

УДК 62-83:621.313.2

В.В.РУДАКОВ

КОНТУР РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОКА ТИРИСТОРНОГО ПРИВОДА С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИЕЙ И ПИ-КОРРЕКТОРОМ

Регулятор тока в контуре с дифференциальной коррекцией осуществляет регулирование тока контура и самонастройку контура. Схема токового контура с дифференциальной коррекцией приведена на рис. I.

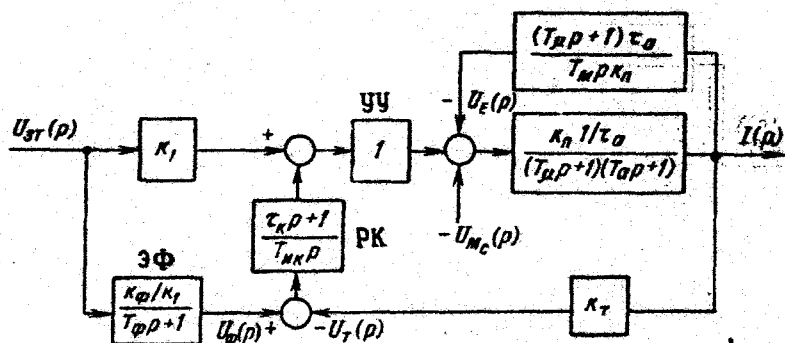


Рис.1. Структурная схема токового контура с дифференциальной коррекцией

В прямом канале электропривода имеется электродвигатель, тиристорный преобразователь ТП и суммирующий усилитель управления УУ. Передаточная функция прямого канала может быть записана в виде

$$W_I(\rho) = \frac{I(\rho)}{U_{3T}(\rho) - U_F(\rho) - U_M(\rho)},$$

где

$$U_E(\rho) = \frac{(T_{\mu}^{\rho+1})}{k_{\pi}} k_{\pi} \omega(\rho); \quad U_M(\rho) = \frac{(T_{\mu}^{\rho+1})(T_{\alpha}^{\rho+1}) r_{\alpha} k_{\pi} M_c(\rho)}{k_{\pi}}.$$

Контур дифференциальной обратной связи включает в себя обратную связь по току с передаточным коэффициентом $k_{oc} = k_T$, прямую связь по заданному ток сигналу $U_{\text{зт}}$ с эталонным фильтром с передаточной функцией

$$W_{\phi}(\rho) = \frac{k_{\phi}}{A_{\phi}(\rho)}$$

и усилитель-регулятор корректора с передаточной функцией

$$W_{\text{рк}}(p) = \frac{\Delta U_{\text{у}}(p)}{U_{\text{фг}}(p) - U_{\text{т}}(p)} = \frac{(\tau_{\text{рк}} p + 1)}{T_{\text{ик}} p} = \left(\frac{1}{\tau_{\text{рк}} p} + 1 \right) k_{\text{рк}}.$$

Регулятор настраивается в режиме ступенчатого изменения возмущающего воздействия $M_{\text{с}}(p)$ при постоянном значении управляющего сигнала.

Передаточная функция контура тока с ПИ-корректором в цепи обратной связи относительно возмущающего воздействия нагрузки при $U_{\text{мс}} = 0$ и $U_{\text{Е}} = 0$ получается в виде

$$W_{\Delta I}(p) = \frac{k_{\text{п}}/r_{\alpha}}{(T_{\mu} p + 1)(T_{\alpha} p + 1)} = \frac{1/k_{\text{т}} T_{\text{ик}} p}{\left[1 + \frac{k_{\text{п}}/r_{\alpha} k_{\text{т}} (\tau_{\text{рк}} p + 1)}{(T_{\mu} p + 1)(T_{\alpha} p + 1) T_{\text{ик}} p} \right]} = \frac{1/k_{\text{т}} T_{\text{ик}} p}{\left[(T_{\alpha} p + 1)(T_{\mu} p + 1) \frac{T_{\text{ик}} r_{\alpha}}{k_{\text{п}} k_{\text{т}}} p + 1 \right]}.$$

Настройки ПИ-регулятора корректора по условиям технического оптимума выполняются по соотношениям

$$\tau_{\text{рк}} = T_{\alpha}; \quad T_{\text{ик}} = 2 T_{\mu} \frac{k_{\text{п}} k_{\text{т}}}{r_{\alpha}}.$$

При этих настройках передаточная функция токового контура по нагрузке в отклонениях величин получится в виде

$$W_{\Delta I}(p) = \frac{1/k_{\text{т}} T_{\text{ик}} p}{(T_{\alpha} p + 1)(2 T_{\mu}^2 p^2 + 2 T_{\mu} p + 1)} \approx \frac{1/k_{\text{т}} T_{\text{ик}} p}{(T_{\alpha} p + 1)(T_{\text{т}} p + 1)}.$$

Как видно по отношению возмущающих воздействий, контур обладает астатизмом и обеспечивает его стабильность в работе.

Контур с эталонным фильтром (рис.1) в общем виде характеризуется передаточной функцией вида

$$W_{\text{кф}}(p) = k_1 + \frac{k_{\text{ф}}}{A_{\text{ф}}(p)} \frac{(r_{\text{к}} p + 1)}{T_{\text{ик}} p}.$$

Применим фильтр первого порядка с передаточной функцией

$$W_{\text{ф}}(p) = \frac{k_{\text{ф}}}{T_{\text{ф}} p + 1} = \frac{k_{\text{ф}}}{\tau_{\text{к}} p + 1}.$$

В этом случае получим

$$W_{\text{кф}}(p) = \frac{\frac{k_1}{k_{\text{ф}}} T_{\text{ик}} p + 1}{\frac{1}{k_{\text{ф}}} T_{\text{ик}} p} = \frac{T_{\alpha} p + 1}{\frac{1}{k_{\text{т}}} T_{\text{ик}} p}.$$

Передаточный коэффициент фильтра выбирается по соотношению

$$k_{\text{ф}} = 1; \quad k_1 = \frac{T_{\alpha}}{T_{\text{ик}}}.$$

При такой настройке передаточная функция токового контура получается в виде

$$W_{KI}(\rho) = \frac{1/k_T}{(T_T \rho + 1)}$$

При учете контура обратной ЭС двигателей передаточная функция контура

$$W_{KT}(\rho) = \frac{k_\phi/k_T}{T_T \rho + 1 + \left(\frac{T_\mu \rho + 1}{T_a \rho + 1} \right) \frac{2T_\mu}{T_M}} \approx \frac{k_\phi/k_T \frac{1}{(1 + 2T_\mu/T_M)}}{T_T' \rho + 1}$$

Выбирая $k_\phi = 1 + 2T_\mu/T_M$, получим передаточную функцию контура тока с дифференциальной коррекцией

$$W_{KI}(\rho) = \frac{1 + k_T}{T_T' \rho + 1},$$

где $T_T' = T_T / (1 + 2T_\mu/T_M)$ - эквивалентная постоянная времени контура регулирования тока.

Как видно, контур тока тиристорного привода с дифференциальной коррекцией стабилизирует передаточный коэффициент контура, а его процессы могут отклоняться от технического оптимума в зависимости от соотношения $2T_\mu/T_M$.

На рис.2 приведены осциллограммы токового контура с дифференциальной коррекцией, снятые на модели двухдвигательного тиристорного привода. Показатели динамических процессов токового контура с дифференциальной коррекцией приведены в таблице.

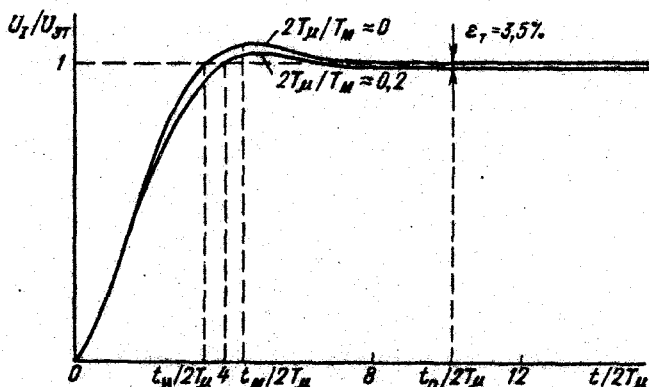


Рис.2. Динамические характеристики токового контура с дифференциальной коррекцией

Показатели качества модели контура тока с дифференциальной
коррекцией

Параметры контура	$\sigma, \%$	$t_n/2T_\mu$	$t_m/2T_\mu$	$t_H/2T_\mu$
$\frac{2T_\mu}{T_M} = 0$	4,6	10	5,4	3,2
$\frac{2T_\mu}{T_M} = 0,1$	3,8	10	5,35	3,7
$\frac{2T_\mu}{T_M} = 0,2$	3,5	10	5,3	4,0

Перерегулирование тока контура при $2T_\mu/T_M = 0,2$ увеличивается на 3,5 %, что практически не влияет на качество процессов привода с внешним контуром регулирования скорости.