

УДК 621.317.353.018-3

СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ СВЕТОДИОДНОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ФОРМУ КРИВОЙ ПОТРЕБЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

А. С. Мазурова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: О. Г. Широков, Т. В. Алферова

На основании зарегистрированных осциллограмм определены значения коэффициентов гармонических составляющих напряжения и тока и суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения и тока при работе бытовых светодиодных ламп.

Ключевые слова: коэффициенты гармонических составляющих напряжения, суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения и тока, светодиодные лампы.

THE DEGREE OF INFLUENCE OF LED LIGHTING LOAD ON THE SHAPE OF THE CURVE OF CONSUMPTED ELECTRIC CURRENT AND VOLTAGE

A. S. Mazurova

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Science supervisors: O. G. Shirokov, T. V. Alferova

On the basis of the registered waveforms, the values of the coefficients of the harmonic components of voltage and current and the total coefficients of the harmonic components of voltage and current are determined during the operation of household LED lamps.

Keywords: coefficients of harmonic components of voltage, total coefficient of harmonic components of voltage and current, LED lamps.

Пятая часть производимой в мире электрической энергии расходуется на освещение улиц населенных пунктов, промышленных предприятий, предприятий торговли и т. д. Такие большие затраты электроэнергии связаны в основном с применением устаревших источников света. Однако прогресс в создании новых высокоэффективных источников света дает возможность кардинального решения проблемы расхода электроэнергии на освещение.

В настоящее время стала популярной тема светодиодных светильников. Именно это направление в освещении считается наиболее перспективным [1].

Светодиодные лампы, или как их еще обозначают LED-лампы – это современный этап в развитии осветительной техники. Еще несколько лет назад они были редкостью, а в настоящее время приобрести их можно в любом объекте торговли, продающим светотехнику [2].

Целью данной работы является определение степени влияния светодиодной осветительной нагрузки на форму кривой потребляемого электрического тока и напряжения.

В работе использовались светодиодные лампы следующих фирм: Feron, Smartbuy, ETR и Philips.

На кафедре «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого разработан «Комплекс регистрации параметров электрических сигналов» (КРПЭС), который представляет собой виртуальный измерительный прибор, построенный на основе персонального компьютера по модульному принципу и предназначенный для регистрации мгновенных значений напряжений и токов в распределительных устройствах в нормальных и аварийных режимах работы электрических сетей. На основе КРПЭС составлена схема определения влияния осветительной нагрузки на качество электрической энергии, представленная на рис. 1.

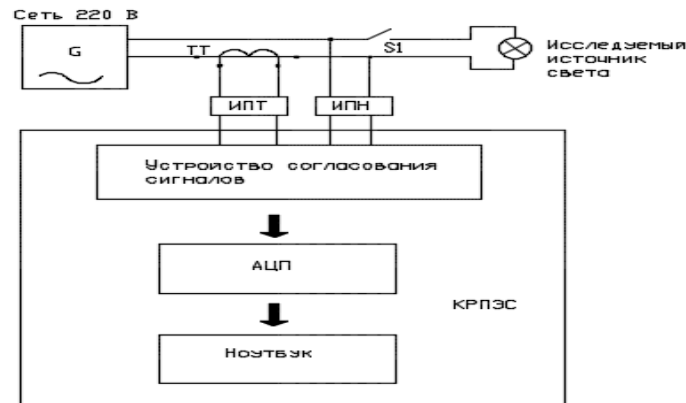


Рис. 1. Схема определения влияния осветительной нагрузки на качество электрической энергии: ТТ – измерительный трансформатор тока; ИПТ – измерительный преобразователь тока; ИПН – измерительный преобразователь напряжения; АЦП – аналого-цифровой преобразователь

Поскольку единичная мощность компьютерной нагрузки, влияние которой на качество электроэнергии исследуется, мала, то целесообразно для этой оценки применить КРПЭС и оценить влияние осветительной нагрузки только на показатели несинусоидальности напряжения и тока. С помощью схемы, представленной на рис. 1, были получены осциллограммы напряжения и тока при работе осветительной нагрузки (рис. 2–5).

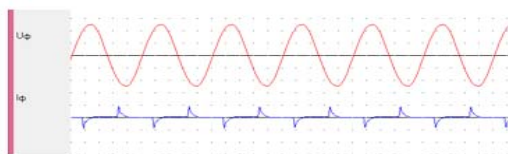


Рис. 2. Осциллограмма напряжения и тока при работе светодиодной лампы Feron

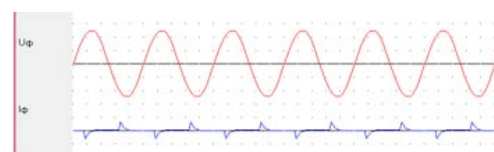


Рис. 3. Осциллограмма напряжения и тока при работе светодиодной лампы Smsrtbuy

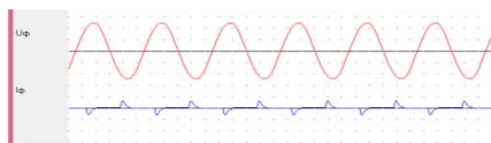


Рис. 4. Осциллограмма напряжения и тока при работе светодиодной лампы ETR

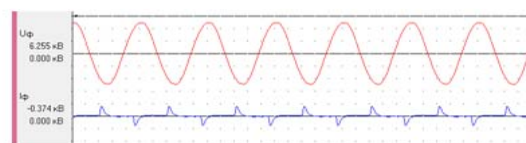


Рис. 5. Осциллограмма напряжения и тока при работе светодиодной лампы Philips

В соответствии с [2] суммарный коэффициент гармонических составляющих (Total Harmonic Distortion – THD) THD_Y равен отношению среднеквадратичного значения суммы всех гармонических составляющих $Y_{H,h}$ до порядка h_{\max} к среднеквадратичному значению основной составляющей $Y_{H,1}$:

$$THD_Y = \sqrt{\sum_{h=2}^{h_{\max}} \left(\frac{Y_{H,h}}{Y_{H,1}} \right)^2}. \quad (1)$$

При необходимости символ Y заменяют символом I для тока и символом U для напряжения, h_{\max} принимают равным 40, если иное значение не установлено в международных стандартах, устанавливающих нормы эмиссии гармоник.

В соответствии с [2] суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U рассчитывается по формуле

$$K_U = \sqrt{\sum_{h=2}^{h_{40}} \left(\frac{U_{H,h}}{U_{H,1}} \right)^2}. \quad (2)$$

В соответствии с [3] суммарный коэффициент гармонических составляющих тока THD_I рассчитывается по формуле

$$THD_I = \sqrt{\sum_{h=2}^{h_{40}} \left(\frac{I_{H,h}}{I_{H,1}} \right)^2}. \quad (3)$$

Световое оборудование с разрядными лампами, имеющее активную потребляемую мощность, не превышающую 25 Вт, должно соответствовать одному из приведенных ниже требований [2]: значения гармонических составляющих тока на 1 Вт мощности ТС не должны превышать норм гармонических составляющих тока, установленных в [2]; значение гармонической составляющей тока третьего порядка, выраженное в процентах от составляющей тока на основной частоте, не должно превышать 86 %; соответствующее значение гармонической составляющей пятого порядка не должно превышать 61 %. Кроме того, форма кривой потребляемого тока должна быть такой, чтобы ток достигал 5 % пикового значения прежде фазового угла, равного 60° , достигал пикового значения прежде фазового угла 65° и не падал ниже 5 % прежде фазового угла 90° (за 0° принято значение фазового угла, соответствующего прохождению напряжения основной частоты через нуль). Пороговое значение тока, равное 5% наивысшего абсолютного значения в измерительном окне, и значения фазовых сдвигов получают в течение периода, включающего это абсолютное пиковое значение [2].

Если световое оборудование с разрядными лампами имеет встроенное устройство регулирования силы света, измерения проводят только в условиях полной нагрузки.

На рис. 6, 7 представлены коэффициенты n -х гармонических составляющих напряжения в точке питания определения влияния осветительной нагрузки на качество электрической энергии и спектр высших гармоник тока в точке питания определения влияния осветительной нагрузки на качество электрической энергии, соответственно, для светодиодной лампы Feron.

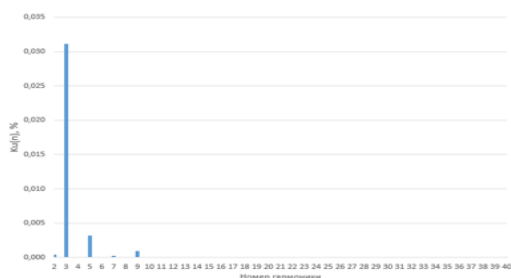


Рис. 6. Коэффициенты n -х гармонических составляющих напряжения (в процентах) в точке питания

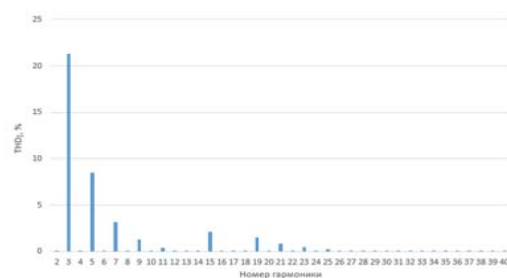


Рис. 7. Спектр высших гармоник тока в точке питания

Выполнено экспериментальное исследование гармоник тока и напряжения для светодиодных ламп. Анализ полученных осциллограмм напряжений и токов показал следующее:

– суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U у всех ламп незначительный: лампа Feron – $K_U = 0,031$ %; лампа Smartbuy – $K_U = 0,042$ %, лампа ETR – $K_U = 0,044$ %, лампа Philips – $K_U = 0,031$ %. Полученные данные не превышают максимальные значения, нормированные в ГОСТ 32144–2013;

– суммарный коэффициент гармонических составляющих тока THD_I у всех ламп следующий: лампа Feron – $THD_I = 68,91$ %; лампа Smartbuy – $THD_I = 70,64$ %; лампа ETR – $THD_I = 74,11$ %; лампа Philips – $THD_I = 68,23$ %. ГОСТ 32144–2013 не нормирует суммарный коэффициент гармонических составляющих тока THD_I в процентном отношении.

Литература

1. Евминов, Л. И. Сравнительный анализ различных источников света и оценка электромагнитной совместимости безэлектродных (индукционных) и светодиодных источников света / Л. И. Евминов, В. С. Кизева // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2013. – № 1. – С. 60–67.
2. Светодиодные лампы. Их преимущества и сфера использования. – Режим доступа: <https://www.maxcom.by/article/2018/05/28/svetodiodnye-lampy-ih-preimushchestva-i-sfera-ispol-zovaniya>. – Дата доступа: 15.03.2022 г.
3. Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний : ГОСТ 30804.3.2–2013 (IEC 61000-3-2:2009, MOD). – Введ. 01.01.2014. – М. : Стандартинформ, 2014. – 31 с.

УДК 621.315.1

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПАКТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СЕТОЧНОГО ТИПА

А. М. Далинчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Г. И. Селиверстов

Произведена оценка электрических, технических и конструктивных параметров компактных воздушных линий сеточного типа по сравнению с традиционными линиями электропередачи.