

Реологическая модель турбулентного течения растворов пенообразователей в цилиндрических каналах автоматических систем пожаротушения

Карпенчук И.В., Шатило Э.Э.

Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

Проведенные исследования показали, что практически все растворы пенообразователей проявляют неньютоновские свойства и эффект снижения гидродинамического сопротивления (эффект Томса).

Сделаем допущение в соответствии с моделью Прандтля, что при турбулентном режиме для неньютоновских жидкостей, подчиняющихся степенному реологическому закону, функция напряжения сдвига имеет вид [1]:

$$-du/dy = \sqrt{f(\tau)}. \quad f(\tau) = \left(\frac{\tau}{k}\right)^n,$$

где du/dy – градиент скорости в направлении перпендикулярном движению, в реологии называют скоростью сдвига и обозначаются $\dot{\gamma}$,

k – мера консистенции жидкости; n – характеристика степени неньютоновского поведения жидкости.

Ранее получено общее выражение для расхода жидкости [2]:

$$Q = \frac{\pi r^3}{\tau_r^3} \int_0^{\tau_r} f(\tau) \tau^2 d\tau$$

После подстановок интегрирования и преобразований получены зависимости для потерь давления и коэффициента гидравлического трения при течении растворов пенообразователей, подчиняющихся степенному реологическому закону.

$$\Delta p = \left[\frac{(6n+1)Q}{2n\pi} \right]^{2n} \frac{2^{2(3n+1)} Lk}{\beta^{2n} d^{6n+1}}, \quad \lambda = \left(\frac{6n+1}{n} \right)^{2n} \frac{8k}{\beta^{2n} d^{2n} v^{2(1-n)}},$$

где L – длина расчетного участка; v – скорость жидкости; β – константа турбулентности реологической жидкости, $\beta = 0,7874$.

Литература:

1. Уилкинсон, У.Д. Неньютоновские жидкости / У.Д. Уилкинсон. – М.: Мир, 1964. – 216 с.
2. Рабинович, Е.З. Гидравлика. Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1980. – 278 с.