

4.8 Графический метод построения картины поля

При сложной конфигурации магнитных сред аналитический расчет магнитного поля оказывается не возможным, и его параметры определяют по графически построенной картине поля. Основанием для построения является то обстоятельство, что линии магнитной индукции в воздушной среде нормальны к поверхности ферромагнитных сред, которые можно считать поверхностями равного потенциала.

Для построения картины поля надо выполнять следующие условия:

- линии напряженности магнитного поля \mathbf{V} и линии равного магнитного потенциала Φ_m всюду должны пересекаться под прямым углом;
- поверхности ферромагнитных сред следует считать поверхностями равного магнитного потенциала и магнитные силовые линии надо проводить под прямым углом к ним;
- ячейки сетки, образованной магнитными силовыми линиями и эквипотенциальными линиями при достаточной их густоте должны быть подобны друг другу.

Если Δn – длина ячейки, Δa – ее ширина, тогда: $\frac{\Delta n}{\Delta a} = \left(\frac{\Delta \Phi_m}{\Delta V_m} \right) = k = \text{const};$

$$\Delta V_m = H \cdot \Delta a.$$

С помощью картины поля можно определить: магнитное сопротивление, $R_m \left(\frac{\Gamma_n}{M} \right)$; магнитную проводимость, $G_m \left(\frac{M}{\Gamma_n} \right)$; магнитный поток, Φ (Вб); магнитную индукцию, \mathbf{B} (Тл); намагничивающую силу, \mathbf{F} (А), требуемую для проведения магнитного потока через воздушный зазор и т.д.

а) графическое построение картины магнитного поля в воздушном зазоре между статором и ротором электрической машины.

На рисунке 4.9 картина поля в воздушном зазоре между статором и ротором электрической машины показана на рисунке 4.9. Магнитная индукция на линии А-А известна и равна \mathbf{B}_0 .

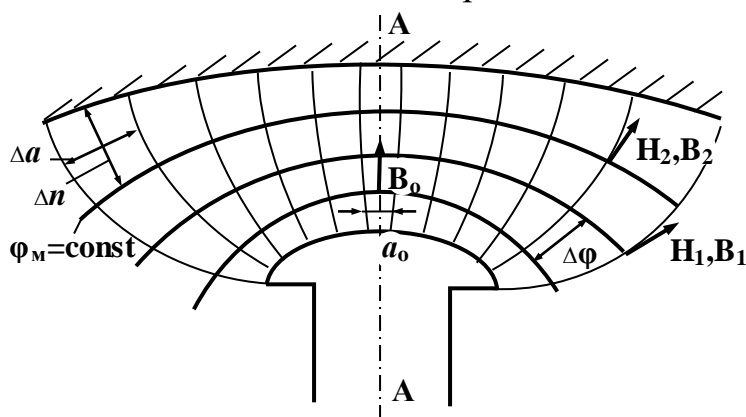


Рисунок 4.9

Для прямолинейных силовых трубок магнитная индукция одинакова по всей длине $\mathbf{B}_0 \cdot a_0 = \mathbf{B}_1 \cdot a_1 = \mathbf{B}_2 \cdot a_2.$

Для криволинейных трубок магнитный поток разный.

Если сечение силовой трубки сильно меняется по длине, то линии потока ($\mathbf{V} = \text{const}$) искривляются и трубку разбивают на интервалы, в пределах которых изменение

сечения не велико. Получаем N интервалов между линиями равного потенциала.

Магнитный поток сквозь i -ю силовую трубку на единицу осевой длины
 $\Delta\Phi = \mu\mu_0 \mathbf{H}_i \cdot \Delta a = \mathbf{B}_{i1} \cdot a_{i1} = \mathbf{B}_{i2} \cdot a_{i2} = \mathbf{B}_{ik} \cdot a_{ik} = \mathbf{B}_0 \cdot a_0$.

Здесь: $\mathbf{H}_i = \frac{\mathbf{H}_m + \mathbf{H}_{m+1}}{2}$; $\mathbf{S}_i = a_i \cdot \ell = a_i$ при $\ell=1$; $\mu=1$.

$$\Delta\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S} = \mathbf{B} \cdot a \cdot \ell = \mu\mu_0 \mathbf{H} \cdot a.$$

Допустим, известна ширина центральной силовой трубки a_0 где задана \mathbf{B}_0 (рис.4.9). тогда магнитная индукция в любой другой ячейке (в \mathbf{k} -м интервале, всего \mathbf{N} интервалов) силовой трубки определяется простым линейным соотношением:

$$\mathbf{B}_0 \cdot a_0 = \mathbf{B}_{ik} \cdot a_{ik}; \quad \Rightarrow \quad \mathbf{B}_{ik} = \frac{\mathbf{B}_0 a_0}{a_{ik}}.$$

Если в силовой трубке \mathbf{N} интервалов, то МДС по всей длине воздушного зазора:

$$\mathbf{F} = \mathbf{N} \cdot \Delta\varphi_m = \mathbf{N} \cdot \mathbf{H} \cdot \Delta n.$$

Полный магнитный поток при количестве силовых трубок равно \mathbf{M} :

$$\Phi = \mathbf{M} \cdot \Delta\Phi \cdot \ell = \mathbf{M} \cdot \mu_0 \cdot \mathbf{H} \cdot \Delta a \cdot \ell.$$

Магнитное сопротивление:

$$\mathbf{R}_m = \frac{\mathbf{F}}{\Phi} = \frac{\mathbf{N} \cdot \mathbf{H} \cdot \Delta n}{\mathbf{M} \cdot \mu_0 \cdot \mathbf{H} \cdot \Delta a \cdot \ell} = \frac{\mathbf{N} \cdot \mathbf{k}}{\mathbf{M} \cdot \mu_0 \cdot \ell} = \frac{\mathbf{N} \cdot \mathbf{k}_1}{\mathbf{M}}.$$

$$\text{Здесь } \mathbf{k}_1 = \frac{\mathbf{N} \cdot \mathbf{k}}{\mathbf{M}} = \text{const}, \text{ а } \mathbf{k} = \frac{\Delta n}{\Delta a} = \text{const}.$$