

140 Магнитное поле синхронной машины

В настоящей главе рассматривается трехфазный синхронный генератор, работающий на симметричную нагрузку так, что все фазы обмотки нагружены равномерно, т. е. в них наводятся одинаковые ЭДС и проходят равные по значению и сдвинутые по фазе относительно друг друга на угол 120° токи. Известно, что в этих условиях трехфазная обмотка статора создает вращающуюся синхронно с ротором МДС, максимальное значение которой определяется выражением:

$$F_1 = 0,45 m_1 I_1 w_1 k_{o\delta 1} / p.$$

Вектор МДС статора может занимать разные пространственные положения относительно оси полюсов ротора.

В **неявнополусной** синхронной машине воздушный зазор равномерен, а поэтому пространственное положение вектора МДС статора относительно оси полюсов ротора не влияет на величину и график распределения магнитного поля статора.

В **явнополусной** синхронной машине воздушный зазор неравномерен из-за наличия значительного межполюсного пространства, не заполненного сталью (рис. 3), и магнитное сопротивление потоку статора Φ_d по продольной оси dd намного меньше магнитного сопротивления потоку статора Φ_q по поперечной оси qq. Поэтому величина индукции магнитного поля статора и график ее распределения в воздушном зазоре в явнополусных машинах зависят от пространственного положения вектора МДС обмотки статора F_1 или его составляющих.

Так, амплитуда основной гармоники индукции магнитного поля статора по продольной оси B_{1d1} больше амплитуды основной гармоники индукции поля по поперечной оси B_{1q1} :

$$B_{1d1} = B_1 k_d; \quad B_{1q1} = B_1 k_q$$

где B_1 — амплитудное значение магнитной индукции поля статора при равномерном зазоре; k_d и k_q — коэффициенты формы поля статора (якоря) по продольной и поперечной осям.

Коэффициенты k_d и k_q определяют степень уменьшения амплитуды основной гармоники поля статора (якоря) по продольной и поперечной осям, обусловленную неравномерностью

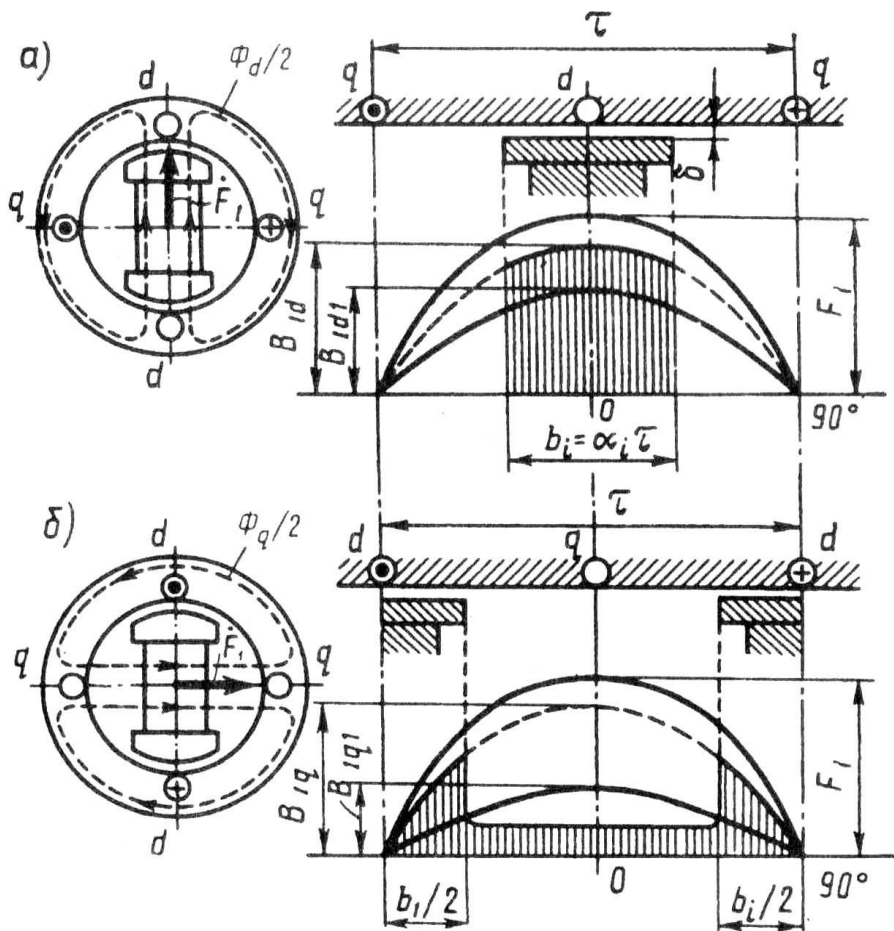


Рис. 3. Магнитные поля статора синхронной явнополюсной машины по продольной (а) и поперечной (б) осям

воздушного зазора в машинах с явнополюсным ротором.

Значения k_d и k_q зависят от отношения максимального и минимального воздушных зазоров $\delta_{\max}/\delta$, от относительной величины зазора δ/τ , а также от коэффициента полюсного перекрытия α_i . При равномерном зазоре ($\delta = \text{const}$) отношение $\delta_{\max}/\delta = 1$. Коэффициент полюсного перекрытия $\alpha_i = b_p/\tau$, где b_p — ширина полюсного наконечника.

При равномерном воздушном зазоре ($\delta_{\max}/\delta = 1$) и весьма малой его относительной величине ($\delta/\tau \approx 0$) коэффициенты формы поля определяются выражениями

$$k_d = [\pi\alpha_i + \sin(\alpha_i 180^\circ)] / \pi; \quad (7)$$

$$k_q = [\pi\alpha_i - \sin(\alpha_i 180^\circ)] / \pi. \quad (8)$$

Из (7) и (8) видим, что при $\alpha_i = 1$, т. е. при неявнополюсном роторе, $k_d = k_q = 1$.

Обмотка возбуждения синхронной машины при прохождении по ней тока I_B создает МДС на пару полюсов (А):

$$F_{\theta, H} = I_B 2W_{K, \theta} \quad (9)$$

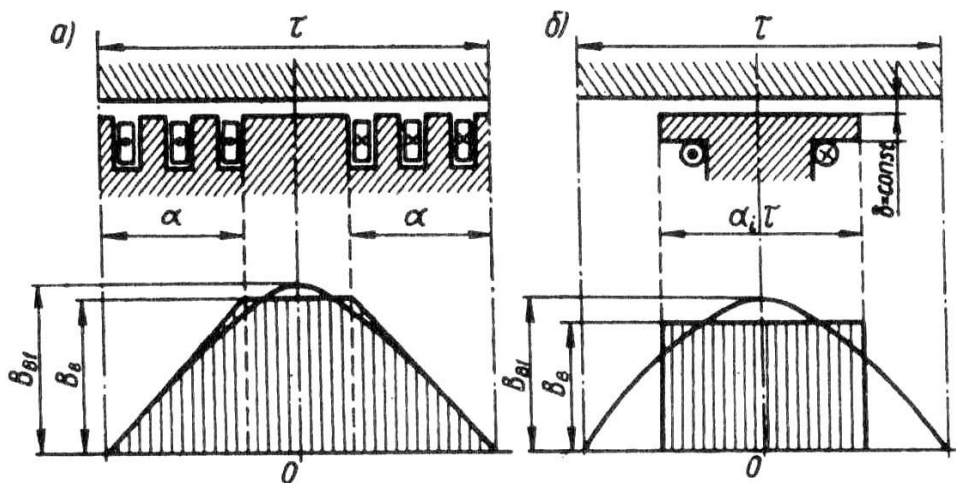


Рис. 4. Магнитные поля возбуждения неявнополюсной (а) и явнополюсной (б) синхронных машин

При этом форма магнитного поля возбуждения в зазоре машины зависит от конструкции ротора. Амплитуда основной гармоники этого поля B_{g1} определяется коэффициентом формы поля возбуждения

$$k_f = B_{g1} / B_g, \quad (10)$$

где B_v — максимальное значение магнитной индукции поля возбуждения (рис. 4).

Для неявнополюсного ротора коэффициент формы поля возбуждения (рис. 4, а)

$$k_f = 8 \sin \gamma \cdot 90^\circ / (\pi^2 \gamma) \quad (11)$$

где $\gamma = 2\alpha / \tau$ — отношение обмотанной части полюса ротора ко всему полюсному делению. Обычно $\gamma = 0,67 \div 0,80$. Наименьшее содержание высших гармоник поля соответствует $\gamma = 0,75$.

Для явнополюсного ротора при равномерном зазоре и $\delta/\tau \approx 0$ коэффициент формы поля возбуждения (4, б)

$$k_f = 4 \sin \alpha_i \cdot 90^\circ / \pi. \quad (12)$$

Увеличение зазора на краях полюсов способствует приближению коэффициента k_f к единице, т. е. приближает форму кривой индукции поля к синусоиде.

При неравномерном воздушном зазоре значения коэффициентов формы поля определяют по графикам, приводимым в руководствах по расчету синхронных машин.