Федеральное агентство по образованию

Архангельский государственный технический университет

Кафедра теплотехники

Специальность ОСП-ЭП Курс 1 Группа

Антошкин Евгений Валерьевич

# КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине: Теоретические основы теплотехники

(шифр – «наименование»)

на тему: Термодинамический анализ цикла газовой машины

Руководитель работы профессор С.В.Карпов

Оценка проекта (работы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

### Архангельск

### 2007

Федеральное агентство по образованию

Архангельский государственный технический университет

Кафедра теплотехники

# ЗАДАНИЕ

КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

по дисциплине: Теоретические основы теплотехники

студенту ОСП-ЭП курса 1 группы Антошкину Евгению Валерьевичу

Тема: Термодинамический анализ цикла газовой машины

Исходные данные: Рабочее тело обладает свойствами воздуха, масса равна 1 кг

Газовый цикл состоит из четырех процессов, определяемые по показателю политропы. Известны начальные параметры в точке 1 (давление и температура), а также безразмерные отношение параметров в некоторых процессах

Дано:

n1-2 =1,35; n2-3 = ∞; n3-4 = К; n4-1 = ∞; p1 = 1∙105 Па; t1 = 90 ºC;

v1/v2 = 10; р3/р2 = 1,5.

Найти: параметры для основных точек цикла:pi, vi, ti, ui, ii, si,

Определить для каждого процесса: ∆u, ∆i, ∆s, q, l, l\*; φ = ∆u/q; ψ = l/q.

Определить работу газа за цикл lц, термическое к.п.д. и среднецикловое давление Pi.

Построить в масштабе цикл в координатах P,v; T,S.

Расчет производится при постоянной теплоемкости.

Срок выполнения работы с\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2007г. по \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2007г.

Руководитель проекта Карпов С.В.«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2007г.

**Исходные данные:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар-та | Показатель политропы | | | | PI, 10-5 Па | t1 0C |  |  | Расчетный цикл |
| 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-1 |
| 28 | 1,35 | ∞ | К | ∞ | 1,00 | 90 | 10 | 1,5 |  |

Определим характеристики:

1-2 – политропный процесс,

2-3 – изохорный процесс,

3-4 – адиабатный процесс,

4-1 – изохорный процесс.

Дополнительные данные:

R=ήв=287Дж/кгК – газовая постоянная воздуха,

μ=29кг/кмоль – молярная масса газа,

Ср=Ср· μ/ μ=7·4,187/29=1,01- теплоемкость газа,

Cv=Cv·µ/µ=5·4,187/29=0,722- теплоемкость газа,

k=Cp/Cv=7/5=1,4 - показатель Пуассона или показатель адиабаты.

Решение.

**1 Определение параметров для основных точек цикла**

**Точка 1.**

p1 v1=R T1,

T1=273+90=363 К.

v1=R T1/р1=287∙363/1∙105=1,042 м3/кг.

u1=cv T1=0,722∙363=262,09 кДж/кг

i1=cp T1=1,01∙363=366,63 кДж/кг

s1=cp ln(T1/273) R ln (p1/1,013)=1,01∙ln(363/273)–0,287∙ln (1/1,013)=0,291 кДж/(кг∙К)

**Точка 2.**

v2=v1/10= 0,104 м3/кг.

p2 = p1(v1/v2)n = 1∙105∙(10)1,35 = 22,387∙105 Па

Т2=р2v2/R = 22,387∙105∙0,104/287=811 K

t2 = 811 – 273 = 538ºC

u2= cv T2 = 0,722∙811= 585,54 кДж/кг

i2= cp T2 = 1,01∙ 811= 819,11 кДж/кг

s2 = cp∙ln(T2/273) – R∙ln (p2/1,013) = 1,01 ∙ ln(811/273) – 0,287∙ln (22,387/1,013) = 0,211 кДж/(кг∙К)

**Точка 3.**

р3=1,5∙р2=50,37∙105 Па

v2= v3=0,104 м3/кг

Т3=р3∙v3/R = 50,37∙105∙0,104/287=1825 K

t3 = 1825 – 273 = 1552ºC

u3= cv T3 = 0,722∙1825= 1317,65 кДж/кг

i3= cp T3 = 1,01∙ 1825= 1843,25 кДж/кг

s3=cp∙ln(T3/273)–R∙ln(p3/1,013)=1,01∙ln(1825/273)–0,287∙ ln (50,37/1,013) = 0,798 кДж/(кг∙К)

**Точка 4.**

v4=v1=1,042 м3/кг

p4 = p3(v3/v4)k = 50,37∙105∙(0,104/1,042)1,4 = 2,00∙105 Па

Т4= р4v4/R = 2,00∙105∙1,042/287 = 726 К.

t4 =726 – 273 = 453ºC

u4= cv T4 = 0,722∙726= 524,17 кДж/кг

i4= cp T4 = 1,01∙726 = 733,26 кДж/кг

s4=cp∙ln(T4/273)–R∙ln(p4/1,013)=1,01∙ln(726/273,15)– 0,287∙ln (2,00/1,013) = 0,793 кДж/(кг∙К)

Таблица №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № точки | р, Па | v, м3/кг | t, ºС | T, К | u, кДж/кг | i, кДж/кг | s,  кДж/(кг∙К) |
| 1 | 1,00∙105 | 1,042 | 90 | 363 | 262,09 | 366,63 | 0,291 |
| 2 | 22,387∙105 | 0,104 | 538 | 811 | 585,54 | 819,11 | 0,211 |
| 3 | 50,37∙105 | 0,104 | 1552 | 1825 | 1317,65 | 1843,25 | 0,798 |
| 4 | 2,00∙105 | 1,042 | 453 | 726 | 524,17 | 733,26 | 0,793 |

**2 Определение ∆u, ∆i, ∆s**

1. Процесс 1 – 2.

∆u = u2 – u1 = 585,54 – 262,09 = 323,45 кДж/кг

∆i = i2 – i1 = 819,11 – 366,63 = 452,48 кДж/кг

∆s =s2 – s1 = 0,211 – 0,291 = -0,080 кДж/кг

2. Процесс 2 – 3.

∆u = u3 – u2 = 1317,65 – 585,54 = 732,11 кДж/кг

∆i = i3 – i2 = 1843,25 – 819,11 = 1024,14 кДж/кг

∆s =s3 – s2 = 0,798 –0,211 = 0,587 кДж/кг

3. Процесс 3 – 4.

∆u = u4 – u3 = 524,17 – 1317,65 = - 793,48 кДж/кг

∆i = i4 – i3 = 733,26 – 1843,25 = - 1109,99 кДж/кг

∆s =s4 – s3 = 0,793 – 0,798 = - 0,005 кДж/кг

4. Процесс 4 – 1.

∆u = u1 – u4 = 262,09 – 524,17 = - 262,08 кДж/кг

∆i = i1 – i4 = 366,63 – 733,26 = -366,63 кДж/кг

∆s = s1 – s4 = 0,291 – 0,793 = -0,502 кДж/кг

Таблица №2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № процессов | ∆u, кДж/кг | ∆i, кДж/кг | ∆s, кДж/(кг∙ºС) |
| 1-2 | 323,45 | 452,48 | -0,080 |
| 2-3 | 732,11 | 1024,14 | 0,587 |
| 3-4 | - 793,48 | - 1109,99 | -0,005 |
| 4-1 | - 262,08 | -366,63 | -0,502 |
| Всего | 0 | 0 | 0 |

**3 Определение q, l, l\*,φ, ψ**

1)Процесс 1 – 2 (политропный).

q = 0,722∙(1,35-1,4)/(1,35-1)∙(811-363)=-47,21 кДж/кг.

l = 0,287/(1,35 – 1) ∙ (363 –811) = -366,26 кДж/кг.

l\* = 1,35 ∙ 0,287/(1,35 – 1)∙(363 – 811) = -495,94 кДж/кг.

φ = - 7

ψ = 8

2)Процесс 2 – 3 (изохорный).

q = ∆u =732,11 кДж/кг

l = 0

l\*= - 0,104∙(50,37- 22,387)∙ 102= - 291,02 кДж/кг

φ = 1

ψ = 0

3) Процесс 3 – 4 (адиабатный).

q = 0

l = 0,287/(1,4-1)∙(1825-726) = 788,53 кДж/кг.

l\* = - ∆i = 1109,99 кДж/кг.

φ = ∞

ψ = ∞

4)Процесс 4 – 1 (изохорный).

q = ∆u = -262,08 кДж/кг

l = 0

l\*= - 1,042∙(1- 2)∙ 102= 104,2 кДж/кг

φ = 1

ψ = 0

Таблица №3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № процессов | q, кДж/кг | l, кДж/кг | l\*, кДж/кг | φ, | ψ, |
| 1 – 2 | -47,21 | -366,26 | -495,94 | -7 | 8 |
| 2 – 3 | 732,11 | 0 | -291,02 | 1 | 0 |
| 3 – 4 | 0 | 788,53 | 1109,99 | ∞ | ∞ |
| 4 - 1 | -262,08 | 0 | 104,2 | 1 | 0 |
| Всего | 422,82 | 422,27 | 427,23 | - | - |

**4 Определение lц, η, P**

lц = 422,8 кДж/кг

qподв =732,11 кДж/кг

η =lц / qподв= 422,8/732,11 = 0,578 = 57,8 %

Pi=lц / Vmax - Vmin= 422,8∙103/(1,042- 0,104) = 0,451 МПа

**5 Расчет промежуточных точек**

1.Для графика в P-V координатах:

а) по оси V

1.Vχ1=(V1 + V2)/2=(1,042+0,104)/2=0,572

2.Vχ2=(V3 + V4)/2=(1,042+0,104)/2=0,572

б) по оси Р

1.Рχ1=Р1\*(V1/Vχ1)n=1\*105\*(1,042/0,572)1,35=2,247\*105

2.Рχ2=Р3\*(V3/Vχ2)к=50,37\*105\*(0,104/0,572)1,4=4,63\*105

2.Для графика в T-S координатах:

а) по оси Т

1.Тχ1=(Т2+Т3)/2=(811+1825)/2=1318

2.Тχ2=(Т3+Т4)/2=(1825+726)/2=1275,5

3.Тχ3=(Т4+Т1)/2=(726+363)/2=544,5

б) по оси S:

а)2-3Pχ1=P2\*(Tχ1/T2)=22,387\*105\*(1318/811)=36,38\*105

б)3-4Pχ2=P3\*(Tχ2/T3)= 50,37\*105\*(1275,5/1825)=35,20\*105

в)4-1Pχ3=P1\*(Tχ3/T1)= 1\*105\*(544,5/363)=1,5\*105

1.Sχ1=Cp\*ln(Tχ1/273)-R(Pχ1/1,013)=1,01\*ln(1318/273)-0,287\* \*ln(36,38/1,013)= 0,562

2.Sχ2=Cp\*ln(Tχ2/273)-R(Pχ2/1,013)=1,01\*ln(1275,5/273)-0,287\* \*ln(35,20/1,013)= 0,659

3.Sχ3=Cp\*ln(Tχ3/273)-R(Pχ3/1,013)=1,01\*ln(544,5/273)-0,287\* \*ln(1,5/1,013)= 0,585



**Литература**

1. Сборник задач по технической термодинамике /Т. И. Андрианова, Б. В. Дзампов, В. Н. Зубарев, С. А. Ремизов – М.: Энергия, 1971.

2. Ривкин С. Л. Термодинамические свойства газов. – М.: Энергия, 1973.

3. Кириллин В. А., Сычев В. В., Шейндлин А. Е. Техническая термодинамика. – М.: Энергия, 1976.

4. Ривкин С. Л., Александров А. А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. – М.: Энергия, 1975.