

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД

В.А. Савельев

Гомельский политехнический институт им.П.О. Сухого, Беларусь

Математические модели, используемые в инженерной практике для синтеза САУ приводов переменного тока с вентильными преобразователями, достаточно точно описывают процессы при работе двигателей на устойчивой части механической характеристики и при представлении вентильных преобразователей непрерывными звеньями. В остальных случаях, в частности, при работе двигателей с низкими частотами вращения и при сложных законах движения вала (колебательное, шаговое и др.) указанные модели оказываются весьма приближенными.

Для проведения научных исследований по проверке адекватности математических моделей двигателей, работ по наладке и испытаниям различного рода приводящих механизмов в условиях, приближенных к реальным, зачастую недостаточно простейших нагружающих устройств (механические, электромеханические, гидравлические тормоза, электрические машины в тормозных режимах работы и т. п.) [1]. В этих случаях возникает потребность в специализированных устройствах, воспроизводящих отдельные, характерные виды нагрузок или сочетающих несколько видов нагрузок, предназначенных для испытания широкого класса оборудования (электрические машины и привода, механические передачи, ДВС, дизели и др.).

Разработанное нагружающее устройство представляет собой систему автоматического управления статическими и динамическими механическими параметрами нагрузки. Блок-схема устройства (рис.1) рассматривается как система стабилизации заданной функции момента. При этом частота вращения испытываемого

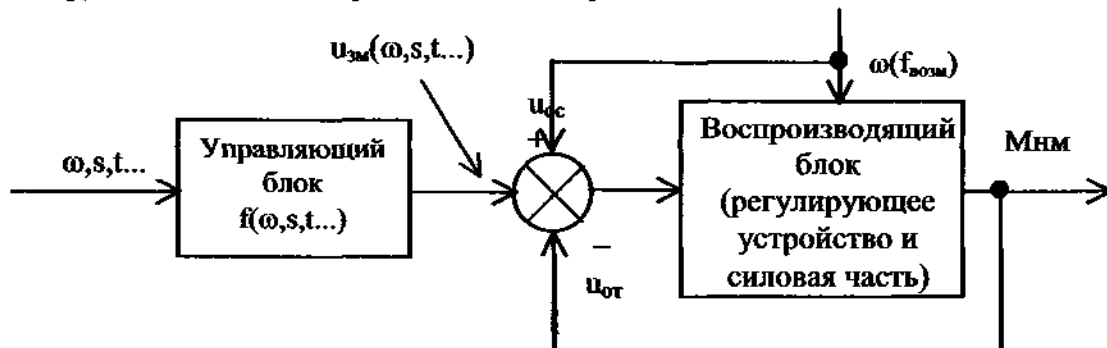


Рис. 1. Блок-схема нагружающего устройства

приводного механизма выступает в качестве возмущающего воздействия, поскольку она препятствует поддержанию требуемого закона изменения момента нагрузки [2]. Сигнал задания момента $u_{зм}$, соответствующий требуемому виду нагрузки, формируется управляющим блоком на основании поступающей в него информации (скорость, пройденный путь, время и т. п.).

Основными требованиями для такого устройства являются минимальное перерегулирование, максимальное быстродействие, высокие статическая и динамическая точность. Силовая часть воспроизводящего блока построена по системе "широтно-импульсный преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока независимого возбуждения" (ШИП-Д). Это наряду с простотой реализации обеспечивает высокое быстродействие и позволяет избежать трудностей, связанных с нелинейностью тиристорных преобразователей при малых нагрузках. Кроме того, при достаточно большой частоте модуляции преобразователь можно считать безинерционным.

Для повышения статической и динамической точности применяется принцип инвариантности по отношению к возмущающему воздействию - скорости вращения ва-

ла. Условия при которых система является инвариантной в статике найдем из анализа структурной схемы воспроизводящего блока.

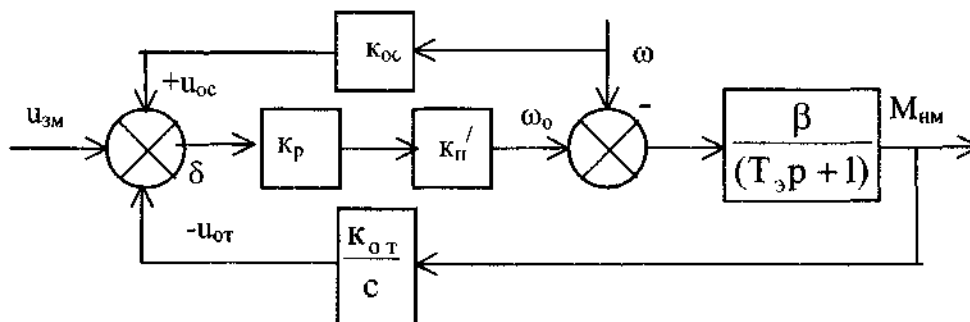


Рис 2 Структурная схема воспроизводящего блока. u_{zm} - сигнал задания момента ; u_{oc} , $u_{от}$ - сигналы обратных связей по скорости и току , δ - сигнал ошибки ; $M_{нм}$ - момент на валу нагружающего устройства , ω - частота вращения вала ; β - жесткость разомкнутой системы , k_{oc} - коэффициент передачи канала компенсации возмущения , $k_{от}/c$ - коэффициент передачи обратной связи по току ; k_p - коэффициент передачи регулирующего устройства , $k_{п'}$ - коэффициент передачи ШИП ; T_3 - электромагнитная постоянная.

Приведенная выше структурная схема в статическом режиме описывается системой уравнений

$$\left. \begin{aligned} \delta &= u_{zm} + k_{oc}\omega - \frac{k_{от}}{c}M_{нм} \\ M_{нм} &= (\delta k_p k_{п'} - \omega)\beta \end{aligned} \right\},$$

решив которую относительно $M_{нм}$ получим

$$M_{нм} = u_{zm} \frac{k_p k_{п'} c}{c\beta + k_{от} k_p k_{п'}} + \omega \frac{(k_{oc} k_p k_{п'} - 1)c}{c\beta + k_{от} k_p k_{п'}} = M_{кз} + \omega \beta_{зам}, \quad (1)$$

где $\beta_{зам}$ - жесткость в замкнутой системе ; $M_{кз}$ - момент короткого замыкания (стопорения).

Очевидно, что условие инвариантности выполняется если $\beta_{зам} = 0$ или

$$k_p = \frac{1}{k_{oc} k_{п'}} \text{ при этом выражение (1) примет вид}$$

$$M_{нм} = u_{zm} \frac{k_p k_{п'} c}{c\beta + k_{от} k_p k_{п'}} = u_{zm} K_I.$$

В этом случае момент на валу нагружающего устройства будет повторять сигнал задания u_{zm} и если, в общем случае, последний представить в виде $u_{zm} = u_0 + u_{m\omega} + u_{mt} + u_{mx}$, где u_0 - постоянная составляющая сигнала задания момента ; $u_{m\omega}$, u_{mt} , u_{mx} - составляющие сигнала задания момента, зависящие от скорости, времени и прочих координат, то момент на валу нагружающего устройства будет иметь вид

$M_{HM} = K_1 u_0 + K_1 u_{m\omega} + K_1 u_{mt} + K_1 u_{mx} = M_0 + M(\omega) + M(t) + M(x)$, где M_0 - постоянная составляющая момента; $M(\omega)$, $M(t)$, $M(x)$ - составляющие момента, зависящие от скорости, времени и прочих координат.

Литература

1. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надежность электрических машин. - М.: Высш. шк., 1988. - 231 с.
2. Кочубиевский А. Д., Стражмейстер В. А. Динамическое моделирование нагрузок при испытаниях автоматических систем - М.-Л.: Энергия, 1965. - 144 с.
3. Коринев Б. Л. и др. Нагрузочная установка стенда для испытания ЭД. //Промышленная энергетика. - 1986. - N5. - С. 27- 29.
4. А. с. 1265664 СССР МКИ⁴ G01 R31/34. Нагрузочное устройство для испытания электродвигателя.
5. А. с. 1415214 СССР МКИ⁴ G01 R31/34. Устройство для нагрузочных испытаний ЭД.