

УДК 629.7.064

Обоснование использования информационно-кибернетического подхода к созданию систем охлаждения приборов аппаратуры

Сальников Игорь Александрович

rolekst@mail.ru

Зуев Павел Алексеевич

Кузнецов Сергей Александрович

ВА РВСН имени Петра Великого, Балашиха, Московская обл., Россия

Аннотация. Проведен анализ тепловых режимов аппаратуры и обоснуется использование информационно-кибернетического подхода к проектированию систем охлаждения приборов.

Ключевые слова: системы охлаждения приборов, электронная аппаратура, эффективность охлаждения, информационно-кибернетический подход, специфика свойств наноматериалов

Введение. Достижения в области электронных технологий привели к созданию электронного оборудования, глубоко внедренного в разные системы, высокоинтегрированного и разнообразного, которое обладает различными характеристиками рассеивания тепла в условиях равномерного и неравномерного теплового потока. Однако этот прогресс привел к возникновению серьезных проблем с охлаждением и энергоэффективностью, что потребовало оптимизации стратегий размещения оборудования, создание сложных систем охлаждения для безопасной и энергоэффективной работы.

Методы и материалы; результаты. Анализ существующих и перспективных направлений систем охлаждения показал, что расстояние между оборудованием и входом является наиболее важным параметром. В отличие от традиционных подходов, в которых приоритетное внимание уделяется снижению давления для улучшения теплопередачи, вращающееся оборудование может одновременно снижать температуру поверхности и падение давления. Сравнительный анализ однородных и неоднородных условий показал, что средняя относительная погрешность в однородности температуры в последнем случае составляет 5,1 %. Анализ чувствительности показал, что увеличение угла поворота при одновременном уменьшении скорости всасывания воздуха эффективно повышает стабильность температуры [3].

Для нормирования режимов работы аппаратуры различается четыре конструктивные зоны, отличающиеся уровнем температурного воздействия:

(I) — относится к герметичным и пыле брызгозащитным кожухам, являющимся неотъемлемой частью бортовой аппаратуры;

(II) — охватывает нагретую зону конструкции собственно аппаратуры;

(III) — относится к конструкции электрорадиоэлементов микросхем и полупроводниковых приборов;

(IV) — включает конструкцию внутри элементов — кристаллы полупроводников, пленочные резисторы в микросхемах и т. д. [1, 2].

В зависимости от характера контакта теплоносителя и источника тепла различают системы охлаждения прямого и косвенного действия. В системах охлаждения прямого действия теплоноситель непосредственно омывает поверхности источников тепла. В системах охлаждения косвенного действия источник тепла и поверхности теплообмена разделены различными конструктивными элементами, выполняющими роль проводников тепла, так называемых тепловых мостов.

При этом реальное состояние объекта термостатирования остается неизвестным. Суть информационно-кибернетического подхода состоит в оценке температурного состояния объекта на основе математического моделирования, а также за счет измерения реального состояния сенсорной аппаратурой. В дальнейшем за счет гибкой структуры формируется управляющее воздействие с возможной утилизацией тепло избытков и возвращения их в энергетический цикл.

Заключение. В этом разделе сначала проводится однофакторный анализ для анализа влияния различных факторов (включая скорость подачи воздуха, расстояние между оборудованием и впускным отверстием, угол поворота оборудования и форм-фактор оборудования) на общую производительность. Однако из-за взаимодействий и ограничений между различными факторами одномерный анализ не позволяет свободно комбинировать параметры. Поэтому впоследствии проводится многомерный анализ для определения оптимальной стратегии размещения.

Список источников

- [1] Глушицкий И.В. *Охлаждение бортовой аппаратуры авиационной техники*. Москва, Машиностроение, 1987, 184 с.
- [2] Дульнев Г.Н., Тарновский Н.Н. *Тепловые режимы электронной аппаратуры*. Москва, Энергия, 1971, 248 с.
- [3] Ming Hu, Jinghui Deng, Chunhua Li, Dehong Li, Shize Li, Boxiong Shen, Tailu Li, Man Fan. Thermal performance optimization of air-cooled electronic equipment arrangement under uniform and non-uniform heat flux conditions. *Applied Thermal Engineering*, 2025, vol. 281, part 2.