

Мощный импульсный ИК прожектор

Б.И. АВДОЧЕНКО, Ю.Р. КИРПИЧЕНКО, И.Н. ПУСТЫНСКИЙ

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск
E-mail: AvdochenkoBI@rzi.tusur.ru

Аннотация

Рассматриваются вопросы модификации серийных ИК прожекторов непрерывного действия для работы в импульсном режиме с большой скважностью. Приведена методика получения предельно допустимого потока излучения в импульсе без ущерба для надёжности работы прожектора. Рассмотрен пример подобной модификации; получены 36-кратное повышение потока излучения ИК прожектора в импульсе, существенно усилившее ИК освещение (ИК «подсветку») объектов телевизионного наблюдения при сохранении мощности источника питания, и уменьшение влияния оптических помех. Основные характеристики модифицированного ИК прожектора: поток излучения в импульсе – более 460 Вт и длительность импульса – (0,15–10) мкс,

Ключевые слова: ИК прожектор, импульсный режим, повышение потока излучения, методика определения предельного потока излучения.

Введение

Мощные импульсные источники ИК излучения находят широкое применение в оптических системах двойного назначения. Появившиеся в последнее время мощные ИК диоды (ИКД) с наносекундным временем переключения постепенно вытесняют лазерные излучатели из устройств ИК освещения. ИКД имеют меньшую стоимость, большую долговечность и, за счёт меньшей монохроматичности излучения, позволяют получать более качественные изображения освещаемых объектов. Применение при этом активно-импульсного режима наблюдения даёт значительные преимущества при работе в условиях ограниченной видимости и сильных оптических помех, обеспечивает повышенную скрытность наблюдения.

Основные проблемы разработки ИК прожекторов (ИКП) большой мощности, ограничивающие область их применения, – сложность формирования

нужной индикатрисы излучения при большом количестве ИКД и реализации максимально допустимого потока излучения каждого ИКД при заданной длительности импульса излучения.

Для решения первой проблемы в ИКП используют системы фокусирующих линз, позволяющие суммировать потоки излучения ИКД путём подбора размещения последних и расстояния между ними и линзами. Разработка подобных сложных фокусирующих систем оправдана при серийном производстве ИКП, но в ряде случаев целесообразнее модифицировать серийные ИКП непрерывного действия с готовыми фокусирующими системами для импульсного режима работы.

Для решения же проблемы максимизации потока излучения в импульсе (ПИИ) необходимо знать соответствующие ватт-амперные характеристики ИКД в импульсном режиме работы, отсутствующие в справочной литературе. Производитель, как правило, рекламирует потребляемую мощность, дальность обнаружения и индикатрису излучения ИКП. Ограниченный объём информации в заявленных характеристиках, а зачастую и расхождение их с реальными, вызвали необходимость собственного определения максимального ПИИ ИКД при заданной длительности импульса экспериментальным путём.

Цель данной работы – оценка возможности модификации серийных ИКП непрерывного действия для работы в импульсном режиме с макси-

мально допустимым ПИИ без ущерба для надёжности работы ИКП. Для достижения этой цели разработаны методика определения предельных возможностей конкретного ИКД (1), схема импульсного источника питания для получения максимального ПИИ при параллельно-последовательном соединении ИКД (2) и конструкция модифицированного ИКП (3), а также исследованы характеристики последнего.

Методика определения предельного потока излучения ИК диода в импульсе

Уровень излучения мощных ИКД линейно растёт с ростом их прямого тока до определённого повышения температуры активной области кристалла. В непрерывном режиме работы максимальный поток излучения ИКД ограничен возрастанием сопротивления его активной области (с разогревом кристалла), снижающим КПД ИКД до единиц процентов. При большой скважности импульса питания, в случае «квазихолодного» режима работы, разогрев ИКД практически исключён, и его пиковый ПИИ может быть увеличен пропорционально скважности прямого импульсного тока в десятки и сотни раз [1]. Однако при чрезмерных амплитудах и длительностях импульса питания возможен выход ИКД из строя даже при подаче однократного импульса питания.

Визуально процесс разогрева кристалла ИКД можно наблюдать по изменению формы ПИИ ИКД при подаче импульсного тока питания. Снижение КПД в результате разогрева связано с возрастанием уровня спада вершины ПИИ (рис. 1).

При критическом уровне этого спада (30–50%, в зависимости от кон-

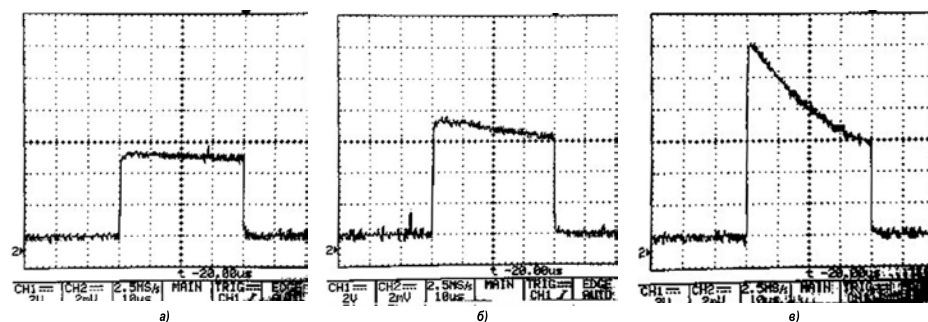


Рис. 1. Осциллограммы напряжения на выходе фотоприёмника: а – слабый нагрев кристалла диода, б – максимально допустимый нагрев кристалла диода, в – температура кристалла выше допустимой

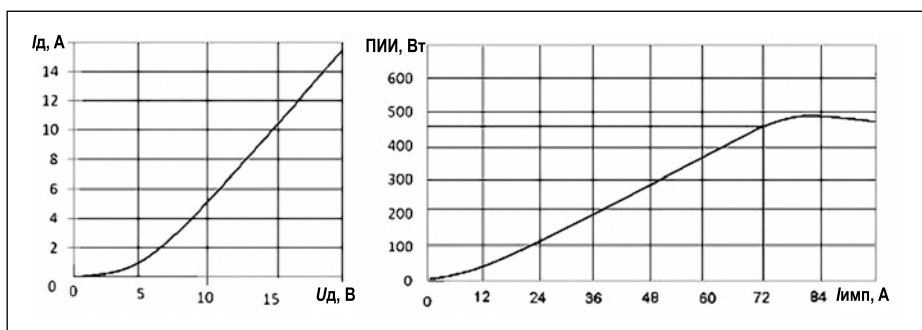


Рис 2. Экспериментальные характеристики в импульсном режиме: а – вольт-амперная характеристика ИК диодов, б – ватт-амперная характеристика ИК прожектора

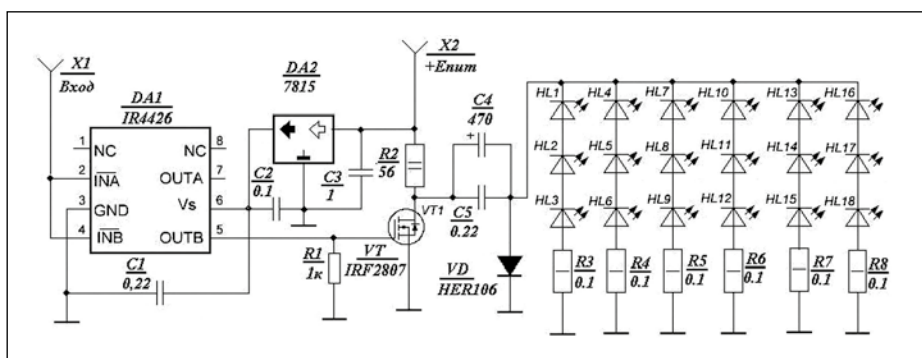


Рис 3. Электрическая схема прожектора с коммутатором питания

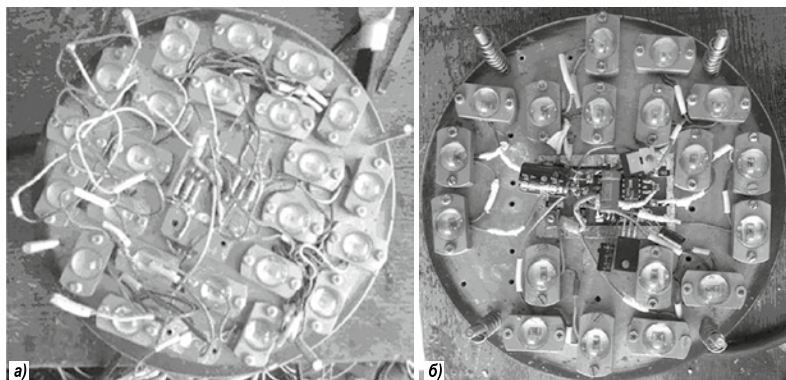


Рис 4. Внешний вид прожектора со снятой оптической системой до (а) и после (б) модификации

струкции ИКД) температура кристалла близка к предельной, хотя температура корпуса ИКД при большой скважности может быть и небольшой. В таком режиме заметно снижается время безотказной работы.

Экспериментальным путём установлено, что уровень спада вершины осциллограммы ПИИ в (10–15)% позволяет получать максимальный выходной ПИИ без ущерба для срока службы и КПД ИКП. При заданной длительности оптического импульса такой уровень спада определяет предельные импульсный ток конкретного ИКД и напряжение на нём.

В качестве примера рассмотрим модификацию ИКП типа ПИК-10 разработки НТФ «Тирэкс», с непрерывным потоком излучения (на длине волны 850 нм) каждого используемого ИКД (700–800) мВт при прямом токе 800 мА и потребляемой мощности 4 Вт. Прибор, содержащий 24 ИКД, в непрерывном режиме даёт поток излучения в 17–20 Вт.

Экспериментально снятые ВАХ отдельных ИКД в импульсном режиме при длительности импульса 10 мкс, скважности более 100 и уровне спада вершины оптического импульса в 20% приведены на рис. 2, а, а ватт-амперные характеристики

прожектора, состоящего из 18 ИКД в импульсном режиме – на рис. 2, б. Как видно из рис. 2 в целом, в этом случае максимальный импульсный ток питания одного ИКД I_d составил 12 А при напряжении на нём U_d 17 В, а ПИИ ИКП в импульсном режиме – 460 Вт (общий импульсный ток питания I_{III} – 72 А), то есть при меньшем количестве ИКД (18 вместо 24) ПИИ повысился в 36 раз.

Схема прожектора

Модифицированный ИКП был выполнен в виде двух блоков: генератора импульсов управления и собственно прожектора с коммутатором питания (рис. 3). Генератор импульсов состоит из сетевого источника питания, генератора импульсной последовательности с перестройкой частоты следования, формирователя синхроимпульса, электронной линии задержки и формирователя длительности импульса [2].

Для регулировки ПИИ с целью получения максимальной контрастности изображения объектов в разных условиях наблюдения используется регулировка напряжения питания коммутатора [3]. Максимально допустимый импульсный ток ИКД при напряжении питания 56 В составляет 75А.

При модифицировании ИКП, типа ПИК-10, для работы в импульсном режиме особое внимание было уделено минимизации индуктивности проводников в цепи протекания выходного тока транзистора $VT1$. Коммутатор установлен в корпусе ИКП на месте стабилизатора тока. Для уменьшения индуктивности оптимизировалось расположение элементов коммутатора, укорачивались проводники ИКД и увеличивалось сечение проводников печатной платы припайкой дополнительного проводящего жгута. Нижняя сторона печатной платы металлизирована и соединена с общим проводом и корпусом ИКП. Выводы питания микросхемы $DA1$ заблокированы чип-конденсаторами с низкой внутренней индуктивностью. Фотографии ИКП со снятой оптической системой до и после модификации приведены на рис. 4.

Вид модифицированного ИКП с установленной оптической системой показан на рис. 5, а, а на рис 5, б приведена форма светового пятна, полученная с помощью этой системы.

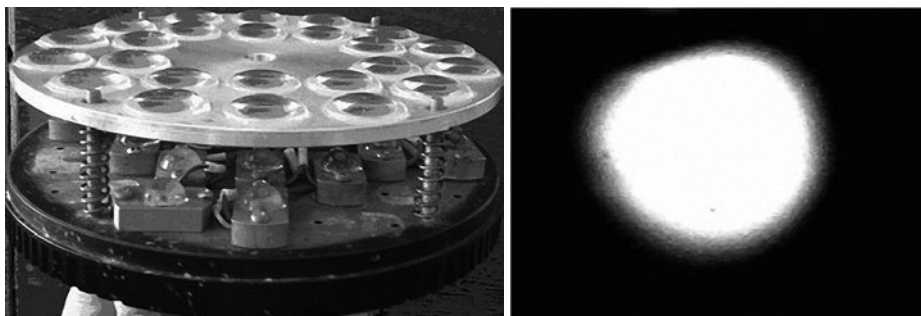


Рис. 5. Внешний вид прожектора с установленной оптической системой и форма светового пятна

Диаметр светового пятна на расстоянии 2 м составил 40 см, что соответствует паспортной индикатрисе излучения «исходного» ИКП.

Результаты модификации прожектора

Модифицированный ИКП используется в активно-импульсной телевизионной системе наблюдения. Изменением частоты, длительности входного импульса и напряжения питания параметры импульса адаптируются под условия наблюдения. Длительность выходного импульса излучения регулируется в пределах (0,15–10) мкс, а значение ПИИ – (10–460) Вт. Максимальная частота следования импульсов ограничивается их скважностью и при длительности импульсов 1 мкс не должна превышать 10 кГц. Угол излучения модифицированного ИКП не превышает 12°.

Заключение

Приведённая методика позволяет получать максимальный ПИИ модифицированного ИКП при заданных длительности и частоте следования выходного импульса излучения с сохранением надёжности работы. Высокий ПИИ модифицированного ИКП позволяет во многих применениях заменять ИКП непрерывного действия и улучшать качество изображения освещаемого (ИК-подсвечиваемого) объекта наблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдоченко Б.И., Вилисов А.А., Пушкарёв В.П., Тепляков К.В., Юрченко В.И. Источник мощных оптических импульсов на диодах инфракрасного диапазона длин волн // Полупроводниковая светотехника. – 2010. – № 3. – С. 53–55.

2. Авдоченко Б.И., Титов А.А., Пушкарёв В.П. Генератор видеоимпульсов // Радиолюбитель. – 2008. – № 7. – С. 32–33.

3. Авдоченко Б.И., Вилисов А.А., Пушкарёв В.П., Тепляков К.В., Юрченко В.И. Импульсный ИК прожектор с управляемой мощностью / Сборник докладов 18-й Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация и связь (RLNC*2012)» – Воронеж, 2012. – Т. 1. – С. 190–195.



Авдоченко Борис Иванович, доктор техн. наук. Окончил в 1971 г. Томский институт радиозлектроники и электронной техники (ТИРЭТ). Профессор кафедры радиозлектроники и защиты

информации Томского государственного университета систем управления и радиозлектроники (ТУСУР)



Кирпиченко Юрий Романович, кандидат

техн. наук. Окончил Томский институт автоматизированных систем управления и радиозлектроники (ТИАСУР). Доцент кафедры телевидения и управления ТУСУР



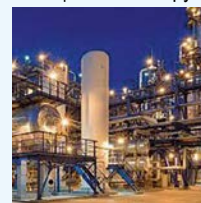
Пустынский Иван Николаевич, доктор техн.

наук, профессор. Окончил в 1956 г. радиотехнический факультет Томского политехнического института. Профессор кафедры

телевидения и управления ТУСУР. Заслуженный деятель науки и техники РФ

«Газпромнефть-Восток»
проведёт эксплуатационные
испытания уличных светильников
мощностью 500 Вт, разработанных
Объединённым холдингом
«Росэлектроника» госкорпорации
«Ростех»

Светильники такой мощности предназначены для освещения специальных и крупных площадей, таких как складские помещения, самолетные ангары, судовые верфи, сборочные самолетостроительные цеха и другие площади



с высотой потолков более 20 м. Световой поток светильника – 55 клм. Корпус светильника изготовлен методом экструзии, а его оригинальная форма предотвращает налипание снега, оседание пыли, что обеспечивает стабильную теплопередачу.

Ожидается, что испытания, которые пройдут на объекте заказчика «Кустовая площадка № 1 Южно-Табаганского месторождения», завершатся в августе текущего года.

Светильники разработаны АО «НИИ полупроводниковых приборов» (НИИПП, Томск), который входит в холдинг «Росэлектроника», на основе ранее созданной серии осветительного оборудования «Sled Street» мощностью 40–150 Вт со световым потоком 4–15 клм соответственно. Серия разработана на базе светодиодов собственного производства НИИПП со световыми потоками 120–140 Лм. Единый для всей серии корпус демонстрирует уникальное соотношение светового потока и массогабаритных показателей.

В изделиях разной мощности в рамках серии «Sled Street» световой поток формируется разным образом. Так, в светильниках мощностью 40–100 Вт задействованы отражатели из многослойного алюминия, аналогичного материалам, используемым в современных автомобилях при формировании головного света. При этом коэффициент отражения – 98,5%. Конструкции светового модуля светильников даёт равномерность освещения при установке опор освещения с шагом более 30 м.

Световой поток светильников большей мощности – 150 и 500 Вт, с широкой индикатрисой излучения – формируется за счёт применения в качестве излучателей светодиодов с направленным излучением. И разработана модель светильника мощностью 500 Вт с 40°-индикатрисой излучения, формируемой с помощью отражателей.

lightrussia.ru
06.07.2017