

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В РЕЖИМЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО РЕАКЦИИ НА СТУПЕНЧАТОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

*И.А. Тутов, старший преподаватель ОАР
А.В. Власов, студент гр. 8ТМ91,
Н.А. Афанасьев, студент гр. 8ТМ91,
Томский политехнический университет
E-mail: avv49@tpu.ru*

Введение

Разработка системы управления начинается с получения математической модели объекта управления, что является трудоёмкой задачей с практической стороны (требуется остановка производства, разборка установки и т.п.). Поэтому часто на действующем или сложном производстве используют метод «чёрного ящика», когда во внимание не принимается внутреннее устройство и взаимодействия элементов системы и рассматривается только реакция системы на входные воздействия. В настоящей работе рассмотрены три метода идентификации математической модели объекта управления при использовании уравнений различного порядка.

Обработка данных с технологического объекта

Рассматривается реакция во времени на ступенчатое воздействие, которое подавалось на исполнительный механизм некоторого технологического параметра некой технологической установки с учетом ограничений величины воздействия и значений параметра. Реакция фиксировалась с помощью датчика технологического параметра и её значения записывались во времени. Реакция (обозначена сплошной линией) и воздействие (обозначено пунктиром) представлены на рисунке 1 слева. Используя преобразования Лапласа, система приведена к нулевым начальным условиям, график переходного процесса представлен на рисунке 1 справа.

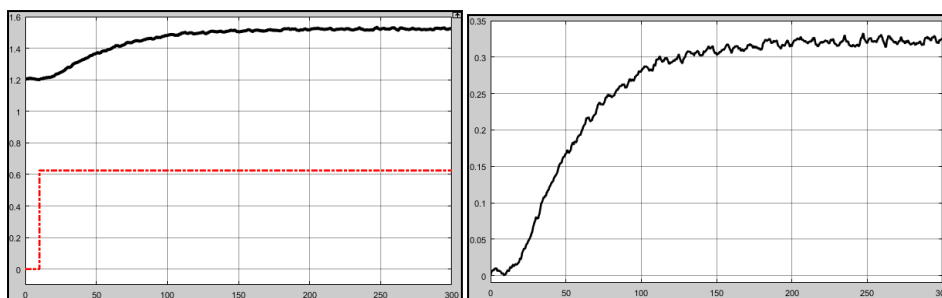


Рис. 1. Графики воздействия и переходного процесса технологического параметра

Применение методов идентификации

Первый рассмотренный метод, применяемый в инженерной практике, заключается в аппроксимации полученных данных аperiodическим звеном первого порядка и звеном запаздывания:

$$W(s) = \frac{k}{Ts+1} \cdot e^{-\tau s}. \quad (1)$$

Особенностью данного метода является простота и графическое определение коэффициентов передаточной функции по данным рис. 1. Результаты построения переходной характеристики представлены в одних координатах (рис. 2 слева), и оценена «похожесть» (ошибка аппроксимации не более 0,025) по разнице точек на графиках, представленных на рис. 2 справа.

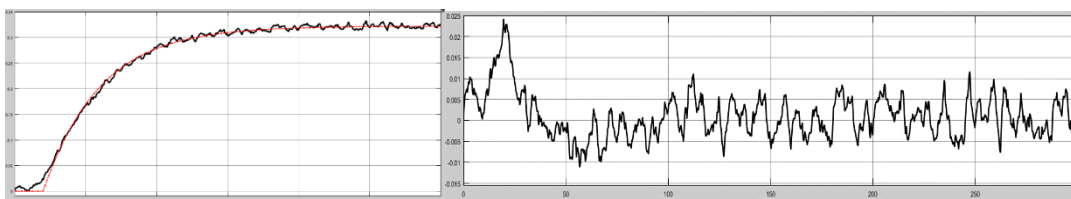


Рис. 2. Сопоставление расчетной (обозначена пунктиром) и экспериментальной переходных характеристик технологического процесса методом первого порядка и ошибка аппроксимации

Второй метод был разработан в 1948 году Ольденбургом и Сарториусом для определения параметров моделей второго порядка [1]. Передаточная функция имеет вид:

$$W(s) = \frac{k}{(T_1s+1)(T_2s+1)}. \quad (2)$$

Данный метод основан на взаимосвязи между параметрами, полученными из графика переходного процесса, и постоянными времени передаточной функции в некотором соотношении [1]. После расчета коэффициентов приведены результирующие графики (рис. 3), построенные аналогично первому методу, ошибка аппроксимации составила не более 0,027.

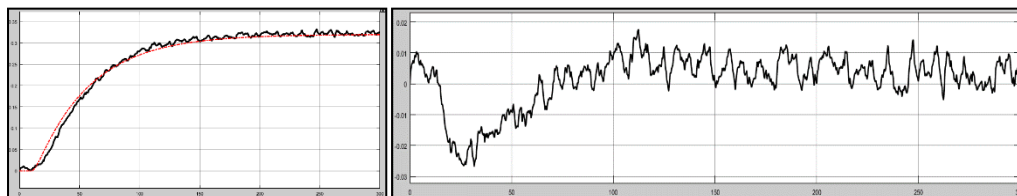


Рис. 3. Сопоставление расчетной (обозначена пунктиром) и экспериментальной переходных характеристик процесса методом Ольденбурга–Сарториуса и ошибка аппроксимации

Также рассмотрен метод аппроксимации переходных функций звеном третьего порядка, предложенный М.П. Симою, или метод площадей [2]. Метод основан на том, что передаточная функция исследуемого объекта, описываемого линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами, может быть представлена в следующем виде:

$$W(p) = \frac{b_m p^m + \dots + b_1 p + 1}{a_n p^n + \dots + a_1 p + 1}, \quad (3)$$

где b – коэффициенты числителя, a – коэффициенты знаменателя, m – степень числителя, n – степень знаменателя. Практически данный метод эффективен, если степень полинома знаменателя выбрана не более трех. Используя в методе системы уравнений и интегральные соотношения, строят таблицы и находят коэффициенты. После расчета коэффициентов приведены результирующие графики (рис. 4), ошибка аппроксимации составила не более 0,055.

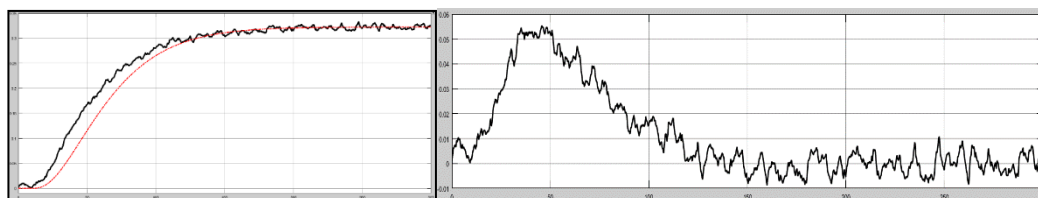


Рис. 4. Сопоставление расчетной (обозначена пунктиром) и экспериментальной переходных характеристик технологического процесса методом Симою и ошибка аппроксимации

Заключение

Первый метод отличается простотой расчетов и с практически пригодной точностью может использоваться в качестве определения математической модели для описания технологического объекта, а в большинстве задач для подобных объектов нет необходимости применять более сложные методы аппроксимации, как методы Ольденбурга–Сарториуса и Симою.

Список использованных источников

1. Новиков С.И. Практическая идентификация динамических характеристик объектов управления теплоэнергетического оборудования: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 64 с.
2. М.П. Симою, Определение коэффициентов передаточных функций линеаризованных звеньев и систем авторегулирования, «Автоматика и телемеханика», 1957, том 18, выпуск 6, 514–528.