

Энергосберегающие лампы: обратная сторона медали

Уже очень скоро (с 1 января 2011 года) в России предполагается ввести в директивном порядке запрет на производство и продажу ламп накаливания мощностью более 100 Вт, а затем, постепенно, и на лампы меньшей мощности. При этом, собственного производства таких ламп в России нет поэтому речь идет о переходе на лампы китайского производства [1].

Прежде всего, давайте разберемся в том, что же такое «энергосберегающая лампа».

Существуют два вида энергосберегающих ламп: светодиодные и люминесцентные. Первые представляют собой твердотельные элементы — полупроводниковые светоизлучающие диоды со специально подобранным спектром излучения, обладающие повышенной мощностью излучения. Последнее достигается как повышенной мощностью отдельных элементов, так и объединением отдельных элементов в большие группы, состоящие из нескольких десятков и даже сотен элементов. На этом принципе уже работают не только бытовые лампочки, но и уличные фонари, светофоры. Многочисленные западные и китайские компании наперебой предлагают такие фонари различной мощности.

Вторые — это газоразрядные люминесцентные лампы, подобные по принципу действия обычным трубчатым люминесцентным лампам, которые хорошо всем знакомы.

Отличие энергосберегающих ламп состоит в том, что, во-первых, в них используется стеклянная трубка значительно меньшего диаметра, изогнутая в виде компактной спирали, которая заканчивается обычным по форме цоколем, что позволяет «ввертывать» эту лампу в самый обычный патрон обычной лампочки накаливания.

Во-вторых, вместо громоздкого дросселя (балласта, ограничивающего ток газового разряда) имеющегося у обычной трубчатой лампы, работающей на частоте 50 Гц, используется компактный электронный балласт, работающий на высокой частоте, производимой специальным полупроводниковым генератором.

Внутренние электронные цепи обоих типов этих ламп нуждаются в питании постоянным током, получаемым с помощью встроенного в цоколь выпрямителя (диодного мостика со сглаживающим конденсатором). Такой же выпрямитель с конденсатором имеется на входе любого импульсного источника питания, которыми снабжены все современные электронные приборы и компьютеры. Оказывается, что два этих хорошо известных элемента создают существенные проблемы при их массовом применении во многих тысячах устройств. Чем же они так плохи? А вот чем. Оказывается, что конденсатор потребляет из сети ток импульсами, только в те моменты времени, когда мгновенное значение синусоидально изменяющегося входного напряжения становится больше остаточного напряжения на конденсаторе (из-за его разряда на нагрузку). В остальное время, когда напряжение на конденсаторе больше мгновенного входного, диоды моста оказываются запертыми обратным напряжением конденсатора и потребление тока отсутствует. В результате, ток, потребляемый таким выпрямителем, оказывается существенно сдвинутым по фазе относительно напряжения, рис. 1а.

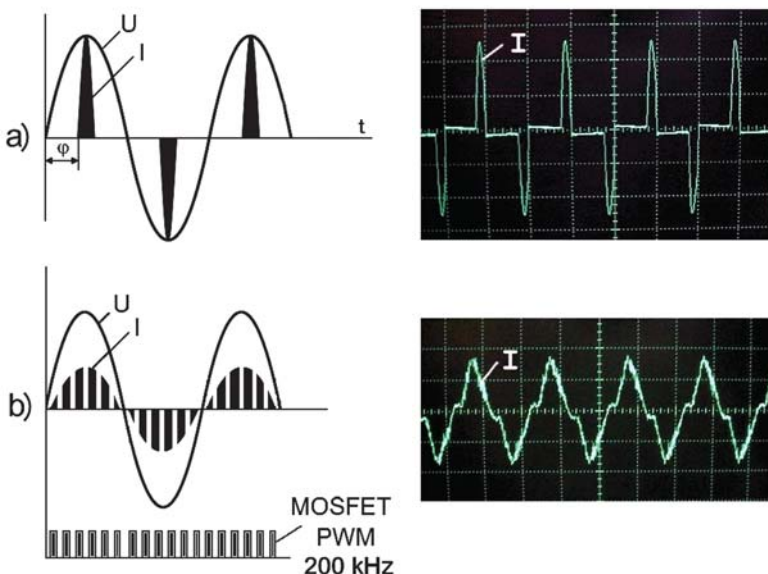


Рис. 1. Форма тока и сдвиг фаз между напряжением и током, потребляемым выпрямителем, без ККМ (а) и с ККМ (б)

При большом количестве таких выпрямителей, подключенных к сети переменного тока, возникает проблема не только загрязнения сети гармониками тока, но и проблема снижения коэффициента мощности (косинуса фи). Типичное значение коэффициента мощности источника питания без коррективы 0,65.

В технической литературе появились даже публикации, в которых утверждается, что поскольку энергосберегающие лампы являются мощным источником гармоник тока, то поэтому «просто механическая замена ламп накаливания на энергосберегающие без дополнительных мероприятий по борьбе с генерацией гармоник с высокой степенью вероятности не даст ожидаемого эффекта» [2].

Но, неужели инженерами до сих пор не найдено решения этой проблемы? Найдено, и уже давно! Для снижения гармоник тока и повышения коэффициента мощности применяется его активная коррекция с помощью так называемого корректора коэффициента мощности (ККМ или PFC – power phase corrector) [3].

ККМ представляет собой самостоятельный преобразователь напряжения, так называемый «бустерный конвертер» (boost converter – BC), снабженный специальной схемой управления, рис. 2.

Основными элементами BC являются: дроссель L, диод VD2, конденсатор C2 и быстродействующий ключевой элемент VT на базе MOSFET транзистора. Работа этого устройства основана на явлении возникновения импульсов повышенного напряжения обратной полярности на индуктивности, при разрыве тока в ее цепи.

Транзистор VT с большой частотой (обычно, 200 кГц) включает и выключает ток в цепи индуктивности L, а образующиеся при этом импульсы повышенного напряжения через диод VD2 заряжают конденсатор C2, от которого питается нагрузка (в нашем случае электронный балласт). Таким образом, напряжение на конденсаторе C2 всегда выше входного напряжения BC. Во многих случаях конденсатор C2 заряжается до напряжения 385–400 В. Благодаря тому, что конденсатор C1 имеет очень небольшую емкость (это, по сути, высокочастотный фильтр), а схема управления с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ или PWM) ключевого элемента постоянно отслеживает фазу входного переменного напряжения и обеспечивает соответствующую привязку импульсов управления (то есть импульсов тока) к фазе напряжения, удается практически полностью устранить сдвиг фаз между током и напряжением, потребляемым накопительным конденсатором C2, рис. 1б, то есть устранить гармоники тока и поднять коэффициент мощности до 0,95–0,98.

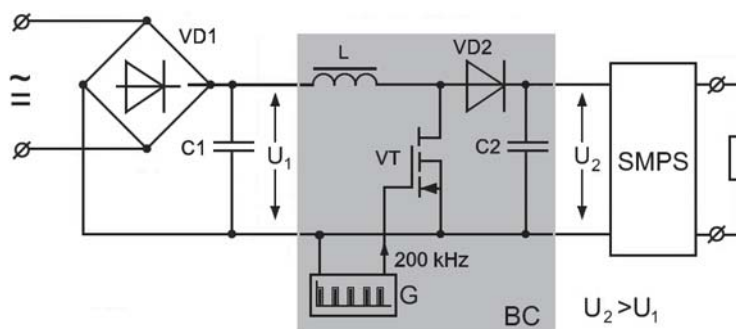


Рис. 2. Бустерный конвертер (BC) и его подключение к импульсному источнику питания (SMPS) или к другой электронной схеме

С чисто технической точки зрения, никакой проблемы нет.

Настоящая проблема совершенно в другом. А именно в том, что с целью повышения конкурентоспособности производители стремятся любой ценой снизить стоимость лампы и поэтому часто не используют ККМ, что действительно порождает проблему «загрязнения» напряжения в сети гармониками тока, которые будут ощущать все другие электрические приборы, включенные в эту сеть. Более того, те же самые мотивы побуждают производителей (не будем забывать, что это китайские фабрики) использовать в электронном балласте самые дешевые электронные компоненты, не имеющие достаточного запаса по напряжению. В результате, при воздействии на электронный балласт первого же импульса перенапряжения, которые всегда имеются в сети, электронные компоненты такого балласта будут повреждены и нашу лампу придется выбросить.

Таким образом, что же получит потребитель под красивой оболочкой «энергосберегающей лампы»? Значительно более дорогое и проблемное, но значительно менее надежное (по сравнению с обычной лампочкой накаливания) изделие. Получается, что государство в принудительном порядке перекладывает на плечи рядовых граждан проблемы энергосбережения, просто-напросто заставляя их раскошелиться. Самое простое решение любых сложных и масштабных проблем, не правда ли?

Владимир ГУРЕВИЧ,
канд. техн. наук

ЛИТЕРАТУРА:

1. Блохина Н. Стоваттная война. – «Электротехнический рынок», 2009, № 5 (29).
2. Петухов В. Энергосберегающие лампы как источник гармоник тока, «Новости электротехники», 2009, № 5.
3. Гуревич В. И. Вторичные источники электропитания: анатомия и опыт применения. – «Электротехнический рынок», 2009, № 1 (25).