

ном модуле, установленном внутри закрытого корпуса.



Рисунок 4 – Полученное методом компьютерного моделирования распределение температуры по фронтальной поверхности платы светодиодного модуля при работе в стационарном режиме внутри закрытого корпуса

Результаты расчетов показывают, что при работе светодиодного модуля внутри закрытого корпуса температуры на отдельных светодиодах достигают примерно 100°C , а это может заметно сказаться на времени работы этих светодиодов. В соответствии с динамикой изменения световой отдачи при эксплуатации на разных температурах, приведенной на Рисунке 5 [1], время жизни светодиодов работающих при 100°C сокращается примерно в 2-3 раза (в зависимости от силы тока) по сравнению со светодиодами, работающими при температурах 75°C и ниже.

Следует отметить, что наличие на монтажной плате балластных сопротивлений, существенно сказывается на тепловых режимах светодиодов, припаянных к тем же элементам

УДК 535-3, 535.314

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИНХОЛ КАМЕРЫ

Дудчик Ю.И., Звягин И.Ю.

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета
Минск, Республика Беларусь

Рентгеновские лучи широко используются в технической диагностике, неразрушающем контроле, медицине. Источниками рентгеновских лучей являются рентгеновские трубки [1], а в последнее время – синхротронные источники излучения и лазеры на свободных электронах. Все эти источники характеризуются целым рядом параметров, один из которых – размер. Для рентгеновских трубок размер фокусного пятна анода, области, с которой происходит излучение, является важной характеристикой. Несмотря на то, что размер пятна задается производителем, его точное значение для данного экземпляра трубки может отличаться и меняться со временем. Поэтому определение размеров источника излучения является важной задачей.

Получить изображение источника рентгеновского излучения можно с использованием многоэлементной преломляющей рентгеновской линзы, как это описано в [2, 3]. Однако такие

линзы являются дорогостоящими и обладают хроматическими аберрациями.

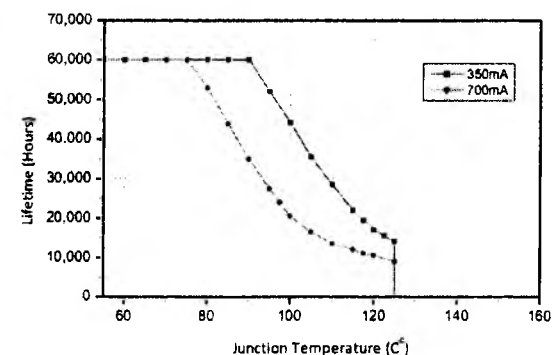


Рисунок 5 – Зависимость времени жизни светодиодов компании Helio Optoelectronic Corp. от температуры p-n перехода

1. <http://heliopto.com/en/product-white02-1.htm>, доступ 14.03.2012 г.
2. Кутателадзе, С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие / С.С. Кутателадзе – М.: Энергоатомиздат, 1990. –367 С.

линзы являются дорогостоящими и обладают хроматическими аберрациями.

В данном сообщении для получения изображения источника рентгеновского излучения в качестве оптического элемента была использована пинхол камера (камера-обскура). Изображение источника излучения визуализировалось с использованием цифровой рентгеновской камеры.

Объектом исследования является фокальное пятно рентгеновской трубки БСВ-17 с медным анодом. Паспортное значение фокального пятна равно $0,6 \times 8 \text{ мм}^2$. Рабочее напряжение на аноде трубки – 20 кВ, анодный ток – 14 мА. Энергия фотонов характеристического излучения меди равна 8 кэВ. Угол между зеркалом анода и рабочим пучком составлял 6° , поэтому эффективное фокусное пятно трубки (проекция реального пятна на направление пучка) имеет размер $0,6 \times 0,84 \text{ мм}^2$.

Схема получения изображения источника излучения показана на рисунке 1, где 1- источник излучения, 2- пинхол камера, 3- изображение источника излучения, 4- сцинтиллятор, 5- волоконно-оптическая шайба, 6- ПЗС-матрица.

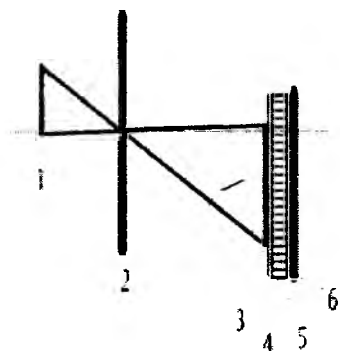


Рисунок 1 – Схема получения изображения источника излучения

Для определения размеров фокусного пятна рентгеновской трубки была создана установка, показанная на рисунке 2, где 1- рентгеновская трубка в кожухе, 2 – пинхол камера; 3- цифровая рентгеновская камера.

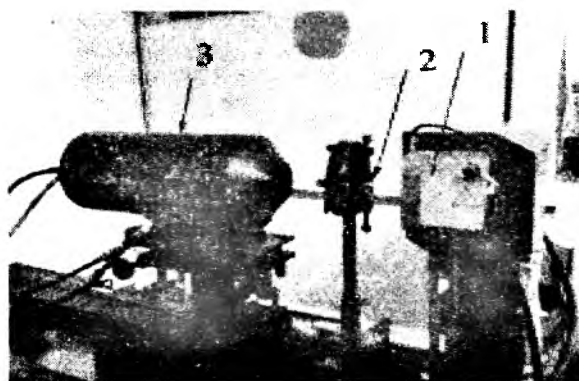


Рисунок 2 – Установка для определения размеров фокусного пятна рентгеновской трубки

Пинхол камера, которая была изготовлена для данных исследований, представляет собой свинцовую пластину с отверстием размером 100 мкм. Толщина пластины равна 200 мкм, что является достаточным для поглощения рентгеновских лучей от рентгеновской трубки. Для изготовления отверстия в пластине использовалось специальное устройство. На рисунке 3 показана фотография пинхол камеры.

В качестве рентгеновской камеры для регистрации изображения источника излучения использовалась ПЗС камера фирмы Photonic Science (модель FDI VHR). Камера содержит ПЗС-матрицу, к которой присоединена воло-

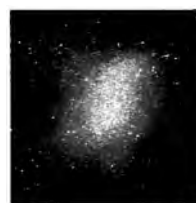
конно-оптическая шайба с нанесенным сцинтиллятором. Размер рабочей области рентгеновской камеры составляет $18 \times 12 \text{ мм}^2$, число пикселей равно 4008×2670 . Толщина сцинтиллятора оптимизирована для фотонов с энергией в диапазоне от 5 до 35 кэВ.



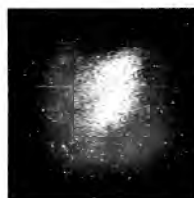
Рисунок 3 – «Пинхол» камера в виде пластины из свинца с отверстием

Были получены изображения фокусного пятна рентгеновской трубки при различных значениях следующих параметров: расстояния от источника до пинхол камеры – а, расстояния от пинхол камеры до рентгеновской камеры – б, экспозиции – т.

На рисунке 4 показаны изображения источника излучения при $a = 75 \text{ мм}$, $b = 300 \text{ мм}$ и различных экспозициях т : а) $t = 3 \text{ с}$, б) $t = 5 \text{ с}$, в) $t = 10 \text{ с}$.



а)



б)



в)

Рисунок 4 – Изображения источника излучения при различных экспозициях

Полученные изображения обрабатывались в программе Image Pro Express: определялся их размер и далее проводился расчет размера источника излучения с учетом расстояния от источника излучения до пинхол камеры и расстояния от пинхол камеры до рентгеновской камеры. В результате расчетов установлено, что размер

источника излучения (эффективное фокусное пятно рентгеновской трубки) составляет 0,5 мм X 0,8 мм, что близко к паспортному значению.

Таким образом, проведенные исследования показали перспективность использования пинхол камеры для определения размеров источников рентгеновского излучения.

1. Иванов С.А. Рентгеновские трубки технического назначения [Текст] / Иванов С. А., Г. А. Щукин – Л.: Энергоатомиздат, 1989.– 201 с.

2. Дудчик Ю.И. Рентгеновский микроскоп на основе короткофокусной многоэлементной преломляющей линзы // Вест. Белорус. гос. ун-та. Сер. 1, Физика. Математика. Информатика.- 2009.- №2– С. 38 - 43.

3. Дудчик Ю.И., Хуанг Ч., Му Б., Ванг Т., Пан Г. Рентгеновская микроскопия с использованием синхротронного излучения и элементов преломляющей рентгеновской оптики // Вест. Белорус. гос. ун-та. Сер.1, Физика. Математика. Информатика.-2010.- №2– С. 24 - 28.

УДК 681

ТЕРМОСТОЙКИЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯТОРОВ

Дятлова Е.М.¹, Попов Р.Ю.¹, Шамкалович В.И.²

¹Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Развитие современных технологий неразрывно связано с необходимостью разработки новых технических материалов. Большинство технологических процессов, существующих на сегодняшний день, включают температурную обработку полуфабриката изделий, что в свою очередь стимулирует совершенствование тепловых агрегатов и материалов, применяемых при их создании. Наиболее перспективными, среди общего многообразия, являются керамические материалы. При этом особое внимание, по нашему мнению, следует уделить технической керамике на основе магний-алюмосиликатной, литийалюмосиликатной и алюмотитансиликатной систем [1-6]. Материалы, синтезированные на основе указанных систем, обладают набором ценных свойств: высокая механическая прочность, удельное электросопротивление, а также достаточная химическая устойчивость к агрессивным средам.

Целью настоящего исследования является разработка составов масс технической керамики с высокими термомеханическими и электроизоляционными характеристиками, предназначенной для тепловых агрегатов в качестве конструктивных термо- и электроизоляционных элементов.

Синтез термостойких керамических материалов осуществлялся на основе систем MgO–Al₂O₃–SiO₂, Li₂O–MgO–Al₂O₃–SiO₂ и Al₂O₃–SiO₂–TiO₂, и параллельно в трех указанных выше системах. В качестве сырьевых материалов применялись огнеупорная глина, тальк, технический глинозем, кварцевый песок. Литий в состав керамических композиций вводился карбонатом, а титан – оксидом. Образцы керамики получались полусухим прессованием на гидравлическом прессе при давлении 35–50 МПа из порошков с влажностью 6 – 9 %. Затем они сушились в элек-

трическом шкафу при температуре 110–120 °С до постоянной влажности, после чего обжигались в электрической муфельной печи в интервале 1200 – 1400 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч.

Для проведения исследований, определяемой целью и задачами настоящей работы, были выбраны в системе MgO – Al₂O₃–SiO₂ составы смесей, лежащие на линии, соединяющей точки кристаллических фаз кордиерита и муллита. На основе указанных составов было исследовано влияние различных модификаторов с целью изменения термомеханических характеристик материалов, а также проведен эксперимент по созданию различных структурных сочетаний при использовании в качестве матрицы указанных составов и специально предварительно синтезированного наполнителя.

После обжига в интервале температур 1200 – 1400 °С материалы, синтезированные на основе указанной системы, характеризовались следующими показателями свойств: открытая пористость – 19,0 – 26,0 %; кажущаяся плотность – 2400 – 2700 кг/м³; водопоглощение – 7 – 11%; ТКЛР – (13 – 47)·10⁻⁷ К⁻¹, механическая прочность при изгибе – 88 – 110 МПа, удельное объемное сопротивление – 10¹¹ Ом·см.

Другой системой, представляющей интерес для синтеза керамических материалов с низким температурным коэффициентом линейного расширения и высокой термостойкостью является система Al₂O₃–SiO₂–TiO₂. В данной системе образуются двойные соединения: тиалит (система Al₂O₃·TiO₂) и муллит (3Al₂O₃·2SiO₂) [2–5].

Тиалит характеризуется анизотропией строения кристаллической решетки и, в связи с этим, чрезвычайно низким и даже отрицательным ТКЛР. Сочетание малорасширяющегося, но малопрочного тиалита с высокоогнеупорным и