

**ПЕРВЫЙ ЗАКОН
ТЕРМОДИНАМИКИ.
ГАЗОВЫЕ СМЕСИ.**

Теплота и работа

- Способы передачи энергии
- 1-й способ реализуется при непосредственном контакте тел, имеющих различную температуру, путем обмена кинетической энергией между молекулами соприкасающихся тел либо лучистым переносом внутренней энергии излучающих тел путем э/м волн.
- Количество энергии, переданной 1-м способом от одного тела к другому, называется *количеством теплоты* – Q [Дж], а способ – *передача энергии в форме теплоты*.

- 2-й способ связан с наличием силовых полей или внешнего давления.

При этом количество переданной энергии называется *работой* – L [Дж], а способ передача энергии в *форме работы*. Количество энергии, полученное телом в форме работы называется *работой совершенной над телом*, а отданную энергию – *затраченной телом работой*.

Внутренняя энергия

- Внутренняя энергия - совокупность всех видов энергий, заключенной в теле или системе тел.
- В технической термодинамике рассматриваются только такие процессы, в которых изменяются кинетическая и потенциальная составляющие внутренней энергии.
- Внутренней энергией для идеальных газов называют кинетическую энергию движения молекул и энергию колебательных движений атомов в молекуле, а для реальных газов дополнительно включают потенциальную энергию молекул.

Первый закон термодинамики

- "Энергия не исчезает и не возникает вновь, она лишь переходит из одного вида в другой в различных физических процессах".
- Для термодинамических процессов закон устанавливает взаимосвязь между теплотой, работой и изменением внутренней энергии т/д системы: "Теплота, подведенная к системе, расходуется на изменение энергии системы и совершение работы".

Уравнение первого закона термодинамики

$$Q = (U_2 - U_1) + L, \quad (2.1)$$

где Q - количества теплоты подведенная (отведенная) к системе;

L - работа, совершенная системой (над системой);

$(U_2 - U_1)$ - изменение внутренней энергии в данном процессе.

Если:

$Q > 0$ - теплота подводится к системе;

$Q < 0$ - теплота отводится от системы;

$L > 0$ - работа совершается системой;

$L < 0$ - работа совершается над системой.

Для единицы массы вещества уравнение первого закона термодинамики имеет вид:

$$q = Q / m = (u_2 - u_1) + l \quad (2.2)$$

"Двигатель, постоянно производящий работу и не потребляющий никакой энергии называется вечным двигателем I рода."

Из этого можно высказать следующее определение 1-го закона термодинамики: "Вечный двигатель первого рода невозможен".

Теплоемкость газа

Истинная теплоемкость рабочего тела определяется отношением количества подведенной (отведенной) к рабочему телу теплоты при условии изменения температуры тела.

$$C = dQ / dT, [\text{Дж} / \text{К}]; \quad (2.3)$$

Теплоемкость зависит от внешних условий или характера процесса, при котором происходит подвод или отвод теплоты.

Различают следующие удельные теплоемкости:

$$\text{массовую} - c = C / m, [\text{Дж} / \text{кг}], \quad (2.4)$$

$$\text{молярную} - c_m = C / \nu, [\text{Дж} / \text{моль}], \quad (2.5)$$

$$\text{объемную} - c'_m = C / V = c \cdot \rho, [\text{Дж} / \text{м}^3], \quad (2.6)$$

где - ν - количества вещества [моль];

$\rho = m / V$ - плотность вещества.

Связь между этими теплоемкостями:

$$c = c' \cdot v = c_{\mu} / \mu,$$

где $v = V/m$ - удельный объем вещества, [м³/кг];

$\mu = m / \nu$ - молярная (молекулярная) масса, [кг/моль].

Виды удельных теплоёмкостей:

c_p, c_v - массовые изобарные и изохорные теплоемкости;

$c_{p\mu}, c_{v\mu}$ - молярные изобарные и изохорные теплоемкости;

c'_p, c'_v - объемные изобарные и изохорные теплоемкости.

Универсальное уравнение состояния идеального газа

Уравнение состояния идеального газа, для 1 кг массы:

$$P \cdot v = R \cdot T, \quad (2.10)$$

где: R - газовая постоянная и представляет работу 1 кг газа в процессе при постоянном давлении и при изменении температуры на 1 градус.

Уравнение состояния идеального газа, для произвольного количества газа массой m :

$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T. \quad (2.11)$$

Уравнение Клапейрона-Менделеева:

$$P \cdot v = R_{\mu} \cdot T / \mu, \quad (2.12)$$

где: μ - молярная (молекулярная) масса газа, (кг/кмоль);

$R_{\mu} = 8314,20$ Дж/кмоль (8,3142 кДж/кмоль) - универсальная газовая постоянная и представляет работу 1 кмоль идеального газа в процессе при постоянном давлении и при изменении температуры на 1 градус. Зная R_{μ} можно найти газовую постоянную $R = R_{\mu} / \mu$.

Для произвольной массы газа уравнение Клапейрона-Менделеева будет иметь вид:

$$P \cdot V = m \cdot R_{\mu} \cdot T / \mu. \quad (2.13)$$

Смесь идеальных газов

Газовая смесь - смесь отдельных газов, не вступающих между собой ни в какие химические реакции.

Парциальное давление - это давление, которое имел бы каждый газ, входящий в состав смеси, если бы этот газ находился один в том же количестве, в том же объеме и при той же температуре, что и в смеси.

Закон Дальтона:

Общее давление смеси газов равно сумме парциальных давлений отдельных газов, составляющих смесь.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = \sum P_i, \quad (2.14)$$

где $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ – парциальные давления. Состав смеси задается объемными, массовыми и мольными долями, которые определяются соответственно по следующим формулам:

$$r_1 = V_1 / V_{\text{см}}; r_2 = V_2 / V_{\text{см}}; \dots r_n = V_n / V_{\text{см}}, \quad (2.15)$$

$$g_1 = m_1 / m_{\text{см}}; g_2 = m_2 / m_{\text{см}}; \dots g_n = m_n / m_{\text{см}}, \quad (2.16)$$

$$r'_1 = v_1 / v_{\text{см}}; r'_2 = v_2 / v_{\text{см}}; \dots r'_n = v_n / v_{\text{см}}, \quad (2.17)$$

где $V_1; V_2; \dots V_n; V_{\text{см}}$ – объемы компонентов и смеси;

$m_1; m_2; \dots m_n; m_{\text{см}}$ – массы компонентов и смеси;

Молекулярная масса смеси:

$$\mu_{\text{см}} = \mu_1 r_1 + r_2 \mu_2 + \dots + r_n \mu_n. \quad (2.22)$$

Газовая постоянная смеси:

$$\begin{aligned} R_{\text{см}} &= g_1 R_1 + g_2 R_2 + \dots + g_n R_n = \\ &= R_{\mu} (g_1/\mu_1 + g_2/\mu_2 + \dots + g_n/\mu_n) = \\ &= 1 / (r_1/R_1 + r_2/R_2 + \dots + r_n/R_n). \end{aligned} \quad (2.23)$$

Удельные массовые теплоемкости смеси:

$$c_{p \text{ см.}} = g_1 c_{p1} + g_2 c_{p2} + \dots + g_n c_{pn}. \quad (2.24)$$

$$c_{v \text{ см.}} = g_1 c_{v1} + g_2 c_{v2} + \dots + g_n c_{vn}. \quad (2.25)$$

Удельные молярные (молекулярные)
теплоемкости смеси:

$$c_{p\mu \text{ см.}} = r_1 c_{p\mu 1} + r_2 c_{p\mu 2} + \dots + r_n c_{p\mu n}. \quad (2.26)$$

$$c_{v\mu \text{ см.}} = r_1 c_{v\mu 1} + r_2 c_{v\mu 2} + \dots + r_n c_{v\mu n}. \quad (2.27)$$