СВЕТОДИОДНЫЙ ПРОЖЕКТОР ДЛЯ ЛОКОМОТИВОВ

А.М. Рымхан, С. Ю. Гурин

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Б.П. Гриценко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: amr9@tpu.ru

Актуальность. Существенным фактором в обеспечении безопасности движения поездов в темное время суток является освещение пути лобовым прожектором локомотива. Появление на рынке новых сверхмощных светодиодов сформировало новую тенденцию в разработке и проектировании таких световых приборов.

В данной работе представлены результаты разработки и моделирования светодиодного прожектора.

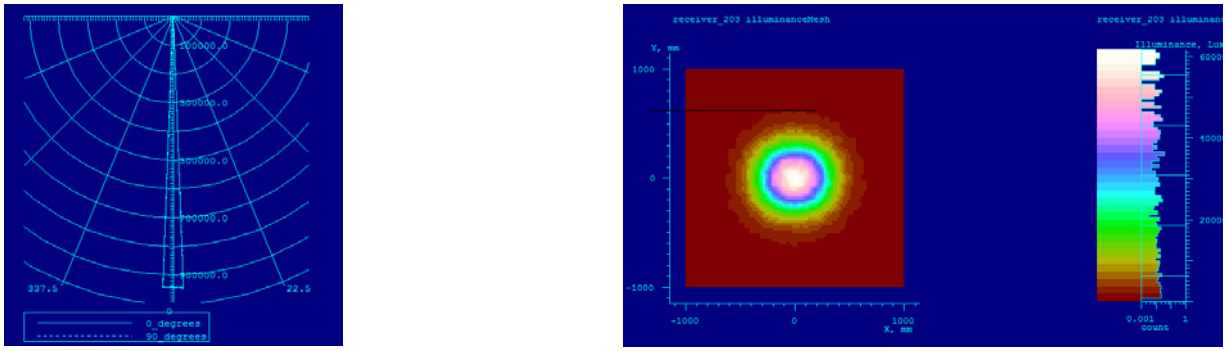
Постановка задачи. Согласно ГОСТ 12.2.056-81 номинальная осевая сила света локомотивного прожектора должна быть $(6{,}4\div9{,}6)\cdot10^5$ кд (яркий свет) и $(0{,}8\div1{,}2)\cdot10^5$ кд (тусклый свет). Угол рассеяния луча, в вертикальной и горизонтальной плоскостях около 3° [1].

Методы решения. Для расчета формы отражателя и моделирования прожектора было использовано программное обеспечение LightTools. Тепловой расчет был проведен в модуле Flow Simulation, интегрируемом в систему SolidWorks [2].

Результаты. Для использования в прожекторе были выбраны светодиоды с максимальной светоотдачей, цвет излучения – белый: светодиоды XHP35 фирмы CREE (USA). При максимальном рабочем токе (I_{max} = 1050 мА) световой поток этих светодиодов достигает 1833 лм [3]. Кроме того эти светодиоды отличаются устойчивостью к деградации при повышении температуры кристалла. Мощность светодиода 13 Вт, размер 3,45x3,45 мм. Для достижения требуемых энергетических характеристик необходимо для каждого светодиода использовать отдельный отражатель.

Для выполнения требований по силе света проведены расчеты. Необходимо с учетом потерь в приборе использовать 12 светодиодов XHP 35. Габаритные размеры одиночного отражателя: диаметр 100 мм, длина 100 мм. При этом без учета используемого радиатора габариты прожектора на 12 светодиодах составляют (ВхДхШ): 400x300x100 мм.

На рисунке 1 приведены кривая силы света для прожектора с учетом потерь и освещенность на щите. Осевая сила света достигает необходимого значения и равна 950000 кд. Расчет проводился при световом потоке светодиода 1833 лм. Угол рассеяния на уровне половины силы света составляет около 3°.

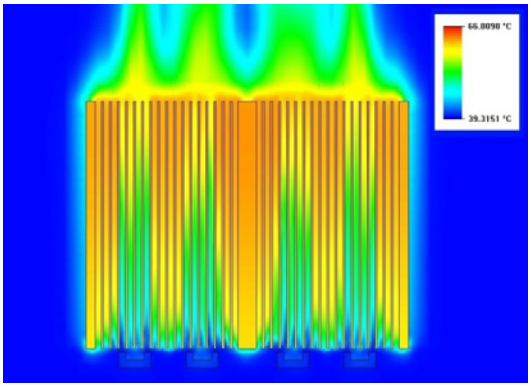


а б

Рис. 1. Кривая силы света смоделированного прожектора (а); освещенность на щите (б)

Для отвода тепла от светодиодов был выбран алюминиевый радиатор с профилем AB9010, длиной 300 мм. Материал радиатора – сплав АД31 ГОСТ 4784-97. Был проведен тепловой расчет при температуре окружающей среды 40 °С. Результат расчета при температуре окружающей среды 40 °С при использовании вентиляторов Sunon PMD 1238 PQB1-A для охлаждения, показан на рисунке 2а. Расчет показал, что максимальная температура печатной платы светодиода составила 66 °С.

Результаты тепловых расчетов для сравнения эффективности использованных вентиляторов, а также значения осевой силы света прожектора при различных температурах светодиода приведены в таблице 1.



а

б

Рис. 2. Эпюра распределения температур (а); 3D модель прожектора (б)

Таблица 1. Результаты тепловых расчетов

Модель вентилятора	Мощность вентилятора	Количество Вентиляторов	Температура светодиодов при Ток= 40 °С	Сила света
Без вентилятора	–	–	81,4 °С	850 000 кд
Ebm papst 3806	8 Вт	2	71,7 °С	868 000 кд
Ebm papst 4606 N	18 Вт	2	64,8 °С	880 000 кд
Sunon PMD 1238 PQB1-A	3,6 Вт	4	66 °С	877 000 кд

Заключение. В результате проделанной работы выполнен расчет оптики прожектора и теплового режима. Осевая сила света для прожектора при использовании 12 светодиодов XHP-35 с отражателями с учетом потерь при температуре окружающей среды 40 °С составляет 912 000 кд и 877 000 кд соответсвенно. При этом угол рассеяния на уровне половины силы света равен около 3°. Габаритные размеры прожектора (ВхДхШ): 400x300x146 мм. Общая мощность прожектора без драйвера составляет 156 Вт. КПД прожектора равен 80%.

Результаты моделирования подтверждают, что достигается необходимая осевая сила света соответствующая ГОСТ, а температура окружающей среды может достигать +50 °С.

Список литературы

1. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М. : Знак. – 972 с.
2. Гурин С.Ю., Гриценко Б.П., Акимов Б.В., Лукаш В.С. Исследование влияния конструкции светодиодного светильника на его тепловые поля // Известия вузов. Физика. – 2013. – Т.56, № 12/2. – С. 11–16.
3. Калькулятор компании CREE [Электронный ресурс]. – URL: http://pct.cree.com/dt/index.html.