

Наоюки Кобаяши (Naoyuki Kobayashi)

# Влияние конденсаторов на долговечность светодиодных приборов

**Одна из частых проблем светодиодных схем — воздействие очень высоких напряжений на конденсаторы в схеме, что ведет к их отказу гораздо раньше ожидаемого окончания срока службы продукта.**

Рынок светодиодных продуктов все более расширяется; теперь уже практически любое традиционное средство освещения может быть вытеснено более энергоэффективным, надежным и «благоприятным» для планеты светодиодным.

Чтобы обеспечить соответствие требованиям к сроку службы и уровню энергопотребления конечного продукта, все компоненты для производства светодиодов должны отбираться самым тщательным образом.

Керамические конденсаторы в таких схемах могут подвергаться высоким напряжениям и внешним воздействиям, отличным от обычных условий, в которых работают бытовые электроприборы, что может отрицательно влиять на срок их службы и приводить к преждевременному выходу из строя. В статье раскрывается суть проблемы и даются рекомендации, как предотвратить неполадки светодиодных приборов возникающие по вине конденсаторов.

## Типичные условия в светодиодной схемотехнике

Типичная схема осветительного прибора на светодиодах показана на рис. 1. В позициях C1, C2, C3 должны быть конденсаторы подавления ЭПМ на 250В переменного тока. Для C6, который представляет собой ограничительный конденсатор для диода, подойдут конденсаторы на диапазон 250–630 В постоянного тока с температурными характеристиками X7R (второй класс стабильности по стандарту EIA). Для C7, ограничительного конденсатора полевого транзистора, необходимо более высокое напряжение постоянного тока 630–1000 В. В данном случае компания Murata рекомендует конденсаторы с температурной компенсацией типа U2J. C8 представляет собой сглаживающий конденсатор вторичной цепи, это может быть любой конденсатор напряжением до 100 В.

Конденсаторы, подвергающиеся наиболее тяжелым воздействиям, — C4 и C5. Они предназначены для сглаживания переменного тока или фильтрации шумовых помех в первичной цепи. Форма рабочего напряжения на данных конденсаторах (двухполупериодные выпрямленные колебания) показана на рис. 2. Часто (и неверно) в качестве C4 и C5 выбираются конденсаторы X7R для напряжения постоянного тока 250 В. Проблема заключается в том,

что когда подобные конденсаторы с высокой диэлектрической постоянной подвергаются напряжению двухполупериодного выпрямленного тока, они не выдерживают электрострикционного эффекта, что может повлечь необратимое повреждение диэлектрика.

Электрострикционному эффекту подвержены все диэлектрики. Под воздействием переменного тока конденсатор расширяется и сжимается в различных плоскостях, как показано на рис. 3. Механическое искажение

и напряжение концентрируется вокруг контура внешнего электрода конденсатора. При большом напряжении переменного тока и определенных диэлектрических свойствах материала через некоторое время под внешним электродом могут образоваться трещины, способные привести к катастрофическому короткому замыканию на компоненте.

## Смягчение электрострикционного эффекта

Есть ряд способов, которыми компания Murata смягчает электрострикционный эффект за счет специально разработанной структуры

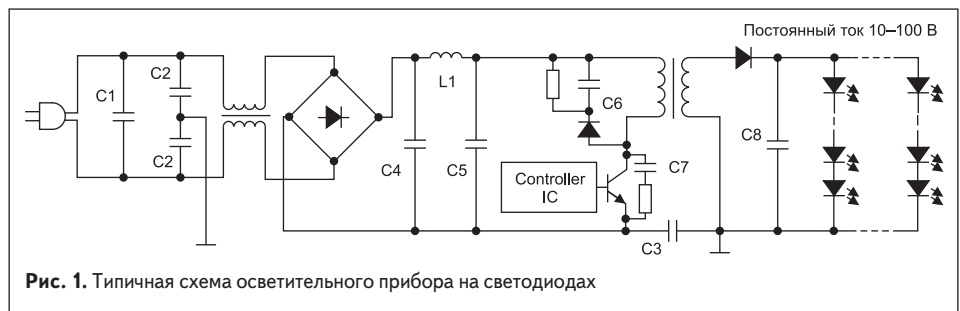


Рис. 1. Типичная схема осветительного прибора на светодиодах

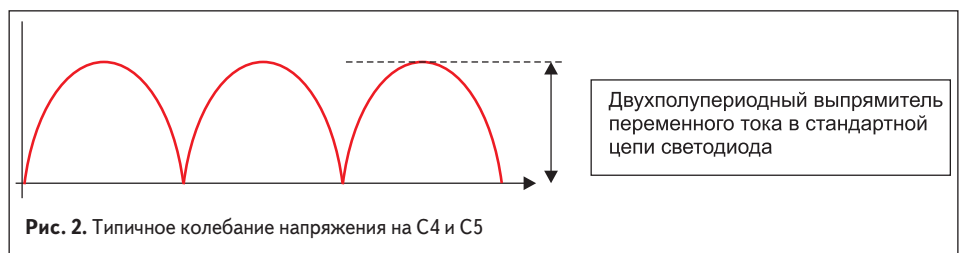


Рис. 2. Типичное колебание напряжения на C4 и C5

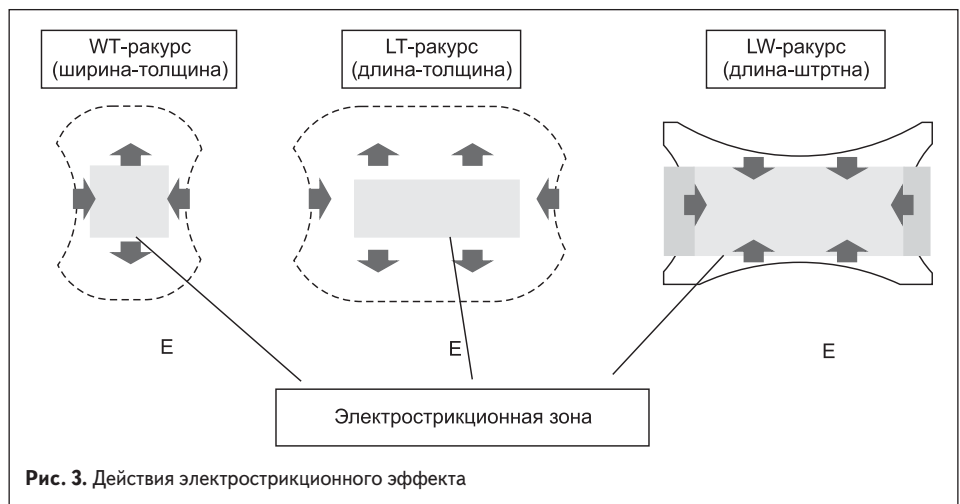


Рис. 3. Действия электрострикционного эффекта

Таблица. Предлагаемые наименования конденсаторов для C4 и C5

Страна	Напряжение АС, В	Емкость, мкФ			
		0,047 (473)	0,1 (104)	0,22 (224)	0,47; 1 (474,105)
Япония	100	GRM32DR72J473KW01L; 1210, X7R, DC 630 В	GRM43DR72J104KW01L; 1812, X7R, DC 630 В	GRM55DR72J224KW01L; 2220, X7R, DC 630 В	Параллельное использование компонентов (столбцы слева) или серия RDE
Северная Америка	120				
Европа/Азия	220-240	GRM43DR73A473KW01L; 1812, X7R, DC 1 кВ	GRM55DR73A104KW01L; 2220, X7R, DC 1 кВ;	Параллельное использование компонентов (столбцы слева)	Параллельное использование компонентов
Северная Америка	277				

конденсатора. Первый фактор, который необходимо учитывать, — толщина диэлектрического материала между внутренними электродами конденсатора. При конструировании конденсаторов высокого напряжения важно обеспечить достаточную толщину диэлектрического слоя для уменьшения внутреннего механического стресса чип-конденсатора.

Во-вторых, на электрострикционный эффект может повлиять структура внутренних электродов (рис. 4б). Для сравнения на рис. 4а показан один из нескольких типов конденсаторов высокого напряжения компании Murata. Центральная зона данной структуры неактивна, и таким образом не подвергается электрострикционному эффекту. Это один из нескольких

способов, которыми компания Murata может защитить конденсаторы от внутреннего механического стресса.

Кроме того, недостаточная толщина внешнего слоя диэлектрика («холостой» слой) может привести к формированию трещин. Повышая толщину и таким образом увеличивая его механическую прочность, можно продлить срок службы этих компонентов.

Последнее, но не менее важное: свойства диэлектрического материала сами по себе могут сыграть определенную роль, так как только материалы с высокой диэлектрической постоянной подвержены данному эффекту. Компания Murata тщательно подбирает свойства данных материалов, чтобы

компоненты, предназначенные для работы с высоким напряжением, создавались с применением соответствующих диэлектрических материалов.

Принимая в расчет все эти факторы, компания Murata рекомендует для C4 и C5 компоненты из серии GRM многослойных керамических конденсаторов (таблица), которые способны повысить минимальный требуемый срок службы при описанных выше рабочих условиях. Эти компоненты обладают температурными характеристиками X7R и имеют соответствующий диапазон значений. Компоненты на 630 В постоянного тока могут иметь емкость 0,001–0,22 мкФ; на напряжение 1 кВ постоянного тока — 0,00047–0,1 мкФ.

Рабочие условия керамических конденсаторов в светодиодных схемах нельзя недооценивать. Опыт компании Murata показывает, что неверный выбор конденсаторов может отрицательно повлиять на срок службы конечного продукта вследствие формирования трещин в диэлектрическом материале этих конденсаторов. При проектировании такого типа приборов разработчики должны позаботиться об обеспечении верного выбора керамических чип-конденсаторов с высококачественной структурой для сглаживания электрострикционного эффекта, описанного выше.

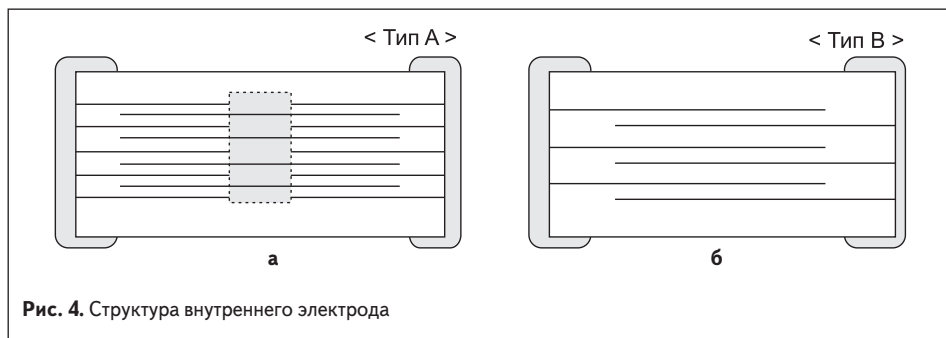


Рис. 4. Структура внутреннего электрода