



# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

---

Общий курс “**Теоретические основы теплотехники**” разделен на термодинамику и теорию теплообмена. Структура курса теплотехника состоит из ступеней – общих понятий и законов, термодинамических процессов и циклов тепловых преобразователей энергии.

- **Природные источники энергии** называют первичными, а искусственные – вторичными источниками энергии. Общий энергетический капитал человечества складывается из запасов первичных источников энергии невозобновленных и возобновляемых.
  - **К невозобновляемым энергиям** относятся: термоядерная энергия, химическая энергия ископаемых органических горючих веществ (уголь, нефть, природный газ); внутреннее тепло Земли (геотермальная энергия).
  - **К возобновляемым источникам энергии** относятся: энергия солнечных лучей и космические лучи; энергия морских приливов; энергия ветра; энергия реки.
-

---

## **II. Теплогенераторы**

Генерировать теплоту – значит специально повышать или понижать температуру данного теплоносителя по отношению к температуре окружающей среды.

Они подразделяются на:

- 1. Теплообменные и трансформаторы тепла;**
  - 2. Химические теплогенераторы;**
  - 3. Ядерные теплогенераторы (называют реакторами);**
  - 4. Солнечные теплогенераторы;**
  - 5. Электрогенераторы.**
-

---

### **III. Используемые двигатели:**

1. Компрессоры
  2. Поршневые тепловые двигатели
  3. Турбинные двигатели
  4. Реактивные двигатели
  5. Вторичные двигатели.
-

$$Q = AL$$

Между затраченной работой  $L$  и количеством полученного тепла  $Q$  существует прямая пропорциональность, которая называется *принципом эквивалентности*

где  $Q$  – тепло;

$L$  – работа, полученная в результате использования тепла;

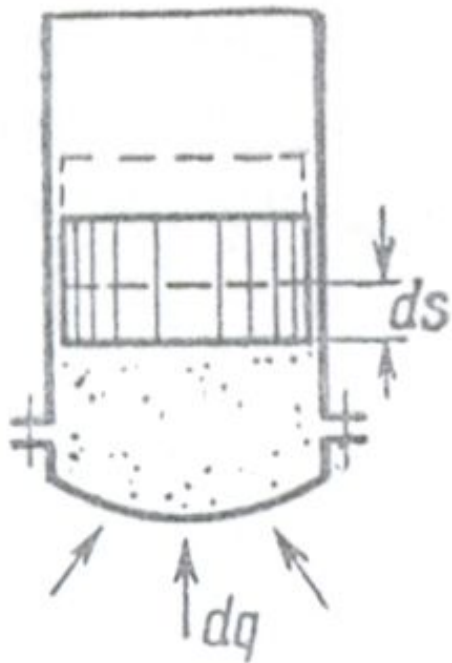
$A$  – коэффициент пропорциональности – *тепловой эквивалент работы*,  $A=0,002345 \frac{\text{ккал}}{\text{кгс}\cdot\text{м}}$

Соотношение между единицами работы и тепла

Единицы	Дж	кгс·м	ккал	кВт·ч
1 Дж	1	0,101972	$2,38846 \cdot 10^{-4}$	$2,7778 \cdot 10^{-7}$
1 кгс·м	9,80665	1	$2,34228 \cdot 10^{-3}$	$2,72407 \cdot 10^{-6}$
1 ккал	4186,8	426,935	1	$1,163 \cdot 10^{-3}$
1 кВт·ч	$3,6 \cdot 10^6$	367 098	859,845	1

## Закон сохранения и превращения энергии (Первый закон термодинамики)

Аналитическое выражение первого  
закона термодинамики



$$dq = du + AdL$$

$dq$  – количество подведённой теплоты

$du$  - изменение внутренней энергии  
системы

$dL$  - совершённая работа

---

Второй закон термодинамики характеризует качественную сторону процессов преобразования теплоты в работу

### Сущность второго закона термодинамики

1. Теплота не может переходить от холодного тела к тёплому без затраты работы (постулат Клаузиуса).
2. Невозможно осуществление цикла теплового двигателя без переноса некоторого количества теплоты от источника теплоты более высокой температуры к холодильнику более низкой температуры (постулат Томсона).
3. Не вся теплота, получаемая рабочим телом от источника теплоты, может быть полностью превращена в работу, а лишь некоторая её

■ <sup>часть</sup> **Второй закон термодинамики**

---

# Теплоёмкость тела

весовая (массовая) теплоёмкость $c^B$ ,	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$	$\frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$
- объёмная теплоёмкость $c^{об}$ ,	$\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \cdot \text{град}}$	$\frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \cdot \text{град}}$
- Молярная теплоёмкость $\mu c^B$ ,	$\frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{град}}$	$\frac{\text{ккал}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$

## Формулы пересчёта теплоёмкостей

$$c^B = \frac{\mu c^B}{\mu}$$

$$c^{об} = \frac{\mu c^B}{22,4}$$

$$c^{об} = \frac{c^M}{V_0}$$



## Истинная и средняя теплоёмкости

$$c = \frac{dq}{dt}$$

Значение теплоёмкости в данной точке в данный момент времени называется **истинной** теплоёмкостью

$$q = c_m (t_2 - t_1)$$

Значение теплоёмкости в интервале температур от  $t_1$  до  $t_2$  за определённый промежуток времени называется **средней** теплоёмкостью

$$q = \int_{t_1}^{t_2} c_m dt = c_m t_2 - c_m t_1$$

# Изохорная и изобарная теплоёмкости

*Теплоёмкость при постоянном объёме  $c_v$  (изохорная)* это о количество теплоты, необходимой для нагревания единицы количества газа на 10, если подвод теплоты производится при постоянном объёме (например, в закрытом сосуде).

*Теплоёмкость при постоянном давлении  $c_p$  (изобарная)* – это о количество теплоты, необходимой для нагревания единицы количества газа на 10, если подвод теплоты производится при неизменном давлении (например, в сосуде с подвижным поршнем).

## Взаимосвязь теплоёмкостей по формуле Майера

$$c_p^{об} - c_v^{об} = \mu AR$$

$A$  – тепловой эквивалент работы, равный  $\frac{1}{427} \frac{\text{ккал}}{\text{кгс}}$

$R$  – газовая постоянная, 8314 Дж\кгС