

УДК: 537.626:621.22-026.661:62-251:658.26

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА МАГНИТНОЙ ЦЕПИ СОВМЕЩЕННОГО ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С МАССИВНЫМИ РОТОРАМИ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ТЭС И АЭС.

БОРУКЕЕВ Т.С.
КГТУ им. И Раззакова
Tuigun_ktu@rambler.ru

В статье рассматривается расчет магнитной цепи в электрогидравлическом комплексе.

In article calculation of a magnetic chain in an electrohydraulic complex is considered.

Введение. Специфические особенности конструкции электрогидравлического комплекса (ЭГК) существенно влияют на электромагнитные процессы, связанные с прохождением магнитного потока статора по различным электромагнитным участкам. В общем случае основное поле, созданное токами обмотки статора, проходит пазово-зубцовую зону и сердечники статоров, намотанные из стальной ленты в виде тороида, основной воздушный зазор между сердечниками статора и ротора, далее, проходя по пазово-зубцовой зоне сердечника ротора, замыкается по ярму сердечника статора и массивной ферромагнитной спинке ротора. Учитывая, что в зоне лобовых частей обмотки статора, конструктивно располагается вращающийся стальной цилиндр с элементами роторов, жестко установленных на этом цилиндре, поэтому потоки лобовых частей, пересекая ферромагнитный цилиндр, создают незначительный момент ЭГК [1].

Цели и методы. Известно из теории технической электродинамики, что электромагнитную цепь ЭГК можно рассчитать, используя закон полного тока для магнитной цепи по средней магнитной линии:

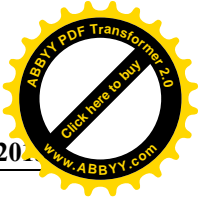
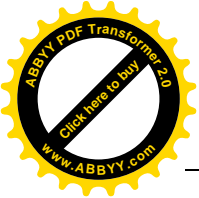
$$\oint \vec{H} d\vec{l} = \sum iw, \quad (1)$$

где \vec{H} - вектор магнитной напряженности;

$d\vec{l}$ - элемент длины магнитной линии;

$\sum i$ - полный ток, охватываемый магнитной линией.

Точный расчет уравнения (1) на практике представляет значительные трудности. Для упрощения расчетов электромагнитную цепь разбивают на определенные магнитные участки:



основной воздушный зазор, зубцы сердечников статоров и их ярмо, зубцы массивного ротора и его спинку, предполагая, что на протяжении рассматриваемого магнитного участка магнитная напряженность постоянна. Тогда вместо равенства (1), с учетом особенностей конструкции участков (рис.1), получим для пары полюсов

$$2H_{\delta}\delta + 2H_{z1}h_{z1} + H_{a1}L_{a1} + 2H_{z2}h_{z2} + H_{a2}L_{a2} = 2W_1i_1, \tag{2}$$

где $H_{\delta}; H_{z1}; H_{a1}; H_{z2}; H_{a2}$ -напряженности магнитного поля на соответствующих участках;

W_1 - число последовательных витков фазы; i_1 - ток в фазе обмотки статора;

Учитывая, что для каждого магнитного участка магнитной цепи намагничивающая сила

(Н.С.) $F_k = H_k l_k$, то вместо (2) можно использовать сокращенную удобную формулу:

$$F_{\Sigma} = 2F_{\delta} + 2F_{z1} + F_{a1} + 2F_{z2} + F_{a2}, \tag{3}$$

где F_{Σ} - полная намагничивающая сила на пару полюсов.

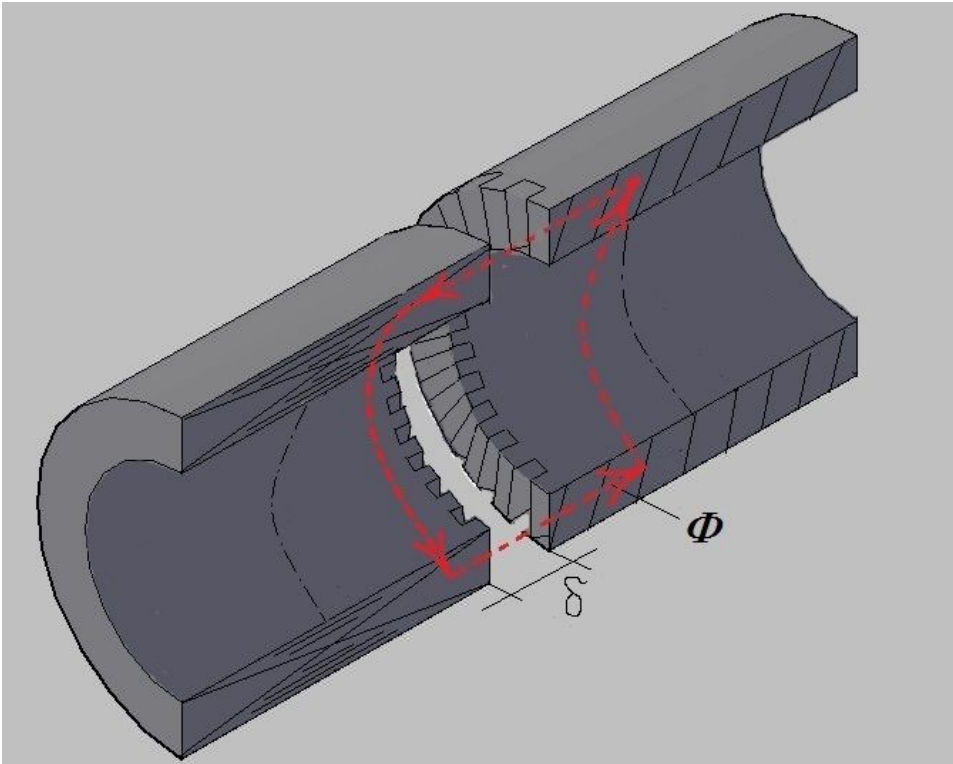
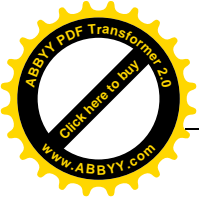


Рис.3.6 Магнитная цепь ЭГК



В свою очередь, намагничивающая сила магнитного поля основного воздушного зазора определяется как

$$F_{\delta} = k_{\delta} \delta B_{\delta} / \mu_0, \quad (4)$$

где μ_0 - магнитная проницаемость воздуха;

k_{δ} - коэффициент воздушного зазора.

Намагничивающая сила магнитного поля зубцов сердечника статора

$$F_{Z1} = h_{Z1} \cdot H_{Z1} \quad (5)$$

По B_{Z1} определяем H_{Z1} из таблицы для горячекатаной стали по ГОСТ 21427.1-75. А

$$B_{Z1} \text{ определяем по формуле } B_{Z1} = B_{\delta} t_1 l_{\delta} / (b_{Z1} l_1 k_c) \quad (6)$$

Напряженность магнитного поля зубцов массивного сердечника ротора из Ст-5

$$F_{Z2} = 2h_{Z2} \cdot H_{Z2}$$

По B_{Z2} определяем H_{Z2} , а B_{Z2} определяем по формуле

$$B_{Z2} = \frac{B_{\delta} t_2 l_{\delta}}{b_{Z2} l_2} \quad (7)$$

Магнитное напряжение ярма сердечника статора

$$F_{a1} = \xi \cdot L_{a1} \cdot H_{a1}, \quad (8)$$

где $L_{a1} = \frac{\pi D}{2p} + h_{a1}$ - длина магнитных линий;

$\xi = 0,3 \div 0,4$ - учитывает непостоянство магнитных линий,

По B_{a1} определяем H_{a1} , а B_{a1} определяем по формуле

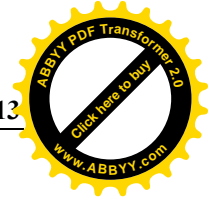
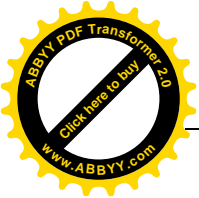
$$B_{a1} = \frac{\Phi_n}{2l_1 h_{a1} k_c} \quad (9)$$

Намагничивающая сила массивного ферромагнитного ярма ротора

$$F_{a2} = \xi \cdot l_{a2} \cdot H_{a2}, \quad (10)$$

где $l_{a2} = \frac{\pi D}{2p} + h_{a2}$; l_{a2} - длина магнитной силовой линии; $\xi = 0,4 \div 0,5$ - учитывает непостоянство магнитных линий.

$$\text{Для } B_{a2} = \frac{\Phi_n}{2h_{a2} l_2} \quad (12)$$



H_{a2} выбирают из табличных данных для марки стали 3413 по B_{a2} . После определения суммарной намагничивающей силы определяем намагничивающий ток

$$I_{\mu} = pF / (0,9m_1W_1k_0) \quad (13)$$

Коэффициент насыщения зубцов

$$k_z = \frac{F_{\delta} + F_{z1} + F_{z2}}{F_{\delta}} \quad (14)$$

Общий коэффициент насыщения ЭГК

$$k_{\mu} = \frac{F_{\Sigma}}{F_{\delta}} \quad (15)$$

Индуктивное сопротивление взаимной индукции

$$X_{m\Gamma} = \frac{U_H - I_{\mu}X_1}{I_{\mu}} \quad (16)$$

Вывод. В процессе исследования учтены конструктивные особенности ЭГК, в частности, тороидальная форма железа статора и трапециевидная форма зубцов статора и ротора, непостоянства магнитных силовых линий, предложены формулы определения коэффициентов насыщения комплекса.

Литература

1. Т.С.Борукеев, Ю.В. Мясоедов / Основные технические показатели электрогидравлического комплекса //Вестник Амурского гос. университета.- 2012. Вып.59, с. 101-105.
2. Копылов И.П., Цой В.Н. Уравнения обобщенного электромеханического преобразователя энергии с N - роторами. Известия вузов. Электромеханика, 1979г.№8.
3. Келим Ю.М., Копылов И.П., Свечарник Д.В., Шидлович Л.Х.. Совмещенные электрические машины. М.: Энергия, 1969г., 200с.
4. Туровский Я. Техническая электродинамика. М.: Энергия, 1974г.