**Тепловые двигатели (задачи)**

Уравнения состояния газа

Идеальный газ

p измеряется [Н/м2]=[Па] ; [кг/см2] ; [мм рт. ст.] ; [мм в. ст.] ; [атм.]

p= ρgh

1атм=760 мм рт. ст. = 13600х9,8х 0,760=101292,8≈105(Па)

1тех. атм.=1 кг/см2= mg/S=1х9,8/10-4=98000≈105(Па)

1атм=10 м в. ст. = 1000х9,8х 10=98000≈105(Па)

)

1мольO2≈ 32г; 1мольN2≈ 28г; 1мольС= 12г; 1мольС O2≈ 44г

µ -молярная масса;

 ;

T(K) ≈ 273+toC 300К = 27oC

1. **Объем 1 моль при 300К и 1 атм**
2. **Для измерения объема сыпучего материала его поместили в цилиндр с подвижным поршнем. Когда объем под поршнем воздуха вместе с материалом равен V1, давление установилось p1. При объеме V2, давление равно p2 при той же температуре. Найти объем материала V.**

**Задание Записать расчетную формулу.**

1. **Подводная лодка заполнена балластной водой и находится в равновесии на глубине 40м. Какую подъемную силу получит лодка, если часть балластной воды будет вытеснена воздухом, выходящим из 100л баллона, где он находился под давлением 100 атмосфер и температурой 270С, если температура забортной воды 70С?**

**Задание Получить расчетную формулу и записать числовые значания, которые в нее следует подставить.** Ответ: 18293(Н)

1. **а) За сколько ходов поршневого насоса с рабочим объемом V можно повысить давление с атмосферного p0 до p в баллоне объемом V0 ?**

**Нагревом пренебречь.**

**б) За сколько ходов поршневого насоса с рабочим объемом V можно понизить давление с атмосферного p0 до p в баллоне объемом V0 ?**

a)

б)

**Задание За какое время поршневой насос с рабочим объемом 100 см3 и скоростью откачки 300 циклов/мин понизит давление в баллоне объемом 100 л с 1 атм. до:**

**а) 0,1 атм.**

**б) 0,01 атм.**

1. **Дан цикл в координатах p(V). Построить этот цикл в координатах p(T) и V(T), если T2 < T4**

1

P2

**V**

2

331

4

1

P2

**Т**

V1,2+

331

4

V3,4+

231

P2,3+

P1,4+

 T2 < T4

1

V2

**T**

4

331

2

 T2 < T4

**Задание Построить цикл самостоятельно в координатах p(T) и V(T), если T2 > T4**

Найти КПД этого цикла, если известны ,, p1, V1, Δp, ΔV и ν=1 моль.

QН передается рабочему телу на участках 1-2 и 2-3, а QХ отбирается на 3-4 и 4-1.

;

1. **Работа в изотермическом процессе**

1

V2

**T**

2

331

4

V2

V1

T1

T2

нагреватель

холодильник

 КПД холодильника

1. **Чтобы изотермически уменьшить объем воздуха в цилиндре в n раз на поршень поместили груз массой m. Груз какой массы M надо поместить на поршень, чтобы объем адиабатно уменьшился в k раз?**

 **-** изотермический

 - адиабатный

для двухатомного газа γ=7/5=1,4

 – изотермический

 – адиабатный

1. **Найти степень сжатия ε бензинового двигателя по циклу Отто, если топливная смесь при сжатии увеличивает температуру с t1=50оС до t2=500оС. Найти КПД этого двигателя.**

 уравнение Пуассона

 γ=1,4 – для двухатомного газа;

;

**Задание Найти степень сжатия и КПД дизельного двигателя, если температура при сжатии увеличивается с t1=50оС до t2=700оС, а степень предварительного расширения ρ=2. Сравнить с графиком, приведенным в лекции.**



1. **Построить цикл Отто в координатах p(T) и V(T)**

t1≈50оС; t2≈500оС; t3≈1000оС; t4≈100оС

T2 > T4

 положительная (график функции вогнутый вниз)

1

P3

**T**

3

2

4

ΔQ = 0

ΔQ = 0

1

P3

**V**

3

2

4

V1,4+

V2,3+

 отрицательная (график функции убывающий)

 положительная (график функции вогнутый вниз)

1

V3

**T**

3

2

4

**Задание Построить самостоятельно в координатах p(T) и V(T) циклы Дизеля и Брайтона (для газотурбинного двигателя). В газотурбинном двигателе температура на выходе компрессора T2 > температуры выхлопа T4.**

1. **Цикл Тринклера**

ΔQ = 0

ΔQ = 0

1

P

**V**

4

2

5

3

3

1

P

**T**

4

2

5

V2,3+

V1,5+

1

V3

**T**

3

2

5

4

1. **В бензиновом двигателе, работающем по циклу Отто, температура подаваемой в цилиндр топливной смеси T1=300К, температура при максимальном сжатии – T2=700К, максимальная температура сгорания T3=1200К, а температура выхлопных газов T4=400К. Определить:**

**а) КПД этого двигателя.**

**б) КПД дизельного двигателя с такой же температурой топливной смеси, максимальной температурой сгорания и температурой выхлопных газов.**

**Считать рабочее тело двухатомным идеальным газом .**

ΔQ = 0

ΔQ = 0

1

P3

**V**

3

2

4

**а)**

**б)**

***Компрессор с адиабатным сжатием***

1. **Найти КПД газотурбинного двигателя с адиабатным сжатием.**

Газовый поток на турбину

2

3

P2,3

Прохождение через лопатки турбины

ΔQ = 0

Работа компрессора

ΔQ = 0

4

Выхлоп газа

1

P1,4

**V**

V2

V3

V1

V4



 – степень повышения давления

***Компрессор с изотермическим сжатием***

1. , где - степень предварительного расширения, а – степень повышения давления.



КПД

 оптимальное (с точки зрения КПД) соотношение при данном ρ.

**14. Задание В газотурбинном двигателе атмосферный воздух с температурой T1=300К, поступающий со скоростью 10 л/с, компрессор адиабатно сжимает до давления 10 атм. Скорость газового потока из сопла турбины диаметром 5 см составляет 10 м/с. Найти: 1) КПД двигателя, 2) Температуру газового потока из сопла двигателя, 3) Температуру газа, поступающего на лопасти турбины.**

ΔQ = 0

ΔQ = 0

1

P

**V**

3

4

2