

Комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства, выполняемые с участием российских высших учебных заведений

Работа выполняется в рамках субподряда к договору между Минобрнауки России и ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева.

Руководитель: к.ф.-м.н. В.А. Деревянко

Тема: «Разработка охлаждаемых многослойных керамических плат для построения функциональных узлов элементов системы автономной навигации»

Этап 2: «Разработка конструкторской документации опытных образцов охлаждаемых многослойных керамических плат (ОМКП). Закупка ПО и комплектующих для изготовления и испытаний ОМКП»

Создана теплофизическая модель, описывающая процессы переноса тепла в ОМКП со встроенными гипертеплопроводящими (ГТП) структурами. Разработаны вычислительные алгоритмы, обеспечивающие проведение расчетов теплофизических характеристик ОМКП. Проведены вычислительные эксперименты по расчету теплового режима работы образцов.

Теплофизическая модель предназначена для расчета тепловых режимов образцов ОМКП с использованием автономных устройств охлаждения на основе гипертеплопроводящих структур. Модель учитывает процессы двухфазного теплообмена теплоносителя внутри ГТП структуры и позволяет определить эффективность отвода тепла. Для решения задачи разработаны вычислительные алгоритмы, которые обеспечивают расчет распределения капиллярной нагрузки ГТП структуры (анализ работоспособности на основе проверки капиллярного ограничения), температурного поля и перепадов температур внутри ОМКП при различных условиях отвода тепла через основание.

На основе математической модели проведены вычислительные эксперименты по расчету тепловых режимов опытных образцов ОМКП двух видов: с локальным подводом тепла и с трансформатором тепловой мощности. Для каждого вида ОМКП проведены расчеты для конфигурации с одиночным мощным источником тепла малой площади в

различных положениях (в углу и в центре ОМКП), а также с одновременно работающими двумя источниками одинаковой мощности (рис. 10).

Результаты расчетов показали, что ОМКП с локальным подводом тепла (с изогнутой ГТП структурой) позволяет более эффективно отводить тепло от источников тепла с высокой плотностью теплового потока, чем ОМКП с трансформатором тепла. Однако, согласно расчету, образцы обоих видов должны обеспечивать требования технического задания по обеспечению температуры основания ЭРИ не выше $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ при локальной плотности теплового потока до 20 Вт/см^2 и суммарной тепловой мощности из расчета $0,5\text{ Вт/см}^2$ при температуре теплоотводящего основания в пределах $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Расчетные значения капиллярной нагрузки в рассмотренных режимах не превышали значений $10 - 20\%$, что говорит о значительном запасе по тепловой нагрузке на ГТП структуру.

На основе результатов вычислительного эксперимента разработаны исходные данные на создание опытных образцов ОМКП. Проведенная отработка программ и методик испытаний ОМКП на имитационных образцах показала возможность регистрации всех теплофизических характеристик ОМКП разработанными методиками.

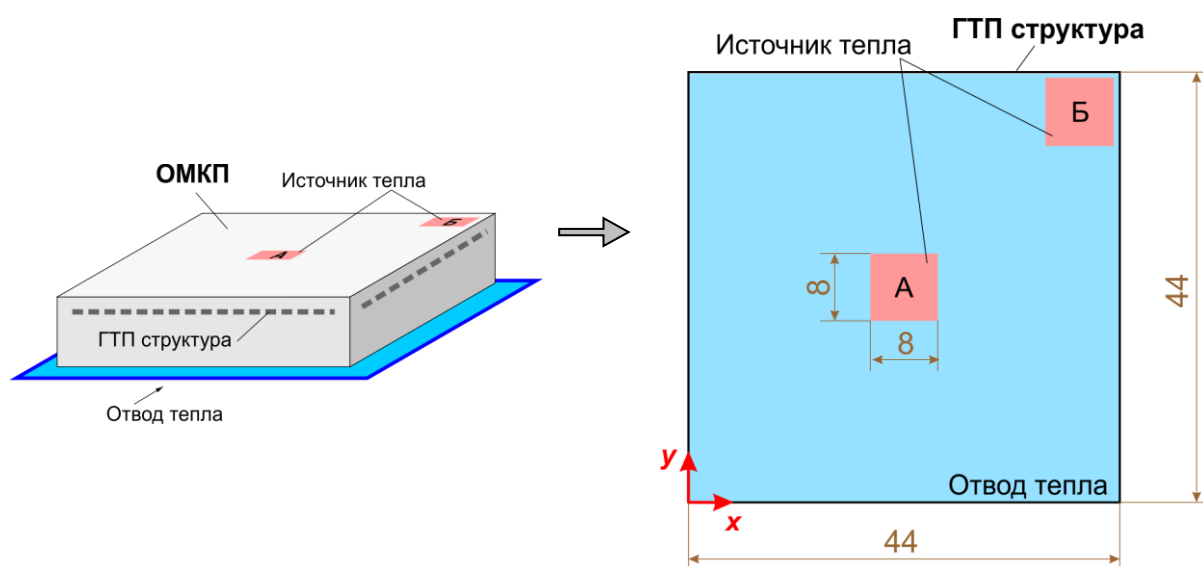


Рис. 10 – Схема вычислительного эксперимента для ОМКП с локальным нагревом