

УДК 621.3

Понятие потерь в трансформаторах. Добавочные потери

Коновалов Д.А.

Научный руководитель – к.т.н, доцент. КОНСТАНТИНОВА С.В.

При работе установки часть мощности поступает на первичный контур. Она рассеивается в системе. Поэтому поступающая мощность в нагрузку определяется на меньшем уровне. Разница составляет суммарное снижение мощности в трансформаторе.

Существует два вида причин, из-за которых происходит рост потребления энергии оборудованием. На них влияют различные факторы. Их делят на такие виды:

- Магнитные.
- Электрические.

Магнитные потери в стали магнитопривода состоят из вихревых токов и гистерезиса:

$$P_c = P_{\Gamma} + P_{ВХ} = P_{ОН} \quad (1)$$

Они прямо пропорциональны массе сердечника и его магнитной индукции. Само железо, из которого выполнен магнитопривод, влияет на эту характеристику. Поэтому сердечник изготавливают из электротехнической стали. Пластины делают тонкими. Между ними пролегает слой изоляции.

Также на снижение мощности трансформаторного устройства влияет частота тока. С ее повышением растут и магнитные потери. На этот показатель не влияет изменение нагрузки устройства.

Электрические потери

Снижение мощности может определяться в обмотках при их нагреве током. В сетях на такие затраты приходится 4-7% от общего количества потребляемой. Определение добавочных потерь в обмотках сводится к расчету коэффициента увеличения основных электрических потерь обмотки k_d . Этот коэффициент подсчитывается отдельно для каждой обмотки трансформатора. Значение коэффициента зависит от частоты тока, размеров проводников и обмотки, их удельного электрического сопротивления и их расположения по отношению к полю рассеяния трансформатора.

Любая обмотка трансформатора, намотанная из прямоугольного или круглого провода. При этом в такой условной обмотке должно быть сохранено число проводников реальной обмотки в направлениях, параллельном и перпендикулярном направлению потока рассеяния. Наличие каналов, параллельных направлению потока рассеяния не влияет на k_d .

Добавочные потери

Определение добавочных потерь в обмотках практически сводится к расчету коэффициента увеличения основных электрических потерь обмотки $k_{д,0}$, где $k_{д,0} > 1,0$. Этот коэффициент подсчитывается отдельно для каждой обмотки трансформатора. Значение коэффициента зависит от частоты тока f , размеров поперечного сечения проводников обмотки, их удельного электрического сопротивления ρ и их расположения по отношению к полю рассеяния трансформатора.

Любая обмотка трансформатора, намотанная из прямоугольного или круглого провода, может быть для расчета коэффициента $k_{д,0}$ (условно представлена в таком виде, как на рис. 1). При этом в такой условной обмотке должно быть сохранено число проводников реальной обмотки в направлениях, параллельном и перпендикулярном направлению вектора магнитной индукции поля рассеяния обмотки. Наличие каналов, параллельных этому направлению, как это будет видно из расчетных формул, не влияет на $k_{д,0}$.

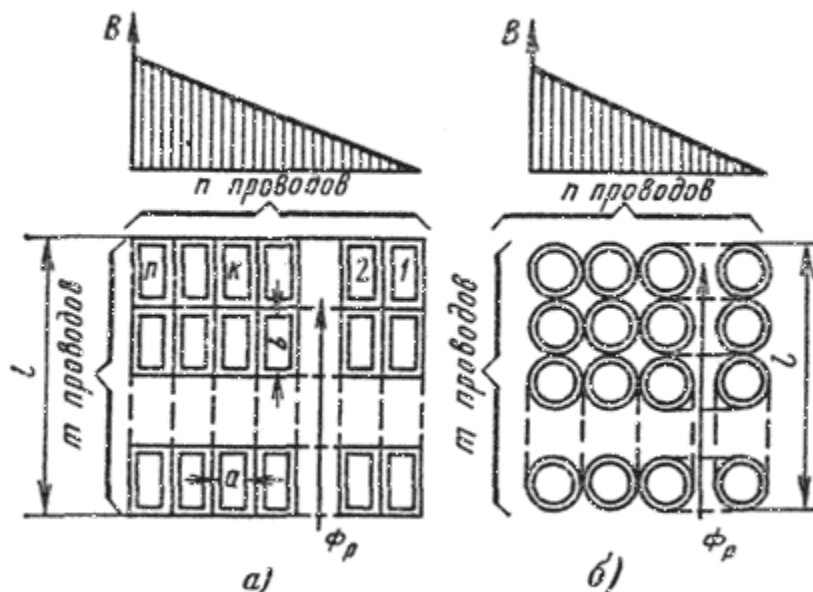


Рисунок 1 – а – из прямоугольного провода; б – из круглого провода (стрелкой показано направление индукционных линий поля рассеяния обмотки Φ_p)

Добавочные потери от вихревых токов, вызванные собственным магнитным полем рассеяния обмоток, неодинаковы для отдельных проводников, различным образом расположенных в обмотке по отношению к полю рассеяния.

Наибольшие добавочные потери в двухобмоточном трансформаторе возникают в проводниках, находящихся в зоне наибольших индукций, т.е. в слое проводников, прилегающем к каналу между обмотками. Наименьшие потери возникают в слое, наиболее удаленном от соседней обмотки. Коэффициент добавочных потерь для проводников любого слоя с номером k (рис. 1, а) может быть найден по формуле

$$k_{дк} = 1 + 5,2\beta^2 \left(\frac{f}{\rho}\right)^2 a^4 (k - 0,5)^2 \tag{2}$$

Расчет основных потерь в отводах сводится к определению длины проводников и массы металла в отводах. Этот расчет может быть произведен после окончательного установления конструкции отводов. В процессе расчета может быть произведено приближенное определение массы металла отводов.

Общую длину проводов для соединения в звезду

$$l_{отв} \approx 7,5l \tag{3}$$

И для соединения в треугольник

$$l_{отв} \approx 14l \tag{4}$$

В силовых трансформаторах общего назначения потери в отводах составляют, как правило, не более 5-8 % потерь короткого замыкания, а добавочные потери в отводах - не более 5 % основных потерь в отводах. Поэтому предварительный расчет потерь с определением длины отводов по формулам (3) и (4) дает достаточно точный результат, и необходимость в определении добавочных потерь в отводах отпадает.