

Новый линейный драйвер NSI50350

от ON Semiconductor для 1-Вт светодиодов

Микросхемы NSI50350A — новое решение в линейке регуляторов постоянного тока Constant Current Regulators (CCR) компании ON Semiconductor. Они предназначены для питания 1-Вт мощных светодиодов в качестве источника постоянного тока 350 мА.

Линейный генератор тока является самым простым прибором, обеспечивающим стабильные характеристики свечения светодиода в широком диапазоне питающих напряжений и температуры окружающей среды. Линейные драйверы используются в тех случаях, когда напряжение питания заведомо больше падения напряжения на линейке питаемых светодиодов. Хотя они и не обеспечивают высокой эффективности использования энергии источника, но обладают несомненными преимуществами: простота использования, отсутствие ЭМИ и, самое главное, дешевизна. Во многих применениях, например в автомобильном секторе, эффективность менее важна, чем цена. В секторе линейных драйверов можно выделить двухполюсники с фиксированным значением тока, трехполюсники с регулируемым током и многоканальные драйверы. Компания ON Semiconductor выпускает широкую номенклатуру микросхем линейных регуляторов тока, в частности одноканальных. В таблице представлены параметры соответствующих микросхем.

Для драйверов с фиксированным током его номинал задается встроенным резистором, в технологической операции. А для драйверов с регулируемым током имеется вывод для регулировки. Ток задается внешним резистором. Четыре типа корпусов (SOD-123, SOT-223, SMC, DPAK-4) обеспечивают разные уровни рассеиваемой мощности. Появление микросхемы NSI50350A позволило расширить области применения одноканальных регуляторов тока семейств NSI4550xx.

Основные параметры и отличия регулятора NSI50350A

Это простое и надежное устройство является альтернативой пассивным/дискретным компонентам или микросхемам драйверов для регулирования тока светодиодов по таким показателям, как эффективность теплоотвода и стоимость. В качестве драйвера светодиода микросхема ориентирована в первую очередь для 1-Вт систем освещения в автомобильных приложениях, а также для архитектурной подсветки и подсветки рекламно-информационных табло. Регулятор NSI50350A выполнен на основе технологии SBT (Self-Biased Transistor — транзистор с автоматическим смещением), которая используется для всех микросхем линейки NSI4550xx, что обеспечивает стабилизацию тока в широком диапазоне входных напряжений. Номинальный ток драйвера соответствует номинальному току обычных 1-Вт светодиодов — 350 мА±10%. В цепи регулировки тока используется элемент с отрицательным температурным коэффициентом, что обеспечивает защиту светодиодов от перегрева при повышенных напряжениях и токах. Со стороны анодной цепи регулятора есть защита от импульсных бросков напряжения. Импульсные помехи по цепям питания характерны для таких областей применения, как автомобильный и промышленный сектор. Диапазон рабочих температур составляет -55...+175 °С. Микросхемы NSI50350A выпускаются в стан-

дартных корпусах DPAK-4 (NSI50350ADT4G) или SMC (NSI50350AST3G) (рис. 1).

NSI50350A соответствуют автомобильному стандарту AEC-101 и стандарту UL94-V0. Их особенностью является возможность сохранять работоспособность при более высоких температурах (до +175 °С), что на 25 °С выше, чем у представителей ранее разработанного семейства микросхем источников тока NSI4550xxx. Это весьма актуально для повышения надежности мощных светодиодных светильников, выделяющих в процессе работы большое количество тепла.

Источник тока включается без задержки по времени. Особенность микросхемы генератора тока NSI50350A в том, что он является двухполюсником и не требует никаких дополнительных элементов для задания тока. Значение 350 мА постоянное и задается внутренней структурой. По сути, это электронный балласт для очень экономичных решений, являющийся отличной альтернативой традиционному токозадающему резистору.

Система обозначений микросхемы: NSI — префикс разработки подразделения Semiconductor Components Industries LLC; 50 — название семейства линейных драйверов;

350 — номинальный ток драйвера; ST3G — корпус SMC; DT4G — корпус DPAK-4.

Вольт-амперная характеристика NSI50350A

В корпусах ST3G и DT4G используется один и тот же кристалл, различается только способность конструкции корпусов к рассеиванию тепла. Вольт-амперная характеристика, определяющая режим стабилизации тока микросхемы линейного регулятора NSI50350A, приведена на рис. 2.

На графике видно, что выход на номинальный режим стабилизации тока будет обеспечиваться

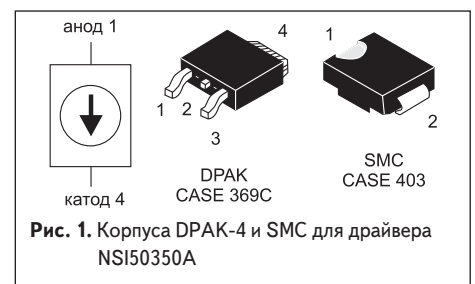


Рис. 1. Корпуса DPAK-4 и SMC для драйвера NSI50350A

Таблица. Основные параметры линейных одноканальных светодиодных драйверов ON Semiconductor

Тип прибора	Регулировка тока	Диапазон тока, мА	Корпус	Рассеиваемая мощность на корпусе, Вт	Максимальное напряжение, В	
NUD4001	есть	500	SO-8	1,13	60	
CAT4101	есть + ШИМ	1000	TO-263-5	3	25	
Линейка NSI50xx						
NSI50010YT1G	фиксированный	10±10%	SOD-123	0,46	50	
NSI 50350ADT4G		350±10%	DPAK-4	2,7		
NSI 50350AST3G		350±10%	SMC	2,4		
Линейка NSI45xx						
NSI45020AT1G	фиксированный	20±10%	SOD-123	0,46	45	
NSI45020JZT1G	есть	20-40±15%	SOT-223	1,5		
NSI45025AT1G	фиксированный	25±10%	SOD-123	0,46		
NSI45025AZT1G		25±10%	SOT-223	1,4		
NSI45030AT1G		30±10%	SOD-123	0,46		
NSI45030AZT1G		30±10%	SOT-223	1,4		
NSI45060DDT4G		есть	40-100±15%	DPAK-4		2,7
NSI45090DDT4G		есть	90-160±15%	DPAK-4		2,7

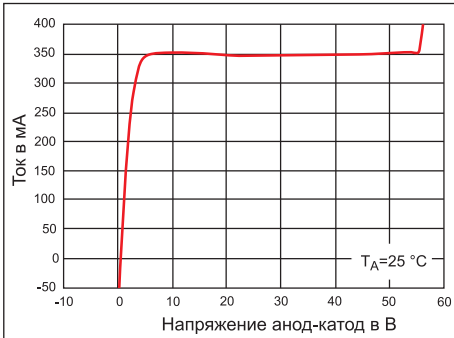


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика регулятора тока NSI50350

при минимальном напряжении анод-катод микросхемы 7,5 В. При меньших значениях напряжения анод-катод будет снижаться уровень протекающего тока и уровень его стабилизации. Тем не менее в документации на микросхемы указывается, что возможна работа стабилизатора тока при минимальном перепаде напряжения анод-катод всего 0,5 В. Однако исходя из характеристики, показанной на рис. 2, в этом случае не может быть и речи о стабилизации тока на уровне 350 мА. Скорее всего, при этой разнице напряжений только начнет протекать ток через цепь источника тока на уровне нескольких мА. Но это совсем не рабочий режим драйвера! Драйвер светодиода должен обеспечивать заданный постоянный ток при изменении входного напряжения источника питания. Спектр и монохромных, и белых светодиодов хотя и незначительно, но зависит от величины проходящего через него тока. При уменьшении или увеличении тока происходит изменение спектра белого светодиода, а также смещение доминантой длины волны монохромного светодиода. Поэтому, чтобы избежать искажения спектра светодиода, требуется не просто обеспечить среднее поддержание заданного тока во времени, а еще и гарантировать постоянство импульсного тока через светодиод. Для 1-Вт мощных светодиодов этот номинальный режим обеспечивается при токе 350 мА. Следовательно, для сохранения номинального режима светодиодов, рассчитанных на ток 350 мА, требуется минимальный перепад напряжения анод-катод не менее 7,5 В.

Области применения линейных регуляторов тока NSI50350A

Основные достоинства NSI50350A — работа в широком диапазоне напряжений (до 50 В), что обеспечивает защиту от бросков тока в автомобильной сети, а также широкий температурный диапазон (–55...+175 °С). Именно поэтому драйверы NSI50350A в основном ориентированы для использования в автомобильном секторе.

Диапазон рабочих напряжений 12-В автомобильной сети — 9–16 В. Однако возможны и скачки напряжений до 40 В при включении индуктивных нагрузок в бортовой сети автомобиля (стартер, кондиционер, электроприводы стеклоподъемников, замки дверей и т. п.).

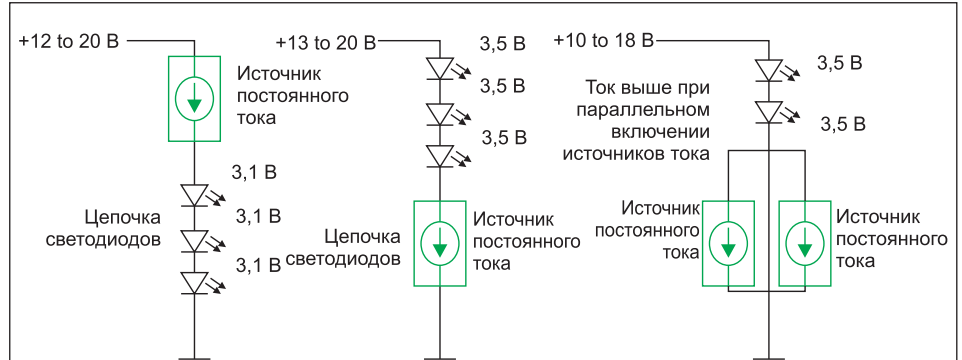


Рис. 3. Варианты включения источника постоянного тока в цепи управления мощными светодиодами

При питании от 12-В аккумулятора драйвер может управлять параллельной цепочкой из двух светодиодов мощностью до 1 Вт. Драйвер преимущественно ориентирован на использование в конструкции светодиодных автомобильных ламп (габариты, фара стоп-сигнала, фонари для освещения салона автомобиля).

Драйверы могут с успехом использоваться для управления как одиночными, так и кластерными светодиодными источниками света и в других приложениях, например: ночники, прикроватные светильники, аварийный, дежурный свет, декоративное оформление интерьеров, подсветка рекламных постеров, вывесок, светодиодных рекламных букв (Channel Lettering). И, наконец, микросхемы могут использоваться в качестве генераторов тока в различных приборах, например в зарядных устройствах. В список потенциальных применений светодиодных источников света на базе 1-Вт светодиодов в автомобилях входят:

- линейка светодиодов центрального заднего стопового сигнала (CHMSL);
- верхний свет в салоне (Dome Lighting) или потолочный свет со стороны водителя (Map Light);
- подсветка зеркал (Mirror Lights);
- противотуманный свет (Fog Lights, задние противотуманные фары — опциональные фонари);
- подсветка порогов автомобиля;
- светодиодная подсветка поворота на боковых зеркалах;
- лампы подсветки автомобильного номера;
- дополнительные габаритные светодиодные огни фур, фургон и грузовиков.

Варианты включения NSI50350A

Микросхема может подключаться в любом месте последовательной цепочки светодиодов — как со стороны источника питания, так и со стороны «земляной» шины. Для повышения токовой нагрузочной способности допускается параллельное включение нескольких регуляторов тока (рис. 3).

В тех случаях, когда для питания светодиодной цепи требуется получение промежуточных значений тока, не обеспечиваемых параллельным включением нескольких однотипных приборов NSI50350A, допускается параллельное подключение регулируемых источников тока

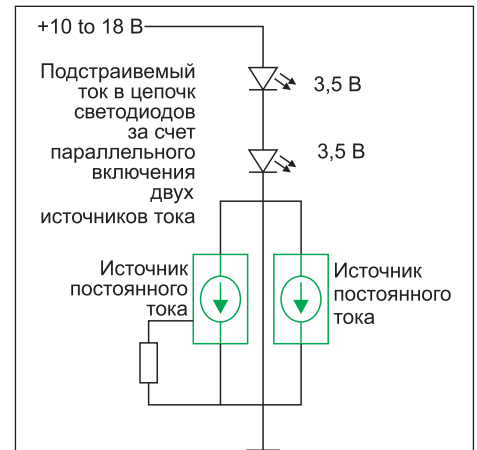


Рис. 4. Параллельное включение двух источников тока — нерегулируемого (NSI50350A) и регулируемого

(рис. 4), например микросхем NSI45090DDT4G или CAT4101.

Высокое быстродействие источника тока позволяет использовать для диммирования ШИМ-регуляторы на основе транзисторных ключей. На рис. 5 показана простейшая схема

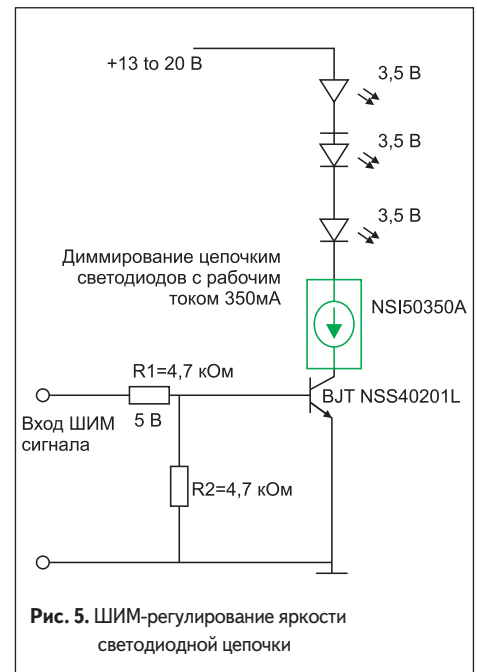


Рис. 5. ШИМ-регулирование яркости светодиодной цепочки

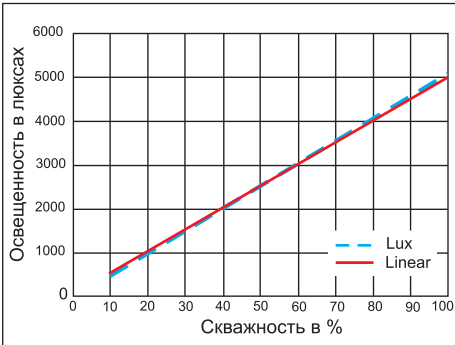


Рис. 6. Изменение яркости светодиодов в зависимости от глубины ШИМ

реализации регулирования яркости светодиодов без нарушения цветопередачи (рис. 6).

В варианте кластерных светильников может использоваться несколько параллельных цепочек светодиодов. В цепи каждой присутствует свой отдельный генератор тока. На рис. 7 показан вариант такой топологии включения светодиодов.

Микросхема NSI50350A может быть использована и в светильниках с питанием от сети переменного напряжения 110/220 В. На рис. 8 показана схема такого светодиодного светильника. В этом случае используется цепочка из нескольких десятков 1-Вт светодиодов в соответствии с уровнем питающего напряжения.

Число светодиодов в последовательной цепочке рассчитывается исходя из значения выпрямленного напряжения (например, 220 В), падения напряжения на каждом светодиоде (в частности, 3,5 В) и допустимого напряжения на драйвере (50 В), уровня рассеиваемой мощности (зависит от условий работы и конструкции теплоотвода). Также нужно учесть и диапазон колебаний напряжения в сети (например, от 190 до 240 В). Это число составит 54–56 светодиодов. Для сглаживания пульсаций светового потока светодиодов рекомендуется установка фильтрующего конденсатора.

Обеспечение теплоотвода для драйверов NSI50350

Корпуса DPAK-4 и SMC, в которых выпускаются микросхемы NSI50350A, предназначены для поверхностного монтажа на печатных платах. При реализации светодиодных светильников самым оптимальным вариантом является монтаж светодиодов и микросхем драйверов на общей печатной плате. Через структуру этой печатной платы обеспечивается теплоотвод как от корпусов светодиодов, так и от корпусов микросхем драйверов.

При условии соблюдения рекомендованных производителем светодиодов тепловых режимов срок службы светодиода может достигать 10 лет. Но если нарушить тепловой режим (обычно это работа с температурой перехода более +120...+125 °С), срок службы светодиода может упасть в 10 раз. Кроме того, повышение температуры перехода приводит к снижению интенсивности свечения и смещению пиковой длины волны.

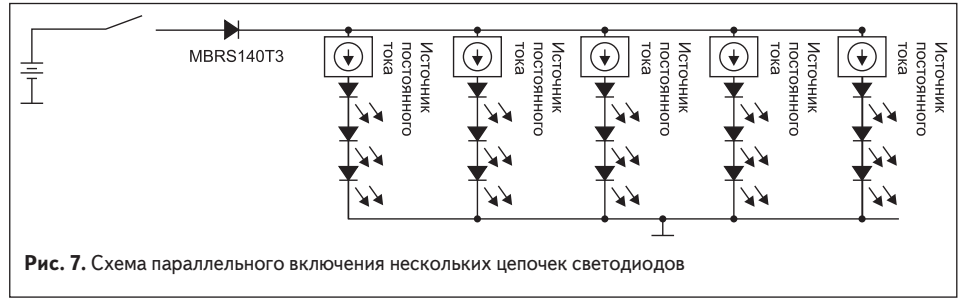


Рис. 7. Схема параллельного включения нескольких цепочек светодиодов

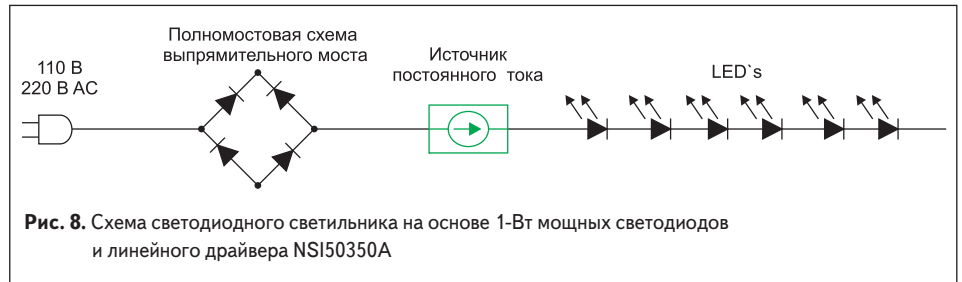


Рис. 8. Схема светодиодного светильника на основе 1-Вт мощных светодиодов и линейного драйвера NSI50350A

Также полимер, из которого изготовлен корпус светодиода, нельзя нагревать выше определенного предела, поскольку из-за разности коэффициентов линейного расширения деталей светодиода (контактов, рамки, кристалла, материала линзы) возможен отрыв контактного соединения. Поэтому очень важно правильно рассчитать тепловой режим и, по возможности, максимально рассеять выделяемое светодиодом тепло. Если используются светодиоды мощностью менее 0,5 Вт, то вполне приемлем их монтаж на обычные печатные платы из текстолита марки FR-4. При рассеивании более высоких мощностей может потребоваться использование специальных печатных плат с металлическим основанием и слоем диэлектрика, имеющим улучшенную теплопроводность и малое тепловое сопротивление 0,45–1,5 К/Вт. Температура перехода микросхемы линейного драйвера светодиода должна быть не более +150 °С.

Наиболее экономически эффективной для поверхностного монтажа светодиодов и драйверов является однослойная печатная плата с алюминиевым основанием (рис. 9). Она имеет теплопроводность, до 10 раз большую, чем FR-4. Данная плата является, по своей сути, однослойной, наклеенной на алюминиевую пластину. Генерируемое тепло легко проходит

через диэлектрик, а затем быстро рассеивается через алюминий — прочно приклеенный радиатор, выполненный в составе печатной платы. На этой плате размещаются не только мощные светодиоды, но и микросхемы линейных регуляторов тока.

Приводимые в документации на микросхемы NSI50350A максимальные мощности рассеяния данных типов корпусов 11 и 5,4 Вт приведены для конкретных условий применения, а именно для монтажа на печатную плату с односторонним медным слоем и алюминиевым основанием. При этом определена также температура окружающей среды (+25 °С) и площадь зоны печатной платы, рассеивающей тепло. Материал печатной платы DENKA K1, толщина алюминиевого слоя 1,5 мм, прочность изоляции 2 кВ, диэлектрик с высокой теплопроводностью, толщина медной фольги 70 мкм. Корпус DPAK-4 обеспечивает большую мощность рассеяния тепла (11 Вт) при условии использования конвекции, естественного воздушного охлаждения и конкретного типа материала печатной платы с алюминиевым основанием (DENKA K1). Толщина алюминиевого слоя 1,5 мм, с диэлектрическим слоем с прочностью электрической изоляции 2 кВ, толщиной медной фольги 70 мкм. Площадь зоны

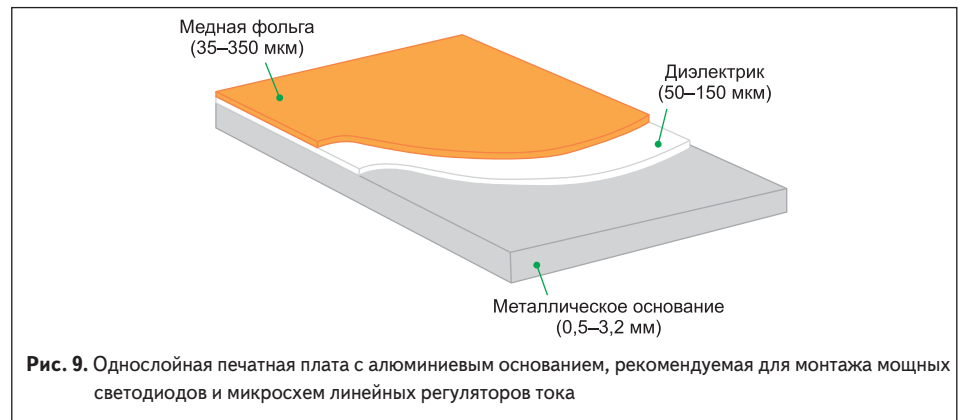


Рис. 9. Однослойная печатная плата с алюминиевым основанием, рекомендуемая для монтажа мощных светодиодов и микросхем линейных регуляторов тока

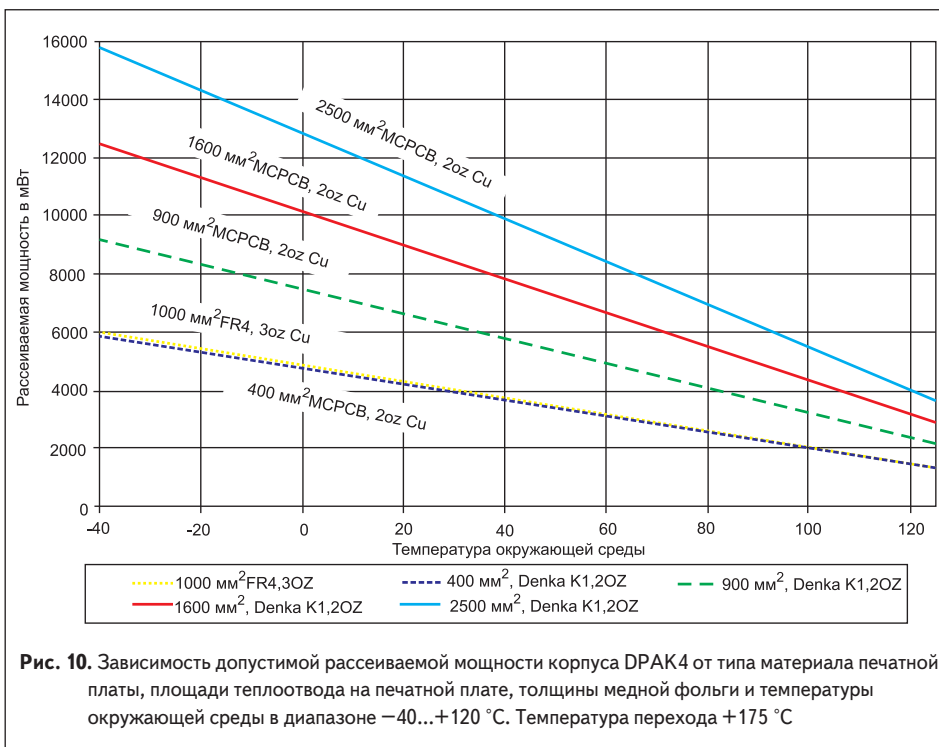


Рис. 10. Зависимость допустимой рассеиваемой мощности корпуса DPAK4 от типа материала печатной платы, площади тепловода на печатной плате, толщины медной фольги и температуры окружающей среды в диапазоне $-40...+120$ °C. Температура перехода $+175$ °C

печатного монтажа, рассеивающей тепло, для корпуса SMC — 2500 мм^2 (площадка $50 \times 50 \text{ мм}$), а для DPAK-4 — 1600 мм^2 (например $40 \times 40 \text{ мм}$). На рис. 10 и 11 представлены характеристики допустимых мощностей (Power Dissipation, PD) рассеивания систем корпус-материал печатной платы для корпусов DPAK-4 и SMC.

Величина рассеиваемой на корпусе линейного драйвера мощности определяется так: $(V_{\text{source}} - V_{\text{LEDs}}) \times I_{\text{REG}}$. Максимальное выделение тепла получается при наибольшем V_{source} , низком прямом падении напряжения на светодиоде VF,

высоком значении тока I_{REG} . Например, при питании от источника 20 В цепочки из трех белых мощных светодиодов с падением напряжения $V_f = 3,5 \text{ В}$ и рабочим током 350 мА получим: $(20 - (3 \times 3,5)) \times 0,35 = 9,5 \times 0,35 = 3,325 \text{ Вт}$.

При температуре окружающей среды $+85$ °C из PD-характеристики получаем, что для корпуса SMC необходима площадка 2500 мм^2 , медная фольга 70 мкм, печатная плата с алюминиевым основанием МСРСВ. Для корпуса DPAK достаточно будет площади 900 мм^2 , медной фольги 70 мкм, печатной платы с алюминиевым основанием МСРСВ.

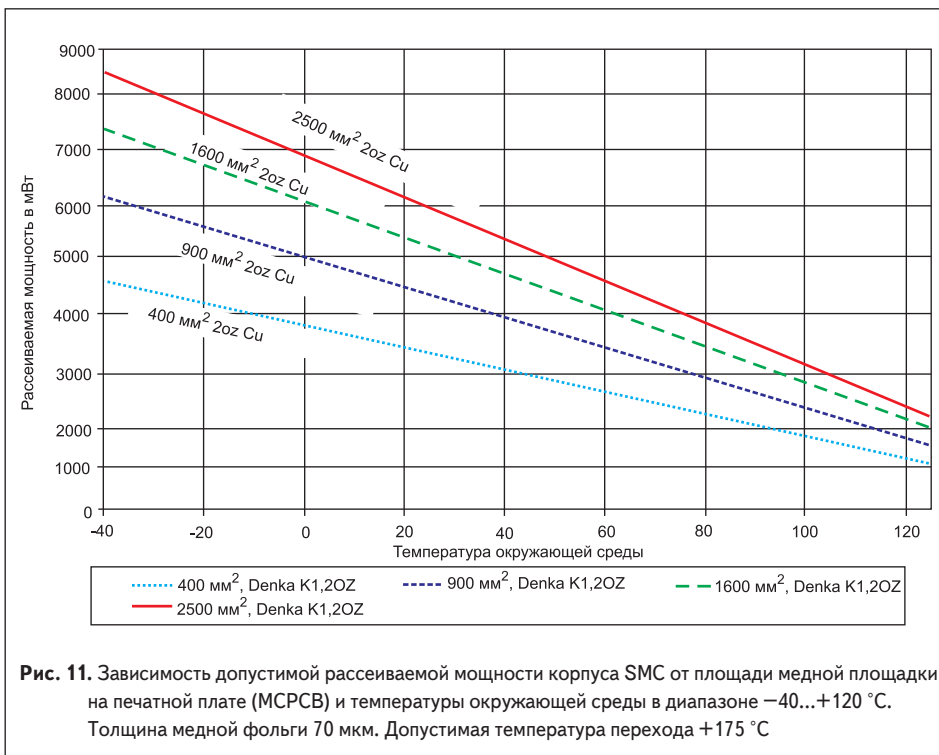


Рис. 11. Зависимость допустимой рассеиваемой мощности корпуса SMC от площади медной площадки на печатной плате (МСРСВ) и температуры окружающей среды в диапазоне $-40...+120$ °C. Толщина медной фольги 70 мкм. Допустимая температура перехода $+175$ °C

В реальности за счет наличия отрицательного температурного коэффициента в цепи регулировки тока микросхемы (NTC) будет происходить плавное ограничение тока и, соответственно, будут уменьшаться и мощность рассеивания на корпусе, и температура, что и обеспечивает защиту микросхемы от перегрева. При тепловых расчетах размеров печатной платы, служащей общим теплоотводом для светодиодов и регулятора тока, следует также учитывать и мощность рассеивания светодиода, примерно $3,5 \text{ В} \times 0,35 \text{ А} = 1,23 \text{ Вт}$.

Производители мощных светодиодов, такие как Cree, OSRAM, Nichia, LUXEON, Seoul Semiconductor, Edison Opto, для расширения и упрощения применения светодиодов выпускают готовые светодиодные модули или кластеры на печатных платах с металлическим основанием. Светодиодные кластеры представляют собой готовые к подключению платы различной формы (круглые, линейные, прямоугольные, шестиугольные в виде звезд и колец) с посадочным местом для одного или нескольких светодиодов, предусматривающие установку линз (коллиматоров), простое подключение питания и удобное крепление. Такие кластеры могут содержать как ограничительные сопротивления, так и сам драйвер питания, поэтому их можно напрямую подключать к источнику питания. Микросхемы NSI50350A могут с успехом применяться в качестве источника тока для таких светодиодных кластеров, обеспечивая высокую эффективность применения продукта.

Литература

- AND8433/D. Using ON Semiconductor Constant Current Regulator (CCR) Devices in AC Applications. http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/AND8433-D.PDF
- NSI50350AST3G Constant Current Regulator & LED Driver. Datasheet OnSemi. http://www.dz863.com/datasheet-8404273863-NSI50350AST3G_Constant-Current-Regulator-Led-Driver/
- NSI50350ADT4G Constant Current Regulator & LED Driver. Datasheet OnSemi. http://www.dz863.com/datasheet-8404273763-NSI50350AD_Nsi50350adt4g-Constant-Current-Regulator-Led-Driver/
- ONSAR2521. Simple, Low Cost LED Driver Circuit for Architectural and Interior Lighting Steve Sheard // EDN. February, 2011.
- AND8349/D. Automotive Applications The Use of Discrete Constant Current Regulators (CCR) For CHMSL Lighting. http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/AND8349-D.PDF
- AND8391/D. Thermal Considerations for the ON Semiconductor Family of Discrete Constant Current Regulators (CCR) for Driving LEDs in Automotive Applications
- http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/AND8391-D.PDF
- AND9008/D. Thermal Considerations for the ON Semiconductor Family of Discrete Constant Current Regulators (CCR) in DPAK, SMC and SMB packages for Driving LEDs. http://www.onsemi.jp/pub_link/Collateral/AND9008-D.PDF