

Токоев Маматомур Пирматович - к.т.н., доцент,
Абдыразакова Сырга Бекиевна - преподаватель,
Кубанычбек уулу Омурбек - магистрант,
Ошский технологический университет
E-mail: tokoev1965@mail.ru

ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Приводится общий анализ и мероприятия, повышающие качество электроэнергии.

Ключевые слова: качество электрической энергии, коэффициент несимметрии напряжения, несимметрия, потери электроэнергии, симметрирующее устройство, электрическая сеть низкого напряжения.

Tokoev Mamatomur Pirmatovich – candidate of technical sciences, associate professor,
Abdyrazakova Syrga Bekievna - lecturer,
Kubanychbek uulu Omurbek – graduate student,
Osh Technological University

IMPROVING POWER QUALITY IN POWER SUPPLY SYSTEMS

Provides a general analysis and measures to improve the quality of electricity.

Key words: Quality of electrical energy, coefficient voltage unbalance, unbalance, power loss, balloon, low voltage electrical network

Современное развитие электроэнергетики системы электроснабжения, характеризующееся увеличением мощности нагрузок на предприятиях, автоматизацией производственных процессов, ростом коммунально-бытовых нагрузок, ведет за собой ухудшение качества электрической энергии в системах электроснабжения и как следствие к снижению эффективности работы и сокращения срока службы как электроприёмников, так и самих систем электроснабжения.

Одной из причин ухудшения качества электрической энергии является несимметрия напряжений в сети и на зажимах оборудования, которая является следствием нерационального распределения большого количества несимметричных и нелинейных потребителей.

В настоящее время качества электроэнергии нормируется согласно действующему межгосударственному стандарту ГОСТ 32144-13 [1], принятый взамен национального стандарта ГОСТ 54149-10 [2].

Настоящий стандарт устанавливает показатели и нормы качества электрической энергии в точках передачи её потребителям на низком, среднем и высоком напряжении переменного тока частотой 50 Гц [1].

Стандарт применяется при установлении норм качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения, присоединённых к Единой энергетической системе; изолированных систем электроснабжения общего назначения.

К установленным и нормируемым показателям качества электроэнергии относятся частота, значение и формы напряжения, а также симметрия напряжения в трехфазных системах электроснабжения. Данные характеристики подвержены

изменениям из-за изменений нагрузки, создаваемых отдельными видами оборудования, и возникновения различного рода авариями.

Согласно [1], изменения характеристик напряжения электропитания подразделяют на две категории - продолжительные изменения характеристик напряжения и случайные события. Первые представляют собой длительные отклонения характеристик напряжения от номинальных значений и обусловлены, в основном, изменениями нагрузки или влиянием нелинейных нагрузок. Случайные события - внезапные и значительные изменения формы напряжения, приводящие к отклонению его параметров от номинальных. Данные изменения напряжения, как правило, вызываются непредсказуемыми событиями (например, повреждениями оборудования пользователя электрической сети) или внешними воздействиями (например, погодными условиями или действиями стороны, не являющейся пользователем электрической сети).

В свою очередь продолжительные изменения характеристик напряжения подразделяются на:

1. Отклонение частоты;
2. Медленные изменения напряжения;
3. Колебания напряжения и фликер (продолжительность менее 1 минуты), в том числе одиночные быстрое изменения напряжения, обусловленные возникновением фликера;
4. Несинусоидальность напряжения;
5. Несимметрия напряжений в трехфазных системах.

Случайные события включают в себя:

1. Прерывания напряжения;
2. Провалы напряжения и перенапряжения;
3. Импульсные напряжения.

Влияния отклонений параметров. Длительная работа электроприёмников обеспечивается при номинальных электрических параметрах режима (I_n , U_n , $I_{\text{нн}}$ т.д.), также при этом их технико-экономические показатели приобретают наивысшие значения. Тем не менее в сетях, при передачи электроэнергии от станции к потребителям, имеет место изменение параметров напряжения, о которых говорилось в [1] данной работы.

Отклонение той или иной характеристики влияет на работу электроприёмников, поэтому можно говорить о непосредственной связи качества электроэнергии с экономичностью производства, поскольку отклонения приводят к снижению КПД, коэффициента мощности, производительности, повышению потерь электрической энергии и сокращению срока службы электрооборудования и т.д.

Кроме того, качество электроэнергии влияет на саму продукцию и на её качество, так как отклонение показателей КЭ от номинальных ведет к нарушению технологических процессов (нагрева, прокатки, обработки и т.д.)

Также КЭ связано с проблемами в социальной сфере. Например, снижение освещенности, при недопустимом отклонении напряжения, что негативно влияет на органы зрения людей. Вдобавок, появление в сетях электроснабжения высших гармоник ведет к нарушению радио и телевизионной аппаратуры. Более того, высокочастотная вибрация рабочего инструмента, вызванная наличием в сети высших гармоник, приводит к различным профессиональным заболеваниям.

Несимметрия напряжений в трехфазных системах. В данной работе рассматривается подробнее такое отклонение характеристики напряжения, как несимметрия напряжений, так как в электрических сетях России имеет место работа в несимметричном режиме. Это объясняется наличием в трехфазных системах электроснабжения потребителей, симметричное исполнение которых невозможно или экономически нецелесообразны. К таким установкам относятся тяговые нагрузки,

электросварочные агрегаты, дуговые и индукционные печи, а также потребителей коммунально-бытовой сферы. Как пример коммунально-бытовой сферы, на рисунке 1. приведен суточный график пофазного потребления активной мощности многоквартирного дома, в котором к каждой фазе подключено практически одинаковое количество квартир. Также на рисунке 1, как пример, показана разность потребления электроэнергии в один момент времени фазы А и фазы С.

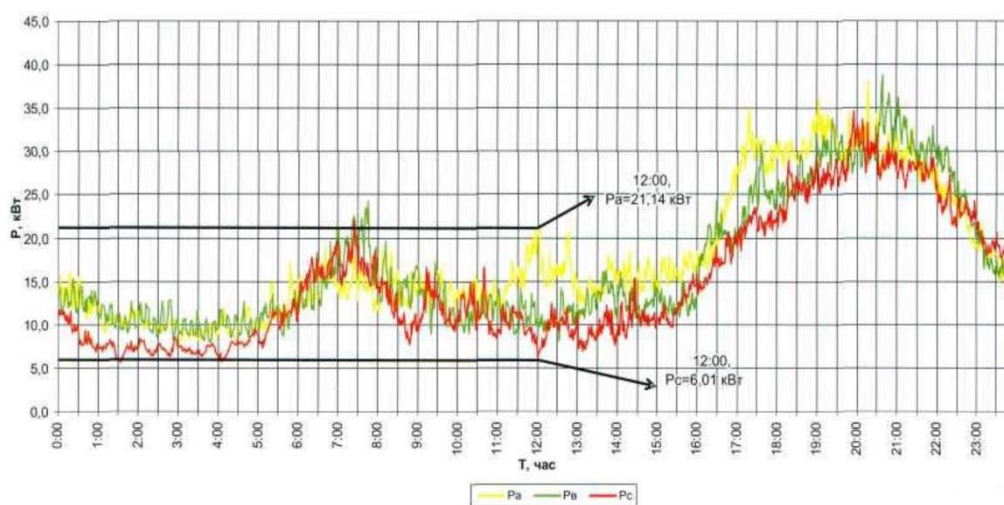


Рис.1. Суточный график пофазного потребления активной мощности многоквартирного дома

Кроме перечисленных, причиной несимметрии могут служить аварийные ситуации в сетях, таких как несимметричные КЗ или обрывы фаз. В силу этого происходит так называемая неслучайная несимметрия или «перекос фаз», который представляет собой перегрузку одних фаз, и недогрузку других.

Для устранения неслучайной несимметрии в сетях следует на стадии проектирования разработать схему равномерного подключений нагрузок. При этом необходимо учитывать их мощности и графики работ. Согласно [3] равномерное распределение нагрузок в сетях низших напряжений обеспечивает снижение потерь в сетях на 15-20%.

Однако случайные включения и отключения нагрузок определяют наличие, помимо неслучайной несимметрии, случайную или вероятностную. Такая несимметрия изменяется во времени независимо от изменения самих нагрузок.

Таким образом даже в сетях с равномерным распределением нагрузок будет иметь место несимметричный режим, основной составляющей которой будет вероятностная несимметрия.

Влияние несимметрии напряжения. При нарушении симметрии многофазной системы, последнюю можно разложить на три симметричные - систему прямой последовательности и накладываемые на неё системы обратной и нулевой последовательности [4].

Прямую последовательность составляют три вектора A_1 , B_1 и C_1 , которые имеют одинаковый модуль, но при этом сдвинутые друг относительно друга на 120 градусов, причем A_1 опережает B_1 , а B_1 в свою очередь опережает C_1 . Обратная последовательность аналогична прямой, отличием является то, что вектор A_2 опережает C_2 , который опережает B_2 . Нулевая последовательность образована векторами одинаковыми как по модулю, так и по направлению.

Наличие обратной приводит к изменению абсолютных значений как фазных, так и линейных напряжений. Наложение же нулевой последовательности влечет за собой смещение нейтрали, при которой возникает несимметрия только фазных напряжений. Оба случая представлены на рис. 2 и 3 соответственно.

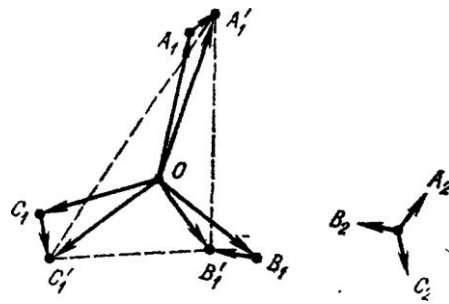


Рис. 2 Наложение обратной последовательности на прямую

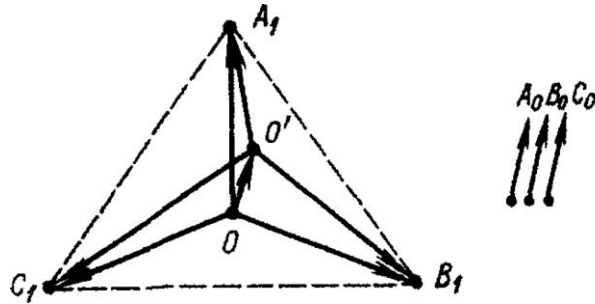


Рис. 3 Наложение нулевой последовательности на прямую.

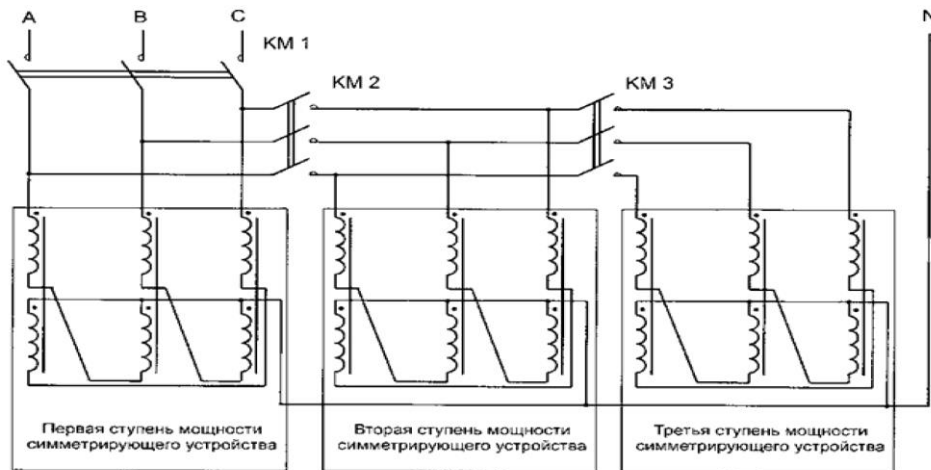


Рис. 4 Схема симметрирующего устройства с автоматическим управлением

Симметрирующие устройства с автоматическим управлением. К наиболее современным СУ с автоматическим регулированием в трехфазных сетях является [21], схема которого представлена на рис. 4.

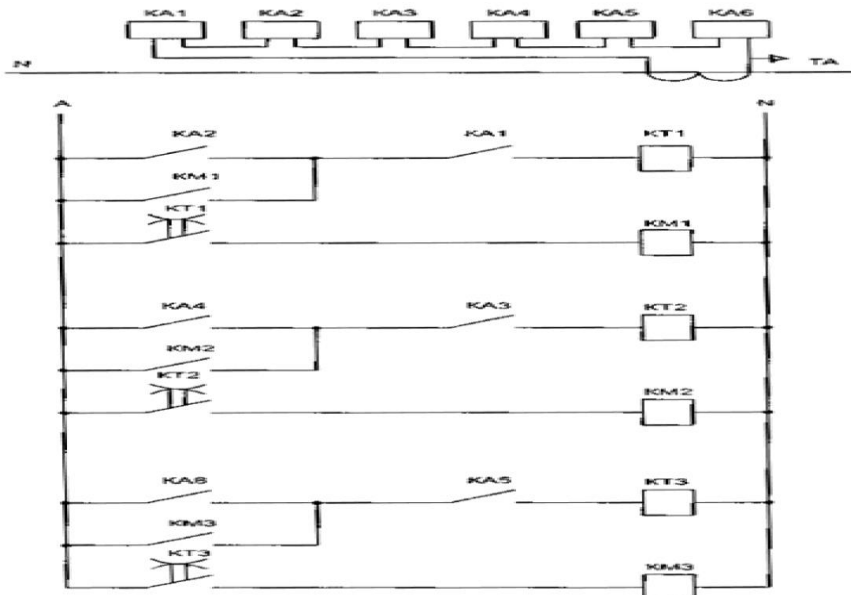


Схема управления управлением

Данное СУ представляет собой соединённые по схеме встречного зигзага обмотки электромагнитных аппаратов, которые имеют по три фазных и по одному нейтральному выводу, в соответствии, с чем они и подключаются в сеть. Каждый ЭА представляет собой пускателя, управление которым осуществляется согласно схеме, представленной на ступень мощности, которая включается при замыкании соответствующего магнитного пускателя

Заключение

В результате было определено, что в сети низкого напряжения может возникать как случайная несимметрия, так и вероятностная. Первая вызвана большим количеством нерационально распределённых несимметричных нагрузок, вторая - нелинейных нагрузок. В целом этими нагрузками могут выступать коммунально-бытовые нагрузки, а также оборудование на предприятиях, симметричное исполнение которых невозможно или экономически нецелесообразно.

Литература:

1. **Висящев, А.Н.** Качество электрической энергии и электромагнитная совместимость в электрических системах: учебное пособие [Текст] // Иркутск, 1997. - 187 с.
2. **Воротницкий, В.Э.** Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем [Текст] // М.: Энергоатомиздат, 1983. - 368 с.
3. **Вольдек, А.И.** Электрические машины [Текст] // Л., 1974 г.
4. **Китаев, В.Е.** Электротехника с основами промышленной электроники. - 2е издание, перераб. и доп. [Текст] // Москва: Издательство «высшая школа», 1968. - 340 с.
5. **Майер, В.Я.** Исследование влияния симметричного и несимметричного отклонения напряжения на эксплуатационные характеристики асинхронного двигателя [Текст] // Промышленная энергетика. -1993. -№ 9. - С. 30-34.
6. **Скорыходов, В.А.** Методы и технические средства повышения качества электроэнергии и компенсации [Текст] / В.А. Скорыходов // М.: Энергоатомиздат, 1992. - 152 с.
7. Т 32144-13 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения // Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации - Москва: Стандартинформ, 2014. - 16 с.

8. ГОСТ 54149-10 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст] // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии - Москва: Стандартинформ, 2012. - 16 с.
9. «Основы теории цепей: Учеб. для вузов» Г. В. Зевеке [Текст] // 5-е изд., перераб. -М.: Энергоатомиздат, 1989. -528с.