

ОБОБЩЕННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ СМЕСЕЙ МАГНИЯ С ОКСИДОМ НИКЕЛЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ, ПЛОТНОСТИ И РАЗМЕРА ЧАСТИЦ МЕТАЛЛА

Ю. А. Воробьева, Д. В. Королев, О. Н. Стещенко, К. А. Суворов, ВЭП

Цель работы — определение обобщенной зависимости скорости горения пиротехнических смесей от температуры, плотности и размера частиц металлического горючего.

В качестве объекта исследования выбрана композиция термитного типа, включающая 40 и 60 массовых частей магния и оксида никеля соответственно. Из смесей готовились заряды в бумажной оболочке внутренним диаметром 15 мм и высотой 15 ± 1 мм.

При проведении экспериментов варьировались: начальная температура заряда T от 293 до 413 К; средний размер частиц магниевых порошков d_{Mg} от 54 до 135 мкм; коэффициент уплотнения заряда K_y от 0,79 до 0,94. Скорость горения U определялась с относительной погрешностью $\pm 5\%$.

Зависимость массовой скорости горения $U\rho$ от варьируемых параметров аппроксимировалась уравнением

$$U\rho = \frac{q_0 + q_1 K_y + q_2 d_{Mg}^{-2} + q_3 K_y^{-2}}{c_0 + c_1 T^{-1} + c_2 T^{-2} + c_3 T}, \quad (1)$$

где ρ — плотность заряда; q_i и c_i — эмпирические коэффициенты.

Вид уравнения (1) определен, исходя из традиционного энтальпийного подхода к теории горения, в соответствии с которым для решаемой задачи зависимость массовой скорости горения от рецептурно-технологических факторов описывается уравнением

$$U\rho = \frac{q_m(K_y, d_{Mg})}{h_m(d_{Mg}) - h(T)}, \quad (2)$$

где h_m , q_m — энтальпия и тепловой поток в критическом сечении волны горения; $h(T)$ — энтальпия исходной композиции при начальной температуре.

В результате статистической обработки экспериментальных данных в пакете STATGRAPHICS получена зависимость скорости горения от температуры, степени уплотнения и диаметра частиц металлического горючего

$$U\rho = \frac{10417 - 7682K_y + 400070d_{Mg}^{-2} - 2167K_y^{-2}}{326.9 - 99500T^{-1} + 1.411 \cdot 10^7 \cdot T^{-2} - 0.24798T}. \quad (3)$$

По уравнению (3) невязка расчетных и экспериментальных данных не превышает 7,7%. При использовании уравнения (2) невязка расчетных и экспериментальных данных достигает 11%.