

**Янукович Г.И., к.т.н., профессор, Королевич Н.Г., к.э.н.,
Тюнина Е.А., ст. преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**

СИММЕТРИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Ключевые слова: качество электрической энергии, напряжение, электрические сети, трансформаторы, симметрирующие устройства.

Аннотация. В статье показано качество электрической энергии в сельских электрических сетях и некоторые способы его повышения. Приведены рекомендации кафедры электроснабжения БГАТУ по симметрированию нагрузки, способствующей улучшению качества напряжения.

Качество электрической энергии по многим показателям зависит от характера нагрузки. В сельских электрических сетях основными показателями являются несимметрия напряжений, отклонения напряжений, несинусоидальность напряжений.

В 1972 году исследованием несимметрии напряжений в Беларуси занимался ЦНИИМЭСХ. Исследования показали, что 33% всех отклонений напряжения за летние сутки и 53% за зимние сутки выходило за допустимые в то время пределы $\pm 7,5\%$. Только в 20% измерений коэффициент несимметрии не превышал величины 5%, нормируемый в то время для электродвигателей.

В 80-х годах исследования качества напряжения проводились также и кафедрой электроснабжения БГАТУ [1]. Анализу были подвергнуты графики напряжений, снятые в зимнее время в Минской, Гомельской, Гродненской и Могилевской областях. Они показали, что отклонения напряжения от номинального нередко значительно превышают допустимые пределы. Так, например, максимальные значения их достигали в начале линии $+11,4\%$ и $-4,8\%$, а в конце линии $+8,3\%$ и $-18,2\%$, что безусловно недопустимо. Как видно, в сельских электрических сетях республики имеет место несимметрия напряжений. Коэффициент несимметрии по

обратной последовательности K_{2U} составил 4 %, а коэффициент несимметрии по нулевой последовательности K_{0U} около 8 %.

В 2007 году с использованием новейших приборов было проверено качество напряжения в электрических сетях ряда регионов республики. Исследования показали, что при загрузке трансформаторов менее 50 % установленных в жилом секторе, коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности в течение суток изменялся от 0,7 до 1,1. Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности – от 0,9 до 2,1.

При загрузке трансформаторов более 50 %, установленных в коммунально-бытовом секторе, коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности составил 2,1%, коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности – 5,8. В производственном секторе значение этих коэффициентов оказались несколько ниже [2].

Снизить несимметрию напряжений в распределительных сетях можно рациональным распределением однофазных нагрузок между фазами, чтобы сопротивления этих нагрузок в фазах были равны между собой. Для этой цели разработан ряд симметрирующих устройств, автоматически перераспределяющих нагрузки по фазам. Однако они практического применения в условиях сельских электрических сетей не нашли по причине их сложности, малой мощности однофазных сельскохозяйственных электроприемников, а также из-за снижения надежности электроснабжения однофазных потребителей при применении этих устройств.

Способностью симметрировать напряжение, обладают трансформаторы с некоторыми схемами соединения обмоток («звезда–зигзаг–нуль», «звезда–звезда–нуль–разомкнутый треугольник», «звезда–звезда–нуль с симметрирующим устройством» и др.).

В 2010 г. кафедрой электроснабжения БГАТУ было предложено новое симметрирующее устройство [3], позволяющее путем перераспределения токов нагрузки в фазных проводах при несимметричной нагрузке фаз повышать качество напряжения в трехфазной четырехпроводной сети. Оно содержит магнитопровод и расположенные на нем три обмотки, начала которых подключены к источнику питания, а концы – к линиям электропередачи с несимметричной нагрузкой. Каждая обмотка выполнена с одинаковым числом витков и включена в рассечку соответствующего фазного провода источника питания.

Так как коэффициент трансформации устройства равен единице, то большие значения токов в некоторых фазах будут трансформироваться в другие фазы, где ток меньше. Это приводит к перераспределению токов по фазам, и происходит их взаимное выравнивание независимо от величины нагрузки. Последнее приводит к симметрированию напряжения при несимметричной нагрузке фаз.

Вместо двухстержневого магнитопровода может быть использован трехстержневой магнитопровод, изображенный на рисунке.

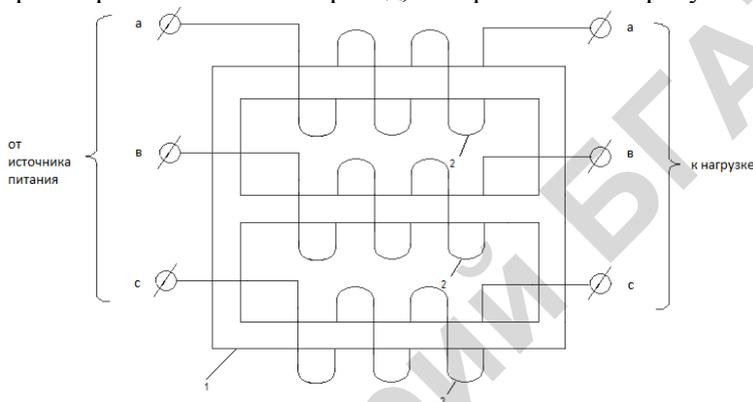


Рис. 2. Устройство для симметрирования нагрузки на базе трехстержневого магнитопровода: 1 – магнитопровод; 2 – обмотка

На каждом стержне намотано по одной обмотке. Принцип действия такой же, как описано выше. На кафедре изготовлены установки и планируются провести экспериментальные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Янукович Г.И. Пути улучшения показателей несимметрии и несинусоидальности напряжения в сельскохозяйственных установках: монография. - Минск: БГАТУ, 2013.
2. Янукович Г.И., Тюнина Е.А., Збродыга В.А., Королевич Н.Г. Несимметрии напряжений в сельских электрических. Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции (Минск, 26-27 ноября 2015 года. Минск, БГАТУ, 2015.
3. Янукович Г.И., Королевич Н.Г., Селицкая О.Ю., Збродыга В.А. Устройство для симметрирования напряжения при несимметричной нагрузке фаз. Патент на изобретение №16121, РБ, 27.09.2010.