

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
301-1
17-23 ноября 2023 года**

УДК 621.314

Д.Р. АБДУРАХИМОВ, ФерПИ, базовый докторант, г. Фергана,
Узбекистан,
Науч. рук. PhD, с.н.с. Д.Т. ЮСУПОВ, ИПЭ АН РУз, г. Ташкент,
Узбекистан

**АНАЛИЗ МАГНИТНЫХ ПОТЕРЬ В МАСЛЯНЫХ СИЛОВЫХ
ТРАНСФОРМАТОРАХ**

Трансформаторы являются важным устройством для процесса передачи и распределения электрической энергии [1-4]. При передаче потребителям в активных частях трансформаторов происходит тепловой процесс. В результате наблюдается, что часть электрической энергии преобразуется в тепловую энергию [1]. Потери мощности в любых трансформаторах определяются как разница между входной и выходной потребляемой мощностью [2, 5]. Такие потери в трансформаторах делятся на магнитные, электрические и дополнительные потери [3, 6].

Потери энергии в трансформаторе наблюдаются преимущественно в виде электрических потерь (в ферромагнитных сердечниках и катушках) и частично в виде диэлектрических потерь на генерацию электромагнитных процессов [4].

$$\Delta P = \Delta P_{mo} + \Delta P_{cho} + \Delta P_{diel} \quad (1)$$

В результате перемагничивания его магнитопровода в процессе работы трансформатора в ферромагнитопроводе возникают магнитные потери. Величина потерь, возникающих в магнитопроводе, определяется только опытным путем. Магнитные потери наблюдаются из-за явления гистерезиса и остаточных токов, возникающих между некоторыми пластинами [2, 4].

$$P_0 = \Delta P_{mo} = I_0^2 R + \Delta p_n = I_0^2 R + \Delta p_{gis} + \Delta p_{uyur} \quad (2)$$

где,

$$\Delta p_{gis} = \sigma_g \left(\frac{f}{100} \right)^2 B \quad (3)$$

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
301-2
17-23 ноября 2023 года**

$$\Delta p_{uyur} = \sigma_u \left(\frac{f}{100} \right)^2 B \quad (4)$$

Δp_{gis} - гистерезисные потери;

Δp_{uyur} - потери из-за токов утечки.

Коэффициент, зависящий от марки σ_g -стали в формулах (3) и (4) выше, $\sigma_g=2,4\dots4,4$. σ_u - коэффициент, зависящий от марки стали и толщины некоторых листов, для низко- и среднелегированных сталей $\sigma_u=2.9\dots3.6$, для высоколегированных сталей $\sigma_u=2.9\dots3.6$, (3) и (4) следует умножить на массу G магнитопровода, чтобы вычислить потери из-за всех гистерезисов и остаточных токов в стальном сердечнике [2].

Потери магнитного материала зависят от площади петли гистерезиса. Чтобы уменьшить гистерезисные потери в трансформаторе, для магнитопровода применяют магнитные материалы, например кремниевую сталь с очень малой площадью кольца гистерезиса [1, 2].

Магнитопровод трансформатора имеет ограниченное сопротивление. Магнитопровод собран из стальных пластин для уменьшения потерь мощности из-за остаточных токов. Эти пластины изолированы друг от друга тонким слоем лака [3].

Другим способом снижения магнитных потерь является изменение конструкции магнитопровода трансформатора, при этом ток магнитного поля, создаваемый в магнитопроводе, движется в определенном направлении и порядке в случае замкнутой цепи [4]. Ненамагничивающаяся часть образуется по краям магнитопровода и в той части, где магнитное поле разделено на две стороны. Поскольку магнитные потери прямо пропорциональны массе стали, использованной для сердечника, необходимо уменьшить размеры непроводящих частей.

Список литературы:

1. Силовые трансформаторы. Справочная книга // Под ред. Лизунова С.Д., Лоханина А.К. – М.: Энергоатомиздат, 2004. - 616 с.
2. Пентегов И.В. и др. Анализ конструкций шихтованных магнитопроводов силовых трехфазных трансформаторов // Электротехника и электромеханика. – 2014. – №. 1. – С. 40-44.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебник. – 10-е изд., стереотипное. – М.: Гардарики, 2003. -317 с.

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

301-3

17-23 ноября 2023 года

4. Арутюнов Ю.А. и др. Проектирование силовых трансформаторов с использованием методов оптимизации // Омский научный вестник. – 2017. – №6 (156). – С. 47-53.

5. Мухаммаджонов М.Ш. Факторы, влияющие на работы силовых трансформаторов // Тинчуриńskie чтения-2022 Энергетика и цифровая трансформация". – 2022. – С. 340-342.

6. Юсупов Д.Т., Мухаммаджонов М.Ш. Эффективный метод охлаждения силовых масляных трансформаторов // Энергостарт. – 2023. – С. 321-1-321-3.

Информация об авторах:

Юсупов Дилмурад Турдалиевич, PhD, с.н.с. ИПЭ АН РУз, г. Ташкент Республика Узбекистан, dilmurod85@list.ru

Абурахимов Достон Рахимжон угли, базовый докторант ФерПИ, г. Фергана, Республика Узбекистан, abduraximovdoston2@gmail.com