

З.Г. Иванова
Н.Л. Макарова

Марийский государственный университет

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВИТКОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ В ОБМОТКАХ СУХИХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Широкое применение в системах электро-снабжения находят силовые малогабаритные трансформаторы с сухой изоляцией, которые менее пожароопасны, требуют меньших затрат при их эксплуатации.

Однако они обладают низким уровнем изоляции по сравнению с маслонаполненными трансформаторами, что вызывает их отказы, связанные с витковыми замыканиями.

Выявление витковых замыканий требует высокой квалификации персонала, использование различных типов приборов и занимает много времени. Поэтому важной задачей является разработка новых типов технических средств для диагностирования указанных трансформаторов, обеспечивающих своевременное обнаружение и устранение выявленных дефектов.

Следовательно, задача разработки информативных, точных и быстродействующих средств для оценки работоспособности сухих силовых трансформаторов является актуальной.

На первом этапе исследования был выполнен расчет резонансных частот работоспособного трансформатора, а затем экспериментальные замеры для получения АЧХ. Полученная резонансная частота служила в качестве опорной для сравнения с полученными результатами при моделировании витковых замыканий в различных частях обмотки. Отличие расчетной величины основной резо-

нансной частоты обмотки ВН от экспериментально полученной составило не более 8% ($\Delta < 5,3$ кГц).

На следующем этапе проводились эксперименты по моделированию витковых замыканий по высоте обмотки в верхней, средней и нижней частях фаз А, В и С. При проведении экспериментальных исследований по снятию частотных характеристик в обмотках ВН моделировали в одной из фаз обмотки витковое замыкание шунтированием определенного числа (2,5, 5, 7,5 и 10 %) замкнутых витков в характерных зонах по высоте обмотки.

В результате теоретических и экспериментальных исследований было установлено, что возникновение витковых замыканий в трансформаторе ТСЗ-630/10 (от 2,5 до 10% на разных участках обмотки ВН) оказывает влияние на изменение индуктивности. При этом происходит смещение основной резонансной частоты обмотки [1, 2]. На основании полученных результатов возможна разработка технического устройства, позволяющего провести экспресс-анализ трансформаторного оборудования, целью которого является:

- определение наличия и местоположения витковых замыканий в обмотках;
- оценка масштаба полученного повреждения.

На наличие витковых замыканий в обмотке трансформатора указывает сам факт смещения основной резонансной частоты (рис. 1).

Оценка масштаба повреждения производится путем определения величины смещения резонансной частоты Δf относительно основной (опорной) резонансной частоты АЧХ обмотки, снятой при вводе трансформатора в эксплуатацию.

Функциональная схема устройства для выявления витковых замыканий в обмотках сухих трансформаторов показана на рис. 2.

Принцип работы устройства следующий: генератор \mathcal{G} вырабатывает синусоидальные высокочастотные импульсы (например, пакет из шести импульсов вышеупомянутых частот), а сблокиро-

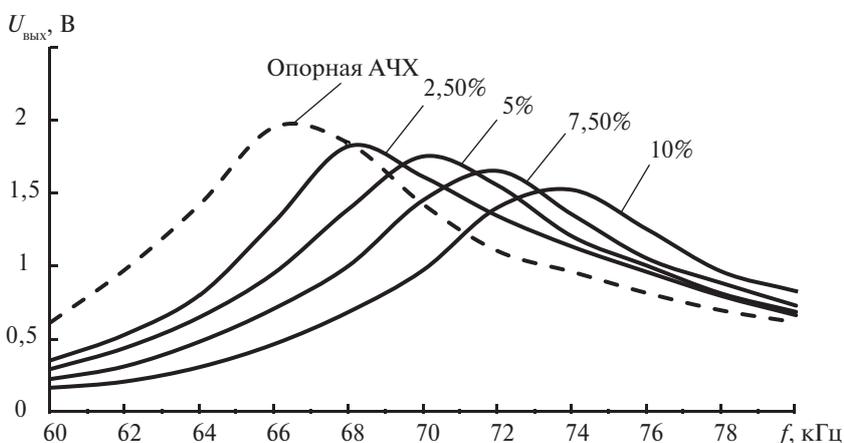


Рис. 1. АЧХ фазы А (поврежденная фаза) при витковом замыкании в верхней части обмотки ВН

ванный с ним усилитель усиливает эти импульсы, компьютер 8 по заданной программе дает команды генератору 9 на чередование длительности и паузы сигналов, а также порядок чередования импульсов, (пакет должен различать «свой не свой» в помехах сети). Этот пакет импульсов через фильтр 5 от помех и фильтр 3 с помощью кабеля поступет на низковольтные вводы 1 контролируемого силового трансформатора. Пакет импульсов, пройдя через обмотки контролируемого трансформатора 1, поступает на соответствующие выводы трансформатора и с помощью кабеля поступает на вход фильтра 2, а с его выхода через фильтр 4 от помех и согласующий блок 6 поступает в компьютер 8. Базовые сигналы этого пакета импульсов от генератора 9 через согласующий блок 7 поступает также на компьютер 8. К блоку электропитания 10 подключены компьютер 8, генератор 9, а от них запитаны блоки 6, 7 и фильтры 2–5 устройства. Компьютер 8 по заданной программе производит расчет резонансных частот и их смещение от опорных значений. В дальнейшем делается сравнение текущих величин с первыми и предыдущими значениями, хранящимися в памяти компьютера. В память компьютера внесены все контролируемые объекты с измеренными величинами и накопительно последние замеры. По динамике изменения измеряемых величин прогнозируется время отбраковки контролируемых трансформаторов, что позволяет обеспечить работоспособность сухих силовых трансформаторов.

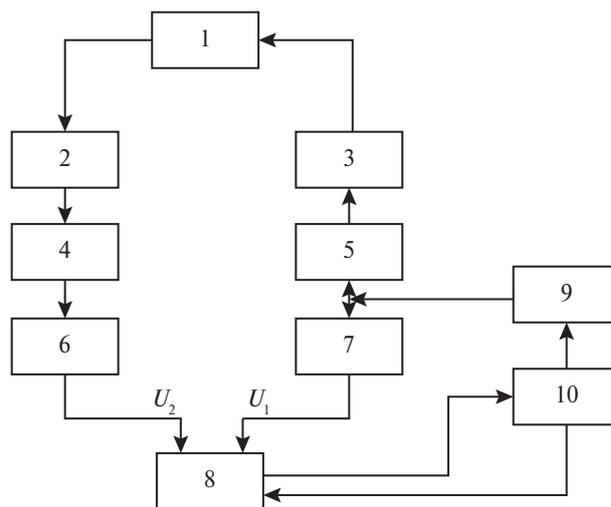


Рис. 2. Функциональная схема устройства для выявления витковых замыканий:
 1 — объект исследования (силовой сухой трансформатор); 2–5 — фильтры; 6, 7 — согласующие блоки; 8 — компьютер; 9 — генератор высокочастотных сигналов с усилителем; 10 — блок питания

Список литературы

1. Градов А.А., Макарова Н.Л. Экспериментальные исследования витковых замыканий // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. — 2012. — № 10. — С. 32–37.
2. Макарова Н.Л., Ахметшин Р.С. Диагностирование состояния изоляции силовых трансформаторов сельских электрических сетей: монография. — М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2012. — 90 с.