

УДК 681.5.03.26:666.223.9

**ДВУМЕРНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ ВЫТЯЖКИ
ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ИЗ ЗАГОТОВКИ**

Т.В. СОКОЛОВА, Ю.Д. РУМЯНЦЕВ, С.В. ЗАХАРКИНА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

В статье рассматривается процесс синтеза двумерной системы автоматического управления процессом вытяжки оптических волокон из заготовки путем назначения полюсов замкнутой системы.

The process of synthesis of the two-dimensional system of automatic control of the process of the optical fibers draught of a workpiece by the function of the endless system poles is considered in the article.

Ключевые слова: двумерная система управления процедура синтеза, процесс вытяжки, матрицы состояния схемы моделирования, пакет прикладных программ.

Путем экспериментальной идентификации [1] получена математическая модель объекта управления процесса вытяжки оп-

тических волокон из заготовки [2], на основе которой реализована двумерная система управления, представленная на рис. 1.

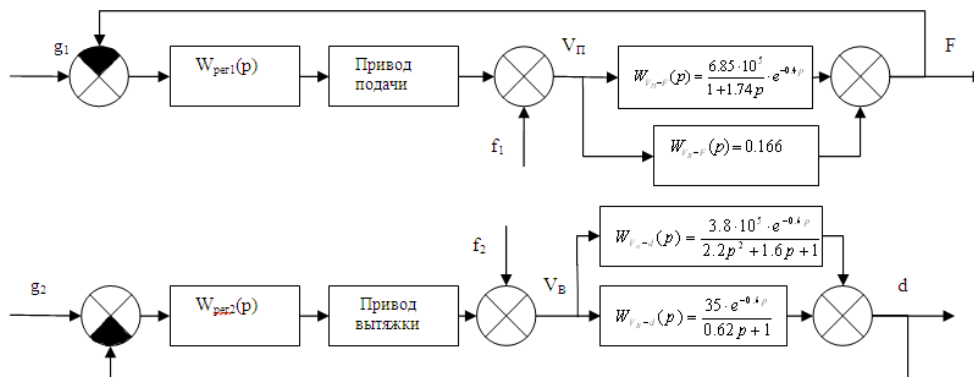


Рис. 1

В работе рассматривается процедура синтеза двумерной системы управления в пространстве состояний путем размещения

полюсов. При синтезе путем размещения полюсов управление определяется как

$$u(t) = Kx(t),$$

где K – есть матрица постоянных коэффициентов. Матрица K позволяет разместить все полюсы замкнутой системы в заданных точках и тем самым задавать желаемые динамические свойства замкнутой двумерной системы управления. Синтез системы при априорном задании ее динамических свойств требует выполнения больших объемов аналитических вычислений над матрицами. Для осуществления сложных преобразований используется приложение Control System Toolbox программы Matlab [3].

Так как система путем идентификации была получена в виде передаточных функ-

ций, то непосредственно от них переходим к уравнениям состояний с помощью команды `ss(tf)`. Как видно из рис. 1, объект управления описывается четырьмя уравнениями, связанными между собой. В составе системы учтена динамика приводов вытяжки и подачи, а также добавлен интегральный регулятор в оба контура для обеспечения астатизма системы. Сначала с помощью команды `append` образуем систему уравнений, описывающих двумерную систему, не связанных между собой, а затем, выполняя команду `connect`, формируем уравнения состояний системы. В результате получаем матрицы состояния:

$$A = \begin{bmatrix} -0,5747 & 0 & 0 & 0 & 204,8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0,7273 & -0,4545 & 0 & 12,8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1,613 & 0 & 100 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0,1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -10 & 0 & 0 \\ 768,9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2,075 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 48,3 & 7,056 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0,25 & 0 \\ 0 & 8 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix},$$

где A – матрица коэффициентов; B – матрица управления; C – матрица выхода; D – матрица, характеризующая связь входного сигнала с выходом.

Задаем желаемое распределение корней, принимая во внимание следующие правила: чем дальше полюса сдвинуты от мнимой оси влево, тем больше быстродей-

ствие системы, но тем больше влияние помех и нелинейности. Чем дальше полюса замкнутой системы сдвинуты по отношению к полюсам разомкнутой, тем большее воздействие требуется от регулирующего устройства. Программа, позволяющая рассчитать матрицу обратных связей, приведена ниже:

```

clear
clc
s1=tf(6.85*10^5,[1.74 1], %задание передаточной функции по каналу "скорость подачи –
натяжение"
s2=tf(0.166); %задание передаточной функции по каналу "скорость вытяжки – натяже-
ние"
s3=tf(0.34*10^4,[2.2 1.6 1]);%задание передаточной функции по каналу "скорость подачи
– диаметр"
s4=tf(35,[0.62 1]); %задание передаточной функции по каналу "скорость вытяжки – диа-
метр"
s5=tf(1,[10 1]); %привод подачи
s6=tf(10,[0.1 1]);%привод вытяжки
s7=tf(1,[1 0]); %интегральный регулятор
s8=tf(1,[1 0]); %интегральный регулятор
sys1=ss(s1); %переход от формы передаточных функций к форме пространства состояний
sys2=ss(s2);
sys3=ss(s3);
sys4=ss(s4);
sys5=ss(s5);
sys6=ss(s6);
sys7=ss(s7);
sys8=ss(s8);
system=append(sys1,sys2,sys3,sys4,sys5,sys6,sys7,sys8); %образование системы уравнений
q=[1 5 0;2 6 0;3 5 0;4 6 0; 7 1 2; 8 3 4]; %создание матрицы, указывающей на соединение
входов и выходов системы system
in=[5 6]; out=[7 8]; % назначение входов и выходов окончательной системы
plant=connect(system,q,in,out) %формирование уравнений объекта
p=[p1,p2,p3,p4,p5,p6,p7,p8]; %задание желаемого распределения полюсов
K=place(sysc.a,sysc.b,p); %расчет матрицы обратных связей K

```

В результате выполнения программы получаем матрицу обратных связей:

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} & k_{15} & k_{16} & k_{17} & k_{18} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} & k_{25} & k_{26} & k_{27} & k_{28} \end{bmatrix}.$$

Зная, матрицы состояния объекта и матрицу обратных связей K, имеем следующие уравнения состояния нашей системы:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -0,5747x_1 + 204,8x_5, & \dot{x}_2 &= -0,7273x_2 - 0,4545x_3 + 12,8x_5, \\ \dot{x}_3 &= x_2, & \dot{x}_4 &= -1,613x_4 + 100x_6, & \dot{x}_5 &= -0,1x_5 + 0,25u_1, \\ \dot{x}_6 &= -10x_6 + 8u_2, & \dot{x}_7 &= 768,9x_1 + 2,075x_6, \\ \dot{x}_8 &= 48,3x_3 + 7,056x_4, & y_1 &= 768,9x_1 + 0,166u_1, & y_2 &= 48,3x_3 + 7,056x_4, \\ u_1 &= k_{11}x_1 + k_{12}x_2 + k_{13}x_3 + k_{14}x_4 + k_{15}x_5 + k_{16}x_6 + k_{17}x_7 + k_{18}x_8, \\ u_2 &= k_{21}x_1 + k_{22}x_2 + k_{23}x_3 + k_{24}x_4 + k_{25}x_5 + k_{26}x_6 + k_{27}x_7 + k_{28}x_8. \end{aligned}$$

На основе полученных уравнений составлена схема моделирования, представ-

ленная на рис. 2, собранная в приложении Simulink программы Matlab.

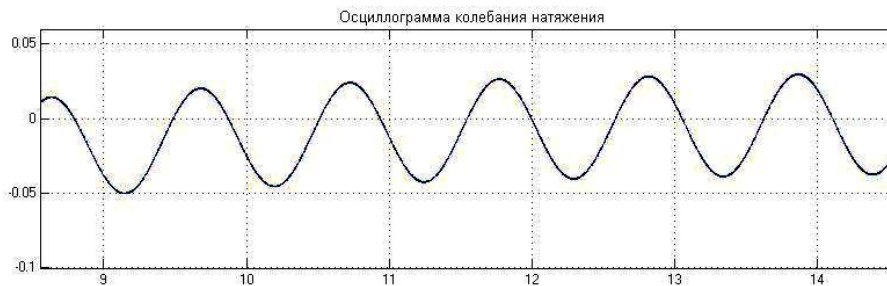


Рис. 4

Как видно из приведенных графиков, выбранная структура регулятора подавляет доминирующие возмущение в системе, выходной сигнал находится в пределах

2% зоны по каналу регулирования диаметра при матрице обратных связей, равной:

$$K = \begin{bmatrix} 255600 & -2018700 & -73300 & 500 & 35000 & 12 & 100 & 0,001 \\ 0 & 0 & 0 & 7500 & -360000 & 15 & 10 & 5000 \end{bmatrix}$$

ВЫВОДЫ

1. Синтез двумерной системы путем назначения полюсов замкнутой системы позволяет обеспечить необходимое качество процесса управления.

2. Трудоемкость процедуры синтеза многомерной системы существенно снижается при использовании пакета прикладных пакетов программы Matlab.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколова Т.В., Румянцев Ю.Д., Тимохин А.Н., Шевченко Н.В. Цифровая математическая модель процесса формования химических оптических волокон // Химические волокна. – 2009, №2.
2. Козлов А.Б., Румянцев Ю.Д., Тимохин А.Н., Круглова С.В. Автоматизация процесса производства оптических волокон. – М.: "Оргсервис – 2000", 2005.
3. Перельмутер В.М. Пакеты расширения Matlab. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox. – М.: Солон-Пресс, 2008.

Рекомендована кафедрой автоматике и промышленной электроники. Поступила 09.04.10.