

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЕ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

Факультет “Строительный”

Кафедра “Строительство инженерных коммуникаций”

# **РЕФЕРАТ**

По предмету ”Термодинамические основы  
технологических машин”

На тему: Второй закон термодинамики

Подготовил:

ст.гр,23-11 А.А.Рахимов

Принял:

доц. Ё.С.Аббосов

## **Второй закон термодинамики**

- 1. Два положения 2-го закона термодинамики. Круговые процессы тепловых машин.**
- 2. Термический КПД цикла. Холодильный коэффициент.**
- 3. Прямой цикл Карно.**
- 4. Обратный цикл Карно.**

## 1. Два положения второго закона термодинамики

Различные формы передачи энергии неравноценны. Энергия теплового движения стремится в большей степени, чем другие виды энергии, сохраниться за счет какой-либо другой энергии. Так, естественные процессы имеют определённую направленность, а именно они протекают в сторону достижения системой равновесного состояния. На практике не обнаружено случаев самопроизвольного перехода теплоты от тела с более низкой температурой к телу с более высокой температурой.

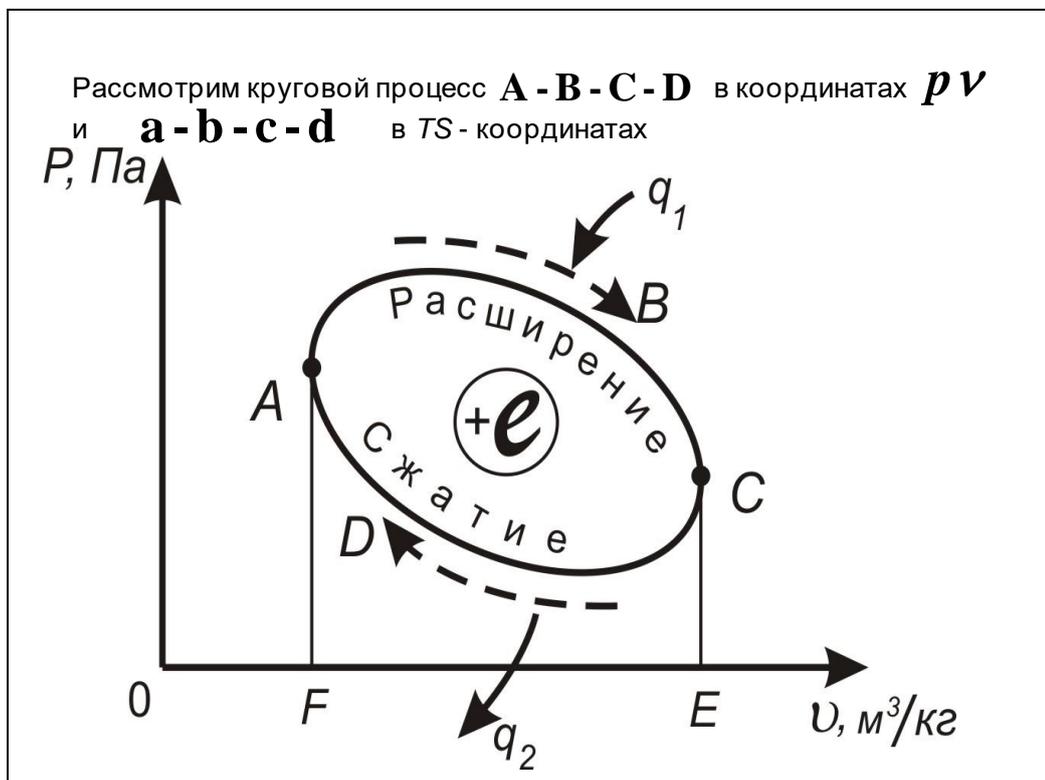
Второй закон термодинамики обобщает особенности теплоты как формы передачи энергии. Он выражает закон о существовании энтропии и определяет закономерности её изменения при протекании обратимых и необратимых процессов в изолированных системах.

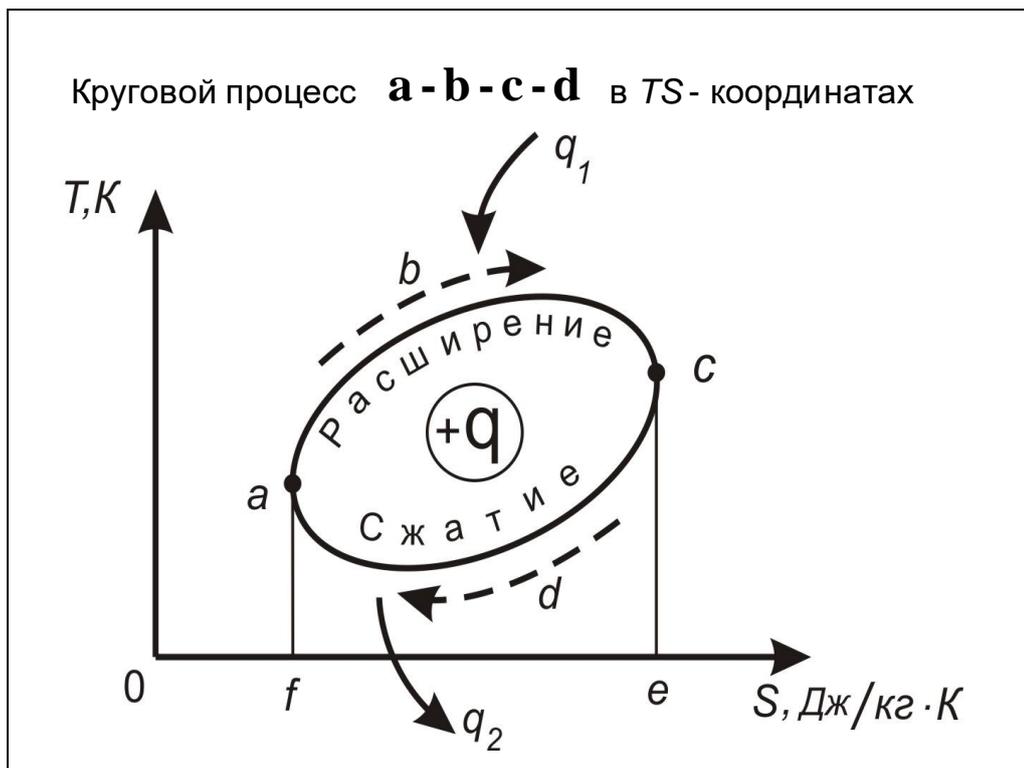
**1 положение:** теплота не может переходить самопроизвольно от менее нагретого тела к более нагретому.

**2 положение:** только часть подведенной теплоты может переведена в работу, а остальная же часть отводится в холодильник.

### Круговые процессы тепловых машин

Процесс в котором газ пройдя ряд последовательных состояний, возвращается в исходное состояние называется **круговым процессом** или **циклом**.





На участке  $A-B-C$  рабочее тело получает от нагревателя (источника теплоты) некоторое количество теплоты, в результате чего совершает работу расширения  $\ell_1 = A-B-C-E-F-A$ . Затем на участке сжатия  $C-D-A$  оно возвращается в исходное положение, определяемое точкой  $A$ . Для осуществления этого процесса от рабочего тела необходимо отвести определенное количество теплоты. Работа сжатия  $\ell_2$  на участке  $C-D-A$  отрицательная. Следовательно, работа цикла равна площади,  $\ell_u = \ell_1 - \ell_2$  т.е. площади цикла.

*Если в круговом процессе линия расширения лежит выше линии сжатия, то он называется прямым. По этому циклу работают все тепловые двигатели.*

*Если линия расширения лежит ниже линии сжатия, то такой круговой процесс называется обратным. По этому циклу работают все холодильные установки и тепловые насосы.*

В координатах  $T-S$  на участке  $a-b-c$  протекающем при  $\Delta S > 0$ , к рабочему телу от источника теплоты подводится количество теплоты равное  $q_1$  площади  $a-b-c-e-f-a$

Для возвращения в исходное состояние необходимо отвести от рабочего тела количество теплоты  $q_2$  равное площади  $a-b-c-d-a > 0$  следует, что количество теплоты, превращенной в цикле в работу, равно  $q_u = q_1 - q_2$

Таким образом, для осуществления кругового процесса необходимо наличие трех элементов: источника теплоты (нагревателя) с температурой  $T_1$ ,

$$T_2 < T_1$$

охлаждителя с температурой  $c-d-a-f-e-c$  и рабочего тела, которое последовательно вступает в теплообмен с нагревателем и охладителем.

## 2. Термический КПД цикла. Холодильный коэффициент.

Основной теплотехнической характеристикой цикла является термический коэффициент полезного действия  $\eta_t$ .

Термический КПД показывает какая часть затраченной теплоты превращается в работу.

Он равен отношению теплоты затраченной на получение полезной работы ко всей затраченной теплоте.

Термический КПД равен:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$$

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}$$

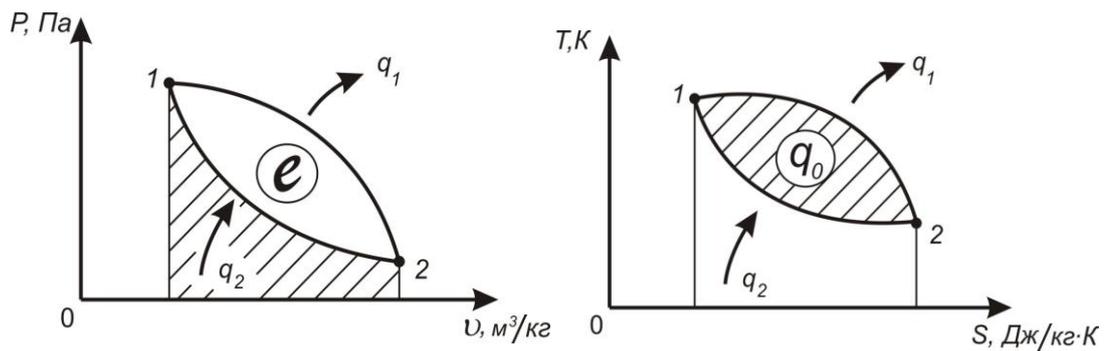
Термическим КПД оценивается степень совершенства цикла теплового двигателя. Чем выше КПД, тем больше работа, полученная при заданном подводе теплоты, т.е. экономичность двигателя выше.

### Холодильный коэффициент

Работа холодильных машин оценивается холодильным коэффициентом.

Холодильный коэффициент это есть отношение отведенной теплоты к затраченной на это работе

$$\chi = \frac{q_2}{l_u} = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{q_2}{q_1} - q_2$$

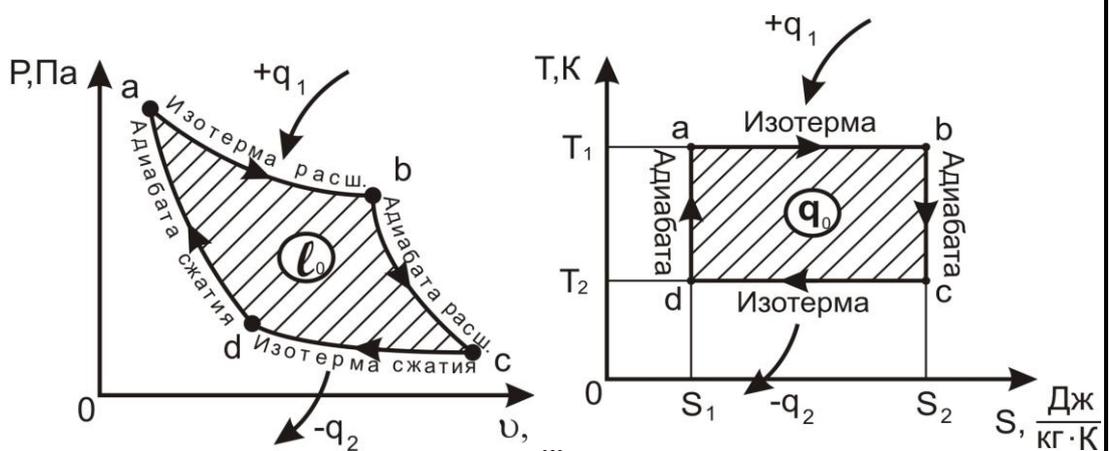


$$q_1 = q_2 + q_0$$

где  $q_0$  - теплота, полученная работой сжатия;  
 $q_2$  - теплота, отведенная от тела.

### 3. Прямой цикл Карно

Прямой цикл Карно состоит из двух изотерм ( $a-b$  и  $c-d$ ) и двух адиабат ( $b-c$  и  $d-a$ ).



На участке расширения **a-b** к рабочему телу подводится от нагревателя количество теплоты при температуре  $T_1$ . Далее на участке **b-c** происходит адиабатное расширение от температуры  $T_1$  до  $T_2$ .

На участке **c-d** происходит изотермическое сжатие. При этом от рабочего тела отводится к охладителю количество теплоты  $q_2$  при температуре  $T_2$ .

В результате дальнейшего адиабатного сжатия на участке **d-a** рабочее тело возвращается в исходное состояние. На участках **(a-b и c-d)** изменение внутренней энергии равно нулю, а подведенная (отведенная) теплота равна работе. На участках **(b-c и d-a)** нет подвода (отвода) теплоты, а работа совершается за счет внутренней энергии.

Работа равна:

$$\ell_{a-b} = R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \ell_{c-d} = -R \cdot T_2 \cdot \ln \frac{V_3}{V_4}$$

$$\ell_{b-c} = C_v \cdot (T_2 - T_3)$$

$$\ell_{d-a} = -C_v \cdot (T_4 - T_1)$$

Термический КПД прямого цикла Карно равен:

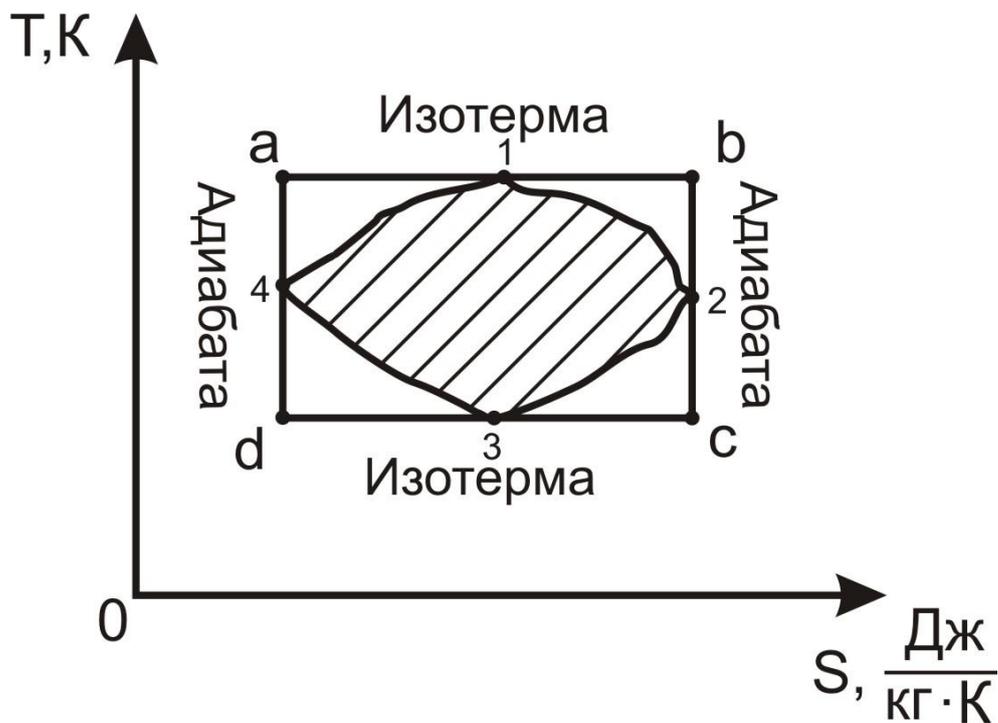
$$\eta_t = \frac{R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} - R \cdot T_2 \cdot \ln \frac{V_3}{V_4}}{R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}}$$

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1}$$

Цикл Карно имеет самый большой КПД. Изобразим цикл Карно на диаграмме  $T-S$  Сравнить циклы необходимо при одинаковых значениях температур и максимальных и минимальных значениях давлений.

КПД будет больше у того цикла, у которого площадь диаграммы будет больше.



## Использованная литература

1. “Теплотехника” Н.Н. Лариков 3-издание  
Москва “Стройиздат”1985г
2. “Термодинамика” И.П. Базаров  
“Высшая школа”1991г
3. “Техническая термодинамика и теплопередача” В.В. Нащокин  
Москва “Высшая школа”1975г