

Источник постоянного тока LEDinGRAD ИПТ-035-0350-40-3

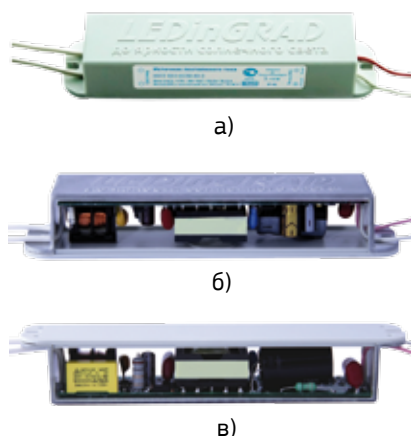
Шаг 3: направления совершенствования

Аркадий Камчатов,
к.т.н., ledingrad@yahoo.com;
Александр Пашков,
dir@transet-spb.ru;
Александр Цуриков,
к.т.н., a.tsurikov@ledingrad.ru

В журналах «Современная светотехника» №№ 3, 4, 2014 г. приведены результаты испытаний высокоэффективного драйвера LEDinGRAD отечественной разработки и производства. В статье изложен подход к разработке изделия, рассмотрены направления его совершенствования, а также результаты проведенных испытаний.

Современные светотехнические устройства на базе светодиодных матриц отличаются высоким качеством производимого света при небольших энергетических затратах. Во многом это определяется параметрами так называемого драйвера – источника питания светодиодов со стабилизированным выходным током. Значение источника питания в составе светильника трудно переоценить. Это буферное устройство между электрической сетью и источником света. С одной стороны, оно должно быть незаметным в конструкции светильника, иметь малое собственное потребление и тепловыделение, гасить высокочастотные колебания в сети и не излучать помех. С другой, оно обязано обеспечить стабильное питание светодиодов в различных типах светильников, работая при этом в широком диапазоне колебаний сети.

Ресурс современного светодиодного светильника определяется, в основном, надежностью работы его



**Рис. Источник постоянного тока
ИПТ-035-0350-40-3 LEDinGRAD**
а – внешний вид; б, в – компоненты ИПТ

источника питания, а это, в свою очередь, зависит от внешних граничных условий. На степень надежности влияют, в частности, оптимальное размещение драйвера в корпусе светильника с целью обеспечения требуемого температурного режима работы его компонентов, соответствие характеристик нагрузки (светодиодов) выходным параметрам драйвера, а также реализация корректного подхода к выбору принципиальной схемы источника питания с учетом характеристик светильника и его компонентов.

Источник постоянного тока для светодиодов ИПТ-035-0350-40-3 (далее по тексту ИПТ) (см. рис.) первоначально предназначался для применения в светильниках типа «Армстронг». Поэтому в качестве исходных требований при разработке конструкции ИПТ были выдвинуты ограничения по размерам и массе. Наряду с требованиями минимизации массогабаритных харак-

теристик (размеры: 115×29×23 мм, масса – не более 80 г) должно быть обеспечено удобство размещения драйвера в светодиодных светильниках различной конструкции и назначения, а также его неразличимость под светорассеивателем в корпусах толщиной свыше 30 мм.

В начале процесса проектирования драйвера были проанализированы и сформулированы основные требования к изделию, значения электрических параметров которого должны соответствовать типовым построениям современных светодиодных матриц:

- мощность: 30...40 Вт;
- выходной ток: 350/700 мА;
- диапазон рабочих напряжений 80...114/40...57 В;
- коэффициент пульсаций светового потока – менее 5%;
- коэффициент мощности – более 0,95;
- коэффициент полезного действия – более 90%.

Схема драйвера также должна включать различные виды защит, в т.ч. от перегрузок по току и короткого замыкания, от превышения выходного напряжения, от воздействия импульсных помех и т.д.

При разработке названных требований была принята во внимание удельная мощность источника питания – полезная мощность драйвера, отнесенная к его объему. Числовое значение рассматриваемого показателя характеризует качество источника питания: чем выше его значение, тем больше так называемая энергетическая эффективность драйвера, т.е. выше полезная мощность, «производимая» каждой единицей его объема. Этот показатель для большинства

современных высокоэффективных драйверов составляет величину, превышающую 300 Вт на 1 дм³ и имеющую тенденцию к увеличению. Для разрабатываемого источника питания требуемый показатель удельной мощности был принят свыше 400 Вт/дм³.

Особое внимание при разработке ИПТ было уделено устойчивости к различным видам помех:

- электростатическому разряду по ГОСТ 30804.4.2;
- электромагнитному полю частотой 80...1000 МГц по ГОСТ 30804.4.3;
- наносекундным импульсным помехам по ГОСТ 30804.4.4;
- микросекундным импульсным помехам по ГОСТ Р 51317.4.5;
- кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями, по ГОСТ Р 51317.4.6;
- динамическим изменениям напряжения электропитания по ГОСТ 30804.4.11.

Кроме того, характеристики ИПТ должны соответствовать требованиям по электромагнитной совместимости (ЭМС) как по эмиссии кондуктивных радиопомех по ГОСТ Р 51318.15, так и по гармоническим составляющим тока и фликера по ГОСТ Р 51317.3.2, ГОСТ Р 51317.3.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИПТ

Технические характеристики первого ИПТ, разработанного и освоенного в производстве, приведены в таблице 1. Для каждой из характеристик, указанных в исходных требованиях и определяющих показатели качества ИПТ, предусмотрена и возможность так называемого «индивидуального» подхода. Например, снижение пульсаций светового потока светильника можно обеспечить путем применения в выходной цепи ИПТ конденсатора большей емкости, без внесения дополнительных изменений в схемные решения драйвера.

В рассматриваемом случае при разработке ИПТ LEDinGRAD реализован подход, основанный на функциональной взаимосвязи основных показателей ИПТ и на соответствующем подборе компонентов высокого каче-

Таблица 1. Технические характеристики ИПТ-035-0350-40-3		
Входные характеристики	Диапазон напряжений, В	176...264
	Частота питающей сети, Гц	48...52
	Коэффициент мощности при 220 В, не менее	0,96
Выходные характеристики	КПД, %, не менее	90
	Диапазон напряжений, В	75...96
	Ток, мА	350
	Мощность максимальная, Вт	33,6
Комплекс защит	Коэффициент пульсаций, %, не более	0,5
	Защита от перенапряжения	Есть
	Защита от перегрузки	Есть
	Степень защиты оболочки (IP)	40
Условия эксплуатации и хранения	Диапазон рекомендуемых рабочих температур, °С	-40...45
	Диапазон температур хранения, °С	-40...50
	Тип подключения	К выведенным монтажным проводам
	Допустимый уровень влажности (при 25°С), %	95
Соответствие стандартам	Электростатические разряды	ГОСТ 30804.4.2
	Электромагнитное поле частотой 80...1000 МГц	ГОСТ 30804.4.3
	Наносекундные импульсные помехи	ГОСТ 30804.4.4
	Микросекундные импульсные помехи	ГОСТ Р 51317.4.5
	Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	ГОСТ Р 51317.4.6
	Динамические изменения напряжения электропитания	ГОСТ 30804.4.11
	Требования по эмиссии кондуктивных радиопомех	ГОСТ Р 51318.15
	Требования по гармоническим составляющим тока и фликера	ГОСТ Р 30804.3.2 ГОСТ Р 30804.3.3
Безопасность	Гальваническая развязка	Есть
	Электрическая прочность изоляции (вход-выход), В _{зог}	3000
Прочие	Плавный пуск	Есть
	Габаритный размер пластикового корпуса (Д×Ш×В), мм	115×29×23
	Масса, кг	0,08

ства. В частности, к ИПТ на начальном этапе разработки предъявлялись жесткие требования по уровню коэффициента пульсаций светового потока – не более 5% (при использовании в выпускаемых нами серийных светильниках соответствующих светодиодных линеек и модулей). К тому же, при значительном выходном напряжении нам не удавалось разместить в малогабаритном корпусе электролитические конденсаторы большей емкости и больших размеров. Однако после тщательного анализа и корректировки схемы, а также после подбора компонентов удалось добиться снижения амплитуды пульсаций выходного тока. Кроме того, используя тот же корпус драйвера, за счет схемных решений мы обеспечили в светильнике значение коэффициента пульсаций светового потока менее 0,5% (фактически 0,1–0,2%). Важно отметить, что такие результаты были получены не только без значительного изменения компоновочных решений источника, но и без увеличения его себестоимости, что, конечно, весьма существенно.

Основные результаты исследований характеристик источника ИПТ-035-0350-40-3 на соответствие требованиям по ЭМС и сохранению работоспособности при различных видах испытательных воздействий приведены в статье, опубликованной в «Современной светотехнике» №3, 2014. Там же представлены результаты экспериментальных исследований гармонических составляющих тока, потребляемого изделием, а также радиопомех, создаваемых изделием при работе, в сравнении с соответствующими значениями, регламентируемыми российскими стандартами.

Первоначальные результаты испытаний на ЭМС образцов пробной партии ИПТ позволили определить соответствующие направления корректировки его схемы и подбора комплектующих компонентов. В результате последующих исследований и испытаний источников ИПТ-035-0350-40-3 было отмечено, что после воздействия на них различных помех максимальной интенсивности, уровень которых был регламентирован стандартами, изменений в их работе

не наблюдалось. Обеспечение требуемых показателей ЭМС достигнуто также путем корректировки схемных решений и соответствующего подбора компонентов. Драйвер ИПТ-035-0350-40-3, включенный в состав серийно выпускаемого светодиодного светильника типа «Армстронг», успешно прошел лабораторно-производственные испытания, во время которых входное напряжение изменялось в диапазоне 176...264 В. В частности, источник питания подтвердил свою работоспособность в условиях многократного включения светильника при граничных значениях входного напряжения указанного диапазона, а также при резком и неоднократном изменении подаваемого на его вход напряжения в диапазоне 80...300 В (посредством автотрансформатора с регулятором напряжения плавного типа, подключенного к входным клеммам источника). Показания малоинерционного амперметра оставались при этом неизменными, заданное значение выходного тока – 350 мА – регистрировалось в условиях изменения входного напряжения от 110 до 264 В.

В ИПТ предусмотрен и «плавный» пуск светильника, когда питание на светодиоды от источника подается не мгновенно, а с возрастанием до номинального значения в течение 0,3–0,5 с, что положительно влияет на надежность светодиодов.

В разработанном и готовящемся к реализации в ближайшее время ИПТ LEDinGRAD, имеющем максимальную полезную мощность 40 Вт (с такими же параметрами корпуса, что и ИПТ-035-0350-40-3), реализована защита от короткого замы-

кания на выходе источника питания как при наличии необходимого для работы напряжения на входе, так и после отключения от сети. Актуальность этой меры корректировки схемы драйвера обусловлена тем, что в ряде случаев источник питания выходит из строя по причине технологических ошибок, допущенных предприятиями при неправильном монтаже светодиодных модулей в процессе сборки светильников.

Выводы

Наличие гальванической развязки, активная коррекция коэффициента мощности (при его высоком уровне), низкий коэффициент пульсаций, соответствие требованиям отечественных стандартов, в т.ч. по показателям ЭМС, сравнительно небольшие габариты – таковы основные особенности разработанного и освоенного в производстве источника постоянного тока ИПТ-035-0350-40-3 торговой марки LEDinGRAD.

Испытания ИПТ подтвердили реализацию указанных выше основных исходных требований к изделию с точки зрения его показателей экономичности и эффективности, отсутствие вредных электромагнитных взаимодействий с электроприборами и излучений в окружающую среду, а также наличие защит от внешних электромагнитных и электрических воздействий (включая броски входного напряжения). ИПТ соответствует требованиям по величинам гармоник сетевого тока и излучаемым в эфир помехам, отвечает действующим нормативным документам применительно к этому классу продукции, а также имеет высокий показатель ЭМС.

Благодаря подходу, основанному на многолетнем опыте разработки и создания источников питания, мы смогли разработать решение, при котором в одном изделии был обеспечен практически нулевой уровень пульсаций выходного напряжения наряду с высокими КПД и коэффициентом мощности. При этом для воздействия на присущие таким источникам питания нежелательные характеристики, осуществлялся контроль параметров тока питания светодиодов при активном подавлении пульсационно-эмиссионных помех, прежде всего за счет схемных решений. В результате была успешно решена задача общей оптимизации технических и ценовых характеристик изделия и достигнута поставленная цель – вывести важнейшие показатели ИПТ-035-0350-40-3 LEDinGRAD на высокий уровень при его низкой себестоимости.

Стоит сказать и об успешной реализации проекта создания и освоения выпуска качественного драйвера в рамках партнерства отечественных разработчиков, производителей электронных устройств и поставщиков комплектующих изделий.

Выпускаемый источник постоянного тока ИПТ-035-0350-40-3 LEDinGRAD имеет показатель удельной мощности более 450 Вт/дм³, т.е. он выше, чем в источниках питания известных производителей. Для драйвера мощностью 40 Вт, выпуск которого планируется в ближайшее время, этот показатель должен превысить 520 Вт/дм³.

В заключение следует отметить, что ИПТ-035-0350-40-3 LEDinGRAD является базовой моделью для разрабатываемых в настоящее время драйверов мощностного ряда 10...100 Вт.