

Техникалық термодинамика

лектор: физ.мат.ғ.к. Мукамеденкызы В.

Техникалық термодинамика
термодинамикалық жүйелердегі жылу мен
механикалық энергияның өзара түрленуін және
осы түрленулердегі жұмыстық дененің
қасиеттерін зерттейді.

Техникалық термодинамиканың негізгі
мақсаты жылу мен жұмыстың ең ұтымды
тәсілдерін табу болып табылады.

Энергетические ресурсы:
Органическое топливо – 75 ÷ 80 %
Ядерное топливо – 10 ÷ 15 %
Гидроресурсы – 10 ÷ 12 %
Прочее – менее 1%

Производство электроэнергии:
ТЭС – 70 %
АЭС – 14 %
ГЭС – 15 %
Нетрадиционные источники – 1 %

ТТД

Потребление работы:
Тепловая – 70 %
Механическая – 20 %
Световая – 10
Электрическая – менее 1 %

```
graph TD; TTD((ТТД)) --> ER[Энергетические ресурсы]; TTD --> PE[Производство электроэнергии]; TTD --> PR[Потребление работы];
```

Термодинамикадағы негізгі

ұғымдар:

ашық жүйе



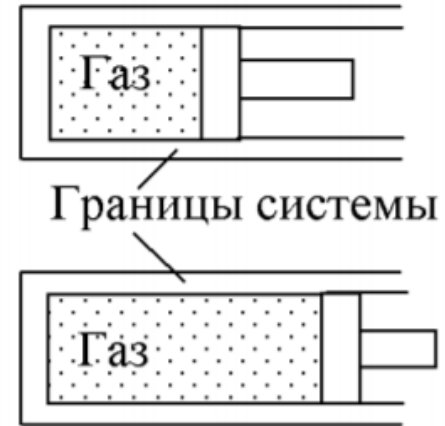
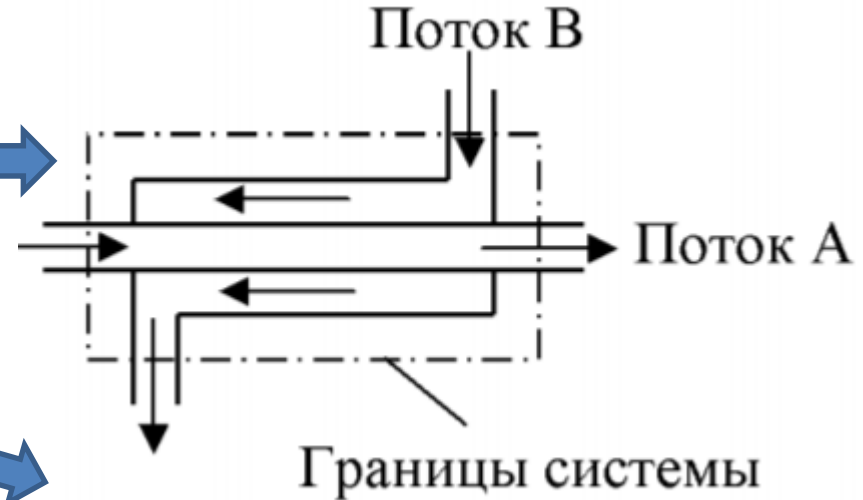
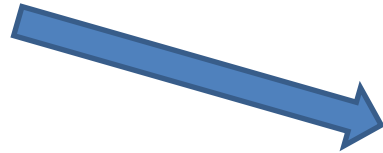
жабық жүйе:

-оқшауланған

-жылудан оқшауланған

(адиабатты)

-тұйықталған



Күй параметрлері:

Меншікті көлем, абсолютті қысым, абсолютті температура, ішкі энергия, энтропия, концентрация, изохоралық және изобаралық жылуsыйымдылықтар.

Интенсивті параметрлер

Экстенсивтивті параметрлер

Терімдік параметрлер

Калориялық параметрлер

$$1 \text{ Дж} = 0,239 \text{ кал} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м.}$$

$$1 \text{ кал} = 4,187 \text{ Дж};$$

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ кДж} = 860 \text{ ккал.}$$

Тепловой эквивалент работы - количество теплоты, энергетически эквивалентное единице работы, если за счёт совершения работы увеличивается внутренняя энергия физической системы.

Механический эквивалент теплоты - количество работы, эквивалентное единице количества переданной в процессе теплообмена теплоты.

Жүйенің қасиеттері *экстенсивтік* және *интенсивтік* деп бөлінеді.

Интенсивтік қасиеттер жүйедегі заттың мөлшеріне тәуелсіз, параметрлері: қысым, температура, концентрация және т.б., демек жүйенің массасына тәуелсіз, тепе-теңдік күйдегі жүйенің біртекті бөліктерінде мәндері бірдей, демек аддитивтік қасиетке ие емес.

Экстенсивтік қасиеттер: көлем, ішкі энергия, энтропия және т.б. жүйенің тұтастығын сипаттайтын параметрлер, мәндері термодинамикалық жүйенің массасына немесе көлеміне пропорционал, яғни экстенсивтік шамалар мәні жүйенің әр бөлігіндегі мәндерінің қосындысына тең, демек аддитивтік қасиетке ие.

Барлық бөлігінде бірдей қасиетке ие болатын жұмыстық дене – біртекті д.а.

Жұмыстық дененің тепе-теңдік күйі деп оның параметрлері сыртқы орта өзгеріссіз болғандағы уақыт және кеңістік бойынша өзгермейтін күйін айтамыз.

Термодинамикалық процесс дегеніміз жұмыстық дененің қасиеттерінің өзгеруі, яғни оның параметрлерінің өзгерісі.

Терімдік параметрлер

Меншікті көлем – заттың бірлік көлемдегі массасы

$$\rho = \frac{m}{V}$$

тығыздық – меншікті көлемге кері шама

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1}{v}$$

Абсолютті қысым – бірлік ауданға түсірілген нормаль бойымен әсер етуші күш

В СИ используется единица давления паскаль (Па): **1 Па = Н/м²**.

$$p = \frac{F}{S}$$

Атмосферное давление воздуха над поверхностью Земли
приблизительно равно одному бару

$$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па} = 750 \text{ мм рт. ст.}$$

$$1 \text{ мм вод. ст.} = 9,81 \text{ Па};$$

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 1 \text{ торр} = 133,37 \text{ Па.}$$

$$p = \rho g H = \gamma H$$

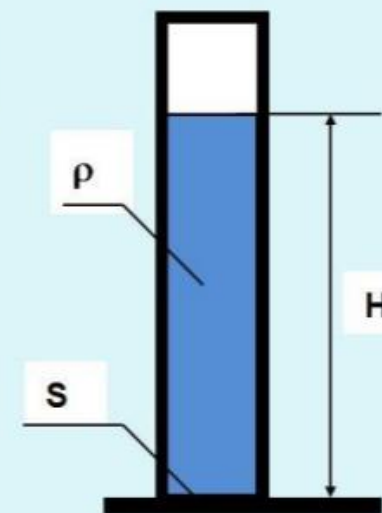
техническая атмосфера - ат

стандартная атмосфера - атм

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 1 \text{ ат} = 10 \text{ м вод. ст.} = 98066,5 \text{ Па} = 735,6 \text{ мм рт. ст.}$$

$$1 \text{ атм (физ. атм)} = 760 \text{ мм рт. ст.} = 101,325 \text{ кПа}$$

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2 = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ кгс/см}^2 = 0,102 \text{ кгс/м}^2 = 0,102 \text{ мм вод. ст.}$$



Единица	Па (Н/м ²)	кгс/см ²	мм рт.ст.	мм вод.ст.
1 Па	1	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$7,5024 \cdot 10^{-3}$	0,102
1 кгс/см ²	$9,8067 \cdot 10^4$	1	735	10^4
1 мм рт.ст.	133	$1,36 \cdot 10^3$	1	13,6
1 мм вод.ст.	9,8067	10^{-4}	$7,35 \cdot 10^{-2}$	1

Температура – дененің қызу деңгейінің өлшемі

$$T = t + 273,15$$

$$F = 1,8 \cdot t + 32$$

$$t^{\circ} \text{C} = \frac{5}{9} (t^{\circ} \text{F} - 32^{\circ});$$

$$t^{\circ} \text{F} = \frac{9}{5} t^{\circ} \text{C} + 32^{\circ}.$$

Идеал газ

$$p = \frac{2}{3} v_0 \cdot N_A \frac{m \overline{w^2}}{2} = \frac{2}{3} v_0 \cdot N_A E_k;$$

$$E_k = \frac{3}{2} kT$$

$$pV = \frac{2}{3} v_0 V \cdot N_A E_k$$

$$pV = \frac{2}{3} v_0 V \cdot N_A \cdot \frac{3}{2} kT \text{ если } v_0 V = \nu$$

$$pV = \nu \cdot N_A \cdot kT = \nu \cdot R_\mu T$$

$$N_A \cdot k = R (\mu R \text{ или } R_\mu)$$

$$R_\mu = \frac{p_0 \cdot V_{\mu 0}}{T_0} = \frac{101325 \cdot 22,4}{273,15} = 8314 \frac{\text{Дж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$$

Идеал газ қоспалары

$$pV = mRT,$$

мұндағы $R = R_M / M$

$$m = \sum_{i=1}^n m_i.$$

$$p = \sum_{i=1}^n p_i,$$

$$p_i V = m_i R_i T, \quad p V_i = m_i R_i T,$$

$$\frac{V_i}{V} = \frac{p_i}{p}, \quad V_i = V \frac{p_i}{p}.$$

$$\mu_i = m_i / n_i \quad \text{и} \quad \mu = m / n$$

$$\rho_i / \rho = \mu_i / \mu$$



$$\frac{n_i}{n} = \frac{m_i \mu}{m \mu_i} = \frac{\rho_i V_i \mu}{\rho V \mu_i} = \frac{V_i}{V} = r_i ,$$

$$g_i = \frac{m_i}{m} = \frac{\rho_i V_i}{\rho V} = \frac{\mu_i}{\mu} r_i = \frac{R_\mu / R_i}{R_\mu / R} r_i = \frac{R}{R_i} r_i .$$

$$r_i = \frac{R_i}{R} g_i, \quad \sum_{i=1}^n r_i = 1 = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{R} g_i,$$

$$R = \sum_{i=1}^n g_i R_i = R_\mu \sum_{i=1}^n (g_i / \mu_i),$$

$$r_i = \frac{\mu}{\mu_i} g_i, \quad \sum_{i=1}^n r_i = 1 = \sum_{i=1}^n \frac{\mu}{\mu_i} g_i,$$

$$\mu = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (g_i / \mu_i)}.$$

$$\mu = \sum_{i=1}^n r_i \mu_i = R_\mu \sum_{i=1}^n (r_i / R_i),$$

$$R = \frac{R_\mu}{\mu} = \frac{R_\mu}{\sum_{i=1}^n r_i \mu_i} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (r_i / R_i)}.$$

$$p_i = \frac{pV_i}{V} = r_i p, \quad V_i = \frac{p_i V}{p}.$$