (6 %).

Ключевые слова: розеточный ороситель, пенообразователь, воздушно-механическая пена, кратность пены, устойчивость пены, регрессионная модель.

Annotation. This paper describes a method for preliminary calculation of the expansion rate and stability of air-mechanical foam of low expansion rate obtained on deflector type sprinklers in automatic extinguishing system using general purpose foaming agent Sintek-6NS (6 %), Lux S (6 %) or a special purpose foaming agent Lux AFFF (6 %).

Keywords: deflector type sprinkler, foaming agent, air-mechanical foam, foam expansion rate, foam stability, regression model.

Наиболее значимыми характеристиками воздушно-механической пены (далее – пена), используемой в автоматических установках пенного пожаротушения, являются кратность K и устойчивость C [1]. Под кратностью понимается отношение объема пены к объему раствора пенообразователя, из которого она получена, а устойчивость – время, в течении которого пена способна сохранять объем и препятствовать вытеканию жидкости (синерезису) [2]. С целью повышения кратности и устойчивости пены, генерируемой на розеточных оросителях, в работах [2, 3] авторы исследовали зависимость данных характеристик от геометрических параметров оросителя (рис 1) и гидродинамических характеристик струй водных растворов пенообразователей.



D_y – проекция внешнего диаметра розетки на горизонтальную плоскость; a – длина лопасти; d – внутренний диаметр розетки; τ – угол лопасти; α – угол конусности розетки; L – длина дужек
Рисунок 1 – Геометрические параметры розеточного оросителя

В данной работе, обобщив результаты проведенных исследований [2, 3], разработана методика, позволяющая рассчитывать K и C пены, получаемой на розеточных оросителях при использовании пенообразователей общего назначения (тип S) Синтек-6НС (6 %), Люкс S (6 %) или пенообразователя специального назначения (тип AFFF) Люкс AFFF (6 %). Разработанная методика представляет собой алгоритм действий для расчета K и C пены при известных геометрических параметрах составных частей розеточного оросителя: L – длина дужек, d – внутренний диаметр розетки, a – длина лопасти розетки, τ – угол лопасти розетки, α – угол конусности розетки, D_h – диаметр выходного отверстия штуцера оросителя (рис. 1):

1. Выполняется определение D – внешний диаметр розетки и D_y – проекция внешнего диаметра розетки на горизонтальную плоскость [2]:

$$D_y = d + 2a \sin \alpha = d + (D - d) \sin \alpha. \quad (1)$$

2. Используя полученные значения, рассчитывается K_s – коэффициент рабочей поверхности розетки [2]:

$$K_s = \frac{360d^2 \sin \alpha + \sum \tau (D_y^2 - d^2)}{360(d^2 \sin \alpha + D_y^2 - d^2)} \cdot 100\%. \quad (2)$$

3. Для определения числа We , имея значение D_h – диаметр выходного отверстия штуцера оросителя, можно воспользоваться графиком, либо установить значение числа We экспериментальным путем по методике [3].

4. Для получения прогнозируемого значения кратности K , значения We , L , D , K_s и α необходимо подставить в соответствующую регрессионную модель, каждая из которых разработана на основании результатов полных факторных экспериментов для пенообразователя Синтек-6НС (3), Люкс S (4) и Люкс AFFF (5).

$$K = -0,7 + 0,00004 \cdot We + 0,0725 \cdot L - 0,0003 \cdot L^2 + 0,0735 \cdot K_s - 0,0005 \cdot K_s^2 - 0,001 \cdot D^2 + 0,013 \cdot \alpha. \quad (3)$$

$$K = 1,046 + 0,00004 \cdot We + 0,056 \cdot L - 0,0002 \cdot L^2 - 0,00002 \cdot K_s^2 + 0,06 \cdot D - 0,00046 \cdot D^2 + 0,014 \cdot \alpha. \quad (4)$$

$$K = -1,285 + 0,00002 \cdot We + 0,066 \cdot L - 0,0003 \cdot L^2 + 0,065 \cdot K_s - 0,0005 \cdot K_s^2 + 0,07 \cdot \alpha - 0,001 \cdot \alpha^2. \quad (5)$$

5. С учетом линейной зависимости устойчивости пены C от ее кратности K [3], для определения устойчивости необходимо воспользоваться следующим выражением:

$$C = \gamma \cdot K, \quad (6)$$

где γ – коэффициент пропорциональности, с. Для Синтек-6НС (6 %) – 10,05 с; для Люкс S (6 %) – 11,19 с; для Люкс AFFF (6 %) – 9,21 с.

Полученная методика позволит подбирать необходимую конфигурацию розеточного оросителя, с учетом применяемой марки пенообразователя, для получения максимально эффективной с точки зрения пожаротушения пены, а применение методики в производстве позволит наладить выпуск оросителей с повышенной эффективностью пожаротушения.

Список цитируемых источников

1. Experimental study on the extinguishing efficiency of compressed air foam sprinkler system on oil pool fire / T. Chen [et al.] // Procedia Engineering. – 2018. – Vol. 211. – P. 94–103. – DOI: 10.1016/j.proeng.2017.12.142.

2. Камлюк, А. Н. Пенные оросители для автоматических установок пожаротушения : монография / А. Н. Камлюк, А. О. Лихоманов, А. В. Грачулин. – Минск : УГЗ, 2023. – 244 с.

3. Говор, Э. Г. Исследование ключевых классификационных характеристик пены и влияния на них параметров розеточного оросителя / Э. Г. Говор, А. Н. Камлюк, А. О. Лихоманов // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2024. – № 1 (107). – С. 86–96.