

УДК 621.3.078

С.Ф. ЖУКОВ (д-р техн.наук, проф.), **А.И. ВАЖИНСКИЙ**
Государственное высшее учебное заведение
«Донецкий национальный технический университет»
center@quantum.com.ua

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ВЕСОДИЗИРОВАНИЯ

Рассматриваются процедуры настройки регуляторов, используемых в комплексах весодозирования. При настройке был применен беспоисковый метод, т.е. метод с идентификацией модели объекта управления.

Ключевые слова: *весовое дозирование, идентификация, система управления, электротехнический комплекс, метод Симою.*

Для выполнения качественного регулирования, в том числе после автоматической настройки ПИД_регулятора, необходимы знания о динамике поведении объекта управления. На этапе идентификации мы получаем математическое описание объекта на основе экспериментально полученных сигналов на его входе и выходе. Математическое описание представлено в табличной форме или в форме уравнений. Результатом идентификации может быть импульсная или переходная характеристика объекта, а также соответствующие им спектральные характеристики, которые представлены в виде таблицы (массива), а не в форме математических зависимостей. Табличные характеристики используются в дальнейшем для структурной и параметрической идентификации математической модели объекта регулирования или непосредственно для определения параметров ПИД – регулятора. Выбор оптимальной модели базируется на критерии достаточности качества регулирования при минимальной сложности модели.

Основной проблемой при дозировании является временное рассогласование процесса выдачи материала из бункера и процесса измерения текущего веса материала на транспортере. Так как по ходу транспортера находятся несколько рудных бункеров, то это рассогласование является различным для каждого отдельного бункера. Фактически это время задержки является временем прохождения материала от бункера до весоизмерителя.

Для улучшения процесса регулирования дозирования руды и для ликвидации временной задержки управляющего воздействия целесообразно разработать программу управления, учитывающую динамику агломерационного процесса. Эта программа должна основываться на математической модели системы рудных бункеров, транспортеров и весоизмерителей. В итоге программа должна своевременно выдавать управляющее воздействие для дозаторов каждого из бункеров при изменении задания общего веса руды и регулировании процесса дозирования [1].

Метод площадей Симою позволяет определить передаточную функцию модели объекта по кривой разгона. Кривая разгона – реакция динамического звена (объекта регулирования) на скачкообразное воздействие произвольной амплитуды. В отличие от классического определения переходной характеристики амплитуда входного воздействия не равна единице. Кривая разгона может быть получена как экспериментально, так и расчетным путем [2].

Динамические свойства объекта аппроксимируются моделью следующего вида:

$$W_M(s) = K \overline{W}_M(s) e^{-s\tau} = K \frac{1 + b_1 s + b_2 s^2 + \dots + b_m s^m}{1 + a_1 s + a_2 s^2 + \dots + a_n s^n} e^{-s\tau}, \quad (1)$$

где

K – коэффициент усиления,
 τ – время запаздывания (запаздывание),
 a_i, b_i – коэффициенты передаточной функции,

$$\overline{W}_M(s) = \frac{1 + b_1 s + b_2 s^2 + \dots + b_m s^m}{1 + a_1 s + a_2 s^2 + \dots + a_n s^n} - \quad (2)$$

нормированная передаточная функция с коэффициентом усиления равным единице

$$K = \overline{W}_M(0) = 1. \quad (3)$$

Основной задачей является определение коэффициентов a_i, b_i передаточной функции методом, предложенным Симою.

Для определения параметров модели (1) кривая разгона приводится к расчетной.

Процедура приведения кривой разгона к расчетной зависит от динамических свойств объекта. Представляет интерес случай объекта регулирования с самовыравниванием (пропорциональный).

На рис.1. приведена типичная кривая разгона объекта с самовыравниванием, полученная экспериментально.

Для получения кривой разгона в АСР устанавливается номинальный статический режим $x = x_n, y = y_n$. Затем система переводится в ручной режим (регулятор отключается, обратная связь разрывается) и на объект регулирования в момент времени t_0 подается скачкообразное воздействие, что приводит к соответствующему изменению регулируемой величины y (рис. 1).

Величина запаздывания τ определяется непосредственно по кривой разгона (рис 1), как время, за которое отклонение выходной величины $\Delta y(t)$ после подачи входного воздействия не превышает $0,5\% \div 1\%$ от $\Delta y_{уст.}$.

Коэффициент усиления определяется по формуле (4):

$$K = \frac{\Delta y_{уст.}}{\Delta x_{уст.}} \quad (4)$$

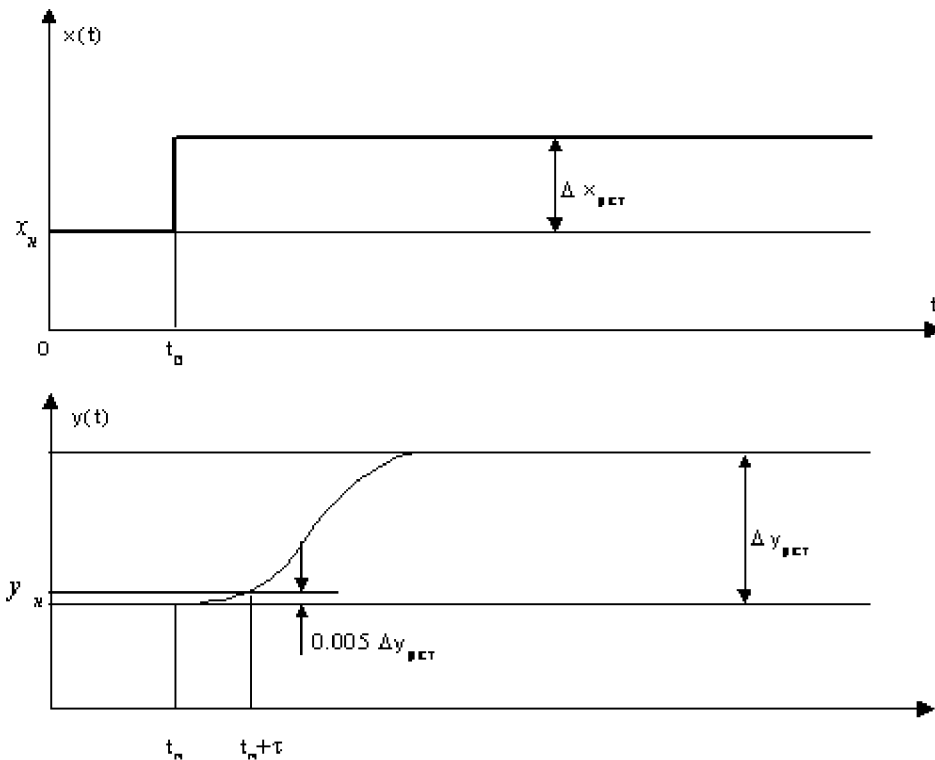


Рисунок 1 – Кривая разгона объекта с самовыравниванием

Переносив начало координат в точку $t=t_0+\tau, y=y_0$ и, исключая таким образом запаздывание, получим расчетную кривую разгона (рис. 2).

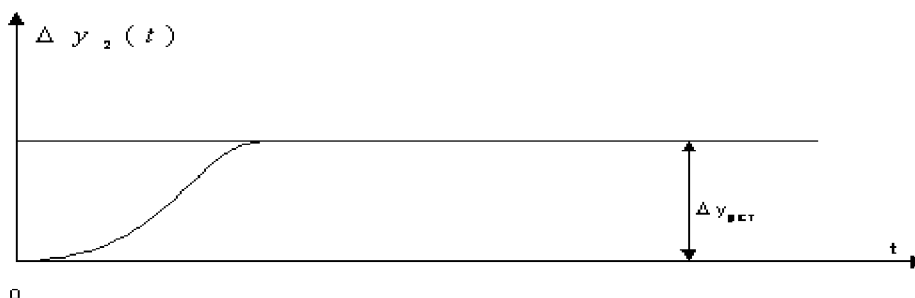


Рисунок 2 – Кривая разгона объекта с самовыравниванием в отклонениях

Для расчета параметров модели методом площадей целесообразно ввести нормированную кривую разгона (переходную характеристику) рис. 3, определяемую формулой

$$\bar{h}(t) = \frac{\Delta y(t)}{\Delta y_{уст}} \quad (5)$$

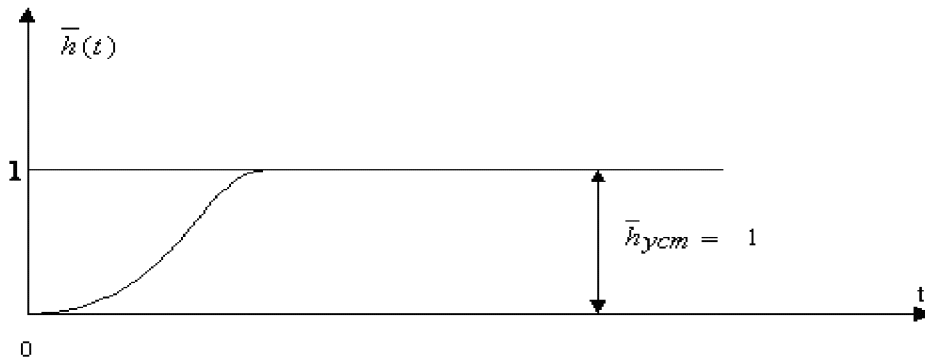


Рисунок 3 – Расчетная кривая разгона объекта с самовыравниванием

Переходную кривую $\bar{h}(t)$, рис. 3, можно рассматривать как реакцию динамического звена с нормированной передаточной функцией вида (2)

Тогда изображение по Лапласу $\bar{h}(t)$ можно записать следующим образом:

$$\bar{H}(s) = L\{\bar{h}(t)\} = \bar{W}_m(s) \frac{1}{s} \quad (6)$$

Параметры a_i, b_i модели (2) могут быть определены по нормированной кривой.

По вышеприведенным формулам была составлена программа для реализации математической модели объекта управления. Для анализа работы программы была снята кривая разгона бункера при возмущении по заданию 70% хода регулирующего органа (рис 4) и выполнены расчеты математической модели объекта управления.

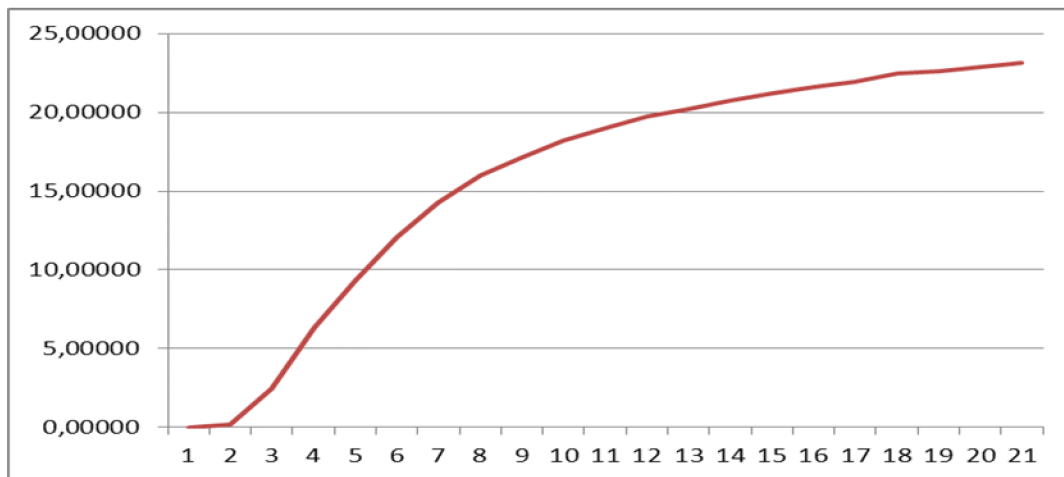


Рисунок 4 - . Кривая разгона бункера

$$W_M(s) = \frac{1}{1 + 6,16s} \quad (7)$$

Математическая модель второго порядка:

$$\bar{W}_M(s) = \frac{1}{1 + 6,16s + 9,53_2 s^2} \quad (8)$$

Выбрана модель второго порядка (рис.5), более точно описывающая объект управления.



Рисунок 5 - Реальная и теоретическая кривая разгона (для модели 2го порядка)

По найденным параметрам модели строится расчетная переходная функция и сравнивается с реальной.

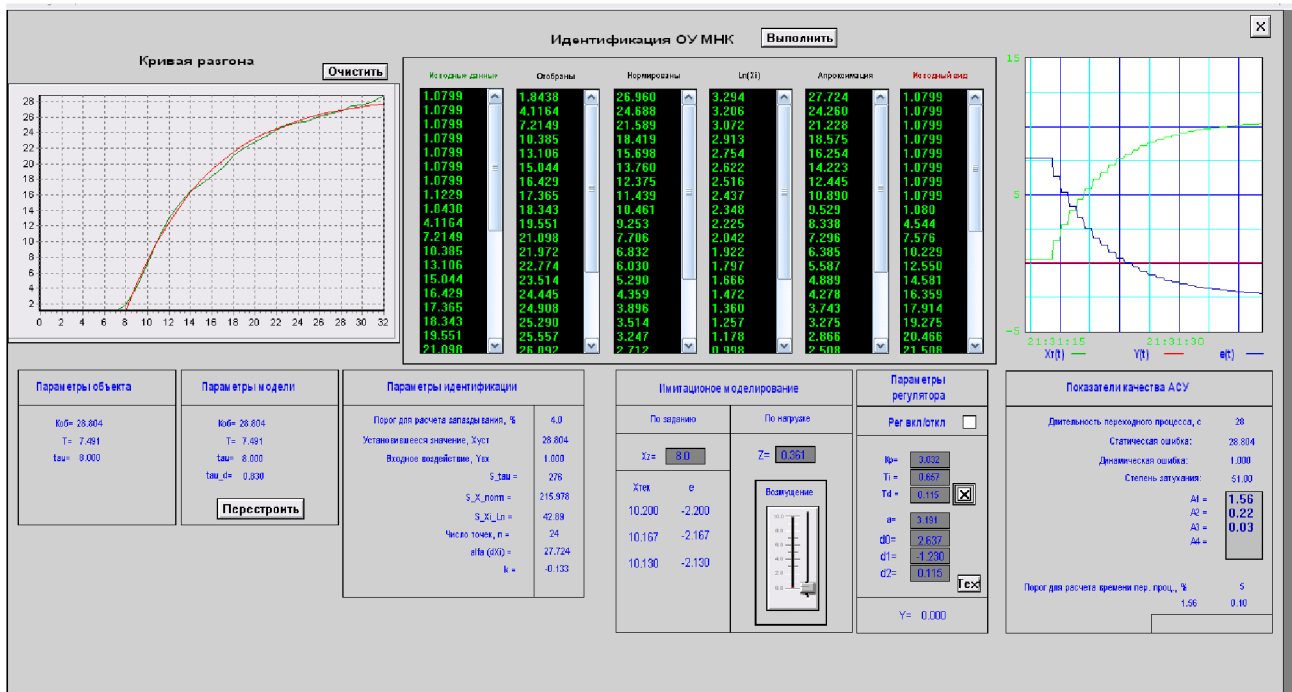


Рисунок 6 - Идентификация и имитационное моделирование комплекса весодозирования

В результате идентификации получены следующие параметры объектов управления отделения дозирования.

Таблица 1 - Параметры объектов управления участка весодозирования

Объект управления	Параметры объекта				Параметры регулятора		
	Коб	Тоб	$\tau_{об, с}$	$\tau_{d, с}$	Кр	Ti	Td
Бункер №51	1,04	4,3	5		0,946	8,6	2
Бункер №52	0,88	4,92	8		0,67	9,84	3,2
Бункер №53	0,81	5,7	12		0,52	11,4	4,8
Бункер №54	1,87	5,27	15		0,38	10,54	6
Бункер №56	0,1	15	6		2,75	30	2,4
Бункер №57	0,137	30	5		6,6	60	2
Бункер №58	0,785	4,86	5	1	1,07	9,72	2

Результаты:

1. Получен массив данных, характеризующих параметры объекта управления.
2. Создано программное обеспечение на основе полученной математической модели объекта управления.
3. В систему управления участком весодозирования интегрирована подпрограмма идентификации и имитационного моделирования комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков С.Ф. Система управления электротехническим комплексом весового дозирования / С.Ф. Жуков, А.И. Важинский // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2011. – №11. – С. 137-140.
2. Изерман Р. Цифровые системы управления / Р. Изерман. – М.: Мир, 1984. – 541 с.

Надійшла до редколегії 04.04.2012

Рецензент: Сивокобиленко В.Ф.

С.Ф. ЖУКОВ, А.І. ВАЖИНСЬКИЙ
Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»

S. ZHUKOV, A. VAZHINSKY
State Institution of Higher Education
«Donetsk National Technical University»

Идентифікація моделі об'єкта управління комплексом весового дозування. Розглядається питання якісної настройки регуляторів, які використовуються в комплексах весового дозування. Для здійснення налаштування був використаний безпошуковий метод, тобто метод з ідентифікацією моделі об'єкта управління.

Ключові слова: вагове дозування, ідентифікація, система управління, електротехнічний комплекс, метод Сімою.

Identification of the Object Model of the Weight Dosing Complex. The question of quality control settings that are used in the weight dosing complex is considered. For the adjustment we used unsearch method, i.e. method with the identification of the object model management
Keywords: weight dosing, identification, control system, electrical complex, method Simo.



Жуков Станислав Фёдорович, 1942 г.р., Россия, закончил Уральский политехнический институт (г. Свердловск), д.т.н., профессор, профессор кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок ДонНТУ. Основное направление научной деятельности – исследование проблем обеспечения надёжности функционирования электрических систем методами технической диагностики, разработки систем управления в электроэнергетике, металлургии.



Важинский Антон Иванович, 1978 г.р., Украина, закончил Приазовский государственный технический университет, аспирант ДонНТУ, начальник участка управления автоматизации ПАО «МК Азовсталь». Основное научное направление – математическое моделирование технологических объектов в металлургии и разработка систем управления ими.