

Малюков Сергей Павлович

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: kes@fep.tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371603.

Нелина Светлана Николаевна

E-mail: nelina76@mail.ru.

Клуникова Юлия Владимировна

E-mail: jklunnikova@rambler.ru

Malyukov Sergej Pavlovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: kes@fep.tsure.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371603.

Nelina Svetlana Nikolaevna

E-mail: nelina76@mail.ru.

Klunnikova Yulia Vladimirovna

E-mail: jklunnikova@rambler.ru

УДК 621.391:519.21

Т.А. Пьявченко

**МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА
ПО ЕГО ВРЕМЕННОЙ И ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКАМ**

Предложен метод идентификации промышленного объекта с медленно меняющейся на начальном участке переходной характеристикой (кривой разгона). Метод отличается простотой и высокой точностью.

Идентификация; набор инерционных звеньев; система алгебраических уравнений; пакет MATLAB.

Т.А. P'yavchenko

**METHOD OF IDENTIFICATION OF THE INDUSTRIAL OBJECT
WITH ITS CHARACTERISTICS FOR TIME AND FREQUENCY**

The method of identification of an industrial object under the transitive characteristic slowly varying on an initial site is offered. The method differs simplicity and high accuracy.

Identification; set of inertial parts; system of the algebraic equations; package MATLAB.

Введение. Обычно при незначительных изменениях выходного сигнала объекта управления (ОУ) на начальном участке кривой разгона для его идентификации используют звено транспортного запаздывания с передаточной функцией $e^{-\tau p}$ [1]. Поскольку это звено отражает отставание во времени на величину τ выходного сигнала по отношению к входному, как это бывает, например, в технологических конвейерах, использование его для идентификации ОУ на начальном участке его разгонной характеристики не всегда оправдано. Во-первых, потому что не отражает истинного характера изменения выходной величины ОУ, во-вторых, при такой пе-

редаточной функции затруднено применение современных алгоритмов управления, благодаря которым строятся адаптивные, оптимальные и инвариантные системы. Замена звена запаздывания рядом Падэ [1] приводит к появлению неминимально-фазовых звеньев, что также не дает желаемых результатов.

В настоящей работе предлагается метод идентификации промышленного объекта управления с использованием его временной (разгонной) и частотной характеристик, позволяющий получить передаточную функцию в виде

В настоящей работе предлагается метод идентификации промышленного объекта управления с использованием его временной (разгонной) и частотной характеристик, позволяющий получить передаточную функцию в виде:

$$W_{oy}(p) = \frac{K_{oy}}{(Tp + 1)^N (T_{oy}p + 1)} \quad (1)$$

и определить постоянную времени инерционного звена T и количество этих звеньев N . Суть метода заключается в следующем:

1. Снимается кривая разгона – зависимость выходного сигнала ОУ $y(t)$ от времени при подаче на его вход сигнала определенной величины $U_0 \cdot 1(t)$ (к примеру, сигнала изменения положения регулирующего органа на величину, определяющую % от его полного хода). Определяются величины начального y_0 и установившегося y_{ycm} значений выходного сигнала и время регулирования t_{peg} – время окончания переходного процесса при достижении величины $(1 \pm 0,01)y_{ycm}$, т.е. 1 % трубки вокруг y_{ycm} .

2. По известной методике [1] и полученной разгонной характеристике рассчитываются основные параметры передаточной функции объекта идентификации такие, как

- ◆ коэффициент передачи:

$$K_{oy} = \frac{y_{ycm} - y_0}{U_0}, \quad (2)$$

- ◆ постоянная времени:

$$T_{oy} = 1,25(t_1 - t_2), \quad (3)$$

- ◆ величина транспортного запаздывания

$$\tau_{oy} = 0,5(3t_2 - t_1), \quad (4)$$

где t_1 – момент времени, при котором $y(t_1) = 0,7y_{ycm}$, t_2 – момент времени, при котором $y(t_2) = 0,33y_{ycm}$. При этом

$$W_{oy}(p) = \frac{K_{oy}}{(T_{oy}p + 1)} e^{-p\tau_{oy}}. \quad (5)$$

3. Снимается частотная характеристика объекта идентификации – зависимость выходного сигнала ОУ $y(t)$ от времени при подаче на его вход синусоидального сигнала $u(t) = \sin \omega t$ с частотой $\omega = \pi / t_{peg}$. По этой характеристике определяются запаздывание по фазе $\Delta\varphi$ и величина амплитуды A_y сигнала $y(t)$ после окончания переходного процесса.

Если снять частотную характеристику на реальном объекте не представляется возможным, предлагается определять значения A_y и $\Delta\varphi$ по результатам моделирования в пакете MATLAB передаточной функции (5), полученной по кривой разгона.

4. Составляется система алгебраических уравнений для модуля и фазы комплексного коэффициента передачи $W_{oy}(p)|_{p=j\omega}$ (1), в которую входят 2 неизвестные величины: постоянная времени инерционного звена T и количество этих звеньев N .

$$\left. \begin{aligned} \frac{K_{oy}}{\left(\sqrt{\omega^2 T_{oy}^2 + 1} \cdot \left(\sqrt{\omega^2 T^2 + 1}\right)^N\right)} &= A_y \\ -\arctg\omega T_{oy} - N \cdot \arctg\omega T &= \Delta\varphi \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Решение системы уравнений (6) при $\omega = \pi/t_{pez}$ в пакете MATLAB дает искомые параметры T и N .

Рассмотрим пример идентификации ОУ с экспериментальной кривой переходного процесса (разгонной характеристикой) парового котла ТП-87 по давлению пара на выходе при возмущении топливом, взятой из [1, рис. 8.4] и сосканированной на рис. 1.

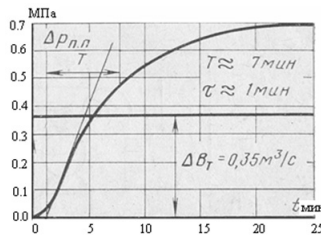


Рис. 1. Разгонная характеристика парового котла ТП-87

Анализ данных, приведенных на этом рисунке, позволил записать передаточную функцию ОУ в виде:

$$W_{oy}(p) = \frac{2}{(7p+1)} e^{-p}. \quad (7)$$

По результатам моделирования передаточной функции (7), параметры которой были представлены в секундах, определили амплитуду и запаздывание по фазе

$$(A_y = 1,7675, \Delta\varphi = t_{зан} \frac{\pi}{t_{pez}} = -0,561 \text{ рад}) \text{ на выходе ОУ для } t_{pez} = 2500 \text{ с при}$$

входном гармоническом сигнале $u(t) = \sin \omega t$ с частотой $\omega = \pi/t_{pez}$. При этом решение системы алгебраических уравнений (6) в пакете MATLAB должно быть представлено следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} &syms N T \\ [N,T] &= solve(-atan(420*pi/2500)-N*atan(T*pi/2500)+0,561,- \\ &-1,7675 + 2/(sqrt(420^2*(pi/2500)^2+1)* \\ &*(sqrt(T^2*(pi/2500)^2+1))^N) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Результаты решения:

$$N = 3,97857=4; T = 15,0769=15\text{с или } T = 3,97857=3,98\text{с}; N = 15,0769=15.$$

Как показало моделирование, оба варианта решения дают одинаковый результат. Однако с точки зрения реализации предпочтительнее, конечно, первый.

На рис. 2 показаны графики разгонных характеристик исходного объекта управления (кривая *а*), модели (кривая *б*), полученной в виде (1) после его идентификации в соответствии с найденными значениями T и N , и погрешности идентификации (кривая *в*).

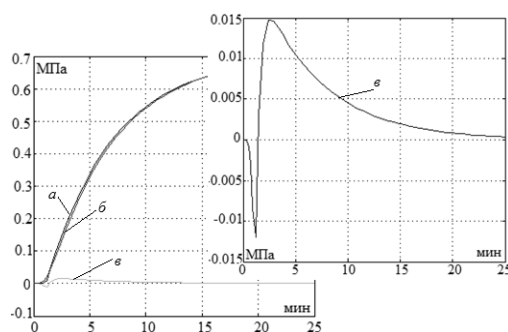


Рис. 2. Графики разгонных характеристик и погрешности идентификации

Наибольшее её значение отмечается на начальном участке разгонных характеристик и не превышает 3 %. При более точном представлении кривой разгона объекта управления величина этой погрешности будет существенно меньше.

В заключение следует отметить, что такие известные методы идентификации, как метод Симоу и рекуррентный метод наименьших квадратов [2] в рассматриваемых здесь случаях дают большую погрешность идентификации. Следовательно, предлагаемый метод может быть рекомендован для идентификации промышленных объектов с незначительными изменениями выходного сигнала на начальном участке кривой разгона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Плетнев Г.П. Автоматизированные системы управления объектами тепловых электростанций: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 1995. – 352 с.
2. Семенов А.Д., Артамонов Д.В., Брюхачев А.В. Идентификация объектов управления: Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. – 211 с.

Пьявченко Тамила Алексеевна

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: pta@tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371689.

P'yavchenko Tamila Alexeevna

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: pta@tsure.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371689.