

Ю. Н. ВЕДЕРНИКОВ, И. А. ЕРМАКОВ, Б. П. ПАПЧЕНКО,
А. Н. ПИЧУГИН, Е. В. ТАРАКАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ЧИПА УФ-СВЕТОДИОДА В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ

Исследована возможность работы УФ-светодиодов в импульсном режиме при повышенном рабочем токе и напряжении. Приведены результаты измерения оптической мощности излучения и температуры чипов УФ-светодиодов.

Ключевые слова: *УФ-светодиод, импульсный режим, энергия излучения, температурное поле.*

В настоящее время область применения светодиодных источников света очень широка. Успехи в разработке мощных УФ-светодиодов позволяют использовать их в системах фотокаталитической очистки, физиотерапии, при люминесцентном анализе, инициации химических реакций в высокоэнергетических веществах, а также в качестве средства бактерицидного воздействия [1].

При использовании светодиодов в некоторых специализированных устройствах, например при фотокаталитической очистке [2] или в системах инициации химических реакций [3, 4], для достижения желаемого результата в ряде случаев необходимо повышать оптическую мощность излучения. Наиболее простой и эффективный способ добиться этого — переход от непрерывного режима работы к импульсному. При этом следует учитывать соотношения таких связанных между собой параметров, как длительность импульса, частота, скважность и амплитуда тока.

В ходе проведенных авторами исследований были проанализированы светотехнические и температурные характеристики УФ-светодиодов NSHU591A, NSHU551A фирмы “Nichia Corporation” (Япония) в режиме одиночных импульсов при повышенном рабочем токе; паспортные параметры светодиодов: напряжение 4 В, ток 25 мА, максимальная мощность 8,5 мВт, максимальная рабочая температура 100 °С. В паспортных данных не приводятся эксплуатационные характеристики работы светодиодов в импульсном режиме, поэтому следует проводить собственные исследования.

Задача исследования состояла в определении зависимости мощности излучения (W) светодиодов от значений прямого импульсного тока (I) и напряжения (U) при разной длительности (t) электрического однократного импульса.

Исследования проводились с помощью пирозлектрической головки PE-50C, Ophir; тепловизора FLIR SC7000, FLIR System; цифрового осциллографа 3021B, Tektronix; генератора импульсов Г5-63 и источника питания PS-2403D. Схема подключения приборов представлена на рис. 1.

Результаты измерений оптической мощности излучения приведены в таблице.

t , мс	U , В	I , мА	E , мкДж	W , мВт
0,5	4	60	4,25	8,5
	12	75	4,45	8,9
	27	89	4,75	9,5
1	4	62	9,3	9,3
	12	83	10,1	10,1
	27	84	10,7	10,7
5	4	47	49	9,8
	12	75	53	10,6
	27	80	55,5	11,1

Как следует из таблицы, при увеличении длительности импульса от 0,5 до 5 мс и напряжения от 4 до 27 В, наблюдается 30 %-ное увеличение мощности импульса (с 8,5 до 11,1 мВт), что не приводит к потере работоспособности светодиода.

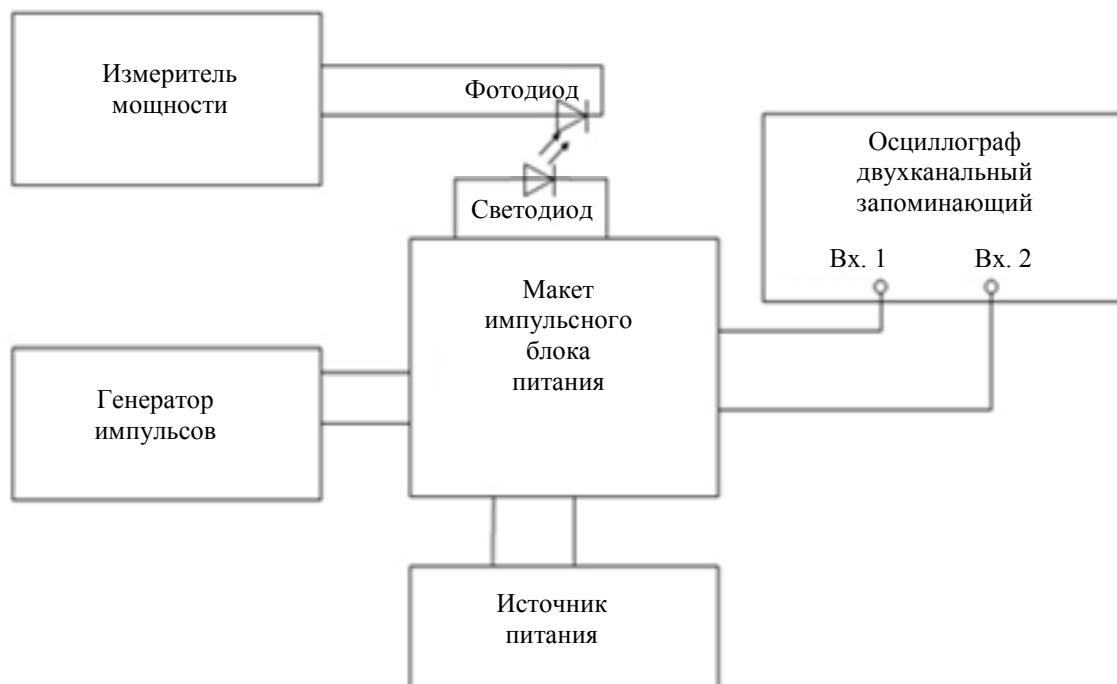


Рис. 1

Исследования температурных характеристик чипов светодиодов показали следующее:
 — в непрерывном режиме при $U = 3,5$ В и $I = 25$ мА чип нагревается до температуры $T \approx 80$ °С; температурное поле светодиода показано на рис. 2;

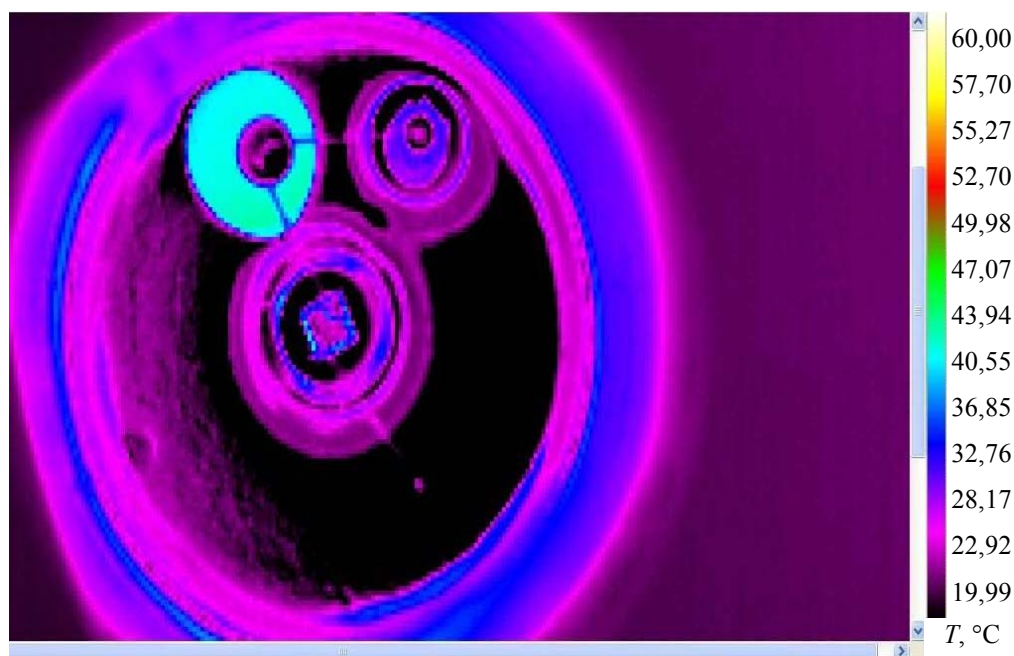


Рис. 2

— в импульсном режиме при $U = 4$ В, $I = 80$ мА и увеличении длительности импульса с 1 до 5 мс температура чипа светодиода возрастает с 240 до 310 °С; при данной длительности импульса кратковременное увеличение температуры чипа не приводит к потере его работоспособности;

— при $U = 8$ В, $I = 0,32$ А и $t = 550$ мкс мощность импульса составляет 9 мВт, а температура чипа достигает 65 °С (рис. 3, здесь по оси абсцисс отложена длительность импульса, пересчитанная относительно количества кадров в микросекунду);

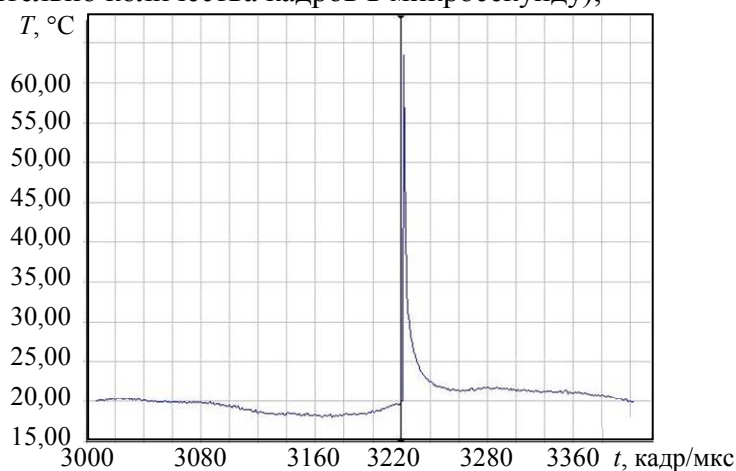


Рис. 3

— при $U = 20$ В, $I = 1,6$ А и $t = 200$ мкс температура чипа светодиода превышает максимально допустимую, что приводит к выходу его из строя (рис. 4).

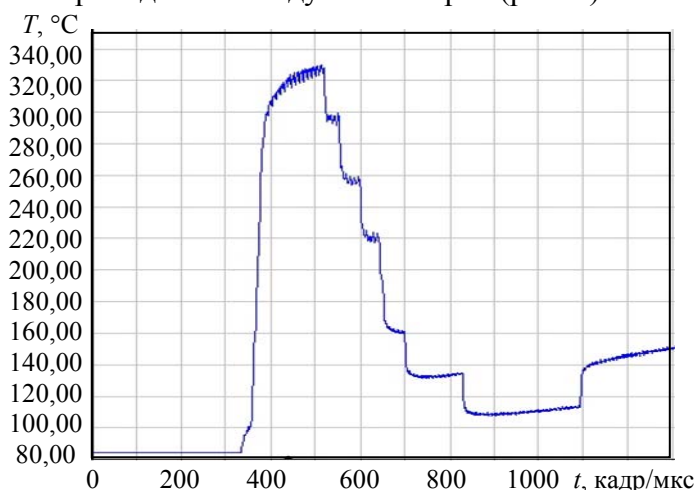


Рис. 4

Таким образом, как показали исследования, при импульсном режиме можно повысить оптическую мощность излучения, не превышая температуру, при которой светодиод выходит из строя. При этом длительность, частота и скважность импульса могут изменяться в зависимости от практической задачи.

Статья подготовлена по результатам работы, выполненной по договору № 212186 между НИУ ИТМО и ОАО «НПП „Краснознамёнец“» (Санкт-Петербург) в рамках гос. контракта № 11411.1000400.16.032.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Li J., Hirota K., Yumoto H., Matsuo T., Miyake Y., Ichikawa T. Enhanced germicidal effects of pulsed UV-LED irradiation on biofilms // J. of Applied Microbiology. 2010. N 109. P. 2183—2190.
2. Зайнишев А. В., Полунин Г. А. Перспективный способ очистки воздуха производственных помещений и кабин мобильных агрегатов от оксида углерода // Интернет-журнал „Технологии техносферной безопасности“. 2012. Вып. 6 (46). [Электронный ресурс]: <<http://ipb.mos.ru/ttb>>.
3. WIPO Patent Application WO/2011/140549 [Электронный ресурс]: <<http://www.sumobrain.com/patents/wipo/Method-blasting/WO2011140549.html>>.

4. Optical Initiation of Explosives. Award Information [Электронный ресурс]: <<http://www.sbir.gov/sbirsearch/detail/132136>>.

Сведения об авторах

- Юрий Николаевич Ведерников** — канд. техн. наук; ОАО «НПП „Краснознамёнец“», Санкт-Петербург; ст. науч. сотрудник; E-mail: vedjrnik@mail.ru
- Иван Андреевич Ермаков** — инженер; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра лазерной техники и биомедицинской оптики; E-mail: ermik89@mail.ru
- Борис Петрович Папченко** — Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра лазерной техники и биомедицинской оптики; начальник НТО НИЧ; E-mail: b.p.papchenko@gmail.com
- Александр Николаевич Пичугин** — Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра лазерной техники и биомедицинской оптики; техник-метролог
- Евгений Васильевич Тараканов** — Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра лазерной техники и биомедицинской оптики; ведущий инженер

Рекомендована кафедрой лазерной техники и биомедицинской оптики

Поступила в редакцию
26.04.13 г.