

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ ИНЖЕНЕРИИ НАНОПОРИСТОГО $Al_2O_3$ И АЛЮМИНИЕВОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

*И.А. Врублевский, К.В. Чернякова, А.К. Тучковский*  
*Белорусский государственный университет информатики*  
*и радиоэлектроники*  
*e-mail: [vrublevsky@bsuir.edu.by](mailto:vrublevsky@bsuir.edu.by)*

Применение методов структурной инженерии нанопористого оксида алюминия и алюминиевой основы с высокой теплопроводностью позволило разработчикам БГУИР предложить для рынка изделий электроники такие новые конкурентоспособные и инновационные продукты, как плоские алюминиевые электронагреватели и алюминиевые печатные платы для светодиодов [1,2]. Это стало возможным за счет разработки новых конструкций изделий на алюминиевой основе, которые характеризовались значительным снижением теплового сопротивления для теплоотводящего диэлектрического слоя.

Как известно, одним из эффективных примеров применения энергосберегающих технологий является система освещения, построенная на основе светодиодных технологий. В тоже время в отличие от обычных ламп накаливания, основная проблема для светодиодов заключается в отводе тепла, выделяемого в процессе работы LED кристаллом. Светодиоды не излучают тепло в окружающее пространство, а проводят его в направлении от р-п перехода к теплоотводу в корпусе светодиода, в качестве которых выступает вывод или специальная металлическая пластинка. Поэтому процесс отвода тепла от светодиода более сложен и для него важную роль играет тепловое сопротивление «р-п переход - печатная плата». Следствием повышенной температуры перехода является появление таких отрицательных эффектов, как снижение яркости свечения и смещение рабочей длины волны. Поэтому очень важно максимально рассеять выделяемое светодиодом тепло в печатную плату, чтобы не допустить перегрева р-п перехода.

Разработанная в БГУИР конструкция печатной платы содержит алюминиевую пластину со слоем диэлектрика из нанопористого оксида алюминия, армированный клеевой слой (препрег) с теплопроводным наполнителем - частицами оксида алюминия и медную систему межсоединений. Формирование слоя пористого оксида алюминия на поверхности алюминия позволило решить проблему адгезии клеевого слоя к алюминию. Применение наполнителя на основе порошка оксида алюминия имело целью улучшение теплопроводности армированного клеевого слоя. Благодаря такому решению клеевой слой получил как отличные диэлектрические свойства, так и очень низкое тепловое сопротивление. Например, если теплопроводность обычного армированного клеевого слоя (препрега) составляет 0,3 Вт/мК, то теплопроводность армированного клеевого

слоя с наполнителем – оксидом алюминия составляет уже не менее 1,3 Вт/мК. Предложенная конструкция печатной платы на алюминиевой основе позволила решить задачи повышения теплоотдачи и создания оптимальных тепловых режимов работы светодиодов.

Другим объектом новой техники на алюминиевой основе, для изготовления которого использовалась структурная инженерия нанопористого оксида алюминия, являлся плоский алюминиевый электронагреватель. В предложенной конструкции в качестве тепловыделяющего элемента электронагревателя выступал гибкий материал на основе углеродного волокна, который закреплялся на поверхности анодированного алюминия. Технической задачей, которую решали разработчики БГУИР для этого изделия, было упрощение конструкции и повышение надежности плоского электронагревателя. Разработанный электронагреватель позволил объединить достоинства использования углеродного волокна в качестве нагревательного элемента и конструкции с низким тепловым сопротивлением за счет размещения тела нагревателя на теплопроводящей детали. Такое решение обеспечило получение однородного и равномерного нагрева требуемой поверхности при относительно низкой стоимости изготовления электронагревателя. Предложенное конструктивное исполнение позволило также регулировать в широких пределах величину сопротивления тела резистора (нить из углеродного волокна) за счет выбора его длины в процессе изготовления изделия.

Минимальная толщина плоского алюминиевого электронагревателя – 0,5 мм, максимальная удельная мощность – 40 Вт см<sup>-2</sup>. Разработанные плоские алюминиевые электронагреватели с углеродным нагревательным элементом идеально подходят для применений в тех случаях, когда требуется сложная геометрия рабочей поверхности, малая термическая масса, лёгкая конструкция и минимальная толщина. Достоинством таких нагревательных элементов является плоская поверхность, малая толщина, равномерность нагрева рабочей поверхности, экономия электроэнергии до 15 – 30%, повышенная устойчивость к вибрации, возможность эксплуатации в жёстких климатических условиях.

### *Литература*

1. Врублевский И., Видеков В., Тучковский А., Чернякова К. Сравнительный анализ работы плоского нагревательного элемента на основании из анодированного алюминия. Автоматизация на дискретного производство: материалы XXIV Международная научно-техническая конференция, Созопол, България, 18–21 юни 2015 г. / Научни известия; редкол.: Р. Димитрова [и др.]. – София, 2015. – С. 422–428.

2. Способ изготовления печатных плат для светодиодов. Заявка на изобретение № а20150390 Респ. Беларусь, МПК Н 05 К 1/05, Н 05 К 3/44, заявл. 24.07.2015.: Тучковский А.К., Врублевский И.А.