УДК 621.371:621.398

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

В.В. Авраменко, канд.техн.наук; Н.Ю.Слепушко, аспирант,
Сумский государственный университет
avr@sumdu.edu.ua

Рассматривается система автоматического регулирования скорости вращения газотурбинного двигателя, исполнительный орган которой представляет собой гидроцилиндр с изодромной обратной связью. Работа системы описывается дифференциальным уравнением

$$\begin{aligned} &T\frac{d^4x}{dt^4}+(1+rTk_2)\frac{d^3x}{dt^3}+Tk_1k_2k_3\frac{d^2x}{dt^2}= \\ &=k_1T\frac{d^3F}{dt^3}+(k_1+rTk_2)\frac{d^2F}{dt^2}, \end{aligned} \qquad (1)$$

где $x(t)$ – выходной процесс системы; $F(t)$ – возмущающее воздействие, вызванное, например, изменением момента нагрузки на валу двигателя при изменении высоты полета в условиях постоянной подачи топлива; T - постоянная времени; r - коэффициент обратной связи; k_1, k_2, k_3 - коэффициенты передачи звеньев системы.

Наличие гидравлической системы делает возможным появление ряда событий, приводящих к изменению как статической, так и динамической характеристик САР. Такие события, как изменения параметров обратной связи, появление нелинейности, например, возникновение люфтов в исполнительном органе или в механизме обратной связи, исчезновение обратной связи и др. обуславливают появление режимов работы САР.

Таким образом, требуется по текущим значениям выходного процесса $x(t)$ и его производных осуществлять оперативный контроль САР скорости вращения газотурбинного двигателя.

Результат достигается благодаря применению характеристики непропорциональности по производной 1-го порядка для функций, заданных параметрически [2]. Эта непропорциональность функции $y(t)$ по $x(t)$ описывается выражением

$$@\,d^{(1)}_{x(t)}y(t)=\frac{y(t)}{x(t)}-\frac{dy/dt}{dx/dt}. \qquad (2)$$

Функция (2) равняется нулю для случая, когда $y(t)=kx(t)$ независимо от значения k.

На базе алгоритма [1] разработана система компьютерного моделирования работы САР скорости вращения двигателя и оперативного контроля этой САР при появлении различных событий, приводящих к изменению ее статической и динамической характеристик.

Для удобства изложения работы алгоритма введем следующие обозначения составляющих уравнения (1): T, $(1+rTk_2)$, $Tk_1k_2k_3$ – через a_3, a_2, a_1. Производные $\frac{d^4x}{dt^4}, \frac{d^3x}{dt^3}, \frac{d^2x}{dt^2}$ – через $f_3(t), f_2(t), f_1(t)$. Правую часть уравнения (1) – через $f_0(t)$. Вычисляем непропорциональность (2) $f_0(t)$ по $f_1(t)$ $F_{01}(t)=@\,d^{(1)}_{f_1(t)}f_0(t)$, $f_2(t)$ по $f_1(t)$ – $F_{21}(t)=@\,d^{(1)}_{f_1(t)}f_2(t)$ и $f_3(t)$ по $f_1(t)$ – $F_{31}(t)=@\,d^{(1)}_{f_1(t)}f_3(t)$. Далее вычисляем непропорциональности (2) $F_{01}(t)$ по $F_{21}(t)$ и $F_{31}(t)$ по $F_{21}(t)$. Обозначим их как $F_{0121}(t)$ и $F_{3121}(t)$. И, наконец, вычисляем результирующую непропорциональность $F_{01213121}(t)$ функции $F_{0121}(t)$ по $F_{3121}(t)$. Ее значение отклоняется от нуля во время переходных процессов в системе. Если же оно равно нулю, предоставляется возможность определить текущие значения коэффициентов в (1). Например, a_3 и a_2 вычисляются по следующим формулам

$$a_3 = \frac{F_{01213121}(t)}{F_{3121}(t)}; \; a_2 = \frac{F_{01}(t) - a_3 @ d^{(1)}_{f_2(t)} f_3(t)}{F_{21}(t)}. \qquad (3)$$

Появление нелинейности в системе приводит к тому, что результирующая непропорциональность становится неравной нулю и не возвращается к нему, как это имеет место при переходных процессах.

1. Авраменко В. В. Оперативный контроль квазистационарных динамических объектов с помощью функций непропорциональностей/
В.В. Авраменко, Н.Ю.Слепушко.// №10(94)'2006 (Серія "Автоматика").
2. Авраменко В.В. Характеристики непропорциональности числовых функций и их применение. Деп. В ГНТБ Украины 19.01.98, N59- Ук98.