

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ 3D-ПРИНТЕРОМ

Юденков В.С., Гурский Н.Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Целью исследования является синтез оптимального управления двигателем строительного 3D-принтера на базе магистрального метода оптимизации. В работе проведен синтез оптимального регулятора методом математического моделирования, рассчитан момент переключения с оптимального регулятора на ПИД-регулятор, а также показана экономичность привода с таким регулятором по сравнению с обычным ПИД-регулятором. Путем математического моделирования доказано, что наиболее рациональной структурой САУ является САУ с изменяемой структурой. Для регулятора с изменяемой структурой процесс разгона состоит из трех частей: заход на оптимальную траекторию, движение по оптимальной траектории и переключение на траекторию стабилизации. Оптимальное управление электроприводом синтезировано с учетом полных потерь в двигателе [1,2]. Уравнения электропривода постоянного тока выражаются формулами [1,2]:

$$T_M \dot{e} = iR_0 - I_c R_0, \quad \frac{Td(iR_0)}{dt} = iR_0 - e - \beta_{nu} \quad (1)$$

где R_0 – сопротивление цепи якоря; i – ток двигателя; I_c – ток статической нагрузки; e – ЭДС двигателя, β_n – коэффициент усиления преобразователя.

Критерий качества имеет вид:

$$J = \int_0^T (1 + \lambda \Delta P_\Sigma) dt \quad (2)$$

Используя магистральный метод оптимизации получено оптимальное управление:

$$i_a = I_c \pm \sqrt{I_c^2 + \frac{1 + \lambda(g(w) + \Delta P_M(w))}{R_0}} \quad (3)$$

где $g(w)$ – потери мощности в цепи возбуждения, $\Delta P_M(w)$ – потери механической мощности, зависящие от угловой скорости.

Оптимальное управляющее воздействие, формируемое регулятором, будет изменяться по следующему закону:

$$u^* = \begin{cases} u_a, & \text{при } u_a \leq u_{\max} \\ u_{\max}, & \text{при } u_a > u_{\max} \end{cases}, \quad (4)$$

где U_{\max} – максимально допустимое напряжение на обмотке ротора.

В результате моделирования в среде MATLAB САУ с изменяемой структурой получены графики переходных процессов, представленные на рис. 1.

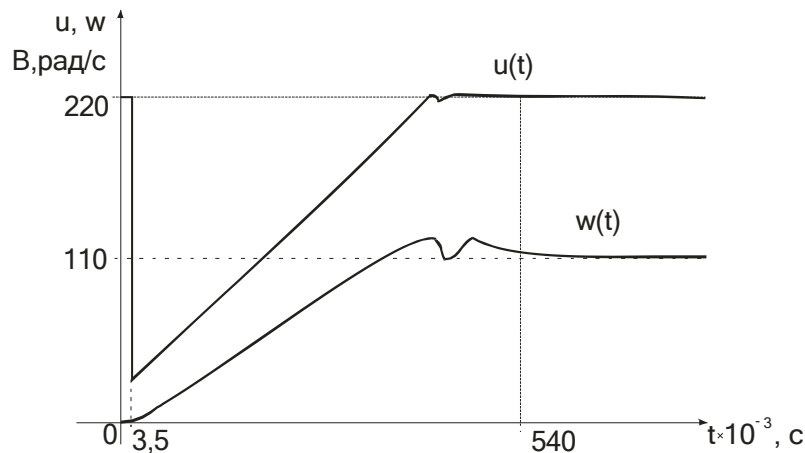


Рис. 1. График переходного процесса разгона электропривода

Модель САУ состоит из трех частей:

ПИД регулятор,

регулятор оптимального управления, синтез которого проводился магистральным методом,

двигатель с нагрузкой.

Simulink модель управления приводом одного звена 3D-принтера показана на рис.2.

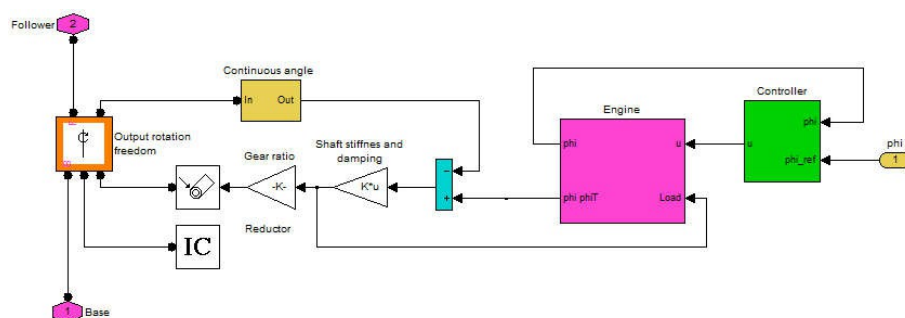


Рис.2. Simulink модель управления приводом одного звена

1. Панасюк В.И., Ковалевский В.Б., Политыко Э.Д. Оптимальное управление в технических системах. – Мн.: Наука и техника, 1990. – 272 с.

2. Гук М.Э, В.С. Юденков " Синтез регулятора с переключаемой структурой управления асинхронным электродвигателем". Тезисы доклада международной научно-технической конференции, приуроченной к 50-летию БГУИР. Минск, БГУИР, 2014