

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССЕИВАЕМОЙ МОЩНОСТИ СВЕТОДИОДОВ С ПОМОЩЬЮ КАЛОРИМЕТРА

Т. Н. Савкова, Г. И. Селиверстов, Ю. Н. Колесник, Г. А. Рудченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Для разработанного метода определения рассеиваемой мощности светодиодов с помощью калориметра проведена оценка погрешности величины рассеиваемой мощности для светодиодного модуля ARL-50W6000. Проведено сравнение погрешностей с аналогичными методами для подтверждения практической значимости полученного результата.

Ключевые слова: рассеиваемая мощность, погрешность, калориметр, светодиоды.

ESTIMATION OF THE ERROR OF THE METHOD FOR DETERMINING THE DISSIPATED POWER OF LEDS USING A CALORIMETER

T. N. Savkova, G. I. Seliverstov, Y. N. Kolesnik, G. A. Rudchenko

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

For the developed method of determining the dissipated power of LEDs using a calorimeter, the error of the power dissipation value for the ARL-50W6000 LED module was estimated. The errors were compared with similar methods to confirm the practical significance of the obtained result.

Keywords: power dissipation, error, calorimeter, LEDs.

Для определения погрешности метода определения рассеиваемой мощности светодиодов (СД) и светодиодных модулей (СДМ) [1–2] произведен расчет погрешности на примере мощного светодиодного модуля – ARL-50W6000. СДМ устанавливали в калориметр (рис. 1) на алюминиевый радиатор 3 цилиндрической формы, который погружали в дистиллированную воду 2. Корпус 1 калориметра был выполнен из плотного пеноплекса. Измерение температуры проводилось откалиброванными термомпарами 9, установленными на излучающую поверхность 7 СДМ 4, радиатор 3, в дистиллированной воде 2, на внутреннюю и внешнюю поверхности калориметра. Съёмную крышку 5 калориметра закрепляли так, чтобы излучающая поверхность 7 СДМ 4 полностью совпадала с технологическими отверстиями для вывода энергии светового излучения 6 мощных СДМ 4, а мешалка 8, закрепленная на ее поверхности, была погружена в воду 2 для ее перемешивания. С помощью блока стабилизации питания устанавливали и поддерживали постоянную потребляемую СДМ мощность, равную 50 Вт. Одновременно с включением блока стабилизации питания измеряли термомпарами температуру всех элементов калориметра и СДМ, а также окружающей среды. При увеличении температуры СДМ излишки жидкости удаляются из калориметра с помощью патрубка 11 и собираются в мерном закрытом сосуде 10, что позволяет поддерживать постоянный уровень жидкости в калориметре и с большей точностью учитывать тепловыделение. Измерения проводились в течение 0,5 ч. На основе полученных данных определялась рассеиваемая мощность СДМ.

Для оценки погрешности (неопределенности) при определении рассеиваемой мощности СД с помощью калориметра, измерения температуры на поверхности СДМ, окружающей среды и в различных точках калориметра воспользовались ха-

Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика 53

характеристиками цифрового прибора – TESTO 735-2 с термопарами Pt100 с погрешностью измерений $\pm 0,2\%$ и разрешением $0,001\text{ }^\circ\text{C}$. Результаты расчетов, выполненных на основе результатов измерений, представлены в табл. 1.

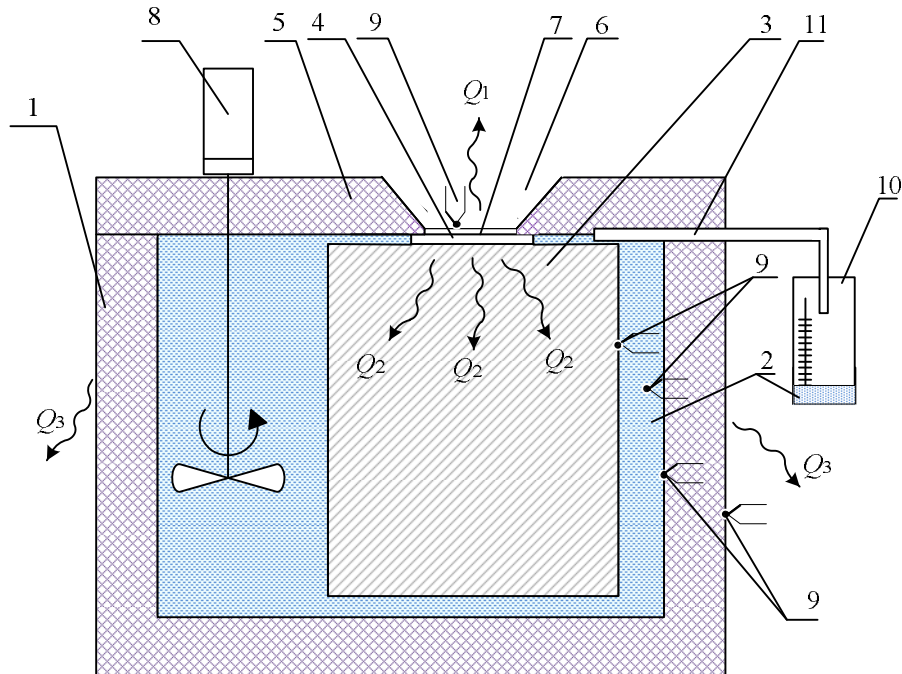


Рис. 1. Принципиальная схема интегрального калориметра

Таблица 1

Результаты расчетов средних значений температуры на поверхности светодиода ARL-50W6000 и в различных точках калориметра

Номер измерения	Расчетные значения средних температур					Средняя энергия тепловых потерь СДМ		
	$\bar{T}_1, ^\circ\text{C}$	$\bar{T}_2, ^\circ\text{C}$	$\bar{T}_3, ^\circ\text{C}$	$\bar{T}_4, ^\circ\text{C}$	$\bar{T}_5, ^\circ\text{C}$	$\bar{T}_A, ^\circ\text{C}$	$\bar{T}_0, ^\circ\text{C}$	$\bar{Q}, \text{кДж}$
1	33,551	31,447	30,008	30,505	26,003	155,503	24,005	62,450
2	33,549	31,448	30,002	30,501	25,996	155,501	24,001	
3	33,552	31,453	29,997	29,498	25,998	155,498	23,998	
4	33,553	31,452	29,999	29,495	26,001	155,497	23,997	
5	33,548	31,451	30,005	29,499	25,997	155,499	23,996	
6	33,547	31,449	29,989	30,502	26,005	155,502	24,003	
Среднее значение	33,550	31,450	30,300	30,300	26,000	155,500	24,000	

В табл. 1 приведены следующие параметры: \bar{T}_1 – среднее значение температуры подложки СДМ 4; \bar{T}_2 – среднее значение температуры радиатора 3; \bar{T}_3 – среднее зна-

54 Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика

чение температуры дистиллированной воды 2; \bar{T}_4 – среднее значение температуры на внутренней поверхности корпуса 1 калориметра; \bar{T}_5 – среднее значение температуры на внешней поверхности корпуса 1 калориметра; \bar{T}_A – среднее значение температуры излучающей поверхности 7 СДМ 4; \bar{T}_0 – среднее значение окружающей среды.

Учитывая погрешности измерения массы и площади элементов калориметра и времени измерения, энергия тепловых потерь определялась по выражению

$$Q = \bar{Q} \pm \Delta Q = 62448,460 \pm 228,760 \text{ Дж.}$$

Так как измерения проводились в течение 0,5 ч, то рассеиваемая мощность составила величину, равную $P = 34,694 \pm 0,127$ Вт, а излучаемая $P_{\text{из}} = 15,44$ Вт.

Общая погрешность величины рассеиваемой мощности составила 0,46 %. Результаты вычислений средней энергии тепловых потерь СДМ ARL-50W6000 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты вычисления средней энергии тепловых потерь ARL-50W6000

Параметр средней энергии	Среднее значение количество тепла за 1 ч, Дж	Средняя мощность тепловых потерь P, Вт	Средняя мощность тепловых потерь в процентах от подводимой мощности к ARL-50W6000
\bar{Q}_1	1962,543	1,091	0,0217
\bar{Q}_2	56605,712	31,441	62,732
\bar{Q}_3	3880,220	2,162	4,301
\bar{Q}	62448,460	34,694	69,220

В табл. 2 приведены следующие параметры: \bar{Q}_1 – средняя тепловая энергия, испускаемая с поверхности СДМ; \bar{Q}_2 – средняя тепловая энергия, полученная калориметром; \bar{Q}_3 – средняя энергия, отданная калориметром в окружающую среду.

При использовании приборов для измерения температуры с разрешением 0,05 °С общая погрешность от величины рассеиваемой мощности составила 3,74 %, а с разрешением 0,1 и 1 °С – соответственно 9,24 и 45,4 %.

В результате определения рассеиваемой мощности с помощью калориметра при потребляемой мощности СДМ типа ARL-50W6000 50,13 Вт средняя мощность тепловых потерь составила $34,69 \pm 0,127$ Вт, а излучаемая мощность – 15,43 Вт с разрешением измерительных приборов 0,001.

Определение рассеиваемой мощности ARL-50W6000 при нормальных условиях окружающей среды для сравнения проводилось по измеренным мощностям излучения и потребления на спектрометрическом комплексе с интегрирующей сферой DTF-320-201 Республиканского научно-производственного предприятия «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси». В результате измерений при потребляемой мощности 50,13 Вт излучаемая мощность составила 15,28 Вт, а средняя мощность тепловых потерь – 30,85 Вт с погрешностью измерения $3,1 \pm 4,0$ %.

Таким образом, для определения рассеиваемой мощности с помощью калориметра следует использовать измерительные приборы с разрешением не более 0,05 °С и погрешность измерений в этом случае будет менее 3,7 %.

Литература

1. Савкова, Т. Н. Калориметрический способ определения тепловых характеристик мощных СД / Т. Н. Савкова, А. И. Кравченко, Ю. Н. Колесник // Естеств. и техн. науки. – 2016. – № 11. – С. 152–155.
2. Savkova, T. Colorimetric method of determining the temperature of the active region of high-power leds / T. Savkova, A. Kravchenko, S. Kukhareenko, Y. Kalesnik // Danish scientific journal. – 2018. – Vol. 2, N 18. – P. 32–36.

УДК 621.314

**УЛУЧШЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО СОСТАВА
ВЫХОДНОГО ТОКА УСТРОЙСТВА НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ
ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ**

М. Н. Погуляев, М. В. Рябков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Представлены результаты исследований устройства нагружения резервных синхронных электрогенераторов, выполненных с использованием транзисторного инвертора. Показано, что использование широтно-импульсной модуляции выходного напряжения позволяет уменьшить коэффициент несинусоидальности выходного тока с 21 до 2,0 %.

Ключевые слова: резервный электрогенератор, устройство нагружения, транзисторный инвертор, управляемый выпрямитель.

**IMPROVING THE HARMONIC COMPOSITION
OF THE OUTPUT CURRENT OF THE LOADING DEVICE
OF RESERVE GENERATORS**

M. N. Pogulyaev, M. V. Ryabkov

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The results of studies of the loading device of backup synchronous generators made using a transistor inverter are presented. It is shown that the use of pulse-width modulation of the output voltage makes it possible to reduce the coefficient of non-sinusoidality of the output current from 22–27% to 5.0–6.0%.

Keywords: backup power generator, load device, transistor converter, controlled rectifier.

Поддержать резервные генераторные установки в рабочем состоянии позволяют периодические их испытания под нагрузкой. Задачей таких испытаний является проверка их работоспособности и соответствия основных технических характеристик паспортным значениям. В последнее время при проведении испытаний электрогенераторов все большее внимание начинают уделять устройствам нагружения (УН), выполненным на основе статических полупроводниковых преобразователях, в которых управляемый выпрямитель (УВ) и ведомый сетью инвертор выполнены на тиристорах [1–3]. Основной недостаток таких устройств заключается в том, что выходной ток имеет практически прямоугольную форму, т. е. они являются источником высших гармоник. Наличие высших гармоник приводит к искажению питающего