

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ И КОРПУСА ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ПК

Яковлев Н. С.¹, Яковлев А. С.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Кузин А. К.¹

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
yakvlev.n@mail.ru

Введение

Система охлаждения позволяет компьютеру достичь своего максимума, так как интегральные схемы, которые при своей работе вырабатывают тепло, быстро достигают своей критической температуры в 100 градусов Цельсия и вынуждены замедляться.

Система охлаждения занимает значительную часть объема компьютера, ноутбука или схожего устройства, а также составляет значительную часть веса устройства. Поэтому, если проектировать конструкцию корпуса, основываясь на системе охлаждения, то можно уменьшить либо объем, при этом сохранив характеристики, либо в том же объеме получить большую производительность. При проектировании использовались комплектующие стандарта ATX [1].

Обычно для охлаждения используется воздушное охлаждение, которое включает в себя металлический радиатор, вентилятор и часто тепловые трубки для эффективного переноса тепла на радиатор. Другим вариантом, который используется в высокопроизводительных системах, является водяное охлаждение. Оно эффективнее отводит тепло от источников тепла, но требует дополнительное место под помпу, проводку шлангов и повышает вес системы. Из-за этих минусов водяное охлаждение не рассматривалось в работе.

Основная часть

Были проанализированы комплектующие, которые подойдут для реализации проекта, определены модели, которые будут их описывать.

Созданы 3D-модели используемых комплектующих для проектирования системы охлаждения и корпуса на их основе. Были выбраны 3 оптимальные компоновки комплектующих. Определены допустимые температуры для всех комплектующих.

На основе 3 компоновок комплектующих созданы системы воздушного охлаждения. Первый вариант использует распространенный дизайн, который не оптимизирован для получения наилучшей системы охлаждения в заданном объеме. Второй и третий вариант используют общий радиатор для двух источников тепла, которые связаны с радиатором тепловыми трубками [2]. Такая конфигурация позволяет уменьшить объем корпуса, так как второй радиатор отсутствует. При этом эффективность охлаждения падает незначительно из-за преобладающей роли концентрации температур у источника тепла по сравнению с теплообменом радиатора со внешней средой.

Действительная температура на концентрированном источнике тепла выше, чем получаемая при численном расчете, так как не учитывается неравномерное распределение выделяемого тепла на микросхеме [3]. Эффект концентрации температур тем хуже, чем больше выделяемое на микросхеме тепло. Поэтому допустимая температура является функцией выделяемого на микросхеме тепла. Эта зависимость была получена эмпирическим путем при выполнении исследования.

Проведен расчет сопряженного теплообмена для всех вариантов в Ansys Fluent. Получены максимальные показатели производительности для каждого варианта, вычислены удельные показатели на единицу объема для сравнения.

Перечислены конкуренты, их характеристики, определены показатели для сравнения. Проведен сравнительный анализ для выявления сильных и слабых сторон предложенных вариантов.

Выводы

Рассмотрены 3 варианта компоновки, определен из них наилучший. Полученные результаты можно применить не только в данной строгой постановке, но и как общий принцип проектирования малогабаритных систем.

Такие системы при равном объеме будут иметь большую производительность, либо меньшие габариты при сохранении производительности, если сравнивать с неоптимизированным устройством.

Лучший вариант компоновки показал выигрыш по производительности на единицу объема в 2-2,5 раза по сравнению с популярными устройствами на рынке, в частности, PlayStation 5.

Литература

1. ATX Specification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://web.archive.org/web/20120725150314/http://www.formfactors.org/developer/specs/atx2_2.pdf (дата обращения 23.02.2026).
2. Heat pipe modeling and design [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://info.1-act.com/hubfs/ACT%20Heat%20Pipe%20Design%20and%20Modeling%202021_slides%20download.pdf (Дата обращения 23.02.2026)
3. Hamann, Hendrik & Weger, Alan & Lacey, James & Hu, Zhigang & Bose, Pradip & Cohen, Erwin & Wakil, Jamil. Hotspot-Limited Microprocessors: Direct Temperature and Power Distribution Measurements // Solid-State Circuits, IEEE Journal. 2007. Vol. 42, no. 1. P. 56-65. <https://doi.org/10.1109/JSSC.2006.885064>.