

моменте нагрузки  $M_c$  возможна устойчивая работа электропривода только при частоте вращения, большей критической.

В общем случае условие устойчивости имеет вид:

$$\frac{dM_c}{d\omega} > \frac{dM_\varepsilon}{d\omega}.$$

Такое неравенство наблюдается при вентиляторной нагрузке.

1. Афанасьев А. Ю. Основы автоматизированного электропривода. Учебное пособие.– Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2005.– 125 с.
2. Петров Ю.П. Оптимальное управление электроприводом.– М., Л.: Госэнергоиздат, 1961.– 187 с.

## ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТОКАМИ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Крепышева Э.И.

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им А.Н. Туполева, Казань, Россия

\*E-mail: [elmira.krepysheva@mail.ru](mailto:elmira.krepysheva@mail.ru)

## OPTIMAL CONTROL OF CURRENT MOTORS CURRENT WITH INDEPENDENT EXCITATION

Krepysheva E.I.

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan, Russia

This paper addresses the issue of optimal control of motor currents with independent excitation. A general formula has been derived, which ensures minimum losses when creating the required electromagnetic moment.

Оптимальные характеристики синхронного двигателя зависят не только от его параметров, но и от соотношений между ними. Для определения одного из основных соотношений, рассмотрим задачу оптимального управления токами двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ) в стационарном режиме, а именно обеспечение минимально возможных потерь в обмотке якоря и обмотке возбуждения при создании требуемого электромагнитного момента [1, 2]. Традиционно решение данной задачи находится при условии, что магнитный поток машины и, соответственно, потери в обмотке возбуждения являются постоянными, вследствие чего обеспечить минимальные потери в ДПТ НВ можно, регулируя только ток якоря двигателя.

Однако двигатель независимого возбуждения имеет два параметра, которые можно регулировать независимо друг от друга – ток якоря и магнитный поток. Предположим, что до точки насыщения магнитный поток пропорционален току

обмотки возбуждения. Тогда задача оптимального управления при одновременном изменении тока якоря и магнитного потока сводится к следующей задаче Лагранжа: определить значения тока якоря  $i_{\text{я}}$  и тока возбуждения  $i_f$ , создающие требуемый электромагнитный момент  $M^0$ , при минимальных потерях в обмотке якоря и обмотке возбуждения, т.е.

$$P = R_{\text{я}} i_{\text{я}}^2 + R_f i_f^2 \Rightarrow \min . \quad (1)$$

Электромагнитный момент ДПТ определяется по формуле:

$$M = c\Phi i_{\text{я}} = ck_{\Phi} i_f i_{\text{я}}. \quad (2)$$

Метод множителей Лагранжа позволяет получить следующие формулы для функции Лагранжа и условий ее стационарности [2]:

$$V = \frac{1}{2} (R_{\text{я}} i_{\text{я}}^2 + R_f i_f^2) + \lambda (ck_{\Phi} i_f i_{\text{я}} - M^0) \Rightarrow \text{stat}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial V}{\partial i_{\text{я}}} = R_{\text{я}} i_{\text{я}} + \lambda ck_{\Phi} i_f = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial V}{\partial i_f} = R_f i_f + \lambda ck_{\Phi} i_{\text{я}} = 0. \quad (5)$$

Из формул (4), (5) следуют следующие соотношения:

$$R_{\text{я}} i_{\text{я}}^2 = R_f i_f^2, \quad (6)$$

$$\frac{i_{\text{я}}}{i_f} = \sqrt{\frac{R_f}{R_{\text{я}}}}. \quad (7)$$

Таким образом, для того чтобы обеспечить минимум потерь при создании требуемого электромагнитного момента в ДПТ НВ необходимо, чтобы мощности потерь в обмотках якоря и возбуждения были одинаковы, а это возможно при обеспечении указанного в формуле (7) соотношения между токами и сопротивлениями обмоток якоря и возбуждения.

1. Афанасьев А. Ю. Основы автоматизированного электропривода. Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2005. – 125 с.
2. Петров Ю.П. Оптимальное управление электроприводом. – М., Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 187 с.