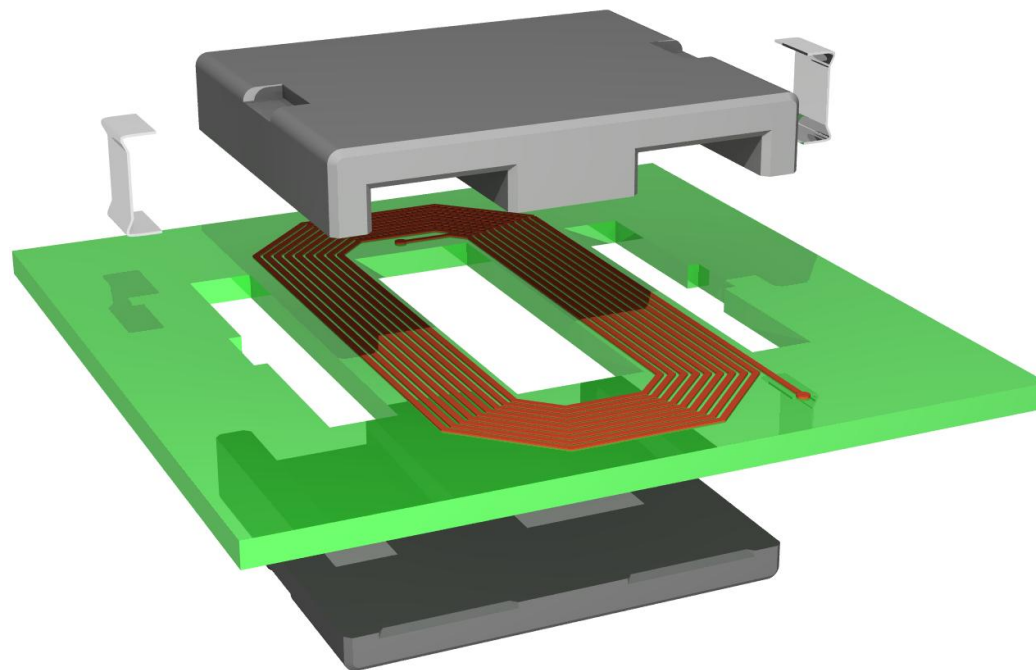


# Проектирование планарных силовых трансформаторов



# Преимущества

- Малый вес
- особо высокая надежность
- малая индуктивность рассеяния, низкие потери
- Широкий рабочий диапазон: от 50 кГц до 100 МГц
- КПД более 98% и хорошее охлаждение конструкции позволяет передавать мощности от десятков ватт до единиц киловатт
- Рабочая температура от -40 до +130
- Рабочее напряжение между обмотками более 1000 В
- Хорошая повторяемость параметров из-за применяемой технологии изготовления
- Возможность автоматизированной сборки
- Низкая высота трансформатора совместимая с SMD компонентами



# Потери в сердечнике

Эмпирическая формула

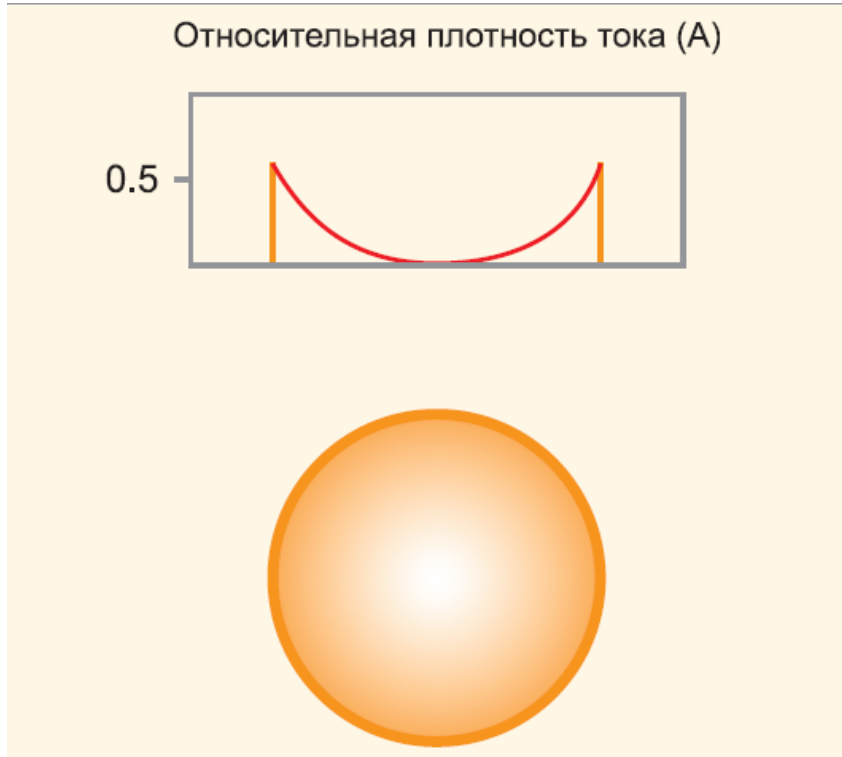
$$P_{core} = \frac{12\Delta T}{\sqrt{V_{\ominus}(\text{см}^3)}} \left[ \text{мВт/см}^3 \right]$$

Формула Штейнмеца

$$P_v = kf^{\alpha} B_{peak}^{\beta}$$

$$P_{core} = C_m f^x B_{peak}^y (ct_0 - ct_1 T + ct_2 T^2)$$

# Скин-эффект

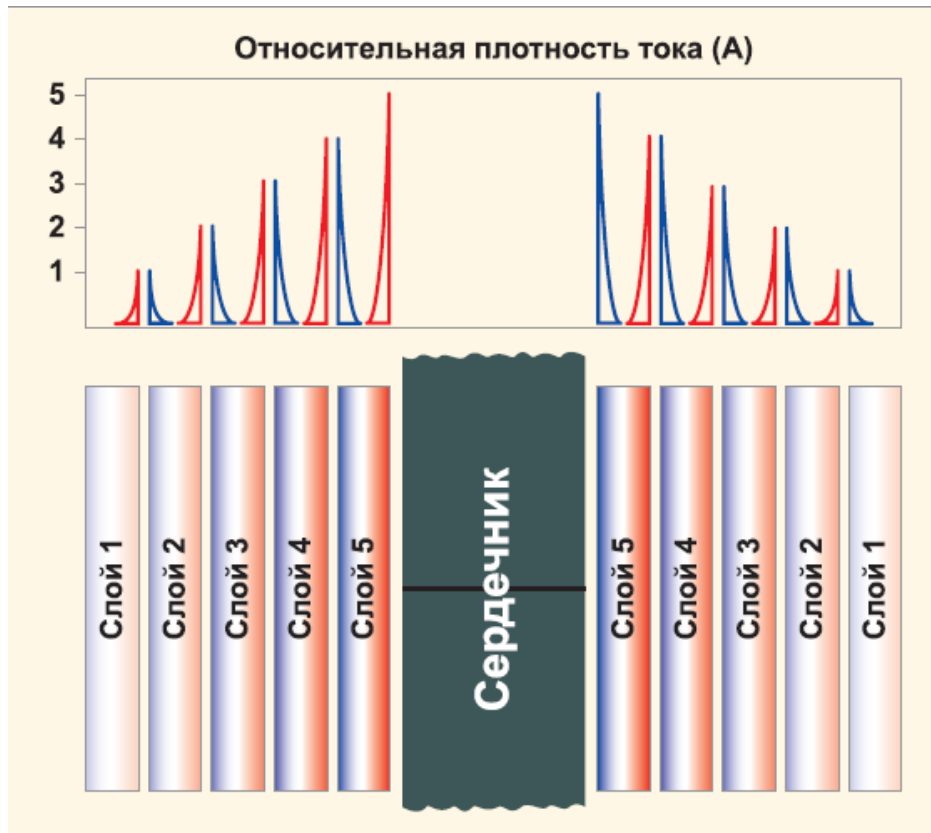


Глубина скин-слоя

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_0 \sigma}}$$

Распределение тока в  
изолированном проводнике в  
свободном пространстве

# Эффект близости



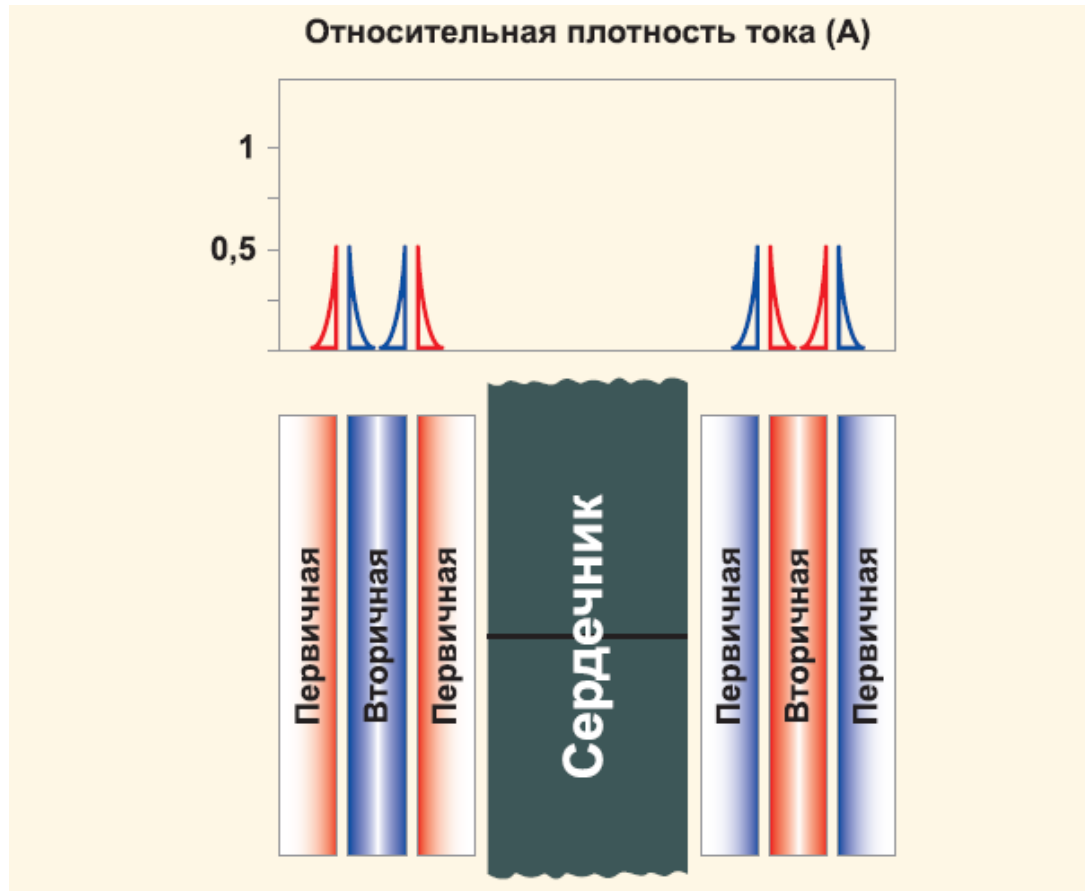
Структура многослойной обмотки

## Формула Доуэлла

$$G(\Delta) = \Delta \frac{\sinh(2\Delta) + \sin(2\Delta)}{\cosh(2\Delta) - \cos(2\Delta)}$$

$$\Delta_i = \frac{b_i}{\delta}$$

# Перемагничивание слоев



Распределение токов в трансформаторе с однослойной вторичной и разделённой первичной обмоткой

# Расчет трансформатора обратного хода

Число витков в первичной обмотке

$$N_1 = \frac{U_{i \min} \delta}{2 f B_{peak} A_e}$$

Число витков в вторичной обмотке

$$N_2 = \frac{N_1 U_o}{U_{i \min}}$$

Собственная индуктивность  
первичной обмотки

$$L_{prim} = \frac{(U_{i \min} \delta)^2}{2 P_{\max} f}$$

Ток в первичной обмотке

$$I_{p(\text{эфф})} = \frac{P_{\max} \delta}{U_o} \sqrt{\frac{4}{3\delta}}$$

Ток в вторичной обмотке

$$I_{p(\text{эфф})} = \frac{U_{i \min} \delta}{f L_{prim}} \sqrt{\frac{\delta}{3}}$$