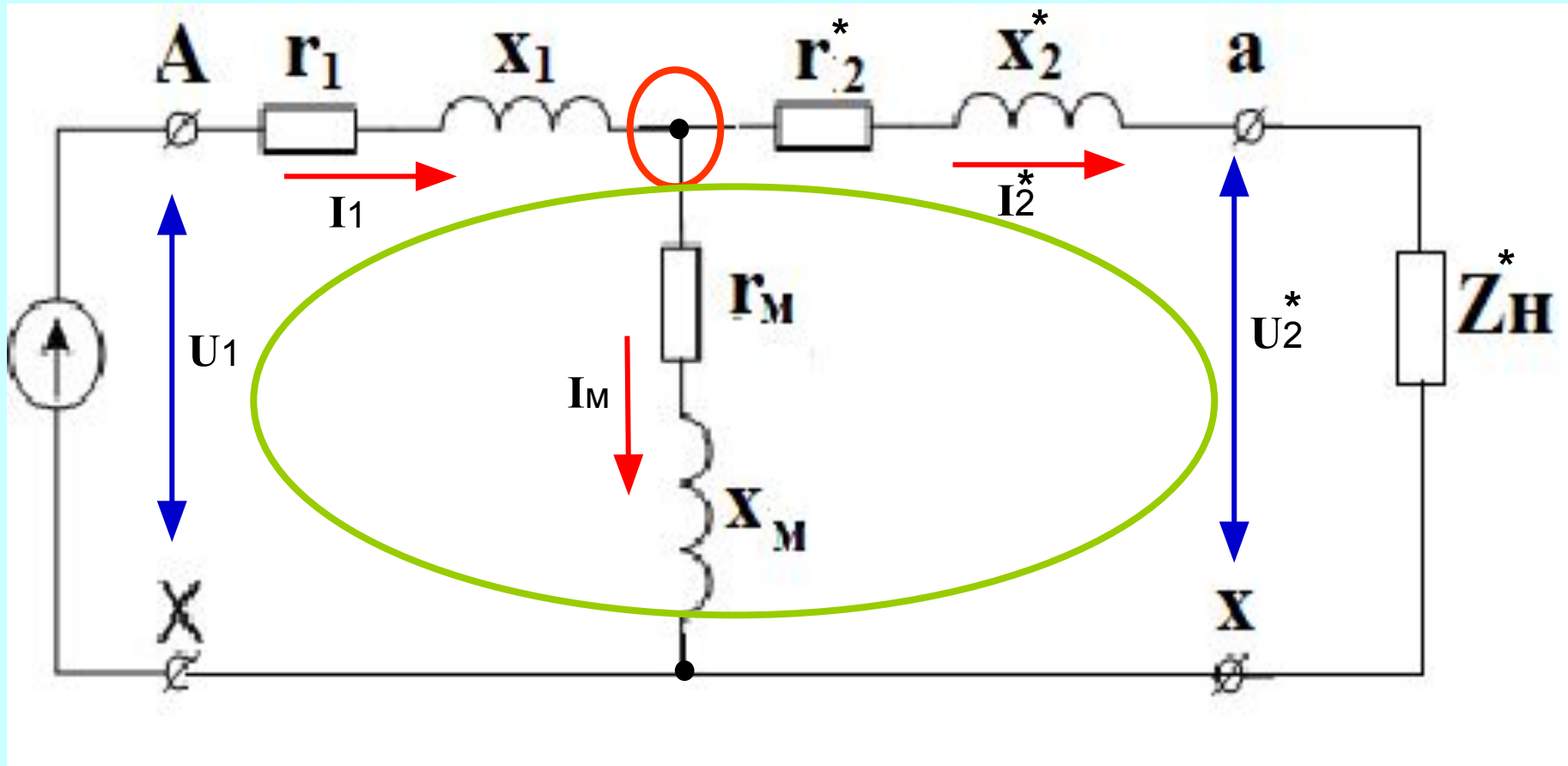


Работа трансформатора под нагрузкой

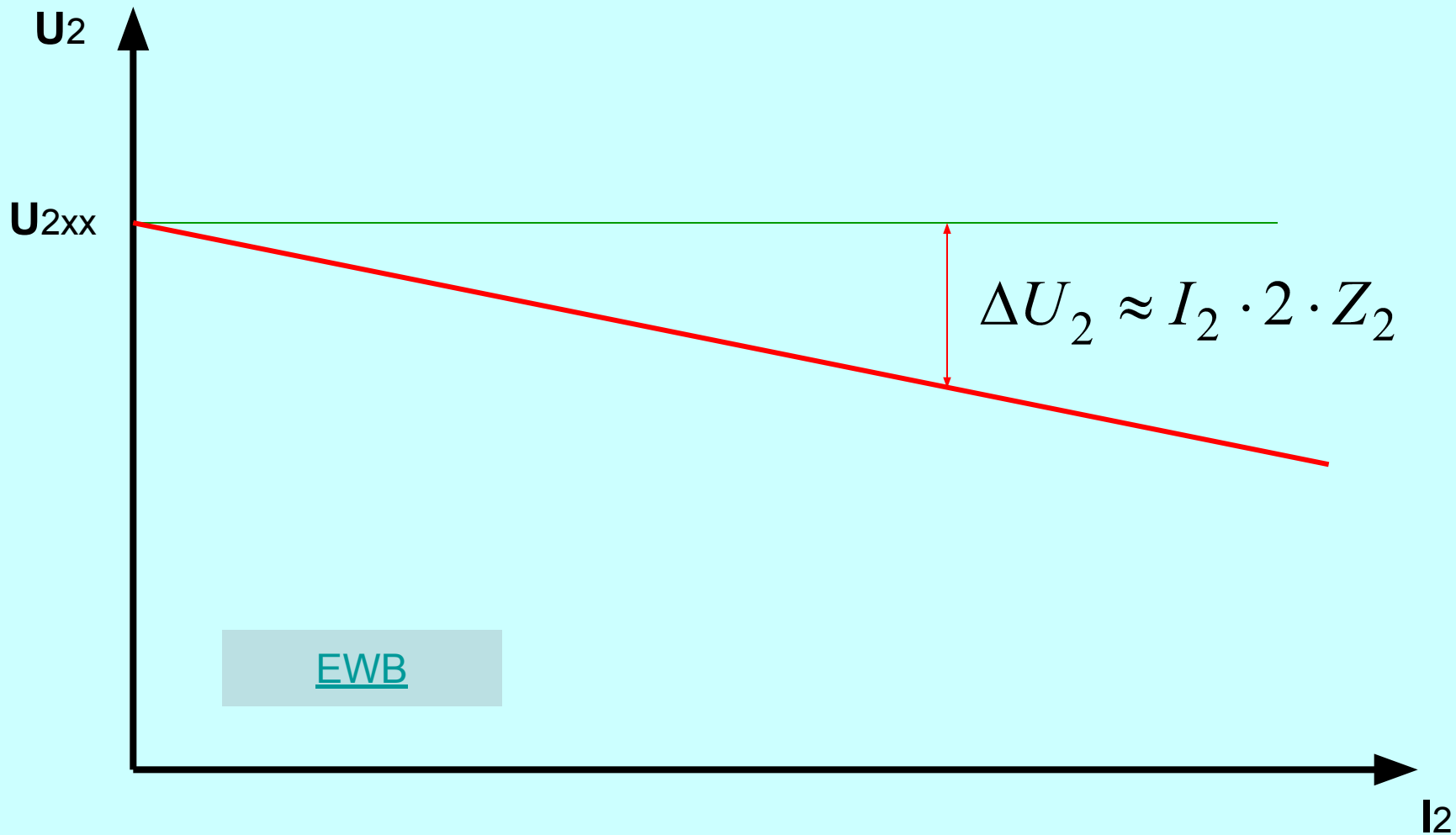


$$U_1 = I_1 r_1 + I_1 X_1 + I_2^* r_2^* + I_2^* X_2 = I_1 r_{1x} + \frac{I_2^*}{k k_T}$$

$$U_2^* = U_1 - I_1 r_1 - I_1 X_1 = U_1 \left(1 - \frac{r_1}{U_1 I_1} - \frac{X_1}{U_1 I_1} \right) = U_1 \left(1 - \frac{r_1}{k k_T U_1} - \frac{X_1}{k k_T U_1} \right)$$

$$U_2 \approx \frac{U_1}{k_T} - I_2 \cdot 2 \cdot Z_2$$

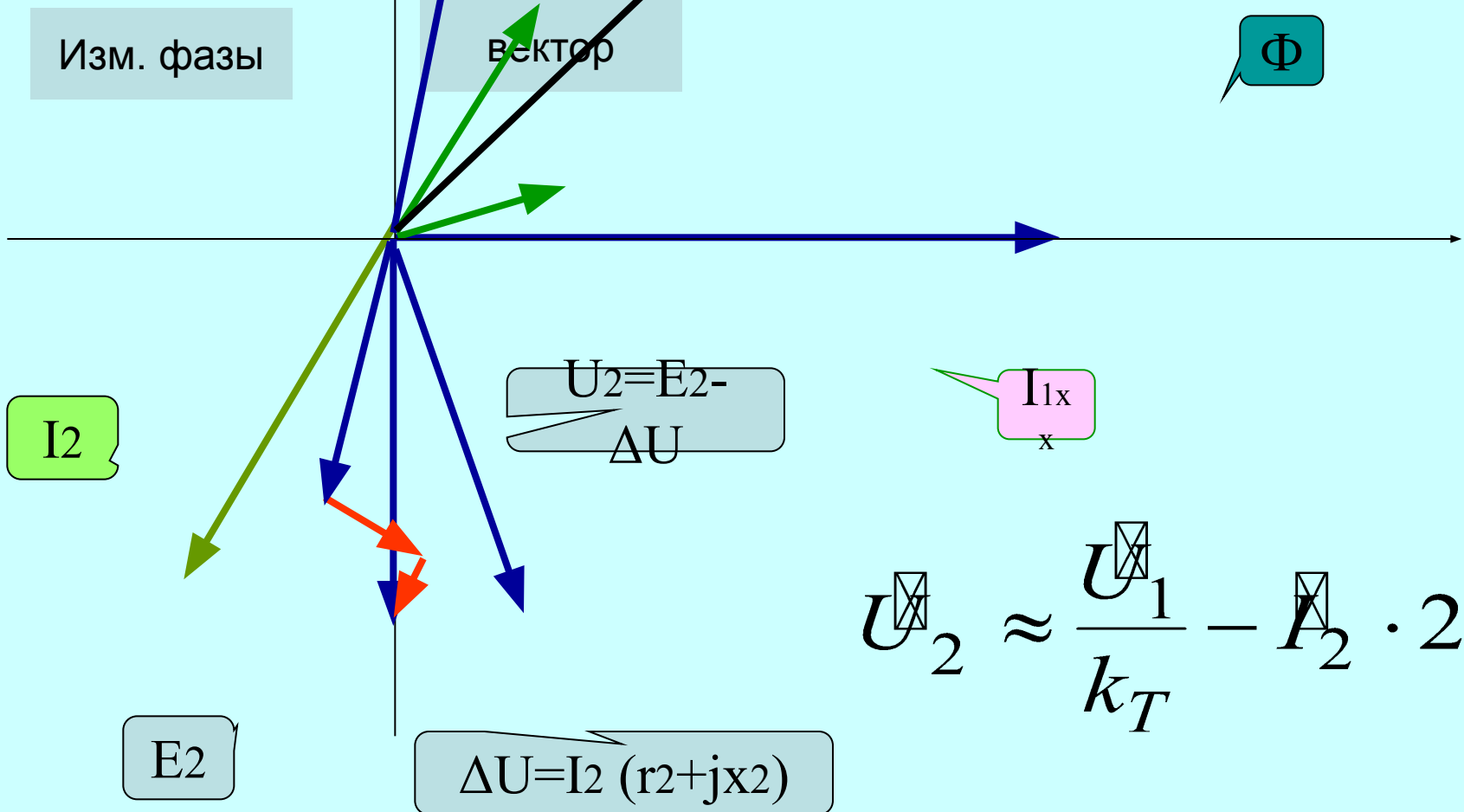
- Внешняя характеристика трансформатора



Векторная диаграмма трансформатора, работающего под нагрузкой.

Синусоидальная величина U_1 задается следующими параметрами:

- амплитудой U_1 (максимальным значением)
- начальной фазой переменного тока, углом сдвига синусоиды по отношению к началу координат (ϕ).
- круговой частотой переменного тока (ω),

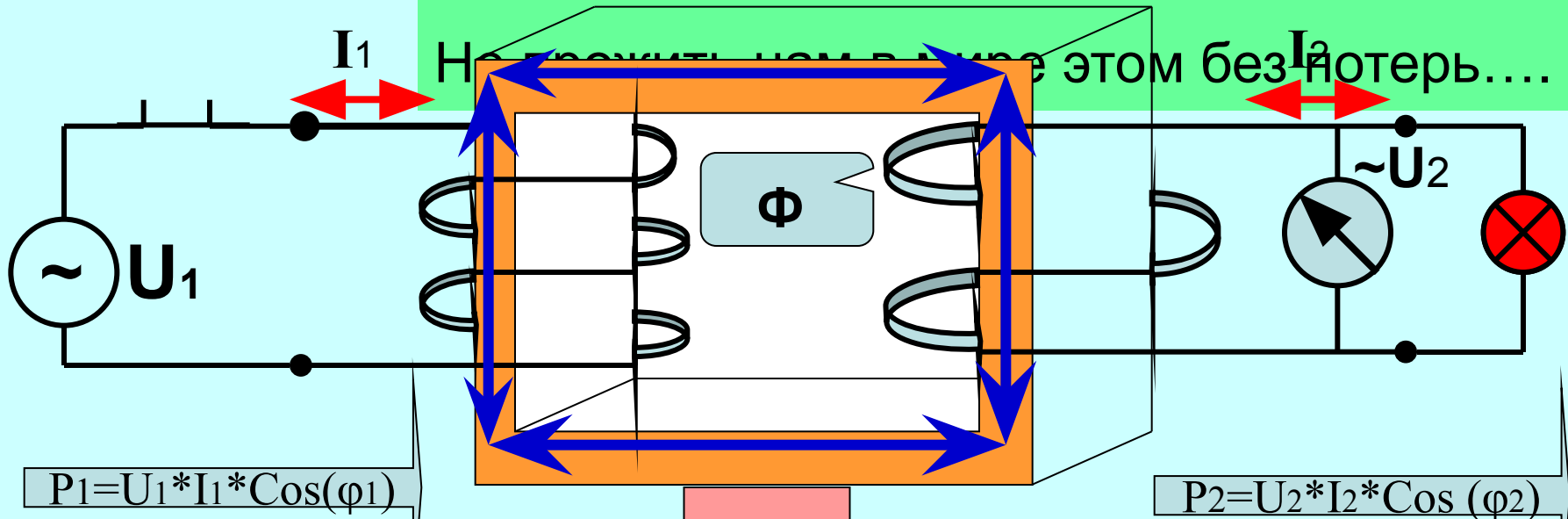


$$U_2 \approx \frac{U_1}{k_T} - I_2 \cdot 2 \cdot Z_2$$

Потери мощности (эл. энергии) в трансформаторе.

Второй закон электромеханики:

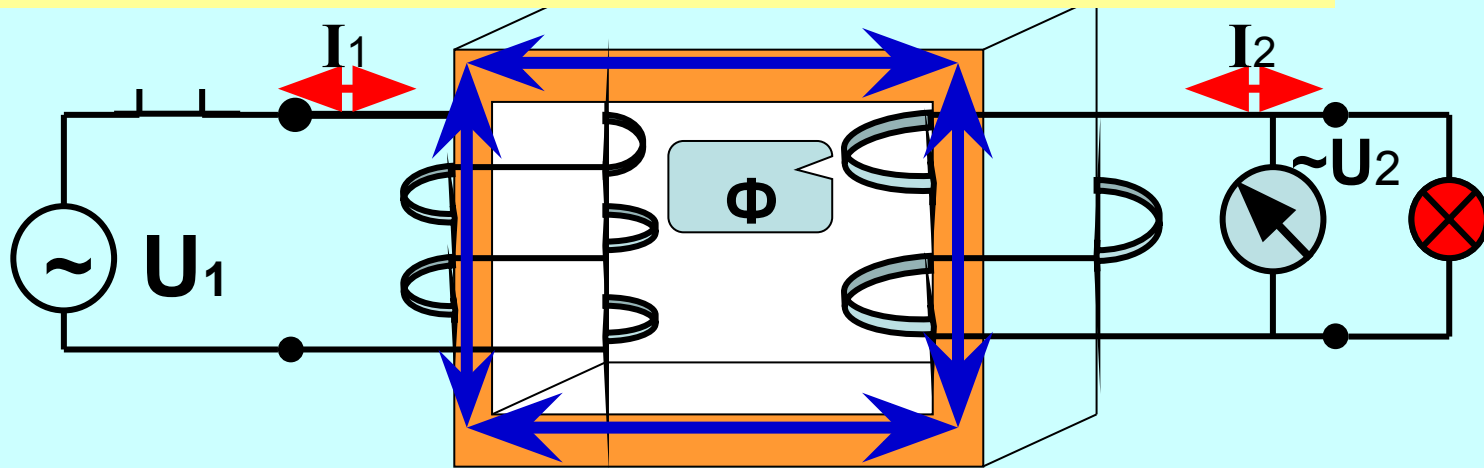
Нагрев катушки не вносит в этом без потерь....



Потери мощности (ΔP) - энергии в другие формы

Q – количество выделяющегося тепла (уносится с перемещением хладагента)
t- изменение температуры частей машины (внутренняя тепловая энергия)

Потери мощности (эл. энергии) в трансформаторе.



$$\Delta P_{M1} = I_1^2 \cdot r_1$$

$$\Delta P_{cm}$$

$$\Delta P_{M2} = I_2^2 \cdot r_2$$

Электрические потери (потери в меди):

$$\Delta P_M = P_{1кз} \cdot K_H^2, \text{ где } K_H = \frac{I_1}{I_{1H}}$$

Магнитные потери (потери в стали):

$$\Delta P_{cm} = m_{cm} \cdot P_{cm}$$

$m_{ст}$ – масса стали (магнитопровода) машины (кг)

$$P_{cm} = k \cdot p_{1-50} \cdot \left(\frac{f}{50} \right)^\beta \cdot B^2 \text{ - удельные потери}$$

$k=1,5- 2,5$ – коэф., зависящий от формы деталей и обработки поверхности

β - коэффициент, зависящий от марки стали

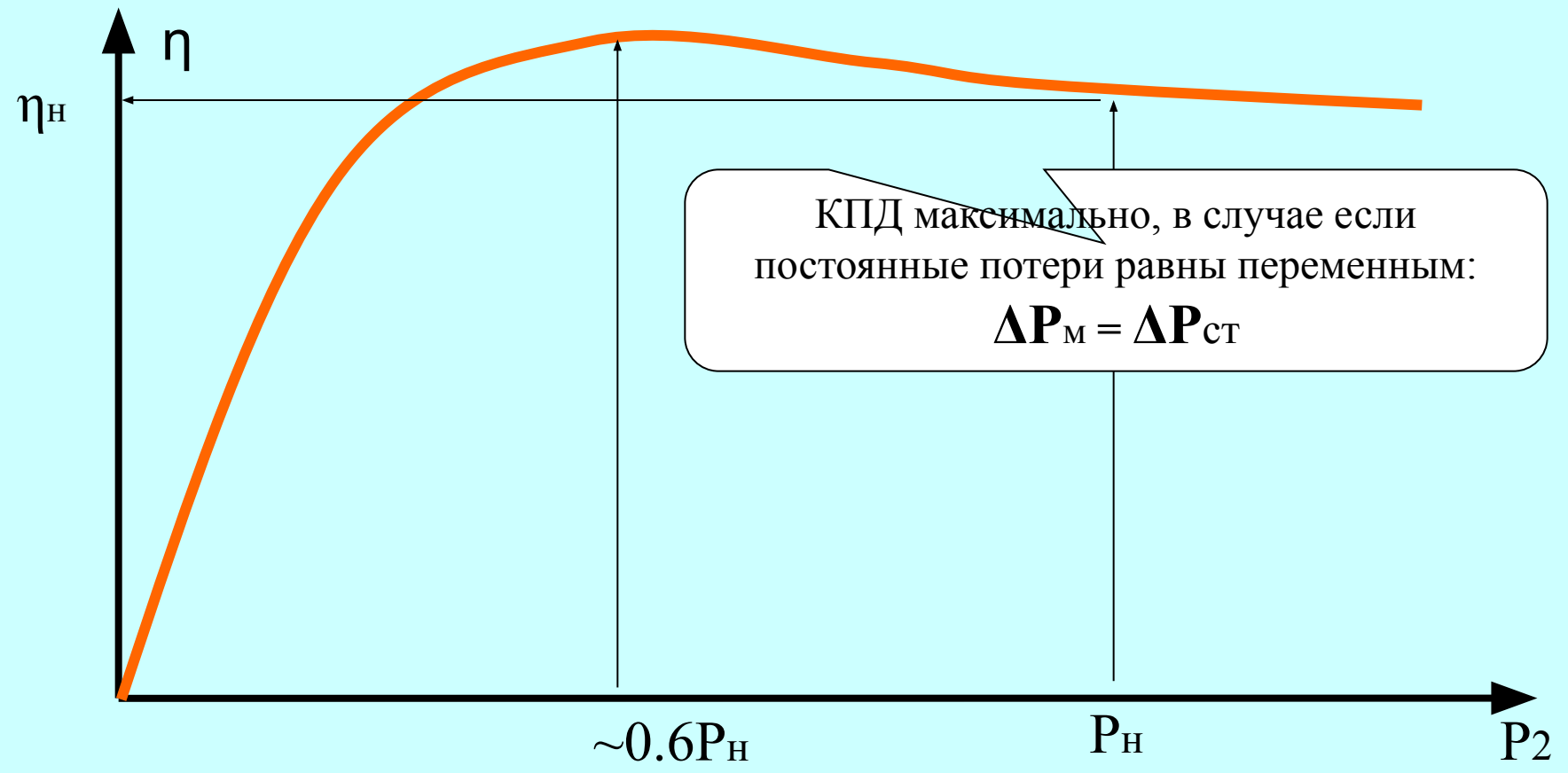
Потери мощности (эл. энергии) в трансформаторе.

КПД машины:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_{ст} + \Delta P_M}$$

Потери мощности постоянные (не зависят от режима работы) $\Delta P_{ст} = const$

Потери мощности переменные (зависят от режима работы) $\Delta P_M = P_{K3} \cdot K_H^2$



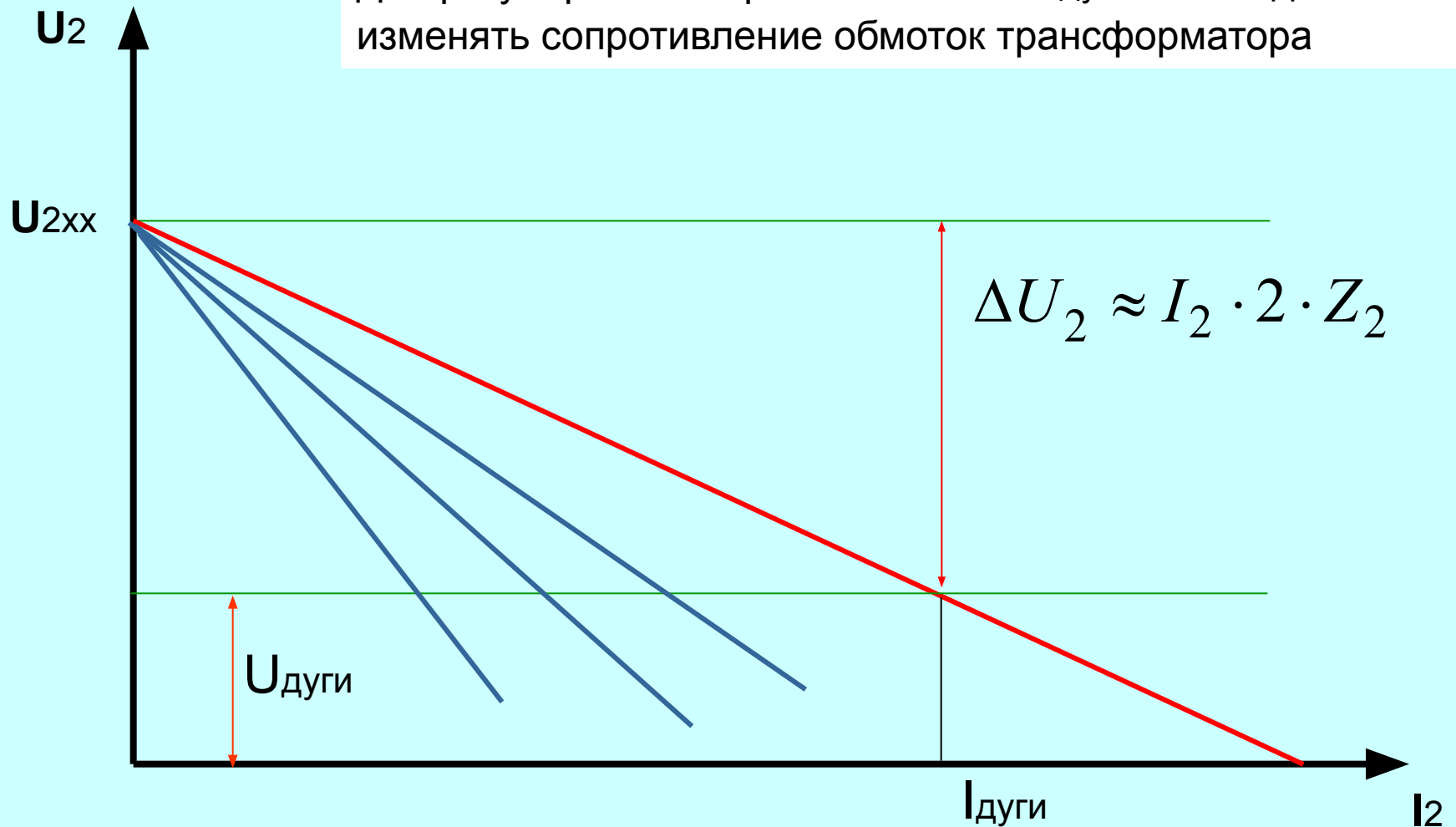
Рабочие характеристики трансформатора

- Изучить самостоятельно!

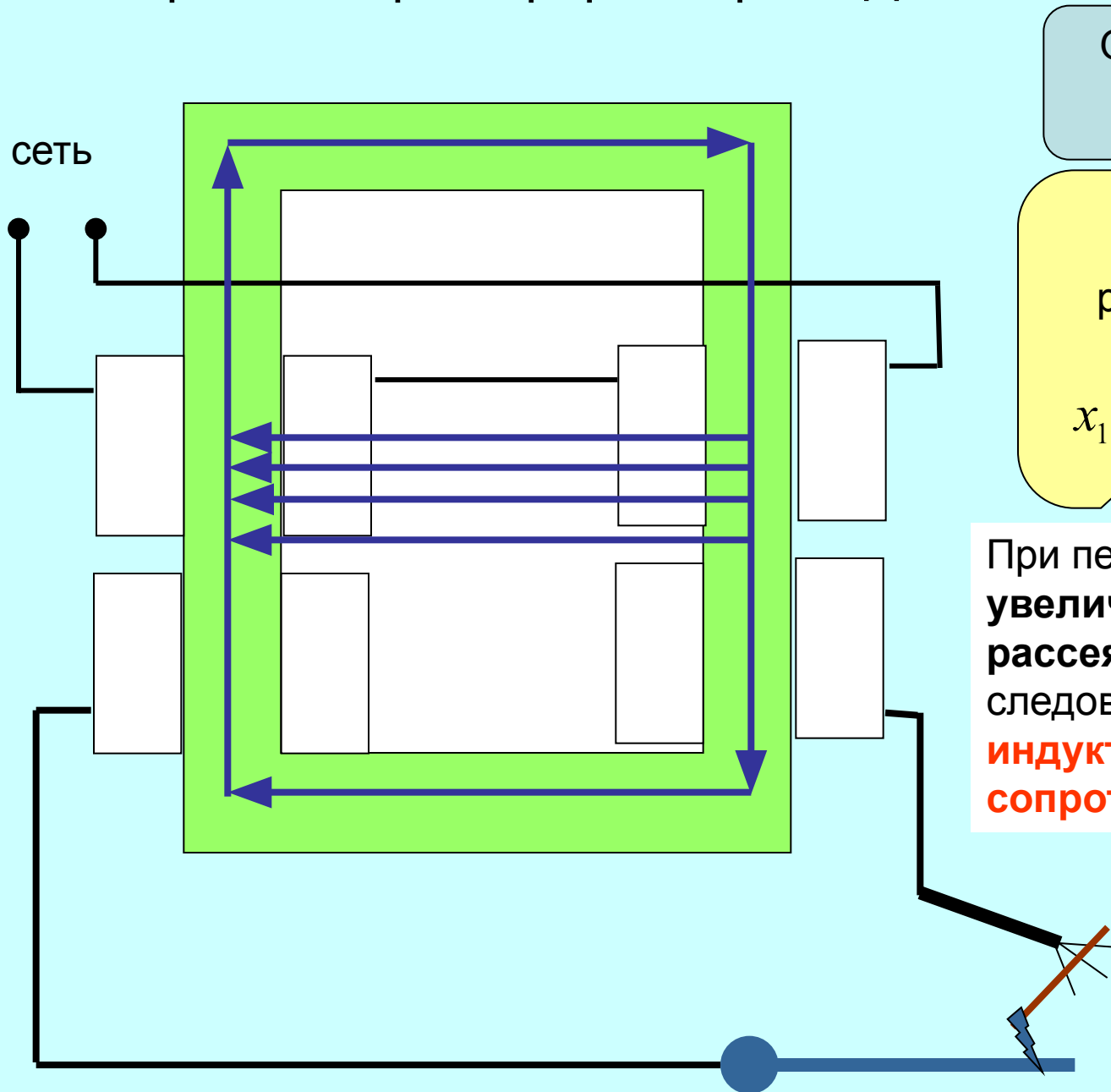
Специальные трансформаторы

Сварочные трансформаторы ТДМ-400

Для регулировки сварочного тока - $I_{\text{дуги}}$ необходимо изменять сопротивление обмоток трансформатора



Сварочные трансформаторы ТДМ-400



Основной магн.

Поток Φ

магн. Поток

рассеяния $\Phi_{рас}$

$$x_1 = 2\pi f \frac{\Phi_{рас} \cdot w_1}{I_1}$$

При перемещении катушек увеличивается поток рассеяния, следовательно **возрастает индуктивное сопротивление** обмоток.