

TERMODINAMIKANING BIRINCHI VA IKKINCHI QONUNLARI.



**TIQXMMI Elektr ta'minoti va qayta
tiklanuvchan energiya manbalari kafedrası
katta o'qituvchisi A.U. Voxidov
E-mail: akmalvokhidov@yahoo.com**

Reja:

- 1. Tizimning holati.**
- 2. Tizimning ichki energiyasi.**
- 3. Ish va issiqlik miqdori.**
- 4. Termodinamikaning birinchi qonuni.**
- 5. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.**

SISTEMANING HOLATI.

Sistemaning holati.

Sistemaning **muvozanatsiz holati** uning parametrlari qiymatlarining tizimning har qaysi nuqtasida turlicha bo'lishi bilan tasniflanadi.

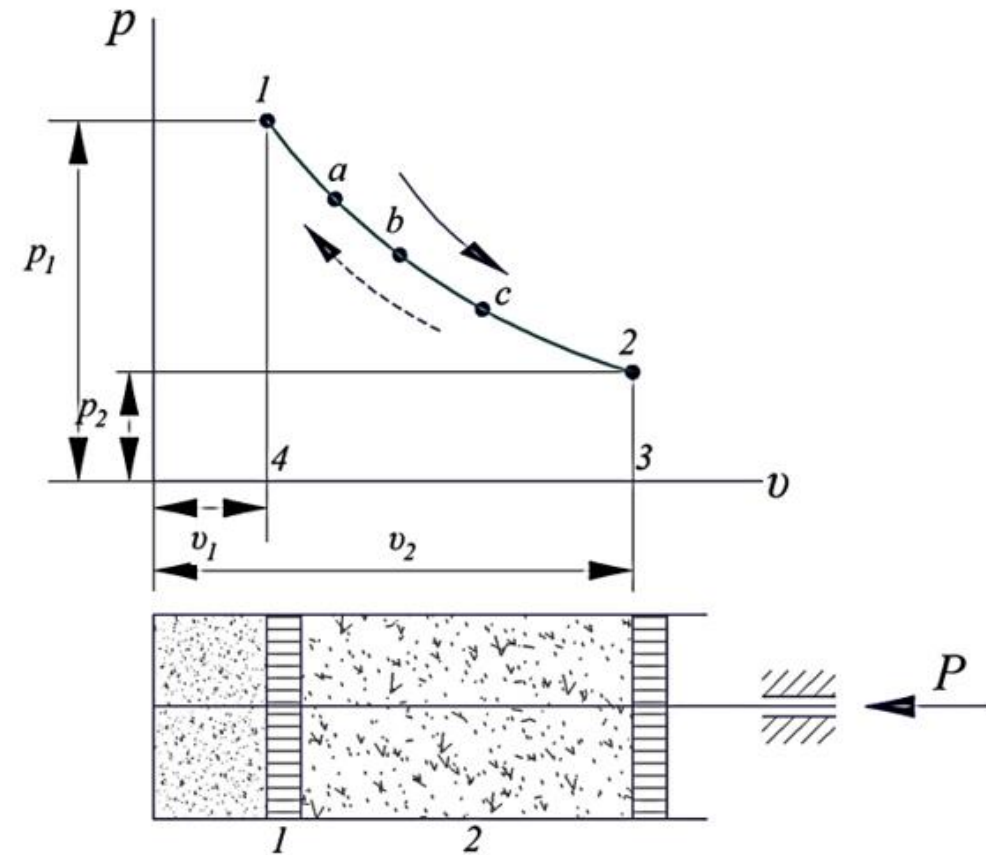
Tizimning barcha nuqtalarida uning parametrlari vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan bir xil qiymatga ega bo'ladigan holati tizimning *muvozanat* holati deyiladi. Agar tizimning barcha nuqtalarida harorat bir xil bo'lsa, bu tizim *termik muvozanat* holatida turibdi degan so'zdir. Agar tizimning barcha nuqtalarida bosim bir xil bo'lsa, bu tizim *mexanikaviy muvozanat* holatida turibdi degan so'zdir.

Agar ish jismi tashqi va ichki omillar ta'sirida muvozanat holatidan chiqarilgan bo'lsa, u holda jismning holatini xarakterlovchi barcha parametrlar o'zgaradi, ya'ni *ish jismi holati o'zgarishining termodinamikaviy jarayoni* boshlanadi.

SISTEMANING HOLATI.

Agar oxirgi muvozanat holatida gazning solishtirma hajmi ko'paysa, bunday jarayon kengayish deyiladi va $pv > 0$ tengsizlik bilan xarakterlanadi. Agar gazning holati o'zgarganida uning hajmi kamaysa, bunday jarayon siqilish deyiladi. U $pv < 0$ tengsizlik bilan xarakterlanadi. Kengayish jarayoni odatda to'g'ri jarayon, siqilish jarayoni esa teskari jarayon deyiladi.

Vaqtning har qaysi paytida gaz holatining o'zgarishi pv – diagrammada uzluksiz ketma-ket keladigan a , b , c va hokazo nuqtalar bilan ifodalaniladi, bu nuqtalar p va v parametrlarning vaqtning tegishli momentlaridagi o'rtacha qiymatlarini ko'rsatadi.



Termodinamikaviy jarayonni pv – diagrammada tasvirlanishi

SISTEMANING HOLATI.

Jarayonning qaytarligi. Agar tashqi muhitning holati cheksiz sekin o'zgarsa, gaz holatining muhit ta'sirida o'zgarish jarayoni ham nihoyatda sekin o'tadi. Bu jarayon shunchalik sekin boradiki, jarayonda qatnashuvchi jismlar vaqtning har qaysi momentida shu momentdagi tashqi sharoitga mos keladigan muvozanat holatida bo'ladi.

Ketma-ket keladigan muvozanat holatlarning uzluksiz qatoridan tarkib topgan jarayon *muvozanatli jarayon* deyiladi.

Bunday jarayonda vaqtning har qaysi momentida tizim muvozanatda bo'ladi va uning holati aniq (muvozanatmas jarayondagi kabi o'rtacha emas) p , v va T parametrlar bilan aniqlanadi. Bunda jarayon egri chizig'idagi nuqtalar tegishli parametrlarning aniq qiymatini ko'rsatadi.

Muvozanatli jarayonni to'g'ri jarayonning ketma-ket keladigan muvozanatli holatlari orqali teskari yo'nalishda amalga oshirish mumkin bo'lgan va jarayonning oxirida gazning o'zida ham, tashqi muhitda ham hech qanday o'zgarish bo'lmagan jarayon **qaytar jarayon** deyiladi. Jarayon qaytar bo'lishi uchun u muvozanatli bo'lishi lozim.

TIZIMNING ICHKI ENERGIYASI.

Molekulalarning mikroskopik issiqlik harakatining kinetik energiyasi bilan ularning o‘zaro ta’sir etish potensial energiyasi *jismning ichki energiyasi* deyiladi.

Tashqi muhitdan ajratilgan yoki u bilan o‘zaro ta’sirda bo‘lgan tizimning har qanday holatida uning muayyan miqdor ichki energiyasi U bo‘ladi.

Agar har qanday termodinamikaviy jarayon natijasida tizimning holati o‘zgargan bo‘lsa, u holda uning ichki energiyasining o‘zgarishi bu jarayon qanday borganligiga emas, balki ish jismining oxirgi va boshlang‘ich holatlariga bog‘liq bo‘ladi. Shuning uchun jarayonda jism energiyasining to‘liq o‘zgarishi jismning tashqi muhit bilan o‘zaro ta’sir etishishining boshlanishidagi va oxiridagi *energiya qiymatlari farqi* bilan aniqlanadi:

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

bu yerda U_1 va U_2 – jarayonning boshlanishi va oxiridagi ichki energiya.

ISH VA ISSIQLIK MIQDORI.

Termodinamikada ko'rib chiqiladigan mexanikaviy ish mexanikaviy energiyaning o'lchovi hisoblanadi. Bu ish jism mexanikaviy kuch ta'sirida *fazoda siljiganida* bajariladi.

Agar silindrda porshen ostida turgan gaz kengaysa, uning hajmi kattalashadi ($dv > 0$). Bunda, gaz porshenni siljitib, mexanikaviy *ish* bajaradi. Bunday ish musbat hisoblanadi. Gaz siqilganda ($dv < 0$) ish gaz ustida tashqi muhit tomonidan bajariladi. Bu ish *manfiy* hisoblanadi.

Gaz holati p_1 , V_1 , T_1 parametrlar bilan aniqlanadi va nuqta **1** ga to'g'ri keladi. Gazning bosimi p_1 porshen shtokiga qo'yilgan P kuch bilan muvozanatga keltirilgan. Shunday qilib, tizim muvozanat holatida turibdi.

Sistemaga Q issiqlik keltiramiz, u gazning muvozanat holatini buzadi. Gaz issiqlik ta'sirida kengayib, P kuchni yengib o'tadi va porshenga R kuch bilan bosim berib uni o'ngga x masofaga siljitadi, bunda gaz ish bajaradi. Gazning nuqta **2** dagi holati p_2 , V_2 va T_2 parametrlar bilan aniqlanadi.

ISH VA ISSIQLIK MIQDORI.

Mexanikadan ma'lumki, ish kuchning yo'lga ko'paytmasiga teng. Bizning misolimizda gazning R kuch ta'sirida bajargan ishi L shu kuchning yo'l x ga ko'paytmasiga teng.

$$L = N \cdot x$$

Gaz porsheni chapdan o'ngga siljitishi uchun ketgan kuch N gaz bosimi p ning porshenning yuzasi F ga ko'paytmasiga teng:

$$N = p \cdot F$$

bu yerda $p = p_1 = p_2 = \text{const}$;

Yuqoridagi formulaga N ni qiymatini qo'ysak

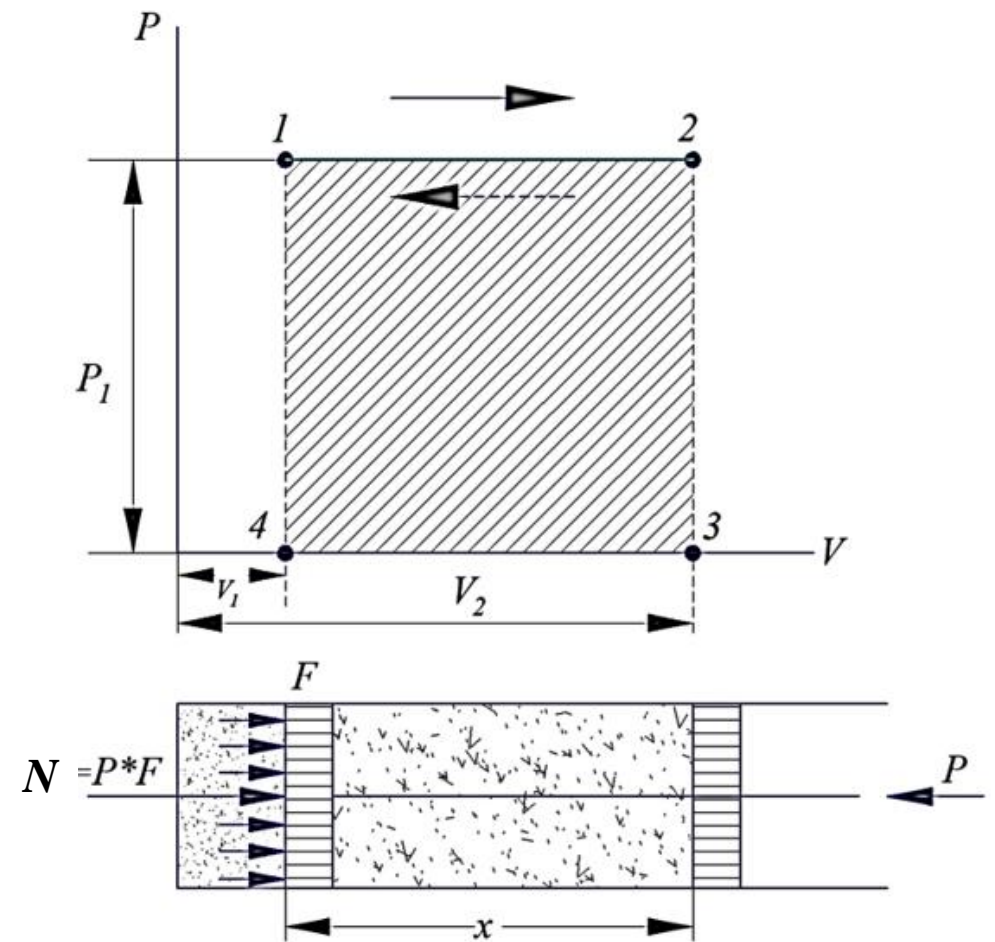
$$L = p \cdot F \cdot x$$

Lekin porshen yuzasi F ning yo'l x ga ko'paytmasi silindrning porshen boshlang'ich va oxirgi holatlari orasidagi hajmidir:

$$F \cdot x = V_2 - V_1 = \Delta V$$

Silindrning hajmi $V_2 - V_1$ ni qo'yib, gazning kengayganida bajargan ishining qiymatini olamiz:

$$L = p \cdot (V_2 - V_1) \quad \text{yoki} \quad L = p \cdot \Delta V$$

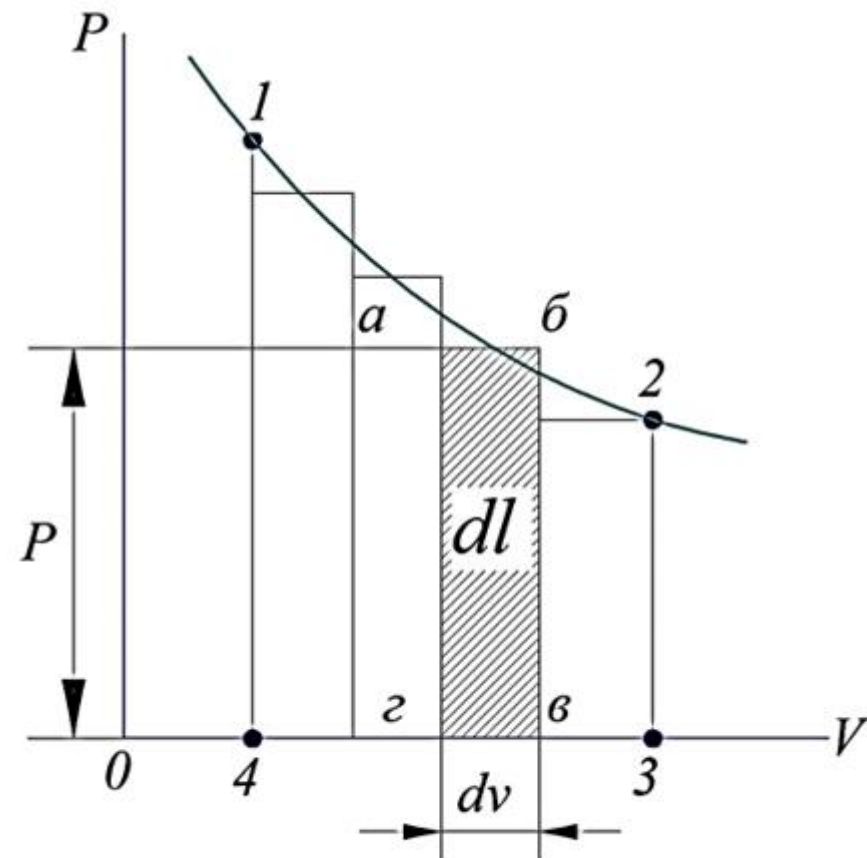


|Gazning izobaraviy kengayish ishi

ISH VA ISSIQLIK MIQDORI.

Jarayonning boshlanishi va oxirini ko'rsatuvchi *1* va *2* nuqtalardan perpendikulyar tushirib, to'g'ri to'rtburchaklik *1-2-3-4* ko'rinishdagi yopiq konturni hosil qilamiz, bu kontur jarayon chizig'i *1-2*, chekka ordinatalar *1, 4* va *2, 3* hamda absissalar o'qining $V_2 - V_1$ ga teng kesmasidan hosil bo'lgan. Diagrammaning shu konturda joylashgan yuzasi pV – diagrammada gazning kengayish ishini ko'rsatadi.

Gazning holati cheksiz kichik darajada o'zgarganida uning parametrlari ham cheksiz kichik o'zgaradi. Shu sababli har qaysi elementar jarayon chegarasida gazning bosimi o'zgarishligicha qoladi, deb hisoblash mumkin. U holda hajm $\Delta V = dV$ qiymatga o'zgarganida gazning kengayishida bajarilgan ish dL quyidagiga teng bo'ladi: $dL = p \cdot dV$



Gazning izotermik kengayish ishi

m kg gazning *1-2* jarayonda bajarilgan to'la ishi elementar ishlarning yig'indisi bilan aniqlanadi. Bu yig'indi boshlang'ich hajm V_1 dan oxirgi hajm V_2 gacha chegarada olingan muayyan integralga teng:

$$L = \int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV$$

Kengayish ishini gazning *1 kg* massasiga taalluqli bo'lsa: $dl = p \cdot dv$ yoki $l = \int_{v_1}^{v_2} p \cdot dv$

TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI.

Termodinamikaning birinchi qonuni mohiyati jihatdan *energiyaning saqlanish* qonunidir. U tizimga keltirilgan issiqlik, uning ichki energiyasi va tizimning bajargan ishi (mexanikaviy energiya) o'rtasidagi **miqdoriy bog'liqlikni** belgilab beradi.

Termodinamikaning **birinchi qonuni** shunday ta'riflanadi: tizimga keltirilgan barcha issiqlik tizim ichki energiyasining o'zgarishiga va tashqi ish bajarishga sarflanadi.

$$Q = U_2 - U_1 + L$$

Agar birinchi qonunni differensial shaklda ifodalasak va gaz bajargan ishni **1 kg** gaz uchun taalluqli bo'lsa, u holda tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

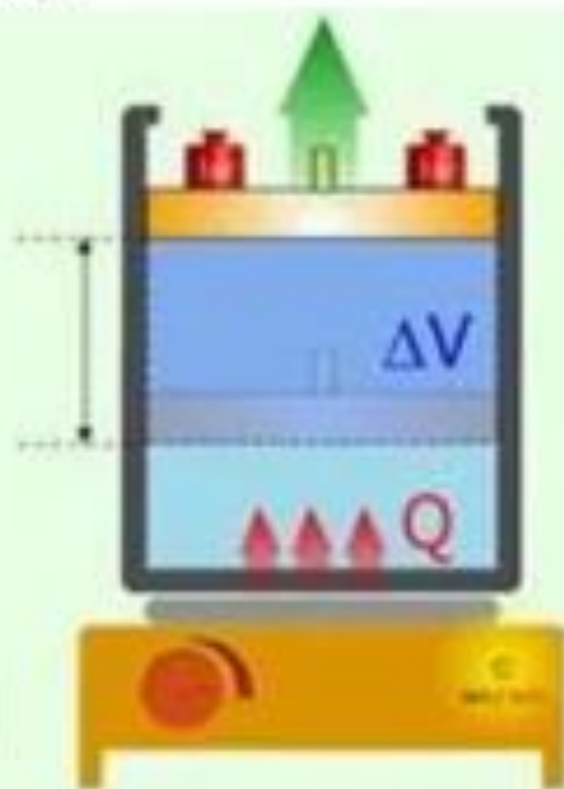
$$dq = du + dl \text{ yoki } dq = du + pdv$$

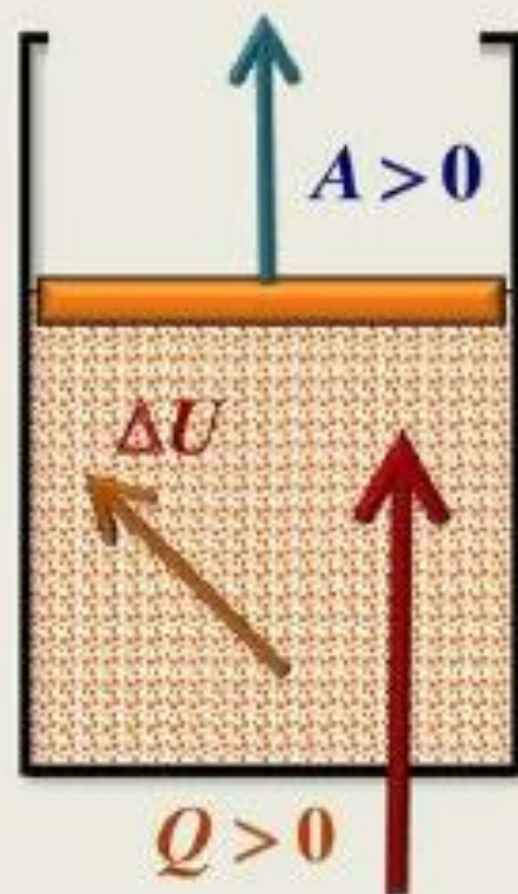
$$\Delta U = Q - A$$
$$dU = \delta Q - \delta A$$

Q – количество
теплоты, переданное телу [Дж]

ΔU – изменение
внутренней энергии тела
при сообщении ему
теплоты [Дж]

A – работа тела, совершаемая
при сообщении ему теплоты [Дж]



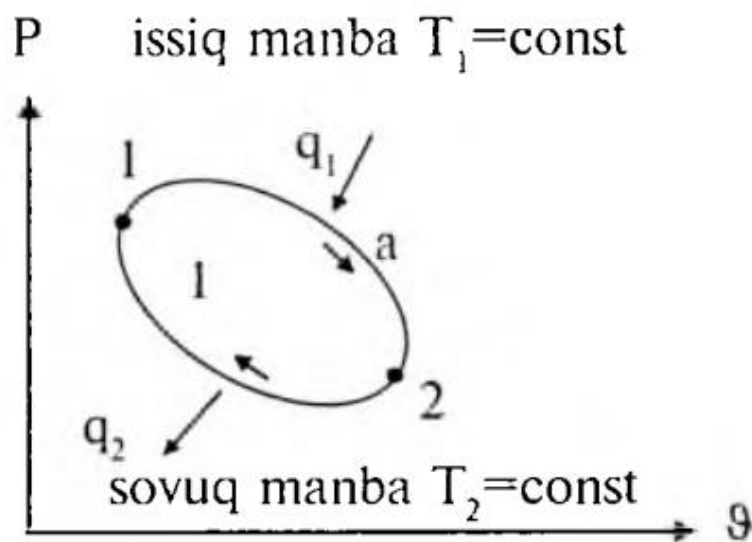


$$Q = \Delta U + A.$$

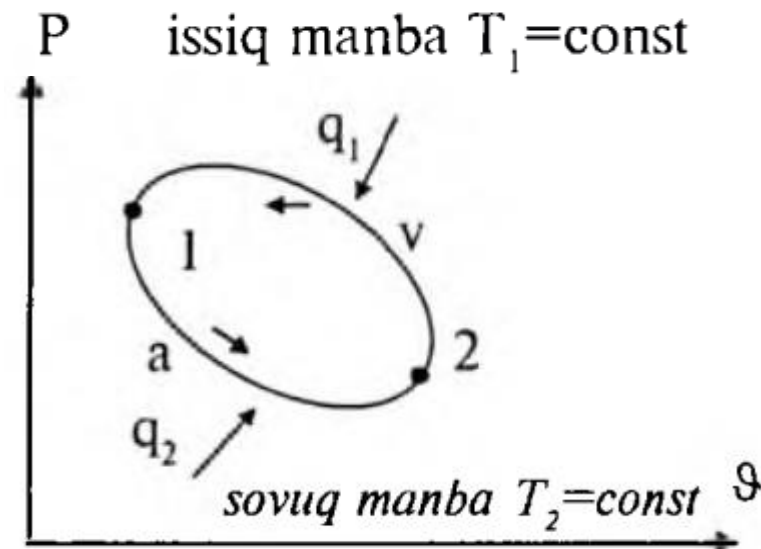
AYLANMA JARAYONLAR

Jism bir qancha o'zgarishlarga uchrab, ish bajarib, yana o'zining dastlabki holatiga qaytib kelishiga **aylanma jarayonlar** deyiladi. Aylanma jarayon degani - **sikl** (davriylik)dir. Bu siklda kengayish ishi torayish ishidan katta bo'ladi. Bu sikl bo'yicha barcha **issiqlik mashinalari** ishlaydi.

Agar jarayon soat strelkasi bo'ylab harakat qilsa, ya'ni kengayish chizig'i siqilish chizig'idan yuqori joylashgan bo'lsa, bunday aylanma jarayon **to'g'ri sikl** deyiladi. Bu siklda kengayish ishi torayish ishidan kichik bo'ladi. Bu sikl bo'yicha barcha sovitish mashinalari ishlaydi.



To'g'ri aylanma jarayonning PV diagrammadagi ko'rinishi. 1a2 - kengayish chizig'i; 2v1 - siqilish chizig'i;



Teskari aylanma jarayonning PV diagrammadagi ko'rinishi. 1 a 2 - kengayish chizig'i; 2 v 1 - siqilish chizig'i

TO‘GRI SIKL FOYDALI ISH KOEFFITSIENTI

Issiqlik mashinalarining ishlashi uchun issiq manbadan tashqari harorati past bo‘lgan sovuq manba ham zarur ekan. To‘gri sikl foydali ish koefitsienti bilan ifodalanadi. Siklning foydali ish koefitsienti jismga berilgan issiqlikning **qanchasi ishga aylanganini** bildiradi.

$$\theta_t = \frac{l}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1}$$

$\theta_t < 1$ (100%) issiqlik mashinalari uchun FIK taxminan 40% ni tashkil etadi.

Teskari sikl sovitish koefitsienti bilan ifodalanadi va u ε harfi bilan belgilanadi.

$$\varepsilon_t = \frac{q_2}{q_1 - q_2}$$

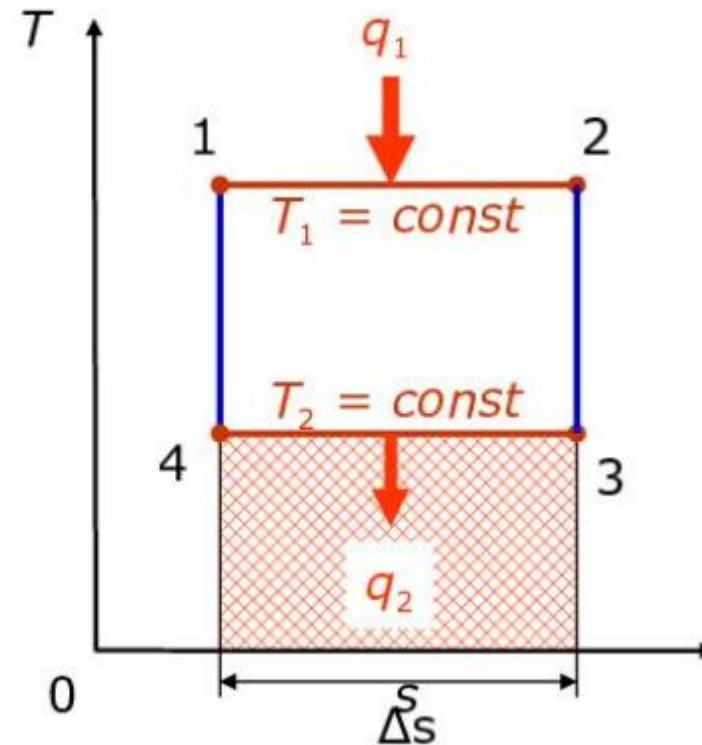
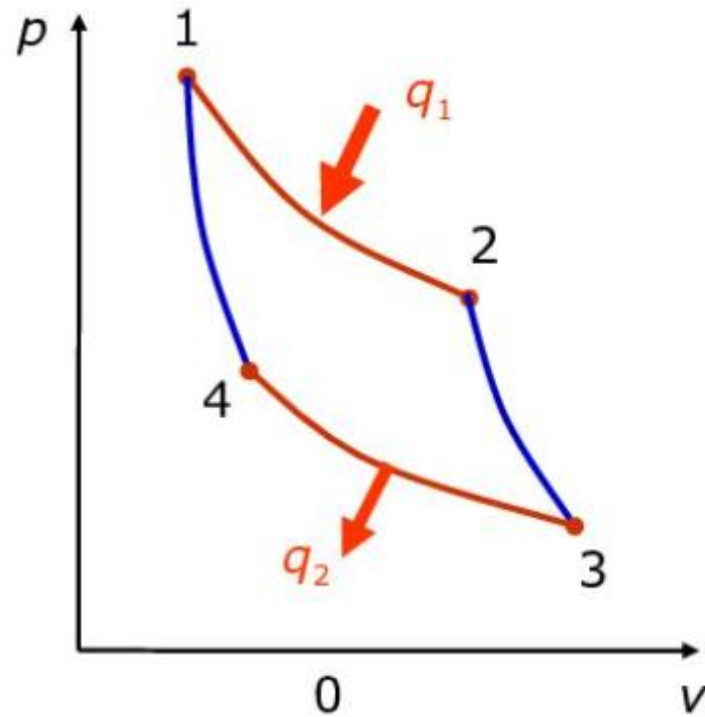
$\varepsilon > 1$. Sovitish mashinalari uchun ε (3÷7) gacha bo‘ladi

KARNO SIKLI

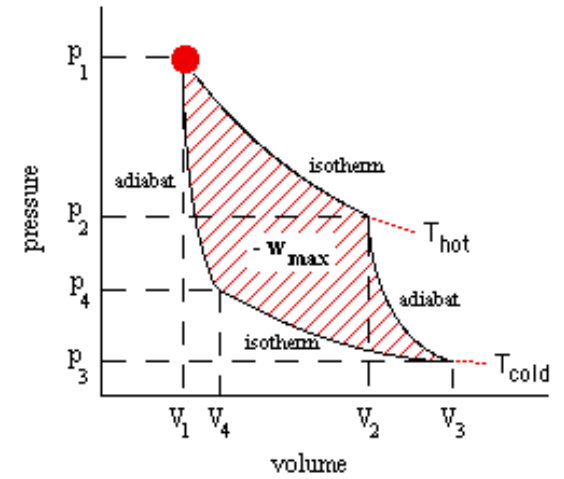
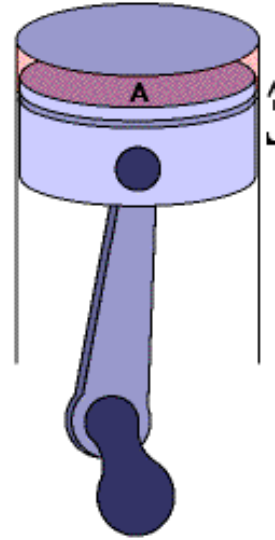
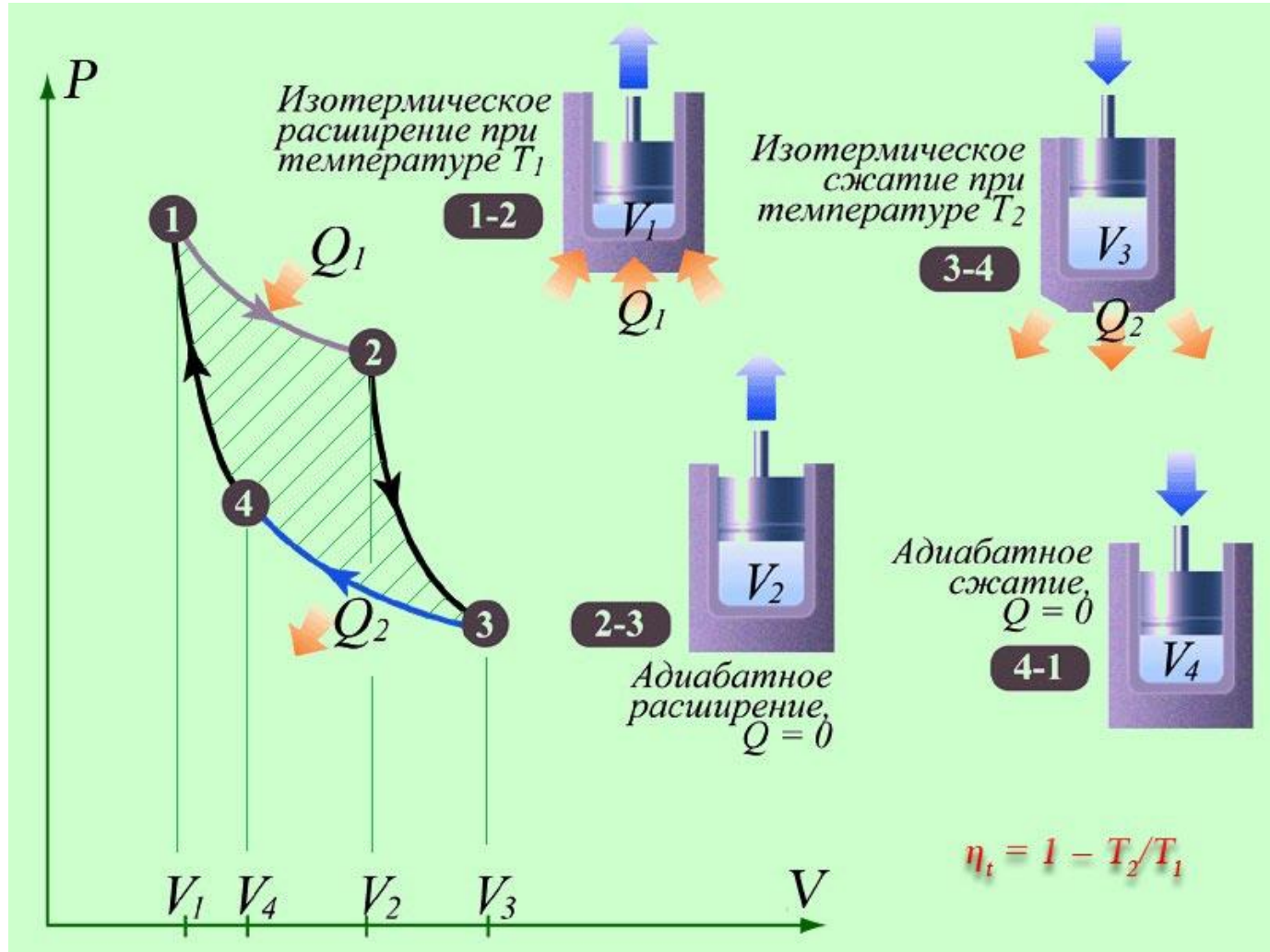
Karno sikli qaytar sikldir.

U to'rtta jarayondan iborat:

- ikkita izoterma
- ikkita izobara.



KARNO SIKLI



KARNO SIKLI

Birinchi jarayon – izotermik kengayish. Silindrning tubi issiqlik manbai bilan termik kontaktda bo'ladi. Sistema q_1 issiqlik oladi va ab chiziq bo'yicha izotermik kengayadi. Bunda u tashqaridan berilgan issiqlik hisobiga ish bajaradi. b nuqtada issiqlik manbai silindrdan ajratib qo'yiladi va sistema izolyatsiyalanadi.

Ikkinchi jarayon – adiabatik kengayish. Gaz tashqi muhit bilan issiqlik almashmay bc chiziq bo'yicha kengayadi, porshen siljiydi va gaz o'zining ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi. Bunda harorat va bosim pasayadi. Sistemaning harorati sovutgichning harorati T_2 ga yetgach, porshenning harakati c nuqtada to'xtaydi.

Uchinchi jarayon – izotermik siqilish. Porshen dastlabki holatiga shunchalik sekin qaytadiki, gaz sovutgish haroratida qoladi. Bunda tashqi kuchlar gaz ustidan ish bajaradi. Uning hajmi kamayadi, harorati o'zgarmay qoladi, bosim esa ortadi. d nuqtada Sistema termik izolyatsiya qilinadi.

To'rtinchi jarayon – adiabatik siqilish. Tashqi kuchlar tomonidan gazning siqilishi davom etadi, lekin bunda issiqlik almashinuv bo'lmaydi. Gazning hajmi kamayadi, harorat va bosimi ortadi. Harorat issiqlik manbaining haroratiga T_1 ga yetgach, siqilish jarayoni to'xtaydi va Karno sikli yopiladi.

KARNO SIKLI

Karno siklining termik foydai ish koeffitsiyenti.

$$\theta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

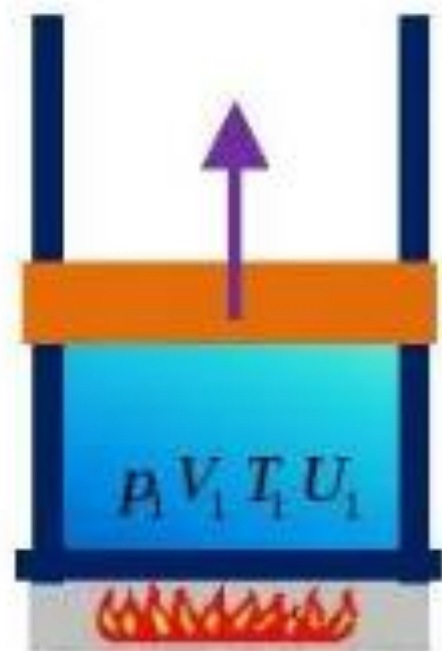
- 1) Karno siklining termik f.i.k. ish jismining xossalariga bog'liq emas, balki faqat absolyut haroratlar T_1 va T_2 ning qiymatlari bilan aniqlanadi.
- 2) Karno siklining termik f.i.k. qiymati T_1 ortishi va T_2 kamayishi bilan kattalashadi.
- 3) Karno siklining termik f.i.k. doimo birdan kichik bo'ladi, chunki $T_2 = 0$ yoki $T_2 = \infty$ bo'lgandagina birga teng bo'lishi mumkin.

Karno siklining termik f.i.k. ni oshirish uchun issiqlik manbai bilan sovutgich orasidagi haroratlar farqini iloji boricha kattalashtirish kerak.

TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni energiyaning bir turdan boshqa turga aylanadigan shart-sharoitlarni o'rganadi.

- 1) Issiqlikni mexanikaviy ishga aylantirish uchun issiqlik manbai va harorati shu manba haroratidan pastroq bo'lgan sovitkich bo'lishi, ya'ni haroratlarning farqi bo'lishi zarur.
- 2) Dvigatelga keltirilgan issiqlikning hammasini butunlay ishga aylantirib bo'lmaydi. Bu issiqlikning bir qismi harorati pastroq bo'lgan tashqi jismlarga o'tadi.
- 3) Issiqlik kamroq qizigan jismdan ko'proq qizigan jismga tashqi ish sarflamay turib o'z-o'zicha o'ta olmaydi.



$$p_1 V_1 T_1 U_1 (1) \Rightarrow p_2 V_2 T_2 U_2 (2)$$

Расширение газа при нагревании...

Работа газа

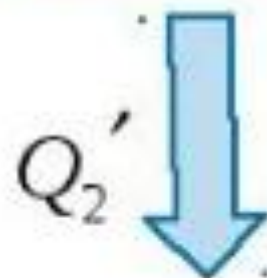
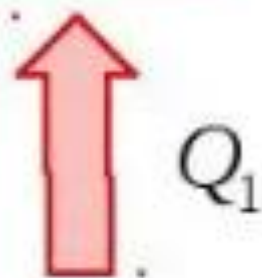
$$A_1 > 0$$

$$p_1 V_1 T_1 U_1 (1) \Leftarrow p_2 V_2 T_2 U_2 (2)$$

Сжатие газа и охлаждение до исходного состояния

Работа газа...

$$A_2 < 0$$



ВЕЧНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Первого рода

Будучи раз пущен в ход, совершал бы работу неограниченно долгое время, не заимствуя энергию извне

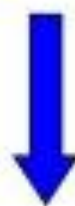


Противоречит закону сохранения и превращения энергии

НЕВОЗМОЖНЫ

Второго рода

Целиком превращал бы в работу теплоту, извлекаемую из окружающих тел



Противоречит второму началу термодинамики

Asosiy adabiyotlar

- 1 Uzoqov G'.N., Qodirov I.N., Isaxodjaev X.S. Temodinamika. O'quv qo'llanma. – T.: “Voris-nashriyot”, 2018, 190 bet.
- 2 Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Issiqlik texnikasining nazariy asoslari. O'quv o'llanma.-Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2010.
- 3 Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjayev X.S., Raximjonov R.T., Umarjonova F.Sh. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari to'plami. Uslubiy qo'llanma, 1-qism.-T.: Toshkent, ToshDTU, 2006.
- 4 S. Kleein., G.Nellis. Thermodynamics. Cambridge, 2012
- 5 Polihuk G.S., Gurovich B.M., Taktaeva L.N., Koroli M.A. Sbornik laboratorno`x rabot po distsipline: ”Teoreticheskie osnovo`teplotexniki”. Chast I. TashGTU. Tashkent, 2004
- 6 Zohidov R.A., Avezov R.R., Vardiyashvili A.B., Alimova M.M. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari», o'quv qo'l., 1 qism.-T.: TDTU, 2005.

Tavsiya qilinadigan qo'shimcha adabiyotlar

- 1 Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: “O'zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.
- 2 O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.
- 3 N. M. Usmoxo'jayev, B. N. Yoqubov, A. A. Qodirov, G. T. Sog'atov., Elektr ta'minoti. TTESI. Toshkent. 2007. 356 s.
- 4 Koroli M.A., Mavjudova SH.S. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar. Metodik ishlanma.-Tashkent.: TDTU, 2003.
- 5 Под ред. Захаровой А.А. Техническая термодинамика и теплотехника. –М.: Академия, 2006.
- 7 www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasining hukumat portali
- 8 www.catback.ru– xalqaro ilmiy maqola va o'quv materiallar sayti
- 9 www.google.ru– xalqaro o'quv materiallarining qidiruv sayti
- 10 www.ziyonet.uz– milliy o'quv materiallarining qidiruv sayti
- 11 <http://www.energystrategy.ru>
- 12 <http://www.uzenergy.uzpak.uz>
- 13 <http://www.rosteplo.ru>;
- 14 <http://www.awea.org> – The American Wind Energy Association

**E'TIBORINGIZ
UCHUN RAHMAT!**

