

Таким образом, разработанная программа позволяет реализовать расчет и замену трансформаторов, а также создать отчет и графическое сравнение целесообразности замены. В дальнейшем при помощи данной программы будет проведен расчет по замене распределительных трансформаторов марки ТМЗ на аморфные трансформаторы марки ТС(З)ЛА.

Л и т е р а т у р а

1. Печенкин, В. И. Силовые «аморфные» трансформаторы. Будущее в настоящем / В. И. Печенкин // Электротехн. рынок. – 2012. – № 5–6 (47–48). – С. 46–47.
2. Сорока, А. В. Применение распределительных трансформаторов с магнитопроводом из аморфной стали / А. В. Сорока, В. Н. Радкевич // Актуальные проблемы энергетики : материалы науч.-техн. конф. студентов и аспирантов / БНТУ. – Минск, 2017. – С. 494–499.
3. Гольдштейн, В. Г. О проблемах энергосбережения и повышения энергоэффективности при применении современных силовых трансформаторов / В. Г. Гольдштейн, А. А. Казанцев, Л. М. Инаходова // Изв. вузов. Электромеханика. – 2014. – № 5. – С. 107–111.
4. Машиностроительные технологии. Электротехническая листовая сталь. Классификация сталей, магнитные и электрические свойства. – 2012. – Режим доступа: <http://www.lmx.ucoz.ru>.

УДК 628.9:621.31.031

ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА СИСТЕМУ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И. Д. Костюченко

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

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

Рассмотрено влияние светодиодных источников света на систему электроснабжения промышленных предприятий.

Ключевые слова: светодиодные источники света, коэффициенты гармонических составляющих тока и напряжения.

INFLUENCE OF LED LIGHT SOURCES ON THE POWER SUPPLY SYSTEM OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

I. D. Kostucenko

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

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

The influence of LED light sources on the power supply system of industrial enterprises is considered.

Keywords: LED light sources, harmonic coefficient of current and voltage.

При разработке новых проектных решений по строительству и модернизации электроустановок, проектировщики не учитывают высокие показатели нелинейных характеристик драйверов светодиодных светильников, наличие в них гармонических составляющих тока и напряжения, генерацию реактивной мощности в сеть, наличие импульсных токов в момент пуска и влияние данных факторов на электромагнитную совместимость. Известны случаи, когда при включении осветительной нагрузки воз-

160 Энергообеспечение, энергосбережение, эффективное использование энергии

никали радио и электромагнитные помехи. Как правило, блоки питания светодиодных светильников не удовлетворяли требованиям нормативной технической документации. К сожалению, в настоящее время многие поставщики и начинающие разработчики пренебрегают требованиями к электромагнитной совместимости [1].

На кафедре «Электроснабжение» УО ГГТУ им. П. О. Сухого разработан «Комплекс регистрации параметров электрических сигналов» (КРПЭС). КРПЭС представляет собой виртуальный измерительный прибор, построенный на основе персонального компьютера по модульному принципу, и предназначен 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, где ТТ – измерительный трансформатор тока; ИПТ – измерительный преобразователь тока; ИПН – измерительный преобразователь напряжения; АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

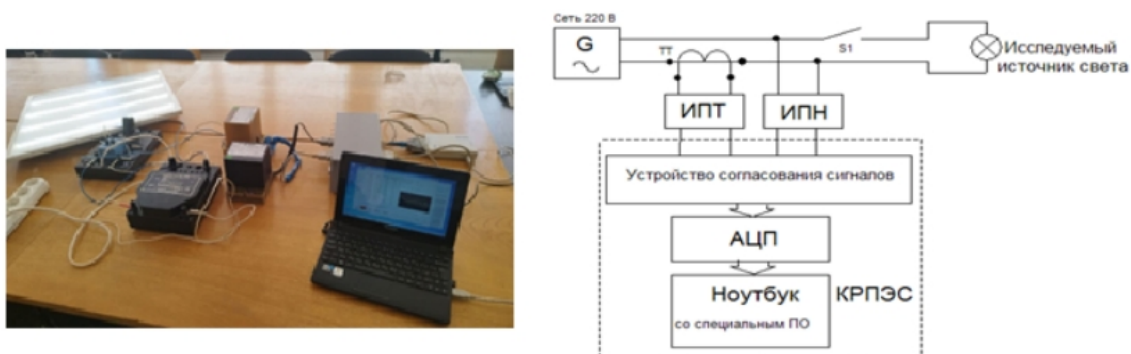


Рис. 1. Схема определения влияния осветительной нагрузки на качество электрической энергии

Рассмотрим уровень несинусоидальности светодиодного светильника SPO-6-36-4К, который применяется в административном здании филиала «Гомельский комбинат хлебопродуктов».

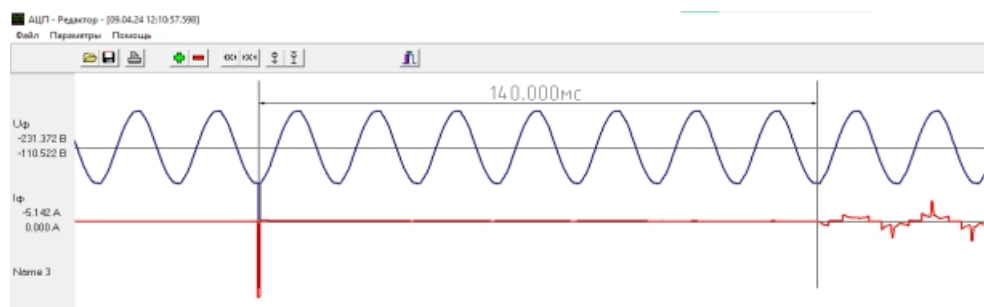


Рис. 2. Осциллограмма тока и напряжения при включении светодиодного светильника SPO-6-36-4К-Р

При включении на осциллограмме виден импульс тока, а также длительная пауза в 140 мс из-за коммутационных воздействий, происходящих при включении устройства напрямую вилкой в сеть. При подключении данного светильника в сеть через клавишный выключатель данный импульс, а также длительность включения

будут значительно меньше. Поэтому в случае подключения светильника вилкой одним из решений является применение сетевых фильтров, в которых есть кнопка-выключатель, позволяющая производить включение в сеть с минимальными коммутационными воздействиями.

На светодиодном светильнике SPO-6-36-4К-Р имеется 4 светодиодных полосы, соединенных последовательно. Это необходимо для того, чтобы график тока имел форму с наименьшим искажением синусоидальности. Длительность включения первой полосы составляет 1,7 мс, второй полосы – 2,4 мс, третьей полосы – 1,7 мс, четвертой полосы – 3,9 мс. Работа светильника достаточно плавная: без искажений и без пульсаций, заметных глазу.

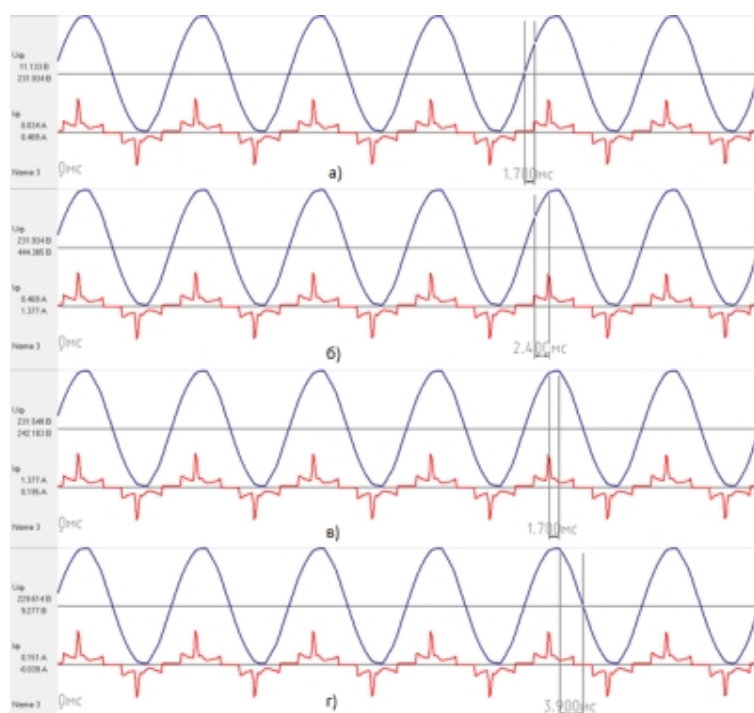


Рис. 3. Осциллограмма тока и напряжения при установившемся режиме работы светильника SPO-6:

а – включение 1-й полосы; б – включение 2-й полосы;
в – включение 3-й полосы; г – включение 4-й полосы

Нормируемые значения коэффициентов гармонических составляющих представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение измеренных значений коэффициентов гармонических составляющих напряжения с нормируемыми

Номер гармоник, n	Измеренные значения, %	Нормируемые значения (ГОСТ32144–2013), %
Четные		
2	0,0141	2
4	0,0005	1
6, 8, 10	< 0,0005	0,5

Окончание табл. 1

Номер гармоник, n	Измеренные значения, %	Нормируемые значения (ГОСТ 32144–2013), %
12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40	< 0,0001	0,2
Нечетные		
3	0,0246	5
5	0,000579	6
7	0,000348	5
9	0,0067	1,5
11	0,002376	3,5
13	0,000471	3
15	0,000081	0,3
17	0,000102	2
19, 23, 25, 29, 31, 35, 37	< 0,00011	1,5
21, 27, 30, 33, 36, 39	< 0,000342	0,2

Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U составляет: $K_U = 0,03$ %.

Нормируемые значения коэффициентов гармонических составляющих тока представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение измеренных значений коэффициентов гармонических составляющих тока с нормируемыми

Порядок гармонической составляющей, n	Измеренные значения, %	Нормируемые значения (ГОСТ 30804.3.2–2013), %
2	0,022	2
3	3,3	$30 \cdot \lambda^*$
5	2,39	10
7	5,7	7
9	3,4	5
11 < n < 39 (только для нечетных гармонических составляющих)	для $n = 11 - 3,4$	3
	остальные – < 2,7	3

Примечание. *Коэффициент мощности цепи.

Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока THD_I составляет: $THD_I = 17,83$ %.

Все коэффициенты гармонических составляющих напряжения не выходят за границы нормируемых значений согласно ГОСТ 32144–2013. 11-я гармоника превышает

установленное ГОСТ 30804.3.2–2013 максимально допустимое значение гармонической составляющей. Эксперимент проводился при подключении в сеть одного светильника, поэтому искажения незначительные. Если рассматривать помещения в целом, где одновременно может быть подключено несколько десятков таких светильников, то искажения показателей качества электроэнергии будут более существенными, в таком случае целесообразно применять фильтры нечетных гармоник, чтобы предотвратить негативное влияние на систему электроснабжения.

Литература

1. Анализ влияния светодиодного освещения на показатели качества электрической сети / В. П. Кузьменко [и др.] // АгроЭкоИнженерия. – 2019. – № 2 (99). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-svetodiodnogo-osvescheniya-na-pokazateli-kachestva-elektricheskoi-seti>. – Дата доступа: 11.05.2024.

УДК 621.181.253

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОТЛОВ В ЧАСТНЫХ ДОМАХ

В. А. Кусенкова

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

Научный руководитель Д. И. Зализный

Выполнен анализ литературы по электрическим котлам. Определены преимущества применения электрокотлов по сравнению с газовыми. Предложены оптимальные показатели для выбора котлов.

Ключевые слова: отопление частного дома, электрический котел, теплотехнический расчет, электроэнергия.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF ELECTRIC BOILERS IN PRIVATE HOMES

V. A. Kusenкова

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Science supervisor D. I. Zalizny

Heating of a private house, electric boiler, heat engineering calculation, electricity. The literature on electric boilers is analyzed. The advantages of using electric boilers in comparison with gas boilers are determined. The optimal parameters for the selection of boilers are proposed.

Keywords: heating of a private house, electric boiler, heat engineering calculation, electricity.

Для обеспечения комфортной температуры в частном доме необходимо внедрение автономной системы отопления, главным элементом которой является котел. От его качественной работы зависит эффективность обогрева всего помещения. Сегодня рынок предлагает котлы, работающие на различных видах топлива, что позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант с учетом индивидуальных потребностей и возможностей.

Современные котлы могут быть удобны в использовании благодаря тому, что работу системы отопления можно легко регулировать и не тратить зря электроэнергию.