

УДК 621.43.001.519.711.3: 681.518.54

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДОМ ТОПЛИВА АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИМПУЛЬСНЫМ ФОРМИРОВАНИЕМ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Бевзюк А.А., инженер-программист; Волков Д.И., м.н.с.
(ДП КБ “Элемент” ДП ОАО СКТБ “Элемент”, 65104,
г. Одесса, Украина)

В настоящее время создание компьютерно-интегрированных систем управления является способом технического решения задач управления в авиационном двигателестроении. Одной из важных прикладных задач в этой области является прямое цифровое регулирование расходом топлива авиационного двигателя. В локальной системе управления расходом топлива (СУРТ) положение рабочего органа дозирующего элемента насоса-дозатора (НД) — объекта регулирования, в виде цифрового кода используется в качестве сигнала обратной связи, пропорционального текущему расходу. Уставкой для контроллера — регулятора двигателя цифрового (РДЦ) является заданное значение расхода, изменяющегося во времени. Совместное движение объекта НД и исполнительного механизма (ИМ) описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений равновесия:

$$\left. \begin{aligned} J \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + K_v \frac{d\alpha}{dt} + F(M_{TP}) &= K_i \cdot i \\ \frac{L}{R} \frac{di}{dt} + i + \frac{C_l}{R} \omega &= y \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где α - угловое положение; i – ток в обмотке ИМ; $y = f(\alpha_{зад} - \alpha)$ – ток управления, формируемый РДЦ; J, K_v – параметры ИМ; K_i – коэффициент крутящего момента; L, R, C_l – параметры обмотки ИМ; $F(M_{TP})$ – нелинейная функция момента трения. Расход топлива и угол связаны известной зависимостью $G_T = a + b \cdot \alpha$ с постоянными a, b . Закон регулирования формируется по дискретизованным с периодом T значениям $\alpha(t)$ в цифровом виде.

Нетрудно видеть, что при традиционном задании момента трения

$$F(M_{TP}) = M_{TP} \operatorname{sign}\left(\frac{d\alpha}{dt}\right) \quad (2)$$

уравнения совместного движения (1) не имеют постоянного установившегося решения ни при каких токах управления. Стабилизация заданного положения достигается либо в режиме переключений, либо в скользящем режиме, который в цифровой системе невозможен. При таких значениях M_{TP} , который составляют значительную часть цифрового диапазона регулирования (15...20)%, обеспечить заданные качественные характеристики СУРТ при использовании типовых законов регулирования в цифровой реализации, рекомендуемых согласно [1], не представляется осуществимым, что подтвердилось при экспериментальных исследованиях созданного в ДП КБ «Элемент» макета РДЦ. Проведенные экспериментальные исследования по идентификации структуры и параметров объекта позволили установить, что в действительности, в отличие от (2), момент трения представляет собой сплошную многопараметрическую нелинейную функцию не только угловой скорости, но и крутящего момента.

При установленных экспериментальных условиях влияния M_{TP} разумной альтернативой классическим типовым законам является реализованное цифровое импульсное регулирование НД с варьируемыми параметрами в виде амплитуды и длительности импульсов, дополняемое логико-динамическим цифровым алгоритмом формирования указанных параметров управления не только по текущему сигналу ошибки, но и ее правой разности. В зонах остановки движения, вызванного моментом трения, длительность управляющих импульсов последовательно возрастает, пока не превысится установленное пороговое значение сигнала равновесия, либо не превысится установленное пороговое значение скорости, что обеспечивает плавное страгивание объект без рывков и срывов движения, затем осуществляется переход к пропорциональному широтно-импульсному регулированию положением рабочего органа НД.

Проведенные стендовые испытания РДЦ подтвердили обоснованность выбранных технических решений.

Перечень ссылок

1. Каган В.Г., Бери Ю.Д., Акимов Б.И., Хрычев А.А. Цифровые электротехнические системы.–М. Энергоатомиздат, 1985. – 208 с.