

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ КОНТУРА ВИХРЕВЫХ ТОКОВ

А. П. ЗАЙЦЕВ, А. Д. МИТАЕНКО

(Представлена научно-техническим семинаром НИИ АЭМ)

В процессе импульсного регулирования возбуждения электрических машин существенное значение приобретает учет влияния вихревых токов в массивных частях магнитопровода, оказывающих демпфирующее действие на протекание электромагнитных переходных процессов [1]. Аналитический учет этого влияния имеет известные математические трудности. Поэтому часто обращаются к косвенным методам учета влияния вихревых токов, из которых наиболее простым представляется метод, использующий эквивалентную замену множества контуров вихревых токов короткозамкнутой обмоткой с соответствующими параметрами. Считая, что основной контур намагничивания связан магнитно без потерь с эквивалентным контуром, получают приведенную схему замещения цепи обмотки возбуждения (рис. 1) [2], учитывающую наличие потоков рассеяния (величина  $L_\sigma$ ) и вихревых токов (величина  $r$ ). На основе схемы замещения цепи обмотки возбуждения электрической машины постоянного тока можно получить выражение для определения постоянной времени контура вихревых токов  $T_\varepsilon$ , используя данные эксперимента. Если на вход цепи обмотки возбуждения, представленной схемой замещения рис. 1, подается гармоническое воздействие  $U \cdot \sin \omega t$ , то выражение для комплексного сопротивления рассматриваемой цепи запишется так:

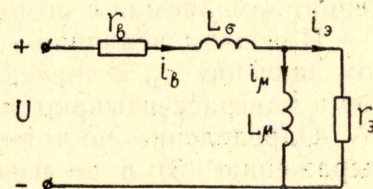


Рис. 1

$$Z = z \cdot e^{i\varphi} = r_b + j\omega L_\sigma + \frac{j\omega L_\mu \cdot r_\varepsilon}{j\omega L_\mu + r_\varepsilon}. \quad (1)$$

В этом выражении  $r_b$  — сопротивление обмотки возбуждения;

$L_\sigma$  — индуктивность рассеяния;

$L_\mu = L_\varepsilon$  — индуктивность контура намагничивания;

$r_\varepsilon$  — сопротивление эквивалентного контура вихревых токов.

Выделяя в равенстве (1) действительную и мнимую составляющие, получим

$$Z = r_b + \frac{\omega^2 T_\varepsilon L_\mu}{1 + \omega^2 T_\varepsilon^2} + j\omega \left( L_\sigma + \frac{T_\varepsilon r_\varepsilon}{1 + \omega^2 T_\varepsilon^2} \right), \quad (2)$$



где  $T_3 = \frac{L_{\mu}}{r_3}$  — постоянная времени эквивалентного контура вихревых токов.

Воспользовавшись выражением для квадрата модуля  $z^2 = |Z|^2$ , полученным на основе равенства (2), определим значение постоянной времени  $T_3$ :

$$T_{31,2} = \frac{r_b}{h} \pm \sqrt{\frac{r_b^2}{h^2} + \frac{2L_{\sigma} + L_{\mu}}{h} - \frac{1}{\omega^2}}, \quad (3)$$

где

$$h = \frac{z^2 - r_b^2 - \omega^2 L_{\sigma}^2}{L_{\mu}}. \quad (4)$$

На основе выражения (3) может быть предложена методика определения величины постоянной времени контура вихревых токов  $T_3$ , используя данные эксперимента. При этом обмотка возбуждения ОВ получает питание от последовательно соединенных источников постоянного и переменного напряжений (рис. 2).

Величина постоянного напряжения определяется заданным значением среднего тока в обмотке возбуждения, который, в свою очередь, определяет величину индуктивности обмотки возбуждения. Источник переменного напряжения необходим для возможности замера модуля комплексного сопротивления обмотки возбуждения

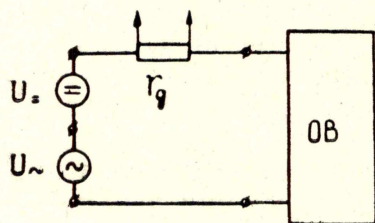


Рис. 2

$$z = \frac{U_{m\sim}}{I_{m\sim}},$$

где  $U_{m\sim}$  — амплитуда напряжения источника  $U_{\sim}$

$I_{m\sim}$  — амплитуда переменной составляющей тока в обмотке возбуждения, замеряемая с помощью добавочного сопротивления  $r_d$ .

При этом величина  $r_b$  в выражении (3) и (4) принимается с учетом значения  $r_d$ , а значения индуктивностей  $L_{\mu}$  и  $L_{\sigma}$  считаются известными или рассчитываются по известной методике.

Определение постоянной времени контура вихревых токов  $T_3$  по выражению (3) и по известным из литературы методикам дает удовлетворительную сходимость результатов.

Но предложенный способ определения  $T_3$  отличается простотой и возможностью учета таких факторов, как гистерезис магнитного материала и частота переменной составляющей тока возбуждения, трудно учитываемых аналитически. При этом нет необходимости в определении геометрических размеров, конфигурации магнитной системы и витковых данных электрической машины. Следует только обратить внимание на достоверность определения значения индуктивности  $L_{\sigma}$  и эксперимент проводить на соответствующей частоте.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М. Д. Находкин, Г. В. Василенко, М. А. Козорезов, Д. М. Лупкин. Проектирование тяговых электрических машин. М., «Транспорт», 1967.
2. О. В. Слежановский. Об учете и компенсации влияния вихревых токов в системах управления потоком возбуждения электрических машин. «Электричество», 1962, № 9.