

УДК 536.248.2

ОСОБЕННОСТИ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА С КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ

Р. С. Мельник, д. т. н. Ю. Е. Николаенко, к. т. н. В. Ю. Кравец, А. Я. Паламарчук,
Е. С. Алексеик, к. ф.-м. н. Т. Ю. Николаенко, Д. В. Кравец

НТУУ «Киевский политехнический институт»

Украина, г. Киев

romadarkwood3@gmail.com, yunikola@ukr.net

Предложена новая конструкция мощного светодиодного осветительного прибора с высокоэффективной системой охлаждения на основе тепловых труб, предназначенная для внутреннего освещения жилых помещений. Применение тепловых труб позволяет отвести теплоту от мощных светодиодов далеко за пределы источников света и рассеять ее в окружающий воздух с помощью охлаждающих ребер с отверстиями, совмещенных с пульсационной тепловой трубой.

Ключевые слова: светодиод, осветительный прибор, пульсационная тепловая труба, охлаждение.

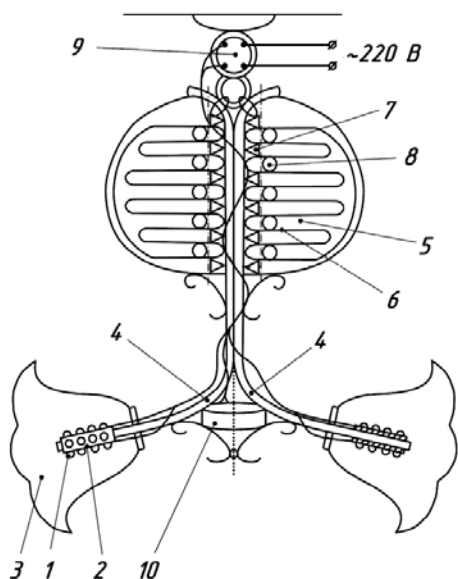
В последнее время активно развиваются различные энергосберегающие технологии, что обусловлено глобальной проблемой экономии электроэнергии. С этой целью осуществляется разработка новых энергоэффективных осветительных приборов, поскольку они являются одним из основных потребителей электроэнергии. Особое внимание при этом уделяется внутреннему освещению помещений при помощи полупроводниковых светодиодов (СД), которые при одинаковом излучаемом световом потоке потребляют в 10 раз меньше электроэнергии по сравнению с лампами накаливания. Однако при работе мощных светодиодных осветительных приборов происходит активное выделение теплоты светодиодами. Чрезмерный перегрев полупроводникового кристалла СД приводит к его деградации и, соответственно, к падению величины светового потока и уменьшению срока службы, что снижает конкурентоспособность осветительного прибора на рынке. Таким образом, обеспечение нормальных температурных режимов мощных светодиодных осветительных приборов является достаточно актуальной задачей.

Для решения поставленной задачи в [1, 2] впервые было предложено каркас светодиодных осветительных приборов, предназначенных для внутреннего освещения помещений, выполнять из тепловых труб (ТТ), являющихся высокоэффективными теплопередающими устройствами [3]. Однако при увеличении мощности, отводимой тепловыми трубами от СД, проблемным остается вопрос эффективного сброса теплоты с поверхности ТТ в окружающий воздух.

В связи с этим, целью данной работы является поиск новых конструктивных решений повышения эффективности отвода теплоты от тепловых труб светодиодного осветительного прибора к окружающему воздуху.

В предлагаемой конструкции осветительного прибора (см. рисунок) светодиоды (1) объединены в светодиодные модули (2), установленные в рассеивателях светового потока

(3). Данное решение позволяет повысить светоизлучающие параметры по сравнению с единичным СД и улучшить тепловой контакт между СД и корпусом ТТ (4). ТТ одновременно выполняют функцию несущего каркаса осветительного прибора и теплоотводящих элементов, к которым крепятся



охлаждающие ребра (5) с расположенными на них с обеспечением теплового контакта пульсационными тепловыми трубами (ПТТ) (6). Совмещение ребра с ПТТ обусловлено тем, что увеличение габаритов ребра с целью повышения отводимой мощности имеет определенное пороговое значение, при превышении которого заметных изменений в росте отводимой ребром мощности достигнуто не будет. Использование ПТТ в составе ребра дает возможность повысить его эффективность и увеличить отводимый тепловой поток в 1,6 раза при свободной конвекции и в 2,8 раза при вынужденной конвекции воздуха [4].

Важной особенностью конструкции является выполнение в охлаждающих ребрах двух рядов сквозных отверстий (7, 8), играющих роль концентраторов теплового потока в зоне нагрева ПТТ. Сосредотачивая тепловой поток в зоне нагрева ПТТ, можно уменьшить время выхода теплопередающей системы в стационарный режим, что предотвращает перегрев СД в начальный момент времени работы осветительного прибора, а это положительно сказывается на надежности и сроке службы СД.

Питание СД осуществляется от источника постоянного тока (9). Для более эффективного охлаждения ребер может быть установлен вентилятор (10). Однако это приводит к некоторому усложнению конструкции и увеличению энергопотребления, хотя в ряде случаев, например, при использовании сверхмощных светодиодных модулей, такое решение может быть вполне оправданным. В ряде случаев вместо ТТ возможно применение термосифонов, изготовление которых намного проще, и, соответственно, стоимость такой конструкции будет меньше. Вместе с тем, такое решение накладывает некоторые ограничения на конструктивное выполнение каркаса осветительного прибора, так как теплопередающие характеристики термосифонов весьма существенно зависят от их ориентации в пространстве. Например, изгиб вверх концов термосифонов со светодиодными модулями для реализации желаемых дизайнерских решений отрицательно скажется на эффективности охлаждения СД.

Таким образом, предложенная новая конструкция осветительного прибора позволяет существенно снизить затраты на энергопотребление, в первую очередь за счет энергоэффективности СД, а также за счет их длительного срока службы. Также система теплоотвода, которая применяется в данном случае, не требует дополнительных источников питания (кроме случая с вентилятором), что также уменьшает затраты на электроэнергию. Нечувствительность к силам гравитации позволяет размещать СД и саму систему охлаждения в таком положении в пространстве, которое будет максимально эстетично для каждого конкретного случая, и соответственно даст возможность максимально приближать такой осветительный прибор к дизайну любого интерьера, что является немаловажным для сегодняшнего рынка.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Николаенко Ю. Е. Решение тепловой проблемы мощных светодиодных светильников с помощью тепловых труб // Труды XIII Международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии». — Украина, г. Одесса. — 2012. — С. 203.
2. Патент № 68831, Украина. Люстра / Николаенко Ю. Е., Николаенко Т. Ю. — 2012. — Бюл. № 7.
3. Kravets V. Yu., Nikolaenko Yu. E., Nekrashevich Ya. V. Experimental Studies of Heat-Transfer Characteristics of Miniaturized Heat Pipes // Heat Transfer Research. — 2007. — Vol. 38, N 6. — P. 553–563.
4. Николаенко Ю. Е., Кравец В. Ю., Алексеик Е. С. Комбинированная теплопередающая система испарительно-конденсационного типа // Труды XIV Международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии». — Т. 2. — Украина, г. Одесса. — 2013. — С. 28–29.

R. S. Melnyk, Yu. E. Nikolaienko, V. Yu. Kravetz, A. Ya. Palamarchuk, E. S. Alekseik, T. Yu. Nikolaienko, D. V. Kravetz

Features of the new design of LED lighting device with a combined cooling system.

A new design of high-power LED lighting device for indoor illumination of housing units with highly effective cooling system based on heat pipes is proposed. The application of heat pipes makes it possible to absorb heat from high-power LEDs, transfer it far beyond the light sources and dissipate it into the surrounding air.

Keywords: *LED, lighting device, pulsating heat pipe, cooling.*