

3-МАВЗУ: ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ БИРИНЧИ ҚОНУНИ.

Кўриладиган масалалар.

1. Термодинамиканинг биринчи қонунини моҳияти.
2. Ички энергия.
3. Термодинамиканинг биринчи қонунини аналитик ифодаси.
4. Жараённинг ишини аналитик ифодаси.
5. Энталпия.
6. Энтропия.

Таянч сўз ва иборалар.

Қонуннинг моҳияти; иссиқлик; иш; ички энергия; энталпия; энтропия қонунини ифодаси; қайтар жараён; қайтмас жараён.

1. Термодинамиканинг биринчи қонуни.

Термодинамиканинг биринчи қонуни, термодинамиковий тизимда кечадиган иссиқлик ходисага нисбатан энергиянинг сақланиши ва айланиш қонунини хусусий кўриниши ҳисобланади. Изоляцияланган тизимда ҳамма энергияларнинг йиғиндиси ўзгармас миқдорда деб энергияни сақланиш ва айланиш қонуни тушунтиради. Бу қонунга асосан, бир тизимда қандайдир энергиянинг турини камайиши жисмнинг бошқа тизимида энергиянинг кўпайиши кузатилиши мумкин.

Механик ҳаракатини иссиқликка айланиши ибтидоий даврдан маълум, лекин иссиқлик двигателларида иссиқликни механик ишга айланиши XVIII юз йилликнинг иккинчи яримида амалий жиҳатдан амалга оширилган. Иссиқликни механик ишга айлантиришга уринишлар бизнинг эрамызгача ҳам бўлган, лекин уларни иссиқлик двигателини яратишга таъсири бўлмаган. Масалан Герон Александрийский бизнинг эрамызгача бўлган биринчи юз йиллигида реактив куч орқали айланадиган шар ихтиро қилган. Шарни қизитганда ундан отилиб чиқадиган сув буғи реактив куч ҳосил қилган. XVII асрнинг бошларида италия олими Бранка буғни кинетик - энергиясини тик ўққа ўрнатилган ғилдиракни айлантиришида фойдаланган.

XVIII асрнинг бошларида Папин поршенли буғ машинасини яратишга ҳаракат қилган. Фақат 1766 йили И.И. Ползунов орқали бундай машина яратилди. Шундай қилиб XVIII асрнинг бошларида иссиқликни механик ишга айлантириш амалга оширилди.

1842 йили Роберт Майер тажрибалар натижасида сарфланган иссиқлик Q билан олинган иш L ўртасида тўғри пропорционаллик мавжудлигини кўрсатди ва улар орасидаги миқдорий боғлиқликни аниқлади.

$$Q=AL$$

бу ерда A -ўзгармас миқдор, ишнинг иссиқлик эквиваленти. Агарда иссиқлик ва иш бир ҳил бирликда ўлчанса (жоулда), унда ишнинг иссиқлик эквиваленти бирга

тенг бўлади, у ҳолда $Q=L$ бўлади. (3.1).

2. Ички энергия.

Жисмда ва жисм тизимида мужассамланган ҳамма энергия ички энергия деб аталади. Бу энергияни бир неча тур энергиялар йиғиндиси деб қаралади: молекулаларнинг илгариланма ва айланма ҳаракатлари энергиясини ва молекулалардаги атомлар ҳаракатини тебранма ҳаракати энергиясини ўз ичига оладиган молекуланинг кинетик энергияси; электронлар энергиясини; ички ядро энергияси; молекулаларнинг ядролари ва электронлари энергияси ўзаро таъсирланиш энергияси; потециал энергия; электромагнит нурланиш энергияси. Жисмнинг ички энергияси қуйидагига тенг.

$$U=U_{кин}+U_{ном}+U_0$$

бу ерда $U_{кин}$ - молекулаларнинг ички кинетик энергияси; $U_{ном}$ - молекулани ички потенциал энергияси; U_0 - доимий интеграл. Кинетик энергияни қуйидаги ташкил этувчиларга ажратиш мумкин.

$$U=U_{кинност}+U_{кинвр}+U_{вол}$$

бу ерда $U_{кинност}$ - молекулаларнинг илгариланма ҳаракатининг кинетик энергияси; $U_{кинвр}$ - молекулаларнинг айланма ҳаракатининг кинетик энергияси; $U_{вол}$ - молекуланинг атомлари ядросининг тебранма ҳаракат энергияси.

U_0 - миқдори нол энергия деб ҳисобланади ёки абсолют нол ҳароратдаги ички энергия. Маълумки $T=0$ бўлганда моддаларнинг таркибига кирувчи молекулалар ва атомларнинг ҳаракати тўхтайдди, лекин атомлар ичидаги заррачалар ҳаракати давом этади. Атомларда электронларнинг ҳаракати иссиқлик ҳаракатига кирмайди, улар ҳамма ҳароратда ҳам ҳаракатда бўлади, $T=0$ бўлганда ҳам. Ички энергияни абсолют қийматини термодинамик усул билан аниқлаб бўлмайди. Тизимни термодинамик таҳлил қилинаётганда унинг абсолют қиймати билан эмас жараённи кечишида унинг ўзгариши ҳисобга олинади, шунинг учун термодинамик масалаларни ечишда U_0 нинг қиймати талаб қилинмайди ва одатда уни нолга тенг деб қабул қилинади.

Техниқовий термодинамикада ички энергиянинг кинетик ва потенциал ташкил этувчиларининг ўзгарадиган жараёнлари кўрилади. Шунинг учун ички энергия тушунчасига идеал газларда молекуланинг кинетик ҳаракати энергияси ва молекуладаги атомларнинг тебранма ҳаракати энергиясини ҳисобга олинади, реал газларда эса буларга қўшимча потенциал энергия ҳам ҳисобга олинади. $t^0=0^0C$ да идеал газ учун ички энергия нол деб қабул қилинади.

Ички энергиянинг кинетик ташкил этувчилари жисмни ҳарорати билан аниқланади, потенциал ташкил этувчиси эса берилган ҳароратда солиштирма ҳажмига ҳам боғлиқ. Тўлиқ ички энергия икки кўрсаткични функцияси деб ҳисобланади.

Ички энергияни миқдори жисмнинг массасига ҳам боғлиқ. 1кг мураккаб тизимнинг ички энергияси унинг ташкил этувчиларининг йиғиндисига тенг.

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i$$

Энергиянинг сақланиш қонунига асосан, термодинамик тизим ҳар бир ўзининг ҳолатида фақат битта ички энергия қиматига эга бўлади. Шунинг учун газни ички энергиясини ўзгариши жараёнини характериға боғлиқ бўлмасдан берилган бошланғич ва охири ҳолатиға боғлиқ бўлади.

$$U_2 - U_1 = f(P_2, V_2, T_2) - f(P_1, V_1, T_1) \quad (3.2)$$

Бу қуйидаги 3.1-расмда тасвирланган. ҳамма жараёнлар учун ички энергияни ўзгариши бир ҳил бўлади.

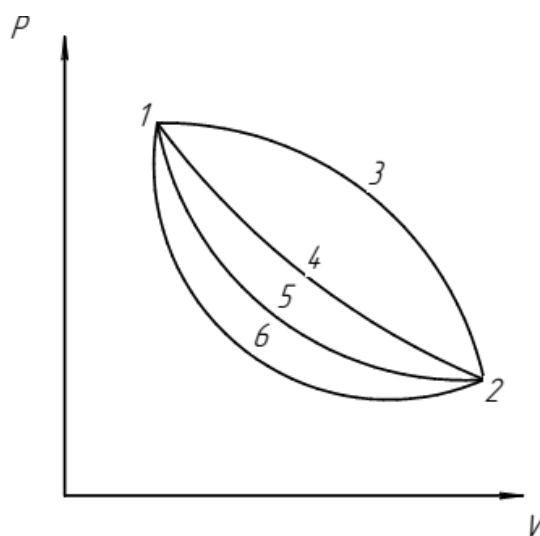
$$(3) \int_1^2 du = (4) \int_1^2 du = (5) \int_1^2 du = -(6) \int_2^1 du = (6) \int_1^2 du$$

Айланма жарёнларда ички энергиянинг ўзгариши нолға тенг

$$U_2 - U_1 = \int du = 0$$

Ички энергияни исталган икки кўрсаткични функцияси кўринишида келтириш мумкин.

$$U = f(T, V); \quad U = f_1(T, P); \quad U = f_2(P, V)$$



3.1-расм.

ёки ички энергиянинг тўлиқ дифференциали

$$\left. \begin{aligned} du &= (\partial u / \partial T)_V dT + (\partial u / \partial V)_T dV \\ du &= (\partial u / \partial T)_P dT + (\partial u / \partial P)_T dP \\ du &= (\partial u / \partial P)_V dP + (\partial u / \partial V)_P dV \end{aligned} \right\} \quad (3.3)$$

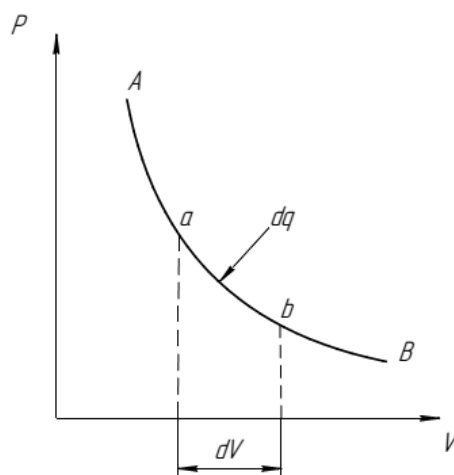
идеал газни молекулаларини ўзаро таъсирланиш кучи бўлмаганлиги учун, уни ички энергияси хажмға ёки босимға боғлиқ эмас, $(du/dv)_T = 0$ ва $(du/dp)_T = 0$, фақат ҳароратға боғлиқ $U = f(t)$

Демак идеал газни ички энергияси ҳарорати бўйича ҳосиласи тўлиқ ҳосиласи ҳисобланади

$$(du/\partial T)_p = (du/\partial T)_v = du/dT$$

3. Термодинамиканинг биринчи қонунини аналитик ифодаси.

dq иссиқлик кўринишида $a-b$ элементар худудда келтирилган чексиз кичик миқдордаги энергия натижасида 1кг ишчи жисм маълум бир жараёни бажарган бўлсин; бунинг натижасида жисмнинг ҳарорати ва ҳажми ҳам чексиз dT ва dV кичик миқдорда мос ҳолда ортади (3.2-расм).



3.2-расм

Жисмнинг ҳароратини dT миқдорга ошишида молекулаларнинг тезлиги ошади ёки жисмнинг ички энергияси ортади. Жисмнинг ҳажмини dV миқдорга ортиши натижасида жисмнинг ички потенциал энергиясини ортишига боғлиқ бўлган молекулаларнинг орасидаги масофа ҳам ортади

Ички кинетик ва ички потенциал энергиянинг йиғиндиси ички энергиянинг тўлиқ ўзгариши du ни кўрсатади.

Ҳажмнинг dV га ўзгаришида ташқи кучни енгиш учун жисм ташқи dl иш бажаради. Агарда ишчи жисмда бошқа ўзгаришлар бўлмаса ва кинетик энергиянинг кўринарли ҳаракати бўлмаса, энергиянинг сақланиш қонунига асосан элементар жараён учун, қабул қилинган қонун қоидасига қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин.

$$du = dq - dl; \quad U_2 - U_1 = \int_1^2 dq - \int_1^2 dl = q_{1-2} - l_{1-2} \quad (3.4)$$

ёки қайтар жараён учун

$$dq = du - PdV; \quad q_{1-2} = U_2 - U_1 + \int_1^2 PdV \quad (3.5)$$

Олинган тенглама термодинамиканинг биринчи қонунини математик ифодаси ҳисобланади. У қуйидагича таърифланади: *термодинамик тизимнинг ички энергиясининг ўзгариши тизимни иссиқлик dq шаклида олган энергияси ва бажарган ташқи*

dl ишини алгебраик йиғиндисига тенг ёки ишчи жисмга иссиқлик шаклида келтирилган энергия ишчи жисмнинг ички энергиясини ўзгаришига ва жисмни ташқи иш бажаришига сарф бўлади.

Термодинамиканинг асосий тенгламаси (3.5) энергиянинг сақланиш қонунига асосан жисмни фазода ҳаракатланмайдигани учун қабул қилинган.

Жисм фазода ҳаракатланганда асосий тенгламага қўшимча қўшилувчи $dw/2$ ни, 1кг газни кўрилатган жараён ҳудудида уни фазода силжишида кинетик энергияни ортишини ҳисобга оладигани, киритиш керак. Бу ҳолда термодинамикани биринчи қонунини тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$dq = du + dl' + \frac{dw^2}{2}$$

бу ерда dl' -газни ҳаракатидаги ташқи кучга қарши иши; (кенгайиш иши dl тенг эмас); $dw/2$ -газни ҳаракати натижасида уни ташқи кинетик энергиясини ортиши, эга бўлинган иш деб юритилади.

Термодинамиканинг биринчи қонуни тенгламаси (3.4) исталган жисм учун тааллуқли, хусусий ҳолда идеал газлар учун ҳам. Бу тенглама қайтар ва қайтмас жараёнларнинг ҳам ифодалайди. Қайтмас жараён учун

$$dq + dq_{TP} = du + dl + dl_{TP}$$

бу ерда dq_{TP} - ишқаланиш иссиқлиги; dl_{TP} - ишқаланиш кучига қарши иш.

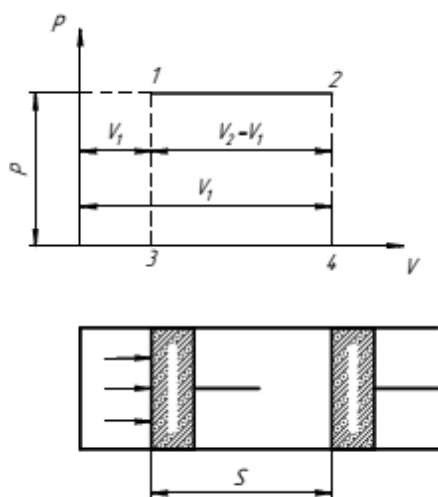
Ишқаланиш кучини энгишга сарфланган иш тўлалигича ишқаланиш иссиқлигига айланади, шунинг учун $dq_{TP} = dl_{TP}$ демак (3.4) тенглама қайтмас жараёнларни ҳам ифодалайди.

4. Жараённинг ишини аналитик ифодаси.

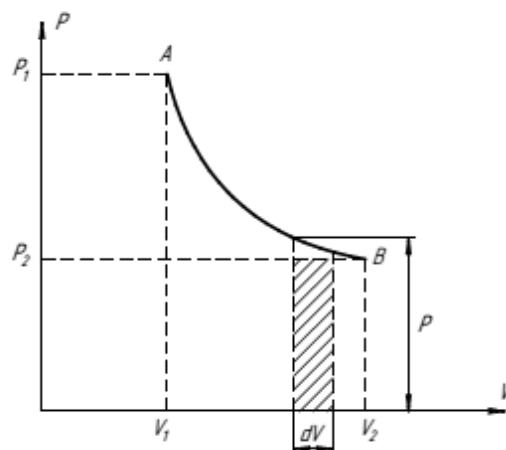
Ишчи жисмнинг ҳажмини ўзгариши ва уни ташқи фазода ҳаракати ёки унинг ҳолатини ўзгариши билан боғлиқ бўлган бир жисмдан иккинчи жисмга берилган энергия **иш деб аталади**. Ишни бажаришда иккита ёки бир нечта жисмлар иштирок этади. Иш бажарадиган биринчи жисм энергияни беради иккинчи жисм энергияни қабул қилади. Иш бир жисмдан иккинчи жисмга бериладиган энергияни макрофизиковий шаклида деб ҳисобланади.

Газни кенгайишида бажарадиган иши ҳолатнинг кўрсаткичлари P, V ва T ларнинг ўзгаришига боғлиқ. Газнинг кенгайишидаги ишини тенгламасини келтириб чиқариш учун хусусий ҳолни кўриб чиқамиз, яъни турғун жарёндаги ўзгармас босимдаги ишни олишни.

Цилиндрда босими P ва солиштирма ҳажми V бўлган 1кг газ бўлсин; поршенни юзаси F га тенг. Агарда газга маълум миқдордаги иссиқликни келтирсак, у ўзгармас босимда кенгайди ва поршен янги 2-ҳолатга силжийди. (3.3-расм)



3.3-расм



3.4-расм

Поршенга таъсир қилувчи куч PF га тенг; поршеннинг силжиши S га тенг. Физикадан маълумки кучни масофага кўпайтмаси ишни ифодалайди.

$$l = PFS$$

FS эса солиштирма ҳажмларнинг айирмаси $V_2 - V_1$ га тенг, шунинг учун

$$l = P(V_2 - V_1) = P\Delta V$$

Жисмни чексиз кичик ҳажмини ўзгаришида турғун ҳолатда тизимни бажарган элементар dl иши қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$l = PdV$$

Тизимнинг ҳажмини охириги ҳолатдаги ўзгаришидаги, ихтиёрий турғун жараёнда, бажарган l иши AB эгри чизиқ билан тасвирланади ва қуйидагига тенг бўлади (3.4-расм),

$$l = \int_{V_1}^{V_2} PdV$$

Жараёнда P ва V кўрсаткичларни функционал боғлиқлигини ёки $P=f(V)$ кўринишидаги тенгламани билиб, кўрсатилган ораликдаги исталган турғун жараённинг ишини аналитик усул билан аниқлаш мумкин.

Босими P' бўлган тизим ташқи муҳитда иш бажарса, у ҳолда тизимнинг ҳажмини V_1 дан V_2 , гача ўзгаришида dv ортса кенгайиш иши $dl = P'dv$ га тенг бўлади.

$$l = \int_{V_2}^{V_1} P'dV \quad (3.6)$$

Турғун жараёнда $P' = P$

Агарда тизимнинг кенгайиши бўшлиқда содир бўлса, тизим билан ташқи муҳит чегарасида P' босим нўлга тенг бўлса ва ташқи жисмнинг силжиши кузатилмаса иш нўлга тенг бўлади. Ҳажмни ўзгариши натижасида (5.6) ифода билан аниқланадиган l ишдан ташқари, ҳажм ўзгармасдан ишчи жисмда ташқи кинетик энергияни

ўзгаришини ҳам кузатиш мумкин (масалан, аралаштиргич орқали суюқликни айланиши, электр ва магнит кучларига қарши иш). Бу жараёнда интеграл

$l = \int_{V_1}^{V_2} P' dV = 0$ бўлади, чунки $dV=0$ бўлгани учун. Ташқи манба билан бажариладиган

иш l_V билан белгиланади. Бундан келиб чиққан ҳолда тизимнинг умумий иши кенгайиш иши билан ҳажм ўзгармасдан бажарилган ишлар йиғиндисидан иборат бўлади.

$$l = \int_{V_1}^{V_2} P dV + l_V$$

Газнинг кенгайишидаги ишни хаммасидан ҳам фойдаланиб бўлмаслиги мумкин.

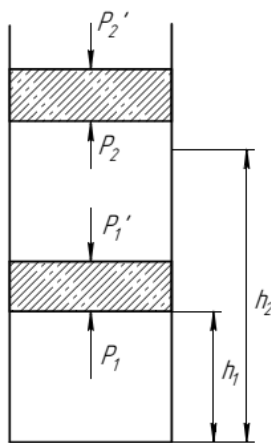
Газнинг ҳажмини ортишида, унинг босими P_1' дан P_2' га ўзгарганда, ишни бир қисми мухитни сиқишга сарф бўлиши мумкин. 1кг газни кенгайишидан ҳосил бўлган бу иш қуйидагига тенг бўлади. (3.5-расм).

$P_2'fh_2 - P_1'fh_1$ бу ерда f - поршеннинг юзаси.

ёки

$$P_2'V_2 - P_1'V_1$$

$P_2'V_2$ ёки $P_1'V_1$ ларнинг ҳар бири иш бўлиб, V ҳажмли газни P' босимли мухитга киритиш учун сарфланади. Демак фойдали иш ёки эга бўлинган иш l' кенгайиш иши билан сиқиш ишининг айирмасига тенг бўлади.



3.5-расм.

$$l' = \int_{V_1}^{V_2} P' dV + l_V - (P_2'V_2 - P_1'V_1)$$

$$P' dV = (P' dV + V dP') - V dP' = d(P'V) - V dP' \quad \text{бўлганлиги учун}$$

$$\int_{V_1}^{V_2} P' dV = (P_2'V_2 - P_1'V_1) - \int_{P_1'}^{P_2'} V dP' \quad \text{бўлади.}$$

Бу ҳолда эга бўлинган иш

$$l' = - \int_{P_1}^{P_2} V dP' + l_v$$

Агарда $V_2 > V_1$ бўлса-газ кенгайди ва $\Delta V > 0$, $dV > 0$ - иш мусбат бўлади.

Агарда $V_2 < V_1$ бўлса-газ сиқилади ва $\Delta V < 0$, $dV < 0$ - иш манфий бўлади.

Агарда кенгайиш 1кг ҳисобига бўлмасдан m кг газ ҳисобига бўлса у ҳолда ҳажмнинг ўзгаришидаги иш куйидагича ифодаланади.

$$L = m \int_{V_1}^{V_2} P dV,$$

Турғун жараёндаги газнинг ҳажмини ўзгаришидаги иши (3.6) тенглама билан аниқланадиган PV диаграммадаги жараённинг ординатани чеккаси ва ҳажм ўқи чизиқлари билан чекланган ABV_2V_1 юзаси билан тасвирланади. (3.4 -расм).

$$l = l' + P_2V_2 - P_1V_1$$

Абғиссани чеккалари ва босим ўқи билан чекланган жараённинг чизиқлар орасидаги эга бўлинган газни ташқи иши $\int_{P_1}^{P_2} V dP$ ABP_2P_1 юза билан тасвирланади.

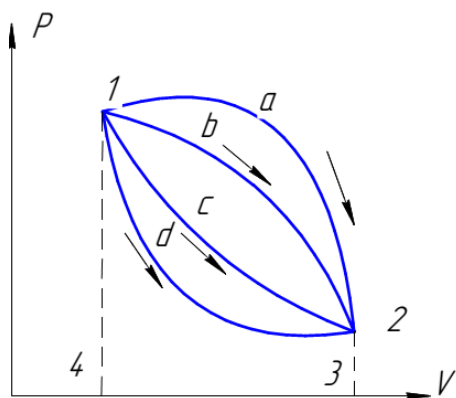
(5.4-расм)

$$l' = l + P_1V_1 - P_2V_2$$

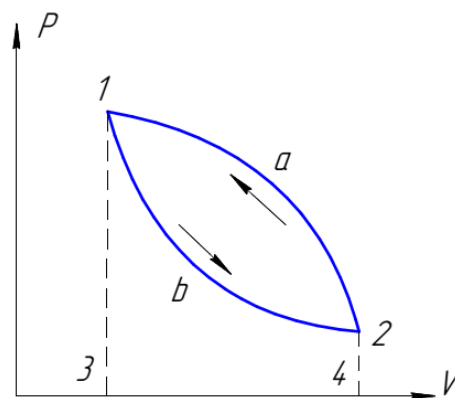
Эга бўлинган иш (фойдали) кенгайиш ишидан ортиқ ёки кам бўлиши ҳам мумкин; унинг миқдори PV диаграммадаги жараённинг эгри чизиғининг оғишига боғлиқ.

Кенгайиш (сиқиш) иши жисмнинг фақат бошланғич ва охириги ҳолатларига боғлиқ бўлиб қолмасдан унинг бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш жараёнини кечишига ҳам боғлиқ (3.6-расм). 1-a-2, 1-b-2, 1-c-2, 1-d-2 жараёнларнинг ҳаммаси бир ҳил бошланғич ва охириги ҳолатга эга, лекин ишни тасвирлайдиган юзаси турлича. Масалан, 1-a-2 жараёни юзни иши 41a234 юза билан, 1-d-2 жараёнинг кечишида газни юза билан тасвирланади.

PV -диаграммада 1-a-2-b-1 эгри чизиқ билан тасвирлангандай ишчи жисм айланма жараён ҳосил қилса, уни 1-a-2 чизиқ бўйича кенгайишида ишчи жисм 1a2341 юзага тенг бўлган фойдали иши бажаради, 2-b-1 эгри чизиқ бўйича сиқилса 1b2431 юзага тенг иш бажаради - бу иш манфий бўлади. Келтирилган юзаларнинг айирмаси ишчи жисмни бир айланма жараёнда ёки бир ғиклда бажарган ишлар йиғиндисини тасвирлайди; бу иш жараёни бекик чизиғи ичидаги 1-a-2-b-1 юзага тенг. (5.7-расм)



3.6-расм.



3.7-расм.

5. Энталпия.

Энталпия (юнонча *enthalpo* - иситаман) термодинамик тизимнинг ҳолат функцияси бўлиб, у i ёки H ҳарфи билан белгиланади. Термодинамик тизимнинг ички энергияси U билан шу тизимни босими P ни ҳажми V га бўлган кўпайтмасини йиғиндиси энталпия деб аталади.

$$i = U + PdV \quad (3.7)$$

Энталпия аддитив ёки экстенсив кўрсаткич ҳисобланади, чунки қиймати массага тўғри пропорционалда.

Агарда босим P ни ва ҳарорат T ни боғлиқ бўлмаган кўрсаткич деб олинса, термодинамиканинг биринчи қонуни математик ифодаси қайтар жараён учун бошқача кўринишга эга бўлади.

$$dq = du + PdV = du + d(PV) - VdP = d(u + PV) - VdP$$

Бундан

$$d_{1,2} = i_2 - i_1 - \int_{P_1}^{P_2} VdP \quad (3.8)$$

Ёки

$$dq = di - VdP \quad (3.9)$$

(3.8) тенгламани интеграллаб термодинамик тизимнинг энталпиясини абсолют қийматини олиш мумкин. Интеграллаб олинган i ни ифодасига интеграллашни доимийси i_0 киради, яъний тизимнинг энталпияси маълум аддитив аниқлик билан аниқланади.

$$i = \int (dq + Vdp) + i_0 \quad (3.10)$$

Бу доимий қийматни ихтиёрий равишда танланади ва кўп ҳолларда идеал газнинг энталпиясини ($P \rightarrow 0$ бўлганда) 0°C да нўл деб ҳисоблайдилар, интеграллаш константаси эса ҳисобга олинмайди.

Ҳажми ўзгариш иши PdV билан биргаликда тизимни ҳажмини ўзгаришига ва ташқи объектга беришга боғлиқ бўлмаган ҳолда иш бажарса ва термодинамик тизим қайтар жараён бўйича кечса, у ҳолда (3.5) ва (3.8) тенгламаларнинг ўнг томонига

қўшимча l_V қиймат киради.

$$dq = du + PdV + dl_V \quad (3.11)$$

$$dq = di - VdP + dl_V \quad (3.12)$$

(3.11) ва (3.12) тенгламалар термодинамиканинг биринчи қонунини термодинамик тизим ҳолатини ўзгаришини қайтар жараёнлар учун умумийроқ бўлган аналитик ифодаси.

$P=const$ бўлганда (3.8) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$dq_P = di \quad (3.13)$$

Энталпиянинг дифференциалли di , ўзгармас босимдаги жараёнда иштирок этувчи, иссиқликнинг элементар миқдори. Ўзгармас босим жараёнидаги ҳамма иссиқлик энталпияни ўзгартириш учун сарфланади.

$$q_P = \int_1^2 di = i_2 - i_1 \quad (3.14)$$

(3.8) тенгламадан қуйидагини кўриш мумкин

$$di = dq + VdP \quad \text{ёки} \quad i_2 - i_1 = q + \int_{P_1}^{P_2} VdP \quad (3.15)$$

Энталпиянинг ўзгариши ишчи жисмнинг - бошланғич ва охири ҳолатлари билан тўлиқ аниқланади, уларнинг оралиқ ҳолатига боғлиқ эмас. Циклларда газнинг энталпиясини ўзгариши нолга тенг.

$$\int di = 0$$

Энталпия ҳолатнинг асосий кўрсаткичларини функцияси бўлганлиги учун, газнинг ҳолатини белгилайдиган исталган боғлиқ бўлмаган ўзгарувчиларнинг ҳам функцияларини тўлиқ дифференциали di ҳисобланади.

$$i = f(P, V); \quad i = \varphi(V, T); \quad i = F(P, T)$$

$$\left. \begin{aligned} di &= (\partial i / \partial P)_V dP + (\partial i / \partial V)_P dV \\ di &= (\partial i / \partial T)_V dT + (\partial i / \partial V)_T dV \\ di &= (\partial i / \partial T)_P dT + (\partial i / \partial P)_T dP \end{aligned} \right\} \quad (3.16)$$

6. Энтропия.

Термодинамик жараёнларни тўлиқ тадқиқот қилиш учун ва тадқиқотларни ва ҳисоблашларни осонлаштириш мақсадида термодинамикага Р.Клаузиус томонидан газнинг ҳолати бўлган энтропия киритилган. *Энтропия* юнонча *entropia* - айланиш, ўзгариш деган маънони беради.

Энтропия иссиқлик сифмига ўхшаш $кж/кг^0С$ бирлигида ўлчанади. Энтропия S ҳарфи билан белгиланади.

Энтропия ҳам термодинамик тизимнинг ҳолат функцияси эканлиги сабабли, уни тизим кўрсаткичлари ҳолатининг функцияси сифатида ифодалаш мумкин.

$$S = f_1(P,V); \quad S = f_2(P,T); \quad S = f_3(V,T)$$

Газларнинг ҳолат кўрсаткичи сифатида энтропияни график тарзида тасвирлаш учун тўғри бурчакли TS тизими координатидан фойдаланиш мумкин. Бундай TS координатадаги диаграмма TS -диаграмма деб аталади, иссиқлик ва энтропия диаграммаси деб ҳам аталади.

Агарда TS - диаграмма изотермик жараён $T=const$ бўлса, жараённинг 1-2 чизиғи S ўққа параллел кетади (3.10-расм). Бу ҳолатда тўғри бурчакни юзаси маълум масштабда изотермик жараёнда иштирок этган q иссиқлик миқдорини кўрсатади.

$$q = (S_2 - S_1)T$$

Бу ерда S_1 - бошланғич ҳолатдаги 1кг газни энтропияси; S_2 -сўнгги ҳолатидаги 1кг газни энтропияси. $S_2 - S_1$ жараёндаги энтропияни ўзгариши. Бу ифодадан

$$S_2 - S_1 = q/T \quad (3.17)$$

Ёки элементар жараён учун $\Delta S = \Delta q/T$. Бу нисбат иссиқликни ўзгариш жараёнини сифатли характеристикаси ҳисобланади.

Энтропиянинг ўзгариши, ички энергия, энталпия ва айрим термодинамик миқдорларини ўзгаришига ўхшаб, жараёнининг кечиш усулига боғлиқ бўлмай, жисмнинг бошланғич ва охириги ҳолатларига боғлиқ.

$C_V=const$ бўлган изохор жараён учун

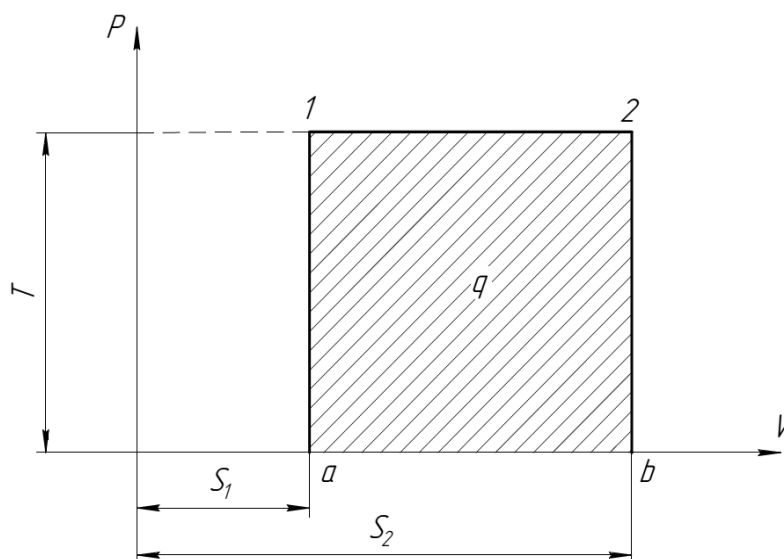
$$S_2 - S_1 = C_V \ln T_2/T_1$$

$C_R=const$ бўлган изобар жараён учун

$$S_2 - S_1 = C_p \ln T_2/T_1$$

Адиабатик жараён учун.

$$S_1 = S_2 = S = const$$



3.10-расм.

Политрон жараён учун

$$S_2 - S_1 = C \ln T_2 / T_1$$

Бу ерда С -Политрон жараёнини иссиқлик сиғими.

Мавзуга оид назорат саволлари.

1. Ички энергия нима?
2. Ички энергия ҳолатнинг қандай кўрсаткичларига боғлиқ?
3. Айланма жараёнда ички энергияни ўзгариши нимага тенг?
4. Газни иши қайтар жараёнда кўпми ёки қайтмас жараёндами?
5. Энталпия нима?
6. Энтропия нима?
7. Ишни тарифи.