

$$P_{азн} = \Delta P_a / (1 - \eta). \quad (16)$$

Тогда нормальный зарядный ток аккумуляторной батареи $I_{азн}$ определится как

$$I_{азн} = P_{азн} / U. \quad (17)$$

В литературе, например [4], обычно приводится рекомендуемая заводом-изготовителем для данного типа аккумуляторных батарей величина нормального зарядного тока в виде доли q ее емкости A . Тогда необходимую емкость аккумуляторной батареи можно определить как

$$A = I_{азн} / q. \quad (18)$$

Для проверки адекватности изложенной выше методики был проведен расчет параметров источников питания низковольтных цепей троллейбуса модели 101, серийно выпускаемого минским заводом Белкоммунмаш. В результате расчета было установлено, что для обеспечения нормальной работы системы низковольтного электрооборудования данного троллейбуса требуется аккумуляторная батарея емкостью 77,6 Ач и генератор, рассчитанный на ток не менее 105,5 А. Результаты расчета хорошо согласуются с данными троллейбусов модели 101. Так, на серийном троллейбусе установлена аккумуляторная батарея емкостью 70 Ач и генератор на 150А, ток которого ограничивается реле-регулятором на уровне 120 А, что говорит о адекватности предложенной методики.

Литература

1. Троллейбусы. Устройство и техническое обслуживание /Н.В. Богдан, Ю.Е. Атаманов, Р.Р. Джагитян и др.; Под ред. Н.В. Богдана. – Мн.: НПО «Трибофатика», 1997. – С. 256.
2. Ефремов И.С., Косарев Г.В. Теория и расчет троллейбусов (электрическое оборудование). – М.: Высш. шк., 1981. – С. 248.
3. Электрооборудование автомобилей /Пер. с нем. Н.И. Владинец; Под ред. С.П. Банникова. – М.: Транспорт, 1965. – С. 256.
4. Савостьянов М.Н. Пособие для радиомастера. – М.: ДОСААФ, 1956. – С. 256.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

О.В. Лымарь

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Широков О.Г.

Контроль качества электроэнергии в сетях с номинальным напряжением свыше 0,4 кВ требует использования первичных масштабных преобразователей напряжения. Согласно РД 34.15.501-88 для этого должны применяться стандартные трансформаторы напряжения (ТН), частотные характеристики которых не нормируются и мало исследованы. Наряду с этим в число нормируемых ГОСТ 13109-97 характеристик входят коэффициенты гармонических составляющих напряжений до 40-й гармоники (2 кГц). Таким образом, актуальной и требующей быстрого решения является задача исследования и нормирования частотных характеристик существующих и вновь разрабатываемых ТН.

В Российской Федерации уже разработан и включен в программы испытаний метод измерения частотных характеристик ТН (решение научно-технической комис-

сии по метрологии и измерительной технике Госстандарта РФ, протокол №17 от 15 декабря 1998 г.) [1]. Метод измерений состоит в сличении испытуемого трансформатора с эталонным делителем напряжения. Принципиальная схема испытательной установки представлена на рис. 1.

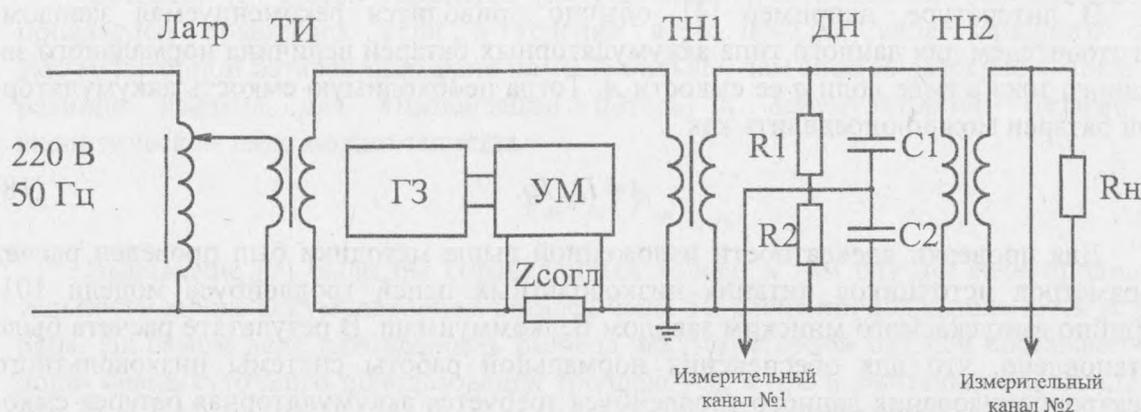


Рис. 1. Принципиальная схема установки для исследования частотных характеристик трансформаторов напряжения: ТИ – трансформатор изолирующий; ГЗ – звуковой генератор; УМ – усилитель мощности; ТН1 – повышающий трансформатор; ТН2 – исследуемый трансформатор напряжения; ДН – делитель напряжения; Zсогл – согласующее устройство; R_н – нагрузка исследуемого трансформатора.

Схема позволяет подавать на вход исследуемого трансформатора синусоидальный сигнал основной частоты (с некоторыми искажениями, существующими в сети и привносимыми разделительным, регулирующим и повышающим трансформаторами) с наложением любой гармоник (при помощи ГЗ и УМ).

Рассмотренный метод имеет ряд существенных недостатков, связанных с тем, что исследования проводятся только на двух гармониках, фазу которых задать нет возможности.

Указанных недостатков можно избежать в том случае, когда формируется весь спектр. На этом принципе и базируется разработанный метод измерения частотных характеристик ТН, позволяющий:

- формировать спектр из 40 гармоник, а также любого их сочетания;
- задавать не только амплитуды отдельных гармоник, но и их фазы относительно гармоники промышленной частоты.

Принципиальная схема установки для исследования частотных характеристик низковольтных ТН представлена на рис. 2.

Измерительный генератор, формирующий спектр, выполнен на основе ЦАП ПЭВМ (звуковая карта). Для этого на языке PASCAL написана программа для формирования цифрового файла (16-ти битного с частотой дискретизации до 96 кГц), в котором содержится информация об одном периоде гармонического сигнала. Воспроизведение данного файла осуществляется программой SOUND FORGE 4.5.

Выработанный сигнал со звуковой карты (амплитудой приблизительно 1,2 В) усиливается (см. рис. 2) до напряжения 140 В. Усилитель состоит из усилителя звуковой частоты номинальной мощностью 40 Вт и повышающего трансформатора, охваченного отрицательной обратной связью.

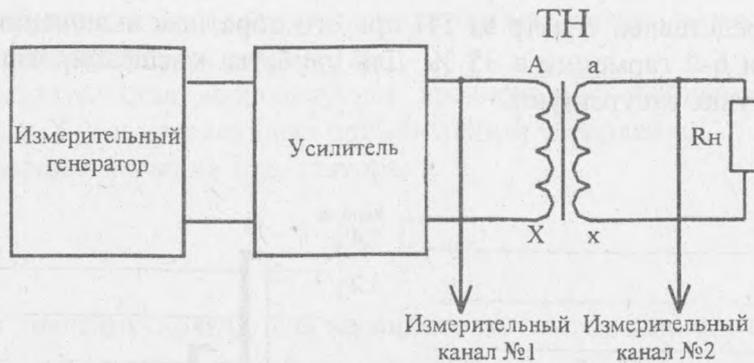


Рис. 2. Схема установки для исследования частотных характеристик ТН

Проведенная проверка показала, что при частоте 50 Гц и напряжении 100 В коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения на выходе усилителя составляет 0,4 %. Во всех экспериментах спектр фиксировался «Анализатором гармоник электрической сети 43250». Несмотря на большую погрешность измерения (10 %), с помощью данного прибора удалось выявить основные закономерности при трансформации гармонического сигнала через ТН.

Исследования частотных характеристик проводились на однофазном ТН с напряжением стороны высокого напряжения (ВН) 100 В и напряжением стороны низкого напряжения (НН) 4 В. Данный измерительный ТН входит в комплект оборудования «НЕВА OS» (Санкт-Петербург) и «Комплекса по регистрации параметров электрических сигналов» (КРПЭС), разработанного на кафедре «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого, установленного на нефтеперекачивающих станциях РУП «Гомельтранснефть Дружба».

Результаты исследования влияния ТН на измеряемый спектр из двух гармоник оказались схожими с теми, что были получены в Российской Федерации [1]. Таким образом, можно предположить, что процессы трансформации спектра в высоковольтных и низковольтных ТН во многом схожи.

На рис. 3 представлены частотные характеристики ТН (в виде зависимости коэффициента трансформации от частоты и уровня приложенного напряжения) при трансформации в прямом направлении (сигнал со стороны ВН трансформируется на сторону НН) и в обратном направлении (сигнал со стороны НН трансформируется на сторону ВН).

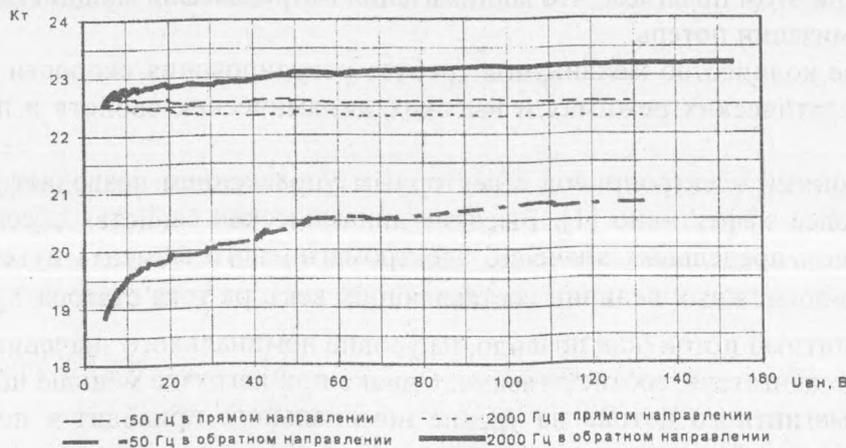


Рис. 3. Частотные характеристики трансформатора напряжения

На рис. 4 представлен спектр за ТН при его обратном включении и заданном содержании 9-й и 6-й гармоник в 35 %. Для удобства масштабирования заданные гармоники на рисунке отсутствуют.

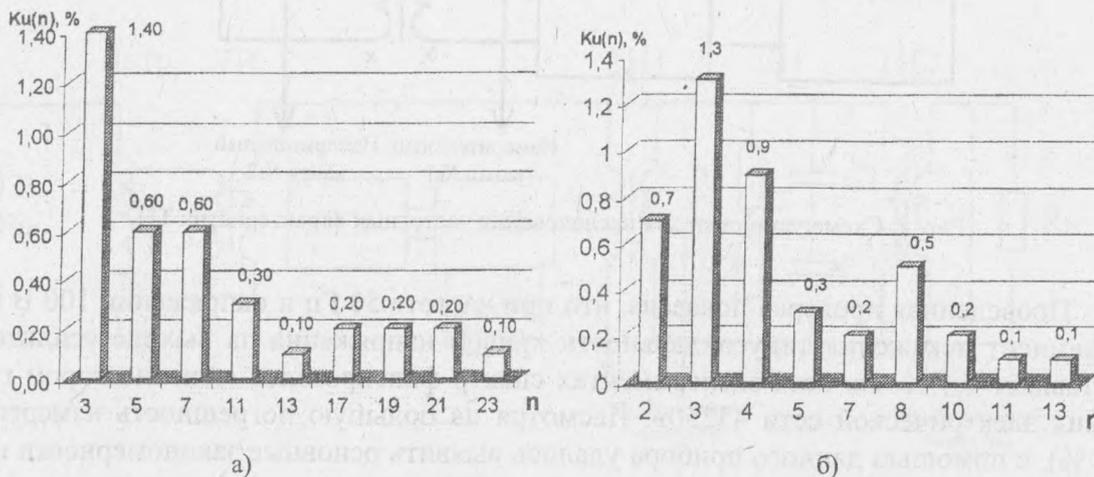


Рис. 4. Гармонический спектр за ТН при заданных 9-й (а) и 6-й (б) гармониках

Литература

1. Метод измерений частотных свойств трансформаторов напряжения, используемых для контроля ПКЭ. В кн.: Метрологическое обеспечение электрических измерений в электроэнергетике / В.Н. Ярославский, Н.А. Боярин, А.А. Алексеев и др. – М.: ВНИ-ИМС, 2000.

АЛГОРИТМ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С МИНИМИЗАЦИЕЙ ПОТЕРЬ

А.В. Симонович, В.М. Малашенко, Д.В. Винничек

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель Петренко Ю.Н.

Целью данной работы является моделирование электропривода на основе асинхронного двигателя с векторным управлением при минимизации потребляемой мощности; при этом полагаем, что минимизация потребляемой мощности достигается при минимизации потерь.

Большое количество механизмов требует регулирования скорости в широких пределах в статических режимах и высоких динамических свойств в переходных режимах.

Асинхронный электропривод с векторным управлением позволяет решать эти задачи наиболее эффективно [1]. Высокие динамические свойства обеспечиваются формированием предельных значений электромагнитного момента путем создания максимально-возможных величин составляющих вектора тока статора i_{1x} и i_{1y} , создающих магнитный поток (как правило, на уровне номинального значения) и момент асинхронного двигателя, соответственно. Однако при нагрузке меньше номинальной сохранение магнитного потока на уровне номинального приводит к повышенным потерям в магнитной цепи.