УДК 621.316

К.А. НЕДОСЕКИНА, студентка гр. ЭП-102 (КузГТУ)
Научный руководитель: Т.Л. ДОЛГОПОЛ, доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

ПРОБЛЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Проблема отклонения напряжения сверх допустимых пределов является наиболее актуальной в вопросе обеспечения качества электрической энергии, поставляемой потребителям. В Кемеровской области наибольшее число жалоб потребителей на качество электрической энергии связано со значительными отрицательными отклонениями напряжения от номинального значения. Особенно актуально стоит вопрос по обеспечению качества электроэнергии для бытовых потребителей из-за технических особенностей питающих сетей класса 0,4 кВ и характеристик самих потребителей, представленных несимметричной и однофазной нагрузкой.

ГОСТ 32144-2013 регламентирует значения медленных отклонений напряжения в точке передачи электроэнергии в пределах $\pm 10\%$ от номинального значения.

Передача электрической энергии от источника питания к потребителям происходит с потерями напряжения в отдельных элементах систем электроснабжения: линиях, трансформаторах. Потери напряжения зависят от степени загруженности и параметров линий электропередач.

В случае больших потерь напряжения в электрических сетях, сетевые компании, как правило, повышают напряжение на трансформаторных подстанциях с целью компенсации этих потерь.

В связи с этим, потребители, расположенные ближе к подстанции, обычно получают повышенное напряжение, а наиболее удаленные потребители получают пониженное напряжение, превышающие допустимые отклонения $\pm 5\%$. Пониженное напряжение питающей сети опасно для нагрузок, имеющих в своем составе электрические двигатели. К подобной бытовой технике относятся стиральные машины, кондиционеры, холодильники. Бытовая электроника очень чувствительна к повышенному уровню напряжения и выходит из строя при значениях более 260 В.

Напряжение в сети как индивидуального, так и многоэтажного дома на протяжении суток принимает различные значения, это связано с различной загрузкой электрических сетей в течении дня. В моменты увеличенного потребления (утренний и вечерний максимум) напряжение уменьшается, а ночью или в выходные дни напряжение возрастает.

В статье рассмотрены различные способы обеспечения требуемых уровней напряжения в системах электроснабжения бытовых потребителей.

Одним из таких способов является изменение параметров питающих сетей: уменьшение длины, увеличение сечения или использование проводников с такой же пропускной способностью, но обладающими меньшими значениями сопротивлений.

Например, применение СИП в сетях 0,4 кВ позволяет снизить потери напряжения до 2% из-за более чем в 4 раза меньшего реактивного сопротивления линии по сравнению с ВЛ, выполненной голым проводом марки А или АС. Однако потери электрической энергии при одинаковых сечениях голых и изолированных проводов выше у изолированных из-за большего удельного активного сопротивления.

Можно увеличить напряжение, подводимое к наиболее удаленным потребителям сельских электрических сетей, используя вольтодобавочные трансформаторы. Более 2/3 электрических сетей напряжением 0,4 кВ в Кемеровской области были построены 30 и более лет назад. С учетом роста нагрузки бытовых потребителей для этих сетей характерна нестабильность напряжения и значительные потери напряжения для наиболее удаленных потребителей.

Применение вольтодобавочных трансформаторов позволяет решать следующие задачи: временное оперативное (монтаж не более четырех часов) решение проблемы низкого напряжения на ВЛ-0,4 кВ большой протяженности (более 1 километра); постоянное решение для ВЛ-0,4 кВ с отсутствием возможности реконструкции ввиду особенностей ландшафта местности и других ограничений, а также при наличии сезонной нагрузки и нецелесообразности проведения глубокой модернизации сети.

Самое важное, что при этом сетевые компании быстро реагируют на жалобы потребителей и вместе с тем получают возможность отсрочить капитальные вложения на реконструкцию линии электропередачи. Мощность предлагаемых на рынке ВДТ составляет от 16 до 66 кВА.

Кроме этого, для поддержания требуемых уровней напряжения можно использовать стабилизаторы напряжения, который включаются между "скачущей" сетью и потребителем электроэнергии, позволяя поддерживать в электрической сети заданное напряжение. Иначе говоря, прибор защищает оборудование от перенапряжения, бросков и "просадок" питающего напряжения. Хороший стабилизатор напряжения автоматически поддерживает на нагрузке уровень напряжения в 220 В при отклонениях от нормы величины входного напряжения питающей сети. Он надежно защищает любую, даже самую капризную аппаратуру от внезапного значительного изменения в электросети, например, от скачка до 310 В, который происходит при отгорании или обрыве нуля в питающей сети.

Появилось и совершенное новое низковольтное оборудование, позволяющее решить проблемы с пониженным уровнем напряжения в наиболее загруженной фазе. Таковым является универсальный автоматический электронный переключатель фаз ПЭФ предназначен для питания

промышленной и бытовой однофазной нагрузки 220В/50Гц от трехфазной четырехпроводной сети с целью обеспечения бесперебойного питания особо ответственных однофазных потребителей и защиты их от недопустимых колебаний напряжения в сети.

В зависимости от наличия и качества напряжения на фазах ПЭФ автоматически производит выбор наиболее благоприятной фазы и запитывает от нее однофазную нагрузку. Переключение нагрузки на другую фазу происходит не более чем за 0,2 с, если напряжение на ней соответствует допустимому уровню. При этом переключение на фазу с недопустимыми параметрами не производится.

В четырехпроводных электрических сетях России в основном используются трансформаторы со схемой соединения обмоток "звезда-звезда-нуль" (У/Ун). Неизбежным последствием неравномерности нагрузки фаз в сетях с трансформаторами У/Ун является увеличение потерь напряжения и мощности как в трансформаторах, так и в линиях из-за появления токов нулевой последовательности.

Эту проблему можно решить, как за счет проведения организационных мероприятий, так и использованием в системах электроснабжения бытовых потребителей трансформаторов со схемой соединения обмотки низшего напряжения «зигзаг» или трансформаторов со встроенными симметрирующими устройствами. К организационным мероприятиям относится пофазное перераспределение нагрузки при значительной разнице в нагрузках фаз.

В электрических сетях 0,4 кВ с большим удельным весом однофазных потребителей очень сложно равномерно распределить нагрузки по фазам, поскольку они включаются независимо друг от друга в разные моменты времени. Главной причиной увеличения потерь в таких сетях является несимметричная нагрузка, под действием которой значительно увеличиваются потери энергии в трансформаторе, и ухудшается качество выходного напряжения.

Соединение обмоток в «зигзаг» применяется для более равномерного распределения нагрузки вторичных обмоток между фазами трансформатора, что позволяет даже при неравномерной нагрузке сохранять магнитное равновесие. Трансформатор со схемой соединения обмоток У/Zн позволяет питать мощные однофазные потребители без ухудшения качества электрической энергии и риска аварии, а также значительно снизить потери электрической энергии, правильно выбрать защиту трансформатора от однофазных коротких замыканий, повысить надежность электроустановки в целом, увеличить резерв мощности за счет снижения добавочных потерь, возникающих в распределительных трансформаторах. Минусом обмотки зигзаг является больший на 15% расход материала на обмотки, что увеличивает конечную стоимость изделия. Выпускаются такие трансформаторы на мощность до 630 кВА.

При преобладании однофазной нагрузки для предотвращения явления «перекоса фаз» при реконструкции или уже на стадии проектирования сети можно предусмотреть установку трансформатора с обмоткой низшего напряжения зигзаг. В электрических сетях 0,4 кВ с большим удельным весом однофазных потребителей очень сложно равномерно распределить нагрузки по фазам, поскольку они включаются независимо друг от друга в разные моменты времени. Главной причиной увеличения потерь в таких сетях является несимметричная нагрузка, под действием которой значительно увеличиваются потери энергии в трансформаторе, и ухудшается качество выходного напряжения. Соединение обмоток в «зигзаг» применяется для более равномерного распределения нагрузки вторичных обмоток между фазами трансформатора, что позволяет даже при неравномерной нагрузке сохранять магнитное равновесие. Трансформатор У/Zн позволяет питать мощные однофазные потребители без ухудшения качества электрической энергии и риска аварии, а также значительно снизить потери электрической энергии, правильно выбрать защиту трансформатора от однофазных коротких замыканий, повысить надежность электроустановки в целом, увеличить резерв мощности за счет снижения добавочных потерь, возникающих в распределительных трансформаторах. Минусом обмотки зигзаг является больший на 15% расход материала на обмотки, что увеличивает конечную стоимость изделия. Выпускаются такие трансформаторы на мощность до 630 кВА.

Еще большего эффекта можно добиться при использовании трансформаторов с симметрирующими устройствами. Обмотка симметрирующего устройства включена в рассечку нулевого провода трансформатора из расчета того, что при несимметричной нагрузке и появлении тока в нулевом проводе трансформатора, а также связанного с ним потока нулевой последовательности, поток, создаваемый симметрирующим устройством равный по величине и направленный в противоположном направлении, компенсирует действие потока нулевой последовательности, предотвращая этим самым перекос фазных напряжений. Трансформаторы выпускаются на мощность от 25 до 250 кВА (тип ТМГСУ).

Список литературы:

1. ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 20 с.

2. ГОСТ 28249-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ. М.: Изд-во стандартов, 1994. – 37 с.

3. http://www.jais.ru/nov-pev301.htm.

4. http://www.alttrans.ru.

5. http://ske-electro.ru.
6. http://ske-electro.ru .
7. http://metz.by/publication/library/36.html.