

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЕНСИРОВАННОГО ТРАНСФОРМАТОРА В ЭЛЕКТРОВОЗАХ

Мамошина Е. Н., Кобалия О. В.

Научные руководители – профессор Попов Ю. П., доцент Синенко Л. С.
Сибирский федеральный университет

В данное время увеличиваются цены на энергоносители, поэтому задача экономии топливно-энергетических ресурсов на основе повышения энергетических показателей крупных энергопотребителей переменного тока является актуальной. Основной нагрузкой промышленных предприятий и электрифицированных железных дорог являются двигатели, для создания магнитных полей в которых необходима реактивная мощность (Q). Реактивная мощность, передаваемая по электрическим сетям, увеличивает нагрузку на трансформаторы, провода и кабели, ухудшает качество электроэнергии, а также увеличивает нагрузку на коммутационную аппаратуру из-за увеличения токов в цепях, увеличивает расходы электроэнергии.

В системе электроснабжения в целом и для каждого узла в любой момент времени должен соблюдаться баланс: сумма поступающих в узел и отходящих от узла реактивных мощностей равна нулю.

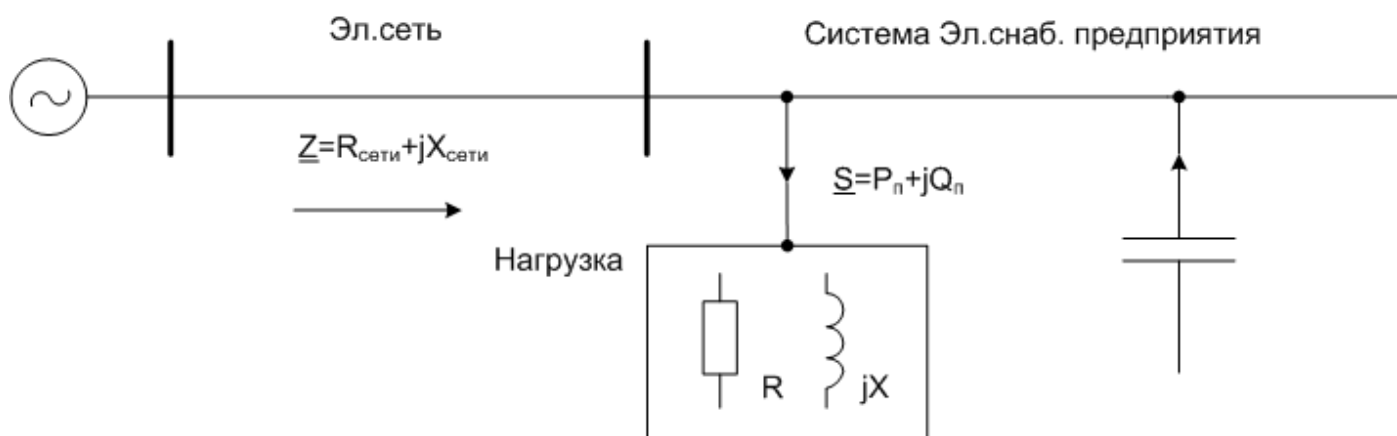


Рисунок 1 - Принципиальная схема электроснабжения потребителей

На рис.1 изображена принципиальная схема электроснабжения потребителей, для которой известны активные сопротивления сети ($R_{\text{сети}}$), индуктивные сопротивления сети ($X_{\text{сети}}$), реактивная мощность потребителей (Q_n), активная мощность потребителей (P_n), напряжение сети (U), установленная мощность батарей конденсаторов, компенсирующих реактивную мощность потребителей (Q_k).

Основным потребителем реактивной мощности на электрифицированных железных дорогах является электроподвижной состав (электровозы и электрички). Железнодорожные перевозки занимают 80% всех перевозок, а перевозки с помощью поездов электровозами около 50%. Электровозы сочетают в себе такие качества, как большая мощность и маленькая себестоимость перевозок. Поэтому они получили такое большое распространение.



На железных дорогах России, электрифицированных на переменном токе, эксплуатируются электровозы, оборудованные полупроводниковыми преобразователями для питания тяговых двигателей, в том числе около 15% - выпрямительно-инверторными преобразователями (ВИП) с зонно-фазовым регулированием. Общим недостатком всех электровозов переменного тока является повышенное потребление реактивной мощности, достигающее 80% и более активной мощности, искажение формы тока в контактной сети, которые обуславливают низкие значения коэффициента мощности, не превышающие в эксплуатации 0,8.

Улучшение энергетических показателей системы тягового электроснабжения переменного тока достигается при помощи стационарных устройств компенсации реактивной мощности (КРМ), устанавливаемых на тяговых подстанциях. Они обеспечивают компенсацию реактивной мощности, частично симметрирование по токам обратной последовательности и фильтрацию гармоник тягового тока. При этом снижается потребление реактивной мощности только из системы внешнего энергоснабжения, а внутреннее потребление реактивной мощности и связанный с этим дополнительный расход электроэнергии в тяговой сети сохраняются.

Для уменьшения потерь, помимо установок компенсации реактивной мощности (КРМ) на электроподвижном составе, которые конструктивно представляют собой конденсаторы, возможно применение компенсированных трансформаторов. В качестве компенсированных трансформаторов могут быть использованы уже существующие трансформаторы электроподвижного состава, в которых изолированные листы электротехнической стали используются в качестве обкладок конденсатора (компенсированный трансформатор) [1, 2, 3], опытный образец которого изготовлен на кафедре «Электротехнические комплексы и системы» (рисунок 1, 2).

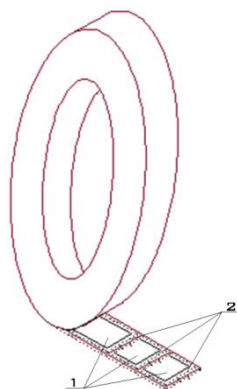


Рисунок 1 – Магнитопровод тороидального компенсированного трансформатора
1 - ферромагнитная лента; 2 – изоляция

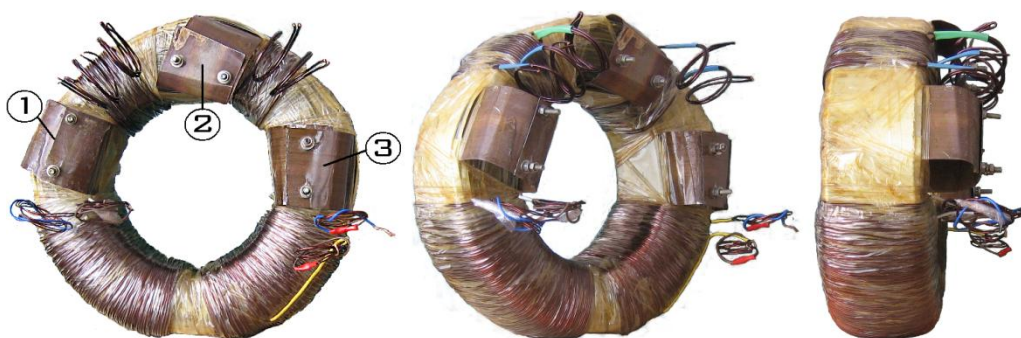


Рисунок 2 – Тороидальный компенсированный трансформатор

Исследования опытного образца компенсированного трансформатора показали, что при подаче напряжения на изолированные листы магнитопровода ток холостого хода трансформатора уменьшается на 10%, на основании чего можно сделать вывод что конструкция трансформатора работает.

Предварительные расчеты показывают, что при изменении технологии изготовления трансформаторов на электроподвижном составе электрифицированных железных дорог емкости существующих магнитопроводов достаточно для компенсации реактивной мощности трансформатора и тяговых двигателей, что дает экономию электроэнергии применительно к расчетным участкам Красноярской железной дороги в денежном выражении 60000 рублей на один километр.

Список литературы

1. Пат. 112497 Российская Федерация, МПК H01F 27/34. Трансформатор / А. И. Орленко, В. И. Пантелеев, Ю. П. Попов, Л. С. Синенко, И. Е. Чмилев; заявитель и патентообладатель ФГАУВПО Сибирский Федеральный Университет – №2011132882/07; заявл. 04.08.11; опубл. 10.01.12, Бюл. №1 – 1с.
2. А. с. 1403893 СССР, S U 1403893 A1 H 01 F 27/24. Трансформатор / Ю. П. Попов, А. Ю. Южанников (СССР). – №4138034/24-07; заявл. 22.10.86; ДСП.
3. А. с. 1391369 СССР, S U 1391369 A1 H 01 F 27/24. Трансформатор / А. И. Грюнер, Ю. П. Попов, А. Ю. Южанников, Е. Ю. Лохмакова (СССР). – №4080214/24-07; заявл. 05.05.86; ДСП.