

		7 модель														
Номер узла		14-П6	15	15-П7	15-П8	16	16-П9	17	17-П10	17-П11	18	18-П14	18-П15	19	19-П16	19-П17
К _Ф	1,0	13,57	13,52	13,64	13,56	13,86	13,90	13,90	13,93	13,92	15,94	16,06	16,00	16,91	17,11	16,95
	0,8	10,85	10,82	10,91	10,85	11,08	11,12	11,12	11,14	11,13	12,76	12,85	12,80	13,52	13,69	13,56
	0,6	8,14	8,11	8,18	8,14	8,31	8,34	8,34	8,36	8,35	9,57	9,64	9,60	10,14	10,27	10,17
	0,4	5,43	5,41	5,46	5,43	5,54	5,56	5,56	5,57	5,57	6,38	6,42	6,40	6,76	6,85	6,78

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ В СХЕМАХ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

О.В. Лымарь

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

Научный руководитель Широков О.Г.

Присоединение средств измерения показателей качества электроэнергии (ПКЭ) к сетям и системам электроснабжения требует применения первичных измерительных преобразователей, к которым относятся, в частности, трансформаторы тока (ТТ), а в сетях выше 0,38 кВ – и трансформаторы напряжения (ТН). Согласно РД 34.15.501-88, для этого должны применяться стандартные штатные ТН и ТТ, предназначенные для учета электроэнергии. С учетом того, что в большинстве узлов учета электроэнергии установлены трансформаторы с классами точности 0,5 и 1,0 по ГОСТ 13109-97, допускается до замены таких трансформаторов более точными производить контроль КЭ при погрешности измерений, в 1,5 раза превышающей установленные стандартом нормы. Однако это не решает проблему точности измерения ПКЭ в связи со следующими обстоятельствами.

Известно, что в условиях эксплуатации эти трансформаторы практически не подвергаются периодической поверке и их реальные коэффициенты трансформации могут быть сколь угодно далеки от номинальных значений. Что же касается частотных свойств трансформаторов, значение которых необходимо при измерении таких ПКЭ, как коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициенты гармонических составляющих, то такие характеристики трансформаторов не нормируются и мало исследованы. Вместе с тем, известно, например, что у индуктивных трансформаторов напряжения в области 1 кГц (20 гармоника) могут возникать резонансные явления, приводящие к погрешностям измерений в сотни процентов, а емкостные трансформаторы напряжения в принципе не могут быть использованы в подобных целях. В равной мере не очевидна возможность применения ТТ и ТН для измерения переходных процессов, в том числе колебаний напряжений и токов, временных перенапряжений и провалов напряжения, импульсов напряжения и тока, частотный спектр которых простирается до десятков мегагерц. Помимо технических, это создает и чисто формальные проблемы, поскольку в областях, подлежащих обязательному государственному контролю и надзору, а именно к такой области относится обязательная сертификация электроэнергии, применение непроверенных СИ, типы которых не утверждены, недопустимо.

Таким образом, актуальными и требующими скорейшего решения являются задачи изучения динамических характеристик ТТ и ТН.

В данной работе исследованы амплитудно-частотные характеристики однофазного ТН 100/4 В, который рассматривается как модель для дальнейшего изучения высоковольтных трехфазных ТН.

С этой целью был разработан генератор гармонического сигнала, позволяющий задавать как амплитуду каждой гармоники в выходном сигнале, так и ее фазу. Генератор выполнен на основе ЦАП ПЭВМ (звуковая плата). Для этого на языке PASCAL разработана программа для формирования звукового файла (16-ти битного с частотой дискретизации до 96 кГц), воспроизведение которого осуществляется программой для обработки файлов звукового стандарта SOUND FORGE 4.5. Данный сигнал со звуковой карты (амплитудой приблизительно 1,2 В) усиливается до мощности 40 Вт и напряжения 130 В. В качестве усилителя используется усилитель звуковой частоты. Проведенная проверка на анализаторе гармоник электрической сети 43250 показала, что при сигнале 50 Гц и напряжении $50 \div 110$ В коэффициент несусоидальности данного генератора составляет 0,4 %, при абсолютной погрешности самого измерительного прибора $\pm 0,5$ %. Как видно, измеренный коэффициент несусоидальности сопоставим с погрешностью самого измерительного прибора, и реально может быть гораздо меньше.

Амплитудно-частотные характеристики ТН снимались вольтметром В7-47 (класс точности на частотах 50–5000 Гц составляет 0,5) по схеме, приведенной на рис. 1.

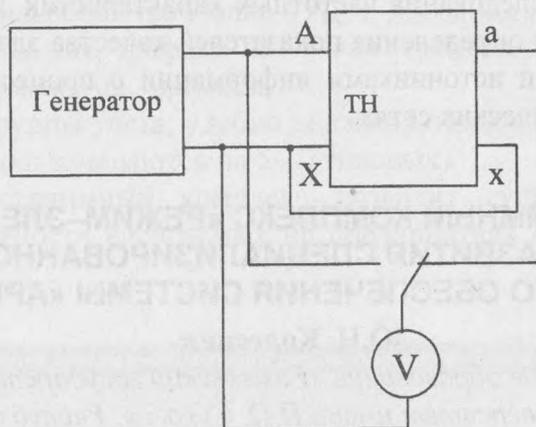


Рис. 1. Схема эксперимента

Проведенные исследования показали, что, по крайней мере, на трех гармониках прослеживается тенденция снижения коэффициента трансформации при приближении входного сигнала к 30 % от номинального напряжения, а при его дальнейшем повышении опять наблюдается рост коэффициента трансформации. Этот процесс имеет размах приблизительно 0,8 % (см. рис. 2).

Были также проведены исследования (до 24-й гармоники) с помощью двух вольтметров: МП-1 был установлен с высокой стороны, а В7-47 – с низкой. Они показали, что коэффициент трансформации снижается приблизительно на 0,1 % на каждую гармонику, но эти данные требуют дополнительной проверки, т. к. вольтметр МП-1 имеет низкий класс точности (2 % при частоте до 450 Гц и 5 % при частоте до 1 кГц).

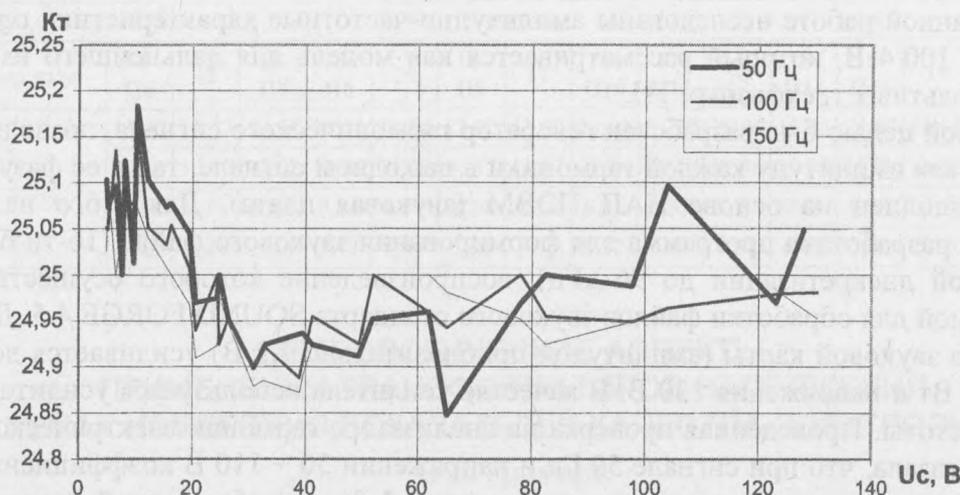


Рис. 2. Зависимость коэффициента трансформации от уровня напряжения сети и частоты

Требует также дополнительной проверки тот факт, что при остаточной намагниченности, возникающей вследствие провала напряжения, при малом входном сигнале (приблизительно 15 %) коэффициент трансформации повышается, по-видимому, это связано с искажением формы сигнала при прохождении через ТН.

Таким образом, исследования частотных характеристик ТН являются актуальными для решения задач определения показателей качества электроэнергии, т. к. ТН являются единственными источниками информации о процессах, происходящих в высоковольтных электрических сетях.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «РЕЖИМ-ЭЛЕКТРО» ДЛЯ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ «АРМ-ЭЛЕКТРО»

Ю.Н. Колесник

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

Научный руководитель Токочакова Н.В.

«АРМ-ЭЛЕКТРО» (автоматизированное рабочее место) является звеном, связывающим информационные потоки, поступающие от систем учета, с электриком-специалистом, принимающим решение. Развитие специализированного программного обеспечения «АРМ-ЭЛЕКТРО», использующего массивы статистической информации от системы учета, позволит повысить эффективность управления электропотреблением. Целью создания специализированного программного обеспечения является автоматизация решения задач управления энергетическим хозяйством потребителя электроэнергии.

Применение аппарата кластерного анализа позволило достичь высоких результатов при моделировании режимов электропотребления. Разработан комплекс программ «Режим-Электро», позволяющий проводить структурные и типологические исследования параметров режимов электропотребления: суточные графики и значения электропотребления за любой выбранный промежуток времени, для любой группы учета предприятия, производственного объединения, энергосистемы (рис. 1-4). Алгоритм