**Задача №6**

Определить параметры Р (давление, Бар), V (объём, м3/кг), Т (температура, К), t (температура, оС) во всех характерных точках заданного цикла, во всех процессах цикла определить приведенные к 1кг параметры q, (теплоту кДЖ/кг); ΔU, (изменение внутренней энергии кДЖ/кг); Δi, кДЖ/кг; l,(работу кДЖ/кг); ΔS(изменение энтропии), кДЖ/кг·гр. Построить графики цикла в P-V координатах и в Т-S координатах. Определить параметры цикла термич. КПД (ŋt), работу lц (кДж/кг), среднее давление Pt.

**Примечание:** а) в качестве рабочего тела принять воздух, массой 1 кг ;

б) считать теплоёмкость воздуха постоянной

Ср=1,005 кДЖ/кг·град

СV=0,718 кДЖ/кг·град

Пример выполнения задачи №6

Рисунок1

**Дано:** V1=1,1 м3/кг ; t1=80 оС ; E=V1/V2=14 ; q2-3=840 кДЖ/кг.

**Часть 1.**

Процесс 1-2: адиабатный P1V1k=P2V2k

Процесс 2-3: изобарный V2/V3=T2/T3

Процесс 3-4: изотермический V3/V4=P4/P3

Процесс 4-1: изохорный P4/P1=T4/T1

К=Cp/CV=1,4 V1=V4; P2=P3; T3=T4.

R=287, 2

Уравнение Менделеева-Клапейрона:

P1V1=RT1 → P1=RT1/V1=287,2·353/1,1·105=0,92 бар;

V1/V2=14 → V2=V1/14=1,1/14=0,0785 м3/кг;

P1V1k=P2V2k → P2=P1V1k/V2k=P1(V1/V2)k=0,92(1,1/0,0785)1,4=37,061 бар

P2V2=RT2 → T2=P2V2/R= 37,061·0,0785·105/287,2=1012,98 К

q2-3=Cp(T3-T2) → q2-3= CpT3-CpT2 → CpT3=q2-3+CpT2 → T3=(q2-3+CpT2)/Cp=

= (840+1,005·1012,98)/1,005=1848,8 К

P3V3=RT3 → V3=RT3/P3=287,2·1848,8/37,061·105=0,14 м3/кг

P4V4=RT4 → P4=RT4/V4=287,2·1848,8/1,1·105=4,83 бар

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № точки | Р, бар | V, м3/кг | Т, К | t, оС |
| 1 | 0,92 | 1,1 | 353 | 80 |
| 2 | 37,061 | 0,0785 | 1012,98 | 739,98 |
| 3 | 37,061 | 0,14 | 1848,8 | 1575,8 |
| 4 | 4,83 | 1,1 | 1848,8 | 1575,8 |

**Часть 2**

Процесс 1-2:

ΔU=Cv·(T2-T1)=0,718 (1012,98 – 353)=473,86

Δi = Cp·(T2-T1)=1,005·(1012,98-353)=663,28

l = (R·T1/к-1)·(1-T2/T1)=(287,2·353/1,4-1)·(1-1012,98/353)=-473,86

процесс 2-3:

q= Cp·(T3-T2)=1,005·(1848,8-1012,98)=840

ΔU=Cv·(T3-T2)=0,718·(1848,8-1012,98)=600,12

Δi=840

l= p·(V3-V2)=37,061·105·(0,14-0,0785)=228,06

ΔS=Cp·lnT3/T2=1,005·ln1848,8/1012,98=0,61

Процесс 3-4:

q=p3·V3·lnV4/V3=1069,62

l=q

ΔS=q/T=1069,62/1848,8=0,58

Процесс 4-1:

q= Cv·(T1-T4)=-1073,98

ΔU=q

Δi = Cp·(T1-T4)=-1503,31

ΔS=CV·lnT1/T4=-1,19

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| процесс | q, кДЖ/кг | ΔU, кДЖ/кг | Δi, кДЖ/кг | l, кДЖ/кг | ΔS, кДЖ/кг·гр |
| 1-2 | 0 | 473,86 | 663,28 | -473,8 | 0 |
| 2-3 | 840 | 600,12 | 840 | 228,06 | 0,61 |
| 3-4 | 1069,62 | 0 | 0 | 1069,62 | 0,58 |
| 4-1 | -1073,98 | -1073,98 | -1503,31 | 0 | -1,19 |

**ЧАСТЬ 3**

Построение графика цикла в P-V координатах.

Процесс 1-2: P1V1k=P2V2k

P1V1k=PxVxk

Px=P1·V1k/Vxk

Px=1,051/Vxk

при Vx=0,5 Px=2,77

при Vx=0,1 Px=26,41

при Vx=0,2 Px=10

процесс 3-4: P3V3k=P4V4k

P3V3k=PxVxk

Px=P3·V3k/Vxk

Px=2,36/Vxk

при Vx=0,5 Px=6,22

при Vx=1,1 Px=2,06

при Vx=0,2 Px=22,52

**ЧАСТЬ 4**

Построение графика цикла в Т-S координатах.

Процесс 2-3: ΔSx=Cp·lnTx/T3

при Тх=1200 ΔSx=0,17

при Тх=1400 ΔSx=0,32

при Тх=1600 ΔSx=0,45

Процесс 4-1: ΔSx=CV·lnTх/T4

при Тх=1800 ΔSx=1,17

при Тх=400 ΔSx=0,51

**ЧАСТЬ 5**

Определить параметры цикла:

1. термич. КПД (ŋt)

ŋt=l/q1=1-q2/q1+q3=1-Cp(T4-T1)/ Cp(T3-T2)+ p3·V3·lnV4/V3=0,608=60,8%

2. работу lц (кДж/кг)

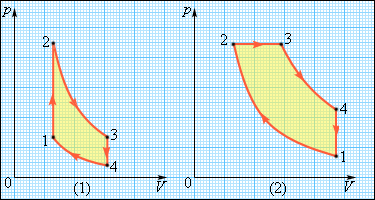
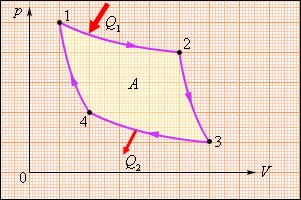
lц=q1+q3-q2= Cp(T3 –T2)+ p3·V3·lnV4/V3-Cp(T4-T1)= Cp(T3-T2-T4+T1)=835,64

3. Среднее давление Pt

Pt= lц/Vmax-Vmin=663,28/1,1-0,0785=649,32 кДж·кг/кг·м3=649,32 кДж/м3=

0,64932 Дж/м3= 0,64932 кг·м2/с2·м3= 0,64932 кг/с2·м= 0,64932 Па=6,5Бар

**Виды циклов работы двигателей**

Циклы работы тепловых машин: Цикл Карно для идеальной тепловой машины

1-при изохорном подводе теплоты;

2-при изобарном подводе теплоты.

Термодинамический цикл ДВС с подводом теплоты
                  при постоянном объёме Обобщённые термодинамические
                  циклы тепловых машин

Термодинамический цикл ДВС с подводом теплоты
                  при постоянном давлении

