

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_σ) 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_3 , 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:

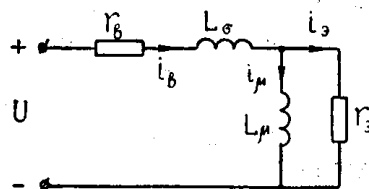


Рис. 1

$$Z = z \cdot e^{i\varphi} = r_b + j\omega L_\sigma + \frac{j\omega L_\mu \cdot r_3}{j\omega L_\mu + r_3} \quad (1)$$

В этом выражении r_b — сопротивление обмотки возбуждения;

L_σ — индуктивность рассеяния;

$L_\mu = L_3$ — индуктивность контура намагничивания;

r_3 — сопротивление эквивалентного контура вихревых токов.

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

$$Z = r_b + \frac{\omega^2 T_3 L_\mu}{1 + \omega^2 T_3^2} + j\omega \left(L_\sigma + \frac{T_3 r_3}{1 + \omega^2 T_3^2} \right), \quad (2)$$

где $T_3 = \frac{L_{\text{л}}}{r_3}$ — 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 :

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

где

$$h = \frac{z^2 - r_{\text{в}}^2 - \omega^2 L_{\sigma}^2}{L_{\text{л}}}. \quad (4)$$

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

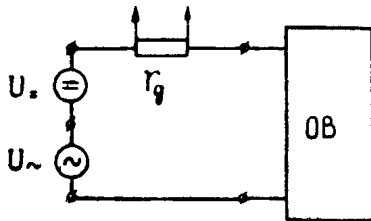


Рис. 2

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

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

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

При этом величина $r_{\text{в}}$ в выражении (3) и (4) принимается с учетом значения $r_{\text{д}}$, а значения индуктивностей $L_{\text{л}}$ и L_{σ} 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_{σ} и эксперимент проводить на соответствующей частоте.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Д. Находкин, Г. В. Василенко, М. А. Козорезов, Д. М. Лукин. 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.