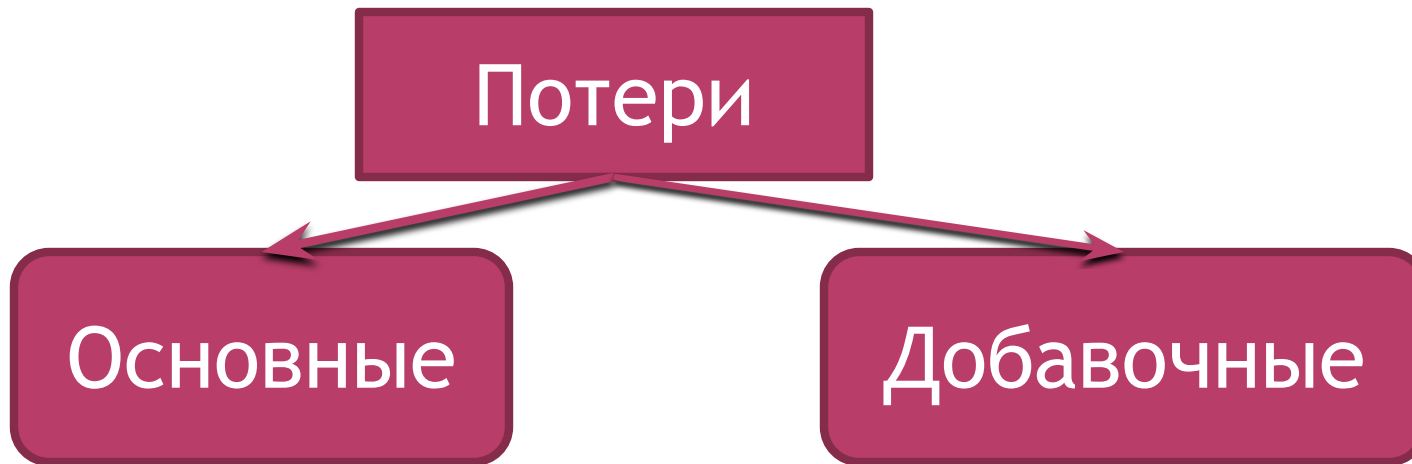


СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

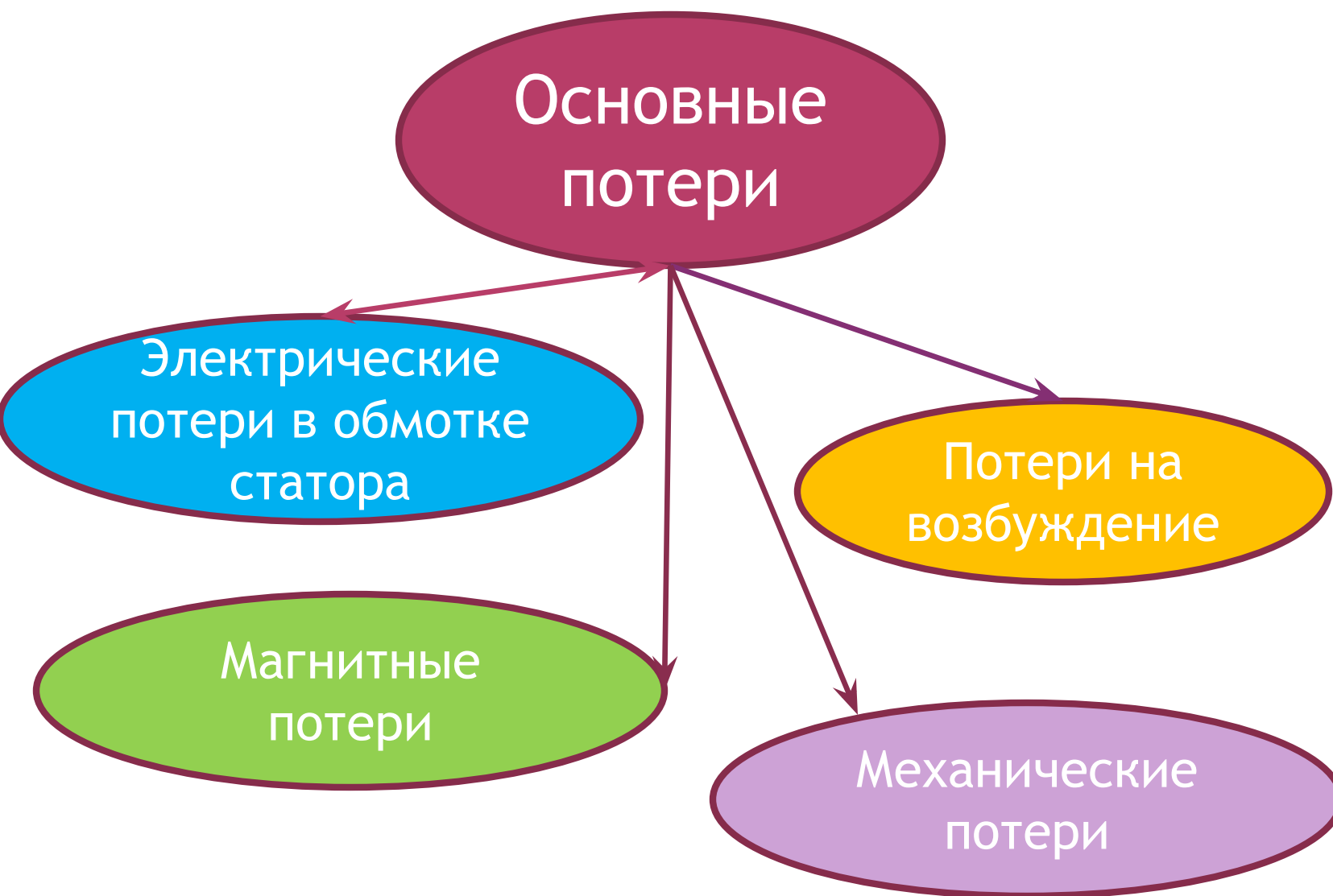
Потери и КПД.

ВИДЫ ПОТЕРЬ В СМ.

Преобразование энергии в синхронной машине связано с потерями энергии.



ОСНОВНЫЕ ПОТЕРИ



1. Электрические потери в обмотке статора:

$$P_{\text{э}1} = m_1 I_1^2 r_1 \quad [\text{Вт}],$$

где r_1 - активное сопротивление одной фазы обмотки статора при расчетной рабочей температуре, Ом;

Электрические потери обусловлены нагревом обмоток статора.

Эти потери преобладают в гидрогенераторах.

2. ПОТЕРИ НА ВОЗБУЖДЕНИЕ

2.1 при возбуждении от отдельного возбудительного устройства

$$P_B = I_B^2 r_B + \Delta U_{щ} I_B \quad [\text{Вт}],$$

где r_B - активное сопротивление обмотки возбуждения при расчетной рабочей температуре, Ом;

$\Delta U_{щ} = 2 \text{ В}$ - падение напряжения в щеточном контакте щеток.

Потери на возбуждение в основном обусловлены нагревом в обмотке возбуждения

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

$$P_B = (I_B^2 r_B + \Delta U_{\text{щ}} I_B) / \eta_B \quad [\text{Вт}],$$

где $\eta_B = 0,80 \pm 0,85$ - кпд возбудителя.

3. Магнитные потери в СМ происходят в сердечнике статора, который подвержен перемагничиванию вращающимся магнитным полем.

$$P_M = P_{\Gamma} + P_{\text{в.т.}} \quad [\text{Вт}],$$

где P_{Γ} - потери от гистерезиса,

$P_{\text{в.т.}}$ - потери от вихревых токов.

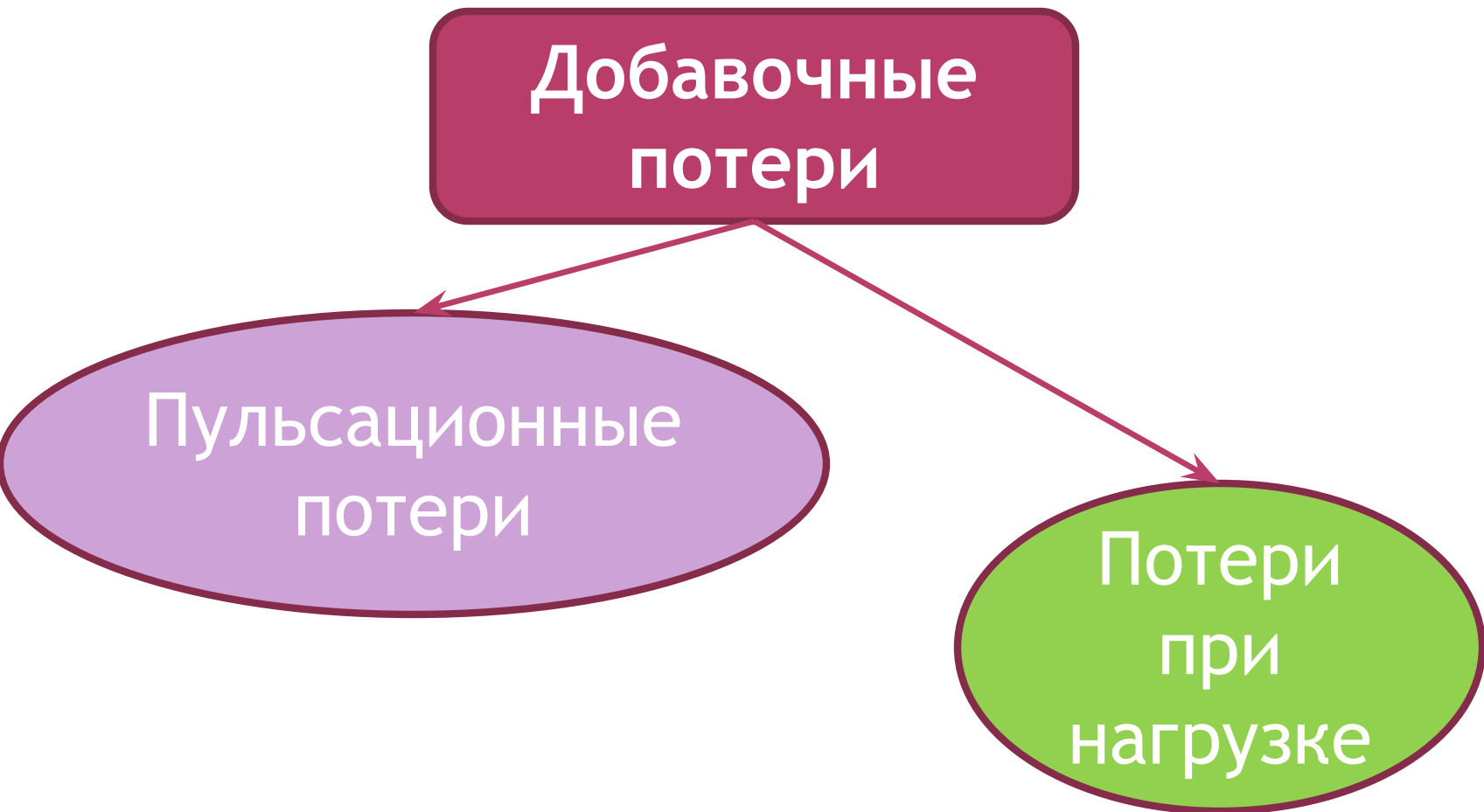
4. Механические потери $P_{\text{мех}}$: это потери на трение вращающихся частей о воздух, на трение в подшипниках, а также вентиляционные.

$$P_{\text{мех}} \approx 3,68\rho(v_2/40)^3 \sqrt{10^3 L_1} \quad [\text{Вт}],$$

где $v_2 = \pi(D_1 - 2\delta)n_1/60$ [мм] – окружная скорость на поверхности полюсного сердечника статора.

Эти потери являются преобладающими в быстроходных машинах - в турбогенераторах; Существенное снижение механических потерь в мощных турбогенераторах было достигнуто применением для их охлаждения водорода вместо воздуха. Плотность водорода в 14,5 раза меньше, чем воздуха, поэтому при вращении ротора в водороде потери от трения во много раз уменьшаются.

ДОБАВОЧНЫЕ ПОТЕРИ



1. **Добавочные пульсационные потери R_p** в полюсных наконечниках ротора обусловлены пульсацией магнитной индукции в зазоре из-за зубчатости внутренней поверхности статора. Эти потери прямо пропорционально зависят от толщины листов полюсов ротора, ширины полюсного наконечника, числа пазов на статоре, зубцовом делении статора.
2. **Добавочные потери при нагрузке $R_{доб}$** в СМ определяют в процентах от подводимой мощности двигателей или от полезной мощности генераторов. Для СМ $R_{ном} 1000$ кВт $R_{доб} 0,5\%$, для СМ $R_{ном} 1000$ кВт $R_{доб} 0,25 0,4 \%$.

Для синхронных машин номинальной мощностью
до 1000 кВт $P_{\text{доб}} \approx 0,5\%$,

Для синхронных машин номинальной мощностью
свыше 1000 кВт $P_{\text{доб}} = 0,25 \div 0,4 \%$.

Суммарные потери в синхронной машине:

$$\Sigma P = (P_{\text{эл}} + P_{\text{в}} + P_{\text{м1}} + P_{\text{мех}} + P_{\text{п}} + P_{\text{доб}}) 10^{-3}, [\text{кВт}]$$

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

КПД для синхронного генератора:

$$\eta_{\Gamma} = 1 - \Sigma P / (P_{\text{ном}} + \Sigma P), \quad \text{где}$$

$P_{\text{ном}} = m_1 U_{1\text{ном}} I_{1\text{ном}} \cos \varphi_1 \cdot 10^{-3}$ – активная мощность, отбираемая от генератора при его номинальной нагрузке, [кВт].

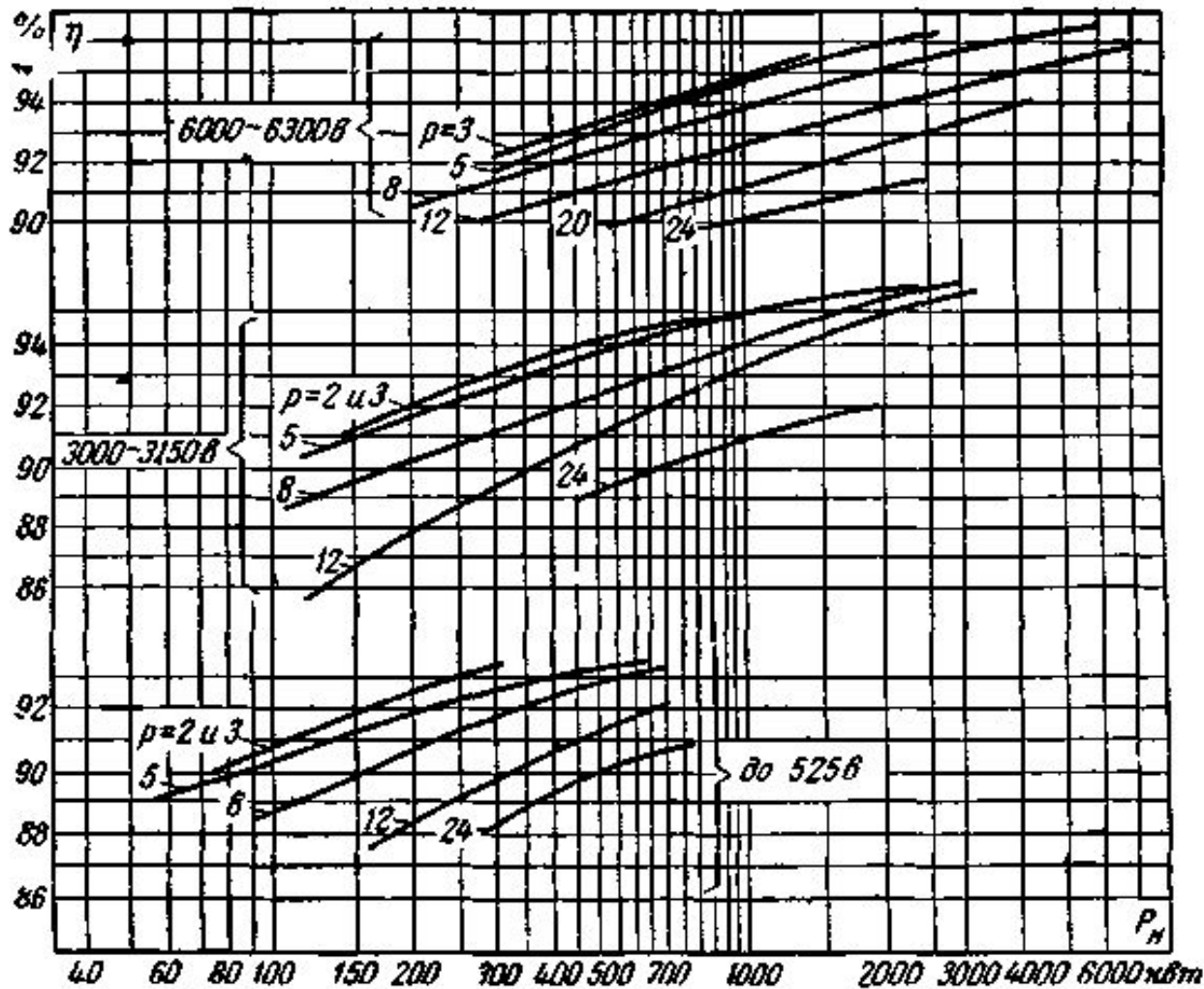
$U_{1\text{ном}}$ - фазное значение напряжения,

$I_{1\text{ном}}$ - фазное значение тока.

КПД для синхронного двигателя:

$$\eta_{\Gamma} = 1 - \Sigma P / P_{1\text{ном}},$$

КПД синхронной машины зависит от величины нагрузки ($\beta = P_2 / P_{\text{ном}}$) и от её характера ($\cos \varphi_1$).



КПД синхронных машин мощностью до 100 кВт составляет 80-90%, у более мощных машин КПД достигает 92 - 99%. Более высокие КПД относятся к турбо и гидрогенераторам мощностью в десятки и сотни тысяч киловатт.