

**Прищепов М.А., д.т.н., доцент,
Зеленькевич А.И., ст. преподаватель,
Збродыга В.М., к.т.н., доцент,
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь
ИЗМЕНЕНИЕ ПОТЕРЬ В ТРАНСФОРМАТОРЕ
ПРИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
ЕГО ПАРАМЕТРОВ**

Для определения оптимальных параметров трансформатора требуется рассмотрение большого числа вариантов расчета, отличающихся величиной капиталовложений и эксплуатационных издержек, которые зависят от степени загрузки, размеров элементов магнитной и электрической системы, был разработан алгоритм технико-экономической оптимизации параметров трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» $Y/2Z_n$ [1] методом покоординатного поиска и компьютерная программа [2]. Для расчета целевой функции оптимизации, равной совокупным дисконтированным затратам (СДЗ), использовалась разработанная ранее авторами методика [3] и компьютерная программа расчета конструктивных параметров указанного трансформатора [4].

В качестве примера, расчеты оптимальных параметров трансформатора выполнены для трансформатора типа ТМГ мощностью 100 кВА напряжением 10/0,4 кВ с обмотками из алюминиевого провода плоского сечения в зависимости от стоимости обмоточного провода при различных значениях тарифа на электроэнергию, т.е. при существующем тарифе на электроэнергию 0,243 руб./(кВт·ч), а также при более высоких тарифах от 0,4 до 1,0 руб./(кВт·ч). Изменение стоимости обмоточного провода принято в пределах 2–32 руб./кг.

Характер изменения оптимального значения потерь короткого замыкания P_k определяется соотношением стоимости обмоточного провода Z_M и тарифа на электроэнергию C_3 . С ростом стоимости обмоточного провода Z_M оптимальные потери короткого замыкания P_k снижаются при действующем тарифе на электроэнергию C_3 ; при увеличении тарифа C_3 , P_k увеличиваются (рисунок 1).

Поскольку с ростом стоимости обмоточного провода Z_M несколько увеличивается масса стали $G_{ст}$, в том числе и за счет увеличения площади поперечного сечения стержней и ярм, то незначительно возрастают оптимальные потери холостого хода P_x за счет увеличения удельной нагрузки на магнитную систему. Увеличение тарифа на электроэнергию $C_э$, при неизменных значениях стоимости обмоточного провода Z_M , снижает потери холостого хода P_x (рисунок 2).

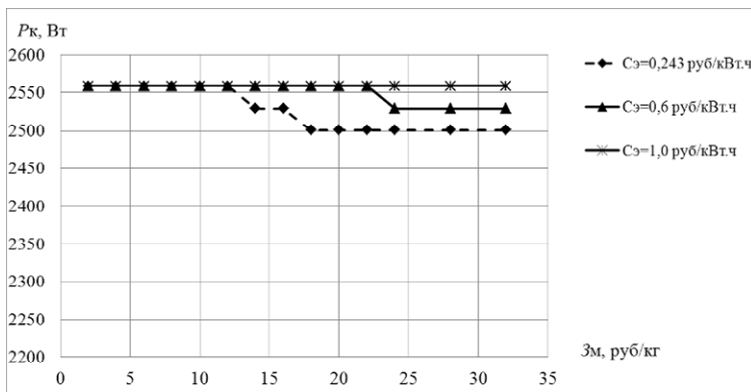


Рисунок 1. Зависимости $P_K = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТМГ-100/10 со схемой соединения обмоток $Y/2Z_H$

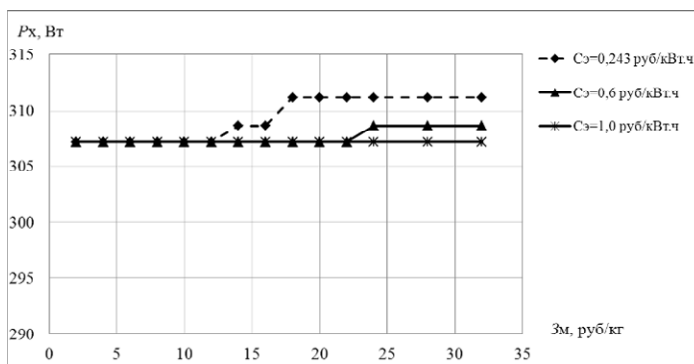


Рисунок 2. Зависимости $P_x = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТМГ-100/10 со схемой соединения обмоток $Y/2Z_H$

С ростом стоимости обмоточного провода Z_M при действующем тарифе на электроэнергию C_3 , вес металла обмоток снижается за счет увеличения плотности токов в обмотках, масса стали магнитопровода незначительно увеличивается, что обуславливает снижение потерь короткого замыкания P_k , возрастание потерь холостого хода P_x . Увеличение тарифа на электроэнергию C_3 , при неизменных значениях стоимости обмоточного провода Z_M , приводит к уменьшению оптимального диаметра стержней магнитопровода. При этом уменьшается площадь поперечного сечения стержней и ярм, а магнитная индукция увеличивается, оптимальная высота стержней незначительно увеличивается, масса обмоточного провода увеличивается, а стали магнитопровода – снижается, что приводит к увеличению потерь короткого замыкания P_k и снижению потерь холостого хода P_x .

Список использованной литературы

1. Прищепов, М.А. Перспективный силовой трансформатор с улучшенными характеристиками для сельских электрических сетей / М.А. Прищепов, А.И. Зеленкевич, В.М. Збродыга // Энергетическая стратегия. – 2021. – №4(82) – С. 50–53.

2. Технично-економическая оптимізація конструктивних параметрів трьохфазного силового трансформатора со схемою соединення обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом»: свідетельство о регистрації комп'ютерної програми №1452 / М.А. Прищепов, А.И. Зеленкевич, В.М. Збродыга, И.Г. Рутковский; заявитель УО «БГАТУ». – заявл. 02. 09. 2021; дата регістр. 14.10.2021 // Реєстр зареєстрованих комп'ютерних програм / Нац. центр інтелектуал. власності. – 2021.

3. Прищепов, М.А. Методика расчета конструктивных параметров и технических характеристик трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» / М.А. Прищепов, А.И. Зеленкевич, В.М. Збродыга // Агропанорама. – 2020. – N 6. – С. 32–37.

4. Расчет трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом»: свідетельство о регистрації комп'ютерної програми №1370 / М.А. Прищепов, А.И. Зеленкевич, В.М. Збродыга, И.Г. Рутковский; заявитель УО «БГАТУ». – заявл. 12.11.2020; дата регістр. 21. 12. 2020 // Реєстр зареєстрованих комп'ютерних програм / Нац. центр інтелектуал. власності. – 2020.