

СЕКЦИЯ III ЭНЕРГЕТИКА

ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ФОРМУ КРИВОЙ ПОТРЕБЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

А. С. Мазурова

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

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

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 связи с постоянным ростом потребностей людей в использовании искусственного освещения остро стоит вопрос о высокоэффективных источниках света, которые смогли бы не только удовлетворить спрос на качественное освещение, но и обеспечить минимальные затраты электроэнергии.

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, продающем светотехнику [2].

Светодиодные лампы имеют три основных преимущества [3]:

– *низкое энергопотребление*. Светодиодные лампы намного экономичнее своих предшественников. Потребление электроэнергии у таких светильников в десять раз меньше, чем у моделей, оснащенных лампами накаливания;

– *срок службы*. Светодиодные лампы способны проработать до 11-ти лет непрерывно;

– *безопасность*. В отличие от люминесцентных ламп, светодиоды не содержат в себе ртути и прочих вредных металлов. Даже лампы накаливания более опасны своей стеклянной колбой.

Однако недостатков у данных ламп больше [3]:

– *стоимость*. Среди прочих ламп светодиодные не только самые экономичные, но и самые дорогие. Стоимость светильников с такими лампами, как и самих ламп, в несколько раз превышает цену на люминесцентные;

– *срок службы*. Между заявленными 100000 часами работы и реальным сроком службы таких ламп есть определенный нюанс. В процессе работы таких светильников происходит так называемая «деградация» кристаллов в светодиодной лампе. После определенного срока лампы начинают светить все слабее, а потом и вовсе перестают работать. В результате реальный срок работы таких ламп сокращается вдвое;

– *спектр свечения*. Особый световой спектр светодиодов нравится далеко не каждому и может вызывать определенный дискомфорт;

– *четкая направленность светового потока*. Для качественного освещения комнаты понадобится больше светильников, оснащенных светодиодами, чем в случае с другими лампами. Существуют модели со специальными рассеивающими фильтрами, но в таком случае страдает интенсивность светового потока;

– *плохая совместимость с электросетями*. Не секрет, что напряжение в электросети достаточно часто подвергается перепадам. Системы охлаждения и специальные источники питания для светодиодных светильников необходимы. Без этих элементов лампы портятся быстрее. В свою очередь, данные системы очень чувствительны к перепадам напряжения в электросети.

В настоящее время светодиоды позиционируют себя как экологически чистые приборы, не требующие утилизации.

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

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

Оценка электромагнитной совместимости светодиодных источников света [4]. Несомненно, применение светодиодных источников света (СД ИС) обеспечивает существенное снижение электропотребления. Однако применение светодиодов сопровождается рядом особенностей, связанных с наличием в кривой потребляемого ими тока высших гармоник. Это связано с тем, что СД ИС представляют собой нелинейную электрическую нагрузку с нелинейностью характеристик самих СД ИС и применением в качестве источника питания светодиодов электронных преобразователей. Суммарный эффект таких нагрузок выражается в искажении кривой тока, потребляемого из сети, и протекании высших гармоник по всем элементам системы электроснабжения, что отрицательно воздействует на все оборудование, сокращая срок его службы.

Проблемы, создаваемые гармониками:

– дополнительный нагрев и выход из строя конденсаторов, трансформаторов, электродвигателей, кабелей и т. п.;

– ложные срабатывания автоматических выключателей и предохранителей;

– наличие третьей гармоники и ее производных (9, 12 и т. д.) в нейтрали может потребовать увеличения сечения ее проводника;

– гармонический шум (частые переходы через 0) может служить причиной неправильной работы компонентов систем контроля;

– повреждение чувствительного электронного оборудования;

– интерференция систем коммуникации.

В соответствии с [5] суммарный коэффициент гармонических составляющих (total harmonic distortion, thd) THD_Y обозначает отношение 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 [5] 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 [5] 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 [5]:

– значения гармонических составляющих тока на 1 Вт мощности ТС не должны превышать норм гармонических составляющих тока, установленных в [5];

– значение гармонической составляющей тока 3-го 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 0). Пороговое значение тока, равное 5 % наивысшего абсолютного значения в измерительном окне, и значения фазовых сдвигов получают в течение периода, включающего это абсолютное пиковое значение [5].

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

Выполнено экспериментальное исследование гармоник тока и напряжения для светодиодных ламп. Анализ полученных осциллограмм напряжений и токов показал следующее (рис. 1).

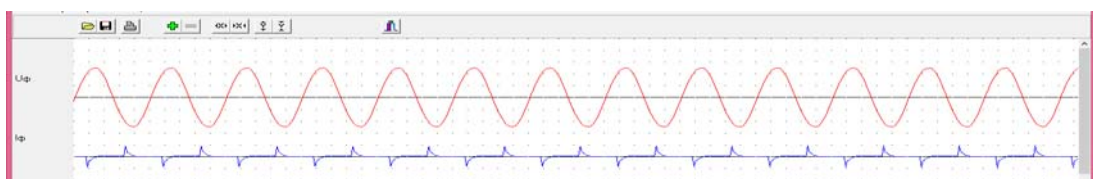


Рис. 1. Осциллограмма напряжения и тока при работе светодиодной лампы Feron

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 составляет: 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.
2. Светодиодные лампы. Их преимущества и сфера использования. – Режим доступа: <https://www.maxcom.by/article/2018/05/28/svetodiodnye-lampy-ih-preimushchestva-i-sfera-ispolzovaniya>. – Дата доступа: 15.03.2022.
3. Преимущества и недостатки светодиодных ламп. – Режим доступа: https://lu.ru/stati/preimuwestva_i_nedostatki_svetodiodnyh_lamp/. – Дата доступа: 15.03.2022.
4. Оценка режимов осветительных электрических сетей объектов ЖКХ со светодиодными источниками света / Ф. П. Говоров [и др.] // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2011. – № 11 (186). – С. 92–97.
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ30804.3.2–2013 (IEC 61000-3-2:2009) Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний. (IEC 61000-3-2:2009, MOD). – М. : Стандартинформ, 2014.

АНАЛИЗ ПУТЕЙ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Е. В. Таранко, З. В. Ковганов

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель Н. А. Попкова

В современном мире все больше внимания уделяется минимизации влияния человека на окружающую среду. В сфере энергетики остро стоит вопрос, в пользу какого источника электроэнергии делать выбор. Исследовав различные виды производства электрической энергии, можно прийти к выводу, что атомная энергетика позволяет получать максимальное количество электроэнергии, используя минимальный объем топлива, при этом избегая выделения вредных побочных продуктов. Помехой перехода на ядерную энергию является отработавшее ядерное топливо (ОЯТ), которое впоследствии рассматривают как радиоактивные отходы (РАО). Целью настоящего исследования стал поиск оптимального пути сокращения влияния ОЯТ на окружающую среду. В ходе исследования были поставлены задачи:

- 1) выявить преимущества и недостатки ядерных топливных циклов (ЯТЦ);
- 2) изучить возможность повторного использования компонентов ОЯТ;
- 3) сравнить методики обращения с ОЯТ разными странами;
- 4) рассчитать остаточное тепловыделение ядерного топлива.