

Потери и КПД синхронных машин

Преобразование энергии в синхронной машине связано с потерями энергии. Все виды потерь в синхронной машине разделяются на **основные и добавочные**.

Основные потери в синхронной машине складываются из электрических потерь в обмотке статора, потерь на возбуждение, магнитных и механических потерь.

Электрические потери в обмотке статора, Вт, находят по выражению $P_3 = m_1 I_1^2 r_1$ где r_1 – активное сопротивление одной фазы обмотки статора при расчетной рабочей температуре, Ом.

Потери на возбуждение:

а) при возбуждении от отдельного возбуждательного устройства: $P_b = I^2 r + \Delta U I$

где r – активное сопротивление обмотки возбуждения при расчетной рабочей температуре, Ом;
 $\Delta U = 2 \text{ В}$ – падение напряжения в щеточном контакте щеток, В;

б) при возбуждении от генератора постоянного тока (возбудителя), сочлененного с валом синхронной машины:

$$P_b = \frac{I_b^2 \cdot r_b + \Delta U_{щ} \cdot I_b}{\eta_b} \quad \text{где } \eta_b = 0,80 \div 0,85 \text{ - кпд возбудителя.}$$

Магнитные потери синхронной машины происходят в сердечнике статора, который подвержен перемагничиванию вращающимся магнитным полем. Эти потери состоят из потерь от гистерезиса P_2 и потерь от вихревых токов $P_{вт}$:

$$P_m = P_2 + P_{вт}$$

Механические потери, равные сумме потерь на трение в подшипниках и потерь на вентиляцию (при самовентилировании машины),

$$P_{мех} \approx 3,68 P \left(\frac{v_2}{40} \right)^3 \sqrt{10^3 \cdot l_1} \quad \text{где } v_2 \text{ - окружная скорость на поверхности полюсного наконечника ротора, м/с; } l_1 \text{ - длина сердечника статора, мм.}$$

Тогда окружная скорость на поверхности полюсного наконечника ротора.

$$v_2 = \frac{\pi (D_1 - 2\delta) n_1}{60}$$

Добавочные потери в синхронных машинах разделяются на два вида: пульсационные потери в полюсных наконечниках ротора и потери при нагрузке. Добавочные пульсационные потери P в полюсных наконечниках ротора обусловлены пульсацией магнитной индукции в зазоре из-за зубчатости внутренней поверхности статора.

Добавочные потери при нагрузке $P_{доб}$ в синхронных машинах определяют в процентах от подводимой мощности двигателей или от полезной мощности генераторов. Для синхронных

машин мощностью до 1000 кВт добавочные потери при нагрузке принимают равными 0,5 %, а для машин мощностью более

1000 кВт - 0,25, 0,4 %.

Суммарные потери в синхронной машине, кВт,

$$\Sigma P = (P_{\Sigma} + P_{\text{в}} + P_{\text{м}} + P_{\text{мех}} + P_{\text{н}} + P_{\text{доб}}) 10^{-3}$$

Тогда активная мощность, отбираемая от генератора при его номинальной нагрузке,

$$P_{\text{ном}} = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 10^{-3}$$

$$\eta_{\partial} = \frac{1 - \Sigma P}{P_{1\text{ном}}}$$

Для синхронного двигателя кпд

Кпд синхронной машины зависит от величины нагрузки ($P = P_2/P_{\text{ном}}$) и от ее характера ($\cos \varphi_1$). Кпд синхронных машин мощностью до 100 кВт составляет 80÷90 %, у более мощных машин кпд достигает 92÷99 %. Более высокие значения кпд относятся к турбо- и гидрогенераторам мощностью в десятки и даже сотни тысяч киловатт.