

(Луна, астероиды) [1]. Задача таких испытаний – проверка работы аппаратуры и узлов в реальных космических условиях, определение теплофизических параметров отдельных частей и элементов космического аппарата, определение прочностных характеристик и уточнение математических моделей систем терморегулирования [2].

Испытания проводятся в вакуумных камерах, в которых создаются условия пониженного давления и широкого диапазона температур, свойственного космическим условиям. Такие испытания проводятся на различных стадиях проектирования космических аппаратов. Тепловакуумные испытания отличаются большой сложностью, трудоемкостью и значительными материальными затратами.

Методы и средства тепловакуумных испытаний разрабатываются и совершенствуются давно. Традиционно для тепловакуумных испытаний используется вакуумная камера со стационарным размещением в ней криозкранов. Криозкраны предназначены для охлаждения пространства камеры и размещенного в ней оборудования и конструктивно представляют собой теплообменники с использованием жидкого азота или гелия в качестве рабочих тел. В базовой комплектации стенд для тепловакуумных испытаний космических аппаратов содержит вакуумную камеру с системой вакуумирования, цельный криогенный экран цилиндрической формы, имитатор внешних тепловых потоков и систему управления.

Работа вакуумной камеры осуществляется следующим способом. Вакуумируют камеру до давления, исключающего конвективный теплообмен, с помощью вакуумного насоса. Одновременно с вакуумированием подают криоагент на криогенный экран. Включаются имитаторы солнечного излучения. При достижении заданных условий проводят испытания.

Указанный выше способ имеет ряд недостатков:

– неудовлетворительная равномерность охлаждения поверхности космического аппарата. Это обусловлено неравномерностью распределения тепловых элементов поверхности космического аппарата и наличием на поверхности элементов сложной геометрии (антенн, излучателей).

– невозможность обеспечения качественного криостатирования отдельных локальных участков или деталей космического аппарата. Используемые в вышеприведенных способах криогенные экраны нечувствительны к геометрии поверхности аппарата, так как расположены на достаточном удалении от нее.

– значительное время выхода криовакуумной установки на режим. В связи с развитыми по контуру камеры поверхностями криогенных экранов удельные тепловые потоки имеют низкие значения.

Указанное выше приводит к необходимости оптимизации тепловакуумных испытаний и вакуумной камеры. Задача, на решение которой направлена модернизация вакуумной камеры – повышение качества охлаждения узлов испытываемого космического аппарата, расширение возможностей экспериментальной отработки при тепловакуумных испытаниях. Под качеством охлаждения здесь понимается комплексный критерий, характеризуемый скоростью выхода на температурный режим, уровнем достигаемой температуры, равномерностью процесса охлаждения. Такая задача является перспективной для современной испытательной техники.

Библиографические ссылки

1. Колесников А. В. Испытания конструкций и систем космических аппаратов : курс лекций М. : Изд-во МАИ, 2007.
2. Фаворский О. Н., Каданер Я. С. Вопросы теплообмена в космосе. М. : Высшая школа, 1967.

© Колчанов И. П., Делков А. В., 2013

УДК 621.325.5

Е. В. Кулаков, В. В. Шелепов

Научный руководитель – М. Г. Мелкозеров

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУХООБМЕНА В ЦОД

Предложенная схема охлаждения центров обработки данных, на основе разработанных серверных шкафов с отводом горячего воздуха и выезжаемыми отсеками оборудования, способная снимать до 30 кВт тепла с одного серверного шкафа.

В центрах обработки данных большую роль играет площадь занимаемая серверным оборудованием, чем больше шкафов разместится на площади, тем эффективней будет работа центра обработки данных. Но существуют и определенные недостатки: при плотном размещении оборудования необходима более серьезная система охлаждения, так как срок службы электроники может быть снижен в два раза при повышении температуры на 10 °С.

Разработанная схема (рис. 1) совмещает в себе компактность расстановки оборудования и достаточное охлаждение для него. Главным принципом является разделения «холодных» и «горячих» зон таким образом что бы не было зон контакта между ними. Следующим шагом является применением разработанных серверных шкафов с предусмотренным воздухоотводом в зону фальшпотолков, это позволит достаточно плотно расположить оборудование. Для

уменьшения потерь охлажденного воздуха используем герметичные перекрытия и двери в межстоечных коридорах, тем самым создавая «холодный бассейн». При повышении нагрузки на системы, заменяются

плитки подачи воздуха, на плитки со встроенным компрессором, который увеличивает скорость потока воздуха [3].

Результаты полученные разными фирмами [1; 2]

Фирма	Способ охлаждения	Снимаемое тепло
IBM	Создание «холодного бассейна»	До 15 кВт
DELL	Система «активный пол»	До 15 кВт
IBM+ DELL	Совмещение «холодного бассейна» и системы «активный пол»	До 24 кВт
INTEL	–	До 31 кВт
Предложенная схема с использованием серверных шкафов с отводом горячего воздуха	Сочетание схемы «активный пол» и «холодного бассейна» с использованием разработанного шкафа	До 30 кВт

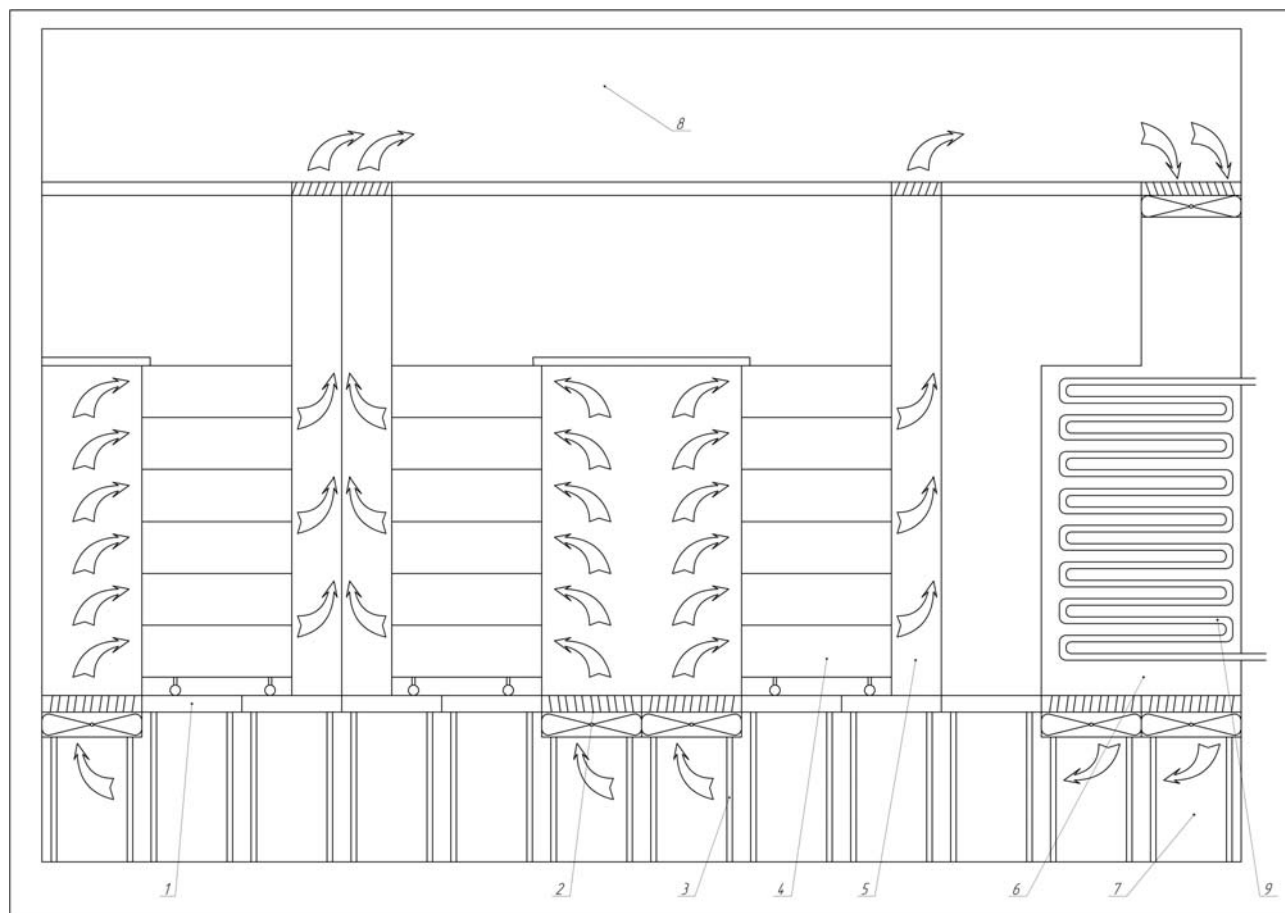


Схема охлаждения центров обработки данных:

- 1 – фальшпол; 2 – фальшпол с устройством подачи воздуха; 3 – опоры фальшпола;
 4 – Оборудование серверного шкафа; 5 – канал отвода теплого воздуха в серверном шкафу; 6 – блок фэнкойла;
 7 – зона охлажденного воздуха; 8 – зона нагретого воздуха

Библиографические ссылки

1. Решение задачи охлаждения высоконагруженных серверных стоек. URL: <http://dcnt.ru>.
2. Стратегия Intel для центров обработки данных. URL: <http://intel.ru>.

3. Экскурсия в ЦОД: технология охлаждения. URL: <http://habrahabr.ru>.

© Кулаков Е. В., Шелепов В. В., 2013