

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный авиационный технический университет»**

Кафедра _____ Информатики _____

100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90												
80												
70												
60												
50												
40												
30												
20												
10												
0												

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №12

«Расчет параметров и характеристик РДТТ»

по дисциплине **Основы конструкции объектов ОТС**

1306.5581208.000 ПЗ

(обозначение документа)

Группа	СТС-407	Фамилия И.О.	Подпись	Дата	Оценка
Студент		Гараев Д.Н.			
Консультант		Минасов Ш. М.			
Принял					

Уфа – 2021 г.

Содержание

ОТЧЕТ	7
Введение	3
Ход работы	4
Заключение.....	7
Список литературы.....	8

					1306.5581208.000 ПЗ		
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата			
Разраб		Гараев Д.Н.			Лабораторная работа №12 «Расчет параметров и характеристик РДТТ»		
Провер.		Минасов Ш. М.					
Н. контр							
Утв					УГАТУ, СТС-407		
					Лит	Лист	Листов
						2	8

Введение

Целью лабораторной работы является закрепление знаний и получение практических навыков расчета параметров и характеристик РДТТ.

В рамках данной лабораторной работы согласно варианту №8 необходимо решить следующую задачу.

РД работает в вакууме и имеет следующие параметры: $n_c = 50$, коэффициент адиабаты $k = 1,18$; $R_{гТг} = 2000000$ Дж/кг. Во сколько раз изменятся тяга двигателя, удельный импульс и скорость истечения из сопла, если увеличить геометрическую степень расширения сопла в 1,7 раза?

					1306.5581208.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		3

Ход работы

Дано:

вакуум;

$n_{c1} = 50$;

$k = 1,18$;

$RT_0 = 2000000$ Дж/кг;

$n_{c2} = 50 \cdot 1,7$.

Найти:

Во сколько раз изменится тяга двигателя?

Во сколько раз изменится удельный импульс?

Во сколько раз изменится скорость истечения из сопла?

Решение:

Тягу двигателя можно определить по формуле:

$$P = p_0 F_{кр} K_p$$

где p_0 – давление в камере сгорания, $F_{кр}$ – площадь критического сечения сопла, K_p – коэффициент тяги, который вычисляется по формуле:

$$K_p = a_k \sqrt{\frac{2k}{k-1} \left[1 - \left(\frac{1}{n_c} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} + n_c \left(\frac{1}{\varepsilon_c} - \frac{p_n}{p_0} \right).$$

В последнем выражении k – коэффициент адиабаты, ε_c – степень расширения сопла по давлению, n_c – геометрическая степень расширения сопла, p_n – давление окружающей среды, a_k – коэффициент, который вычисляется по формуле:

$$a_k = \sqrt{k} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}} = \sqrt{1,18} \left(\frac{2}{1,18+1} \right)^{\frac{1,18+1}{2(1,18-1)}} = 0,645;$$

Степень расширения сопла по давлению можно найти из выражения, при $n_c = 50$:

$$n_c = \frac{\sqrt{\frac{k-1}{k+1} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{1}{k-1}}}}{\sqrt{(1/\varepsilon_c)^{2/k} - (1/\varepsilon_c)^{(k+1)/k}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varepsilon_c = 1,00681,$$

Также при $n_c = 85$:

$$n_c = \frac{\sqrt{\frac{k-1}{k+1} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{1}{k-1}}}}{\sqrt{(1/\varepsilon_c)^{2/k} - (1/\varepsilon_c)^{(k+1)/k}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varepsilon_c = 1,00398,$$

Тогда:

$$P_1 / P_2 = K_{p1} / K_{p2} = \frac{a_k \sqrt{\frac{2k}{k-1} \left[1 - \left(\frac{1}{\varepsilon_{c1}} \right)^{k-1/k} \right]} + n_{c1} \left(\frac{1}{\varepsilon_{c1}} - \frac{p_H}{p_0} \right)}{a_k \sqrt{\frac{2k}{k-1} \left[1 - \left(\frac{1}{\varepsilon_{c2}} \right)^{k-1/k} \right]} + n_{c2} \left(\frac{1}{\varepsilon_{c2}} - \frac{p_H}{p_0} \right)} =$$

$$= \frac{0,645 \sqrt{\frac{2,36}{0,18} \left[1 - \left(\frac{1}{1,00681} \right)^{0,18/1,18} \right]} + 50 \left(\frac{1}{1,00681} - \frac{1}{1,00681} \right)}{0,645 \sqrt{\frac{2,36}{0,18} \left[1 - \left(\frac{1}{1,00398} \right)^{0,18/1,18} \right]} + 85 \left(\frac{1}{1,00398} - \frac{1}{1,00398} \right)} =$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{2,36}{0,18} \left[1 - \left(\frac{1}{1,00681} \right)^{0,18/1,18} \right]}}{0,645 \sqrt{\frac{2,36}{0,18} \left[1 - \left(\frac{1}{1,00398} \right)^{0,18/1,18} \right]}} = \frac{0,075}{0,057} = 1,316.$$

Тяга двигателя уменьшилась в 0,7599 раз.

Далее рассчитаем, во сколько раз изменилась скорость истечения газов из сопла по формуле ниже:

$$u_a = \sqrt{\frac{2k}{k-1} RT_0 \left[1 - \left(\frac{1}{\varepsilon_c} \right)^{k-1/k} \right]}$$

При $n_c = 50$:

$$u_a = \sqrt{\frac{2k}{k-1} RT_0 \left[1 - \left(\frac{1}{\varepsilon_c} \right)^{k-1/k} \right]} \Rightarrow$$

$$u_a = \sqrt{\frac{2,36}{0,18} 2000000 \left[1 - \left(\frac{1}{1,00681} \right)^{0,18/1,18} \right]} \Rightarrow$$

$$u_a = 164,7.$$

При $n_c = 85$:

$$u_a = \sqrt{\frac{2k}{k-1} RT_0 \left[1 - \left(\frac{1}{\varepsilon_c} \right)^{k-1/k} \right]} \Rightarrow$$

$$u_a = \sqrt{\frac{2,36}{0,18} 2000000 \left[1 - \left(\frac{1}{1,00398} \right)^{0,18/1,18} \right]} \Rightarrow$$

$$u_a = 126,0126.$$

Тогда скорость изменится согласно расчету:

$$u_{a2} / u_{a1} = 126,0126 / 164,7 = 0,765.$$

Скорость уменьшилась в 0,765 раз.

Далее рассчитаем изменение импульса. Импульс считается по формуле:

$$I_{y\partial} = u_a + \frac{\sqrt{RT_0}}{a_k} n_c \left(\frac{1}{\varepsilon_c} - \frac{p_n}{p_0} \right);$$

Исходя из предыдущих вычислений: $\left(\frac{1}{\varepsilon_c} - \frac{p_n}{p_0} \right) = 0$, следовательно:

$$I_{y\partial 2} / I_{y\partial 1} = u_{a2} / u_{a1} \Rightarrow$$

$$I_{y\partial 2} / I_{y\partial 1} = 0,765.$$

Импульс уменьшился в 0,765 раз.

Заключение

В рамках данной лабораторной работы выполнено задание согласно варианту №8.

Тяга двигателя уменьшилась в 0,7599 раз.

Импульс уменьшился в 0,765 раз.

Скорость уменьшилась в 0,765 раз.

					1306.5581208.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		7

Список литературы

1. Расчет параметров и характеристик ракетных двигателей/ В.П. Белов;
Балт. гос. техн. ун-т. – Спб., 2013 – 47 с.

					1306.5581208.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		8