

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**Московский государственный технический университет**

**им. Н. Э. Баумана**

**Национальный исследовательский университет**

**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

**Домашнее задание №2**

**По курсу: «Проектирование КА»**

**Вариант №9**

nvk24oleg@mail.ru

Выполнил: Серебрянников О.А.

Группа: РКТ2-71

Проверил: Коровин В.В.

# Условия

* Дальность км
* Масса полезного груза
* Топливо -
* Пустотный удельный импульс на первой ступени
* Пустотный удельный импульс на второй ступени в качестве приближения примем равным импульсу на первой ступени

Также примем:

* радиус Земли км
* ускорение свободного падения

Из домашнего задания №1 нам известны:

* Стартовая масса
* Весовые коэффициенты:
* Характеристическая скорость

***Решение***

# Определение стартовой массы и соотношения ступеней

Введём обозначения:

Стартовая масса первой ступени равна стартовой массе всей ракеты:

Отношение стартовых масс ступеней обозначим:

Масса полезного груза первой ступени равна стартовой массе второй ступени:

Для двухступенчатой ракеты известны относительные конечные массы ступеней:

Для двухступенчатой ракеты известно уравнение характеристической скорости:

В качестве 1-го приближения, пусть весовые коэффициенты I-ой ступени равны весовым коэффициентам II-ой ступени:

Теперь, задавшись стартовой массой ракеты и варьируя на отрезке [0.1; 0.6], при помощи уравнений (1), (2), (3) построим график зависимости (рис. 1) в 1-ом приближении.

Если максимум графика больше заданной характеристической скорости , то уменьшаем стартовую массу , если меньше, то, наоборот, увеличиваем. Данные действия продолжаем до тех пор, пока график не будет касаться прямой в точке максимума.

Автоматизировав данные действия по помощи Mathcad, получим следующий график:

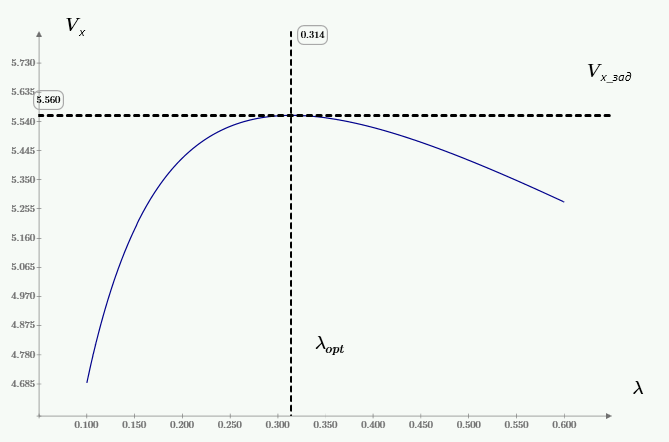


Рис 1.

В результате расчётов были получены следующие значения:

* Соотношение ступеней :
* Стартовая масса ракеты
* Стартовая масса II-ой ступени
* Относительная конечная масса I-ой ступени:
* Относительная конечная масса II-ой ступени:

Для полученных значений пересчитаем весовые коэффициенты для двух ступеней, причем

.

## Весовые коэффициенты для I-ой ступени

Стартовый вес:

Стартовая тяга:

Зададимся коэффициентом увеличения тяги на отрезке [1.1-1.15]:

Найдём пустотную тягу:

Найдём вес топлива:

Масса топлива:

Пересчитаем весовые коэффициенты для определённого топлива.

Наше топливо - , тогда:

На I-ой ступени нет приборного отсека, тогда:

## Весовые коэффициенты для II-ой ступени

Стартовый вес:

Стартовая тяга:

Зададимся коэффициентом увеличения тяги на отрезке [1.1-1.15]:

Найдём пустотную тягу:

Найдём вес топлива:

Масса топлива:

Пересчитаем весовые коэффициенты для определённого топлива.

Наше топливо - , тогда:

На II-ой ступени есть приборный отсек, тогда:

Зная новые значения весовых коэффициентов, во II-ом приближении при помощи уравнений (1), (2), (3) снова построим график (рис. 2)

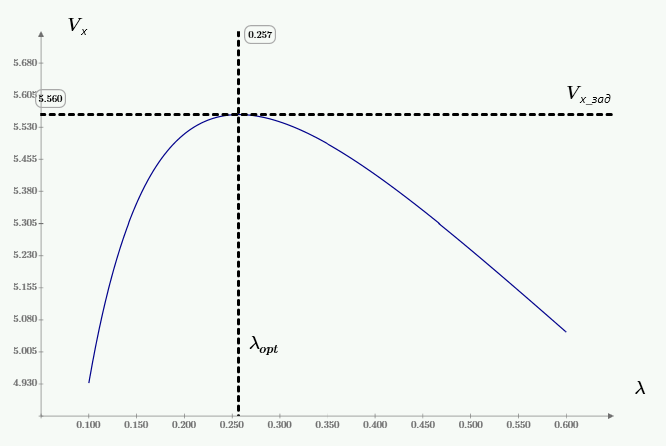


Рис 2.

В результате расчётов были получены следующие значения:

* Соотношение ступеней :
* Стартовая масса ракеты
* Стартовая масса II-ой ступени
* Относительная конечная масса I-ой ступени:
* Относительная конечная масса II-ой ступени:
* Весовые коэффициенты I-ой ступени:
* Весовые коэффициенты II-ой ступени:

Для полученных значений проведём массовой расчёт.

# Массовый расчёт

## II-ая ступень

Вес полезного груза на II-ой ступени:

Стартовый вес II-ой ступени:

Зададимся пустотной нагрузкой на тягу:

Стартовая тяга:

Зададимся коэффициентом увеличения тяги на отрезке [1.1-1.15]:

Найдём пустотную тягу:

Найдём вес топлива:

Масса топлива:

Для нашего топлива конечное соотношение компонентов .

Тогда вес горючего:

Вес окислителя:

Вес двигательной установки:

Вес топливного отсека:

Вес всех оставшихся частей ракеты:

Вес приборного отсека:

Вес хвостового отсека:

В результате:

## Проверка

Найдём весовое качество конструкции . Обычно и .

## I-ая ступень

Вес полезного груза I-ой ступени:

Стартовый вес ракеты:

Стартовая тяга:

Зададимся коэффициентом увеличения тяги на отрезке [1.1-1.15]:

Найдём пустотную тягу:

Найдём вес топлива:

Масса топлива:

Для нашего топлива конечное соотношение компонентов .

Тогда вес горючего:

Вес окислителя:

Вес двигательной установки:

Вес топливного отсека:

Вес всех оставшихся частей ракеты:

На первой ступени нет приборного отсека, тогда вес хвостового отсека:

В результате:

## Проверка

Найдём весовое качество конструкции . Обычно и .

# Сравнение двухступенчатой и одноступенчатой ракет

Для одноступенчатой ракеты в ДЗ №1 стартовая масса составляла , в то время как для двухступенчатой ракеты стартовая масса составляет . Двухступенчатая ракета легче одноступенчатой примерно на 14 тонн, следовательно, будет целесообразнее выбрать двухступенчатую ракету.