

ҚАЙТАР ВА ҚАЙТМАС ЖАРАЁНЛАР. ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ ИККИНЧИ ҚОНУНИ.

Режа:

1. Қайтар ва қайтмас жараёнлар. Термодинамик иш.
2. Карно айланма жараёни.
3. Термодинамиканинг иккинчи қонуни. ФИК.
4. Энтропия. Термодинамиканинг учинчи қонуни.

Қайтар ва қайтмас жараёнлар. Термодинамик мувозанатда система ҳолати P, V, T параметрлар орқали белгиланади ва $f(T, P, V) = 0$ тенглама ҳолат тенгламаси деб аталади. Идеал газ учун бу Менделеев - Клапейрон тенгламасидир: $PV = \frac{m}{\mu} RT = 0$.

Системанинг (P_1, V_1, T_1) ҳолатдан (P_2, V_2, T_2) ҳолатга ўтиши термодинамик процесс деб аталади. 1-ҳолатдан 2-ҳолатга ўтган система ўзининг бошланғич ҳолатига қайтганда системада ва ташқи муҳитда ҳеч қандай ўзгариш юз бермаса процесс қайтар процесс (жараён) деб аталади. Акс ҳолда процесс қайтмас деб аталади. Умуман олганда табиатда қайтар процесслар бўлмайди. Қайтар процесс - бу идеализация қилинган процессдир.

Системага берилган иссиқлик (энергия) системанинг ички энергиясини ўзгаришига ва бажарган ишига сарф бўлади. Бу термодинамиканинг биринчи қонуни ва энергиянинг сақланиши ва бир-бирига айланиши қонунининг ифодасидир: $Q = \Delta U + A$. Агар система даврий равишда аввалги ҳолатига қайтиб келаверса $\Delta U = 0$ бўлади ва $Q = A$. Демак, система олган энергиясидан кўп иш бажара олмайди. Акс ҳолда биз абадий двигателга эга бўлар эдик. Термодинамиканинг биринчи қонуни бўйича абадий двигатель яратиб бўлмайди.

Термодинамик иш. Элементар иш (ҳажм ўзгарганда) $P\Delta V$ га тенг. Ҳажм V_1 дан V_2 га ўзгарганда умумий иш $P\Delta V$ лар йиғиндисига тенг: $A = \sum_i P_i \Delta V_i \rightarrow \int_{V_1}^{V_2} P dV$; $P = \frac{RT}{V}$

дан фойдалансак (1 моль учун) $\rightarrow$ Изотермик процессдаги иш

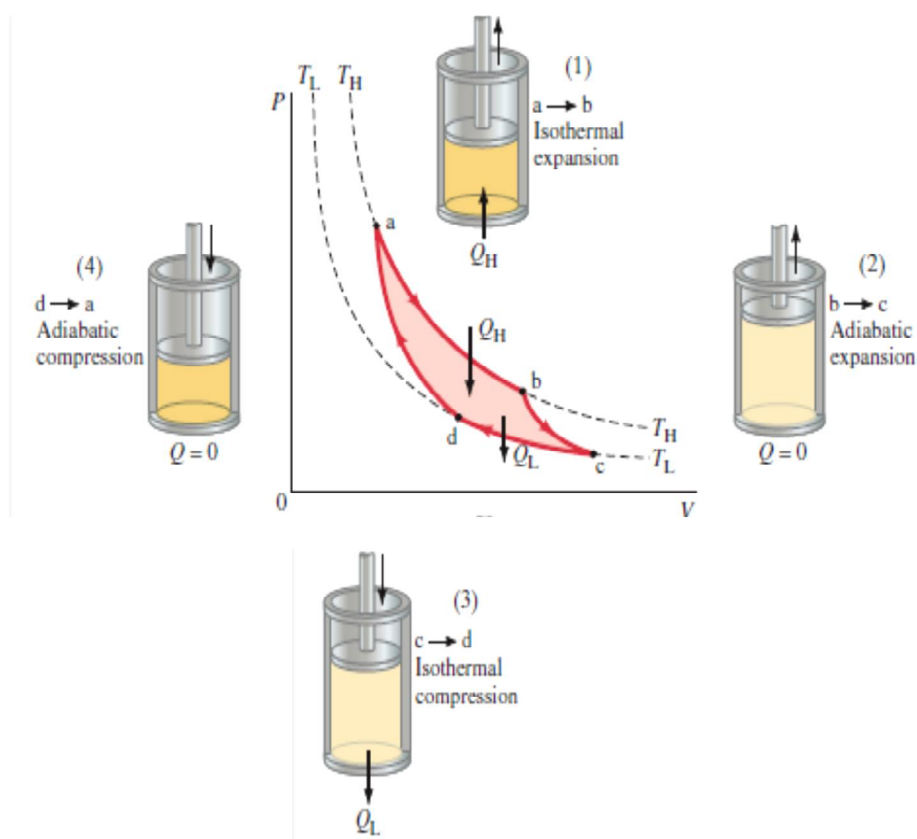
$A = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V} dV = RT(\ln V_2 - \ln V_1)$ ёки $A = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$. Изобарик процесс учун системанинг

бажарган иши: $A = \int_{V_1}^{V_2} P dV = P \int_{V_1}^{V_2} dV = P(V_2 - V_1)$. Изохорик жараёнда ҳажм ўзгармас

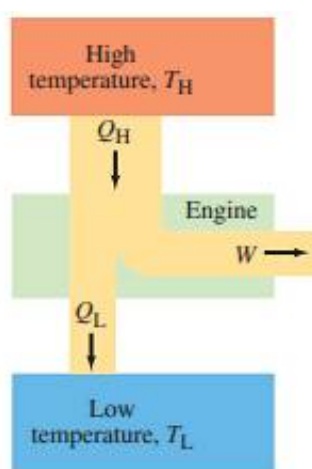
бўлгани учун система иш бажармайди $A=0$. Адиабатик процессда $dA = -dU \rightarrow dA = -C_V dT$ ва бажарилган иш $A = C_V (T_1 - T_2)$.

Карно айланма жараёни. XIX асрнинг бошида француз олими Сади Карно иссиқликнинг механик энергияга айланиши ва иссиқлик двигателларининг фойдали иш коэффициентини ФИК ни ошириш усулларини ўрганган. Идеаллаштирилган Карно двигатели 4 та жараёндан ташкил топган: 2 та адиабатик жараён ($Q = 0$) ва 2 та изотермик жараён ($\Delta T = 0$). Бу цикл 1-расмда келтирилган, бу ерда ҳар бир цикл қайтар жараён деб қаралади. Ҳар бир жараён жуда секин амалга оширилгани учун тесқари йўналишда ҳам содир бўлиши мумкин ва бажарилган иш ўзгармас сақланиб, ташқи муҳит билан иссиқлик алмашинуви бўлмайди.

1-расм.
Карно цикли.



2-расм. Иссиқлик
двигателининг
иш схемаси.



High temperature (T_H) – юкори температура, Low temperature (T_L) – паст температура, Engine – двигатель.

Реал газларда жараён анча тезроқ содир бўлади ва бунинг ҳисобига турбулентлик юзага келиб, ишқаланиш ҳам ҳисобга олинади. Шунинг учун реал газларда жараён тескарисига содир бўлмайди ва бу жараён қайтмас жараён ҳисобланади.

Карно двигателяда изотермик жараёнда иситгичнинг иссиқлик миқдори Q_H ва совутгичнинг иссиқлик миқдори Q_L ларни, ўзгармас температурада T_H ва T_L ларга алмаштирамиз. Карно двигателяда иситгич ва совутгичнинг иссиқлик миқдорлари

нисбати, уларнинг температураларининг нисбатига тенг бўлади: $\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$. Шунинг

учун, идеал газнинг фойдали иш коэффициенти:

$$\eta_{\text{идеал}} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

Реал двигателларда ФИК иссиқлик йўқотилиши ёки ишқаланиш туфайли анча пастроқ, энг кўпи билан 60 ёки 80% гача бўлиши мумкин.

Ҳеч бир қурилма ёрдамида иссиқлик миқдорини бутунлай бажарилган ишга айлантириш мумкин эмас. Бу таъриф термодинамиканинг иккинчи қонуни бўлиб, Келвин-Планк қонуни деб ҳам аталади.

Агар система қатор ҳолатлардан ўтиб яна ўзининг аввалги ҳолатига қайтиб келса, бундай жараён айланма жараён деб аталади ва графикда берк чизик билан ифодаланади. Айланма жараёнда бажарилган иш қуйидаги ифодага тенг: $A = A_1 - A_2$. Агар айланма жараён соат стрелкаси бўйлаб юз берса бажарилган иш 0 дан катта бўлади, тескари бўлса иш 0 дан кичик бўлади. Агар цикл пайтида иш бажарилса ва бу цикл даврий равишда қайтарилиб турса бундай система машина деб аталади.

Термодинамик системага берилган (яъни иситгичдан олинган) умумий иссиқлик Q_H нинг бир қисми ёрдамида иссиқлик двигателлари W га тенг иш бажаради, қолгани Q_L совутгичга ўтади. Иситгичдан олинган иссиқлик миқдорини ҳеч қандай усул билан тўлиқ ишга айлантириб бўлмайди (2-расм).

Иссиқлик машинасининг фойдали иш коэффициентини (ФИК). Иссиқлик двигатели – иссиқлик энергиясини механик ишга айлантирувчи қурилма. Фойдали иш

коэффициенти η қуйидагича аниқланади: $\eta = \frac{W}{Q_H}$. Тўла энергия ўзгармас

сақланганлиги учун системага берилаётган иссиқлик Q_H бажарилган иш W билан системадан олинаётган иссиқлик Q_L нинг йиғиндисига тенг бўлади: $Q_H = W + Q_L \rightarrow W = Q_H - Q_L$ бўлгани учун, двигателнинг фойдали иш коэффициентини қуйидагича

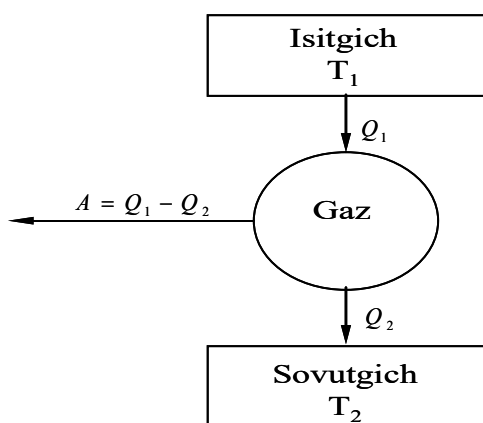
ёзиш мумкин: $\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$.

Q_L иссиқлик қанча кичик бўлса, фойдали иш коэффициенти шунча катта бўлади. Лекин, Q_L иссиқликни нолга тушириб бўлмайди, агар бунинг иложи бўлганда эди двигателнинг фойдали иш коэффициенти 100% бўлган бўлар эди.

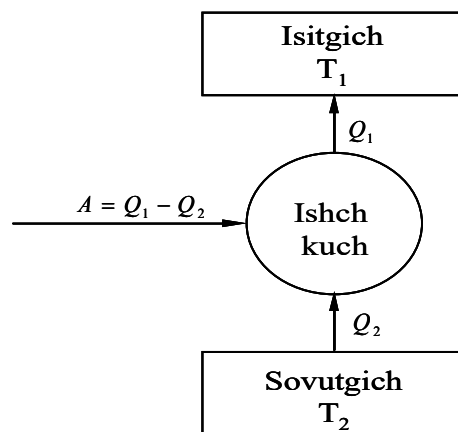
Олинган иссиқлик миқдорининг ҳаммасини ишга айлантирадиган машина абадий машина (двигатель) деб аталади. Термодинамиканинг иккинчи қонунига асосан абадий двигатель яратишни иложи йўқ.

Идеал иссиқлик машинасининг ФИКи қуйидагига тенг (3-расм):

$$\eta = \frac{A}{A_1} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$



3-расм



4-расм

Тескари Карно циклида ишловчи қурилма – совутгич машина дейилади (4-расм).

Энтропия ва термодинамиканинг 3-қонуни. Энтропия тушунчаси фанга 1860 йилда Клаузиус томонидан киритилган. Энтропия иссиқлик миқдоридан фарқли системанинг ҳолати функцияси ҳисобланади. Система энтропиясининг ўзгариши системага берилаётган иссиқлик миқдорининг система температурасига нисбати билан аниқланади: $\Delta s = \frac{\Delta Q}{T}$.

Ихтиёрий системанинг энтропияси барча табиий жараёнларда ортади. Энтропия системанинг тартибсизлиги каби ҳам қаралиши мумкин. У ҳолда термодинамиканинг 3-қонуни қуйидагича таърифлаш мумкин: Табиий жараёнлар кўпроқ тартибсизлик ҳолати томон ҳаракатланиш тенденциясига эга.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Қандай шароитларда қайтувчан жараёнларни кузатиш мумкин.
2. Иссиқлик машинасининг ишлашини тушунтиринг.
3. Совуткич машинасининг ишлаш принципини изоҳланг.
4. Айланма жараён деб қандай жараёнга айтилади.
5. Термодинамиканинг иккинчи қонуни қандай маънога эга.
6. Механик энергия тўлиқ иссиқлик ёки ички энергияга айланиши мумкинми? Тескариси бўлиши мумкинми?

АДАБИЁТЛАР

1. Douglas C. Giancoli, Physics: Principles with Applications, Prentice Hall; 6 th edition January 17, 2014, USA
2. Султанов Н.А. “Физика курси” Т. “Фан ва технология” 2007 йил
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Курс физики. Учебник -М.: “Академия”, 2007
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Учебник. -М.: «Академия», 2007
5. google.com