

АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРА ОГNETУШАЩЕГО АЭРОЗОЛЯ

Широкое применение генераторов огнетушащего аэрозоля (ГОВА) в составе систем автоматического пожаротушения обусловлено наличием таких положительных характеристик устройств, как высокая огнетушащая способность создаваемого аэрозоля, малые затраты на монтаж, эксплуатацию и техническое обслуживание, простота конструкции. Но на сегодняшний день не существует математических моделей, которые описывают генератор как элемент системы автоматического управления. Наличие такой модели позволит расширить области применения и повысить эффективность работы систем аэрозольного пожаротушения.

В основу математических моделей положены уравнения сохранения массы и энергии газоаэрозольной смеси, уравнение состояния идеального газа и уравнение горячей поверхности.

В результате применения процедуры линеаризации получена система дифференциальных уравнений первого порядка, связывающая изменение относительных отклонений среднеобъемной температуры и давления в камере генератора с параметрами генератора. Для случая когда входным сигналом является изменение начальной температуры заряда, выходным – изменение среднеобъемного давления в корпусе генератора, получено выражение для передаточной функции ГОВА, которая описывается апериодическим звеном второго порядка. Используя выражения для единичной переходной было получено аналитическое выражение для оценки времени переходного процесса:

$$t_{\text{ин}} = \frac{\tau}{\zeta - \sqrt{\zeta^2 - 1}} \cdot \ln \left[10 \cdot \left(\frac{\zeta}{\sqrt{\zeta^2 - 1}} + 1 \right) \right].$$

Здесь

$$\tau = \frac{p_{ст} \cdot V'_k}{m_{ст}^* \cdot R \cdot T_{ст}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\varphi_p - 2 \cdot k \cdot v}};$$
$$\zeta = \frac{\varphi_p + 1 + k \cdot (1 - 2 \cdot v)}{2\sqrt{2} \cdot \sqrt{\varphi_p - 2 \cdot k \cdot v}};$$
$$\varphi_p = \frac{(p_{ст})^\alpha \cdot (k - 2) + (p_a)^\alpha}{(p_{ст})^\alpha - (p_a)^\alpha},$$

$p_{ст}$ – значение среднеобъемного давления на стационарном режиме, $T_{ст}$ – значение среднеобъемной температуры на стационарном режиме, $m_{ст}^*$ – массовый секундный расход газоаэрозольной смеси через выходные отверстия на стационарном режиме, p_a – атмосферное давление, R – газовая постоянная, k – показатель адиабаты, V'_k – начальный свободный объем камеры генератора, v – показатель степени в законе горения аэрозолеобразующего заряда, α – постоянная, равная 0.2859.

Проведенные расчеты позволяют сделать вывод о том, что длительность переходного процесса значительно меньше времени работы ГОА, и зависит от плотности аэрозолеобразующего заряда, линейной скорости и температуры горения заряда, коэффициента тепловых потерь в камере генератора. Гораздо менее значительное влияние оказывают изменение площади поверхности горения, значения показателя степени в законе горения, коэффициента расхода через выходные отверстия.

Наличие математических моделей генератора в виде передаточной функции и единичной переходной функции позволяет решить задачу по проектированию ГОА и систем аэрозольного пожаротушения с оптимальными или заданными характеристиками.