

Выбор капельной конфигурации для капельного холодильника-излучателя.

Сабиргалиев Р.Э., Завьялова Н.А.

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Предприятиями Роскосмоса ведутся работы по созданию капельного холодильника-излучателя (КХИ) необходимого для отвода тепла из низкотемпературной части цикла космической энергоустановки мегаваттного класса. Согласно [1] суммарный вес такой охлаждающей установки многократно меньше аналогов (панельные охлаждающие установки) при одинаковых характеристиках мощности. Также КХИ является метеоритоустойчивым.

В [2] предложен алгоритм расчета теплоотвода такой капельной системы. Остывание капли теплоносителя в приближении абсолютно черного тела описывается уравнением

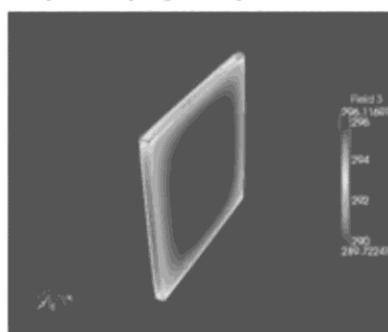
$$\frac{\partial T_j}{\partial t} = -\frac{3\sigma}{c\rho r} T_j^4 + \frac{3\sigma}{4\pi c\rho r} \sum_{i=0, i \neq j}^N \alpha_i T_i^4, \quad (1)$$

где σ – постоянная Стефана-Больцмана, c – теплоемкость вещества частицы, ρ – плотность частицы, r – ее радиус, T – температура, α_i – телесный угол под которым частица «видит» другие частицы. Правая часть уравнения состоит из двух слагаемых: первое описывает тепло, которое частица теряет, излучая в пространство, второе – потоки тепла, которые попадают на частицу с других частиц.

Решая систему N уравнений (1) для разных капельных конфигураций, можно найти изменение температуры всей капельной системы, а значит, выделяемое системой количество тепла Q в космос.

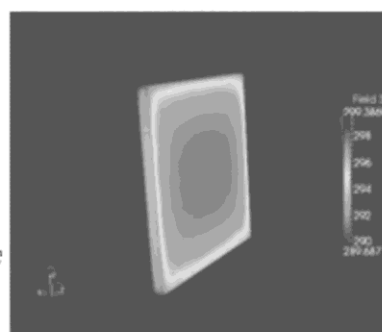
Цель работы – разработка методики поиска наилучшей конфигурации генераторов капель (форсунок) из заданных. Лучшей считается капельная конфигурация, выделяющая в пространство наибольшее количество тепла Q . В качестве конфигураций выбраны: «Периметр прямоугольника», «Пять плоскостей», «Две плоскости», «Шесть плоскостей». На рис.1 приведены результаты расчета выделяемого количества тепла Q , а также телесных углов α . Для приведенных конфигураций наилучшей является «Периметр прямоугольника». Предложенную методику можно использовать, в том числе и для решения задачи параметрической (расстояние между форсунками, радиус капель) оптимизации расположения форсунок.

Периметр прямоугольника



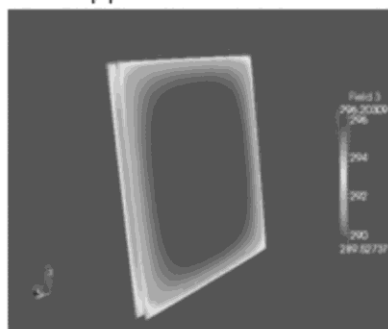
$$\alpha_{\text{ср}} = 1.4393 \text{ср}$$
$$\alpha_{\text{мин}} = 0.5533 \text{ср}$$
$$\alpha_{\text{макс}} = 1.4393 \text{ср}$$
$$Q = 33322.0116 \text{Дж}$$

Пять плоскостей



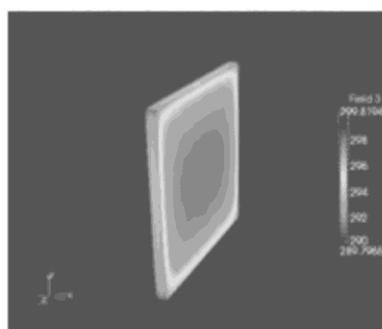
$$\alpha_{\text{ср}} = 1.7573 \text{ср}$$
$$\alpha_{\text{мин}} = 0.5473 \text{ср}$$
$$\alpha_{\text{макс}} = 2.0895 \text{ср}$$
$$Q = 32879.1856 \text{Дж}$$

Две плоскости



$$\alpha_{\text{ср}} = 1.4423 \text{ср}$$
$$\alpha_{\text{мин}} = 0.5201 \text{ср}$$
$$\alpha_{\text{макс}} = 1.6054 \text{ср}$$
$$Q = 33318.0445 \text{Дж}$$

Шесть плоскостей



$$\alpha_{\text{ср}} = 1.4393 \text{ср}$$
$$\alpha_{\text{мин}} = 0.5658 \text{ср}$$
$$\alpha_{\text{макс}} = 2.1536 \text{ср}$$
$$Q = 32806.4502 \text{Дж}$$

Рис.1 Расчет телесных углов и выделяемого количества тепла для предложенных капельных конфигураций.

Литература

1. *Г.В. Колюхов, А.А. Коротеев* Капельные холодильники-излучатели космических энергетических установок нового поколения.
2. *Сабиргалиев Р.Э., Завьялова Н.А.* // Труды 57-й научной конференции МФТИ «Метод расчета излучения системы частиц в вакууме.» – 2014