

УДК 628.9

Сапрыка Олександр Вікторович, д-р техн.наук, проф., Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, м. Харків, Україна. *Вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61002.*

Тел. + 38-0661688302. E-mail: A_Sapryka@mail.ru

Черенков Олександр Данилович, д-р техн.наук, проф., Харківський національний університет сільського господарства ім. П. Василенка, м. Харків, Україна. *Вул. Артема, 44, м. Харків, Україна, 61002*

Сапрыка Василій Олександрович, аспірант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна. *Вул. Фрунзе 21, м. Харків, Україна, 61002*

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

Розглянуто можливість використання системи моніторингу якості електроенергії на передствах житлово-комунального господарства.

Ключові слова: *якість електричної енергії, моніторинг, відхилення напруги, енергозбереження, несинусоїдальність форми кривої напруги.*

Сапрыка Александр Викторович, д-р техн.наук, проф., Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, м. Харків, Україна. *Вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61002.*

Тел. +38-0661688302. E-mail: A_Sapryka@mail.ru

Черенков Александр Данилович, д-р техн.наук, проф., Харьковский национальный университет сільського господарства ім. П. Василенка, м. Харків, Україна. *Вул. Артёма, 44, м. Харків, Україна, 61002.*

Сапрыка Василий Александрович, аспірант, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», м. Харків, Україна. *Вул. Фрунзе 21, м. Харків, Україна, 61002.*

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Рассмотрена возможность использования системы мониторинга качества электроэнергии на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства.

Ключевые слова: *качество электрической энергии, мониторинг, отклонение напряжения, энергосбережение, несинусоидальность формы кривой напряжения.*

Sapryka Aleksander Viktorovich, Dr. Sc. (Eng.), prof., Kharkov National University of Urban Economy A. N. Beketov, Kharkiv, Ukraine. *Revolyutsii, st., 12, m. Kharkiv, Ukraine, 61002. Tel. + 38-0661688302.*

E-mail: A_Sapryka@mail.ru

Cherenkov Aleksander Danilovich, Dr. (Eng.), prof., Kharkiv Nationalny University silskogo Gospodarstwa them. P. Vasilenko, Kharkiv, Ukraine. *Artema, st., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002.*

Sapryka Vasilii Aleksandrovich, graguade student, Kharkiv Natsionalny tehniczny universitet "Harkivskiy politehniczny institut", Kharkiv, Ukraine. *Frunze, st., 21, Kharkiv, Ukraine, 61002.*

ANALYSIS OF QUALITY OF ELECTRIC ENERGY AT HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

The possibility of using the monitoring system of power quality on the pre-acceptance housing and communal services.

Keywords: *power quality monitoring, voltage deviation, energy-saving, non-sinusoidal voltage curve.*

Введение

В современных условиях проблема качества электроэнергии приобретают особую актуальность, т. к. она является одним из важнейших условий экономичной и длительной эксплуатации электротехнического оборудования на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства. Современным инструментом, способствующим повышению уровня эффективности использования электроэнергии, является система энергетического мониторинга. Такая система создает реальную основу для снижения затрат электроэнергии при условии реализации проектов по энергосбережению. Энергетический мониторинг – одна из функций энергетического менеджмента, направленная на соблюдение норм, правил и режимов энергоиспользования.

Требования к электромагнитной среде, в которой работают электроприемники, нормируются стандартом [1], который устанавливает допустимые уровни помех в

электрической сети, которые характеризуют качество электроэнергии и называются показателями качества электроэнергии (ПКЭ). Отклонение ПКЭ от допустимых значений приводит к снижению срока службы электротехнического оборудования и эффективности его работы.

Большинство явлений, происходящих в электрических сетях и ухудшающих качество электрической энергии, происходит в связи с особенностями совместной работы электроприемников и электрической сети.

Характер изменений параметров режима электрической сети может быть различным и непосредственно влияет на ПКЭ:

1. Изменение нагрузки в соответствии с её графиком влияет на отклонение напряжения;
2. Резкопеременный характер нагрузки – на колебания напряжения;
3. Несимметричное распределение нагрузки по фазам электрической сети – на несимметрию напряжений в трёхфазной системе;
4. Нелинейная нагрузка – на несинусоидальность формы кривой напряжения.

В отношении этих явлений потребители электрической энергии имеют возможность тем или иным образом влиять на её качество. Всё прочее, ухудшающее качество электрической энергии, зависит от особенностей работы сети, климатических условий или природных явлений.

Отклонение ПКЭ от нормируемых значений не только ухудшает условия эксплуатации электрооборудования энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии, а также приводит к значительным ущербам как в промышленности, так и в бытовом секторе. От электрических сетей систем электроснабжения общего назначения питаются электроприемники различного назначения. Наиболее массовыми типами электроприемников, широко применяющимися на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), являются электродвигатели и осветительные установки. Также все более широкое распространение находят электротермические установки и вентильные преобразователи.

Характерной особенностью современных городов является увеличение удельного веса коммунально-бытовых нагрузок, оказывающих специфическое влияние на ПКЭ в электрических сетях. Случайный характер изменения напряжения в сетях с большим удельным весом нагрузок диктует особые требования к качеству напряжения.

Анализ последних исследований и публикаций

Анализ последних исследований и публикаций [2, 3, 4] показывает, что в условиях совершенствования рыночных отношений в электроэнергетике актуальной становится задача мониторинга качества электроэнергии на основе измерения ПКЭ в соответствии с ГОСТ 13109-97. Возможности современных технологий позволяют решать эту задачу в режиме мониторинга.

Цель работы. анализ ПКЭ на основе их мониторинга на предприятиях ЖКХ.

Основные материалы исследования

Прогнозируемый значительный рост коммунально-бытового потребления в городах России и Украины в перспективе, а также увеличение численности городского населения подтверждают актуальность проблемы качества электроэнергии. Дальнейшее насыщение квартир приемниками электроэнергии повышенной мощности обострит вопросы качества электроэнергии в распределительных сетях. Так электрические сети «Харьковгорлифт» имеют значительное количество электротехнического оборудования, которое располагается в 8500 многоэтажных домах. Случайный характер включения коммунально-бытовых приборов, присоединенных к однофазной сети, приводит к значительной несимметрии фазных нагрузок. При этом большинство электроприемников имеют нелинейную вольт-амперную характеристику, что приводит к искажению формы кривой напряжения. Потребление электроэнергии на внутреннее освещение помещений составляет более 50 % общего потребления бытовыми приемниками электроэнергии.

Потребители могут быть источником помех, уровень которых различен и требует исследований. Поэтому в сетях 0,4 кВ предприятий ЖКХ г. Харькова и г. Полтава было

выполнено более 40 измерений ПКЭ. Измерения проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 13109-97. В качестве средств измерения применялись анализаторы напряжений и токов в электрических сетях типа АНТЕС АК-3Ф. При измерениях в сетях 0,4 кВ использовали режим прямого подключения к сети без измерительных трансформаторов напряжения, что исключает дополнительные погрешности.

Анализ электропотребления исследуемых предприятий ЖКХ показывает, что в отрасли есть значительные резервы экономии электроэнергии в условиях действующих технологий. Так было проведено исследование электропотребления общедомовой, осветительной, лифтовой и квартирной нагрузки с учетом качества электроэнергии.

Отклонение частоты в сети соответствует требованиям к качеству электрической энергии. За время проведения измерений оно составило максимально – 50,04 Гц, минимально – 49,97 Гц, при нормально допустимом значении 49,80–50,20 Гц (рис. 1).

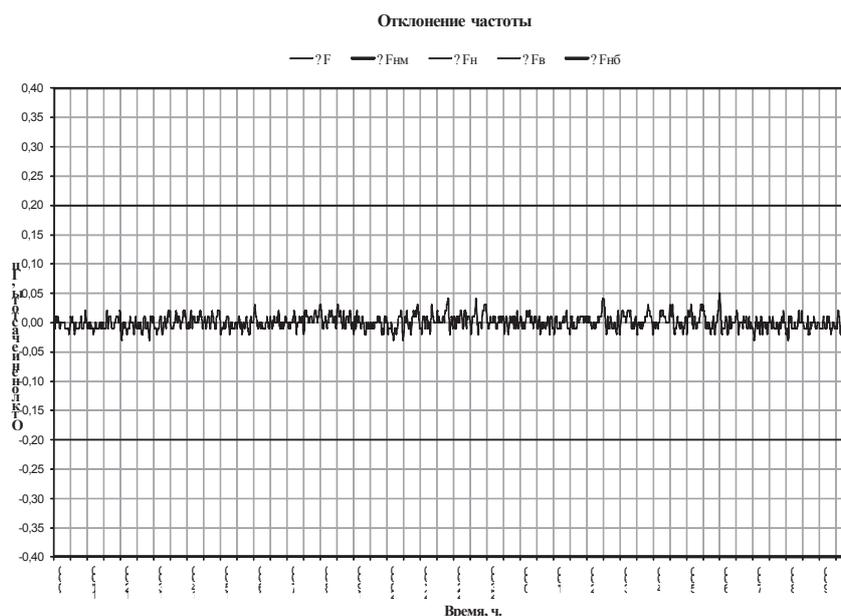


Рис. 1. Отклонение частоты в сетях КП «Харьковгорлифт»

Результаты исследований показали (рис. 2), что значение установившегося отклонения напряжения в сети составило за время проведения измерений от 6 % (в часы максимальной нагрузки) до 15 % (в ночное время).

Кратковременная доза фликера за время проведения измерений не превысила допустимых норм (рис. 3).

Потребляемая мощность на внешнее освещение в г. Харькове составляет более 7 тыс. кВт. Система внешнего освещения включает в себя более 65 тыс. световых приборов, из них осветительные установки с лампами типа ДНаТ составляют 45 944 шт. и лампами типа РВЛ – 19939 шт. Протяженность сетей составляет 3875,136 км, из них кабельных линий – 1150 км (из которых 422,58 км проложены в земле), количество осветительных шкафов – 707 шт., что должно обеспечить требования к качеству электроэнергии согласно действующим нормативам [1].

Несоответствие значения установившегося отклонения напряжения нормам [1] приводит к резкому сокращению срока службы разрядных ламп типа ДНаТ, используемых коммунальным предприятием «Горсвет». Полученные нами данные соответствуют реальным значениям напряжения питания в осветительных сетях большинства городов и по данным исследования колеблются в пределах 180–260 В. В ночное время (0–5 ч) среднее значение напряжения составляет в начале линий составляло 238 В. Лампы типа ДНаТ могут зажигаться и работать при напряжении питания на 10 % ниже номинального при правильном типе пуско-регулирующей аппаратуры, однако для получения максимального срока службы

и светоотдачи напряжение питания сети и паспортное напряжение балласта должны быть в пределах $\pm 3\%$, а колебания напряжения $\pm 5\%$, допустимые в течение короткого промежутка времени.



Рис. 2. Отклонение напряжения в сетях КП «Харьковгорсвет»



Рис. 3. Кратковременная доза фликера в осветительных сетях 0,4 кВ

Для коэффициента n-й гармонической составляющей напряжения в исследуемой сети нарушения зафиксированы в более чем 50 % наблюдений.

Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности не соответствует требованиям к качеству электрической энергии за время проведения измерений в более 60 % наблюдений.

При детальном рассмотрении причин ухудшения ПКЭ можно выделить несколько причин снижения качества электроэнергии. К наиболее распространенным из них относятся:

1. Нарушение потребителями требований правил пользования электроэнергией, а именно:

- использование самодельного (изготовленного кустарным способом) оборудования, в том числе сварочных аппаратов мощностью более 10 кВт. При проведении замеров с использованием таких аппаратов наблюдается снижения напряжения в сети до 160 В в режиме сварки;

- установка и использование потребителями электрооборудования свыше разрешенной договором с АК «Харьковоблэнерго» мощности. Данный параметр четко прослеживается в многоэтажных многоквартирных зданиях. Как показывает опыт АК «Харьковоблэнерго», на сегодняшний день более 70 % квартир оборудовано электрическими нагревателями воды мощностью от 1 до 3 кВт, утюгом мощностью от 0,7 до 1,5 кВт, стиральной машинкой-автоматом мощностью от 1,5 до 3 кВт и другим оборудованием. Установленная мощность оборудования среднестатистической квартиры составляет на сегодняшний день не менее 3 кВт, хотя согласно действующим проектным нормам электроснабжения жилых домов, не оборудованных электроплитами, и в соответствии с договором между абонентом с

электроснабжающей организацией разрешенная установленная мощность электроприемников на 1 квартиру принимается 1,3 кВт. Превышение установленных мощностей приводит к существенному снижению напряжения и ухудшению КЭ [5].

2. Недостаточные объемы капитальных ремонтов и реконструкции сетей энергоснабжающих организаций.

3. Отсутствие капитальных ремонтов и модернизации внутридомовых сетей многоэтажных многоквартирных домов. Данный факт обусловлен отсутствием должного финансирования жилищно-коммунальных предприятий.

4. Несовершенство законодательной базы.

Таким образом, основным нарушением норм качества электроэнергии на исследуемых предприятиях ЖКХ является отклонение напряжения, которое приносит наибольший ущерб работе установок этих предприятий, так как работа при пониженном напряжении заставляет увеличивать мощность, а повышение напряжения - приводит к резкому сокращению срока службы их электроприемников.

Выводы

Таким образом, подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод о том, что задача мониторинга качества электроэнергии на предприятиях ЖКХ актуальна и позволяет разработать мероприятия по улучшению КЭ, а потому требует систематического и постоянного решения.

Список использованной литературы:

1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Взамен ГОСТ 13109-87; введ. 01.01.2000. - Киев.: Изд-во стандартов, 1999. - 31 с.
2. Соколов В. С. Проблемы мониторинга качества электрической энергии / В.С. Соколов, Промышленная энергетика. - 2004. - № 1. - С. 25-29.
3. Ефорова Е. Г. Мониторинг, как наиболее перспективное направление в области управления качеством электрической энергии / Е. Г.Ефорова // XI науч.-практ. конф. «Метрология электрических измерений в электроэнергетике». - М. - 2008. - С. 49-54.
4. Сапрыка А. В. Повышение энергоэффективности осветительных комплексов с учетом качества электрической энергии / А. В. Сапрыка. - Харьков: ХНАГХ, 2009. - 126 с.
5. Гриб О. Г., Жданов Р. В. Повышение эффективности работы электрических сетей общего назначения / О. Г.Гриб, Р. В.Жданов // Материалы между народной научно-техн. конф. студентов, магистрантов, аспирантов «Энергоэффективность и энергобезопасность производственных процессов». - Тольятти: ТГУ. - 2009. - С. 45-47.

References:

1. Standard 13109-97. Electrical energy. Quality standards for electrical energy in power systems for general use. [Electriceskaya energiya. Normy kachestva elektricheskoy energii v sistemakh elektrosnabzheniya obshhego naznacheniya] // GOST 13109-87 In exchange; introduced. 01.01.2000. - K. .: Publishing House of Standards, 1999. - 31 p.
2. Sokolov V. S. Problems of monitoring the quality of the electrical energy [Problemy monitoringa kachestva elektricheskoy energii] // V. S. Sokolov. Industrial energetika. - 2004. - № 1. - P. 25-29.
3. Eferova E. G. Monitoring, as the most promising direction in the field of quality management of electrical energy [Мониторинг, kak naibolee perspektivnoe napravlenie v oblasti upravleniya kachestvom elektricheskoy energii] // E. G. Eferova // XI scientific and practical. Conf. "Metrology electrical measurements in electron-power industry." - M. - 2008. - P. 49-54.
4. Sapryka A. V. Improvement energoeffektivnostiosvetitelnyh complexes with the quality of electric energy [Povyshenie energoeffektivnostiosvetitelnykh kompleksov s uchetom kachestva elektricheskoy energii] // A.V. Sapryka. - Kharkov: KNAME, 2009. - 126 p.
5. Grib O. G., Zhdanov R. V. Improving the efficiency of electric networks of general purpose [Povyshenie energoeffektivnosti raboty elektricheskikh setey obshhego naznacheniya] // O. G. Grib, R.V. Zhdanov // Materialy mezhdu folk Scientific and Technical. Conf. students, undergraduates, postgraduates-ing "Energy Efficiency and Energy production processes". - M.: TSU. - 2009. - S. 45-47.

Поступила в редакцию 04.02 2015 г.