

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ

### В.Л. Анхимюк, Н.Н. Михеев, В.Н. Сацукевич РЕВЕРСИВНЫЙ ТИРИСТОРНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД С ДИНАМИЧЕСКИМ ТОРМОЖЕНИЕМ

В реверсивных тиристорных электроприводах постоянного тока с шунтирующими вентилями [1] при реверсе тока возбуждения якорь электродвигателя отключается от преобразователя и возникает режим динамического торможения, при котором ток динамического торможения протекает по цепи шунтирующий вентиль В — якорь двигателя М (рис. 1).

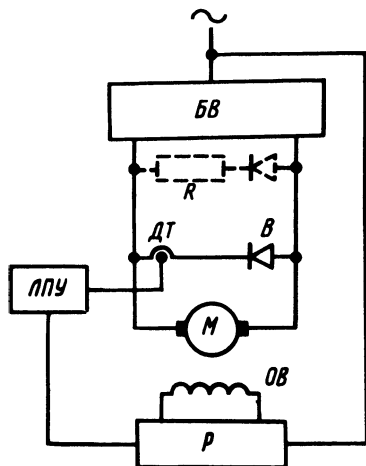


Рис. 1. Функциональная схема электропривода в режиме динамического торможения.

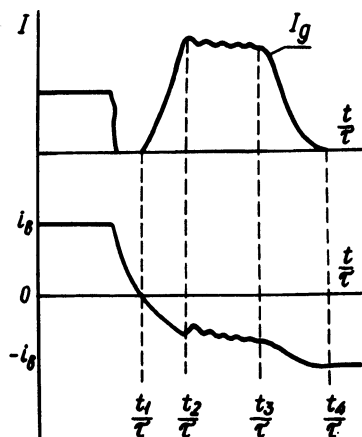


Рис. 2. Диаграммы изменения тока якоря и тока возбуждения в режиме динамического торможения.

Величина тока динамического торможения  $I_D$  контролируется датчиком ДТ, установленным в цепи шунтирующего вентиля, и ограничивается с помощью логического переключающего устройства ЛПУ, воздействующего на реверсор Р [2]. Анализируя действие узла ограничения тока динамического торможения, можно выделить три участка (рис. 2): первый

$(\frac{t_1}{\tau} - \frac{t_2}{\tau})$  --- нарастание тока динамического торможения  $I_D$  и тока возбуждения  $i_B$  --- токоограничение не началось; второй  $(\frac{t_2}{\tau} - \frac{t_3}{\tau})$  --- участок токоограничения; третий  $(\frac{t_3}{\tau} - \frac{t_4}{\tau})$  --- уменьшение тока динамического торможения  $I_D$  до нуля и возрастание тока возбуждения  $i_B$  до номинального значения --- токоограничение окончилось.

Полагая индуктивность якорной цепи и статического момент равными нулю, получим систему уравнений, описывающую режим динамического торможения

$$\begin{cases} \nu \varphi + i^* = 0; \\ \theta \frac{d\nu}{dt} = \varphi \cdot i^*, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\nu = \frac{n}{n_H}$ ;  $\varphi = \frac{\Phi}{\Phi_H}$ ;  $i^* = \frac{I}{I_B}$  --- соответственно

относительные значения скорости, магнитного потока и тока двигателя;  $\theta$  --- электромагнитная постоянная времени привода;  $I_B = \frac{E_H}{R_a}$  --- базовое значение тока;  $E_H$  --- номинальное значение э.д.с. двигателя. При этом считаем, что

$$\varphi = -\varphi_{\text{кон}} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) + \varphi_{\text{нач}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (2)$$

и изменяется от  $\varphi_{\text{нач}}$  до  $\varphi_{\text{кон}} = -\varphi_{\text{нач}}$ . Здесь  $\tau$  --- электромагнитная постоянная времени обмотки возбуждения. Решая совместно (1) и (2), можем получить законы изменения скорости, тока и магнитного потока на каждом из трех участков. Для первого участка имеем;

$$\varphi = \varphi_{\text{кон}} \left[ 2e^{-(0,693 + \frac{t}{\tau})} - 1 \right]; \quad (3)$$

$$v = v_{\text{нач}} \cdot \exp \left[ -\frac{\varphi_{\text{кон}}^2 \tau}{\theta} \left( -1,5 - 0,5 e^{-\frac{2t}{\tau}} + 2e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{t}{\tau} \right) \right]; \quad (4)$$

$$i^* = -v_{\text{нач}} \cdot \exp \left[ -\frac{\varphi_{\text{кон}}^2 \tau}{\theta} \left( -1,5 - 0,5 e^{-\frac{2t}{\tau}} + 2e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{t}{\tau} \right) \right] \cdot \varphi_{\text{кон}} \left[ 2e^{-(0,693 + \frac{t}{\tau})} - 1 \right]. \quad (5)$$

Аналогично решение и для остальных участков, при этом момент времени  $-\frac{t_2}{\tau}$  определяем из (5), полагая  $i^*$  равным допустимому значению тока динамического торможения, а момент времени  $\frac{t_3}{\tau}$  — исходя из равенства скорости изменения магнитного потока в конце второго участка и в начале третьего. Полное время динамического торможения  $\frac{t_4}{\tau}$  находим из условия, что скорость двигателя в конце третьего участка  $v_{\text{кон}} = 0,05$ .

Ток динамического торможения можно ограничивать и с помощью резистора  $R$  включаемого в цепь динамического торможения, не воздействуя на ток возбуждения (рис. 1, пунктирные линии). При этом величина резистора выбирается исходя из допустимой величины тока динамического торможения и номинальной скорости двигателя.

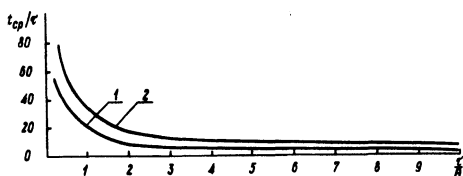


Рис. 3. Зависимость  $\frac{t_{\text{ср}}}{\tau} = f\left(-\frac{\tau}{\theta}\right)$  при ограничении тока динамического торможения; 1 — путем воздействия на ток возбуждения; 2 — с помощью резистора.

Сопоставимый анализ, проведенный с помощью ЭВМ "Минск-32", показал, что среднее время торможения электродвигателя  $\frac{t_{\text{ср}}}{\tau}$  при различных соотношениях  $-\frac{\tau}{\theta}$  во всем диапазоне начальных скоростей, при ограничении тока динамического торможения путем воздействия на ток возбуждения оказывается меньше, чем при применении резистора (рис. 3).

## Л и т е р а т у р а

1. Анхимюк В.Л., Михеев Н.Н., Романов В.В. Вентильный многодвигательный электропривод. Авт. свид. 350121. -- "Бюл. изобрет"., 1972, № 26. 2. Анхимюк В.Л., Михеев Н.Н., Сацукевич В.Н. Тиристорный электропривод оптико-обрабатывающих станков с реверсором в цепи возбуждения двигателя. -- В сб.: Научные и прикладные проблемы энергетики. Вып. 2. Минск, 1975.

Н.Н. Михеев, Е.П. Раткевич

### АНАЛИЗ КОММУТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ДЛЯ МНОГОДВИГАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Независимое и согласованное регулирование скорости вращения нескольких электродвигателей постоянного тока обеспечивается преобразователем, представленным на рис. 1 [1, 2]. Одновременное регулирование скорости вращения электродвигателей осуществляется вентилями базового выпрямителя БВ, а независимое регулирование -- отдельными вентилями Т1 и Т2. Для восстановления запирающих свойств отдельных вентилях кривая выходного напряжения базового выпрямителя должна иметь прерывистую форму. В процессе перехода

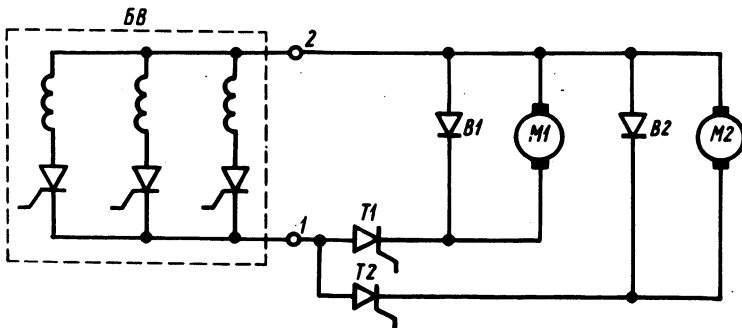


Рис. 1. Вентильный многодвигательный электропривод.

тока с отдельного вентиля на шунтирующий (B1, B2) энергия, запасенная в анодной индуктивности  $L_a$  (рис. 2), удлиняет время протекания тока через вентиль Т1 (Т2), что при