

# Holat parametrlari. Ideal gaz holat tenglamalari. Issiqlik sig'imi.

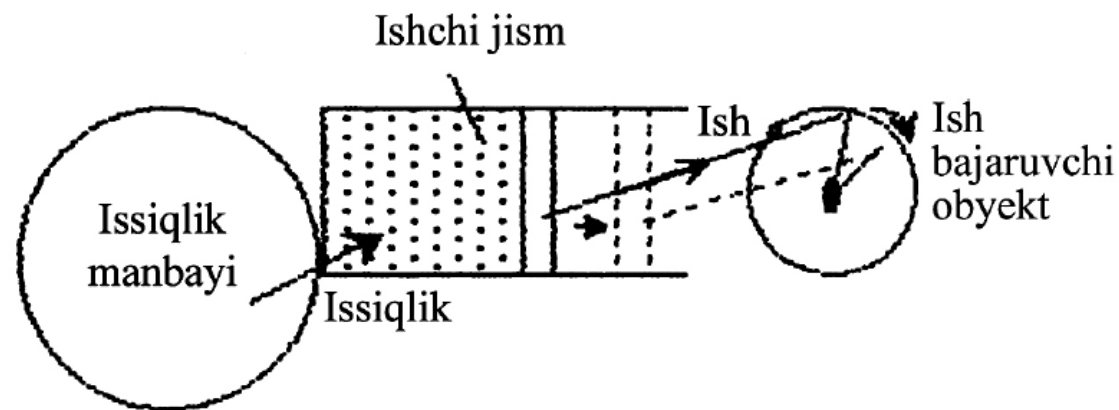


**TIQXMMI Elektr ta'minoti va qayta  
tiklanuvchan energiya manbalari kafedrası  
katta o'qituvchisi A.U. Voxidov  
E-mail: [akmalvokhidov@yahoo.com](mailto:akmalvokhidov@yahoo.com)**

# Ishchi jism va termodinamik tizim

Issiqlik – kuch qurilmalarida issiqlikni ishga aylantirishchi jism yordamida amalga oshiriladi. Ishchi jism gaz yoki bug' bo'lishi mumkin.

O'zaro va atrof-muhit bilan issiqlik almashinadigan jismlar majmuasiga termodinamik tizim deyiladi. Issiqlik energetikada elektr stansiyaning hamma mashinalari yoki issiqlik dvigatelining alohida qismlari va Ichida gaz joylashgan porshenli silindrlar termodinamik tizimga misol bo'la oladi.



Termodinamik tizim.

**Termodinamik tizim** – bu o'zaro va boshqa jismlar bilan energiya va modda almasha oladigan jismlar majmuidir. U ochiq, yopiq, yakkalangan va adiabatik bo'lishi mumkin.

Agar tizim boshqa tizimlar bilan energiya almasha olsa, ochiq termodinamik tizim (bunga misol – gaz-turbina qurilmasi), energiya almasha olmasa, yopiq termodinamik tizim (bunga misol – ichki yonuv dvigatelilari) deb yuritiladi.

Agar tizim atrof-muhit bilan o'zaro ta'sir etmasa – **yakkalangan termodinamik tizim**, agar tizim atrof-muhit bilan issiqlik almashmasa – **adiabatik tizim** deb yuritiladi.

# Asosiy termodinamik holat parametrlari

**Bosim.** Sirtning birlik yuzasiga tik ta'sir etuvchi kuchga bosim deyiladi.

$$P = \frac{F}{S} (Pa) = \frac{N}{m^2} \quad (1)$$

1 N/m<sup>2</sup> – bu birlik Paskal (1 Pa) deyiladi. 1 Pa unchalik katta bo'lmagani uchun texnikada kPa va MPa ishlatiladi.

1 kPa (kilopaskal) = 10<sup>3</sup> Pa.

1 MPa (megapaskal) = 10<sup>6</sup> Pa.

Bu birliklardan tashqari 1 bar = 10<sup>5</sup> Pa – bu bosim atmosfera bosimiga yaqin bo'lgan bosimdir.

Bosim o'lchov birliklaridan yana biri 1 kg kuch sm<sup>2</sup> (kg · k/sm<sup>2</sup>) yoki boshqa ko'rinishda quyidagicha yoziladi: kg/sm<sup>2</sup>, bu 1 kg/ sm<sup>2</sup> = 1 at bu texnik atmosfera deyiladi.

Bosim o'lchov birliklari orasida quyidagicha bog'lanish bor: 1 MPa = 10 bar = 10,2 at = 10<sup>6</sup> Pa.

**1 atm = 101,325 kPa = 760 mm sim.ust. = 10333 mm suv ust.**

Fizik atmosfera (1 atm) 0 °C haroratda 760 mm sim.ust. ga teng.

# Mutloq bosim

Agar biror idishdagi bosim atmosfera bosimidan yuqori bo‘lsa, unda mutlaq bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{\text{mut}} = P_{\text{bar}} + P_{\text{ort}} \quad (2)$$

Agar aksincha, idishdagi bosim atmosfera bosimidan kichik bo‘lsa, unda mutlaq bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{\text{mut}} = P_{\text{bar}} - P_{\text{vak}} \quad (3)$$

**Bosimning turli o‘lchov birliklari orasidagi nisbatni quyidagi jadval orqali ko‘rishimiz mumkin.**

Birlik-lar	Pa	bar	Kg k/sm <sup>2</sup>	mm sim. ust.	mm suv ust.
1 Pa	1	10 <sup>-5</sup>	1,02·10 <sup>-5</sup>	7,5024·10 <sup>-3</sup>	0,102
1 bar	10 <sup>5</sup>	1	1,02	7,5024·10 <sup>2</sup>	1,02·10 <sup>4</sup>
1 kg/sm <sup>2</sup>	9,8·10 <sup>4</sup>	0,98067	1	7,35·10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
1 mm sim. ust.	133,322	1,33322·10 <sup>-3</sup>	1,36·10 <sup>-3</sup>	1	13,6
1 mm suv ust.	9,8067	9,8067·10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	7,35·10 <sup>-2</sup>	1

# Harorat.

Harorat jismning qiziganlik darajasini ko'rsatadigan kattalikdir.

Harorat ikki xil bo'ladi:

1. **Mutlaq harorat** – T, K (Kelvin shkalasi).
2. **Emperik harorat** – t, °C (Selsiy shkalasi).

Haroratning qiymat sonini harorat shkalalari ko'rsatib beradi. Harorat shkalalari Selsiy (°C) yoki gradusli – Kelvin, Farengeyt va Reomeyur shkalalariga bo'linadi. Selsiy shkalasida asosiy reper nuqtalari qilib, muzning erish harorati 0°C va suvning qaynash harorati 100 °C qabul qilingan. Bu nuqtalardagi termometr ko'rsatkichining farqini 100 ga bo'lingandagi bir bo'lagi Selsiy gradusi (1°C) deb qabul qilinadi.

## Harorat.

Asosiy termodinamik parametr bo‘lib, mutlaq harorat hisoblanadi va u  $T$  bilan belgilanadi, Kelvinda o‘lchanadi. Amalda esa har bir asbob Selsiy gradusida o‘lchab beradi. Shuning uchun ularning orasidagi bog‘lanishni quyidagicha yozamiz:

$$T \text{ K} = t \text{ }^\circ\text{C} + 273,16.$$

Molekulalarning o‘rtacha kinetik energiyasiga proporsional bo‘lgan haroratga mutlaq harorat deyiladi.

Angliya va AQSHda qo‘llaniladigan Farengeyt shkalasida muzning erish harorati  $32 \text{ }^\circ\text{F}$  va qaynash harorati  $212^\circ\text{F}$  deb qabul qilingan, demak,

$$t^\circ\text{C} = 5/9 (t \text{ }^\circ\text{F} - 32) \qquad t^\circ\text{F} = 9/5 t \text{ }^\circ\text{C} + 32$$

## **Solishtirma hajm.**

Jismning massa birligiga teng boʻlgan hajm- ga solishtirma hajm deyiladi:

$$v = V / m, \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Zichlik ( $\rho$ ) – solishtirma hajmga teskari boʻlgan kattalikdir.

$$\rho = 1/v, \text{ kg/m}^3$$

## **Ideal gazning holat tenglamasi**

### **Ideal gazlarda:**

1. Gaz molekullari orasida oʻzaro tortishish kuchlari mavjud emas.
2. Gaz molekullarining oʻlchamlari hisobga olinmasa ham boʻladigan darajada kichik.
3. Gaz molekullarining oʻzaro toʻqnashuvi xuddi elastik sharlarning toʻqnashuvidek sodir boʻladi.

Siyraklashtirilgan real gazlarning xossalari ideal gazga yaqin (masalan: He – geliy).

# Ideal gazning holat tenglamasi

Boyl-Mariott qonuni: harorat o'zgarmas bo'lganda, bosim o'zgarishi hajm o'zgarishiga teskari proporsional:  $Pv = \text{const}$ .

Gey-Lyussak qonuni: bosim o'zgarmas bo'lganda, hajm o'zgarishi harorat o'zgarishiga to'g'ri proporsional:

$$\frac{v}{T} = \text{const}$$

Sharl qonuni: hajm o'zgarmas bo'lganda, bosim o'zgarishi hajm o'zgarishiga to'g'ri proporsional:

$$\frac{P}{T} = \text{const}$$

1834-yilda Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonuni asosida Klapeyron ideal gazning holat tenglamasi keltirib chiqaradi:

$$\frac{Pv}{T} = \text{const}$$

Gazning mutlaq bosimini hajmiga ko'paytmasining mutlaq haroratga nisbati o'zgarmaydi va u  $R$  bilan belgilanadi. Bu kattalik gaz doimiysi deb ataladi:

$$\frac{Pv}{T} = R; \quad Pv = RT$$



## ГАЗЛАР АРАЛАШМАСИ. ДАЛТОН ҚОНУНИ.

Иш жисми кўпинча бир неча газларнинг (компонентлар) аралашмасидан иборат бўлади. Масалан, ички ёнув двигателларида таркибига **водород, кислород, углерод 2-оксид, азот, карбонат ангидрид ва сув буғлари** кирадиган ёниш маҳсулотлари иш жисми ҳисобланади.

Газлар аралашмаларининг барча таркибий қисмлари қисмлари **бир хил ҳарорат ва бир хил тўла ҳажмга** эга бўлади.

Агар газлар аралашмаси таркибига кирувчи ҳар қайси компонент, барча аралашма каби, идеал газнинг ҳолат тенгламасига бўйсунди, деб ҳисобласак, аралашмадаги ўзаро реакцияга киришмайдиган айрим-айрим компонентларнинг босимлари **Дальтон қонунига** бўйсунди; бу қонунга кўра *газлар аралашмасининг босими айрим компонентлар парциал босимларининг йиғиндисига тенг:*

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n \quad (1)$$

Газлар аралашмасидаги бирор компонент аралашма температурасида бўлиб, бир ўзи шу аралашма эгаллаган ҳажмни тўлдирганда кўрсатадиган босими айни компонентнинг **парциал босими** дейилади. Дальтон қонуни идеал газлар учун тўғри келади.

# ARALASHMA TARKIBINI IFODALASH USULLARI.

## Massaviy ulushlar.

Gazlar ishchi aralashmasining tarkibi shu aralashma tarkibiga kiruvchi har qaysi komponentning miqdori bilan aniqlanadi. Aralashmaning tarkibi massaviy yoki hajmiy ulushlar bilan beriladi.

Agar massasi  $m$  bo'lgan aralashma  $n$  komponentdan tarkib topgan bo'lsa, u holda aralashmadagi ayrim komponentlarning massaviy ulushlari quyidagiga teng bo'ladi:

$$g_1 = \frac{m_1}{m}; g_2 = \frac{m_2}{m}; \dots; g_n = \frac{m_n}{m}.$$

Gazlar aralashmasidagi ayrim komponentlar massalarining yig'indisi barcha aralashmaning yig'indisiga teng:

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$

Gazlar aralashmasidagi ayrim komponentlar massaviy ulushlarining yig'indisi **birga** teng:

$$g_1 + g_2 + \dots + g_n = 1$$

# ARALASHMA TARKIBINI IFODALASH USULLARI.

## Hajmiy ulushlar.

Agar  $n$  komponentdan tarkib topgan aralashma **hajmi**  $V$  bo'lsa, u holda aralashmadagi ayrim komponentlarning hajmiy ulushlari quyidagiga teng bo'ladi:

$$r_1 = \frac{V_1}{V}; r_2 = \frac{V_2}{V}; \dots; r_n = \frac{V_n}{V}.$$

Gazlar aralashmasidagi ayrim komponentlar parsial hajm yig'indisi aralashmaning **to'la hajmiga** teng:

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

Gazlar aralashmasidagi ayrim komponentlar hajmiy ulushlarining yig'indisi **birga** teng.

Massaviy va hajmiy ulushlar orasidagi quyidagi bog'lanish mavjud:

$$r_i = \frac{g_i R_i}{R}.$$

Aralashmaning gaz doimiysi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$R = \frac{m_1 R_1 + m_2 R_2 + m_3 R_3}{m}.$$

$$R = g_1 R_1 + g_2 R_2 + g_3 R_3.$$

# ISSIQLIK SIG'IMI.

Jism haroratining bir gradusga o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori *jismning issiqlik sig'imi* deyiladi.

## O'rtacha va haqiqiy issiqlik sig'implari.

Jismning haroratini  $1^\circ$  ga oshirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori  $q$  shu jismning  $T_1-T_2$  haroratlar oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi  $C_m$  deyiladi:

$$C_m = \frac{q}{T_2 - T_1}.$$

Haroratlar farqi  $T_1-T_2$  kamayganda o'rtacha issiqlik sig'imi haqiqiy issilik sig'imiga yaqinlashadi.

Agar jismga cheksiz kichik issiqlik miqdori  $dq$  berilgan va jismning harorati  $T$   $dT$  qiymatga ortgan bo'lsa,

$$c = \frac{dq}{dT}$$

nisbat jismning  $T$  haroratdagi haqiqiy issiqlik sig'imini ifodalaydi.

# ISSIQLIK SIG'IMI.

## Solishtirma issiqlik sig'imi.

Moddaning **miqdor birligi** haroratini **bir gradusga** o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori *solishtirma issiqlik sig'imi* deyiladi.

Tanlangan birliklarga qarab turlicha issiqlik miqdorlari bo'ladi:

- 1) 1 *kg* modda massasiga nisbatan olingan va  $j/(kg \cdot grad)$  bilan o'lchanadigan solishtirma massaviy issiqlik sig'imi:

$$c = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

- 2) 1  $m^3$  modda massasiga nisbatan olingan va  $j/(m^3 \cdot grad)$  bilan o'lchanadigan solishtirma hajmiy issiqlik sig'imi:

$$C = \frac{1}{V} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

- 3) 1 *mol*ga nisbatan olinadigan va  $j/(mol \cdot grad)$  bilan o'lchanadigan solishtirma hajmiy issiqlik sig'imi:

$$C_{\mu} = \frac{\mu}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

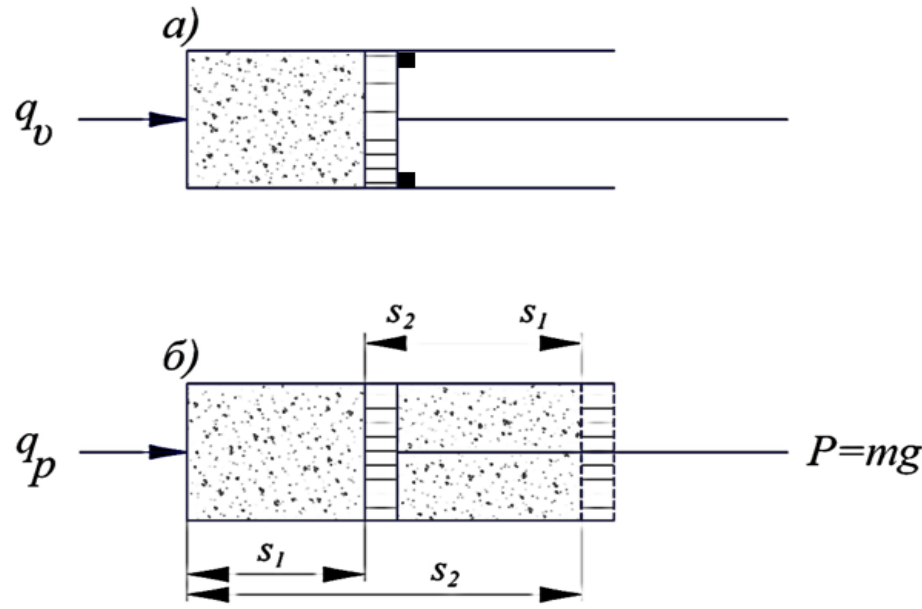
# ISSIQLIK SIG'IMI.

## O'zgarmas hajm va o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi.

Bir gazning o'zini bir xil sharoitda bir xil haroratgacha qizdirilganda izobaraviy jarayonda izoxoraviy jarayondagiga qaraganda ko'p issiqlik sarflash kerak bo'ladi.

Gaz izoxoraviy isitilganda uning hajmi kengaymaydi. Binobarin, u tashqi kuchlarga qarshi ish bajarmaydi.

Gaz izobaraviy isitilganda kengayib porshenga ta'sir etuvchi tashqi kuchni yengib o'tadi, ya'ni ish bajaradi.



Иссиқлик сифимини аниқлаш: а) изохоравий жараёнда; б) изобаравий жараёнда

# ISSIQLIK SIG'IMI.

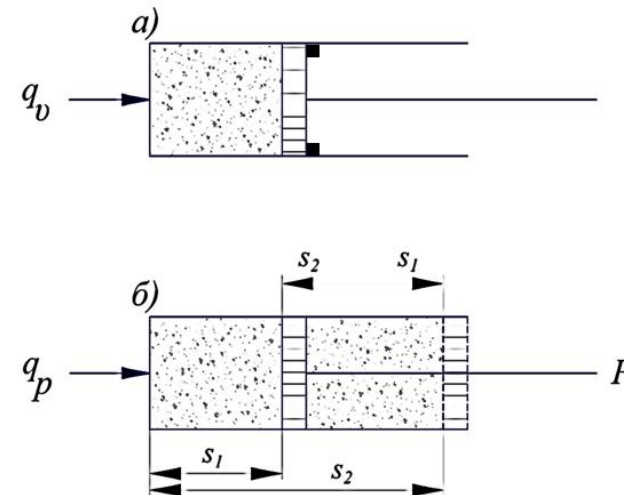
## O'zgarmas hajm va o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi.

Birinchi silindrda gaz kengaymaydi va ish bajarilmaydi. Jarayon oxirida gazning parametrlari  $p_2$ ,  $v_2$ ,  $T_2$  qiymatlarga ega bo'ladi. Izoxoraviy jarayonda berilgan barcha issiqlik harorat bilan bosimning oshishiga sarflanadi.

Ikkinchi silindrda gazga berilgan issiqlik  $q_p$  shunday taqsimlanadi: uning bir qismi gaz haroratining ko'tarilishiga, ikkinchi qismi esa tashqi ish bajarishga sarflanadi.

Ikkala silindrda ham gaz bir xil haroratga qadar qizigani uchun ikkinchi holda issiqlik bajarilgan ish miqdori  $l$  qadar ko'p sarflangan:

$$q_p = q_v + l \quad \rightarrow \quad q_p > q_v; \quad c_p > c_v.$$



# ISSIQLIK SIG'IMI.

## **Gazlar aralashmasining issiqlik sig'imi.**

Issiqlik texnikaviy hisoblashlarda *gazlar aralashmasining issiqlik sig'imini* aniqlashga to'g'ri keladi. 1 kg gazlar aralashmasini qizdirishga ketadigan issiqlik aralashmadagi ayrim komponentlarni qizdirishga sarflangani sababli aralashmaning issiqlik sig'imi aralashmani tashkil etuvchi komponentlarning issiqlik sig'implari bilan ularning massaviy yoki hajmiy ulushlari ko'paytmasining yig'indisiga teng.

Agar aralashmaning tarkibi gazning massasi bo'yicha berilgan bo'lsa, u holda aralashmaning issiqlik sig'imi ushbu tenglikdan aniqlanadi:

$$c_{ap} = c_1 \cdot g_1 + c_2 \cdot g_2 + \dots + c_3 \cdot g_3$$

yoki

$$c_{ap} = \sum_{i=1}^n (c_i \cdot g_i),$$

bunda  $c_i$  – aralashma komponentining massaviy issiqlik sig'imi;

$g_i$  – aralashma komponentining massaviy ulushi.

Agar aralashmaning tarkibi hajmiy ulushlarda berilgan bo'lsa, u holda aralashmaning hajmiy issiqlik sig'imi quyidagi formuladan hisoblab topish mumkin.

$$c_{ap} = \sum_{i=1}^n C_i \cdot r_i,$$

bunda  $r_i$  – aralashma komponentining hajmiy ulushi.



## Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati:

Uzoqov G'.N., Qodirov I.N., Isaxodjaev X.S. Temodinamika. O'quv qo'llanma. – T.: “Voriz-nashriyot”, 2018, 190 bet.

Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Issiqlik texnikasining nazariy asoslari. O'quv o'llanma.-Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashiriyoti, 2010.

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.

S. Kleein., G.Nellis. Thermodynamics. Cambridge, 2012

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

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.