

УДК 621.313.2:004.94

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕПИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПРИ ДВУХЗОННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

Светличный А.В. доцент каф. ЭАПУ, к.т.н., доцент, Новоченко Р.А.,
Балабанов Е.Ю., студенты

Донецкий национальный технический университет

При анализе и синтезе систем управления электроприводами постоянного тока с двухзонным регулированием часто используются упрощенные модели, не учитывающие изменение параметров электрической машины при различных значениях потока возбуждения. Путем экспериментальных исследований установлено, что при диапазоне регулирования скорости во второй зоне 1:1,5 номинальной, индуктивность цепи возбуждения изменяется в 3,8 раз. Для обеспечения высокого качества регулирования этот фактор необходимо учитывать при проектировании систем управления электроприводами.

In the analysis and synthesis of control systems for DC electric drives with two-zone control, simplified models are often used that do not take into account the change in the parameters of the electric machine for different values of the excitation flow. By experimental studies, it was found that with a speed control range in the second zone of 1: 1.5 the nominal excitation inductance varies 3,8 time. To ensure high quality of regulation, this factor must be considered when designing control systems for electric drives.

ЭЛЕКТРОПРИВОД, ДВИГАТЕЛЬ, ПОСТОЯННЫЙ ТОК,
ДВУХЗОННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, ПАРАМЕТРЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
ДОПУЩЕНИЯ

ELECTRIC DRIVE, MOTOR, CURRENT, TWO-ZONE REGULATION,
PARAMETERS, DESIGN, ASSUMPTIONS

При анализе и синтезе электроприводов постоянного тока с двухзонным регулированием скорости обычно пренебрегают изменением индуктивности обмотки возбуждения двигателя, принимая ее постоянной. Вместе с тем при диапазонах регулирования $\omega_{\text{мак}}/\omega_{\text{н}}=1,5$ и тем более $\omega_{\text{мак}}/\omega_{\text{н}}=2$, значение индуктивности обмотки возбуждения, а соответственно и постоянная времени цепи возбуждения изменяются в широких пределах.

Индуктивность обмотки независимого возбуждения двигателя для расчетов приближенно определяется по формуле [1,С75]:

$$L_B = p_n * W_B * \frac{\Phi_H}{I_{BH}} * \delta_s, \text{ Гн}, \quad (1)$$

где P_n - число пар полюсов;

W_B - число витков обмотки возбуждения на полюс;

I_B - номинальный ток возбуждения двигателя, А;

Φ_H - номинальный поток возбуждения двигателя, Вб;

$\delta_s = 1.15-1.25$ – коэффициент рассеяния.

Для нахождения значения индуктивности обмотки возбуждения в любой точке характеристики построим график относительного значения индуктивности обмотки в функции относительного тока возбуждения. Для этого воспользуемся универсальной кривой намагничивания электродвигателя постоянного тока, представленной на рисунке 1 [2, С.34].

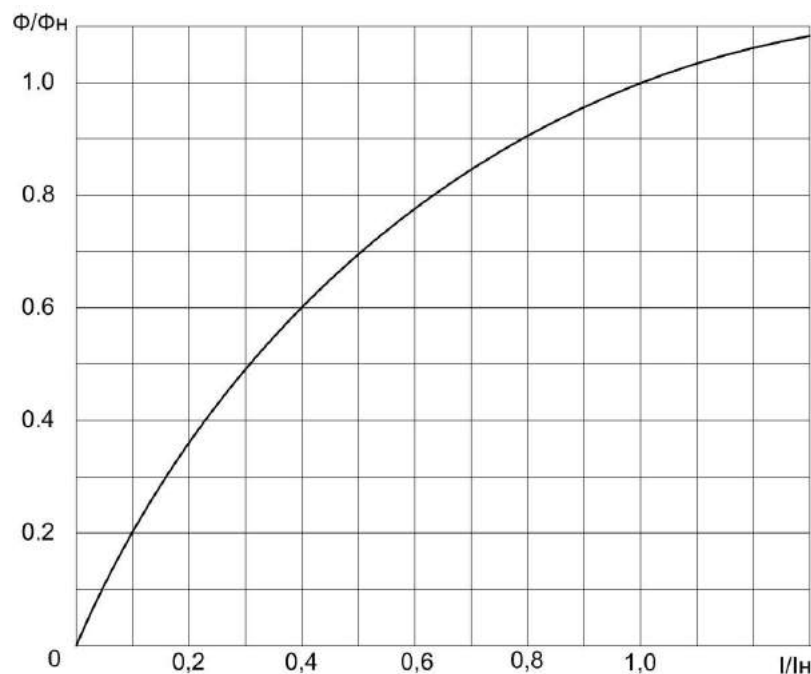


Рисунок 1 – Универсальная характеристика намагничивания электродвигателя постоянного тока

Определяя графическим методом значения производных в различных точках этой кривой можно получить зависимость изменения величины $d\Phi/dI_b$ для различных значений относительного тока возбуждения $I_b/I_{bн}$.

Большим значениям $d\Phi/dI_b$ соответствуют меньшие значения индуктивности и наоборот, поэтому график относительного изменения индуктивности имеет вид, представленный на рисунке 2.

Для получения различных диапазонов регулирования скорости выше номинальной требуется уменьшение тока возбуждения, приводящее к ослаблению потока, а соответственно к изменению индуктивности цепи возбуждения. В таблице 1 приведены соответствующие значения параметров для различных диапазонов регулирования скорости, полученные по графику рис.2.

Таблица 1. Изменение параметров цепи возбуждения при различных диапазонах регулирования скорости.

ω/ω_n	$I_b/I_{bн}$	$L_b/L_{bн}$
1	1	1
1,25	0,63	0,35
1,5	0,47	0,26
1,75	0,38	0,23
2	0,31	0,19



Рисунок 2 График изменения относительной индуктивности обмотки возбуждения

Из полученных результатов следует, что при глубоком регулировании скорости во второй зоне значение постоянной времени обмотки возбуждения может быть в 4-5 раз меньше чем ее номинальное значение, найденное по формуле (1). Соответственно во столько же раз уменьшается постоянная времени цепи возбуждения $T_{в}$, которая является исходной величиной для выбора параметров настройки регулятора тока возбуждения.

Для проверки теоретических расчетов был проведен эксперимент по определению постоянных времени обмотки возбуждения электродвигателя ПБС-43 У4, мощностью 2,8 кВт, с номинальной скоростью вращения 1500 об/мин и максимальной скоростью 3750 об/мин.

Ток возбуждения ступенчато изменялся от нуля до половины номинального и затем, до номинального значения и записывался регистрирующим прибором. Диаграмма изменения тока представлена на рисунке 3.

На графике отмечены времена достижения током возбуждения 63% нового установившегося значения, что соответствует постоянной времени обмотки возбуждения $T_{в}$ при представлении ее апериодическим звеном с передаточной функцией

$$W_{об}(p) = \frac{1/R_{в}}{T_{в}p + 1},$$

где $R_{в}$ - активное сопротивление обмотки возбуждения, Ом.

Так как активное сопротивление обмотки возбуждения при проведении эксперимента остается постоянным, то изменение времени переходных процессов связано с изменением значения ее индуктивности.

Полученные результаты подтверждают, что обмотка возбуждения при изменении тока представляет собой объект с переменными параметрами и это должно учитываться при синтезе регуляторов для получения детерминированных динамических показателей при различной глубине регулирования скорости во второй зоне.

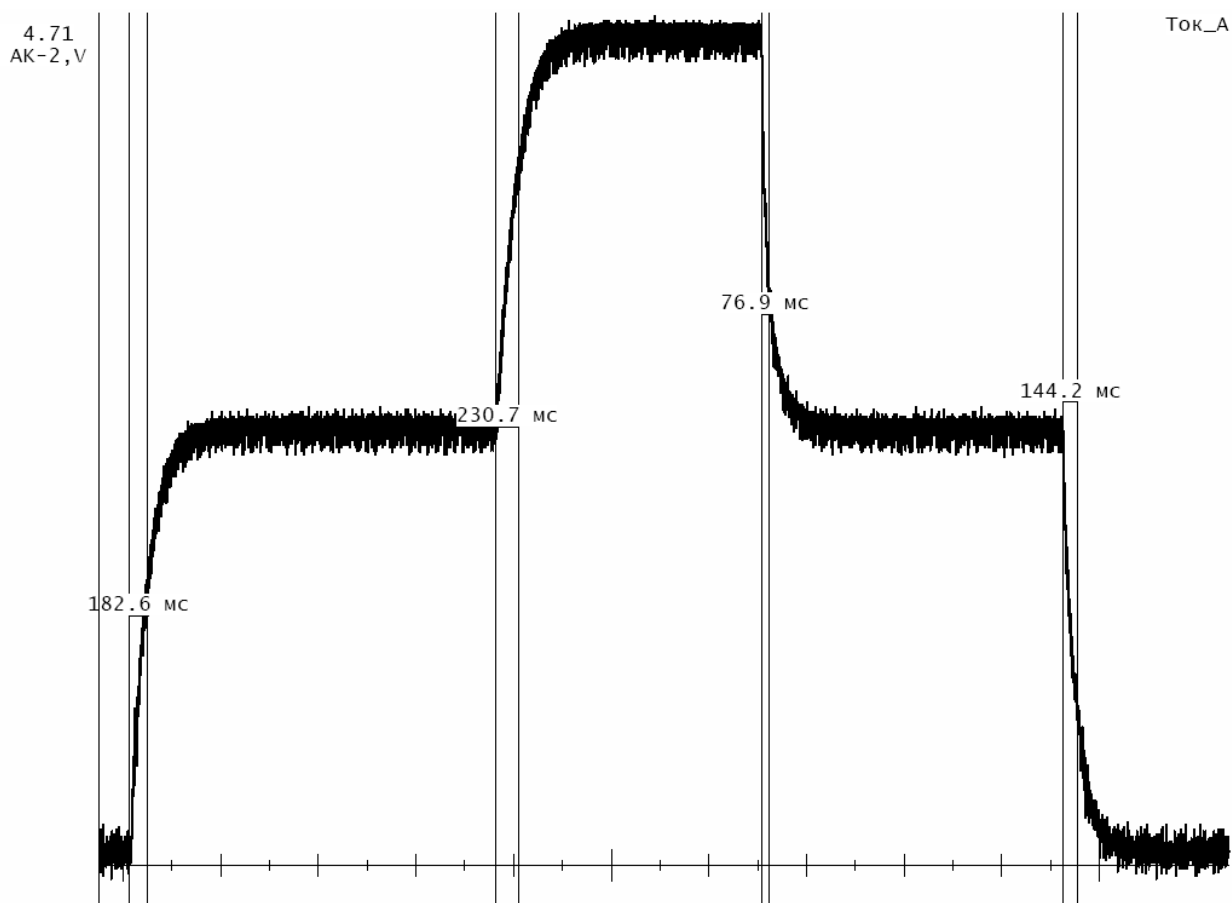


Рисунок 3 – Изменение тока обмотки возбуждения электродвигателя ПБСТ-43

Список литературы

1. Кувшинов А.А. Теория электропривода: конспект лекций в 2ч./А.А. Кувшинов, Э.Л. Греков.- Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. Ч.1, 2009.-197 с.
2. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского.-М.: Энергоатомиздат, 1983.-616 с.