

Московский Авиационный Институт
(Государственный технический университет)
МАИ

Кафедра “Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические
установки”.
(кафедра 208)

Отчёт о вычислительной практике.
Тема “Моделирование теплового поля электроракетного двигателя”

Выполнил: Машеров П. Е.
Студент группы 02-110
Консультировал: Хартов С. А.

Москва, 2007.

Содержание :

Введение.....	3
1. Задание	3
2. Алгоритм	4
3. Результаты расчёта.....	6
4. Выводы	8
Литература	9

Введение

Электроракетные двигатели (ЭРД) на сегодняшний день являются важной составляющей в процессе освоения космоса. Для проектирования ЭРД необходимо решить следующие задачи: расчёт электрического поля, расчёт магнитного поля, задачи теплопередачи, задачи механической прочности.

Если устройство можно представить в плоском или осесимметричном виде, то данные задачи решаются с помощью программного продукта ELCUT® [1]. ELCUT® - это интегрированная диалоговая система программ, построенная на конечноразностных алгоритмах.

ELCUT позволяет решать двумерные краевые задачи математической физики, описываемые эллиптическими дифференциальными уравнениями в частных производных относительно скалярной или однокомпонентной векторной функции (потенциала), а также задачи расчета напряженно-деформированного состояния твердого тела (плоские напряжения, плоские деформации, осесимметричные нагрузки). К таким задачам и относится моделирование теплового поля в электроракетном двигателе

1. Задание

1. Провести расчёт теплового поля электроракетного двигателя типа СПД модель М-70. Мощность 660 Вт, к.п.д. 0,58. Результат потерь мощности в основном тепловыделение в элементах конструкции. Конструктивная схема модели приведена на рис.1.

2. Построить тепловое поле и определить температуру в наиболее теплонапряженных элементах конструкции модели.

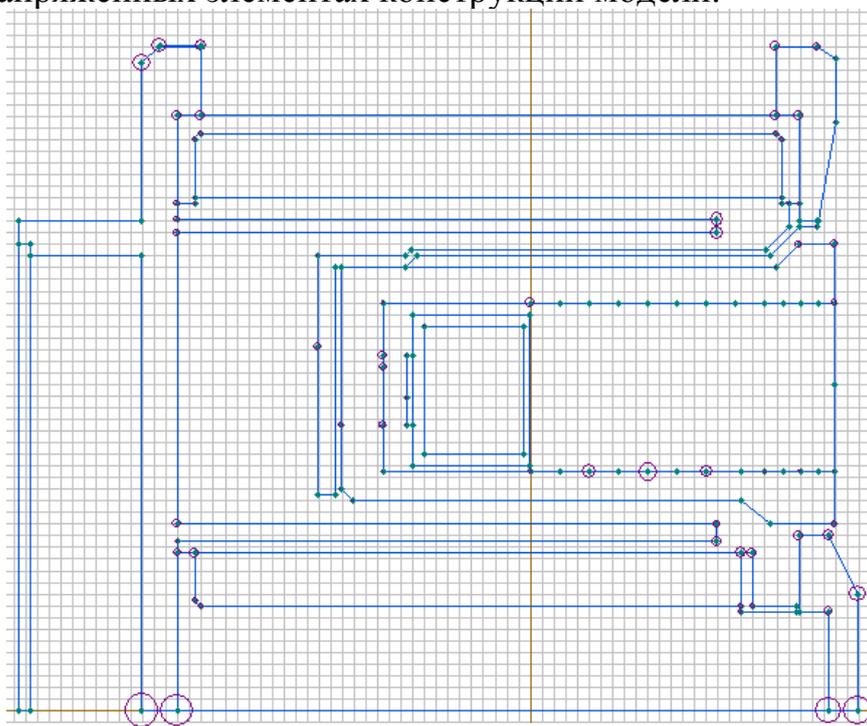


Рисунок 1.

2. Алгоритм

1. Составить задачу ELCUT.
2. Выбрать тип задачи <<нелинейная задача стационарной теплопередачи>> и класс модели <<осесимметричная>>, а также расчёт <<обычный>>.
3. Выбрать единицу длины <<миллиметры >> и систему координат <<декартова >>.
4. Геометрическая модель: импортировать из файла с расширением dxf .
5. Для материалов вводятся теплоёмкости из примеров [1] и справочника [2].
6. Основываясь на рабочих материалах [3] строим тепловые потоки для внутренней и наружной стенок, учитывается так же тепловое излучение, задаем коэффициенты черноты 0.3 и начальной температурой 273К.
7. Определяется объёмная плотность тепловыделения в катушках намагничивания.
8. Наложение сетки.
9. Решение задачи и анализ результатов.

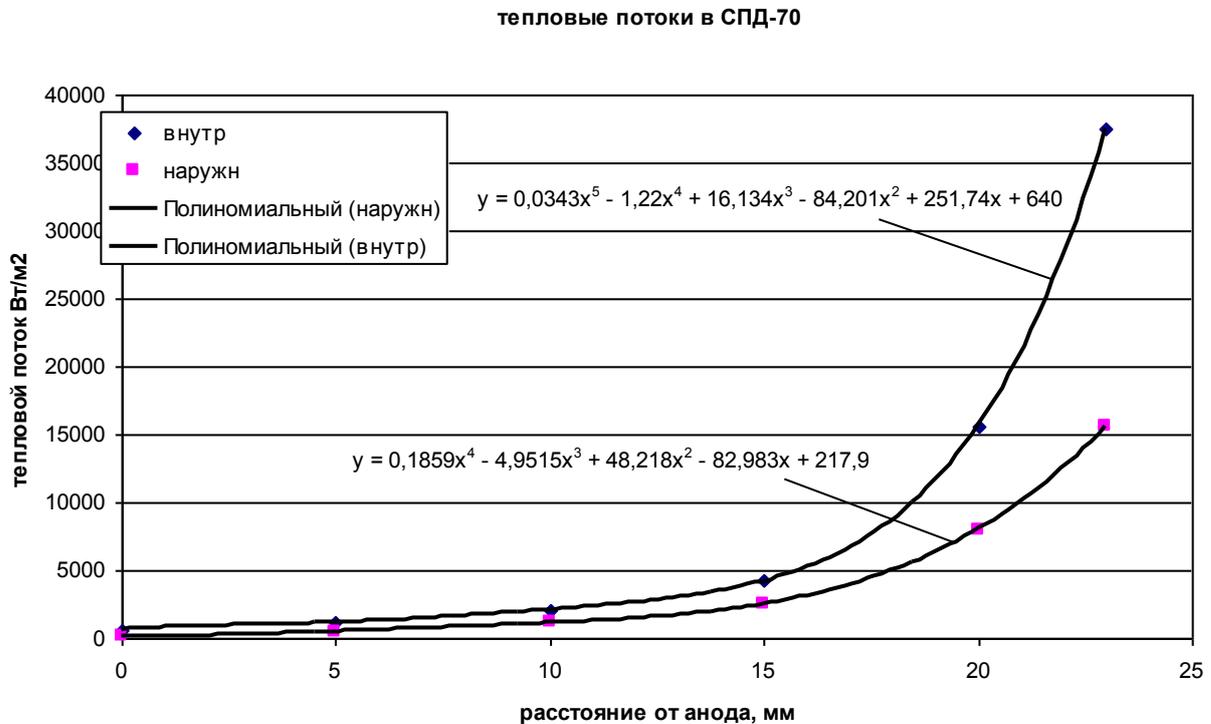


Рисунок 2.

По материалам [3] можно с помощью программы EXCEL построить график тепловых потоков (см.рис.2) На данном рисунке точками показаны экспериментальные результаты, а линии – линии тренда этих данных, Программа EXCEL позволяет получить уравнения для данных линий тренда. С помощью данных уравнений можно получить данные тепловых потоках в промежуточных точках профиля стенок разрядной камеры. с шагом разбиения 1 мм (см.рис.3).

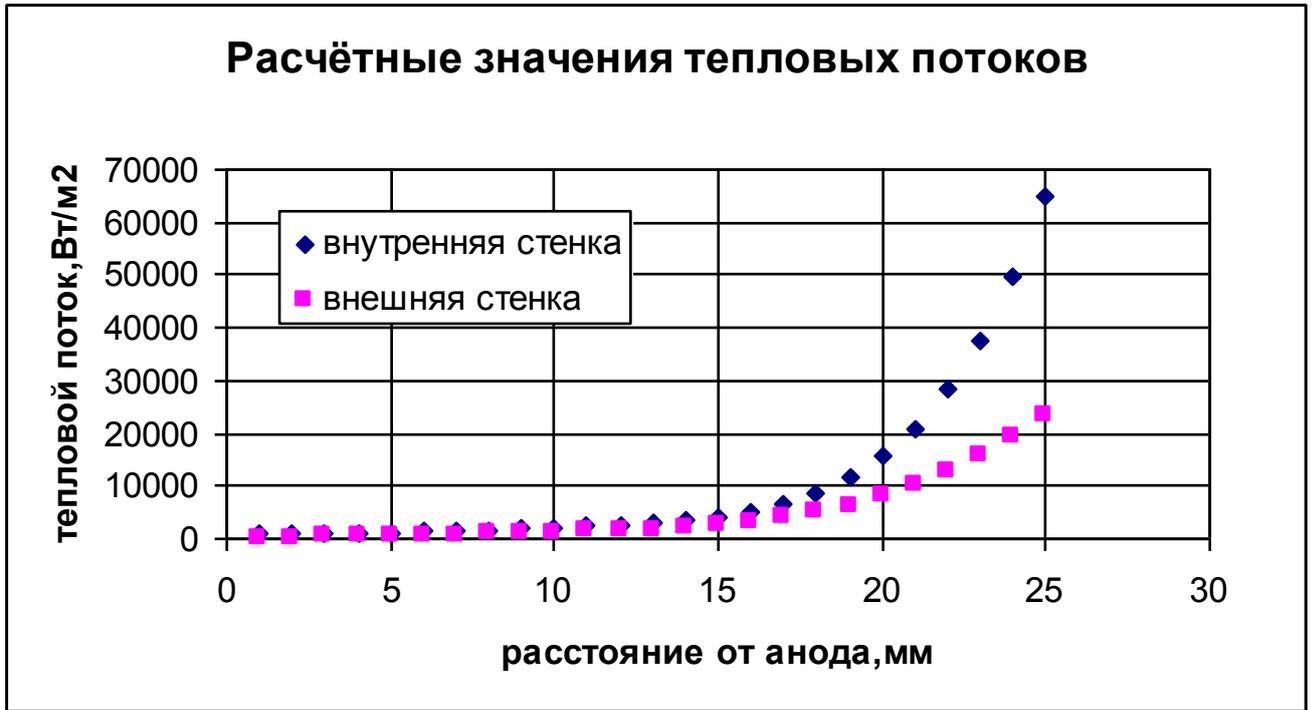


Рисунок 3.

Эти данные вносятся в качестве параметров основных ребер программы ELCUT

3. Результаты расчёта

После того, как программа решила задачу и проанализировала её, получили цветовую картину теплового поля на рисунке 4.

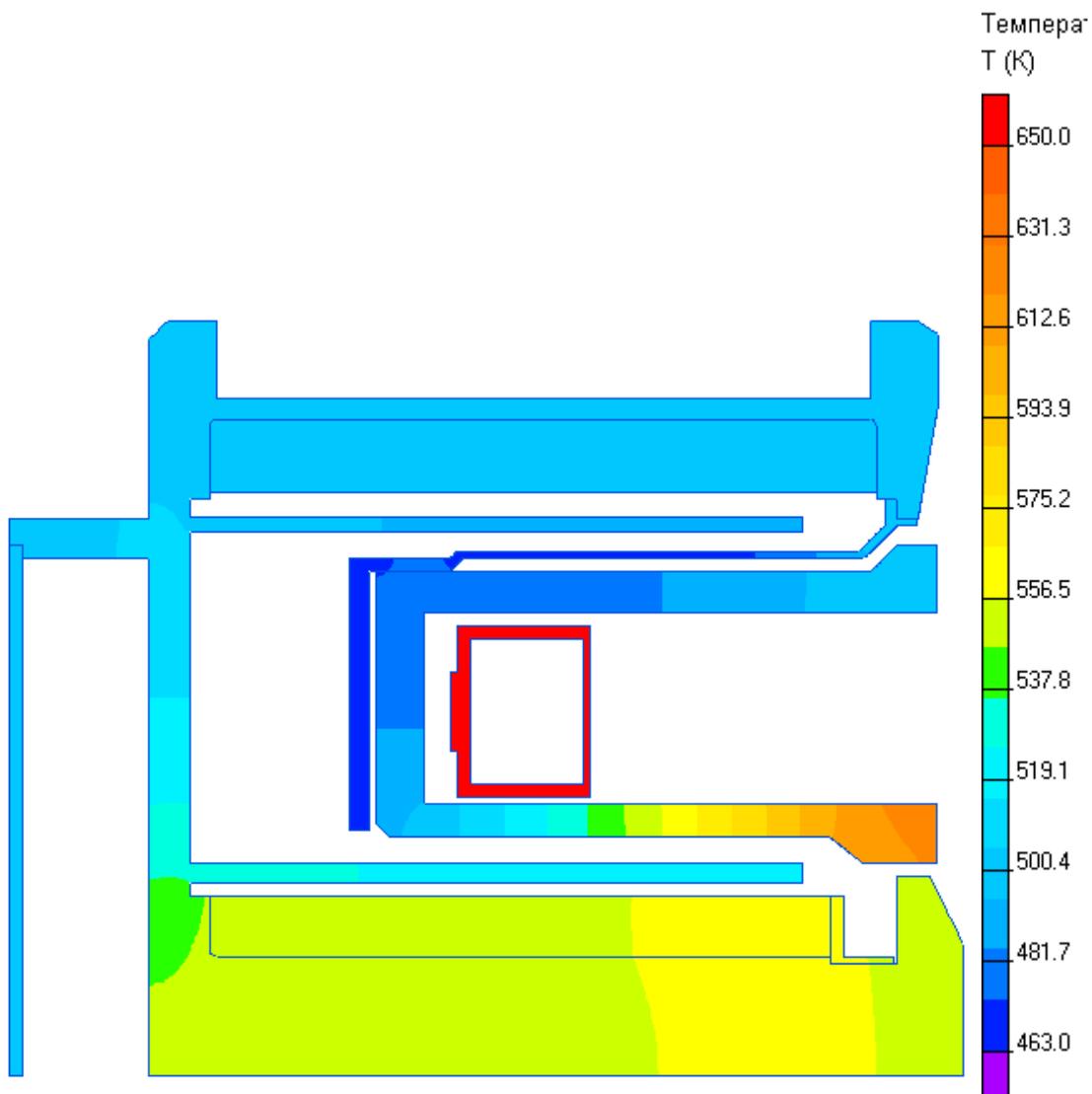


Рисунок 4.

С помощью калькулятора локальных значений определяются температуры в отдельно взятых критических точках (см.рис. 5)

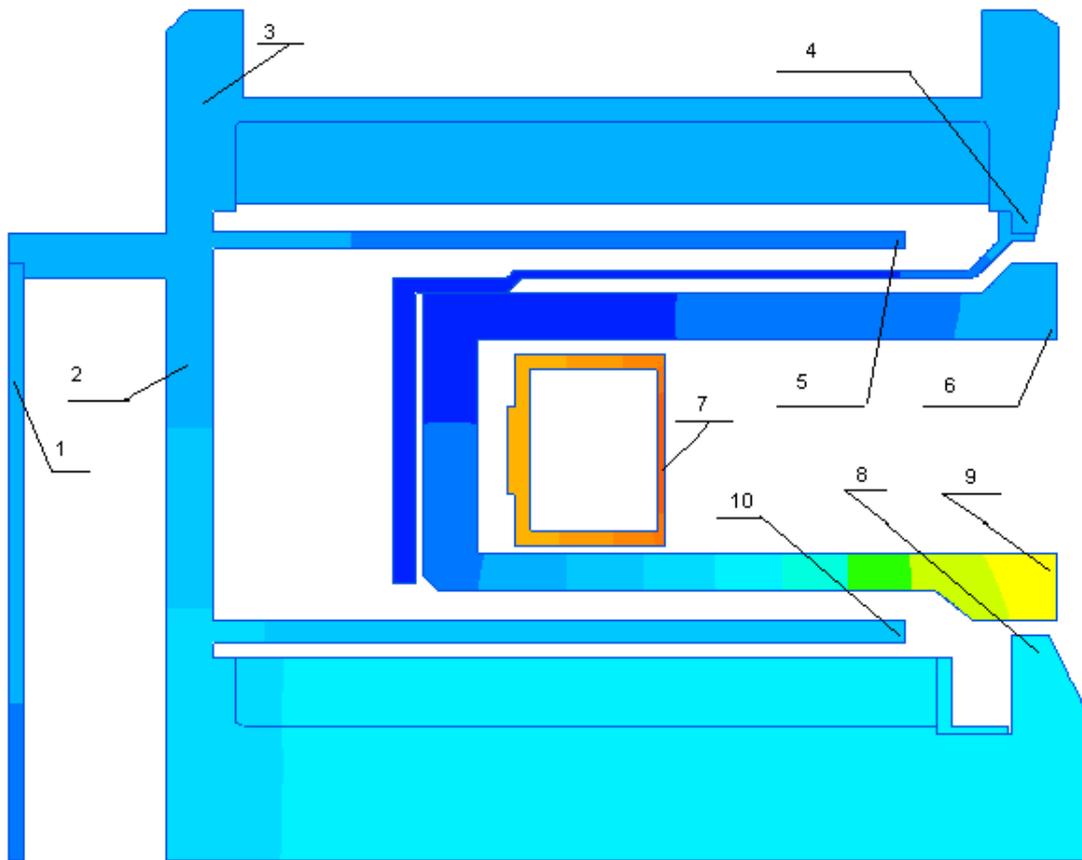


Рисунок 5.

Температуры:

1 -499.79K
 2 -510.45K
 3 -504.25K
 4 -503.19K
 5 -485.21K

6 -500.68K
 7 -768.59K
 8 -55.71K
 9 -622.81K
 10 -515.22K

4. Выводы

1. Программный пакет ELCUT позволяет при наличии экспериментальной информации строить картину теплового поля в электроракетном двигателе и определять ожидаемые значения температуры в контрольных точках.
2. Полученные значения температур имеют хорошую сходимость с экспериментальными значениями.

Литература

1. ELCUT®. Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Версия 5.4 руководство пользователя. - Санкт-Петербург: Производственный кооператив ТОР, 2007.
2. Таблицы физических величин Под редакцией И.К.Кикоина. - М.: Атомиздат, 1976, 1008с.
3. Экспериментальное распределение тепловых потоков в разрядной камере СПД М-70. - Рабочие материалы кафедры 208 МАИ.