(Мордовский госуниверситет)

открытая олимпиада по физике -2012 г.

№ 3

Тепловая машина с рабочим телом, которого является идеальный одноатомный газ, совершает работу в цикле 1-2-3-4-1, состоящий из двух изобар, изохоры и адиабаты (см. рисунок). Найдите КПД тепловой машины, работающей по такому циклу, если *V*1=5л, *V*2=10л, *V*4=15л, *p*1=3,17 105 Па, *p*3=0,51 105 Па

**Решение:**

Дано: *V*1= 5л = 0,005м3

 *V*2= 10л = 0,01м3

 *V*4= 15л = 0,015м3

 *p*1=3,17 105 Па

 *p*3=0,51 105 Па

Найти: η

КПД цикла равно: $η=\frac{Q\_{1}-Q\_{2}}{Q\_{1}}$ , где *Q*1= *Q*12+ *Q*34 – теплота, полученная от нагревателя; *Q*2= |*Q*23| – теплота, отданная холодильнику.

Процесс 1-2 – это изобарный нагрев, теплота, полученная в этом процессе равна: *Q*12= (5/2)ν*R*(*T*2 – *T*1).

Процесс 3-4 – также изобарный нагрев, теплота, полученная в этом процессе равна: *Q*34= (5/2)ν*R*(*T*4 – *T*3).

Процесс 2-3 – это изохорное охлаждение, отданная теплота равна по модулю: |*Q*23|= (3/2)ν*R*(*T*2 – *T*3).

Процесс 4-1 – адиабатный, идет без теплообмена: *Q*41= 0.

Из уравнения Менделеева-Клайперона для идеального газа:

*p*1 *V*1= ν*RT*1 ;

*p*2 *V*2= ν*RT*2 или *p*1 *V*2= ν*RT*2;

*p*3 *V*3= ν*RT*3 или *p*3 *V*2= ν*RT*3;

*p*4 *V*4= ν*RT*4 или *p*3 *V*4= ν*RT*4;

*T*1, *T*2, *T*3, *T*4, – абсолютные температуры в состояниях 1,2,3,4 соответственно.

Подставив эти выражения в формулы для каждой теплоты, получим:

*Q*1= (5/2) *p*1(*V* 2 – *V* 1) + (5/2) *p*3(*V* 4 – *V* 2)

*Q*2= (3/2) *V* 2 (*p*1 – *p*3)

Подставляя, полученные формулы, в выражение для КПД:

$η=1-\frac{Q\_{2}}{Q\_{1}}=1-\frac{3V\_{2}(p\_{1}-p\_{3})}{5p\_{1}\left(V\_{2}-V\_{1}\right)+5p\_{3}\left(V\_{4}-V\_{2}\right)}$ .

Подставив численные значения величин, получим:

η = 0,133 = 13,3%

 *p*

*V*

1

2

3

4

 *p*1

 *p*3

*V*1

*V*22

*V*4