

РАСЧЕТ НАГРЕВАЮЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ГАШЕНИЯ ПОЛЯ

И. В. ПАВЛОВ

Чем больше величина гасительного сопротивления в схемах автоматического гашения поля (а.г.п.), тем быстрее протекает процесс развозбуждения синхронной машины. Величина гасительного сопротивления ограничивается некоторым пределом, который зависит от прочности изоляции обмотки возбуждения и начального значения тока возбуждения. Максимальное напряжение на кольцах выражается формулой:

$$U_m = i_0 R. \quad (1)$$

Так как в процессе гашения поля ток возбуждения уменьшается, можно увеличивать сопротивление так, чтобы произведение iR не превышало максимально допустимого напряжения на кольцах.

Для автоматического увеличения сопротивления в процессе гашения можно рассчитать его вес таким образом, чтобы оно сильно перегревалось током возбуждения. Изготовив сопротивление из материала с высоким температурным коэффициентом, можем добиться увеличения R в процессе гашения поля в несколько раз.

Исходная система уравнений

Для исследования переходного процесса в цепи L, R при нагреваемом сопротивлении нами составлена система уравнений электрического равновесия контура, теплового баланса сопротивления и закона изменения сопротивления с температурой:

$$-L \frac{di}{dt} = ir, \quad (2)$$

$$i^2 r dt = G C d\tau, \quad (3)$$

$$r = r_0(1 + \alpha\tau), \quad (4)$$

где L — индуктивность обмотки возбуждения, r — величина сопротивления, τ — температура сопротивления, i — ток возбуждения, G — вес сопротивления, C — средняя теплоемкость сопротивления, r_0 — начальное значение сопротивления, α — температурный коэффициент, t — время.

Решение получено в следующем виде:

$$i = i_0 \sqrt{\frac{K+1}{e^{\frac{t}{\tau}} + K}}, \quad (5)$$

$$r = r_0 \frac{K+1}{K e^{-\frac{t}{\tau}} + 1}, \quad (6)$$

где $K = \frac{i_0^2 L \alpha}{2GC}$ — постоянный коэффициент, названный нами коэффициентом перегрева.

$T = \frac{L}{2r_0(1+K)}$ — коэффициент, равный половине постоянной (6а) времени цепи в конце процесса.

Коэффициент перегрева K назван так потому, что он показывает кратность увеличения сопротивления в конце процесса (при $t = \infty$):

$$r_{\max} = r_0(1+K), \quad (7)$$

но, и величину перегрева сопротивления.

Определение наивыгоднейших значений

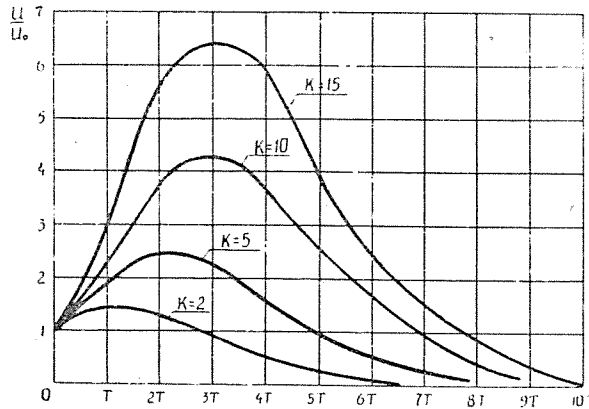
K и r_0

Кривая напряжения на кольцах

$$U = ri = U_0 \frac{K+1}{Ke^{-\frac{t}{T}} + 1} \sqrt{\frac{K+1}{e^{\frac{t}{T}} + K}} \quad (8)$$

имеет максимум в середине процесса.

График функции (8) изображен на фиг. 1.



Фиг. 1

Относительная величина пика перенапряжения в зависимости от K выразится графиком фиг. 2.

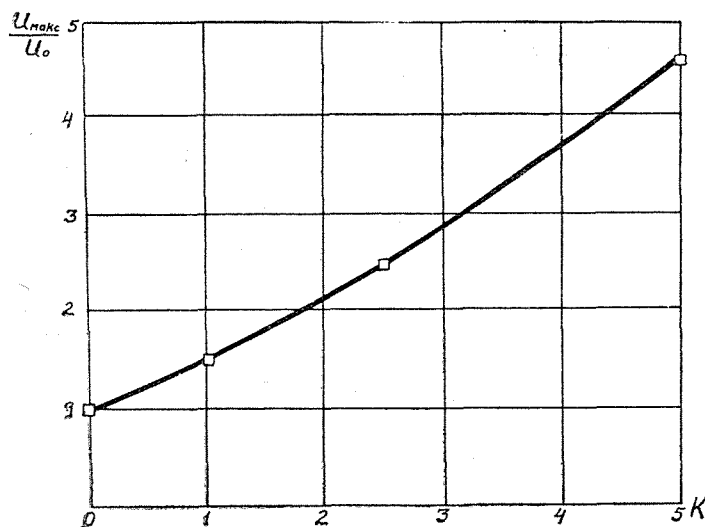
Чтобы определить наивыгоднейший коэффициент перегрева, построим кривые $i = f(t)$ при различных K и при условии $U_m = \text{const}$. При этом величина r_0 должна быть выбрана по соотношению:

$$\frac{U_m}{U_0} = f(K). \quad (9)$$

Так как $U_0 = i_0 r_0$, то начальное значение сопротивления равно:

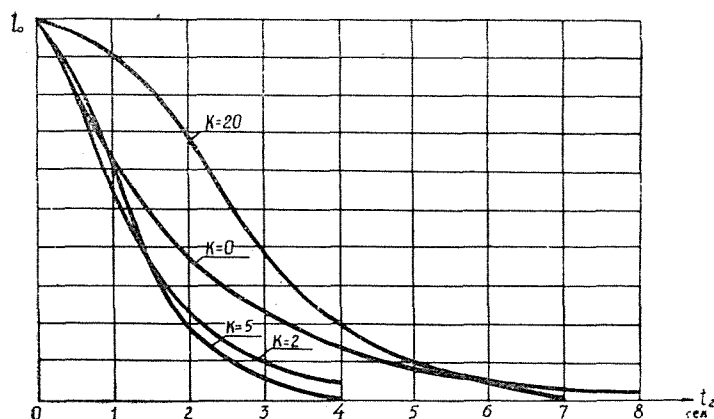
$$r_0 = \frac{U_m}{i_0 \cdot f(K)}. \quad (10)$$

Кривые убывания тока возбуждения, а следовательно, и магнитного поля возбуждения изображены на фиг. 3.



Фиг. 2

Из фиг. 3 явствует, что наивыгоднейший коэффициент перегрева равен 5.



Фиг. 3

Методика расчета сопротивления

Так как величина энергии Q , выделяющейся в гасительном сопротивлении, известна¹⁾, то при заданном K легко найти вес сопротивления из

$$1) \quad Q = \frac{I_0^2 L}{2} \text{ — энергия магнитного поля возбуждения выделяется при гашении поля с разомкнутыми обмотками на статоре.}$$

$$Q_3 = \frac{Q_0}{\sigma} = \frac{Q_0 X_d}{X'_d} \text{ — энергия, выделяющаяся при гашении поля в случае 3-фазного короткого замыкания статора.}$$

формулы (см. 6а);

$$K = \frac{Q\alpha}{GC}. \quad (11)$$

Итак, вес равен:

$$G = \frac{Q\alpha}{CK}. \quad (12)$$

Величина сопротивления в холодном виде определяется по формуле 10. Зная вес и величину сопротивления, находим длину и сечение проводника:

$$l = \sqrt{\frac{r_0 G}{\rho d}},$$
$$S = \frac{G}{l \cdot d},$$

где ρ — удельное сопротивление,
 d — удельный вес,
 l — длина,
 S — поперечное сечение.
