

К ВЫБОРУ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ТИПА

А. В. КУРНОСОВ

(Представлена научным семинаром кафедры электрических машин
и аппаратов)

Если при проектировании цилиндрического электромагнита в качестве исходных данных задана механическая работа, которую должен совершить электромагнит, то при условии максимального использования активных материалов следует принять $X=0,65-0,7$ и $Y=1,5-2,5$ [1].

Из выражения (8) [1] базовый размер можно найти как

$$D = \sqrt[7]{\frac{W_M^2}{[\Gamma(X, Y)]^2 K_{01}^2 a^2}}, \quad (1)$$

где W_M — механическая работа электромагнита;

$$a = \frac{\pi}{4} \left[X^2(2Y + 1,5\sqrt{1+X^2} - 0,5) + Y(1 - X^2) \right] -$$

коэффициент, зависящий от соотношений между основными размерами (см. приложение 1).

$$K_{01} = \frac{1}{2} \left[K_H (B + B_H) - \sigma_p B_{\mu 0} \right] \sqrt{\frac{K_T K_3 \tau}{\rho}} [1].$$

$K_H = 0,92-0,96$ [1], причем большее значение коэффициента K_H относится к отожженной стали, меньшее — к неотожженной.

Коэффициенты K_T, K_3, ρ могут быть приняты согласно [2] с последующим уточнением в ходе расчета.

Величина τ принимается в зависимости от принятого класса изоляции.

Значения индукции B_H и B для стали АРМКО можно принимать соответственно $(1,4-1,5)$ вб/м² и $(1,7-1,75)$ вб/м². $\Gamma(X, Y)$ — геометрический фактор, определяемый по рис. 3 [1].

Расчет геометрических параметров электромагнита проводится по следующим формулам:

1) объем магнитопровода рис. 1 [1].

$$V_c = \frac{\pi d_2}{4} l_c = \frac{\pi}{4} D^3 X^2 [2Y + 1,5\sqrt{1+X^2} - 0,5];$$

$$l_c = D(2Y + 1,5\sqrt{1+X^2} - 0,5) -$$

средняя длина магнитопровода;

2) объем обмотки

$$V_0 = Q_0 l_M = \frac{\pi}{4} D^3 Y (1 - X^2);$$

$$Q_0 = \frac{1}{2} D^2 Y (1 - X) \text{ — сечение обмоточного окна};$$

$$l_M = \frac{\pi}{2} D (1 + X) \text{ — средняя длина витка};$$

3) обдуваемая поверхность электромагнита

$$S_0 = \pi D^2 \sqrt{1 + X^2} (1,5 \sqrt{1 + X^2} + Y - 1).$$

Обычно [2—3] при выборе основных размеров электромагнитов значениями индукции в рабочем зазоре и коэффициентом рассеяния задаются на основании опыта выполнения конструкций электромагнитов. С введением в теорию геометрии электромагнитов безразмерных величин появилась возможность выбора вышеназванных параметров конкретно в каждом случае.

Коэффициент рассеяния для электромагнитов цилиндрического типа можно записать как

$$\sigma = 1 + \frac{G_{\Pi}}{K_B G_{\mu T}}, \quad (2)$$

$$G_{\Pi} = \frac{g l_K}{2} \text{ — проводимость потоку утечки};$$

$$g = \frac{2\pi\mu_0}{l_n \frac{D}{d}} \text{ — удельная проводимость потоку утечки [4],}$$

$G_{\mu T}$ — проводимость потоку в области торцевой части сердечника и ярма в рабочем воздушном зазоре;

$K_B = 1,2—1,5$ — коэффициент, учитывающий выпучивание магнитных силовых линий в рабочем воздушном зазоре.

Выразив все геометрические размеры в (2) через безразмерные величины, получим окончательное выражение для коэффициента рассеяния:

$$\sigma = 1 + \frac{8Y}{K_B X^2 \ln \frac{1}{X}} \cdot \frac{\delta}{D}. \quad (3)$$

Зная δ , можно определенным образом задаваться значениями магнитной индукции в рабочем зазоре. Чтобы электромагнит был использован по стали и не потреблял большой н. с. при непритянута положении якоря, целесообразно принимать индукции в основании сердечника B_0 на колене кривой намагничивания материала магнитопровода. Тогда индукция в рабочем воздушном зазоре при пренебрежении потерями н. с. стали магнитопровода определится как

$$B_{\mu \delta} = \frac{B_0}{\delta}. \quad (4)$$

Н. с. обмотки определяется по формуле

$$IW = \sqrt{\frac{K_T K_3 Q_0 S_0 \tau}{\rho l_M}}. \quad (5)$$

Дальнейший расчет электромагнита производится в обычном порядке [2].

Вывод

Введение безразмерных величин X и Y в теорию геометрии электромагнитов постоянного тока цилиндрического типа позволяет найти параметры электромагнитов, соответствующие максимальному использованию активных материалов, а также однозначно определить магнитную индукцию в рабочем воздушном зазоре.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Суммарный объем активных материалов в левой части выражения (8) [1] можно выразить через соотношения между основными размерами X и Y как

$$\begin{aligned} V_o + V_c &= Q_o I_m + Q_c I_c = \\ &= \frac{\pi}{4} \left[X^2 (2Y + 1,5) \sqrt{1+X^2} - 0,5) + Y (1 - X^2) \right] D^3 = aD^3. \end{aligned} \quad (1')$$

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Курносков. Наивыгоднейшие соотношения основных геометрических размеров электромагнитов постоянного тока цилиндрического типа, Известия ТПИ, т. 160, 1966.
2. Ф. А. Ступель. Расчет и конструкция электромагнитных реле, Госэнергоиздат, 1950.
3. Ротерс. Электромагнитные механизмы, Госэнергоиздат, 1949.
4. А. В. Гордон, А. Г. Сливинская. Электромагниты постоянного тока, Госэнергоиздат, 1960.
5. М. Г. Кобленц. Выбор оптимальных соотношений меди и стали в аппаратах постоянного тока, Вестник электропромышленности, № 11, 1961.