

УДК 621.316.178:628.971.6

Электрооборудование для резонансной системы освещения



Д. С. Стребков,
доктор технических наук,
профессор, академик РАСХН,
заслуженный деятель науки РФ

**А. И. Некрасов,
Л. Ю. Юферев,
О. А. Роцин,
А. А. Михалев,**

*Всероссийский научно-исследовательский институт
электрификации сельского хозяйства*

Предлагается резонансная система питания на основе однопроводной схемы, которая может найти применение для уличного освещения населенных пунктов, освещения жилых и производственных зданий и других объектов.

Ключевые слова: резонансный метод передачи электроэнергии, освещение, сверхяркие светодиоды, однопроводная схема питания, солнечная батарея.

Введение

Н. Тесла рассматривал свою резонансную однопроводниковую систему передачи электрической энергии как альтернативу системе передачи энергии на постоянном токе, предложенной Т. Эдисоном. Конкуренция между системами передачи электрической энергии на постоянном и переменном токе продолжается до настоящего времени, однако все это происходит в рамках классических двух-трехпроводных замкнутых линий электропередач. Показано экспериментально, что однопроводниковая линия с высокочастотным резонансным трансформатором Тесла в начале линии может передавать электрическую энергию на любой, в том числе и на нулевой частоте, то есть на выпрямленном токе.

Однопроводниковые резонансные системы (рис. 1) открывают возможности для создания сверхдальних кабельных линий электропередач и, в перспективе, замены существующих воздушных линий на кабельные однопроводниковые линии [1]. Тем самым будет решена одна из важнейших проблем энергетики – повышение надежности электро-снабжения.

На основании резонансного метода передачи электрической энергии разработано электрооборудование для питания напряжением повышенной частоты по однопроводниковой линии светильни-

ков на светодиодах и светильников с компактными люминесцентными лампами. Для реализации резонансного метода передачи электроэнергии по однопроводной схеме для питания электропотребителей используют преобразователь частоты, передающий и принимающий резонансные четверть-волновые трансформаторы, при этом всю систему электроснабжения, включая линию и обмотки трансформаторов, рассчитывают на такой режим работы, при котором максимум напряжения создается на участке в месте расположения приемника энергии.

Одиночный проводник используется в качестве волновода для передачи электрической энергии на высокой частоте. В одиночном проводнике, который является частью резонансной системы, отсутствует активный ток проводимости, так как линия не замкнута. В резонансном контуре происходит обмен реактивной энергией между конденсатором и катушкой индуктивности контура. В процессе колебаний энергия электрического поля конденсатора превращается в энергию электромагнитного поля высоковольтного резонансного трансформатора, напряжение с которого подается на светильники [2, 3].

На рис. 1 представлена однопроводная схема питания светильника на основе сверхярких свето-

диодов, которые имеют высокий показатель КПД и срок службы до 100 тысяч часов.

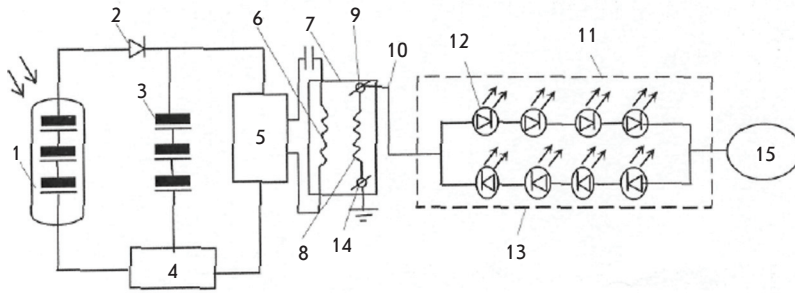


Рис. 1. Схема питания светодиодного светильника

Электрическая энергия от солнечной батареи 1 через диод 2 или от аккумулятора 3 с контроллером заряда 4 подается на вход преобразователя 5, а затем через резонансные конденсаторы на низковольтную обмотку 6 повышающего высокочастотного резонансного трансформатора 7. Диод 2 препятствует разряду аккумулятора 3. Низкопотенциальный вывод 14 высоковольтной обмотки 8 через разделительный конденсатор соединен с землей. Высоковольтная обмотка 8 высокочастотного резонансного трансформатора 7 своим высоковольтным выводом 9 соединена однопроводной линией 10 со светильниками 11, имеющими естественную емкость 15.

Светильник работает следующим образом. Электрическую энергию от источников энергии 1 или 3 преобразуют по частоте в преобразователе частоты 5, повышают по напряжению, с помощью повышающего высокочастотного резонансного трансформатора 7, и создают резонансные колебания тока и напряжения в первичной обмотке 6, вторичной обмотке 8 и в однопроводной линии 10 с частотой 1–100 кГц, равной частоте преобразователя 5.

В разомкнутой однопроводной линии 10 относительно обмотки 8, между током и напряжением существует фазовый сдвиг 90 градусов, при этом ток опережает напряжение и перезаряжает емкость однопроводной линии 10, емкость светильника и естественную емкость 15. Электромагнитная энергия в виде потока волн тока и напряжения перемещается от вывода 9 с высоким потенциалом через последовательно соединенные светодиоды светильника 11 к естественной емкости 15 с более низким потенциалом. Положительная полуволна тока проходит через светодиоды, включенные в прямом направлении, создавая на них падение напряжения 2–6 В. Положительные полуволны вызывают свечение согласно включенных светодиодов, а отрицательные полуволны тока и напряжения вызывают свечение встречно включенных светодиодов.

Солнечная батарея мощностью 30 Вт, напряжением 12 В и аккумуляторная батарея напряжением 12 В включены для работы с преобразователем частоты 50 кГц, мощностью 15 Вт, с выходным напряжением

12 В. Повышающий высокочастотный резонансный трансформатор содержит 8 витков низковольтной обмотки и 2500 витков высоковольтной обмотки, при этом на высоковольтном выводе генерируется потенциал с напряжением 1,5 кВ, при частоте 50 кГц. Светильник состоит из 4 пар встречно-параллельно соединенных светодиодов типа СКЛ-19 белого свечения, с рабочим напряжением 6 В, силой света по 450 мКд и рабочим током до 30 мА.

К однопроводной линии могут подключаться сразу несколько светодиодных светильников. За счет передачи электрической энергии от источника по однопроводной линии в резонансном режиме работа светильников осуществляется с малыми потерями в проводнике. В качестве источника электрической энергии может быть использована не только солнечная батарея, но и любой другой источник энергии. При питании светильника по однопроводной линии исключается возможность короткого замыкания, так как отсутствуют параллельно расположенные разнопотенциальные проводники, как это имеет место в обычной осветительной электросети.

Также разработана резонансная электрическая система освещения (РЭСО) со светильниками на основе компактных люминесцентных ламп с питанием по однопроводниковой линии, схема которой представлена на рис. 2. Экспериментальная установка содержит источник питания, преобразователь частоты, высокочастотный резонансный трансформатор, соединенный однопроводниковой линией со светильниками и работает следующим образом.

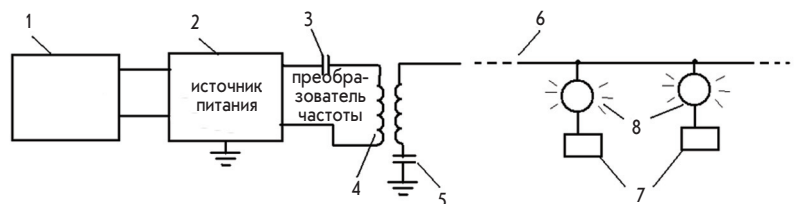


Рис. 2. Схема питания светильников с люминесцентными лампами

Напряжение источника электрической энергии 1, подводимое к преобразователю частоты 2, преобразуется в напряжение высокой частоты, и через конденсатор 3 подается на резонансный трансформатор 4, с высоковольтного вывода которого высокочастотное напряжение подается на однопроводную линию 6, к которой одним выводом подключаются светильники 8 через малогабаритные понизительные трансформаторы на ферритовых сердечниках, второй вывод каждого светильника соединен с естественной емкостью 7, в качестве которой может использоваться изолированный корпус светильника. Второй вывод резонансного трансформатора 4 через конденсатор 5 соединяется с землей.

Электромагнитная энергия в виде потока волн тока и напряжения повышенной частоты перемещается от вывода с высоким потенциалом через светильники к естественной емкости. За счет разности потенциалов происходит ионизация газа внутри компактных люминесцентных ламп низкого давления и пробой промежутка между электродами. Через лампу протекает электрический ток, вызывающий полную ионизацию газа и свечение люминофора.

На рис. 3 представлен экспериментальный образец резонансной системы электрического освещения со светильниками на опорах (а) и солнечным модулем с концентратором для зарядки аккумуляторов (б), смонтированной для освещения пешеходной дорожки на молодежном форуме «Селигер».



а



б

Рис. 3. Резонансная система уличного освещения

Разработанный экспериментальный образец резонансной системы электрического освещения

электрического освещения при работе с различным количеством ламп представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерения электрических параметров резонансной системы электрического освещения

Кол-во светильников на линии, шт.	Преобразователь частоты		Напряжение на линии, Ул, В	Светильник		
	Напряж. питания У, В	Потребл. мощн. Р, Вт		Напряж. на лампе, Ул, В	Общая мощность Р, Вт	КПД передачи
3	220	60	1200	230	45	75
6	220	110	1150	225	90	82
10	220	176	1100	220	150	85
15	220	260	1000	215	225	87

Выводы

Предварительные расчеты показывают, что внедрение однопроводной резонансной системы электрического освещения позволит обеспечить снижение капитальных затрат при строительстве электросетей на 30 – 35%, экономию цветных металлов в 2 раза, снижение потерь энергии в про-

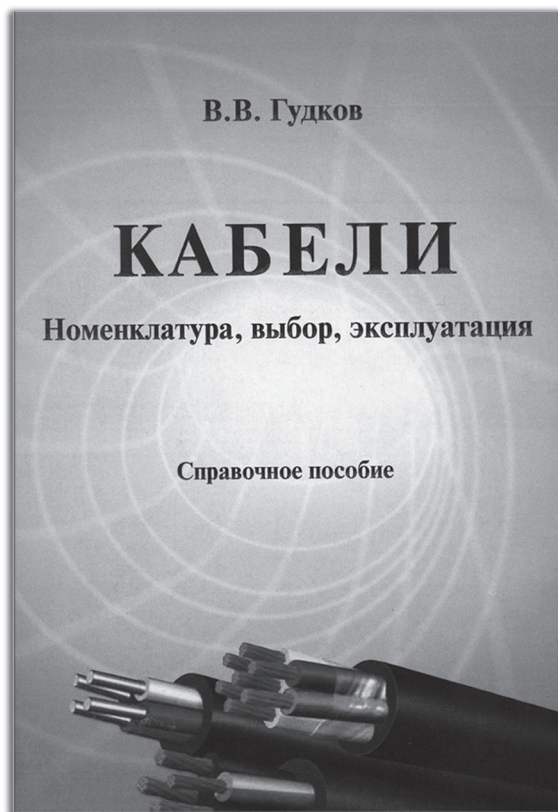
водах, значительное сокращение аварийности и повышение электро- и пожаробезопасности при эксплуатации.

Резонансная система питания светильников может найти применение для уличного освещения населенных пунктов, освещения жилых и производственных зданий и других объектов.

Литература

1. Стребков Д. С. Основные направления повышения энергетической безопасности // Глобальная безопасность. 2006. № 1. С. 108–109.
2. Патент РФ № 2241176. Солнечный светильник (варианты) Стребков Д. С., Некрасов А. И., Лямцов А. К., Юферев Л. Ю. // БИ № 28, 2005 г.
4. Стребков Д. С., Некрасов А. И. Резонансные методы передачи и применения электрической энергии. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2008. – 352 с.

В издательстве Московского института энергобезопасности и энергосбережения (МИЭЭ) вышло второе издание книги В. В. Гудкова

«Кабели. Номенклатура, выбор, эксплуатация. Справочное пособие»

Книга ориентирована на инженерный персонал, проектные и монтажные организации, НИИ и лаборатории, а также работников предприятий и студентов учебных заведений. Справочник содержит сведения о конструктивных элементах, размерах и областях применения кабельных изделий.

Издание проиллюстрировано, таблицы сопровождаются подробной текстовой информацией. Рецензент справочника – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации К. В. Капелько.

По вопросам приобретения обращаться:

Москва, 4-я Парковая ул., д. 27
ПТФ МИЭЭ

Тел.: (495) 965-37-90
Факс: (495) 965-38-46