

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

ВЛИЯНИЕ СИММЕТРИРУЮЩЕЙ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРА ТМГСУ НА ПАРАМЕТРЫ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Ключевые слова: перенапряжение, импульс перенапряжения, симметрирующая обмотка.

Аннотация. В статье рассмотрено влияние симметрирующей обмотки на процессы, происходящие в трансформаторе при коммутации несимметричной нагрузки. Выделены преимущества трансформаторов с симметрирующей обмоткой.

В процессе эксплуатации изоляция трансформаторов испытывает негативное воздействие многочисленных факторов, в результате чего происходит снижение её диэлектрической прочности. Одним из таких факторов являются внутренние перенапряжения, в частности, коммутационные перенапряжения, которые имеют значительные по величине амплитуды, высокую частоту собственных колебаний и значительную первоначальную скорость нарастания импульса.

Данная проблема наиболее характерна для потребителей с пониженным уровнем прочности изоляции, в частности для трансформаторов длительно находящихся в эксплуатации. 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 [1,2,3].

При этом не рассматривается вопрос влияния симметрирующей обмотки (получившей широкое распространение в сетях 0,4-10 кВ в трансформаторах ТМГсу) на параметры перенапряжения в обмотке низкого напряжения (обмотка НН) трансформатора.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований влияния симметрирующей обмотки на примере трехфазного

трансформатора малой мощности на характер распределения и амплитуду импульсов перенапряжения в обмотках НН.

В экспериментах использована физическая модель трехфазного трансформатора мощностью 0,63 кВА с $K_t=1,73$, количество витков в НВ обмотке – 510, в ВН обмотке - 880, симметрирующая обмотка – 170 витков, обмотка ВН соединена в «звезду», фазные обмотки НН соединены в «звезду с нулем» с возможностью коммутации симметрирующей обмотки. Отпайки для измерения напряжения в НВ обмотке выполнены для всех фаз в следующих витках: 51, 102, 204, 255, 306, 408, 459. Напряжение на первичные обмотки испытываемого трансформатора подается посредством трехфазного автотрансформатора с синусоидальным напряжением. Нагрузкой для вторичной обмотки служат резисторы переменного сопротивления. Регистрация длительности и амплитуд импульсов перенапряжений выполнялась анализатором качества электроэнергии FLUKE 435 одновременно для трех фаз и нейтрали.

Полученные из осциллограмм данные систематизированы и согласованы по виткам для всех фаз обмотки НН трансформаторов.

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

На рисунке 1 приведены сопоставления амплитуд импульсов перенапряжения для трансформаторов ТМГ и ТМГС_у при коммутации несимметричной нагрузки.

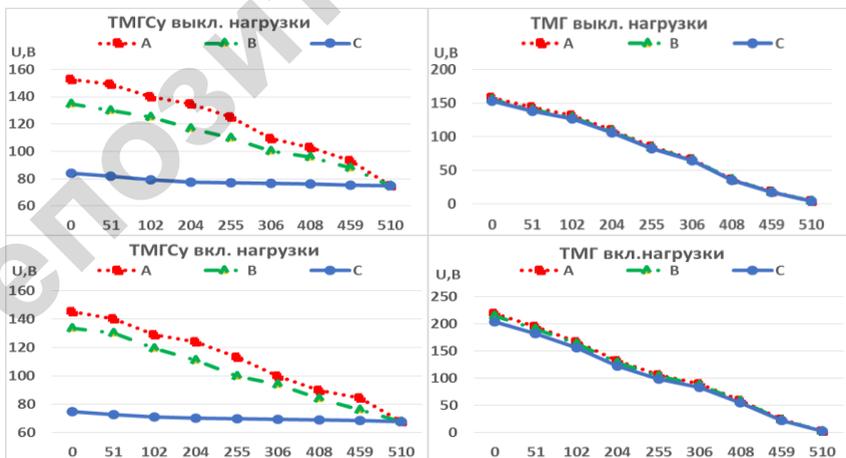


Рисунок 1. Амплитуды импульсов перенапряжений при коммутации несимметричной нагрузки $I_a=I_b=I_n$; $I_c=0$.

На рисунке 2 приведены сопоставления амплитуд импульсов перенапряжения для трансформаторов ТМГСу при включении и выключении нагрузки с несимметрией в 25% и 50% и диаграммы амплитуд импульса перенапряжений для фазы С ($I_n=0,25I_n..I_n$).

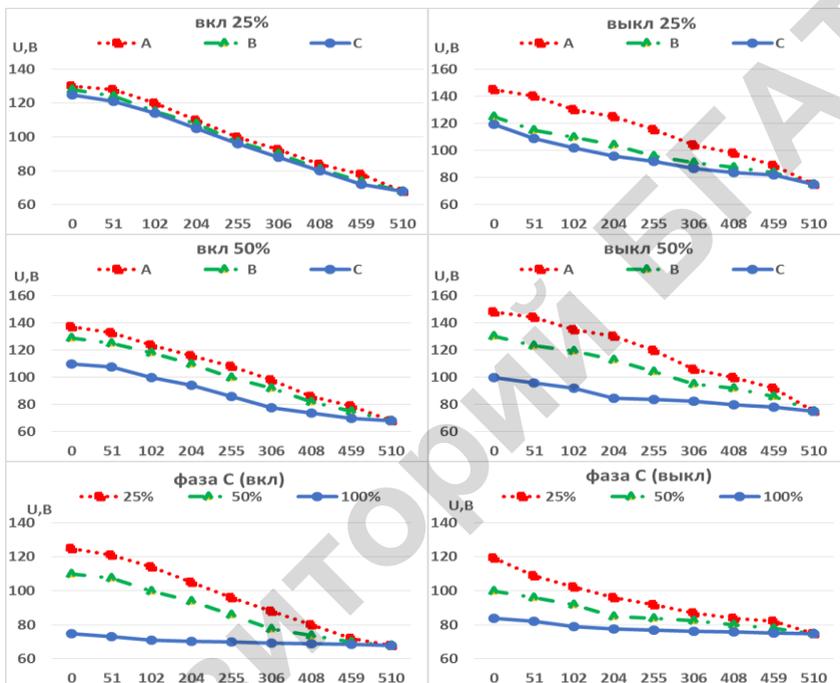


Рисунок 2. Амплитуды импульсов перенапряжений при коммутации несимметричной нагрузки $I_a=I_b=I_n$; $I_n=0,25I_n..I_n$.

Из сопоставления осциллограмм амплитуд импульсов перенапряжений по всей длине обмоток можно отметить следующие принципиальные особенности:

1. При отсутствии симметрирующей обмотки амплитуды импульсов перенапряжений имеют приблизительно одинаковые значения во всех фазах трансформатора в независимости от нагрузки. В трансформаторах с симметрирующим устройством амплитуды импульсов перенапряжений пропорциональны нагрузке фазы.

2. Значения амплитуд импульсов перенапряжений в трансформаторах с симметрирующим устройством значительно ниже и зависят от величины нагрузки на фазу и несимметричности нагрузки на трансформаторе.

3. Для трансформаторов с симметрирующей обмоткой характерно более равномерное распределение напряжения по всей длине обмотки при прохождении переходного процесса, вызванного коммутацией нагрузки.

4. Значения амплитуд импульсов перенапряжений в нулевой точке трансформатора при отсутствии симметрирующей обмотки при коммутации несимметричной нагрузки выше в среднем в 1,7 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние режима нейтрали и схем включения обмоток силового трансформатора на его импульсные характеристики: Труды КНЦ вып.22 (Энергетика вып.8 3/2014(22))/ Ю.М.Невретдинов, А.В.Бурцев, Г.П.Фастий, КНЦ РАН, 2014, 20с.

2. В. Ф. Важов. Техника высоких напряжений: курс лекций / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 112 с.

3. 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 – 224с. – Библиогр.: с. 93–110. – 003069650.

**Радкевич В.Н. к.т.н., доцент, Сталович В.В. магистр техн. наук
Белорусский национальный технический университет, г. Минск**

ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОЖИЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ АПК

Ключевые слова: линия электропередачи, кабель, броня, заземление, индуктивность, эффект близости, высшие гармоники, напряжение, реактивная мощность, компенсация, нагрев