

А. В. ТОЛСТЫКО

Научный руководитель Д. А. ГРИНЮК, канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Использование математического моделирования на этапе проектирования позволяет существенно избежать ошибок, снизить издержки при вводе в эксплуатацию промышленных объектов. Для вывода уравнений, описывающих процессы в горелке, камере сжигания, использованы основные уравнения гидрогазодинамики. При выводе уравнений процессов были сделаны допущения: плотность компонентов – постоянная; коэффициенты потерь в трубопроводах и форсунках – постоянные; процессы, протекающие в горелке – равновесные; параметры в горелке – постоянные по всему объему.

Так как решение распределенной задачи (т.е. одномерной, двухмерной и трехмерной) очень трудоемко, то на этом этапе решается нульмерная модель. При этом полагается, что все параметры компонентов в трубопроводах и продуктов сгорания в камере сгорания не зависят от координаты, а только от времени.

Уравнения движения в трубопроводах

$$P_{in,i}(t) - P_{fl}(t) = \frac{L_i}{S_i} \frac{dM_i(t)}{dt} + M_i^2(t) \left(\frac{\xi_{d,i} L_i}{2\rho_i d_i S_i} + \frac{\xi_{s,i} + \xi_{in,i} + \xi_{f,i}}{2\rho_i S_i^2} \right), \quad (1)$$

где индекс i – для магистралей горючего и окислителя; $P_{exi}(t)$ – давление на входе в трубопровод; $P_{fl}(t)$ – давление в горелке; L_i – длина трубопровода; S_i – площадь проходного сечения трубопровода; M_i – массовый расход компонента; $\xi_{d,i}$ – коэффициент, характеризующий потери, распределенные по длине трубопровода (потери на трение); $\xi_{s,i}$ – коэффициент потерь рубашки охлаждения горелки (для горючего $\xi_{po} = 0$); $\xi_{in,i}$ – коэффициент потерь входа в трубопроводе; ξ_{fi} – коэффициент потерь форсунок; d_i – диаметры проходного сечения трубопровода; ρ_i – плотность компонента.

Для полноты отражения свойств объекта получены еще четыре уравнения. Для моделирования переходных процессов систему необходимо дополнить уравнением для магистрали отходов и уравнение изменения массы в камере сжигания:

$$\frac{dM}{dt} = \dot{M}_b(t - \tau_2) + \dot{M}_a(t - \tau_2) + \dot{M}_w(t - \tau_2) - \dot{M}_{cc}(t). \quad (2)$$

Полученные уравнения процессов для инсинераторной установки в полной мере позволяют произвести качественную настройку системы управления.