

Уравнения движения жидкости в эжекторе пенного пожарного оросителя с предварительной аэрацией огнетушащего вещества

Павлюков С.Ю., Ерома С.П.

Белорусский национальный технический университет
Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

На сегодняшний день одним из самых эффективных средств пассивной противопожарной защиты являются установки автоматического водяного или пенного пожаротушения. При проведении исследований установлено, что предварительное газонасыщение огнетушащей жидкости способствует уменьшению размера капель водного аэрозоля на 17 %, а при использования в качестве огнетушащей жидкости 0,02 % раствора триэтаноламина лаурилсульфата, входящего в состав пенообразователей, - на 34 %.

Газонасыщение предлагается осуществлять предвключенным инжектором. Проведены теоретические исследования движения жидкости в диффузоре вертикального инжектора. Для элементарного участка диффузора, заключенного между сечениями S_x и $S_x + \Delta x$ (т.е. $\Delta x \ll 1$), записан закон сохранения импульса.

$$\begin{aligned} & g \cdot p \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot x' \cdot [(c_0 - c) \cdot u + c] \cdot dx - 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \cdot x \cdot \psi \cdot dx + \\ & + 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \cdot x \cdot \sigma \cdot dx - p \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \cdot \left(x' \cdot \frac{\partial p}{\partial x} \cdot dx + 2 \cdot x \cdot p \cdot dx \right) = \\ & = (m + dm) \cdot (v + dv) + (m_0 + dm_0) \cdot (v_0 + dv_0) - m \cdot v - m_0 \cdot v_0, \end{aligned} \quad (1)$$

и уравнение неразрывности

$$p \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2} \cdot [c_0 \cdot u + c \cdot (1 - u) \cdot v] \cdot x^2 = \text{const}, \quad (2)$$

где α – угол конусности диффузора; ρ , ρ_0 – плотность жидкой и газообразной фаз соответственно; φ – газосодержание; τ – касательные напряжения на стенке диффузора; σ – нормальные напряжения; p – давление; m , m_0 – массовые расходы жидкой и газообразной фаз; v , v_0 – осредненные скорости жидкой и газообразной фаз.

После преобразований получены уравнения:

$$\psi = \frac{1}{2} \cdot \left\{ g \cdot [(c_0 - c) \cdot u + c] - \frac{dp_{ax}}{dx} - (1 - u) \cdot c \cdot v \cdot \frac{dv}{dx} \right\} \cdot x \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}, \quad (3)$$

$$p \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2} \cdot (1 - u) \cdot v \cdot x^2 = Q. \quad (4)$$

Система уравнений (3) и (4) и их решение позволит определить потери давления в инжекторе, его геометрические характеристики и гидродинамические параметры при заданной кратности генерируемой пены.