

Список использованных источников

1. Прищепов, М.А. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при несимметричной нагрузке / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленкевич // Агропано-рама. – 2018. – № 6. – С. 25-31.

**Протосовицкий И.В., к.т.н., доцент, Протосовицкий Д.И.
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**

КОММУТАЦИОННЫЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ В ТРАНСФОРМАТОРАХ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМАХ

Значительная часть силовых трансформаторов, установленных в сельских сетях 0,4-10 кВ, находится под воздействием большого количества негативных факторов от внутрисетевых до окружающей среды, которые негативно сказываются на сроках эксплуатации.

Значительный ущерб силовым трансформаторам и подключенным к ним потребителям наносят перенапряжения, обусловленные коммутационными перенапряжениями, возникающими в сетях или атмосферными явлениями. Достигающие выводов трансформаторов перенапряжения могут быть ограничены большим количеством устройств защиты, находящимися вне трансформатора. Гораздо сложнее организовать устройство защиты от перенапряжений, возникающих внутри трансформатора при распределении электромагнитной волны вдоль обмотки, при этом напряжения между отдельными витками обмоток могут значительно превысить напряжения установившегося режима. Пробой изоляции влечет за собой выход трансформатора из строя и нарушение нормальных условий эксплуатации данной установки. При этом процессы, происходящие в трансформаторе при перенапряжениях, являются случайными и в полном объеме не поддаются математическому анализу.

Часто оборудование выходит из строя с некоторой задержкой, так как вызванное незначительными переходными процессами старение изоляции происходит постепенно. Это связано с тем, что со временем дефекты в изоляции развиваются достаточно быстро, снижая ее электрическую прочность до столь низкой величины, что пробой может наступить в режиме нормальной эксплуатации или при перенапряжениях, незначительно превышающих рабочее напряжение что, впоследствии, приводит к её частым повреждениям, длительным простоям оборудования и значительному экономическому ущербу.

Очевидно, что данные проблемы наиболее характерны для трансформаторов длительно находящихся в эксплуатации. Поэтому важно не только обеспечить надежную защиту изоляции трансформаторов, но и обеспечить условия для сохранения изоляцией своих электрических характеристик на относительно высоком уровне в течение всего расчетного срока службы, учитывая при этом воздействия перенапряжений и других негативных факторов.

В большом количестве публикаций подробно рассмотрены процессы, происходящие в обмотках трансформатора во время переходных процессов и определены факторы оказывающие наибольшее влияние: схема соединения обмоток трансформатора, режим заземления нейтрали, количество фаз, на которые приходится волна перенапряжения, конструкции обмоток[1].

При этом не рассматривается вопрос влияния симметрирующей обмотки в трансформаторах марки ТМГС_У (получившей широкое распространение в сетях 0,4-10 кВ в Республике Беларусь) на параметры перенапряжения в обмотках низкого напряжения (обмотках НН). Поэтому целью данного исследования являлось изучение данного вопроса с целью определения предпочтительной схемы соединения обмоток трансформатора с низкой стороны для минимизации воздействия коммутационных перенапряжений на изоляцию трансформаторов.

В работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния симметрирующей обмотки на примере трехфазного трансформатора малой мощности. Задачей эксперимента являлось определение степени её влияния на параметры перенапряжений в фазных обмотках низкого напряжения.

В экспериментах использована физическая модель трехфазного трансформатора 400/230 В мощностью 0,63 кВА., Первичные обмотки испытуемого трехфазного трансформатора подключены к сети трехфазного синусоидального напряжения с линейным напряжением 230В.

При статистической обработке данных для оценки влияния симметрирующей обмотки на параметры перенапряжения в качестве основных критериев использовалось сравнение средних значений и дисперсий.

Для иллюстрации влияния симметрирующей обмотки на рисунке 1 приведены сопоставления амплитуд импульсов перенапряжений при коммутации трансформатора с симметрирующей обмоткой и без неё на нагрузку разной степени несимметрии.

Из приведенных графиков амплитуд импульсов перенапряжений следует, что при включении трансформатора на несимметричную нагрузку, в трансформаторе с симметрирующей обмоткой наблюдается снижение амплитуд импульсов перенапряжений на входных зажимах трансформатора относительно земли и более равномерное распределение напряжения по фазным обмоткам низкого напряжения, что снижает негативное влияние

коммутационных перенапряжений как на продольную, так и на поперечную изоляцию.

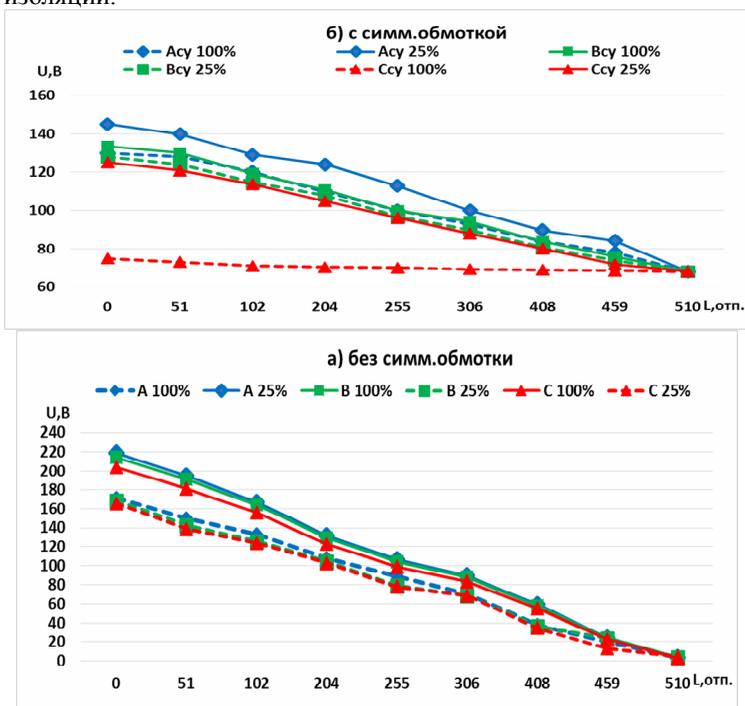


Рисунок 1. Амплитуды импульсов перенапряжений трансформатора при подключении нагрузки с несимметрией в 25% и 100%.

Вывод:

1. В трансформаторе без симметрирующей обмотки максимальная амплитуда импульсов перенапряжений в фазных обмотках зависит от величины несимметрии нагрузки.
2. В испытуемом трансформаторе в ходе эксперимента разность между амплитудами импульса перенапряжения с симметрирующей обмоткой и без неё на входных зажимах обмотки низкого напряжения в зависимости от степени несимметрии составила от 25% до 36%.

Список использованных источников

1. Астафьева, О.В. Исследование перенапряжений и разработка системы защиты от них в сетях среднего и высокого классов напряжения металлургических заводов и комбинатов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.14.12: защищена 25.05.2007: утверждена 11.10.2007/Халилов Фирудип Халилович. – Спб., 2007 – 224 с. – Библиогр.: с. 93–110. – 003069650.