

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**Московский государственный технический университет**

**им. Н. Э. Баумана**

**Национальный исследовательский университет**

**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

Факультет СМ «Специальное машиностроение»

Кафедра СМ-1 «Космические аппараты и ракеты-носители»

Расчётно-пояснительная записка к курсовой работе по дисциплине «Двигательные установки космических аппаратов» на тему:

«Расчёт маршевого ЖРД открытой схемы с восстановительным ЖГГ на основных компонентах топлива»

**Вариант №10**

Выполнил: Серебрянников О.А.

Группа: РКТ2-71

Подпись:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Преподаватель: Медведев В. Е.

Подпись:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Оглавление

[1. Техническое задание 3](#_Toc58843135)

[Требуемые характеристики 3](#_Toc58843136)

[2. Термодинамический расчёт 3](#_Toc58843137)

# Техническое задание

Проектирование ЖРД открытой схемы с восстановительным ЖГГ.

## Требуемые характеристики

* Топливо:
* Тяга в пустоте:
* Давление в камере сгорания:
* Давление на срезе сопла:

# Термодинамический расчёт

Для осуществления термодинамического расчета был использован программный комплекс расчета TERRA.

Исходный состав: ( O2 [ -398 , 1.7 ] - 3.5504) +

( CH4 [ -5566 , 3.424 ] - 1.0000)

Состав, моль/кг: O 48.767 C 13.699 H 54.794

1-й параметр: p(кам) =7.25

2-й параметр: I(кам) = -1533.724

расширение: p(a), МПа =0.020

-------------------------------------------------------------------------------

Равновесные параметры при p(кам)=7.25 МПа, p=7.25 МПа (камера, СИ):

p=7.25 T=3572.22 v=0.185427 S=12.0183 I=-1533.72

U=-2765.88 M=45.2632 Cp=2.32025 k=1.1936 Cp'=7.25813

k'=1.17157 Ap=0.0004847 Bv=0.0004656 Gt=0.146427e-6 MMg=22.093

Rg=376.334 Cpg=2.32025 kg=1.1936 Cp'g=7.25813 k'g=1.17552

Mu=0.0000944 Lt=0.352816 Lt'=1.57482 Pr=0.62073 Pr'=0.435022

A=1229.91 z=0 n= - w=0 Mach=0

Frel= - F'= - Isp= - B= -

Равновесные концентрации (моль/кг):

O = 0.56975 O2 = 1.4975 H = 0.9804 H2 = 3.1952

OH = 3.2134 HO2 = 0.00806 H2O = 22.099 H2O2 = 0.00125

C = 0.2145e-7 CO = 7.5256 CO2 = 6.1717 C2O = 0.5301e-8

C3O2 = 0.5191e-11 CH = 0.9887e-8 CH2 = 0.1317e-7 CH3 = 0.2332e-7

CH4 = 0.5915e-8 C2H = 0.7175e-11 C2H2 = 0.4152e-10 CHO = 0.5487e-3

CHO2 = 0.6873e-3 CH2O = 0.1636e-4 CH2O2 = 0.9221e-4 CH3O = 0.6738e-9

O3 = 0.1291e-6 e- = 0.1177e-5 O+ = 0.4309e-11 O- = 0.1644e-6

O2+ = 0.3465e-8 O2- = 0.5129e-7 H+ = 0.8621e-11 H- = 0.2109e-7

H3+ = 0.1424e-9 OH+ = 0.5394e-9 OH- = 0.1104e-5 HO2- = 0.4941e-8

H2O+ = 0.2319e-7 H3O+ = 0.2434e-5 CO+ = 0.6649e-10 CO2+ = 0.5521e-9

CHO+ = 0.6086e-7

Равновесные параметры при p(кам)=7.25 МПа, p=4.2085 МПа (кр.сечение, СИ):

p=4.20846 T=3403.93 v=0.300422 S=12.0183 I=-2242.84

U=-3396.42 M=44.6731 Cp=2.30673 k=1.19192 Cp'=7.16872

k'=1.16337 Ap=0.0004976 Bv=0.0004798 Gt=0.251476e-6 MMg=22.3848

Rg=371.428 Cpg=2.30673 kg=1.19192 Cp'g=7.16872 k'g=1.16727

Mu=0.0000913 Lt=0.337721 Lt'=1.53187 Pr=0.623809 Pr'=0.4274

A=1190.9 z=0 n=1.12721 w=1190.9 Mach=1

Frel=1 F'=0.0002523 Isp=2252.55 B=1828.92

Равновесные концентрации (моль/кг):

O = 0.45511 O2 = 1.3226 H = 0.84133 H2 = 2.9839

OH = 2.7536 HO2 = 0.00522 H2O = 22.612 H2O2 = 0.7616e-3

C = 0.6924e-8 CO = 7.1079 CO2 = 6.5899 C2O = 0.1563e-8

C3O2 = 0.1344e-11 CH = 0.2901e-8 CH2 = 0.4118e-8 CH3 = 0.8061e-8

CH4 = 0.2109e-8 C2H = 0.1452e-11 C2H2 = 0.1038e-10 CHO = 0.2978e-3

CHO2 = 0.4044e-3 CH2O = 0.8412e-5 CH2O2 = 0.5195e-4 CH3O = 0.2078e-9

O3 = 0.4755e-7 e- = 0.6741e-6 O+ = 0.1019e-11 O- = 0.6316e-7

O2+ = 0.1165e-8 O2- = 0.1842e-7 H+ = 0.2192e-11 H- = 0.7762e-8

H3+ = 0.4200e-10 OH+ = 0.1526e-9 OH- = 0.4827e-6 HO2- = 0.1626e-8

H2O+ = 0.8202e-8 H3O+ = 0.1215e-5 CO+ = 0.1741e-10 CO2+ = 0.1678e-9

CHO+ = 0.2357e-7

Равновесные параметры при p(кам)=7.25 МПа, p=0.02 МПа (вых.сечение, СИ):

p=0.02 T=1977.2 v=33.806 S=12.0183 I=-7353.93

U=-7928.1 M=41.1286 Cp=2.10339 k=1.19414 Cp'=2.2766

k'=1.18188 Ap=0.0005125 Bv=0.0005123 Gt=0.0000501 MMg=24.314

Rg=341.958 Cpg=2.10339 kg=1.19414 Cp'g=2.2766 k'g=1.18229

Mu=0.0000624 Lt=0.205198 Lt'=0.207619 Pr=0.639872 Pr'=0.684486

A=893.734 z=0 n=1.13203 w=3411.8 Mach=3.81747

Frel=39.2783 F'=0.0099085 Isp=3609.98 B= -

Равновесные концентрации (моль/кг):

O = 0.3202e-3 O2 = 0.00159 H = 0.02945 H2 = 2.1791

OH = 0.03232 HO2 = 0.3319e-6 H2O = 25.187 H2O2 = 0.1218e-6

CO = 3.8534 CO2 = 9.8452 CH4 = 0.2247e-11 CHO = 0.2077e-6

CHO2 = 0.3945e-6 CH2O = 0.1703e-7 CH2O2 = 0.1806e-6 e- = 0.4138e-10

H3O+ = 0.4199e-10

# Построение газодинамического тракта

,