

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕТЯХ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Сапрыка В. А.¹, Шмаров И. А.², Сапрыка А. В.¹, Морозов Д. И.¹, Черенков А. Д.³, Косулина Н. Г.³

¹Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова,

²Научно-исследовательский институт строительной физики (г. Белгород),

³Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

В статье рассмотрена возможность использования системы мониторинга качества электроэнергии в сетях наружного освещения. Анализ проведен для населенных пунктов с численностью 200 тыс. человек. Полученные результаты могут быть использованы для условий экономичной и длительной эксплуатации светотехнического оборудования.

Введение. Современным инструментом, способствующим повышению уровня эффективности использования электроэнергии, является система энергетического мониторинга. Так как она создает реальную основу для снижения затрат электроэнергии при условии реализации проектов по энергосбережению. Требования к электромагнитной среде, в которой работают осветительные установки, 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 светотехнического оборудования и эффективности его работы.

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] показывает, что в условиях совершенствования рыночных отношений в электроэнергетике актуальной становится задача мониторинга качества электроэнергии на основе измерения ПКЭ в соответствии с ГОСТ 32144-2013.

По данным [3] во второй половине срока эксплуатации 50% ламп выходят из строя в результате повышенного напряжения, примерно 21% – в результате разгерметизации горелки и выхода натрия и 14% – не загораются, а оставшиеся выходят из строя по разным причинам, присущим всем разрядным лампам высокого давления.

Срок эксплуатации ДНаТ ограничивается также постепенным ростом напряжения на лампе (на 1-5 В) за каждую тысячу часов горения, так как рост напряжения связан с уменьшением количества натрия в горелке, а также с утеплением её в результате почернения возле электродных концов.

Возможности современных технологий позволяют решать эту задачу в режиме мониторинга.

Цель работы. Анализ ПКЭ на основе их мониторинга в электрических сетях наружного освещения.

Основные материалы исследования.

Режимы напряжения в электрических сетях исследовались довольно часто, в связи с огромным практическим значением.

В настоящее время установленная мощность на наружное освещение в городе с населением 200 тыс.

человек составляет свыше 208 тыс. кВт.

Система наружного освещения включает в себя более 200 тыс. установок наружного освещения. Установки с лампами типа ДНаТ составляют около 193 тыс. шт., с люминесцентными лампами – 1226 шт., со светодиодными установками (УСС) – 5506 шт., с индукционными лампами – 136 шт. шкафов наружного освещения (НО) всего – 6749, из них шкафы НО с системой "Гелиос" составляют 3676 шт., а шкафы НО с таймерами и фотореле – 3073 шт.

Как известно, потребители электроэнергии часто являются источниками помех, уровень которых различен и требует исследований. Поэтому в электрических сетях наружного освещения 0,4 кВ Белгородской области было выполнено более 30 измерений ПКЭ в соответствии с требованиями ГОСТ 32144-2013.

При проведении исследования показателей качества электроэнергии использовали прибор "Прорыв-Т-А", который предназначен для измерения и регистрации характеристик напряжения, силы тока, активной, реактивной и полной мощности, а также временных характеристик и показателей качества электрической энергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013, ГОСТ 33073-2014, ГОСТ 30804.4.30-2013, класс А, в однофазных и трехфазных (трех- и четырехпроводных) электрических сетях и системах электропитания с номинальной частотой 50 Гц.

По результатам проведенных нами измерений в сетях наружного освещения были построены графики значений напряжений, отклонения напряжений и дозы фликера (рис. 1 – 3).

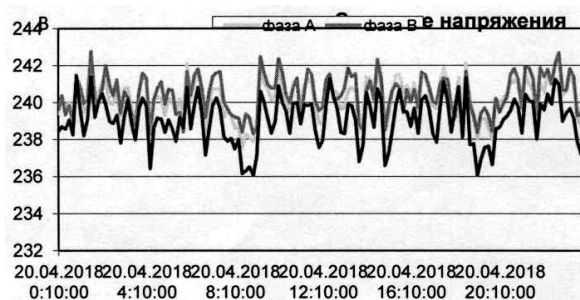


Рисунок 1 – График значений напряжений в сетях наружного освещения

Полученные нами данные соответствуют реальному значению напряжения питания в осветительных

сетях большинства городов и по данным исследования колеблются в пределах от 232 В. В ночное время (0 – 5 ч) среднее значение напряжения составляет в начале линий составляло 237 В (рис. 1).

Отклонение частоты в сети соответствует требованиям к качеству электрической энергии. За время проведения измерений оно составило максимально – 50,08 Гц, минимально – 49,96 Гц, при нормально допустимом значении 49,80 – 50,20 Гц.

Результаты исследований показали (рис. 2), что на всех исследуемых объектах значение установившегося отклонения напряжения является положительным и в сетях составило за время проведения измерений от 6% (в часы максимальной нагрузки) до 10,5% (в ночное время).

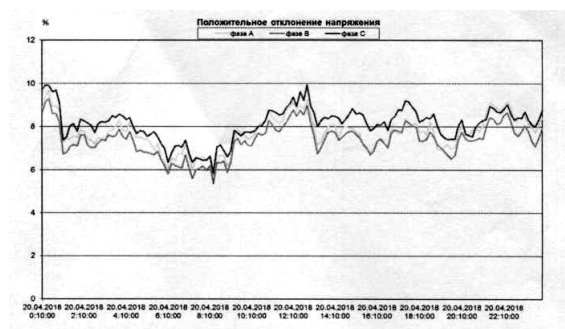


Рисунок 2 – Положительное отклонение напряжения в сетях наружного освещения исследуемого объекта

Положительные отклонения напряжения значительно превышают номинальные в основном после 22 часов, что отрицательно сказывается на сроке службы ламп высокой интенсивности. Таким образом, значение отклонений напряжений в сетях наружного освещения всех исследуемых объектов в основном соответствует нормативным требованиям к качеству электроэнергии. Кратковременная доза фликера за время проведения измерений на всех исследуемых объектах не превысила допустимых норм (рис. 3).

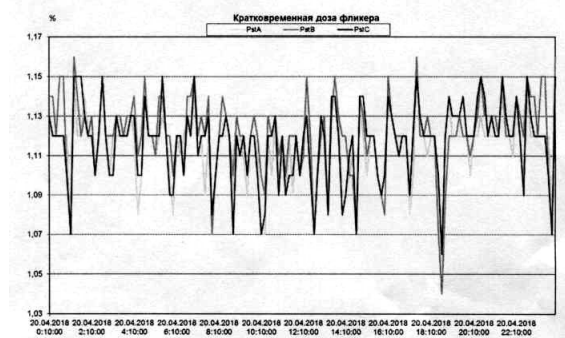


Рисунок 3 – Кратковременная доза фликера в сетях наружного освещения 0,4 кВ

Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности на всех исследуемых объектах соответствует требованиям к качеству электрической энергии за время проведения измерений.

Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности не соответствует требовани-

ям к качеству электрической энергии за время проведения измерений на 5 исследуемых объектах.

Выводы. Выявленные особенности режимов в сетях наружного освещения позволяют в дальнейшем оптимальным образом корректировать закон его регулирования для повышения эффективности эксплуатации таких сетей и повысить срок службы источников света.

Анализ электропотребления исследуемых сетей показывает, что в отрасли есть значительные резервы экономии электроэнергии в условиях действующих технологий. Так объем замены в наружном освещении осветительных приборов с лампами ДНаТ на УСС-180 составит 192 тыс. штук. При этом сокращение мощности, получаемого за счет замены осветительных приборов при работе 3975 ч. в год, составит около 18,16 млн. кВт.ч в год.

Список использованных источников

- ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
- Современные технологии в осветительном комплексе города / Сапрыка А. В., Белоусов А. В., Сингатулин Р. С. и др. Белгород. БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. 254 с.
- Контроль потребления электроэнергии с учетом её качества / Гриб О. Г. и др. Харьков : ХНУРЕ, 2010. 443 с.

Анотація

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Сапрыка В. А., Шмаров І. А.,
Сапрыка А. В., Морозов Д. І.,
Черенков А. Д., Косулина Н. Г.

У статті розглянуто можливість використання системи моніторингу якості електроенергії в мережах зовнішнього освітлення. Аналіз проведено для населених пунктів з чисельністю 200 тис. чоловік. Отримані результати можуть бути використані для умов економічної та тривалої експлуатації світлотехнічного обладнання.

Abstract

QUALITY ANALYSIS OF ELECTRIC ENERGY IN EXTERNAL LIGHTING NETWORKS

V. Sapryka, I. Shmarov, A. Sapryka,
D. Morozov, A. Cherenkov,
N. Kosulina

The possibility of using a power quality monitoring system in outdoor lighting networks is considered in the article. An analysis for settlements with population of 200 thousand people was carried out. The results can be used for conditions of economical and long-term operation of lighting equipment.