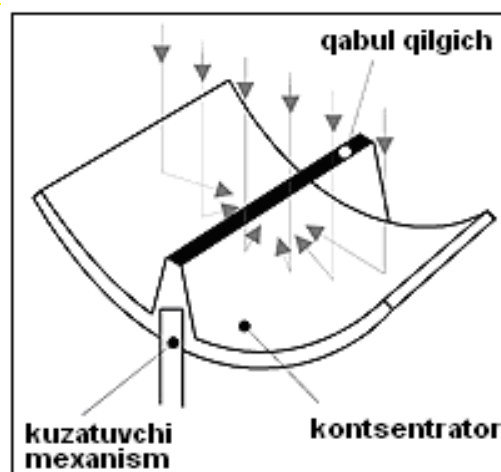
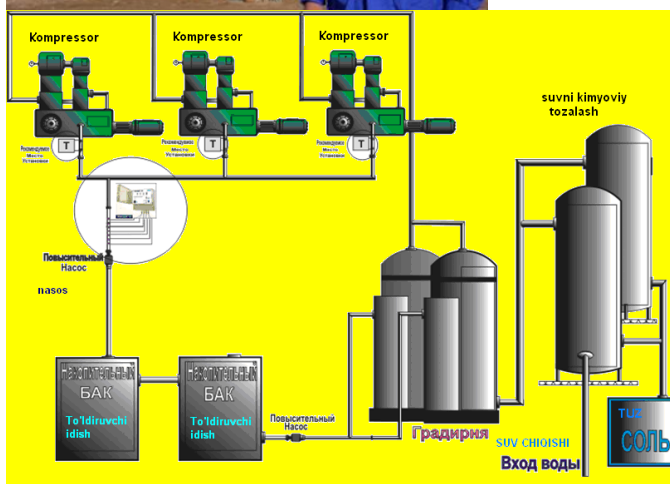
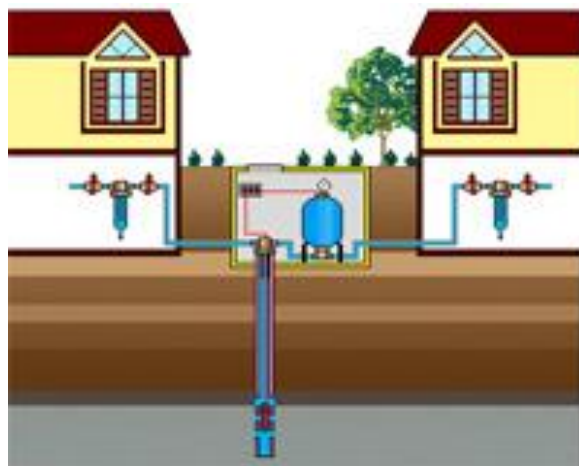


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG'LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI

**OLIY VA O'RTA TIBBIY TA'LIM BO'YICHA
O'QUV – USLUB IDORASI**

**TOSHKENT FARMATSEVTIKA INSTITUTI
SANOAT FARMATSIYA FAKULTETI
“BIOTEXNOLOGIYA” KAFEDRASI**



«KIMYOVIY JARAYONLAR ENERGOTEXNOLOGIYASI» FANIDAN

**«BIOTEHNOLOGIYA» YO'NALASHI
2 KURS TALABALARI UCHUN AMALIY MASHG'ULOTLARI VA
LABORATORIYA ISHLARI UCHUN
O'QUV – USLUBIY QO'LLANMA**

Toshkent 2009 y.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG'LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI

**OLIY VA O'RTA TIBBIY TA'LIM BO'YICHA
O'QUV – USLUB IDORASI**

TOSHKENT FARMATSEVTIKA INSTITUTI

“BIOTEXNOLOGIYA” KAFEDRASI

“TASDIQLAYMAN”

**O'zR SSV Kadrlar va o'quv yurtlari
bosh boshqarmasi boshlig'i
prof. Sh.E.Atahanov**

«__» _____ 2009 y.

**«KIMYOVIY JARAYONLAR ENERGOTEXNOLOGIYASI»
FANIDAN**

**«BIOTEHNOLOGIYA» YO'NALASHI
2 KURS TALABALARI UCHUN AMALIY MASHG'ULOTLARI VA
LABORATORIYA ISHLARI UCHUN
O'QUV – USLUBIY QO'LLANMA**

Toshkent 2009 y

Tuzuvchilar:

Toshkent farmatsevtika instituti tomonidan:

F.f.d., prof. X.M.Komilov

F.f.n., katta o'qituvchi. F.X. To'xtaev

Taqrizchilar:

O'zR FA S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyosi instituti tomonidan:

t.f.d. M.Xudoyberdiev

Toshkent farmatsevtika instituti tomonidan:

Organik va biologik kimyo kafedrasida dotsenti,

k.f.n. O.Sultonkulov.

O'quv uslubiy qo'llanma Toshkent farmatsevtika institutining Biotexnologiya kafedrasida muhokama qilingan (9-sonli majlis bayoni, 22 dekabr 2008 yil).

O'quv uslubiy qo'llanma Toshkent farmatsevtika instituti sanoat farmatsiyasi fakulteti monotematik komissiyasida muhokama qilingan (5-sonli majlis bayoni, 12 yanvar 2009 yil).

O'quv qo'llanma Markaziy uslubiy kengashda muhokama qilindi va tasdiqlandi (" 28 " aprel 2009 yildagi № ____ – sonli majlis bayonnomasi).

Rais

N.Olimov

O'quv qo'llanma institut Ilmiy kengashida muhokama qilindi va tasdiqlandi " ____ " aprel 2009 yil № ____ – sonli majlis bayonnomasi.

Qisqacha annotatsiya

Yurtimizning intensiv rivojlanishi, taraqqiyoti, kelajak yo'lidagi mustaqil Respublikamiz yoshlarining ongli, malakali, bilimli va ziyoli bo'lishlari muhim ahamiyatligini inobatga olib, 1997 yil 29 avgust Oliy majlisning IX sessiyasida «Ta'lim to'g'risida» va «Kadrlar tayyorlashning milliy dasturi» qarorlari asosida juda muhim vazifalar qo'yildi. Bu ishlarni ro'yobga chiqarish - bilim, tajriba, sabr-toqat va ilmiy nuqtai nazaridan qarab, g'ayrat, shijoat bilan ishlashimizni taqozo etadi, xususan talabalarimiz bilim olishlari uchun juda ko'plab kitoblar, qo'llanmalar, ko'rsatmalar yozilishi va undan ular samarali foydalanishlari lozimdir.

Yozilgan ushbu o'quv-uslubiy qo'llanma «Kimyoviy jarayonlar energotexnologiyasi» fanini o'zlashtirishga oid bo'lib, issiqlik almasinish jarayonlarida o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash, harorat va bosim o'lchash asboblari, nam havoning parametrlarini, havoning izobarik issiqlik sig'irlarini aniqlashlarga va turli termodinamik tizimlarni taxlil qilishga oid amaliy mashg'ulotlar, shuningdek moddaning holat parametrlari va ularni o'lchash asboblari, kompressor moslamasining hisobi va issiqlik almashinish jarayonlarida o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlashga oid laboratoriya ishlari bo'lib, ularni amalga oshirish natijasida olgan bilimlarini o'zlarining yo'nalishlari bo'yicha qo'llash uchun ko'nikmalar hosil qilish imkoniga ega bo'ladilar degan umiddamiz.

Mazkur o'quv-uslubiy qo'llanma biotexnologiya, sanoat farmatsiyasi va kosmesevtika yo'nalishlari bo'yicha bakalavrlar tayyorlash o'quv rejasiga ko'ra "Kimyoviy jarayonlar energotexnologiyasi" va "Energotexnologiya" fanlari bo'yicha tuzilgan namunaviy dasturlar asosida tayyorlangan. O'quv-uslubiy qo'llanmada fanning mohiyati va vazifalari, issiqlik texnikasi, texnik termodinamika va issiqlik texnikasining termodinamikasi, kimyo texnologik tizimlarini tahlil qilish usullari, energotexnologiyaning asosiy qonuniyatlari, farmatsevtika va kimyo sanoatida ishlatiladigan issiqlik moslamalari, ularni issiqlik hisobini echish usullari, turli tizimlarni nazorat qilish va boshqarish, shuningdek turli ko'rsatkichlarini hisoblash haqida ma'lumotlar berilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy qo'llanma 12 soatga mo'ljallangan laboratoriya ishlarini va 24 soat amaliy mashg'ulotlarini o'z ichiga oladi.

O'quv-uslubiy qo'llanma tuzishda asosan keyingi yillarda Rossiya va hamdo'stlik mamlakatlarida chop etilgan shu fanga oid adabiyotlardan va internet ma'lumotlaridan foydalanilgan.

O'quv-uslubiy qo'llanmani tayyorlashda O'zbekiston Respublikasi "Ist'edod" Prezident Jamg'armasida olgan bilim va malakalar o'z aksini topgan.

Xalqaro birliklar sistemasining asosiy, qo`shimcha va ba'zi muhim hosilaviy birliklari

№	Kattalik nomi	Birliklar nomi	Birlik belgisi
Asosiy kattaliklar			
1.	Uzunlik	metr	m
2.	Massa	kilogramm	kg
3.	Baqt	sekund	s
4.	Elektr toki kuchi	Amper	A
5.	Termodinamik temperatura	Kelvin	K
6.	Modda miqdori	Mol	mol
7.	Yorug`lik kuchi	kandela	kd
Qo`shimcha kattaliklar			
1.	Yassi burchak	radian	rad
2.	Fazoviy burchak	steradian	sr
Hosilaviy birliklar			
1.	Yuza	Metr kvadrat	m ²
2.	Zichlik	Kilogram taqsim metr kub	kg/m ³
3.	Kinematik qovushqoqlik	Metr kvadrat taqsim sekund	m ² /s
4.	Dinamik qovushqoqlik	Paskal sekund	Pa·s.
5.	Quvvat	Vatt	Vt
6.	Hajm, sig`im	Metr kub	m ³
7.	Tezlik	Metr taqsim sekund	m/s
8.	Tezlanish	Metr taqsim sekund kvadrat	m/s ²
9.	Burchak tezlik	Radian taqsim sekund	rad/s
10.	Burchak tezlanish	Radian taqsim sekund kvadrat	rad/s ²
11.	Kuch	Nyuton	N
12.	Bosim, mexanik kuchlanish	Paskal	Pa
13.	Ish, energiya, issiqlik miqdori	Joul	J
14.	Entropiya	Joul taqsim Kelvin	J/K
15.	Solishtirma issiqlik sig`imi	Joul taqsim kilogramm-Kelvin	J/kg·K
16.	Issiqlik uzatish koeffitsienti	Vatt taqsim metr kvadrat-Kelvin	Vt/(m ² ·K)
17.	Issiqlik o`tkazuvchanlik	Vatt taqsim metr-Kelvin	Vt/(m·K)
18.	Sirt taranglik	Joul taqsim metr kvadrat	J/m ²
19.	Diffuziya koeffitsienti	Metr kvadrat taqsim sekund	m ² /s
20.	Entalpiya	Joul taqsim kilogramm	J/kg

Birliklar orasidagi nisbatlar

№	Kattalik nomi	SI ga binoan birligi	SI birliklariga o`tkazish koeffitsientlari
1.	Uzunlik	m	$1\text{mkm} = 10^{-6}\text{m}$ $1\text{A}^0 = 10^{-10}\text{m}$
2.	Og`irlik kuchi	N	$1\text{kgk} = 9,81\text{ N}$ $1\text{din} = 10^{-5}\text{N}$
3.	Dinamik qovushqoqlik	Pa s	$1\text{P (Puaz)} = 10^{-1}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ $1\text{sP} = 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ $1\frac{\text{kgk}\cdot\text{s}}{\text{m}^2} = 9,81\text{ Pa}\cdot\text{s}$
4.	Kinematik qovushqoqlik	m ² /s	$1\text{st (stoks)} = 10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$
5.	Bosim	Pa	$1\text{din}/\text{sm}^2 = 0,1\text{ Pa}$ $1\frac{\text{kgk}\cdot\text{s}}{\text{sm}^2} = 1\text{atm} = 9,81\cdot 10^4\text{ Pa} = 735\text{mm s.u.}$ $1\frac{\text{kgk}\cdot\text{s}}{\text{m}^2} = 9,81\text{ Pa}$ $1\text{atm.} = 1,033\text{kgk}/\text{m}^2 = 1,01\cdot 10^5\text{Pa} = 10,33\text{m.s.u.}$ $1\text{bar.} = 10^5\text{ Pa}$
6.	Quvvat	Vt	$1\text{kgk}\cdot\text{m}/\text{s} = 9,81\text{ Vt}$ $1\text{erg}/\text{s} = 10^{-7}\text{Vt}$ $1\text{kkal}/\text{soat} = 1,163\text{ Vt}$
7.	Zichlik	kg/m ³	$1\text{kgk}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4 = 9,81\text{ kg}/\text{m}^3$ $1\text{t}/\text{m}^3 = 1\text{kg}/\text{dm}^3 = 1\text{g}/\text{sm}^3 = 10^3\text{ kg}/\text{m}^3$
8.	Ish, energiya, issiqlik miqdori	Joul	$1\text{kgk}\cdot\text{m} = 9,81\text{ J}$ $1\text{erg} = 10^{-7}\text{ J}$ $1\text{kVt}\cdot\text{soat} = 3,6\cdot 10^5\text{ J}$ $1\text{kkal} = 4187\text{ J} = 4,19\text{ kJ}$
9.	Issiqlik berish va o`tkazish koeffitsientlari	Vt/(m ² ·K) Vt/(m ² ·°C)	$1\text{kkal}/\text{m}^2\cdot\text{soat}\cdot^{\circ}\text{C} = 1,163\text{ Vt}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
10.	Solishtirma og`irlik	N/m ³	$1\text{kgk}/\text{m}^3 = 1,163\text{ N}/\text{m}^3$
11.	Solishtirma issiqlik sig`imi	J/(kg·K) Vt/(kg·°C)	$1\text{kkal}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C} = 4,19\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ $1\text{erg}/\text{kg} = 10^{-4}\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
12.	Issiqlik o`tkazuvchanlik koeffitsienti	Vt/(m·K) Vt/(m·°C)	$1\text{kkal}/\text{m}\cdot\text{soat}\cdot^{\circ}\text{C} = 1,163\text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{K})$
13.	Solishtirma entalpiya	J/kg	$1\text{kkal}/\text{kg} = 1\text{kal}/\text{g} = 4,19\text{ kJ}/\text{kg}$

1 – Laboratoriya ishi.

Moddaning holat parametrlari va ularni o'lchash asboblari.

Ishning maqsadi:

- Bosim o'lchash asboblari bilan tanishish va ishlash prinsipini o'rganish
- Temperatura o'lchash asboblari bilan tanishish va ishlash prinsipini o'rganish
- Absolyut bosim va absolyut temperaturaga bog'liq bo'lgan masalalar va misollarni yechish

Ishning ahamiyati:

Ishchi jismning holat parametrlarini o'rganish, bosim va temperatura o'lchash asboblariidan foydalanishni o'rganish.

Ishning nazariy qismi

Ishchi jismning (modda) asosiy termodinamik holat parametrlariga: bosim (R), hajm (V) va temperatura (T) kiradi.

Bosim, bosim o'lchash asboblari.

Bosim qiymati jihatidan bir birlik yuzaga (S) ta'sir etuvchi kuchga (F) teng.

$$P=F/S$$

Texnikada bosim quyidagi ko'rinishda ishlatiladi:

- Barometr (atmosfera) bosim – P_{bar}
- Manometrik (ortiqcha) bosim – P_{man}
- Vakuometrik (vakuum) bosim – P_{vak}
- Absolyut bosim – P_a

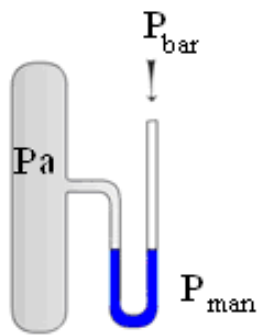
Bosim o'lchash uchun manometrlar qo'llaniladi, ular quyidagi turlarga bo'linadi:

1. vakuumetr – vakuum (siyraklanish) o'lchash uchun;
2. ortiqcha bosim manometrlari – atmosferadan yuqori bosimni o'lchash uchun;
3. manovakuometr – ortiqcha va vakuum (musbat va manfiy) bosim o'lchash uchun;
4. barometr – atmosfera bosimini o'lchash uchun;
5. tyagomer – kichik vakuum o'lchash uchun;
6. naporometr – kichik ortiqcha bosim o'lchash uchun;

Ishlash prinsipiga asoslanib manometrlar quyidagi turlarga bo'linadi: prujinali, porshenli, elektrli va ishchi jismi suyuqlik bo'lgan manometrlar.

Xaqiqiy yoki absolyut bosim quyidagicha hisoblanadi: Agar idish ichida bosim atmosfera bosimiga teng bo'lsa (1-1 rasm) unda:

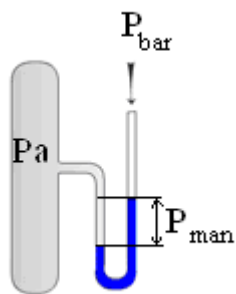
$$P_a = P_{\text{bar}}$$



rasm (1-1)

Agar idish ichida bosim atmosfera bosimidan ortiq bo'lsa (1-2 rasm) unda:

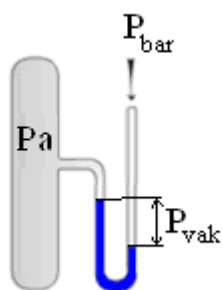
$$P_a = P_{\text{bar}} + P_{\text{man}}$$



rasm (1-2)

Agar idish ichida bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa (1-3 rasm) unda:

$$P_a = P_{\text{bar}} - P_{\text{vak}}$$



rasm (1-3)

Manometrlar

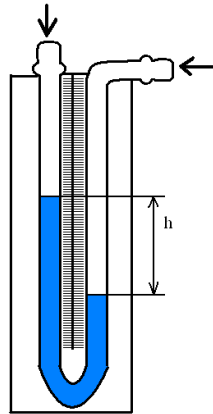
Ishchi jism suyuqlik bo'lgan manometrlar

Sanoatda, ishlash prinsipi sodda va aniqligi katta bo'lgani uchun, ishchi jismi suyuqlik bo'lgan manometrlar (suyuqlik manometrlari) keng qo'llaniladi. Ular shisha quvrlardan yasalgan bo'lib, ishchi suyuqlik sifatida simob, etil spirti va tozalangan suv ishlatiladi. Ular yordamida gazlarning bosimlar farqi

o'lchanadi. Bu turdagi manometrlar quydagilarga bo'linadi;

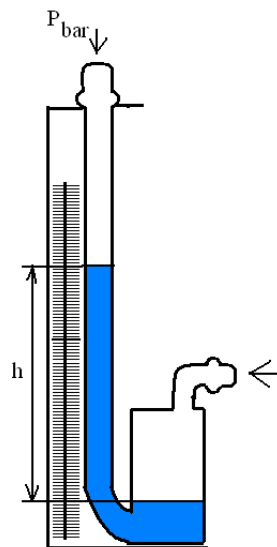
- ikki quvrli (U – simon);
- bir quvrli (idishchali);
- ko'p chegarali mikromanometr bilan egilgan quvr;

Ikki quvrli yoki U – simon manometrning sxemasi 1-4 rasmda ko'rsatilgan. Uning shkalasi odatda mm.sm.ust. yoki mm.suv.ust. bo'ladi. Manometrning bir uchi bosim ulchanadigan muhitga ulaniladi, ikkinchi uchi esa atmosferadagi havo bilan bog'liq bo'ladi.



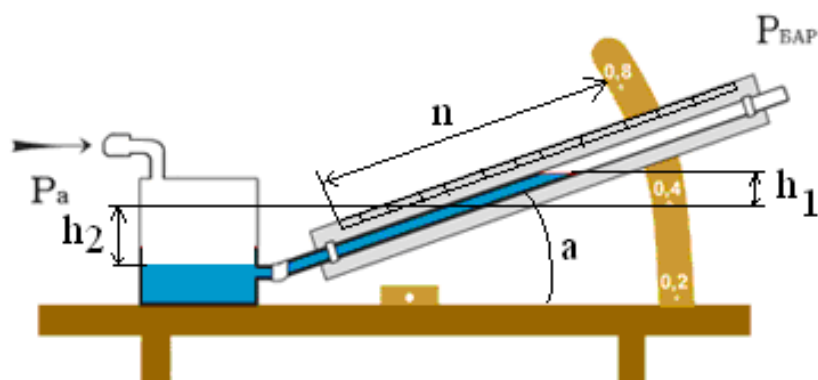
rasm (1-4)

Suyuqlik manometrlarning ikkinchisi – bir quvrli yoki idishchali, bu manometrda quvrlarning bittasi idishcha bilan almashtirilgan (rasm 1-5) bo'ladi.



rasm (1-5)

Katta aniqlikda gazlarning kichik bosimlarini o'lchash uchun ko'p chegarali egilgan quvr bilan mikromanometr ishlatiladi (1-6 rasm).



rasm (1-6)

U- simon va idishchali manometr bilan bosim o'lchaganda, bu asboblardagi suyuqliklarni balandliklar farqi (h) bilan (mm.) aniqlanadi.

$$h = h_1 + h_2$$

Mikromanometrda esa havoning siyraklashuvini hisoblanadi,

$$h = h_1 + h_2 \quad \text{bu yerda } h_1 = n \sin \alpha; \quad h_2 \text{ -- hisoblanmaydi.}$$

Prujinali manometrlar

Prujinadi manometrlardan ishlab chiqarishda yuqori bosim va for-vakuumlarni o'lchashda keng qo'llaniladi. Bu turdagi asboblarning ishlash prinsipi maxsus prujinalarning elastik deformatsiyasiga asoslangan elliptik quvrndan bir aylana prujinali manometr ko'rsatilgan. Bosim ostida elliptik quvrli prujina tekislanadi va ko'rsatkichning sektorli mexanizmiga ta'sir qiladi. Xalqaro (SI) sistemada bosim birligi «Paskal» (Pa): $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ deb qabul qilingan. Sanoatdagi manometrlar esa boshqa birliklarda belgilangan bo'lishi mumkin. 1-1 jadvalda bosim birliklarining bog'liqligi ko'rsatilgan.

1–1 jadval

Bosim birliklari	Pa	Bar	mm.sm.ust.	mm.suv.ust.	kg*k/cm ²	Ibf/in ²
Pa	1	10^{-5}	$7,5 \cdot 10^{-3}$	0,102	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$1,45 \cdot 10^{-4}$
Bar	10^5	1	$7,5 \cdot 10^2$	$1,02 \cdot 10^4$	1,02	14,5
mm.sm.ust.	133,3	$1,33 \cdot 10^{-3}$	1	13,6	$1,36 \cdot 10^{-3}$	$1,93 \cdot 10^{-2}$
mm.suv.ust.	9,807	$9,08 \cdot 10^{-5}$	$7,35 \cdot 10^{-3}$	1	10^{-4}	$1,42 \cdot 10^{-3}$
kg*k/cm ²	$9,08 \cdot 10^4$	0,98067	$7,35 \cdot 10^2$	10^4	1	14,223
Ibf/in ²	$6,89 \cdot 10^3$	$6,89 \cdot 10^{-3}$	52,2	$7,03 \cdot 10^2$	$7,03 \cdot 10^{-2}$	1

Suyuqlik manometrlarning ko'rsatkichi suyuqlikning temperaturasiga bog'liq bo'lgani uchun tuzatma koeffitsienti kiritilishi kerak. Masalan, simob uchun:

$$P_0 = P_1(1 - 0,000172t)$$

bu yerda: P_0 – asbobning 0°S da keltirilgan ko'rsatkichi,

P_1 – havoning I temperaturadagi asbobning ko'rsatkichi

0,000172 —simobning hajmiy kengayish koeffitsienti, 1/grad.

Harorat (temperatura) to'g'risida tushuncha va uni o'lchash asboblarining ishlash jarayonlari.

Temperatura jismning holat parametrlaridan biri bo'lib uning issiqlik darajasini xarakterlaydi.

Harorat jismlarni qizitilganlik darajasini ham belgilaydi va u issiqlikni o'z – o'zidan uzatilishi yo'nalishini aniqlaydi. Haroratni son qiymatini aniqlash termometrlar yordamida amalga oshiriladi. Ularning qo'llanilishi turli darajali isitilgan moddalar orasidagi issiqlik almashinuvi xodisalariga va moddalarning qizigandagi fizik xususiyatini qiymatlariga asoslanadi.

Haroratni o'lchov birligi «gradus» deb ataladi. 1976 yildan boshlab haroratni ikki shkalasi: termodinamik va amaliy harorat shkalasi amal qiladi. Bu shkalalar harorat 0,01 dan 10000 K gacha o'lchashni bir xilligini ta'minlash uchun mo'ljallangandir. Haroratni o'lchov birligi Kelvin (K) bo'lib, u avvalgi gradus Kelvin nomi o'rniga ishlatiladi. Haroratni «gradus» Selsiy (S) o'lchov birligi qo'llanilishi ham ruxsat etilgan. Kelvinda ifodalangan harorat T bilan gradus Selsiy bilan ifodalangan. Harorat o'rtasida quyidagi bog'liqlik o'rnatilgan:

$$T = t + 273,15^{\circ}\text{K}$$

Haroratni o'lchash uslublarini klassifikatsiyasi (tasnifi) haroratini o'lchash uchun o'lchovchi moddalarning qaysi fizik xususiyatlari haroratini aniqlash uchun foydalanishga qarab tasniflanadi (klassifikatsiyalanadi). Barcha uslublar ikki asosiy guruhga, ular esa o'z navbatida quyidagi bo'linmalarga ega:

Guruh 1. Kontaktli uslublar (bevosita uslublar) – o'lchovchi modda o'lchanayotgan sistema (muhit yoki jism) 1 bilan bevosita aloqadorlikka olib kelinadi;

Sinf A. O'lchovchi moddalarning issiqlikdan kengayishiga asoslangan uslublar: a) Katta jismlarning; b) Suyuqliklarni; v) Gazlarni.

Sinf B. Elektrik qarshilik – (termometrlar).

Sinf V. Termoelektrik termometrlar.

Guruh II. Kontaktsiz uslublar (Bilvosita uslublar) – bunda o'lchovchi modda odatda o'lchanayotgan sistemadan masofada joylashgan radiometrni (nurlanishni o'lchagichini) ko'rinishini ifodalaydi:

Sinf A. Mutloq qora jismlar nurlanishini o'lchash:

a) To'la nurlanuvchi radiatsion pirometrlar;

b) Qisman nurlanishi uchun (optik) pirometrlar.

Sinf B. Kulrang jismlar haroratini o'lchovchi asboblari. (Rangli pirometrlar).

I. Kontaktli uslubga asoslangan harorat o'lchash asboblari.

a) Suyuqlikning shisha termometrlari.

Kengayish termometrlarining ishlashi suyuqlikning chiziqli issiqlik kegayishi prinsipiga asoslangan. Bunday termometrlar shishadan yasalgan va shkalasi graduslarga bo'linadi. Ishchi suyuqlik sifatida simob, toluol, etil spirti va boshqalar qo'llaniladi.

Shisha suyuqlikli termometrlar haroratni – 200 dan... 750°S gacha bo'lgan oralqdagi o'lchashlar uchun qo'llaniladi.

Shisha suyuqlikli termometrlarni ishlash tarzi. Suyuqlikli termometrlarni ishlash tarzi issiqlikdan kengayishiga asoslangan. Suyuqlikli termometrlarni to'ldirish uchun simob, toluol, etil spirti va x.k. lardan foydalaniladi. Suyuqlikli termometrlar ichida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir. Ular simobning muhim xossalari tufayli bir qator afzalliklarga ega, chunki shishani namlamaydi. Kimyoviy jixatdan toza holda ancha oson olinadi va normal atmosfera bosimida haroratlarni keng oralig'ida (–38,87 dan Q 356,86°S gacha) suyuq holatini saqlaydi.

Termometrlar vazifasiga va haroratini o'lchash oralig'iga qarab shishani turli navlaridan ishlab tayyorlanadi. Suyuqli shisha termometrlarni konstruktiv shakllari turli – tumandir, biroq ushbu xilma-xillikdan ikkita asosiy konstruksiyasini ajratish mumkin: tayoqsimon va o'rnatilgan shkalali.

Tayoqsimon termometrlar salmoqli – (qalin devorli) tashqi diametri 6 – 8 mm bo'lgan kapillyarga ega bo'lib, u butun termometr idishni diametriga tengdir. Bunday termometrlarda shkala kapilyarning bevosita tashqi sirtiga yoziladi. Ikkinchi konstruksiyaning xarakterli jixati shundan iboratki unda shkala kapilyarning sirtida emas, balki sut rangli to'g'ri to'rtburchakli shisha plastinadan qilingan bo'lib, u silindrik shaklidagi idishga payvandlangan kapilyar naycha orqasiga o'rnatiladi.

Olingan shkalali termometrlar tayoqsimon termometrlarga qaraganda inertsiyalikka ega, lekin ular laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitida haroratni o'lchashda qulaydir. Ko'pincha suyuqlikli termometrlar metallardan himoya qoplama bilan ta'minlanadi. Shisha termometrlar oddiy, yetarli, aniq o'lchaydi va yasab tayyorlash arzon.

b) Monometrik termometrlar.

Manometrik termometrlar berk hajmda temperaturaning o'zgarishi, bosim o'zgarishiga olib kelish prinsipida ishlaydi. Berk sistema ishchi jism bilan to'latishga qarab manometrik termometrlar gazli, suyuqli va bug'-suyuqli guruhlarga bo'linadi.

Bu turdagi termometrlarni o'lchovchisi bo'lib naychasimon prujina xizmat qiladi.

Gazli manometrik termometrni tuzilishi, ishlash tarzi va asosiy texnik

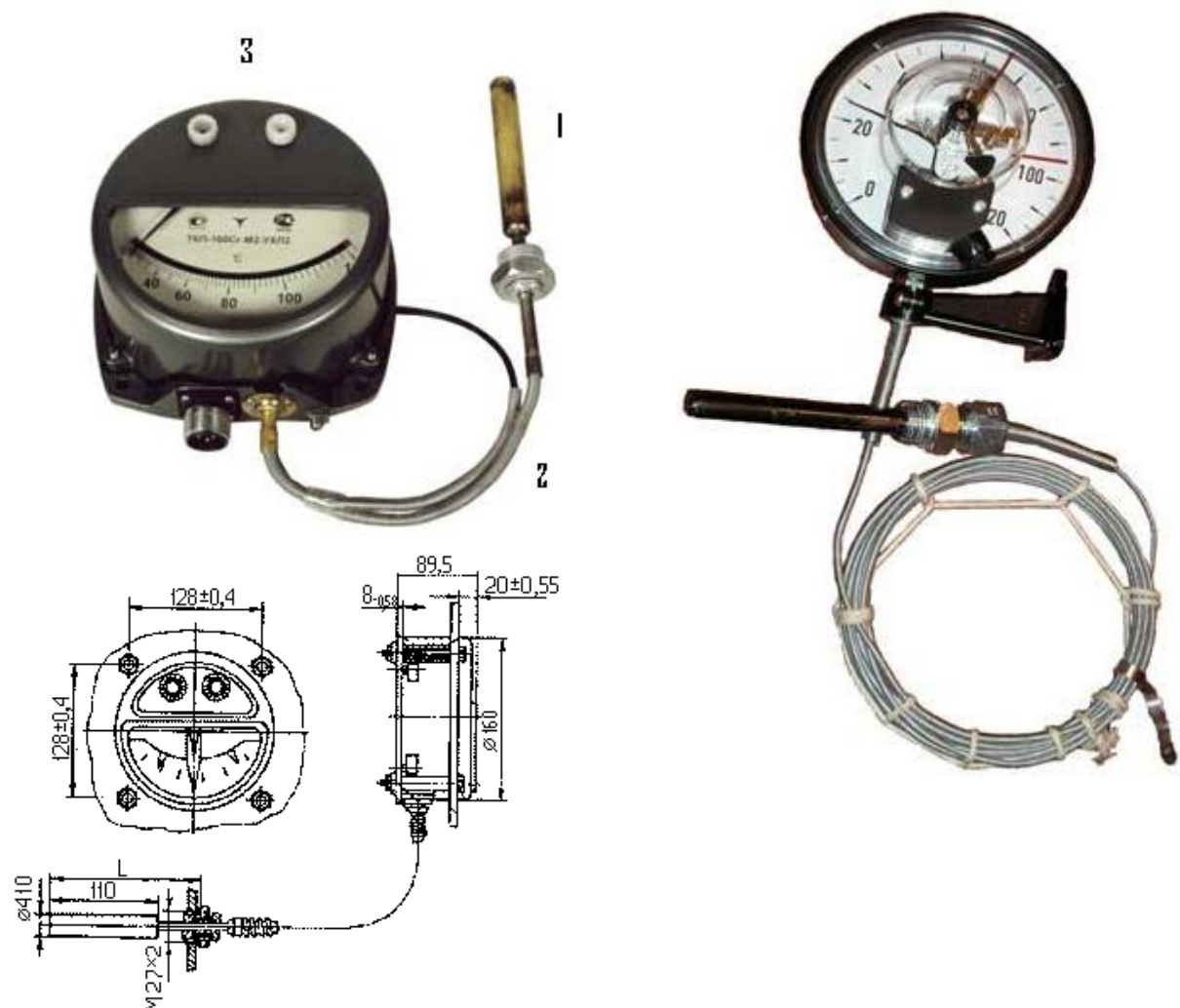
xarakteristikalarini qarab chiqamiz.

Termometrning termosistemi: harorati o'lchanadigan muhitga tushirilgan termoballondan 1, kapilyardan 2 va manometrik prujinadan 3 iborat. Termometrning termosistemi ishchi modda gaz yoki suyuqlik bilan to'ldiriladi.

Termoballon qiziganda yopiq zich (germetik) termosistemada bosim oshadi va natijada prujina deformatsiyalanadi (aylana bo'ylab kengayadi) va uning erkin tomoni qo'zg'aladi. Prujinaning erkin tomoni xarakati uzatish mexanizmi qizigan sektor (naycha) orqali termometr shkalasidagi ko'rsatuvchining siljishiga aylanadi.

Termosistemadagi ishchi moddaga manometrik termometrlar suyuqlik va gazsimon muhitlardagi -150 dan 600°S gacha bo'lgan haroratlarni o'lchash uchun qo'llaniladi.

Shuni ta'kidlash lozimki, manometrik termometrlar harorat ko'rsatkichi uncha katta bo'lmagan masofaga (60 metrgacha) uzatishga imkon beradi, bu esa konstruksiyasining oddiyligiga qaramay katta afzallikka egadir.



Qo'llash sohalari: elektrli isitish qozonlari, suv qizdirgichlari, termostatlar, moyli transformatorlar, sanoat qizdirish moslamalarini haroratini boshqarish (termoplastavtomatlar, plastmassa materiallarini presslash uchun va b.)

c) Elektr qarshilik termometrlari.

Qarshilik termometrlari haroratni o'lchashda – 260 dan +750°S gacha bo'lgan oraliqda keng qo'llaniladi. Ba'zi xollarda esa bu termometrlar 1000°S gacha bo'lgan haroratni o'lchashi mumkin. Qarshilik termometrlarni ishlashi moddalarning harorati o'zgarishi bilan uning elektr qarshiligi o'zgarishiga asoslangan. Haroratni qarshilik termometr bilan o'lchashda uni harorati o'lchanayotgan muhitga tushiriladi.

Termometr qarshiligini haroratga bog'liqligini bilgan holda termometr qarshiligi o'zgarishi bo'yicha u turgan muhit haroratini bilish mumkin. Qarshilik termometrlarda o'lchash muvozanatlashtiruvchi ko'prikdan foydalaniladi. Qarshilik termometrlarni asosiy detali sinch (Karkas) slyuda – shaffof mineral plastinkalar bo'lib, unga sezgir elementning ingichka simi o'raladi. Sezgir element metali sifatida odatda platina yoki mis ishlatiladi. Platina qarshilik termometrlari haroratini – 260 dan +1000°S gacha o'lchash imkonini bersa, mis qarshilik termometrlari esa – 50 dan 180°S gacha o'lchash imkonini beradi.

Elektr o'tkazgichlarni temperatura o'zgarishi metallarning elektr qarshiligi o'zgarishi asosida termoqarshilikli termometrlarning prinsipiga asoslangan. Sanoatda misli va platinali termoqarshiliklar keng qo'llaniladi. Misli termometrlar uchun qarshilik formula bo'yicha aniqlanadi:

$$R_t = R_0 (1 + 0.00428t)$$

bu erda: R_t – temperaturadagi qarshilik, Om;

R_0 – 0°C dagi qarshilik, Om;

0,00428 – temperaturaviy koeffitsient, 1/grad.

Platinali termometrlar uchun termoqarshilikning o'zgarishi:

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$$

bu yerda: A, B doimiy qiymatlar ($A = 3.94 \cdot 10^{-3}$, $B = -5.8 \cdot 10^{-7}$).

Termoqarshiliklar ishlatilganda ikkilamchi jism sifatida lagometr va mostlar qo'llaniladi.

g) Termoelektrik termometrlar.

Termoelektrik uslub harorat o'lchashda termoelektrik termometrdan haroratga qarab termoelektr yurituvchi kuch (termo: e.yu.k.) ni muayyan bog'liqlarga asoslangan.

Agar ikkita turli A va B o'tkazgichlardan tashkil etgan zanjirni olsak (rasm – 3) va o'tkazgichlarni tutashgan bir tomonini qizdirsak, zanjirda elektrik tok hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan elektr tokni yo'nalishi birinchi tutashgan tomonda (qizitilgan) V dan A ga, qizitilmagan tomon A dan B ga, agarda ikkinchi tutashgan tomonini qizitsak elektr tokini yo'nalishi teskari tomonga yo'naladi. Bu tok elektr toki deyiladi. Bu zanjirning ikkita tutashgan joyini haroratini xar hilligi natijasida hosil bo'lgan elektr yurituvchi kuch termoelektrik yurituvchi

kuch deyiladi. Ikkita o'tkazgichdan hosil bo'lgan termoparani kamchiligi shundaki, hosil bo'lgan termo E.Yu.K. ni o'lchash uchun qo'shimcha asbob ulanishi kerak. Agarda shu zanjirga ikki tomonini harorati bir xil bo'lgan 3 chi o'tkazgich ulansa u holda hosil bo'lgan termo E.Yu.K. ni o'lchash uchun millivoltmetr yoki potentsiometr ulanishi mumkin va shu tariqa termopara hosil bo'ladi.

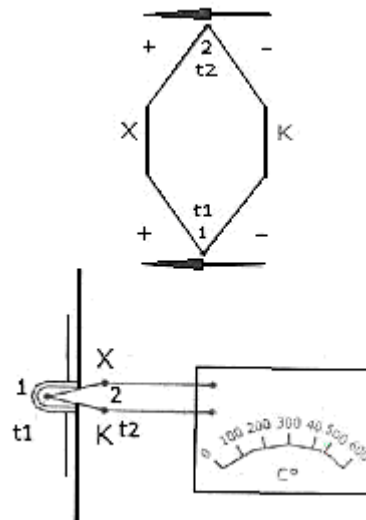
Termoparani A va B o'tkazgichlari termoelektrod deyiladi. Harorat o'lchash uchun termoparani issik tomon deb atalmish termoparani tutashgan joyi 1 ni harorat o'lchaydigan muhitga joylashtiriladi. Termoparani ikkinchi tomoni (sovuq tomoni) o'zgarmas haroratga ega bo'lsa, termo E.Yu.K., qiymati bo'yicha T.P. issiq tomonini haroratini bilish mumkin. Termoparani darajalashda (gradiurovka) uning sovuq tomonini atrof –muhit haroratiga teng bo'lsa asbobning ko'rsatishiga tuzatish kiritish kerak. Ko'rsatilgan harorat qiymatiga atrof-muhit haroratini qiymatini qo'shish kerak.

Termoelektrik termometrlarning ishlash prinsipi, kavsharlangan ikki xil (X va K) elektr o'tkazuvchilarning uchlaridagi (a va v) temperaturalar farqi hisobi tufayli elektr yurituvchi kuch (e.yu.k) hosil bo'lishiga asoslangan. Quyidagi zanjirlar termoparalar deb ataladi.

Termoparalarda hosil bo'lgan e.yu.k. quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$E_{xk}(t_2t_1)=I_{xk}(t_2)-t_{xk}(t_1)$$

Demak, termo e.yu.k.ning o'lchash uchun zanjirga millivoltmetr yoki potentsiometr ulash kerak.



rasm 1-8

Termoparalar termoelektrod materiallarining tavsifiga qarab 2 guruhga bo'linadi.

1. Qimmatbaxo va oddiy materiallarga qilingan termoelektrodli termoparalar.
2. Qiyin eruvchi birikmalar, ularning grafit bilan yoki boshqa metallar bilan aralashmasidan tayyorlangan termoelektrodli termoparalar.

Birinchi guruhga kiruvchi termoparalar keng tarqalgan bo'lib, ular

texnologik jarayonlarni kuzatish va ilmiy tekshirish ishlarida qo'llaniladi. Qimmatbaxo metallardan qilingan termoparalarga misol bo'lib platinali termoparani keltirish mumkin, uning termoelektrod 90% platina va 10% foizi esa metaldan ishlangan.

Oddiy metallardan ishlangan termoparaga misol qilib: Mis kuper (nikel va mis birikmasi); Xromal – alyumin (nikel va alyuminiy birikmasi) va x.k. larni keltirish mumkin.

Ikkinchi guruh termoparalarni tayyorlashda disilitsid, molibden, disilitsid volfram, titan karbidi va x.k. ishlatiladi, hamda qiyin eruvchi birikmalar qo'llaniladi. Bu guruhga kiruvchi termoparalar 3000 + 3500°S gradusgacha bo'lgan haroratni o'lchashga imkon beradi.

Umuman olganda termoparalar -200°S dan +3500° gacha bo'lgan harorat diapozonini aniqlashga imkon beradi.

STATSIONAR PIROMETRLAR

Marathon MA1S/2S



Marathon FA1/FA2/FA1G



Marathon FR1



Marathon MR1S



Thermalert GP Monitor



Thermalert GP



Thermalert CI



Thermalert TX



II. Harorat o'lchashning «Kontaktli» usullariga asoslangan asboblari

Kontaktli o'lchash usullari qizdirilgan jismlarning haroratiga bog'liq ravishda o'zidan nur chiqarish qobiliyatiga asoslangan. Bu usulga asoslangan o'lchash asboblari nurlanish pirometrlari yoki pirometr deb ataladi. Ular texnikaning barcha sohasida qo'llaniladi va 30 gradusdan 6000°S gacha haroratni aniqlashda qo'llaniladi. Monoxromatik nurlanish intensivligi o'zgarishga asoslangan pirometrlar optik pirometrlar deyiladi. To'liq nurlanish quvvatini o'lchashga asoslangan pirometrlar «teng kuchli» pirometrlar deyiladi.

Pirometr turlari

a) «Yuqoluvchi simli optik pirometrlar».

Ko'rinuvchi spektr maydonida yorug'lik haroratini aniqlashda keng qo'llaniladi. «Yuqoluvchi» simli umumsanoat pirometrlarning o'lchov intervali 70°S dan 600°S gacha belgilangan. Yorug'lik haroratini aniqlash bu pirometrlarda tekshirilayotgan jism samarali yorug'lik to'lqin uzunligi, pirometr lampasi simining yorug'ligi bilan taqqoslashga asoslangan. Pirometr teleskop, o'lchash asbobi va manbadan iboratdir. Pirometrning optik sistemasi ob'ektiv, okulyar, qizil, yorug'lik filtri va yorug'lik yutib oluvchi oynadan iboratdir.

Ob'ektiv fokusda oy shaklidagi volfram simi bo'lgan pirometrik lampa joylashtirilgan. Optik pirometrlarda harorat o'lchash qoidasi quyidagicha: Teleskopni nur chiqarayotgan jismga qaratilib ob'ektiv buramasini aylantirish bilan haroratni o'lchanayotgan jismni aniq ko'rinish darajasiga keltiriladi. Reostat yordamida simning cho'g'lanish darajasini o'zgartiramiz va u nurlanish yuzasining fondida yo'qola boradi. Sim yoyining yo'qolishi nurlantiruvchi jism va lampa simi bir yorug'likka va demak bir xil haroratga ega ekanliklarini bildiradi. Agar harorat 1400°S dan yuqori bo'lgan nurlanish yuzasining haroratini aniqlash kerak bo'lsa (volfram simi cho'g'lanishining yuqori chegarasi), unda lampa oldiga yorug'lik yutuvchi oyna o'rnatiladi. Bu holda o'lchash ishlari issiqlik nurlanish yuzasining so'nmagan yorug'ligini taqqoslash yo'li bilan olib boriladi. Natijada nurlanish yuzasining har qanday qiymatida sim 1400°S dan yuqori haroratda qizimaydi, ikkinchidan 1400°S dan yuqori bo'ladi. Qizil yorug'lik filtri ma'lum to'lqin uzunlikda nurlarni o'tkazadi. Teleskop fokusini moslash paytida yorug'lik filtri chiqarib qo'yilishi mumkin, lekin lampa simi va nurlantiruvchi yorug'ligining tenglashda u o'z joyiga o'rnatilishi kerak.

b) Radiatsion perometrlar. Ularning ishlash tarzi harorati o'lchanayotgan jism chiqarayotgan nurning issiqlik harakatiga asoslangan. Nurlar kontsentratsiyasini (jonlanishi) egik oyna yoki linza orqali bajariladi. Issiqlik ta'sirini «sezuvchi» element sifatida radiatsion perometrlarda bir qancha

termoparasi bo'lgan termobatareyalar qo'llaniladi. Radiatsion perometr qo'zg'almas diafragma ega bo'lgani uchun fokus shakli to'g'rilanishi uchun xarakatlanuvchi okulyar va rangli yoki xira himoya oynasi o'rnatilgan bo'lib, u yuqori haroratni o'lchashda ko'z nurini himoya qiladi. Radiatsion perometrlar 400° S dan 3500° gacha bo'lgan haroratni aniqlashga imkon beradi.

Kontaktsiz pirometrlar



Ushbu turdagi termometrlar – 30...900° S bo'lgan haroratlarni o'lchash uchun mo'ljallangan. 16-nuqtali lazerga ega bo'lgan nishon orqali markaziy nuqta tanlab olinadi. Grafik displey avtomatik ravishda haroratning 10 qiymatlarini ko'rsatadi va minimal va maksimal qiymatlarini belgilab beradi. Optik moslama turli uzoqlikdagi haroratni o'lchab berish imkoniga ega.

1968 yildan xalqaro amaliyotda Kelvin bo'yicha temperatura (T) va Seltsiy bo'yicha esa(t) bilan belgilanib kelmoqda. AQSh va Angliyala temperatura Farengeyt (°F) shkalasi bo'yicha o'lchanadi. Bu shkalada suvning muzlashi 32°S va qaynashi esa 212°S ga teng. Farengeyt ko'rsatkichlarini Seltsiyga o'tkazish uchun quydagi tenglama qo'llaniladi:

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

$$t^{\circ}\text{F} = t^{\circ}\text{C} \cdot 9 / 5 + 32$$

Laboratoriya ishini olib borish tartibi

1. Bosim o'lchash asboblarning tuzilishini o'rganib, qisqacha ishlash prinsipini tushuntirib bering.
2. Barometr yordamida atmosfera bosimini aniqlang va natijani Pa, bar, mm.sim.ust., mm.suv.ust. va kgs/sm² da ko'rsatib bering.
3. Temperatura o'lchash asboblarning tuzilishini o'rganib, qisqacha ishlash prinsipini tushuntirib bering.
4. Laboratoriyadagi havoning temperaturasini xar xil termometrlar yordamida aniqlab, natijasini °S va °K da ko'rsatib bering. Har bir o'lchashda qilinayotgan sistematik xatoliklarni xar hil qilib bering.

Absolyut temperatura va absolyut bosimni aniqlash uchun namunaviy masalalar:

1. Masala: Qozonga ulangan manometr ko'rsatkichi 0,13 MPa ga teng, barometr 600 mm.sim.ust. ni ko'rsatganda, qozon ichidagi bug'ning absolyut bosimi topilsin. Atrof muhitning temperaturasi 25° S ga teng deb qabul qilinsin.

Yechilishi: Qozon ichidagi bug'ning absolyut bosimi quydagi tenglama bo'yicha topiladi:

$$P_a = P_{\text{bar}} + P_{\text{man}}$$

t=25°S barometrning ko'rsatishini 0°S dagi ko'rsatishiga keltirish kerak, ya'ni:

$$P_{\text{bar}} = 680(1 - 0,000172 \cdot 25) = 677,07 \text{ mm.sim.ust.} = 90270 \text{ Pa}$$

Demak, qozon ichidagi absolyut bosim

$$P_{\text{bar}} = 0,13 + 0,09 = 0,22 \text{ MPa ga teng.}$$

2. Masala: Suv bug'ining temperaturasi qizdirish natijasida 45°S ga ko'tariladi. Farengeyt termometriga nisbatan bug'ning temperaturasi qanchaga ko'tariladi?

Yechilishi: Temperaturalar farqini Seltsiy shkalasi Farengeyt shkalasiga va teskarisiga o'tkazishda termometrlarning shkalasi va farqi ishlatiladi, ya'ni:

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

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

$$\Delta t \text{ } ^\circ\text{F} = 9(45 \text{ } ^\circ\text{C}) + 32 = 81 + 32 = 113 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. Masala: Farengeyt shkalasi bo'yicha insonning tana harorati nechaga teng?
2. Masala: Farengeyt shkalasi bo'yicha suvning muzlash va qaynash haroratlarini toping.

Mustaqil tayorlash uchun savollar

1. Manometrlar qanaqa turdagi bosimni o'lchash uchun ishlatiladi?
2. Qanaqa asboblilar bilan vakuummetrik bosim o'lchanadi?
3. Temperaturani o'lchashning qanaday usullar mavjud?
4. Bosim va temperaturaning o'lchash birliklari SI va texnik sistemalarda mavjud?

Uslubiy ta'minot

Turli shkalali manometr, vakuummetr, monovakuumetr va termometrlar. Ularning texnologik jarayonga ulash uchun furnitura.

Adabiyotlar

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий

технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.

3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А., Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.

4. Кириллин В.А., Сичев В.В., Шейндлин А.Е. Технический термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.

5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.

6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar: Klaster (Tarmoqlar) usuli



Mavzu “Energotexnologiya faniga kirish”
Tushunarli metod

Tushunchalar	Sizningcha qanday ta'riflanadi	Tushunchaning maqsadini yozing
Energotexnologiya		
Termodinamika		
Energiya		
Moddiy balans		
Energetik balans		
Texnologiya		
Texnologik jarayon		
Farmatsevtik faoliyat		

Axborot texnologiyalar

URL: <http://www.energoser.ru>, E-mail: info@energoser.ru

<http://gradusnick.krovatka.su/>

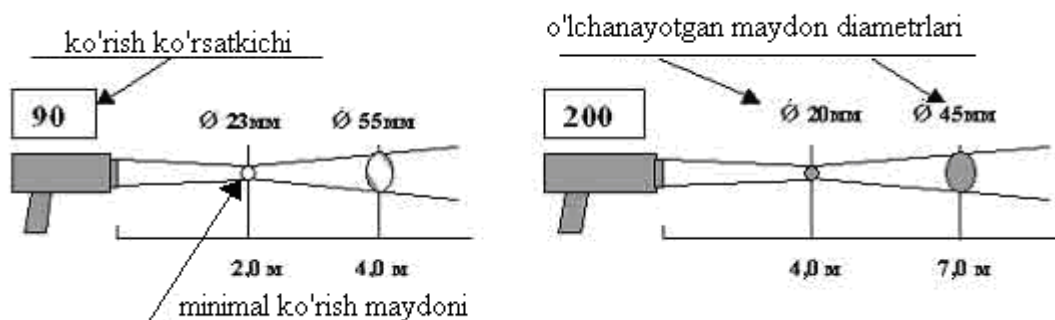
<http://www.energoser.ru/production.php?cat=3&subcat=24&prod=138>

AND DT-634 (YaponiyaAND) infraqizil termometrlari hozirgi paytda Yaponiyada keng qo'llanilib kelinmoqda. hozirgi paytda u faqatgina tana haroratini o'lchash uchun mo'ljallangan. U simob saqlamasligi bilan farqlanadi va ko'pgina qulayliklarga ega, masalan: 1 sekund davomida haroratni o'lchaydi, harorat o'ta ortib ketganda signal beradi, atrof muhit bilan ta'sirlashmaydi, aniqlik darajasi $0,1^{\circ}$ S, turli o'lchov birliklarida o'lchash mumkin (Selsiy va Farengeyt), xotirasi mavjud, ko'rsatuvchi displeyga ega, soatlari ham o'rnatilgan, maxsus himoyalangan materiallardan tayyorlangan va b.



Sanoatda qo'llaniladigan infraqizil pirometrlar. KELVIN KB DIPOL. O'lchash chegaralari -30°S dan $+2300^{\circ}\text{S}$ gacha. Hatoligi 1%. Qulay boshqarish usuliga ega.

Infra qizil pirometrlarning sxemasi



Virtual kompyuter dasturini olib borish tartibi

1. Quyidagi papka ochiladi: *Rabochiy stol/Yarlik biotechnologiya 2007/laboratoriyalar umumiy (12 ta) /Moddaning holat parametrlari va ularni o'lchash asboblari/data/index*
2. Titul varag'i talaba tomonidan to'ldiriladi va printer orqali chiqariladi.
3. Ishning nazariy qismi bilan tanishib chiqiladi.
4. Ishning olib borish tartibi bilan tanishib chiqiladi.
5. "Virtual laboratoriya ishi – 1" ga kiriladi. Talaba tomonidan sistemada bosim qiymati o'zgartiriladi va jadvalda aks ettirilgan natija printer orqali chiqariladi.
6. "Virtual laboratoriya ishi – 2" ga kiriladi. Talaba tomonidan sistemadagi bosim qiymatini o'zgartirilishi ko'p chegarali monometr bilan egilgan quvr

yordamida amalga oshiriladi va jadvalda aks ettirilgan natija printer orqali chiqariladi.

7. “Virtual laboratoriya ishi – 3” ga kiriladi. Talaba tomonidan sistemadagi bosim qiymatini o’zgartirilishi prujinali monometr yordamida amalga oshiriladi va jadvalda aks ettirilgan natija printer orqali chiqariladi.

8. Olingan natijalar amaliyot daftoriga ilova qilinadi.

2 – Laboratoriya ishi.

Porshenli kompressorning hisobi.

Ishning maqsadi:

- Kompressor va kompressorli moslamaning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.
- Hajm va massa bo'yicha kompressorning nazariy hamda haqiqiy unumdorligini aniqlash.
- Kompressorning oshirish koeffitsientini aniqlash.
- Oshirish koeffitsientini bosimga nisbatan bog'lanish grafigini tuzish.

Ishning ahamiyati:

Talabalar kompressor hamda lokal kompressorli moslamalarning tuzilishi va ularning ishlash prinsipi bilan chuqurroq tanishish. Tajriba orqali kompressorning unumdorligini aniqlash.

Ishning nazariy qismi

Gaz yoki gaz aralashmalarini bir joydan ikkinchi joyga ko'chirish va bosimni oshirish uchun mo'ljallangan moslamaga yoki energetik moslamaga kompressor deyiladi. Odatda, kompressorlardagi gazlar atmosfera bosimigacha va undan yuqori bosimgacha siqiladi.

Kimyo farmatsevtika va biotexnologiya ishlab chiqarish korxonalarida quyidagi ishlarni bajarish uchun kompressorlar ishlatiladi:

- truboprovodlar orqali gaz yoki gaz aralashmalarini tashish uchun,
- moddalarni aralashtirish, maydalash va purkab sochish,
- apparatlarda ortiqcha bosim hosil qilish,
- biosintez jarayonlarini suyuqlik bilan ta'minlash.

Ishlash tartibiga ko'ra kompressorlar hajmiy va dinamik kompressorlarga bo'linadi.

Hajmiy kompressorlarda ish jarayoni ishchi kameralarning hajmini siklik o'zgarishi natijasida vujudga keladi. Bunday kompressorlar – porshenli, membranali va rotorli bo'ladi.

Dinamik kompressorlarda ish jarayoni uzluksiz oqimdagi siqilayotgan gazga dinamik ta'siri natijasida vujudga keladi. Bunday kompressorlarga turbo-kompressorlar va oqimli kompressorlar misol bo'la oladi.

Kompressorlardan chiqayotgan gazning bosimiga ko'ra kompressorlar quyidagicha bo'ladi:

1. Kompressordan chiqishdagi bosimi 1,5 MPa gacha bo'lganda kichik bosimli kompressorlar.
2. Kompressordan chiqishdagi bosimi 1,5 dan 10 MPa gacha bo'lganda o'rta bosimli kompressorlar.
3. Kompressordan chiqishdagi bosimi 10 dan 100 MPa gacha bo'lganda yuqori bosimli kompressorlar.

4. Kompresordan chiqishdagi bosimi 100 MPa va undan yuqori bo'lganda o'ta yuqori bosimli kompressorlar deyiladi.

Hajmiy unumdorligi bo'yicha uzatilayotgan gazning miqdoriga ko'ra kichik [0,015 m³/s gacha], o'rta [0,015 dan 1,5 m³/s] va katta [1,5 m³/s dan yuqori] kompressorlarga bo'linadi.

Siqilayotgan ishchi muhitga ko'ra kompressorlar: havoli [faqat havoni siqish uchun] va gazli kompressorlarga: kislorodli, vodorodli, ammiakli va boshqalarga bo'linadi.

Siqilishi kerak bo'lgan ishchi muhitning turiga ko'ra kompressorlar havoli (faqat havo bilan ishlashga mo'ljallangan) va gazli (kislorodli, vodorodli, ammiakli va b.) kompressorlarga bo'linadi.

Termodinamik tahlil masalasiga shunday shartlar qo'yiladiki, bunda kompressorlarning yuqori samaradorligi ta'minlanib berilishi kerak.

Kompressor ishni tavsiflovchi asosiy kattaliklar quyidagilardir:

I. Hajmiy unumdorlik - V – kompresordan chiqayotgan gazning hajmiy sarfi. Odatda massaviy unumdorligi ishlatiladi. $V=m/p_1$

Bu yerda, m – kompresordan chiqayotgan gazning massaviy miqdori.

p_1 – so'rilish sharoitida gazning zichligi.

II. Boshlang'ich P_1 va oxirgi P_2 bosimlar – kompressorga kirishdagi va kompresordan chiqishdagi bosimlar.

III . Bosimlar nisbati (yoki siqilish darajasi). $\beta=P_2/P_1$

Agar $\beta \leq 1,1$ bo'lsa bunday kompressorli moslamalar ventilyatorlar hisoblanadi. Ventilyatorlar ko'p miqdordagi havo yoki gaz oqimini bir joydan ikkinchi joyga tashish uchun qo'llaniladi.

Agar $1,1 < \beta < 3,0$ bo'lsa, bunday moslamalar gazoduvkalar deyiladi.

Agar $\beta > 3,0$ bo'lsa, kompressorlar hisoblanadi.

IV. Gazning kompressorga kirishdagi boshlang'ich va kompresordan chiqishdagi oxirigi haroratlari.

V. Dvigatelning aylanishlari davri n va quvvati N .

Kompressorning ichki quvvati (N , V_i) deb – gazni siqish uchun sarflanadigan quvvat hisoblanilib, quyidagi formula yordamida aniqlaniladi:

$$N = \frac{m \cdot l}{\eta}$$

Bu yerda,

m – gazning massaviy sarfi (kg/s) bo'lib, quyidagicha topiladi $m = R_1 \cdot V$

P_1 – gazni so'rilish paytidagi zichligi kg/m³

V – gazning hajmi, m³

q – kompressorning solishtirma ishi

η – termodinamik FIK.

Kompressorning o'qidagi quvatini aniqlash uchun quyidagi formuladan topiladi:

$$N_v = \frac{m \cdot l}{\eta} \cdot \gamma_v \cdot \eta_{mex}$$

Bu yerda,

η_{mex} – mexanik FIK

γ_v – unumdorlik koeffitsienti, $\eta_v = [0,90 \dots 0,98] \gamma_{nap}$

Shuningdek, porshenli kompressorlar uchun $\eta_{mex} = [0,85 \dots 0,95]$

Markazdan qochma kompressorlar uchun $\eta_{mex} = [0,97 \dots 0,98]$

Shunday qilib, kompressor moslamalarining texnik iqtisodiy ko'rsatkichi sifatida uning solishtirma quvvati hisoblaniladi, ya'ni 1 m³ miqdorda gazni siqish uchun sarf bo'lgan energiyaning miqdori va tannarhidir.

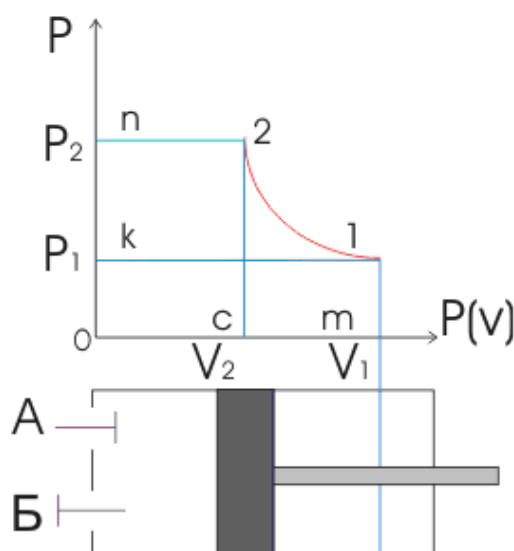
Kompressor stantsiyalarning solishtirma quvvatini hisoblashda kompressor va nasoslarni ishga tushirish va suvni tashib berish uchun sarf bo'ladigan elektr energiyaning xarajatlari, korxonani yoritish, havo almashinish tizimi, isitish va b. ishlarni ham inobatga olish kerak bo'ladi.

Kompressorlar gaz va bug'ni siqish va masofaga uzatishda keng qo'llaniladi. Ishchi jismni siqish uchun moslangan kompressorlar asosan ikki guruhga bo'linadi:

1. Porshenli, vintli va rotatsion.

2. Kurakli (lopatali).

Birinchi guruhda hajm kamayishi ikkinchisida esa xar hil diametrga ega bo'lgan kanallar orqali oqimni o'tkazish natijasida havoning siqilishi amalga oshiriladi.



2-1 pacm

Porshen (2-1 rasm) chapdan o'nga harakat qilganda A klapan yordamida gaz so'riladi, porshenning keyingi o'ngdan chapga harakatida gaz P_1 dan P_2 gacha siqiladi. P_2 bosim hosil bo'lganda B klapan ochiladi va gaz tashqariga itarilib yuboriladi ($k > 1$).

Gazning so'rilishi davomida uning hajmi 0 dan V_1 gacha oshadi (1-2), siqish jarayonida esa (2-n) gaz itarilib chiqariladi, hajm esa V_2 dan 0 gacha kamayadi.

Indikator diagrammasi PV -diagrammadan prinsipial ravishda shu bilan farqlanadi.

Xar bir siklda bajarilgan ishni hisoblaymiz. Bu ish xar bir pog'onada bajarilgan ishlarning yig'indisiga teng

$$L_k = L_{0,1} + L_{1,2} + L_{2,n} \quad L_{1,2} = \int_{V_1}^{V_2} P dV < 0 \quad V_1 > V_2$$

bo'lganligi uchun indikator diagrammada $L_{1,2}$ 1-2-V₂-V₁ egri chiziqlarning yuzasiga teng

$$L_{0,1} = \int_0^{V_1} P_1 dV = P_1 V_1 > 0.$$

So'rilish paytidagi bosim deyarli doimiy bo'lgani uchun indikator diagrammada $L_{0,1}$ ish k-1 to'g'ri chiziqlarning ostida bo'ladi.

$$L_{2,n} = \int_{V_2}^0 P_2 dV = -P_2 V_2 < 0.$$

shu sababli $L_{2,n}$ ish 2-n to'g'ri chiziqlarning ostida bo'ladi.

Indikator diagrammasida kompressorning texnikaviy ishi:

$$L_{\text{tex}} = -L_k + -S_{k1m0k} + S_{12cm1} = +S_{k12nk}$$

Agar kompressorda ideal gaz siqiladigan bo'lsa, unda siqish ishi politrop jarayonda

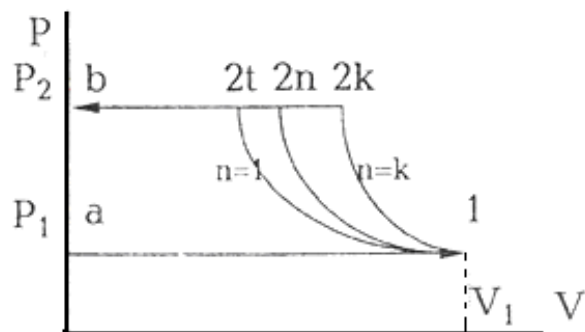
$$L_{1,2} = \frac{1}{(n-1)} \cdot (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

va kompressorning texnikaviy ishi esa

$$L_{\text{tex}} = -P_1 V_1 + P_2 V_2 + \frac{1}{n-1} \cdot (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{n}{n-1} \cdot (P_2 V_2 - P_1 V_1) = n L_{1,2}$$

ga teng, ya'ni politrop jarayondagi bajarilgan ish n ning ko'paytmasiga teng.

Valning xar bir aylanishidagi siqilgan gazning massasi m deb olsak va siqish jarayonida $V = mv$ doimiy, unda 1 kg gazni siqish uchun kompressorning texnikaviy ishi $L_{\text{tex}} = n L_{1,2}$ ga teng va texnikaviy ish PV -diagrammadagi 1-2 chiziqlarning yuzasi bilan hisoblanadi.



Siqish jarayoni tez o'tib boradi va issiqlik almashinish silindr devori orqali sodir bo'ladi. Bu kattalik kichik bo'lganligi uchun jarayon adiabatik ($n=k$) hisoblanadi. Agar kompressor suv bilan sovutilsa, ya'ni jarayoni izotermik deb hisoblansa ($n=1$), unda kompressorning texnikaviy ishi minimal bo'ladi.

Silindr siqilganda 1 kg ideal gazdan ajralib chiqqan issiqlik miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$q = C_n(T_2 - T_1) = C_v \cdot \frac{n-k}{n-1} \cdot (T_2 - T_1)$$

Kompressor tomonidan bajarilgan ishi:

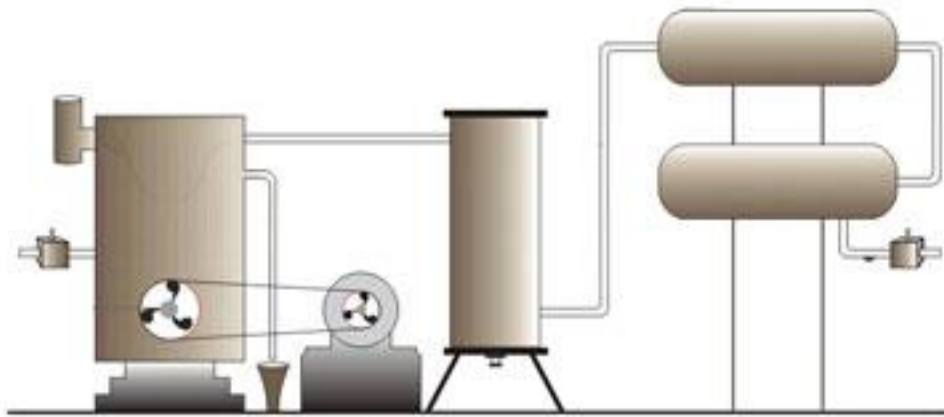
$$L_{tex} = \frac{n}{n-1} \cdot (P_2 V_2 - P_1 V_1) = n L_{1,2}$$

Laboratoriya ishini olib borish tartibi

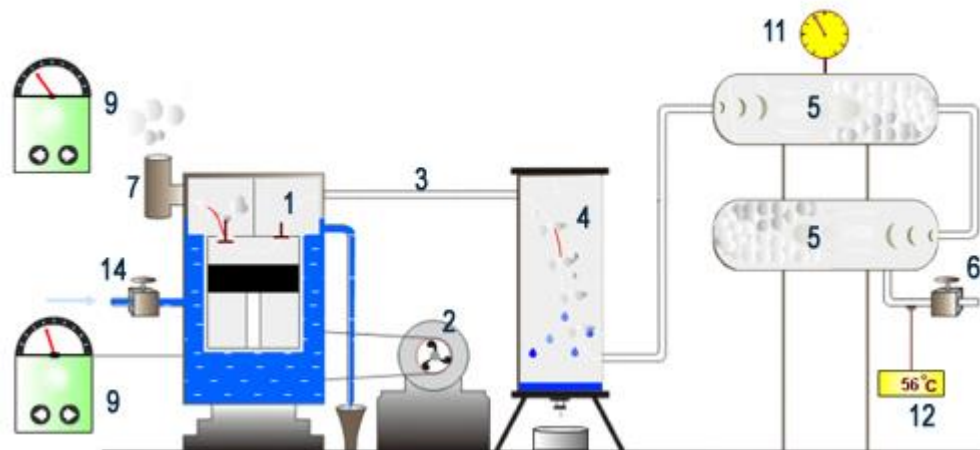
Kompressorli moslamaning asosiy elementi bu bir bosqichli, ikki silindrli – BBK-200 rusumli kompressor (1). Uning silindrlarining diametri 200 mm, porshenining yurishi 150 mm. Siqilgan havo uchun mo'ljallangan bo'lib, rezervuarlar (3,4,5) umumiy hajmi 1,0 m³.

Tajriba qurilmasi:

Tashqi ko'rinishi



Ichki ko'rinishi



1 BBK-200 markali kompressor

8 Taxometr

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 2 Elektrovigatel | 9 Barometr |
| 3 Bosim magistrali | 10 Termometr |
| 4 Suv - moy ajratgich | 11 Manometr |
| 5 Siqilgan havo uchun rezervuarlar | 12 Termometr |
| 6 Chiqish ventili | 13 Sekundometrlar |
| 7 Havo filtrlari | 14 Suv uchun jo'mrak (sovutish uchun) |

1. Ishni boshlashdan oldin (6) magistral ventilini yopib, sovutish uchun (14) suv jo'mragini ochish kerak.
2. Kompresor (1) bilan bir vaqtda beshta sekundomer (13) ishga tushiriladi, ular yordamida rezervuarlardagi bosim 0 dan P_n gacha ortib borishi kuzatiladi. Olingan ma'lumotlar 2 – 1 jadvalga kiritiladi.

2–1 jadval

0-1,0 atm.	1-2,0 atm.	2-3,0 atm.	3-4,0 atm.	4-5,0 atm.
$-t_{au}, \text{cek}$	$-t_{au}, \text{cek}$	$-t_{au}, \text{cek}$	$-t_{au}, \text{cek}$	$-t_{au}, \text{cek}$

3. Shu vaqtda qolgan ko'rsatgichlar ham o'lchanib 2 – 2 jadvalga kiritiladi.

2 – 2 jadval

$P_n, \text{atm.}$	0	1	2	3	4	5
$\Delta P = P_{n+1} - P_n$	1	1	1	1	1	1
$\tau_n, \text{sek.}$	$\tau_1 =$	$\tau_2 =$	$\tau_3 =$	$\tau_4 =$	$\tau_5 =$	
$B_o, \text{mm.sm.ust}$						
$t_o, ^\circ\text{C}$						
$t_{cx}, ^\circ\text{C}$						
$n, \text{ayl/min}$						

- t_o , - atmosfera temperaturasi (10) termometr bilan o'lchanadi;
 t_{cx} , - siqilgan havoning o'rtacha temperaturasi (12) termometr bilan o'lchanadi.
4. Nazariy hajm bo'yicha kompressorning unumdorligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$V_H = Z * V_x * n \text{ (m}^3/\text{min)}$$

Bu yerda: $Z=2$ —kompressorning silindrlarini soni:

V_x —tsilindrlarning ishchi hajmi (m^3); n —bir minutdagi sikllarning soni, kompressor valini 1 minutda aylanishlar soniga teng.

5. So'rilayotgan havoning (atmosfera) zichligi:

$$\rho_0 = B_0 / (RT_0) \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

bu erda: $T_0 = t_0 + 273$.

6. Xaqiqiy hajm bo'yicha P_n va P_{n+1} bosimlar oralig'ida kompressorning unimdorligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$V_x^{P_n \dots P_{n+1}} = \frac{G_x^{P_n \dots P_{n+1}}}{P_a} (m^3 / \text{min});$$

7. P_n va P_{n+1} bosimlar oralig'larida kompressorning oshirish koeffitsienti

$$\eta_x^{P_n \dots P_{n+1}} = \frac{V_x^{P_n \dots P_{n+1}}}{V_H}$$

8. Nazariy massa bo'yicha kompressorning unimdorligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi: $G_H = V_H \times \rho_a$ (kg/min)

9. Kompressor ishga tushganda rezervuarlardagi havoning dastlabki massasi:

$$m_0 = \frac{VB_0}{RT_0}$$

2 – 3 jadval

P_n, atm	0	1	2	3	4	5
ΔP=P_{n+1} – P_n	1	1	1	1	1	1
Δτ_n= Δτ_{n+1} – Δτ_n						
V_H, m³/min						
V_x, m³/min						
η_x						

8. Kompressorning oshirish koeffitsientini bosimga bog'lanish grafigini tuzish.



Kompressorli moslamaning keyingi hisobotlarini bosimning quyidagi oralig'lar uchun aniqlash kerak; $P_1=0 \div 1,0$; $P_2=1,0 \div 2,0$; $P_3=2,0 \div 3,0$; $P_4=3,0 \div 4,0$ va

$$P_5=4,0\div5,0 \text{ atm.}$$

9. Rezevuarlardagi havoning xar bir berilgan bosimda tegishli massasi:

$$m_n = \frac{P_{n(abc)} \times V}{RT_{cx}}$$

bu yerda $P_{n(abc)} = (P_n * 0,981 * 10^5 + (B_0/750) * 10^5)$, (Pa)

$$T_{cx} = t_{cx} + 273 \quad (K)$$

10. P_n — P_{n+1} bosimlar oralig'ida rezevuardagi havoning massasini o'zgarishi:

$$\Delta m_{n+1...n} = m_{n+1} - m_n$$

11. P_n — P_{n+1} , bosimlar oralig'ida rezevuardagi havoning massasini o'zgarishiga sarflangan vaqt:

$$\Delta \tau_{n+1...n} = \tau_{n+1} - \tau_n$$

12. P_n — P_{n+1} bosimlar oralig'ida xaqiqiy massa bo'yicha kompressorning unimdorligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$G_x^{P_n \dots P_{n+1}} = \frac{\Delta m_{n+1...n}}{\Delta \tau_{n+1...n}} \times 60$$

Mustaqil tayorlash uchun savollar

1. Adiabatik jarayonida kompressor bajara olgan nazariy ish.
2. Politron jarayonida kompressor bajargan nazariy ish.
3. Izotermik jarayonida kompressor bajargan xaqiqiy ish.
4. Kompressorning mexanik foydali ish ko'effitsenti.
5. Kompressorning hajmiy foydali ish ko'effitsenti.
6. Ko'p bosqichli kompressor va uning sanoatda qo'llanishi.

Uslubiy ta'minot

Beshta sekundamer, taxometr, barometr, 2-ta suyuqlik termometri, Kompressorni sovutish uchun shahar tarmog'iga ulangan suv tizimi. Suvning bosimi 1,5 atm. dan kam bo'lmasligi kerak.

Adabiyotlar

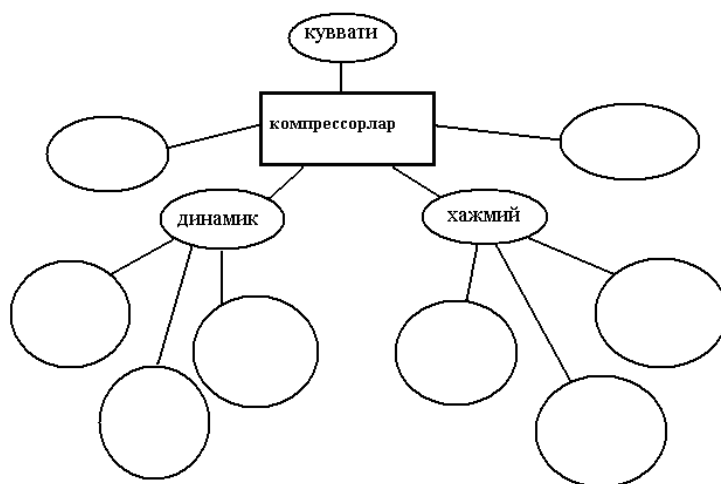
1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Техникавий

термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.

5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.

6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar: Klaster (Tarmoqlar) usuli



Blits – o'yin

Mavzu: "Laboratoriya ishi №2.

Men Porshenli kompressor moslamasini xisobini bajaraman"

Guruh bahosi	Guruh xatosi	To'g'ri javob	Yakka xato	Yakka baxo	Gurug ishidan chetlashish	Xarakatlar mazmuni
						Ishni boshlashdan oldin magistral ventilni yopib, sovitish uchun suv jumragi ochiladi
						Kompressor ishga tushiriladi
						Sekundomerdagi qiymatlar qayd qilinadi
						Nazariy hajm bo'yicha kompressorning unumdorligi topiladi.
						So'rilayotgan havoning zichligi topiladi
						Xaqiqiy hajmi bo'yicha bosimlar oralig'idagi kompressorning unumdorligi topiladi
						Bosimlar oralig'ida kompressorning oshirish koeffitsienti topiladi

						Nazariy massa bo'yicha kompressorning unumdorligi topiladi
						Kompressor ishga tushirilganda rezervuardagi havoning dastlabki massasi topiladi.
						Kompressorning oshirish koeffitsientini bosimga bog'lanish grafigi tuziladi
						Rezervuarlardagi havoning xar bir berilgan bosimda tegishli massasi topiladi
						Bosimlar oraliqida rezervuardagi havoning massa o'zgarishi

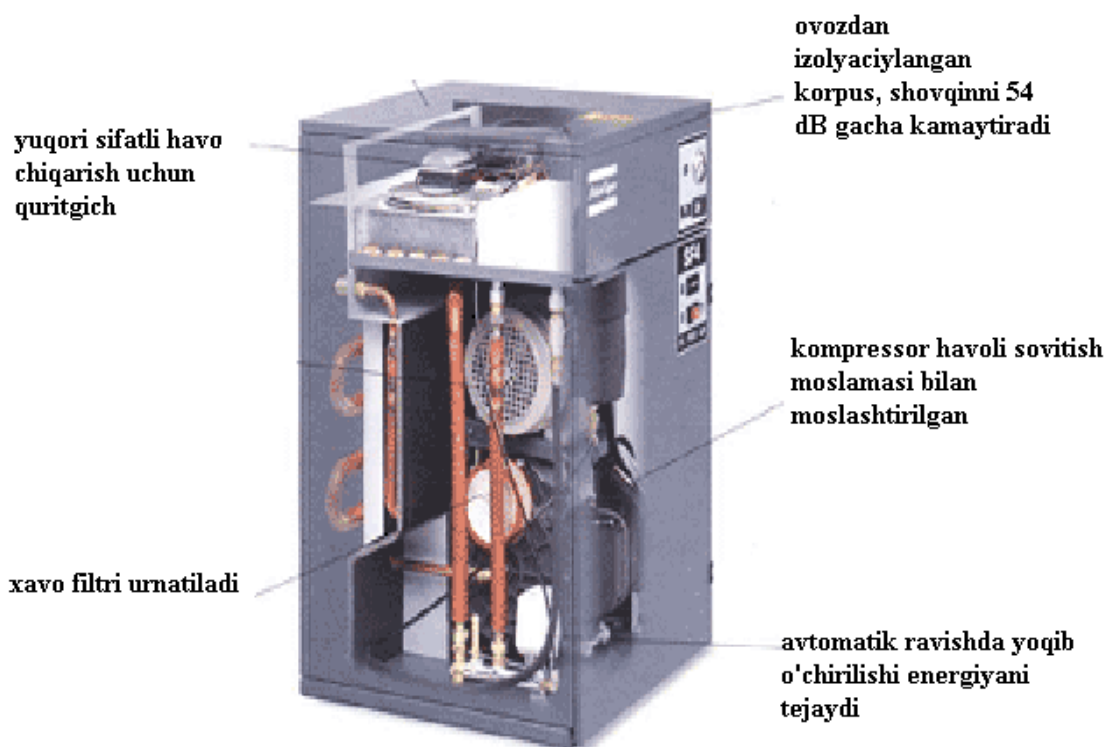
Axborot texnologiyalar

URL: <http://www.energoserver.ru>, E-mail: info@energoserver.ru

<http://gradusnick.krovatka.su/>

<http://www.energoserver.ru/production.php?cat=3&subcat=24&prod=138>





Virtual kompyuter dasturini olib borish tartibi

1. Quyidagi papka ochiladi: *Rabochiy stol/Yarlik biotechnologiya 2007/laboratoriyalar umumiy (12 ta) /Porshenli kompressorlar hisobi/data/index*
2. Titul varag'i talaba tomonidan to'ldiriladi va printer orqali chiqariladi.
3. Ishning nazariy qismi bilan tanishib chiqiladi.
4. Ishning olib borish tartibi bilan tanishib chiqiladi.
5. "Virtual laboratoriya ishi" ga kiriladi. Talaba tomonidan sistemada havoning sarfi va dvigatelning quvvati qiymatlari o'zgartiriladi va jadvalda aks ettirilgan natija (ma'lum vaqtdan keyin) printer orqali chiqariladi.
6. Olingan natijalar amaliyot daftariga ilova qilinadi.

3 – Laboratoriya ishi

Qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash

Ishning maqsadi:

- Marmar misolida qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash.
- Tajriba yo'li bilan olingan natijalarni adabiyotdagi ma'lumotlar bilan taqqoslash.

Ishning ahamiyati:

Marmar misolida statsionar rejimda qattiq jismlarda issiqlik o'tkazish qonunlarini batafsil o'rganish.

Ishning nazariy qismi

Issiqlik o'tkazish – issiqlik energiyasining tarqalish qonuniyatlarini o'rganuvchi bo'limdir. Issiqlik o'tkazish jarayonlari [isitish, bug'latish, sovitish, kondensatsiyalash] kimyo-farmatsevtika va biotexnologiya sohasida keng qo'llaniladi.

Turli xil haroratga ega bo'lgan jismlarda issiqlik energiyasining biridan ikkinchisiga o'tishi issiqlik almashinish jarayoni deyiladi. “Issiq va sovuq” jismlarning haroratlari o'rtasidagi farq issiqlik almashinishning harakatlantiruvchi kuchi hisoblanadi. Jismlar o'rtasidagi issiqlik almashinishi erkin elektron, atom va molekulalarning o'zaro energiya almashinishi hisobiga sodir bo'ladi.

Issiqlik tarqalishining 3 ta turi bor:

1. Issiqlik o'tkazuvchanlik
2. Konvektiv issiqlik almashinish
3. Issiqlikning nurlanishi

Bir-biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz xarakati natijasida yuz beradigan issiqlikning o'tish jarayoni issiqlik o'tkazuvchanlik [yoki konduktsiya] deyiladi. Gaz va tomchili suyuqliklarda molekulalarning harakati natijasida yoki qattiq jismlarda kristall panjaradagi atomlarning tebranishi ta'sirida yoxud metallarda erkin elektronlarning diffuziyasi oqibatida issiqlik o'tkazuvchanlik jarayoni sodir bo'ladi. Qattiq jismlarda va gaz yoki suyuqliklarning yupqa qatlamlarida issiqlik asosan issiqlik o'tkazuvchanlik orqali tarqaladi.

Gaz eki suyuqliklarda makroskopik hajmlarning harakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning tarqalishi konvektsiya deyiladi. Konvektsiya 2 xil bo'ladi: erkin va majburiy. Gaz yoki suyuqlik ayrim qismlardagi zichliklarning farqi natijasida hosil bo'ladigan issiqlikning almashinishi tabiiy yoki erkin konvektsiya deyiladi.

Tashqi kuchlar ta'sirida [m: suyuqliklarni nasoslar yordamida uzatish yoki ularni mexanik aralashtirgichlar bilan aralashtirish paytida] majburiy

konvektsiya paydo bo'ladi.

Issqlik energiyasining elektromagnit to'liqlar yordamida tarqalishi issiqlikning nurlanishi deb yuritiladi. Xar qanday jism o'zidan energiyani nurlatish qobiliyatiga ega. Nurlangan energiya boshqa jismga yutiladi va qaytadan issiqlikka aylanadi. Natijada nur bilan issiqlik almashinish jarayoni sodir bo'lib, u o'z navbatida nur chiqarish va nur yutish jarayonlaridan tashkil topgan.

Issqlik almashinish intensivligi - issiqlik oqimining zichligi bilan o'lchanadi, ya'ni birlik vaqt ichida, birlik yuzadan o'tgan issiqlik miqdori. Bu kattalik Vt/m^2 o'lchanadi va "q" bilan belgilanadi (shuni aytib o'tish kerakki q bilan termodinamikada solishtirma issiqlik sig'imi ham belgilanadi). Issiqlik almashinish nazariyasida ixtiyoriy "S" yuzadan birlik vaqt ichida o'tgan issiqlik miqdori, issiqlik oqimining quvvati deyiladi va "Q" bilan belgilanadi, Vt yoki dj/s o'lchanadi.

$$q=Q/S$$

Temperatura maydoni deb shu vaqtda jism yoki sistemaning bir xil temperaturada bo'lgan nuqtalar yigindisiga aytiladi. Matematik ko'rinishi:

$$t=f(x, y, z, \tau).$$

Bir xil temperaturasi bo'lgan nuqtalarning geometrik yig'indisi izotermik maydon deyiladi.

Temperatura gradienti - **gradt** izotermik maydonga perpendikulyar bo'lgan vektor temperatura bilan bir xil yo'nalgan va qiymat jihatidan temperaturaning hosilasiga teng. Fur'ening issiqlik o'tkazishni asosiy qonuniga binoan issiqlik oqimi zichligi temperatura gradientiga to'g'ri proporsionaldir.

$$q = -\lambda \cdot \text{gradt}$$

λ – jismning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $Vt/(m \cdot K)$.

Manfiy ishora esa **q** vektori **gradt** vektoriga teskari yo'nalganligini ko'rsatadi, ya'ni temperatura pasayish tarafiga yonalgani uchun. λ -jismning issiqlik o'tkazish qobilyatini bildiradi. Uning qiymati adabiyotdan (ma'lumotnomalarda) olinadi. Qiymat jihatidan $\lambda = q/\text{gradt}$ issiqlik oqimi zichligi $1 K/m$ temperatura gradientiga teng. λ - asosan molekulalarning xarakatiga bog'liq va tezligi oshishi hamda molekulaning massasi kamayishi bilan ortib boradi. Gazlar uchun $(5 \div 6) \cdot 10^{-2}$; suyuqliklar uchun $(10^{-2} \div 1)$; izolyatorlar uchun $(10^{-1} \div 10)$; metallar uchun $(10 \div 10^3)$).

Issiqlik o'tkazuvchanlik Fur'e qonuni orqali o'rganiladi. Bu qonunga ko'ra issiqlik o'tkazuvchanlik orqali o'tgan issiqlik miqdori dQ temperatura gradientiga $(dt/d\eta)$, vaqtga $(d\tau)$ va issiqlik oqimiga perpendikulyar bo'lgan maydon kesimiga (dF) proporsionaldir:

$$dQ = \frac{-\lambda \partial t}{\partial \eta} dF \cdot d\tau$$

Agar $Q = \frac{q}{F \cdot \tau}$ deb olinsa

Bu yerda, q – issiqlik oqimi zichligi
 λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi o'lchov birliklariga ega:

$$[\lambda] = \frac{dQ \cdot \partial \eta}{\partial t \cdot dF \cdot d\tau} = \frac{Vt}{m^0 S}$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining fizik ma'nosi: issiqlik almashinish yuzasi birligidan (1 m^2) vaqt birligi davomida (τ) izotermik yuzaga normal bo'lgan 1 m uzunlikka to'g'ri kelgan haroratlarning 1°S ga pasayishi vaqtida issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan berilgan issiqlik miqdorini belgilaydi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymati moddaning tuzilishi va uning fizik-kimyoviy xossalariga, haroratiga va boshqa bir qator kattaliklarga bog'liq. Oddiy haroratlarda va boshqa bosimda metallar issiqlikni juda yaxshi, gazlar esa juda yomon o'tkazadi.

Ishni olib borish tartibi

Issiqlik koeffitsientini aniqlash uchun olingan qattiq jism (1) (marmar) qalinligi 30 mm va diametri 150 mm bo'lgan disk ko'rinishda ishlangan. U issitgich (2) va sovutkich (3) orasiga joylashtirilgan. Asosiy issitkichdan ajralib chiqqan issiqlik Q marmarning ishchi sirtidan to'liq o'tishi kerak. Shuning uchun yon va past tomonlaridan issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish maqsadida qo'shimcha elektr issitkichlar (4) va (5) o'rnatiladi. Elektr issitkich (4) asosiy bilan bitta tekislikda joylashtirilgan. 5-chisi esa betondan yasalgan (6) yordamchi diskning tagida o'rnatilgan. Tashqi muhitga issiqlik sarf bo'lmasligi uchun qurilma asbest bilan qoplangan.

Elektr qizdirgichlarga avtotransformatorlar (LATR I, II, III) orqali kuchlanish beriladi. Tekshirilayotgan moddaning yon tomoniga issiqlik tarqalmaganligi t_1 va t_2 termoparalar yordamida nazorat qilinadi. Pastki tarafga issiqlik tarqalishi t_3 va t_4 termoparalar yordamida nazorat qilinadi. Termometrlar (7) elektr o'zgartirgich orqali (8) millivoltmetrga ulanadi. Sovutkichga shahar tarmog'idan suv beriladi. Suvning t_{kir} va t_{chiq} temperaturalari suyuqlik (9) va (10) termometrlar yordamida o'lchanadi. Asosiy qizdirgichning elektr toki (11) ampermetr kuchlanishi esa (12) voltmetr bilan o'lchanadi.

1. Tajriba sovutkichga kam miqdorda suv berilishidan boshlanadi.
2. Qurilmani elektr tarmog'iga ulab, 1 LATR yordamida asosiy issitgichda kerakli rejim o'rnatiladi.
3. II va III avtotransformatorlardan foydalanib issiqlik rejimlari tekislanadi. Ya'ni, vaqt davomida $t_1=t_2$ va $t_3=t_4$ ga erishgandan keyin parametrlar o'lchanadi.
4. Tajriba davomida o'lchangan ko'rsatkichlar 3-1 jadvalga kiritiladi.

3-1 jadval

Kattalik	J, A	U, B	Temperatura					
			t ₁ , °C	t ₂ , °C	t ₃ , °C	t ₄ , °C	t _{кир} , °C	t _{чик} , °C

5. Tekshirilayotgan marmar plitasi orqali o'tayotgan issiqlik miqdori:

$$Q = JU \text{ ga teng}$$

6. Marmarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti:

$$\lambda = \frac{Q * \delta}{(t_u - t_c) * S} \text{ Bt / m} * K$$

bu yerda: δ -tekshirilayotgan marmarning qalinligi.

t_u - marmarning elektr issitgich tomonidan bo'lgan o'rtacha temperaturasi.

$$t_u = t_2 + t_1 / 2$$

t_c - marmarning sovutgich tomonidan bo'lgan o'rtacha temperaturasi.

$$t_c = t_{кир} + t_{чик} / 2$$

S - marmarning ishchi yuzasi. $S = (\pi d^2) / 4$

7. Olingan ma'lumotlar 3-2 jadvalga kiritiladi.

3-2 jadval

Kattalik					
Q, Vt					
t_u, °C					
t_c, °C					
S, m²					
λ, Vt/mK					

Mustaqil tayyorlash uchun savollar

1. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining fizik ma'nosi.
2. Turgun rejimda bir qatlamli, bir jinsli tekis devor orqali o'tgan issiqlik oqimi.
3. Turgun rejimda ko'p qatlamli, tekis devor orqali o'tgan issiqlik oqimi.
4. Termik qarshilik va uning fizik ma'nosi.
5. Silindrik va sharsimon devorlarning issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyati.

Uslubiy ta'minot

Beshta sekundamer, taxometr, barometr, 2-ta suyuqlik termometri. Kompresorni sovutish uchun shaxar tarmog'iga ulangan suv tizimi. Suvning bosimi 1,5 atm. dan kam bo'lmasligi kerak.

Adabiyotlar

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А., Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В., Шейндлин А.Е. Техникавий термодинамика. Тошкент. Ўқитувчи, 1980.
5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar:

FSMU texnologiyasi: Konvektsiya jarayoni texnologiyada keng qo'llaniladi!
FSMU texnologiyasi: Materialni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini bilish
zarur!

Tushunarli metod

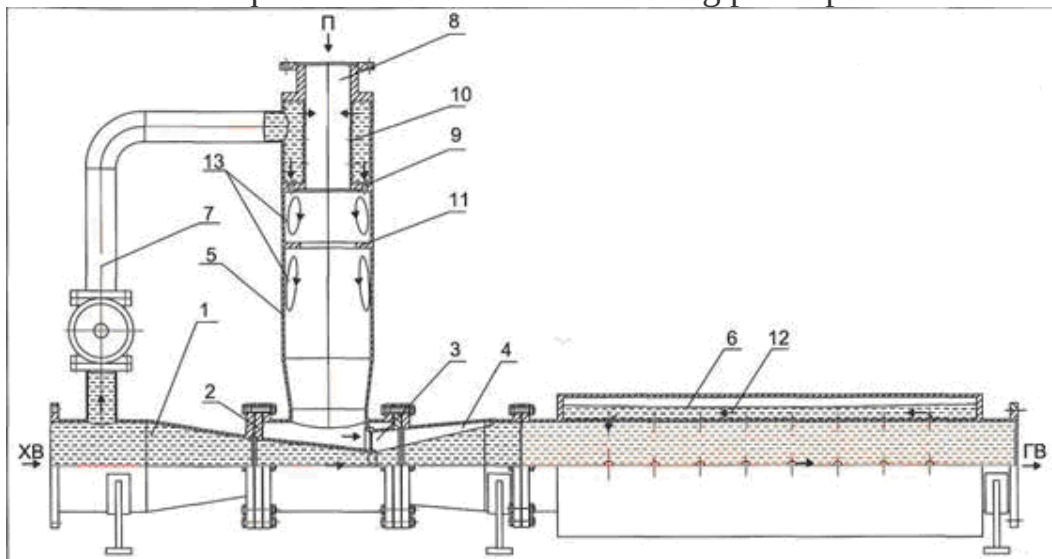
Tushunchalar	Sizningcha qanday ta'riflanadi	Tushunchaning maqsadini yozing
Issiqlik almashinish jarayonlari		
Issiqlik tashuvchi		
Konvektsiya		
Erkin konvektsiya		
Temperatura gradienti		
Issiqlikni harakatlantiruvchi kuchi		
Absolut oq jism		

Axborot texnologiyalar

URL: <http://www.energoserver.ru>, E-mail: info@energoserver.ru

http://www.pressmash.miass.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=29

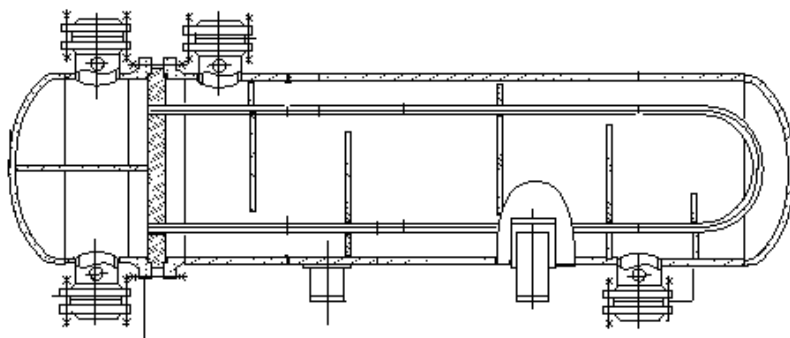
Issiqlik almashinish moslamasining printsiptial sxemasi



UMPEU moslamasi konfuzor 1, suv uchun mo'ljallangan soplo 2, qabul qiluvchi kamera 3, bug' va qizdiriluvchi suvni aralashtirish kamerasi 5 (qabul qiluvchi kamerasiga o'rnatilgan), issiqlik oqimini boshqarish moslamasi 6, qayta uzatish truboprovodi 7 dan iborat. Bug'ning yo'li - 8, forsunkalar - 9,10, generator - 11, qaytish oqimi - 12, vixrli oqim - 13, GV issiq suv, P - bug', XV - sovuq suv.

Issiqlik moslamalarining ichki va tashqi tuzilishi.





Virtual kompyuter dasturini olib borish tartibi

1. Quyidagi papka ochiladi: *Rabochiy stol/Yarlik biotekhnologiya 2007/laboratoriyalar umumiy (12 ta) /Qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash /data/index*
2. Titul varag'i talaba tomonidan to'ldiriladi va printer orqali chiqariladi.
3. Ishning nazariy qismi bilan tanishib chiqiladi.
4. Ishning olib borish tartibi bilan tanishib chiqiladi.
5. "Virtual laboratoriya ishi" ga kiriladi.
"Boshla" tugmasi bosiladi. Talaba tomonidan o'rganilayotgan sistemada suvning boshlang'ich va ohirgi haroratlari kiritiladi, so'ngra kuchlanish beriladi. Jadvalda aks ettirilgan "natija" tugmasi bosiladi va hosil bo'lgan natija printer orqali chiqariladi.
6. Olingan natijalar amaliyot daftariga yopishtiriladi.

1 Amaliy mashg'ulot

Termodinamikaning birinchi qonuni. Ichki energiya. Kengayish ishi.

Qo'yilgan maqsad: Termodinamikaning 1–qonuni bilan tanishish, shu qonunga doir bo'lgan bilimga to'liq ega bo'lish. Energiya, ish va ish energiyaning ekvivalentligini masala va misollar yordamida ko'rsatish.

Mashg'ulotning ahamiyati: Termodinamikaning 1–qonuni, energiyaning saqlanish va o'zgarish qonunlarining xususiy xoli, ya'ni saqlanish qonuni, materiyani yo'qolmasligi, xarakat va kuchni batafsil o'rganish.

Nazariy qism: Termodinamikaning 1 – qonuniga asosan sistemaga o'z–o'zidan issiqlik yoki ish paydo bo'lishi mumkin emas. Agarda sistemada issiqlik paydo bo'lsa, yoki ish bajarilsa, unda muayyan issiqlik ishga (ish issiqlikga) aylangan bo'ladi. Shu qonun mexanik va issiqlik energiylarining o'zaro aylanishlardagi ekvivalentligini bildirib, matematik ko'rinishi quyidagicha ifodalanadi:

$$Q = L \quad (1-1)$$

bu yerda Q-ishga aylangan issiqlik miqdori;

L – Q issiqlik hisobiga bajarilgan ish.

L va Q SI sistemasida joulda hisoblanadi. Sanoatda issiqlik energiyasi kaloriya (kal), mexanik ish kilogramm – kuch – metr yoki kilogrammometr (kgs.m; kgk.m) va quvvat (kgs.m/s) bilan hisoblanadi.

Energiya birliklari orasidagi o'zaro nisbat 1-1 jadvalda ko'rsatilgan.

1–1 jadval

Energiya birliklari	Joul j	Kgk.m	Kkal	kVt.soat	ft.lbf
Joul	1	0,102	$2,39 \cdot 10^{-4}$	$2,78 \cdot 10^{-7}$	0,737
Kgs.m	9,806	1	$2,34 \cdot 10^{-3}$	$2,72 \cdot 10^{-6}$	7,233
Kilokaloriya	$4,2 \cdot 10^3$	$4,23 \cdot 10^2$	1	$1,16 \cdot 10^{-3}$	$3,09 \cdot 10^4$
Kilovatt – soat	$3,6 \cdot 10^6$	$3,67 \cdot 10^5$	$8,6 \cdot 10^2$	1	$2,65 \cdot 10^6$
Fut – funt – kuch	1,356	0,138	$3,25 \cdot 10^{-4}$	$3,76 \cdot 10^{-7}$	1

Quvvat birliklari orasidagi o'zaro nisbat 1-2 jadvalda ko'rsatilgan.

1 – 2 jadval

Quvvat birliklari	Vt	kgk.m/s	Kal/s	ft.lbf/s	Ot kuchi
Vatt	1	0,102	0,239	0,7376	$1,36 \cdot 10^{-2}$
kgs.m-s	9,8067	1	2,343	7,233	$1,33 \cdot 10^{-2}$
kal/s	4,186	0,427	1	3,088	$5,69 \cdot 10^{-3}$
ft.lbf/s	1,355	0,138	0,3426	1	$1,84 \cdot 10^{-3}$
Ot kuchi	736	75	175,5	542,5	1

Termodinamikaning 1–qonunining analitik ifodasi differensial ko‘rinishi:

$$dQ = dU + dL, \quad (1-2)$$

bu yerda: dQ – M (kg) massaviy ishchi jismga tashqaridan berilgan issiqlik miqdori;

dU – ishchi jismni ichki energiyasining o‘zgarishi;

dL – ishchi jismning tashqi kuchlarni (tashqi bosim) yengishda bajarilgan ish – “kengayish ishi”.

Bir kilogramm gazning cheksiz kichik o‘zgarishi uchun (1-2) tenglamaning ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi;

$$dq = du + dl \quad (1-3)$$

$$dl = pdv \text{ bo'lgani uchun } dq = du + pdv,$$

unda(1-2) tenglamaning oxirgi holat uchun;

$$Q = \Delta U + L \quad (1-4)$$

Va 1 kg gaz uchun kengayish ishi: $q = pdv$

$$1 = \int_{v_1}^{v_2} p dv \quad (1-5)$$

1 kg ideal gazni holatini cheksiz kichik o‘zgarish tufayli ichki energiyaning o‘zgarishi:

$$du = c_v dt \quad (1-6)$$

Issiqlik texnika hisoblashlarida ichki energiyaning absolyut qiymati o‘rniga uning o‘zgarishi (Δu) ko‘proq qo‘llaniladi, shuning uchun Kelvin yoki Selsiy shkalalaridan foydalanish yakuniy natijaga ta'sir ko'rsatmaydi. (1-6) tenglamani va t_1 va t_2 temperaturalar orasida integrallab, ichki energiyaning o‘zgarishini olamiz:

$$\Delta u = C_{vm}(t_1 - t_2) \quad (1-7)$$

bu yerda: C_{vm} – doimiy hajmdagi, t_1 va t_2 temperaturalar orasidagi o‘rtacha massaviy issiqlik sig‘im.

Termodinamikaning 1–qonunidan foydalanib, issiqlik moslamalarning foydali ish koeffitsientini (f.i.k.) (issiqlikning ishga aylanish darajasi) aniqlasa bo‘ladi:

$$\eta = 3600 / (Q_H^P \cdot b) \quad (1-8)$$

bu yerda: b – yoqilg‘ining solishtirma sarfi (1 kVt*soat hosil qilish uchun yoqilg‘ini sarfi) [kg/(kVt*soat)]

Q_H^P - yoqilg‘ining yonish issiqligi [kJ/kg]

1 masala: Elektrostantsiyada 20 soat ichida 62 tonna, yonish issiqligi 28900 kJ/kg ga teng bo‘lgan tosh ko‘mir sarf qilindi. Tosh ko‘mir yonish natijasida issiqlikning 18 % elektr energiyasiga aylanganda stantsiyaning o‘rtacha quvvati hisoblansin.

Yechilishi:

20 soat ichida elektr energiyasiga aylangan issiqlik miqdori

$$Q = 62 \times 1000 \times 28900 \times 0,18 \text{ kJ.}$$

Shunga ekvivalent ish yoki elektr energiyaning qiymati:

$$L = (62 \times 1000 \times 28900 \times 0,18) / 3600 = 89590 \text{ kVt} \cdot \text{soat}$$

Demak, elektr stantsiyaning o'rtacha quvvati;

$$N = 89590 / 20 = 4479 \text{ kVt.}$$

2-masala: 4200 kVt quvvatga ega bo'lgan bug' generatorning f.i.k.

$\eta = 0,20$ ga teng. Yoqilg'ining yonish issiqligi $Q_H^P = 25000 \text{ kJ/kg}$ ga teng bo'lganda generatorning bir soatda sarf qilgan yoqilg'ining miqdori topilsin.

Yechilishi:

(1-8) – tenglamadan

$$b = 3600 / (Q_H^P \cdot \eta) = 3600 / (0,2 \times 25000) = 0,72 \text{ kg/(kVt} \cdot \text{soat)}$$

bir soatdagi yoqilg'ining sarfi esa: $0,72 \times 4200 = 3024 \text{ kg/soat}$

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

1 – vazifa. 300 Vt li elektr qaynatgich yordamida qancha vaqt ichida 1 litr suvni qaynash temperaturasiigacha yetadi? Suvning boshlang'ich temperaturasi 20°C bo'lsa va atrof muhit bilan issiqlik almashuvi hisobga olinmasin.

Javob: 18,6 min.

2 – vazifa. Izobar jarayonida, 1 kg kislorodga berilgan issiqlikning qanchasi ichki energiyaning o'zgarishiga sarflanadi?

Javob: $\Delta u = 0,7$

3 – vazifa. 40 km/soat tezlikda xarakatlanayotgan 1,5 tonnali yengil avtoulav tormozlar yordamida to'xtatiladi. Tormoz qismlarining oxirgi temperaturasi t_2 hisoblansin, agar ularning massasi 15 kg, boshlang'ich temperaturasi $t_1 = 10^\circ \text{C}$ va po'latdan yasalgan tormoz qismlarining issiqlik sig'imi $0,46 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ ga teng bo'lsa, atrof muhit bilan issiqlik almashuvi hisobga olinmasin.

Javob: $t_2 = 23,4^\circ \text{C}$.

4 – vazifa. Yaxshi moylanmaganligi uchun apparat 200 kilogrammli qismining temperaturasi 20 min davomida 40°C ga ortdi. Agar moslama yasalgan materialning issiqlik sig'imi $0,46 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ teng bo'lsa, shu hisobiga apparat yo'qotgan quvvat aniqlansin,.

Javob: 3,07 kVt.

5 – vazifa. 0,6 kg va temperaturasi 20°C suvli kalorimetr ga massasi 0,4 kg va temperaturasi 200°C qizdirilgan po'lat jism tushirildi. Agar suvning temperaturasi $12,5^\circ \text{C}$ ga ortsa, po'latning issiqlik sig'imi topilsin. Kalorimetr massasi hisobga olinmasin.

Javob: $C = 0,469 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$

6 – vazifa. 2 m^3 havoning ichki energiyasining o'zgargan qiymati topilsin, agar uning temperaturasi $t_1 = 250^\circ\text{C}$ dan $t_2 = 70^\circ\text{C}$ gacha tushirilsa. Issiqlik sig'imi bilan temperatura orasidagi bog'liqligi chiziqli va boshlang'ich bosim $P_1 = 0,6 \text{ MPa}$ deb hisoblansin.

Javob: $\Delta u = - 1063 \text{ kJ}$

Mustaqil tayyorlash uchun savollar.

1. Energiya va ishning asosiy birliklari va ular orasidagi bog'liqlar.
2. Quvvatning asosiy birliklari va ular orasidagi bog'liqlar.
3. Energiya, ish va quvvatning fizikaviy ma'nosi.
4. Ideal gazning ichki energiyasining o'zgarishi.
5. Ideal gazning kengayish ishi.
6. Yoqilg'ining yonish issiqligi.
7. Issiqlik moslamani foydali ish koeffitsienti.

Uslubiy ta'minot

1. Jismlarning issiqlik sig'imi jadvali.
2. Jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik jadvali.

Adabiyotlar:

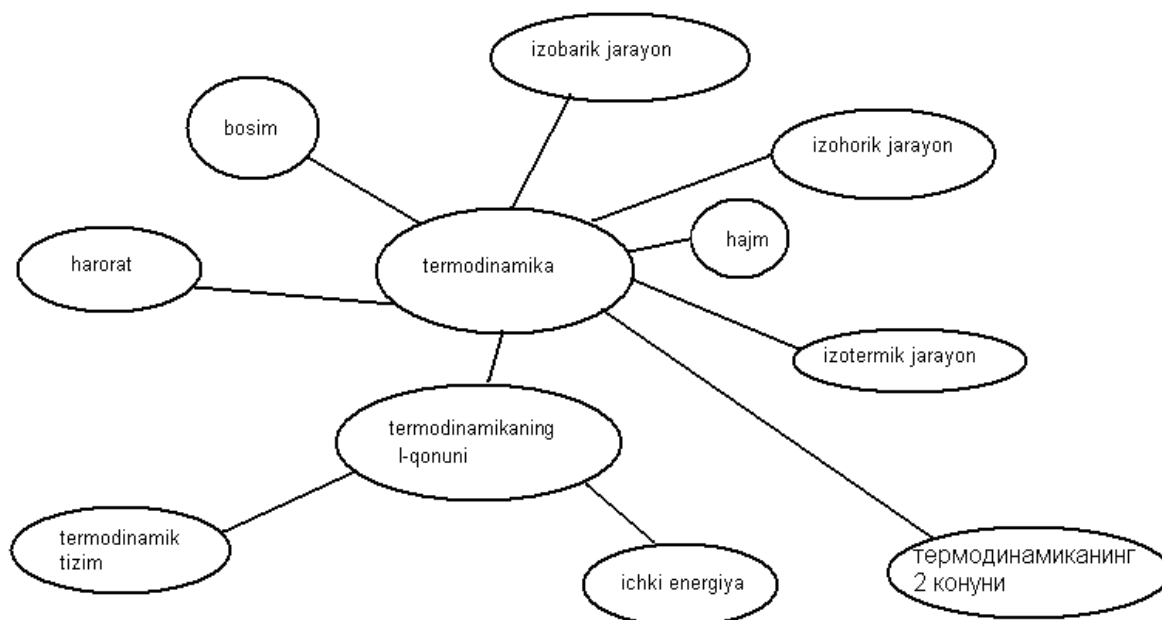
1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Техникавий термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.
5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar:

3x3 texnologiyasi – “Termodinamik tahlil bu ...”

3x3 texnologiyasi – “Ichki energiya bu - ...”

Klaster (Tarmoqlar) usuli

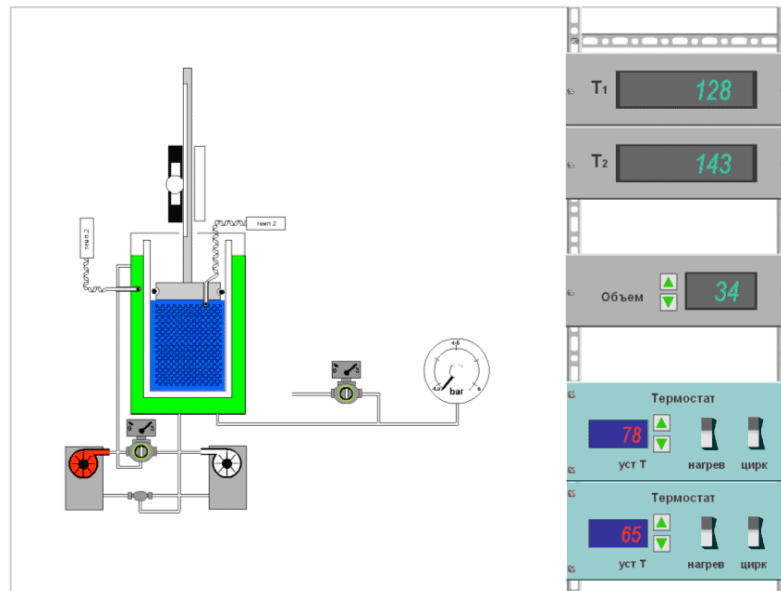


Mavzu “”Termodinamikaning 1 qonuni. Ichki energiya. Kengayish ishi”
Tushunarli metod

Tushunchalar	Sizningcha qanday ta'riflanadi	Tushunchaning maqsadini yozing
Energotexnologiya		
Termodinamika		
Sistema		
Ochiq sistema		
Izolirlangan sistema		
Geterogen sistema		
Ichki energiya		
Termodinamikaning 1 qonuni		

Axborot texnologiyalar

Gaz qonunlari. Gazli termometrni ishlati.



2 Amaliy mashg'ulot

Termodinamikaning 1 – qonunining analitik ko'rinishi. Gazlarning issiqlik sig'imi. Entalpiya.

Qo'yilgan maqsad: Termodinamikaning 1–qonunini analitik ko'rinishida tahlil qila bilish. Masala va misollar yordamida issiqlik energiyasining musbat, manfiy va nolga teng bo'lgan xollarini ko'rsatish.

Mashg'ulotning ahamiyati: Issiqlik sig'imi termodinamik jarayonning funksiyasi va entalpiya moddaning holat parametrligini to'liq tushinish va batafsil o'rganish.

Nazariy qism: Termodinamikaning 1– qonunida issiqlik va ishning ekvivalentligi ko'riladi. Bu qonunga ko'ra issiqlik mexanik ishga va aksincha mexanik ish issiqlikka aniq, ekvivalent miqdorda aylanadi. Ya'ni, ma'lum miqdordagi issiqlik to'liq ishga aylansa, doimo aniq miqdordagi ish bajariladi. Va xuddi shunday ma'lum miqdordagi ishdan, agar uning barchasi issiqlikga aylantirilsa, doimo bir xil miqdorda issiqlikni olish mumkin.

Termodinamikaning 1 – qonuniga asosan sistemada o'z – o'zidan issiqlik yoki ish paydo bo'lishi mumkin emas. Agar, sistemada issiqlik paydo bo'lsa, yoki ish bajarilsa, unda muayan issiqlik ishga (yoki ish issiqlikga) aylangan bo'ladi.

Ma'lumki, aloqida olingan sistema uchun energiyaning saqlanish qonuniga binoan

$$\sum E = \text{Const}$$

Agar biror sistemaga tashqi muhitdan ma'lum miqdorda energiya uzatilsa, u holda sistemaning energiyasi quyidagicha o'zgaradi:

$$E = Q + L$$

Q – issiqlik ko'rinishda L – ish formasida

$$Q = E - L \quad (2-1) \quad \text{Muhitning ishchi jism ustida bajargan ish yoki}$$

$$Q = E + L^* \quad (2-2) \quad \text{ishchi jisimning bajargan ishi}$$

$$\text{Bu esa} \quad L^* = -L \quad (2-3)$$

Termodinamikaning 1 – qonuni

Termodinamik sistemadagi biror jismga uzatilgan issiqlik ko'rinishida energiya uning energiyasini o'zgartirish va shu jisimning ish bajarishiga sarflanadi.

Ya'ni jismning energiyasi

$$E = E_{\text{ichki}} + E_{\text{tashqi}}$$

$$\text{Bu yerda: } E_{\text{ichki}} = U \quad \text{ba} \quad E_{\text{tashqi}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} \quad (2-4)$$

$$U \text{ holda } \Delta E_{\text{mau}} = \frac{m(V_2^2 - V_1^2)}{2} + mg(h_2 - h_1) \quad (2-5)$$

Jismning issiqlik sig'imi deb, $C = \delta Q / dT$; dT temperaturasi o'zgarishdagi

jisimning cheksiz kichik holatini o'zgarishiga qabul qilgan issiqlik miqdoriga aytiladi
 $C = \delta Q / dT$

Odatda termodinamikada issiqlik sig'imi quyidagi ko'rinishda beriladi:

Solishtirma massaviy issiqlik sig'imi . "C" –1 kg gazga tegishli bo'lgan J/(kgxK) issiqlik sig'imi

Solishtirma hajmiy issiqlik sig'imi. "c' " – normal sharoitda 1 m³ hajmdagi gazga tegishli bo'lgan J/(m³xK) issiqlik sig'imi

Molyar solishgirma issiqlik sig'imi "μc" – bir kilomol gazga tegishli bo'lgan J/(kmolxK) issiqlik sig'imi

Yuqorida ko'rilgan issiqlik sig'implarning o'zaro bog'lanishi quydagicha ifodalanadi: $C = \mu c / \mu$; $c' = c p_n$

P_n – normal sharoitdagi gazning zichligi

Bir xil issiqlik miqdori berilganda jismning temperaturai o'zgarishi jarayon va uning xarakteriga bog'lik, ya'ni issiqlik sig'imi jarayonning funksiyasidir. Bu degani, har xil jarayonlarda temperaturasini bir xil jismlarni 1K ga oshirish uchun har xil issiqlik miqdori talab qilinadi.

Termodinamik hisoblarda:

doimiy bosimda jismning temperaturasini bir birlikka oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori doimiy bosimdagi issiqlik sig'imi $C_p = \frac{dq_p}{dT}$ deyiladi.

doimiy hajmda jismning temperaturasini bir birlikka oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori doimiy hajmdagi issiqlik sig'imi $C_v = dq_v / dT$ deyiladi.

Mayer tenglamasiga binoan ideal gaz uchun $C_v = \frac{dU}{dT}$, $C_p = C_v + R$. Ga teng. Bu yerda $R = P \left(\frac{dV}{dT} \right)_p$

$V = \text{const}$ jarayonida sarf bo'lgan issiqlik faqat ichki energiyani o'zgartirish uchun sarflanadi.

$P = \text{const}$ jarayonida issiqlik ichki energiyani oshirishga va tashqi kuchlarni engish uchun bajariladigan ishga sarflanadi.

Shuning uchun xar doyim $C_p > C_v$ – tashqi kuchlarning bajargan ish miharridan ortiq bo'ladi.

Real gazlar uchun $C_p - C_v > R$, chunki issiqlik faqat tashqi kuchlarni engish uchun emas, balki molekulalararo kuchlarni engish uchun xam sarflanadi.

Real gazlarda issiqlik sig'imi bosimga juda kam bog'liq bo'lganligi uchun termodinamikada haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imini ishlatiladi.

O'rtacha issiqlik sig'im deb T_1 va T_2 temperaturalar orasidagi issiqlik miqdori va temperaturalar farqining

nisbati $C_{ypm} \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{q}{t_2 - t_1}$ deyiladi.

Haqiqiy issiqlik sig'imi: $C = \frac{dq}{dT} \Rightarrow q = \int_{t_1}^{t_2} C dt$

$$C_{ypm} \Big|_{t_1}^{t_2} = \int_{t_1}^{t_2} \frac{C}{t_2 - t_1} dt \Rightarrow C_{ypm} \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{C_{ypm} \Big|_{t_0}^{t_2} t_2 - C_{ypm} \Big|_{t_0}^{t_1} t_1}{t_2 - t_1} \quad (2-6)$$

Termodinamikada ichki energiya hamda bosim bilan hajm ko'paytmasining yig'indisi katta ahamiyatga ega va bu qiymat entalpiya deyiladi

$$H = U + PV.$$

Entalpiya jismning holat funktsiyasi deb hisoblanadi va ichki energiya, ish hamda issiqliklarga o'xshab joul (J) o'lchanib, additivlik xossaga ega, ya'ni solishtirma entalpiya $h = H/\mu$ $h = u + pv$ ga teng

Entalpiya sistemaning holat funktsiyasi bo'lganligi uchun, u xar qanday ikkita parametr sifatida ko'rilishi mumkin:

$$h = \varphi_1(P, V); h = \varphi_2(V, T); h = \varphi_3(P, T)$$

dh esa to'liq differentsiali.

Entalpiyaning o'zgarishi har qanday jarayonda faqat jismning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liq jarayonning xarakteriga esa bog'lik emas.

Entalpiya bu kengaygan sistemaning energiyasidir, ya'ni makroskopik sistemani termodinamik muvozanatda saqlab turish uchun kerak bo'lgan termodinamik potentsialdir.

1-masala. 0 –1200°C temperaturalar orasida uglerod oksidining o'rtacha massaviy va o'rtacha hajmiviy issiqlik sig'imini hisoblang. Uglerod oksidi uchun $(\mu_{c_{py}})_0^{1200} = 32,192 \text{ kJ}/(\text{kmol} \times \text{K})$.

Yechilishi:

$$C = \mu c / \mu; \quad c' = c_{p\pi} = \mu / 22,4;$$

$$\mu_{c_p} - \mu_{c_v} = \mu R \approx 8,314 \text{ kJ}/(\text{kmol} \times \text{K}) \text{ bo'lgani uchun}$$

$$(\mu_{c_v})_0^{1200} = 32,192 - 8,314 = 23,877 \text{ kJ}/(\text{kmol} \times \text{K})$$

$$(c_{vm})_0^{1200} = [(\mu_{c_v})_0^{1200}] / 28 = 23,877 / 28 = 0,8528 \text{ kJ}/(\text{kmol} \times \text{K})$$

$$(c'_{vm})_0^{1200} = [(\mu_{c_v})_0^{1200}] / 22,4 = 23,877 / 22,4 = 1,0659 \text{ kJ}/(\text{kmol} \times \text{K})$$

$$\text{Javob: } (c_{vm})_0^{1200} = 0,8528 \text{ kJ}/(\text{kmol} \times \text{K})$$

$$(c'_{vm})_0^{1200} = 1,0659 \text{ kJ}/(\text{kmol} \times \text{K})$$

2-masala. Vakuum hosil qilingan bir metrli kapilyar o'rtasida 1=20 sm li simob ustuni joylashgan. Agar kapilyarni vertikal ravishda o'rnatilsa simob ustuni $\Delta l = 10 \text{ sm}$ ga suriladi. Kapilyar ichidagi bosim topilsin.

Yechilishi:

Kapilyar gorizontall jaylashganida uning xar tomonida $V_0 = Sh$ hajmga va P_0 bosimga ega bo'lgan havo bor edi. Bu yerda S – kapilyarni ko'ndalang kesimi. Tikka qo'yilgandan so'ng kapilyarning yuqori qismida havoning hajmi

$V_1=S(h+\Delta l)$ va bosimi P_1 teng bo'ldi. Boyl – Mariot qonuniga asosan

$$V_0 P_0 = V_1 P_1 \text{ yoki } h P_0 = (h + \Delta l) P_1$$

Xuddi shunday pastgi qismiga hisoblasak $h P_0 = (h - \Delta l) P_2$

Bu yerda $P_2 = P_1 + P_3$; P_2 – simob ustuni hosil qilayotgan bosim

Mustaqil bajarish uchun vazifalar

1-vazifa. Azotning $1000 \div 2000^\circ\text{C}$ temperaturalar orasida o'rtacha issiqlik sig'imi topilsin. Agar ma'lum bo'lsa azot uchun o'rtacha issiqlik sig'imi $0 \div 2000^\circ\text{C}$ temperaturalar orasida $1,19 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ga va $0 \div 1000^\circ\text{C}$ $1,12 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ga teng.

$$\text{Javob: } C_0^{1200} = 1,26 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

2-vazifa. 16 g. kislorod uchun 15°C va 180°C izotermalar chizilsin.

3-vazifa. Hajmi $0,6 \text{ m}^3$, bosimi 5 at va temperaturasi 20°C bo'lgan berk idishda havo joylashgan. Sovutilish natijasida havo 25 kkal yo'qotdi. Yo'qotgandan so'ng idish ichidagi bosim va havoning temperaturasi topilsin.

$$\text{Javob: } P_2 = 4,31 \text{ at. } T_2 = -21,3^\circ\text{C}$$

4- vazifa. Hajmi 400 l, bosimi 5 at va temperaturasi 400°C bo'lgan berk idishda havo joylashgan. Agar izobarik ravishda temperaturasi 0°C pasaytirilsa. Ajralib chiqqan issiqlik miqdori va bajarilgan ish hisoblansin.

$$\text{Javob: } L = -11890 \text{ kg}\cdot\text{m} \quad Q = -100,2 \text{ kkal}$$

5-vazifa. Temperaturasi 25°C va bosimi 1 at 0.8 kg havoni izotermik siqish uchun $L = 9000 \text{ kg}\cdot\text{m}$ ish sarf bo'ldi. Yakuniy bosim va ajralib chiqqan issiqlik miqdori aniqlansin.

$$\text{Javob: } P_2 = 3,63 \text{ at. } Q = -21,2 \text{ kkal}$$

Mustaqil tayyorlash uchun savollar

1. Termodinamikaning birinchi qonunining analitik ko'rinishi matematik tahlili.
2. Atrof muhit bilan issiqlik almashuvi yo'q $\delta Q = 0$ bo'lgan hol
3. $\delta L = 0$ bo'lganda, ya'ni jismning hajmi $dV = 0$ o'zgarmaydigan xol.
4. $\delta U = 0$ sistemaning ichki energiya o'zgarmaydigan xol.
5. Gazning issiqlik sig'imi va ular orasidagi bog'lanishlar.
6. Gazning o'rtacha issiqlik sig'imi.
7. Entalpiya – holat funktsiya sifatida.

Uslubiy ta'minot

1. Jismlarning issiqlik sig'imi jadvali.
2. Jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik jadvali.

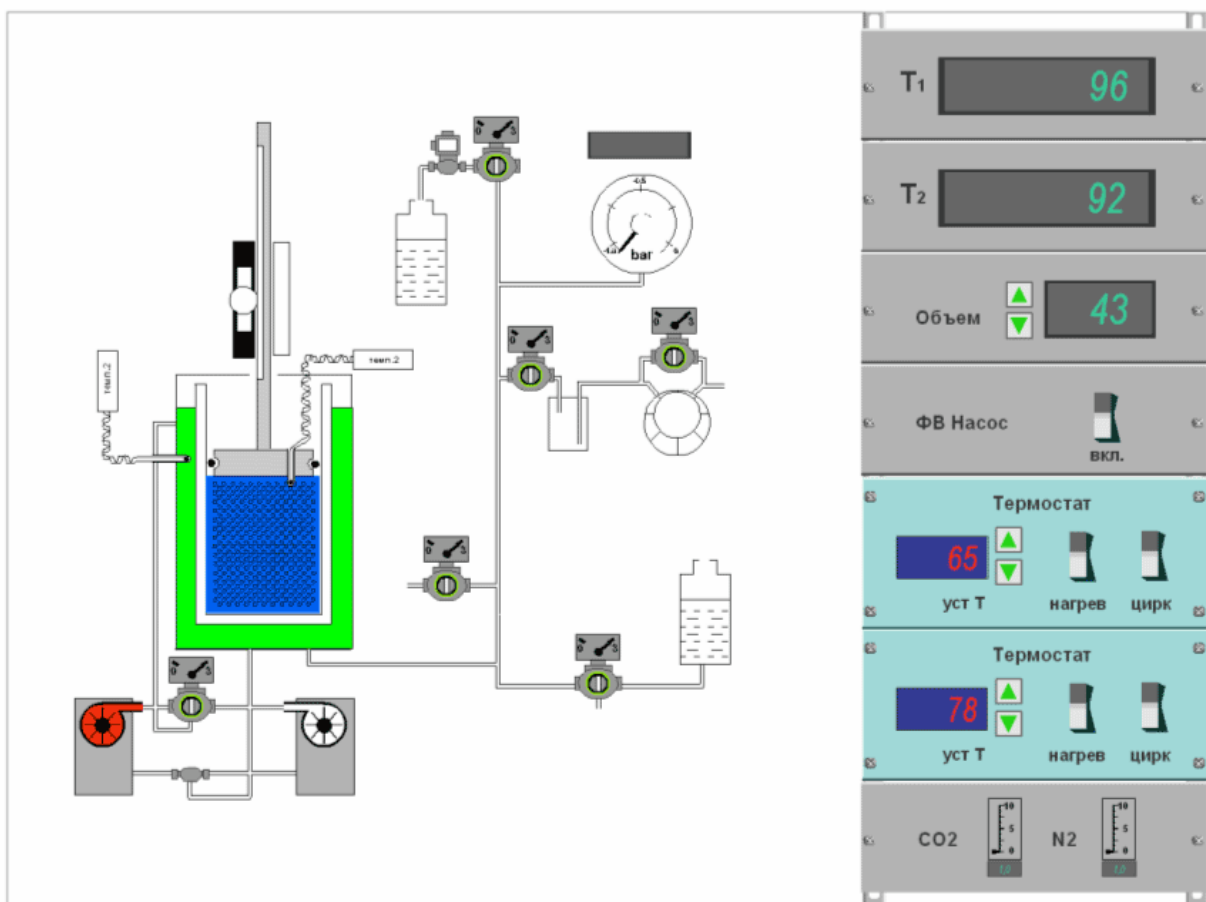
Adabiyotlar.

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Техникавий термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.
5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar: Klaster (Tarmoqlar) usuli

1. 3x3 texnologiyasi “Entalpiya bu ...”
2. 3x3 texnologiyasi “Gazlarning issiqlik sig’imi bu ...”

Axborot texnologiyalar



3 Amaliy mashg'ulot

Termodinamikaning 2 – qonunini. Aylanma jarayonlar. Karno sikli. Entropiya.

Qo'yilgan maqsad: Termodinamikaning 2–qonunini analitik ko'rinishida tahlil qila bilish. Birinchi va ikkinchi tartibli abadiy dvigatel yaratish mumkin emasligini ko'rsatish.

Mashg'ulotning ahamiyati: qaytar va qaytmas, to'g'ri va teskari aylanma jarayonlar misolida termodinamikaning 2–qonunini ishlab chiqarishga mos holda o'rganish.

Nazariy qism: Termodinamikaning 1–qonuni issiqlik va ishning o'zaro o'tishi xamda issiqlikning ish ekvivalentini, alohida olingan termodinamik sistema energiyasining doimiyligini, issiqlik, ichki energiya va bajarilgan ish o'rtasidagi bog'liglikni o'rnatadi. Ammo bu qonuniyotlar real jarayonlardagi juda ko'p amaliy masalalarni, masalan, termodinamik jarayonlarning ketishini belgilaydigan faktorlarni, bu jarayonlarning yo'nalish va chegaralarini aniqlashda etarli emas.

Tabiiy hodisalarni kuzatish ko'rsatadiki erkin jarayonlar, ya'ni qaytmas jarayonlar, qatnashayotgan termodinamik sistemaning nomuvozanat holida ro'y berishi mumkin va doimo bir tomonga yo'nalgan. Masalan, yuqori temperatura past temperatura tomoniga va yuqori bosim past bosim tomoniga, yo'nalganda sistema muvozanat holatiga intiladi. Termodinamikaning 1 — qonuninga binoan issiqlik ishga va ish issiqlikga o'tishi uchun hech qanday qo'shimcha shart zarur emas. Lekin issiqlikni ishga aylantirish uchun ma'lum sharoitlar talab qilinadi. Bu qonun bo'yicha ishchi jismga ichki energiya issiqlik formasida uzatilisa ish hosil bo'lishi mumkin. Ya'ni doimiy dvigatel yaratish mumkin. Na faqat amalda, xatto nazariy jihatdan ham bu mumkin emas.

Termodinamikaning 2– qonuni tabiatda issiqlikning bir jismdan boshqasiga uzatilishda namoen bo'laligan jarayonlarni o'rganadi. Temodinamik jarayonlarning qaytmaslik nazariyasi va asoslari bu qonunda asosiy masalalaridan biridir. Termodinamikaning 2 –qonuni yordamida jarayonlarning yo'nalishi, issiqlik energiya

mexanik ishga aylanishi, hamda dvigatel maksimal bajarishi mumkin bo'lgan ishni aniqlanash mumkin.

Matematik ko'rinishda termodinamikaning 2 – qonuni quidagicha:

$$dS \geq \frac{dQ}{T} \quad (3-1)$$

bu yerda: dS – sistema entropiyasining cheksiz kichik o'zgarishi

dQ – sistema issiqlik manbaidan qabul qilgan cheksiz kichik issiqlik miqdori;

T – issiqlik manbaining absolyut temperaturasi.

(3-1) tenglamadagi tengsizlik belgisi qaytmas jarayonlarga, tenglik

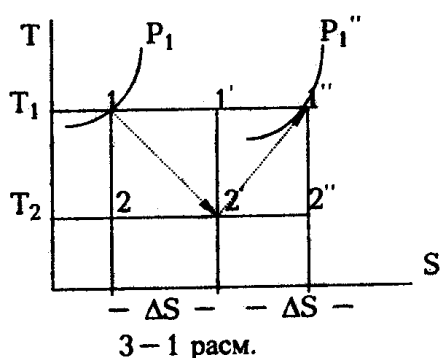
belgisi esa qaytar jarayonlarga tegishli. Demak, cheksiz kichik qaytar jarayon uchun termodinamikaning 2-chi qonunining analitik ko'rinishi quyidagicha:

$$dQ = TdS. \quad (3-2)$$

Termodinamikaning 1-chi qonuniga binoan $dQ = dU + PdV$ va (3-2) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi: $TdS = dU + PdV$

$Dq = du + pdv$ to'liq differentsial bo'lmagani uchun tenglamaning o'ng tomonini integrallash jarayonida bosimni hajmga bog'likligini, ya'ni gaz bajaranatgan ishni, aniq bilish kerak. Tenglamani to'liq differentsialga aylantirish uchun umumiy ko'paytiruvchiga, absolyut temperaturaga bo'lamiz va quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\frac{dq}{T} = \frac{C_v dT + PdV}{T} = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V}$$



kattalik $\frac{dq}{T} = S$ entropiya deb ataladi

va 1 kg gaz uchun J/K hisoblanadi. Ixtiyoriy hajmdagi real va ideal gazlar uchun $S = Ms$ o'rinli.

Shunday qilib, termodinamik sistemada nomuvozanat jarayonlarda entropiya doimo ortib boradi. Demak, entropiyaning o'zgarishi (ΔS) jarayonining nomuvozanatlik darajasining miqdoriy

belgisidir.

Issiqlik almashinuvi jarayonlarida sistemada issiqlik temperaturasi T_1 bo'lgan bir jismdan, temperaturasi T_2 teng bo'lgan jismga ($T_1 > T_2$) o'tsa, entropiya ortadi.

$$Dq/T_1 \geq Dq/T_2 \quad ds = ds_1 + ds_2 \quad ds = -dq/T_1 + dq/T_2 = dq(1/T_2 - 1/T_1) > 0$$

$1/T_2 > 1/T_1 \quad (T_1 > T_2)$

Barcha real jarayonlarda entropiya ortib boradi. Bu jarayonlar energiya yo'qotilishi bilan sodir bo'ladi,

Har qanday erkin jarayon nomuvozanat yoki qaytmas jarayon deb hisoblanishi mumkin. Bu termodinamika 2 – qonunining umumiy qoidasi.

Termodinamikaning 2 – qonuni issiqlik mashinalarida issiqlikning ishga aylanish jarayonini o'rganish va bu mashinalarning foydali ish koeffitsientini oshirishga qaratilgan izlanishlar natijasida yuzaga keldi.

Klauzius: «Issiqlik o'z – o'zidan temperaturasi past jismdan temperaturasi yuqori bo'lgan jismga o'ta olmaydi». Termodinamikaning 2 – qonunini ichki yonish dvigagatel yoki issiqlik mashinasining ishlash misolida ko'ramiz:

Issiqlik mashinasi yoki ichki yonish dvigatel ishlaganida silindrdagi gaz yonadi va porshenni surib ish bajaradi. Silindrda yongan gaz tashqariga chiqib atmosferada (sovutgich) yutiladi. Demak, dvigatel ishlaganda issiqlik manбайдan olingan issiqlikning faqat bir qismi ish bajarishga sarflanadi. qolgan qismi esa

sovutgichda yo'qoladi. Termodinamikaning 2– qonuning mohiyati aynan shunda. Dvigatel uzoq ishlashi uchun doimo ishchi jism ma'lum miqdorda ish bajarib, yana dastlab holatiga qaytishi zarur.

Foydali ish bajarilishi uchun gazning qanday kengayishi va dastlabki holatiga qaytish sharoitini ko'rib chiqamiz. Jarayonning ketma — ketligi natijasida ishchi jism dastlabki holatiga qaytishi va bunday jarayonlarning yig'indisi aylanma jarayonlar yoki sikl deyiladi.

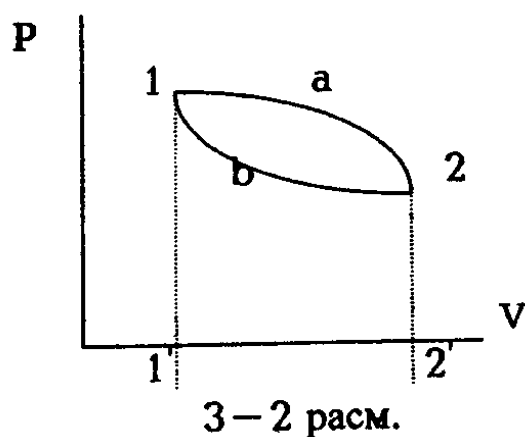
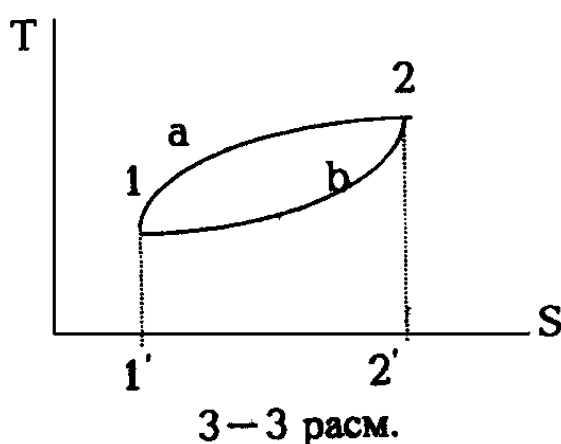
Grafikdan ko'rinib turibdiki, gaz parametrlari sikl boshida va oxirida bir xil qiymatga ega. Sikl amalga oshishi uchun 3 ta element bo'lishi zarur: isituvchi (T_1); sovutgich(T_2) (bunda $T_2 < T_1$) va ishchi jism. Bu jism energiyani biridan ikkinchisiga o'tkazadi.

Amalda to'g'ri va teskari qaytuvchi va qaytmas sikllar bo'ladi.

Foydali ish: $S(1-a-2-b-1)$

Tsikllarning barchasida ichki energiya (ΔU), entropiya(ΔS) va entalpiya ($F+PV$) o'zgarmaydi. $\Delta U + 0$; $\Delta S + 0$; $\Delta(F+PV) + 0$:

U holda termodinamikaning 1 - qonuniga binoan siklning barcha jarayonlar uchun $q_H = 1_H$. To'g'ri siklda issiqlik mashinasida issiqlik ishga aylanadi (ish bajariladi). $S(1-a-2-b-1)$. Bu siklni T, S koordinatalaridada ko'rsak:



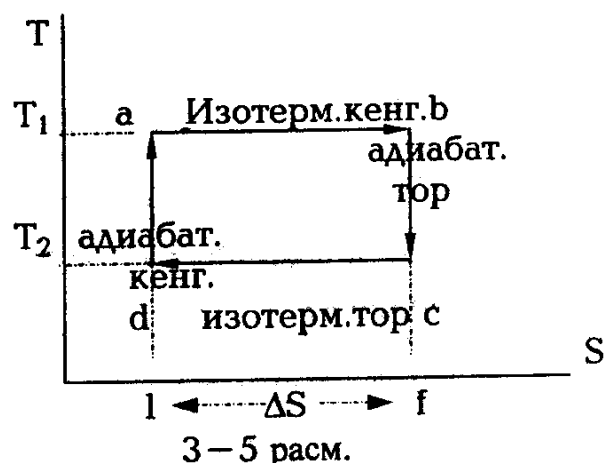
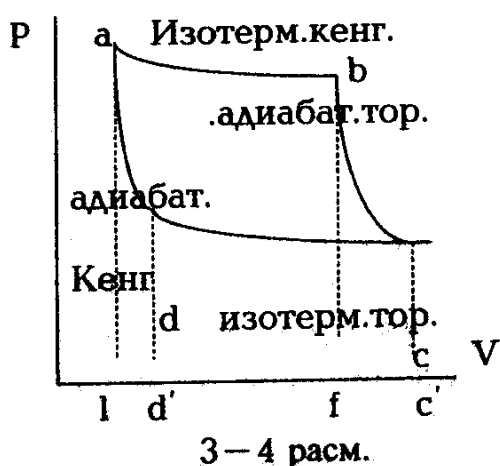
1—a —2 da jismga isitgichdan q_1 K 1—a —2 —2'—1'—1 issiqlik uzatiladi. Bu issiqlikning bir qismi ish bajaradi va qolgan $q_2=2-b-1-1'-2'-2$ qismi gaz siqilganda sovutgichga o'tadi. U holda, $q_1 > q_2$ bo'lgani uchun foydali ish bajargan issiqlik miqdori: $q_H = q_1 - q_2 = S(1-a-2-b-1) > 0$ bo'ladi.

Bundan shunday xulosa qilish mumkin: issiqlik aylanma jarayonlarida to'liq ishga aylanishi mumkin emas.

Bajarilgan ishning sarf qilingan issiqlikka nisbati issiqlikning foydali ish koeffitsienti deb hisoblanadi, ya'ni:

$$\eta_t = \frac{l_u}{q_1} = \frac{q_u}{q_1} = \frac{q_1}{q_1} - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1}$$

Demak, issiqlikning foydali ish koeffitsienti 1 teng bo'lgan issiqlik mashinasini yaratish mumkin emas. Bu S.Karnoning 2– qonuni ta'rifi.



2 qonun formulasi qaytmas jarayonlar uchun kelib chiqadi. Termodinamikaning 2 qonuni barcha turdagi issiqlik mashinalarining asosini tashkil qiladi.

Demak, Karno sikli uchun issiqlik foydali ish koeffitsienti gazlarning tabiatiga bog'liq emas, u faqat issiqlik manbai va sovutgich temperaturalariga bog'liqdir. Bu koeffitsient qaytar aylanma jarayon uchun to'g'ri bo'lib, qaytmas jarayonlarda ishni foydasiz yo'qolishi sabab bo'ladi.

$$\eta_{\delta}^{qaytmas} < \eta_k^{qaytuv}$$

Sovutgich moslama va nasoslarda teskari aylanma jarayonlar sodir bo'ladi, ya'ni ish sovutgichdan issiqlik qabul qiluvchiga uzatish uchun sarflanadi. qaytar Karno sikli uchun

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1}; \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{q_2}{q_1}; \quad \text{yoki} \quad \frac{q_1}{T_1} = \frac{q_2}{T_2}; \quad \left(-\frac{q_2}{T_2} \right); \quad \sum \left(\frac{q}{T} \right) = 0;$$

Agar Karno siklini cheksiz mayda elementar sikllardan tashkil topgan desak, $\sum \left(\frac{\delta q}{T} \right) = 0$; u holda $\oint_{abcd} \frac{\delta q}{T} = 0$; $\frac{\delta q}{T} = dS$; $\oint_{abcd} dS = 0$;

unda $\oint_{abcd} \frac{\delta q}{T} = \oint_{abcd} dS$, $\delta q = TdS$ 2-qonun formulasi $\delta q < TdS$ qaytmas jarayonlar uchun kelib chiqadi.

Termodinamikaning 2-qonuni barcha turdagi issiqlik mashinalarining asosini tashkil qiladi.

Normal sharoitda gazning istalgan holatidagi entropiyaning o'zgarishini quyidagi tenglamalar yordamida hisoblash mumkin.

Agar issiqlik sig'imi o'zgaruvchan va temperaturaning o'zgarishi chiziqli bo'lsa, unda:

$$S = a_v \ln \frac{T}{273} + R \ln \frac{v}{V_n} + b(T - 273); \quad (3-3)$$

$$S = a_v \ln \frac{T}{273} - R \ln \frac{P_v}{P_n} + b(T - 273); \quad (3-4)$$

$$S = a_v \ln \frac{P}{P_n} + R \ln \frac{v}{V_n} + b(T - 273); \quad (3-5)$$

Agar issiqlik sig'imi doimiy va temperaturaning o'zgarishi chiziqli bo'lsa, unda:

$$S = c_v \ln \frac{T}{273} + R \ln \frac{v}{V_n}; \quad (3-6)$$

$$S = c_v \ln \frac{T}{273} + R \ln \frac{P}{P_n}; \quad (3-7)$$

$$S = c_v \ln \frac{p}{P_n} + c_p \ln \frac{v}{V_n}; \quad (3-8)$$

Agar o'zgaruvchan issiqlik sig'imi temperaturaga bog'likligi chiziqli bo'lsa, unda: gazning ixtiyoriy 1 va 2 holati orasidagi entropiyaning o'zgarishi,

$$S_2 - S_1 = a_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1} + b(T_2 - T_1); \quad (3-9)$$

$$S_2 - S_1 = a_p \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{P_2}{P_1} + b(T_2 - T_1); \quad (3-10)$$

$$S_2 - S_1 = a_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1} + b(T_2 - T_1); \quad (3-11)$$

Agar o'zgarmas issiqlik sig'imi temperaturaga bog'likligi chiziqli bo'lsa, unda gazning ixtiyoriy 1 va 2-holati orasidagi entropiyaning o'zgarishi:

$$S_2 - S_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + p \ln \frac{V_2}{V_1}; \quad (3-12)$$

$$S_2 - S_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} + p \ln \frac{P_2}{P_1}; \quad (3-13)$$

$$S_2 - S_1 = c_x \ln \frac{P_2}{P_1} + c_p \ln \frac{V_2}{V_1}; \quad (3-14)$$

1 – Masala: Doimiy issiqlik sig'imi sharoitida, bosmi 0,8 MPa va temperaturasi 250° C bo'lgan bir kilogramm kislorodning entropiyasi hisoblansin.

Yechilish:

Ikki atomli gazlar uchun $\mu c_p = 29,3 \text{ kJ/kmolK}$ va $R = 8,314 \text{ kJ/kmolK}$ bo'lgani uchun (3 – 7) tenglamadan foydalanamiz:

$$S = C_p \ln \frac{T}{273} + R \ln \frac{p}{P_n} = \frac{29,3}{23} 2,303 \lg \frac{523}{273} - \frac{8,314}{32} 2,303 \lg \frac{8}{1,013} = 0,597 - 0,537 = 0,0605 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$

2 – Masala: O'zgaruvchan issiqlik sig'imi sharoitida, bosimi 0,8 MPa va temperaturasi 250° C bo'lgan bir kilogramm kislorodning entropiyasi hisoblansin.

Yechilish:

Kislorodning xaqiqiy issiqlik sig'imining temperaturaga bog'liqligi quyidagicha:

$$C_p = 0,9127 + 0,00025448t \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} = 0,8432 + 0,000254487 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\text{Demak: } a_p = 0,8432; \quad b = 0.00025448$$

$$S = 0,8432 * 2,303 \lg \frac{523}{273} - \frac{8,314}{32} 2,303 \lg \frac{0,8}{0,1013} + 0,00025448(523 - 273) =$$

$$0,5476 - 0,5371 + 0,0634 = 0,0739 \text{ kJ / kgJ}$$

$$0,5476 - 0,5371 + 0,0634 = 0,0739 \text{ kJ/kgK}$$

3 – Masala: Temperaturası 127° C bo'lgan bir kilogramm kislorodning hajmi besh marta kengaydi shu jarayonda uning temperaturasi 27° C gacha tushdi. Doimiy issiqlik sig'ımida entropiyaning o'zgarishi topilsin.

Yechilish:

(3 – 12) tenglamaga binoan:

$$S_2 - S_1 = C_v \ln \frac{T_2}{T_1} + p \ln \frac{v_2}{v_1} = 2,303 \left(\frac{20,93}{32} \lg \frac{300}{400} + 0,26 \lg 5 \right) =$$

$$2,303(-0,0818 + 0,1827) = 0,2324 \text{ kJ / kgJ}$$

4 – Masala: Bir kilogramm havo adiabatik ravishda 6 marta siqildi, so'ng uning bosimi izoxorik ravishda 1,5 marta ko'tarildi. Doimiy issiqlik sig'ımida umumiy entropiyaning o'zgarishi hisoblansin.

Yechilish:

Entropiyaning adiabat jarayonida o'zgarishi nolga teng bo'ladi.

Izoxor jarayonida esa quyidagiga teng:

$$\Delta S_v = c_v \ln(T_3 / T_2) = c_v \ln(P_3 / P_2) = c_v \ln 1,5 = 2,303 \times (20,93 : 28,96) \times \lg 1,5 =$$

$$0,293 \text{ kJ / (kgK)}$$

$\Delta S = \Delta S_v$ bo'lganligi uchun

$\Delta S = 0,293 \text{ kJ / (kgK)}$ ga teng.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

1– vazifa: Doimiy issiqlik sig'imi sharoitida, bosimi 5 at va temperaturasi 300° C bo'lgan 6,4 kilogramm azotning entropiyasi topilsin.

Javob: 1,94 kJ/K

2–vazifa: Doimiy issiqlik sharoitida entropiya o'zgarishi hisoblansin, agar $t_1 = 15^\circ \text{C}$ va $P_1 = 1 \text{ at}$ bo'lgan bir kilogramm havoning $t_2 = 100^\circ \text{C}$ va $P_2 = 0,5 \text{ at}$ gacha siqilsa.

Javob: q-0,196 kJ/kgK

3–vazifa: Doimiy issiqlik sharoitida 3 kg havoning entropiya o'zgarishi hisoblansin:

a) izobar jarayonida 0 dan 400° C gacha qizdirilganda;

b) izoxor jarayonida 0 dan 880° C gacha qizdirilganda;

v) izotermik qizdirish natijasida hajmi 16 marta ortganda.

Javob: a)=2,74 kJ/K; b)=3,13 kJ/K; v)=2,36 kJ/K

4- vazifa: Gazga aylanma jarayonda 250 kJ issiqlik miqdori uzatildi. Xar siklda bajarilgan ish hisoblansin, agar f.i.k. 0,46 teng bo'lsa.

Javob: 115kJ.

5-vazifa: 1 kg havo 627°C va 27°C temperaturalar orasida Karno siklini bajaryapti, bunda 0,1 MPa ga quyi va 6 MPa ga yuqori bosimlar teng. Shu siklning xarakterli nuqtalarda havoning parametrlari, termik f.i.k, berilgan va tarqalgan issiqlik miqdori hisoblansin.

Javob: $v_1=0.043\text{m}^3/\text{kg}$; $v_2=0.055\text{m}^3/\text{kg}$; $v_3=0.861\text{m}^3/\text{kg}$;
 $v_4=0.671\text{m}^3/\text{kg}$; $\eta_t=0,667$; $P_2=4,68\text{MPa}$; $P_4=0,128\text{MPa}$;
 $Q_1=63.6\text{kJ/kg}$; $Q_2=21.5\text{kJ/kg}$; $L=42.1\text{kJ/kg}$;

6-vazifa: 1 kg havo 327°C va 27°C temperaturalar orasida Karno siklini bajaryapti, bunda 0,12 MPa ga quyi va 2 MPa ga yuqori bosimlar teng. Shu siklning xarakterli nuqtalarda havoning parametrlari, termik f.i.k, berilgan va yoyilgan issiqlik miqdori hisoblansin.

Javob: $v_1=0.086\text{m}^3/\text{kg}$; $v_2=0.127\text{m}^3/\text{kg}$; $v_3=0.717\text{m}^3/\text{kg}$;
 $v_4=0.486\text{m}^3/\text{kg}$; $\eta_t=0,5$; $P_2=1.36\text{MPa}$; $P_4=0,18\text{MPa}$; $Q_1=67.4\text{kJ/kg}$;
 $Q_2=33.7\text{kJ/kg}$; $L=33.7\text{kJ/kg}$;

Mustaqil tayyorlash uchun savollar.

1. Termodinamikaning 2-chi qonunining analitik ko'rinishi va umumiy ta'rifi.
2. qanday sabablarga ko'ra birinchi va ikkinchi tartibli abadiy dvigatel yaratib bo'lmaydi.
3. Issiqlik manbaidan olingan issiqlik to'laligicha ishga aylanaomasligini ko'rsating.
4. Termodinamikaning 2-chi qonuniga asoslanib, issiqlikning maksimal ish bajarish qobiliyatini tushuntiring.
5. Ikkita adiabata o'zaro kesishmasligini ko'rsating.
6. Noturg'un jarayonlarda entropiyaning o'zgarishini tushuntiring.
7. To'g'ri va teskari Karno sikllari umumiy va farqli tomonlari.

Adabiyotlar.

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Техникавий термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.

5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar: Klaster (Tarmoqlar) usuli

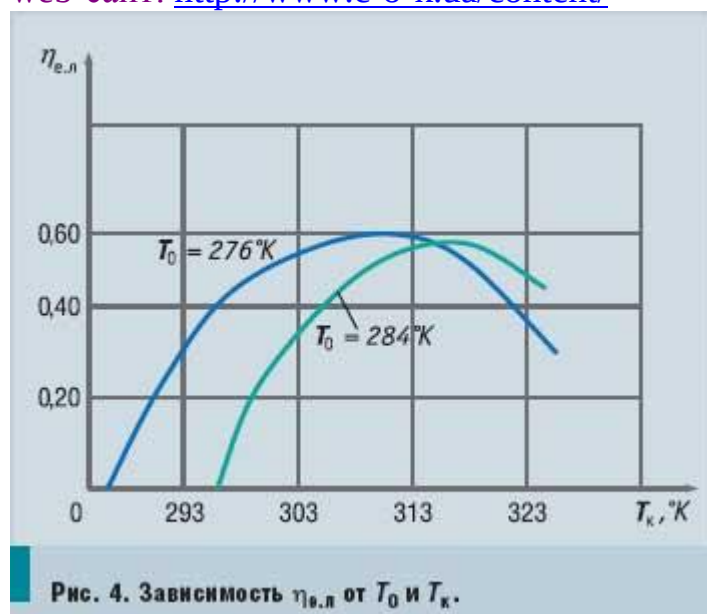
1. 3x3 texnologiyasi – “Karno sikli bu ...”

2. 3x3 texnologiyasi – “Aylanma jarayonlar bu ...”

Axborot texnologiyalar

web-сайт: <http://www.avisanco.ru>

web-сайт: <http://www.c-o-k.ua/content/>



4 Amaliy mashg'ulot.

Eksergiya, maksimal foydali ish.

Qo'yilgan maqsad: Termodinamikaning 2 –chi qonuni bilan tanishish va shu qonunga doir bo'lgan bilimga to'liq ega bo'lish. Issiqlik energiyasining mexanik ishga aylanish shartlari bilan tanishish va issiqlik mashinasining maksimal ish bajarish qobiliyatini aniqlash.

Mashg'ulotning ahamiyati: Termodinamikaning 2 – qonuniga asoslanib sistemaning ma'lum muvozanat jarayonida maksimal bajara olishi mumkin bo'lgan ish va noturg'un jarayonning bajarilgan haqiqiy ish orasidagi farqni aniqlash.

Nazariy qism: Termodinamikaning 2–qonuniga asoslangan holda: izolyatsiyalangan sistema faqat muvozanat holatida bo'lmaganida ish bajara oladi. Muvozanat holatiga erishganidan so'ng u ish bajarmaydi. Sistemada eng katta ishni olish uchun sistemada bo'ladigan barcha jarayonlar to'la qaytar bo'lishi zarur. Shuning uchun sistema bajara oladigan maksimal foydali ishning qiymatini aniqlash maqsadga muvofiqdir. Eksergiya – bu sistemaning maksimal ish bajara olish qobiliyati.

Atrof muhit temperaturasi T_0 ga teng bo'lgan sikl bajaraetgan ishchi jism va muhitdan T_1 temperaturaga farqlanadigan issiqlik manbaidan iborat bo'lgan izolyatsiyalangan sistema bizning ixtiyorimizda bor deb faraz qilamiz. Agar sovuq manba T_0 temperaturali atrof muhit bo'lsa, shu sistemada temperaturasi T_1 ga teng bo'lgan issiqlik manbaidan olingan Q_1 issiqlikdan L'_{tax} maksimal foydali ishni olish mumkin. Ya'ni Q_1 ning L'_{tax} maksimal foydali ishi Karno siklining $T_1 \div T_0$ temperaturalar oralig'ida bajarilgan bo'ladi. Shunday qilib, Q_1 issiqlikning eksergiyasi:

$$L'_{\text{max}} = Q_1 \left(\frac{T_1 - T_0}{T_1} \right) = \eta_t Q_1 \quad (4-1)$$

ga teng. Demak, qancha T_0/T_1 kichik bo'lsa, Q_1 – issiqlik miqdori hisobiga shuncha ko'proq ish bajariladi, va $T_0=T_1$ ga teng bo'lganda ish nolga teng bo'ladi.

Issiqlik manbaidan olingan Q_1 – issiqlik miqdori hisobiga bajarilgan foydali ishni quyidagicha ifodalasa bo'ladi: $L'=Q_1 - Q_2$, bu yerda Q_2 – temperaturasi T_0 bo'lgan sovuq manbaiga (atrof muhit) sikl davomida beriladigan issiqlik. Agar sovuq manbaning entropiyasi o'zgarishini ΔS_{COB} deb belgilasak, unda $Q_2 = T_0 \Delta S_{\text{COB}}$ va

$$L' = Q_1 - T_0 \Delta S_{\text{COB}} \quad (4-2)$$

bo'ladi. Ko'rilayotgan izolyatsiyalangan sistemada faqat muvozanat jarayonlar bajarilganda, sistemaning entropiyasi o'zgaras bo'ladi. Sovuq manbaining entropiyasi ΔS_{COB} ortib borishi issiqlik manbaining entropiyasini ΔS_{HC} kamayishiga olib keladi. Unda maksimal foydali ish:

$$L'_{\max} = Q_1 - T_0 \Delta S_{IS} \quad (4-3)$$

bajarilishi mumkin. Nomuvozanat jarayonda bajarilgan ish (4-1) tenglama yordamida aniqlanadi. Demak, issiqlikning ish bajara olish qobiliyatini yo'qotilishi quyidagicha:

$$\Delta L = L'_{\max} - L' = T_0(\Delta S_{COB} - \Delta S_{IC})$$

$$\text{lekin } \Delta S_{COB} - \Delta S_{IC} = \Delta L = T_0 \Delta S_{CHC} \quad (4-4)$$

ga teng bu yerda ΔL sistemada jarayonlarning nomuvozanatlik hisobiga yo'qotilgan ish, Ya'ni jarayonning nomuvozanatligi qancha katta bo'lsa, foydali ish shuncha kam bajariladi.

Namunaviy misollar.

1- masala: Temperaturasi 20° C va hajmi 300 l bo'lgan idishga 5 MPa bosimda havo qamalgan., Atrof muxitning temperaturasi 20° C va bosimi 0,1 MPa gateng bo'lganda havo maksimal bajarishi mumkin bo'lgan foydali ish hisoblang.

Yechilishi:

Boshlang'ich sharoitda havoning temperaturasi atrof muhitnikiga teng bo'lganligi uchun, havo maksimal bajarishi mumkin bo'lgan ish faqat, boshlang'ich bosim 5 MPa dan muhitning bosimi 0,1 MPa gacha izotermik kengayganda hosil bo'lishi mumkin. (4 – 4) tenglamaga asoslanib:

$$L'_{\max(\text{foydl})} = mT_0(S_2 - S_1) - P_0(V_2 - V_1)$$

havoning massasini aniqlasak

$$M = (P_1 V_1) / RT_1 = (5 \times 10^6 \times 0.3) / (287 \times 293) = 17.83 \text{ kg}$$

$$V_2 = (P_1 V_1) / P_2 = 5.03 / 0.1 = 15 \text{ m}^3$$

Entropiyaning o'zgarishi

$$S_2 - S_1 = R \lg(P_1 / P_2) \text{ bo'ladi va asosiy tenglamaga qo'ysak}$$

$$L'_{\max(\text{foydl})} = mT_0 R \lg(P_1 / P_2) = 17.83 \times 293 \times 287 \times 2.3 \times 1.699 - 1 \times 10^5 (15.0 - 0.3) = 5847000 - 1470000 = 4377000 \text{ J} = 4377 \text{ kJ}$$

2- masala: 557 va 37° C temperaturalar orasida ishlaydigan issiqlik mashinasining maksimal foydali ish koeffitsientini hisoblang.

Yechilishi:

$$\eta = \left(\frac{T_1 - T_0}{T_1} \right) = \frac{730 - 210}{730} = \frac{520}{730} = 0.71$$

Mustaqil tayyorlash uchun vazifalar.

1–vazifa: Temperaturasi 40° C va hajmi 400 l bo'lgan idishga 9,1 MPa

bosimda havo berkitilgan. Agar atrof muhitning temperaturasi 40°C va bosimi $0,1\text{ MPa}$ ga teng bo'lganda, havo maksimal bajarishi mumkin bo'lgan foydali ishni hisoblang.

2–vazifa: 400 va 18°C temperaturalar orasida ishlaydigan issiqlik mashinasining maksimal foydali ish koeffitsientini hisoblang.

Javob: $\eta = 0,57$.

3–vazifa: 20°C temperaturali 1 kg havo $0,1\text{ MPa}$ bosimdan $0,8\text{ MPa}$ gacha politrop sharoitida siqildi. Ohirgi temperatura, entropiyaning o'zgarishini, ajralib chiqqan issiqlik va sarflangan ishni hisoblang.

Javob: $t_2 = 141^{\circ}\text{C}$; $\Delta S = -0.2445\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$; $Q = -87.1\text{ kJ/K}$; $A = -173.0\text{ kJ/kg}$.

4–vazifa: Yoqilg'ining yonishi natijasida 200 kJ ga teng issiqlik hosil bo'ladi 1000°C li temperatura o'rnatildi. Agar atrof muhitning temperaturasi 10°C ga teng bo'lganda shu issiqlikning ekssergiyasi topilsin. hamda to'liq issiqlik 500°C li qozondagi bug'ga berilganda ekssergiyaning yo'qotilishi hisoblansin.

Javob: $Q = 126,8\text{ kJ}$; $\eta = 28,7\%$ ($14,35\%$)

Mustaqil tayyorlash uchun savollar.

1. Ideal gaz misolida issiqlik manbaidan olingan issiqlik batamom ishga aylanishini ko'rsating.
2. Noturg'un jarayonda entropiyaning o'zgarishini ko'rsating.
3. Termodinamikaning 2 – qonunini statistik ta'riflang.
4. Termodinamikaning 2 – qonunining umumiy (analitik) ko'rinishi.

Adabiyotlar.

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Техникавий термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.
5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar:

1. FSMU texnologiyasi Eksergetik tahlilni hisoblashni bilish kerak!
2. FSMU texnologiyasi Barcha taxnologlar uchun eksergetik tahlil zarur!

Fikr

Sabab

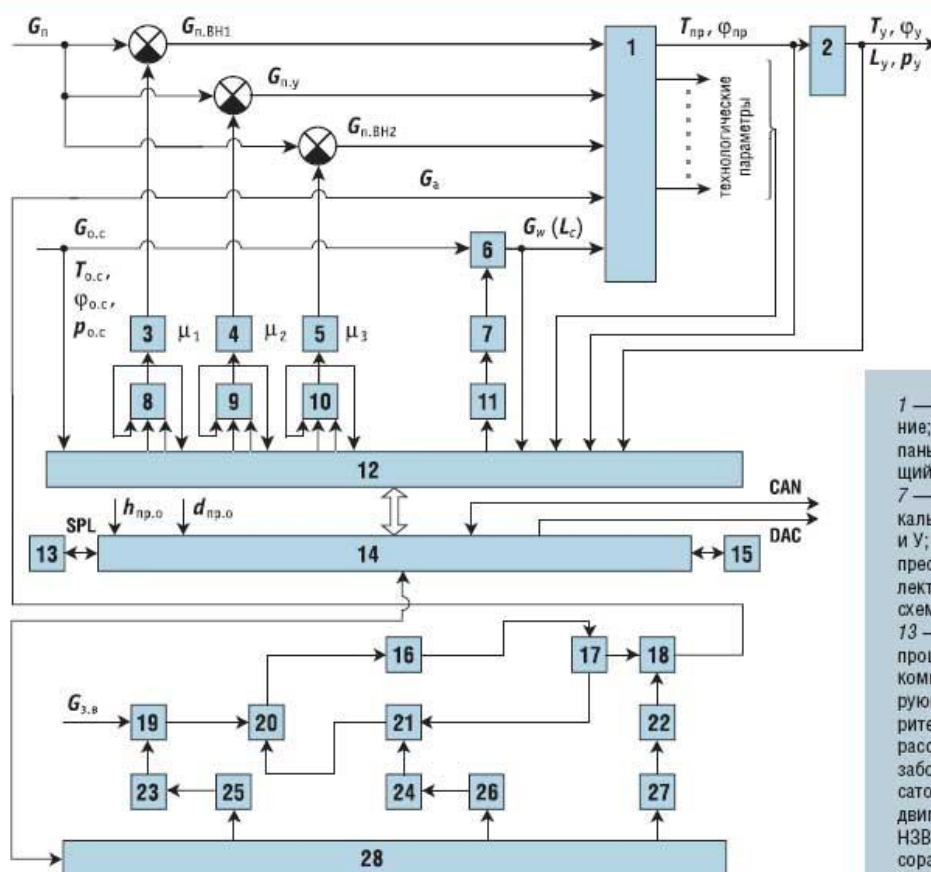
Misol

Umumlashtirish

Mavzu “Eksergiya, maksimal foydali ish”
Tushunarli metod

Tushunchalar	Sizningcha qanday ta'riflanadi	Tushunchaning maqsadini yozing
Energotexnologiya		
Termodinamika		
Karno sikli		
Energiya		
Eksergiya		
Eksergetik balans		
Moddiy balans		
Energetik balans		

Axborot texnologiyalar havoni sovitish tizimi misolida eksergetik o'zgarishlar



1 — кондиционер; 2 — помеще-
ние; 3, 5 — регулирующие кла-
паны BN1, BN2; 4 — регулирую-
щий клапан Y; 6 — вентилятор;
7 — двигатель В; 8—10 — ло-
кальные регуляторы BN1, BN2
и Y; 11, 25—27 — частотные
преобразователи; 12 — оптико-
электронная развязка, буферные
схемы, схемы согласования;
13 — панель управления; 14 —
процессор; 15 — персональный
компьютер; 16 — терморегули-
рующий клапан XU; 17 — испа-
риатель; 18 — циркуляционный
рассолный насос; 19 — насос
заборной воды; 20 — конденса-
тор; 21 — компрессор; 22 —
двигатель ЦРН; 23 — двигатель
НЗВ; 24 — двигатель компрес-
сора; 26 — двигатель компрес-
сора; 27 — двигатель компрес-
сора; 28 — буферные схемы,
схемы согласования.

Рис. 6. Система автоматического управления комплексом СКВБ-ХУ.

5 Amaliy mashg'ulot

Yopiq termodinamik sistemalarda ideal gazlarning izoxor, izobar va izotermik jarayonlarining hisobi.

Qo'yilgan maqsad: Ideal gazlarning asosiy jarayonlar bilan batafsil tanishish, shu qonunlarga tegishli bo'lgan masalar va misolarni nazariy va amaliy jihatdan o'rganish.

Mashg'ulotning ahamiyati: Boyle–Mariott. Sharl va Gey–Lyussak qonunlarning real sharoitda tahlil usullarini o'rganish.

Nazariy qism: Asosiy termodinamik jarayonlar quyidagilar hisoblanadi:

1. Izoxor jarayoni – doimiy hajmda ($V=\text{const}$) uzatilgan yoki qabul qilingan issiqlik.
2. Izobar jarayoni – doimiy bosimda ($P=\text{const}$) uzatilgan yoki qabul qilingan issiqlik.
3. Izotermik jarayoni – doimiy temperaturada ($T=\text{const}$) uzatilgan yoki qabul qilingan issiqlik.
4. Adiabatik jarayon – ($dq=0$) tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvi bo'lmaydigan jarayon
5. Politropik jarayon – issiqlik sig'imi o'zgarmasligi bilan o'tib boradigan jarayon, ($PV^m=\text{const}$ qonunga tegishli bu yerda m —politropa ko'rsatgichi, berilgan jarayon uchun doimiy).

Izoxor jarayoni

Izoxor jarayoni 5 – 1 rasmda 1 – 2 to'g'ri chiziqli ordinata o'qiga paralel ravishda ko'rsatilgan, va izoxora deyiladi. Jarayonning tenglamasi $V=\text{const}$.

Jarayonning boshlang'ich va oxirgi parametrlari orasidagi bog'lanish quyidagicha:

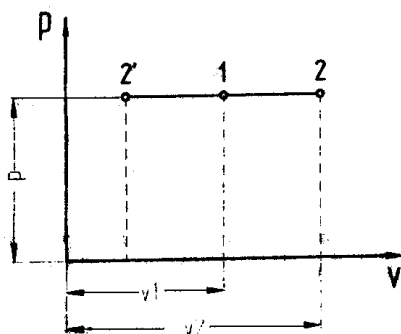
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (5-1)$$

Ichki energiyaning o'zgarishi;

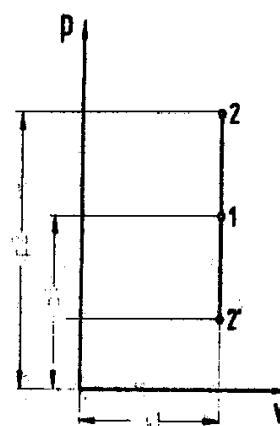
$$\Delta U_v = q_v = C_{mv}(t_2 - t_1) \quad (5-2)$$

Agar jarayonda M kg yoki V_H m³ gas qatnashsa unda issiqlik miqdori bilan ichki energiyaning o'zgarishi

$$\Delta U_v = Q_v = MC_{mv}(t_2 - t_1) = V_H C'_{vm}(t_2 - t_1) \quad (5-3)$$



5 – 2 rasmi.



5 – 1 rasmi.

bo'ladi bu yerda V_n – normal sharoitdagi gazning miqdori Izoxor jarayonlarida gaz ish bajarmaydi, ya'ni $L=0$.

Izobar jarayon

Izobar jarayoni 5–2 rasmda 1–2 to'g'ri chiziqli

abstsissa o'qiga paralel ravishda ko'rsatilgan, va izobara deyiladi. Jarayonning tenglamasi $P=\text{const}$.

Jarayonning boshlang'ich va oxirgi parametrlari orasidagi bog'lanish quyidagicha:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (5-4)$$

bir kilogramm gaz bajargan ishi

$l=P(V_2-V_1)$ yoki $l=R(T_2-T_1)$ teng bo'ladi (5-5) M kilogramm gaz bajargan ishi

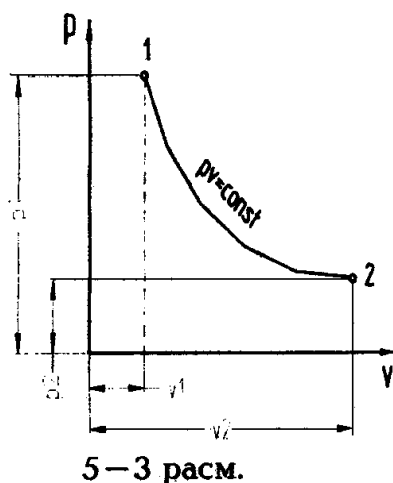
$$L=MP(V_2-V_1) \text{ yoki } L=MR(T_2-T_1) \quad (5-6)$$

Agar jarayonda M kg yoki $V_n \text{ m}^3$ gaz qatnashsa unda issiqlik miqdori

$$Q_p=MC_{mp}(t_2-t_1)=V_n C'_{pm}(t_2-t_1) \text{ bo'ladi } (5-7)$$

Ichki energiyaning o'zgarishi (5-2) tenglama yordamida hisoblanadi.

Izotermik jarayon.



Izotermik jarayonning diagrammasi 5 – 3 rasmda giperbola ko'rinishda berilgan.

Izotermaning tenglamasi $PV=\text{const}$, ya'ni $T=\text{Const}$.

Jarayonning boshlang'ich va oxirgi parametrlari orasidagi bog'lanish quyidagicha:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad (5-8)$$

Bir kilogramm ideal gaz bajargan ishni quyidagi tenglamalar yordamida topiladi:

$$L = RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad L = RT \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (5-9)$$

M kilogramm gaz uchun

$$L = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad L = P_1 V_1 \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (5-10)$$

izotermik jarayonlarda $T=\text{const}$ bo'lganligi uchun

$\Delta U=C_{mv}(t_2-t_1)=0$, gazga berilgan yoki undan olingan issiqlik miqdori esa $Q_t=L$ ga teng. (5-11).

Tenglamalardagi natural logarifm o'nlik logarifmga almashishi mumkin, ya'ni $\ln N=2,303 \lg N$.

Namunaviy misollar.

1–masala. Bosim $P_1=6667 \text{ Pa}$ va $t_1=70^\circ \text{ C}$ temperaturada idishda gaz mahkam berkitilgan. Barometr ko'rsatishi esa 101325 Pa . Siyraklanish $P_2=13332 \text{ Pa}$ teng

bo'lishi uchun shu gazni qanday temperaturagacha sovutish kerak?

Yechilishi:

Izoxor jarayon ($V=\text{const}$) bo'lgani uchun (5 – 1) tenglamadan

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{101325 - 6667}{101325 - 13332} = \frac{273 + 70}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{87993 \times 343}{94658} = 318,8\text{K}; \text{ bundan } t_2 = 45,8^\circ \text{C}$$

2–masala. $P=0,5$ MPa bosimda va $t_1=400^\circ \text{C}$ temperaturada hajmi 400 l teng bo'lgan silindr ichida havo berkitilgan. Doimiy bosim ostida silindrning temperaturasi $t_2=0^\circ \text{C}$ gacha pasaytiriladi. havodan olingan issiqlik miqdori, ichki energiyaning o'zgarishi va siqilish davomida bajarilgan ishni hisoblang.

Yechilishi:

(5 – 7) tenglama asosida qo'yilgan issiqlikmiqdorini aniqlaymiz:

$$Q_p = V_H C'_{pm}(t_2 - t_1)$$

havoning normal sharoitdagi hajmini quyidagi tenglamadan aniqlaymiz.

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'} \text{ bundan } V' = \frac{PVT'}{TP'} = \frac{0,5 \cdot 0,4 \cdot 273}{0,1013 \cdot 673} = 0,8\text{m}^3$$

C'_{pm} ning qiymatini – jadvaldan olamiz: $C'_{pm}=1,3289 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \times \text{K})$.

Demak, $Q_p=0,8 \times 1,3289(0 - 400) = -425\text{kJ}$.

Shu issiqlik miqdorini (5 – 7) tenglama yordamida massa bo'yicha hisoblanadi ya'ni $Q_p=MC_{mp}(t_2-t_1)$

havoning massasini Meideleev – Klapayron tenglamasidan topamiz, unda

$$M = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{0,5 \cdot 10^6 \cdot 0,4}{287 \cdot 673} = 1,035\text{kg}$$

C_{mp} ning qiymatini – jadvaldan olamiz: $C_{mp}=1,0283\text{kJ}/(\text{kg} \times \text{K})$

Demak, $Q_p=1,035 \times 1,0283(0-400) = -425\text{kJ}$.

Yakuniy hajmni (5 – 4) tenglamadan aniqlaymiz

$$V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} = 0,4 \frac{273}{673} = 0,1622\text{m}^3$$

Ichki energiyaning o'zgarishini (5 – 3) tenglama asosida hisoblaymiz, bunda:

$$\Delta U_v = V_H C'_{vm}(t_2 - t_1) \text{ bo'ladi}$$

C'_{vm} ning qiymatini — jadvaldan olamiz: $C'_{vm}=0,9579 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \times \text{K})$

$\Delta U_v=0,8 \times 0,9579(0 - 400) = -306,5\text{kJ}$.

Havoni siqish uchun sarflangan ish (5 – 6) tenglama asosida hisoblanadi:

$$L=P(V_2 - V_1) = 0,5 \times 10^6(0,1622 - 0,4) = -118,9 \text{ kJ}.$$

3–masala. Izobar jarayonida gazga berilgan issiqlik miqdorining

necha qismi ish bajarishga va nechasi ichki energiyaning o'zgarishiga sarflanadi?

Yechilishi:

Termodinamikaning 1 – qonunining analitik ko'rinishi $dq=du+dl$ quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$\frac{du}{dq} + \frac{dl}{dq} = 1$ $\frac{dl}{dq} = 1 - \frac{du}{dq}$ kattalik gazga berilgan issiqlikning kengayish ishiga sarflangan qismini ifodalaydi. Ideal gaz uchun $P=\text{const}$ da $du=C_v dt$ va $dq=C_p dt$ bo'ladi, bunda:

$$\frac{dl}{dq} = 1 - \frac{C_v dt}{C_p dt}$$

$k=1,4$ bo'lganligi uchun

$$\frac{dl}{dq} = 1 - \frac{1}{1,4} = 0,285$$

Demak, izobar jarayonda berilgan issiqlikning 28,5 % ishga aylanadi, qolgan 71,5 % esa, ichki energiyaning ortishiga sarflanadi.

4 – masala. Temperaturasi $t_1=30^\circ \text{C}$ va boshlang'ich bosimi $P_1=0,1 \text{ MPa}$ ga teng bo'lgan 1 kg havoni izotermik ravishda $P_2=1 \text{ MPa}$ gacha siqilmoqda. Ohirgi hajm, sarflangan ish va gazdan olingan issiqlik miqdorini aniqlang.

Yechilishi:

holat tenglamadan boshlang'ich hajmni topamiz:

$$V_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 303}{0,1 \cdot 10^6} = 0,87 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Izotermik jarayonda hajm $P_1 V_1 = P_2 V_2$ bo'lganligi uchun oxirgi hajm

$$V_2 = V_1 \frac{P_1}{P_2} = 0,87 \frac{1}{10} = 0,087 \text{ m}^3 / \text{kg} \text{ ga teng bo'ladi}$$

Bir kilogramm havoni siqish uchun sarflanadigan ish (5 – 9) tenglamadan topiladi.

$$L = RT \ln \frac{P_1}{P_2} = -2,303 \cdot 287 \cdot 303 \lg 10 = -200 \text{ kJ/kg}.$$

Gazdan olingan issiqlik siqish uchun sarflangan ishga teng bo'ladi, ya'ni: $q = -200 \text{ kJ/kg}$.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar.

1–vazifa. Hajmi $V=0,6 \text{ m}^3$, bosimi $P_1=0,5 \text{ MPa}$ va temperaturasi $t_1=20^\circ \text{C}$ havo yopiq idishda saqlanadi. Sovutish natijasida havo 105 kJ issiqlikni yo'qotadi. havoning ohirgi bosim va temperaturasi topilsin.

Javob: $= -20,7^\circ \text{C}$; $= 0,43 \text{ MPa}$

2–vazifa. 2 m^3 havoni doimiy ortiqcha bosim ostida $P=0,2 \text{ MPa}$, $t_1=100^\circ \text{C}$ dan $t_2=500^\circ \text{C}$ gacha qizdirish uchun qancha issiqlik miqdori talab qilinadi? Shunda

havo qanday ish bajaradi?

Javob: $Q=2356\text{kJ}$; $L=646.3\text{ kJ}$

3–vazifa. Temperaturasi $t_1=20^\circ\text{C}$ va bosimi $P_1=1,0\text{ MPa}$ bo'lgan gazni izoxor sharoitda $t_2=300^\circ\text{C}$ gacha qizdirildi. Ohirgi bosim topilsin.

Javob: $=1,956\text{ MPa}$

4–vazifa. Temperaturasi $t_1=150^\circ\text{C}$ bo'lgan 2000 m^3 havoni o'zgarmas ($P=0,5\text{ MPa}$) bosimda $t_2=300^\circ\text{C}$ gacha qizdirilganda hancha issiqlik sarf bo'ladi.

Javob: $=3937\text{ MJ}$

5–vazifa. 190°C da kompressordan chiqqan havo sovitgichda izobar ravishda ($P=0,5\text{ MPa}$) 20°C gacha sovutilmoqda. Shu sharoitda kompressorning unumdorligi $30\text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lsa sovutish uchun ishlatilgan suvning sarfini toping. Suvning temperaturasi 10°C ga ortganda.

Javob: $=733,0\text{ l/soat}$.

6–vazifa. Izotermik jarayonda hajmi $0,3\text{ m}^3$, temperaturai $t_1=300^\circ\text{C}$ va bosimi $P_1=1,0\text{ MPa}$ bo'lgan havodan 500 KJ issiqlik olindi, havoning ohirgi bosim va hajm topilsin.

Javob: $=0,057\text{ m}^3, =5,26\text{ MPa}$

7–vazifa. Temperaturasi $t_1=30^\circ\text{C}$ va bosimi $P_1=0,12\text{ MPa}$ bo'lgan 10 kg havoning hajmi izotermik jarayonda 2,5 marta kamaytirildi. Siqilish natijasida boshlang'ich va ohirgi parametrlar, sarflangan issiqlik va ish, hamda ichki energiyaning o'zgarishi aniqlansin.

Javob: $V_1=7.25\text{ m}^3$, $V_2=2.9\text{ m}^3$, $P_2=0,3\text{ MPa}$, $Q=L=-797\text{KJ}$, $\Delta U=0$.

Mustaqil tayyorlash uchun savollar.

1. Boyle – Mariott, Gay – Lyussak va Sharl qonunlarining mohiyati.
2. Izoxor jarayonda ishchi jismning boshlang'ich va oxirgi holat parametrlari orasidagi munosabatni tushuntiring.
3. Izobar jarayonda ishchi jismning boshlang'ich va ohirgi holat parametrlari orasidagi munosabatni tushuntiring.
4. Izotermik jarayonda ishchi jismning boshlang'ich va ohirgi holat parametrlari orasidagi munosabatni tushuntiring.
5. Ishchi jismning hajmi o'zgarishi va bajarilgan ish orasidagi bog'lanishni ko'rsating.
6. Laboratoriyada tajribani izoxor sharoitida olib borish tartibini tushuntiring.
7. Laboratoriyada tajribani izobar sharoitida olib borish tartibini tushuntiring.
8. Laboratoriyada tajribani izotermik borish tartibini tushuntiring.

Adabiyotlar:

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Техникавий термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.
5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar:

Блиц – ўйин

Мавзу: “Yopiq termodinamik sistemalarda ideal gazlarning izoxor, izobar va izotermik jarayonlarining hisobi”

Termodinamik jarayonlarni tadqiqot qilish tartibi

Гуруҳ баҳоси	Гуруҳ хатоси	Тўғри жавоб	Якка хато	Якка баҳо	Гуруҳ ишидан четлашиш	Ҳаракатлар мазмуни
						Jarayonni PV diagrammada tasvirlash.
						Shu jarayonda holat parametrlari orasidagi bog'lanish.
						Termodinamik jarayon (TDJ) tenglamasini aniqlash.
						Issiqlikni transformatsiyalash koeffitsientini aniqlash
						TDJ ni TS koordinatalarda tasvirlash.
						TDJni sifat kursatgichlarini aniqlash
						Gazning ichki energiyasining o'zgarishini, kengayishda bajargan l ishini va jarayondagi issiqlik q ni aniqlash.
						Jarayonda gazning entropiyasi bilan holat parametrlari orasidagi bog'lanishni aniqlash

1. 3x3 texnologiyasi “Energotexnologiya fani bu ...”
2. 3x3 texnologiyasi “Energotexnologiya fanini o’rganish natijasida ...”
3. 3x3 texnologiyasi “Izoxorik jarayon bu ...”
4. 3x3 texnologiyasi “Izobarik jarayon bu ...”
5. 3x3 texnologiyasi “Izotermik jarayon bu ...”

Axborot texnologiyalar

Izotermik rejimda ishlaydigan texnologik qurilmalar



6 Amaliy mashg'ulot

Yopiq termodinamik sistemalarda ideal gazlarning adiabat va politrop jarayonlar hisobi.

Qo'yilgan maqsad: Ideal gazlarning adiabatik va politropik jarayonlari bilan batafsil tanishish, bu qonunlarga tegishli bo'lgan masalalar va misollarni nazariy va amaliy jihatdan o'rganish.

Mashg'ulotning ahamiyati: Gaz va bug' misolida tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvi bo'lmagan va politropik jarayonining umumiy ahamiyatini o'rganish.

Nazariy qism: 5 amaliy mashg'ulotda ko'rilmagan asosiy termodinamik jarayonlarni ko'rib chiqamiz:

1. Adiabatik jarayon ($dq=0$)–tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvi bo'lmaydigan jarayon.
2. Politropik jarayon – issiqlik sig'imi o'zgarmaydigan ($PV^m = \text{const}$) jarayon, bu yerda m –politropa ko'rsatkichi, berilgan jarayon uchun doimiy.

Adiabatik jarayon. Tashqi muhit bilan sistemaning issiqlik almashinuvi bo'lmaydigan jarayon ($dQ=0$) adiabat jarayon deyiladi. PV – koordinatalar sistemasida 6–1 rasmda adiabata tenglamasi ko'rsatilgan. Ideal gazning doimiy issiqlik sig'imida ($C_v = \text{Const}$)

$PV^k = \text{const}$ Bu yerda $k = C_v/C_p$ –adiabata ko'rsatkichi.

Adiabatik jarayonning boshlang'ich va ohirgi holat parametrlari quyidagicha o'zaro bog'langan:

Bosim va hajm
$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k, \quad (6-1)$$

Temperatura va hajm
$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} \quad (6-2)$$

Bosim va temperatura
$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (6-3)$$

Adiabatik jarayonda gazning bajargan ishi quyidagi tenglamalar bilan aniqlanadi:

$$L = \frac{1}{k-1} [P_1 V_1 - P_2 V_2]; \quad (6-4)$$

$$L = \frac{P_1 V_1}{k-1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} \right]; \quad (6-5)$$

$$L = \frac{P_1 V_1}{k-1} \left[1 - \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]; \quad (6-6)$$

$$L = \frac{MR}{k-1} [T_1 - T_2]; \quad (6-7)$$

Bu yerda M gazning massasi.

Adiabatik jarayon uchun termodinamikaning 1-qonuni quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$dU + dL = 0 \text{ .demak, } dU = dL \text{ yoki } \Delta U = -L \quad (6-8)$$

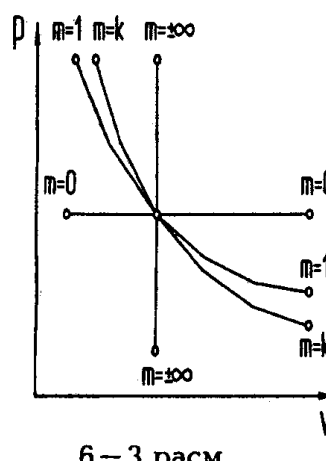
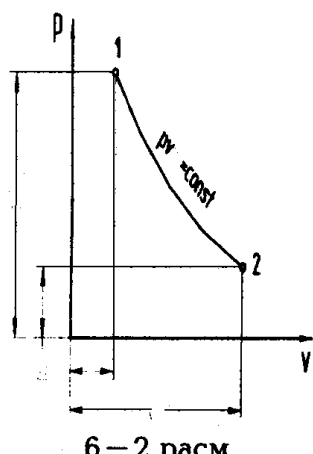
ya'ni adiabatik jarayonda bajarilgan (ish qiymat jihatdan) teskari ishora bilan ichki energiyaning o'zgarishiga teng bo'ladi. Bundan tashqari adiabatik jarayonda ichki energiyaning o'zgarishi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi: $\Delta U = C_{vm}(T_2 - T_1)$

Politropik jarayon.

Ideal gazlarning issiqlik sig'imi o'zgarmasdan o'tib boradigan termodinamik jarayon politropik jarayon deb ataladi. Har qanday politropik jarayon uchun $\alpha = \Delta U / Q = \text{const}$, bu yerda α – issiqlik bajargan ish bilan ichki energiya (U) o'zgarishining orasidagi taqsimot koeffitsienti. Politropik jarayonda bu koeffitsient o'zgarmas. PV–koordinatalar sistemasida 6 – 2 rasmda politropa tenglamasi ko'rsatilgan. Ideal gazning doimiy issiqlik sig'imida

$$PV^m = \text{const},$$

bu yerda m – politropa ko'rsatgichi.



$$m = \frac{\lg \frac{P_1}{P_2}}{\lg \frac{V_2}{V_1}} \quad \text{Bu jarayon uchun}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^m \quad (6-9); \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{m-1} \quad (6-10) \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{m-1}{m}} \quad (6-11)$$

$$\text{Bajarilgan ish: } L = \frac{1}{m-1}(P_1V_1 - P_2V_2) \quad (6-12)$$

$$L = \frac{P_1V_1}{m-1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{m-1} \right] \quad (6-13); \quad L = \frac{P_1V_1}{m-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{m-1}{m}} \right] \quad (6-14)$$

$$\text{Jarayon issiqligi } q = C_v \frac{m-k}{m-1} (T_2 - T_1); \quad (6-15)$$

bu yerda $k = C_p/C_v$

Ideal gazlardagi asosiy termodinamik jarayonlar politrop jarayonlarning xususiy xolidir.

Asosiy termodinamik jarayonlarda politropa kursatkichi 6–1 jadvadda ko'rsatilgan.

6 – 1 jalval

Jarayon	Tenglama	Daraja ko'rsatgich	Q xarakteri		ΔU o'zgarishi		Issiqlik sig'imi	α qiy mati
			keng	tor	keng	tor		
Politropik.	$PV^m = \text{Const}$	m	m – qiymatiga bog'liq				C	C_v/C
Izoxorik.	$V = \text{Const}$	$m = \pm\infty$	>0	<0	>0	<0	C_y	1
Izobarik.	$P = \text{Const}$	$m = 0$	>0	<0	>0	<0	C_p	$C_v/C_p = 1/k$
Izotermik	$PV = \text{Const}$	$m = 1$	>0	<0	>0	<0	$C_{is} = \infty$	0
Adiobatik	$PV = \text{Const}$	$m = k$	0	0	0	0	$C_{ad} = 0$	∞

Umumiy holda politropik jarayonda gazga berilgan energiya uning ichki energiyasini o'zgartirishiga va bajarilgan ishga sarflanadi.

Izoxorik jarayon uchun ($V = \text{const}$) bajarilgan ish $dL = PdV = 0$ teng, chunki $dV = 0$ va $P = f(T)$ $dQ = dU = C_v dT$; jism olgan issiqlik jismning ichki energiyasi oshishiga sarflanadi.

Izobarik jarayon uchun ($P = \text{const}$) bajarilgan ish $dL = P(V_2 - V_1)$ teng, chunki $dQ = C_p dT$ ba $V = f(T)$; jism olgan issiqlikning bir qismi gaz kengayishida

bajarilgan ishga sarflanadi.

Izotermik jarayon $T=\text{const}$ bo'lganligi uchun issiqlik ish bajarilishiga sarflanadi $PV=\text{const}$.

Adiabatik jarayonda ish faqat gazning ichki energiyasi o'zgarilishi hisobiga bajariladi.

Ko'rib chiqilgan jarayonlar (6 – 3 rasm) politropik jarayonning hususiy hollaridir.

Namunaviy misollar.

1 – Masala: Temperaturasi 30°C va bosimi $0,1\text{ MPa}$ bo'lgan 1 kg havoni adiabatik ravishda $P_2=1\text{ MPa}$ bosimgacha sig'ilganda, sarflangan ish, ohirgi hajm va temperatura aniqlansin.

Yechilish:

Adiabatik jarayonning holat parametrlarining nisbati

$$6-3 \text{ tenglama dan } \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \text{ topiladi } T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

$k=1,4$ deb qabul qilsak, unda

$$T_2 = 303 \times 10^{\frac{0,4}{1,4}} = 303 \times 10^{0,286} = 303N$$

$$\lg N = \lg 10^{0,286} = 0,286 \lg 10 = 0,286$$

$$N = 1,931$$

$$T_2 = 303 \times 1,931 = 585K$$

$$T_2 = 312^\circ\text{C}$$

Sarflangan ish (6–7)tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$L = \frac{MR}{k-1} [T_1 - T_2] = \frac{1 \times 0,287}{0,4} (303 - 585) = -202 \text{ kJ / kg}$$

Ohirgi hajm quyidagi tenglamadan topiladi:

$$V_2 = \frac{RT_2}{P_2} = \frac{287 \times 585}{1 \times 10^6} = 0,168 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

2 – Masala: Adiabatik siqish natijasida dvigatelda havoning temperaturasi neftning alanga olish temperaturasiga teng bo'ldi va shu jarayonda uning hajmi 14 marta kamaydi. $P_1=0,1\text{ MPa}$ va $t_1=100^\circ\text{C}$ bo'lganda oxirgi temperatura va bosim aniqlansin.

Yechilish:

Yakuniy temperaturani (6 – 2) tenglamadan aniqlaymiz

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} = 373 \times 14^{0.4} = 373 \times 2.86 = 1067 \text{ K}$$

Ohirgi bosimni (6 – 3) tenglamadan aniqlaymiz.

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 0.1 \left(\frac{1067}{373} \right)^{\frac{1.4}{0.4}} = 0.1 \times 2.86^{3.5} = 4 \text{ MPa}$$

3 – Masala: Temperaturasi 111°C va bosimi 0.5 MPa bo'lgan 1 kg havo politropik ravishda $P_2=0.1 \text{ MPa}$ kengaymoqda. Politropa ko'rsatkichi $m=1.2$ bo'lganda havoning ohirgi holati, ichki energiyasining o'zgarishi, berilgan issiqlik va hosil bo'lgan ish aniqlansin.

Yechilish:

Havoning boshlang'ich hajmini aniqlaymiz:

$$V_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{287 \times 384}{0.5 \times 10^6} = 0.22 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Havoning oxirgi hajmini aniqlaymiz:

$$V_2 = V_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{m}} = 0.22 \times 5^{\frac{1}{1.2}} = 0.84 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Ohirgi temperaturani gazning holat tenglamasidan aniqlaymiz:

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{R} = \frac{0.1 \times 10^6 \times 0.84}{287} = 293 \text{ K}$$

Bajarilgan ish esa quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$L = \frac{MR}{m-1} (T_1 - T_2) = \frac{287}{0.2} (384 - 293) = 130600 \text{ J / kg} = 130.6 \text{ kJ / kg}$$

Ichki energiyaning o'zgarishi

$$\Delta U = Cv(T_2 - T_1) = \frac{20.93}{28.96} (293 - 384) = -65.8 \text{ kJ / kg}$$

Berilgan issiqlik miqdori (6—15) tenglama yordamida hisoblanadi:

$$q = C_v \frac{m-k}{m-1} (T_2 - T_1) = 0.72 \frac{1.2-1.4}{1.2-1} (293 - 384) = 65.8 \text{ kJ / kg}$$

Bu jarayonda bajarilgan ish berilgan issiqlik va ichki energiyani kamayishi hisobiga

bajariladi, ya'ni:

$$Q = \Delta U + L$$

$$L = q - \Delta U = 65.8 - (-65.8) = 131.6 \text{ kJ/kg}$$

Shu natija yuqorida boshqa yo'l bilan olindi.

Mustaqil bajarish uchun vazifalar:

1 – Vazifa: Temperaturasi 30°C va bosimi 0.1 MPa bo'lgan 1 kg havoni adiabatik ravishda $P_2 = 1 \text{ MPa}$ gacha siqilganda, sarflangan ish, ohirgi hajm va temperatura aniqlansin.

$$\text{Javob: } t_2 = 248^\circ \text{C}; V_2 = 0.187 \text{ m}^3/\text{kg}; L = -167.2 \text{ kJ/kg}.$$

2 – Vazifa. Bosimi $P_1 = 0.54 \text{ MPa}$ teng bo'lgan 3 m^3 havoni politropik ravishda $P_2 = 0.54 \text{ MPa}$ bo'lganga qadar kengaytiriladi, shunda uning hajmi 10 m^3 ga teng bo'ladi. Ohirgi temperatura, bajarilgan ish, berilgan issiqlik va politropa ko'rsatkichi aniqlansin.

$$\text{Javob: } m = 1.064; t_2 = 21.4^\circ \text{C}; L = 1875 \text{ kJ}; Q = 1575 \text{ kJ}$$

3 – Vazifa: hajmi $V_1 = 0.0887 \text{ m}^3$ va bosimi 1 MPa bo'lgan 1 kg havo hajmi 10 marta ortiriladi. Adiabatik va izotermik jarayonlarda bajarilgan ish va oxirgi bosim aniqlansin.

$$\begin{aligned} \text{Javob: } T = \text{const } P_2 &= 0.1 \text{ MPa}; L = 204 \text{ kJ/kg} \\ \text{d } Q = 0 \text{ } P_2 &= 0.04 \text{ MPa}; L = 133.5 \text{ kJ/kg}. \end{aligned}$$

4 – Vazifa: 1 kg havoning temperaturasi $t_1 = 25^\circ \text{C}$ dan $t_2 = -55^\circ \text{C}$ gacha adiabatik ravishda sovutilmoqda. Unda ohirgi bosim $P_2 = 1 \text{ MPa}$ teng bo'ldi. Kengayish ishi va boshlang'ich bosim aniqlansin.

$$\text{Javob: } P_2 = 0.3 \text{ MPa}; L = 57.4 \text{ kJ};$$

5 – Vazifa: Politropik kengayish uchun havoga 83.7 kJ issiqlik miqdori berildi. Agar uning hajmi 10 marta ortsa, bosim esa 8 marta kamaysa, bajarilgan ish va ichki energiyaning o'zgarishi hisoblang,

$$\text{Javob: } \Delta U = 16.7 \text{ kJ}; L = 6702 \text{ kJ};$$

6 – Vazifa: Temperaturasi $t_1 = 50^\circ \text{C}$ va bosimi $P_1 = 0.1 \text{ MPa}$ bo'lgan havo bilan kislorod aralashmasi politropik jarayonda siqilmoqda. Agar siqilish darajasi $\epsilon = 4$, politropa ko'rsatkichi $m = 1.38$ bo'lganda ohirgi temperatura va bosim hisoblasin.

$$\text{Javob: } t_2 = 276^\circ \text{C}; P_2 = 0.68 \text{ MPa}$$

7 – Vazifa: Gazning siqilish jarayonida uchta nuktalarda holat parametrlari

o'lchandi ($t_1=30^\circ\text{C}$; $P_1=0.12\text{ MPa}$; $t_2=91^\circ\text{C}$; $P_2=0.36\text{ MPa}$; $t_3=116^\circ\text{C}$; $P_3=0.54\text{ MPa}$). bu qanday jarayon?

Javob: Jarayon politropik hisoblanadi, politropa ko'rsatkichi esa $m=1.2$ ga teng.

8–Vazifa: Temperaturasi $t_1=500^\circ\text{C}$, bosimi $P_1=8\text{ MPa}$ bo'lgan o'ta qizigan bug' bosimi $P_2=100\text{ kPa}$ bo'lgan qadar turbinada adiabatik ravishda kengaymoqda. Bug'ning ohirgi holati, ichki energiyasining o'zgarishi va kengayish ishi aniqlansin.

Javob: $h_2=2130\text{ kJ/kg}$; $V_2=12.7\text{ m}^3/\text{kg}$; $\Delta U=-1034\text{ kJ/kg}$

Mustaqil tayyorlash uchun savollar.

1. Adiabatik jarayon uchun termodinamikaning qonunining matematik ko'rinishi.
2. Puassoning adiabata tenglamasi.
3. Izoentropik jarayon.
4. Politropik jarayonining umumiy tenglamasi.
5. Politropa ko'rsatkichi $m=0.9$ va $m=1.1$ xamda $k=1.4$ bo'lgan siqilish jarayonlarni ko'rib chiqing.
6. Politropik jarayonida issiqlik sig'imining o'zgarishi.

Adabiyotlar:

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Технический термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.
5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.
7. <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1167204>

Pedagogik texnologiyalar:

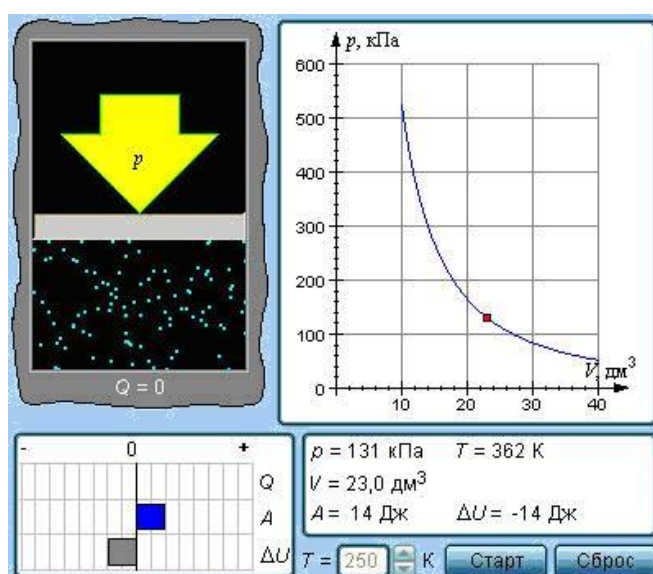
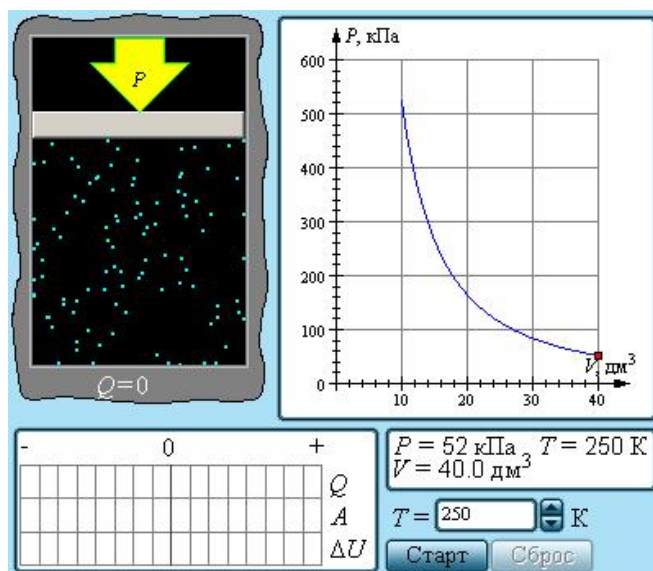
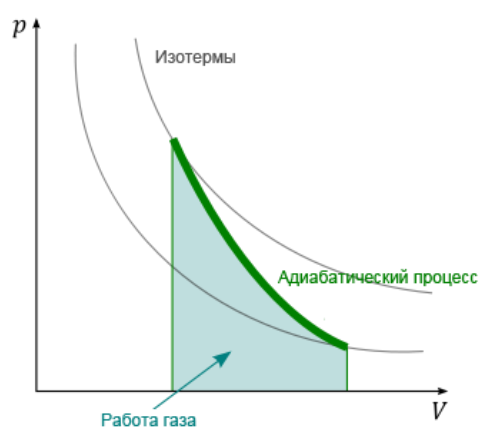
Charxpalak texnologiyasi

Izotermik jarayon bu -

Politropik jarayon bu -

Adiabatik jarayon bu -

Axborot texnologiyalar



7 Amaliy mashg'ulot

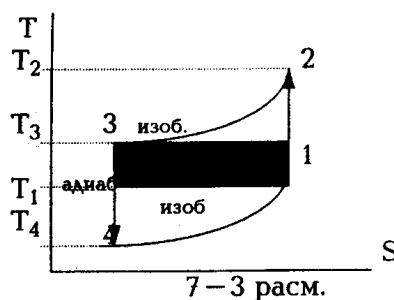
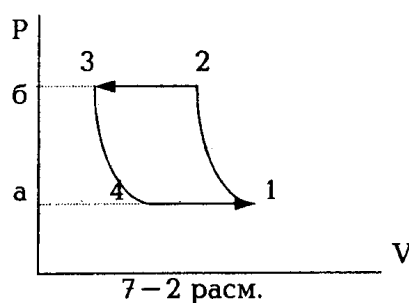
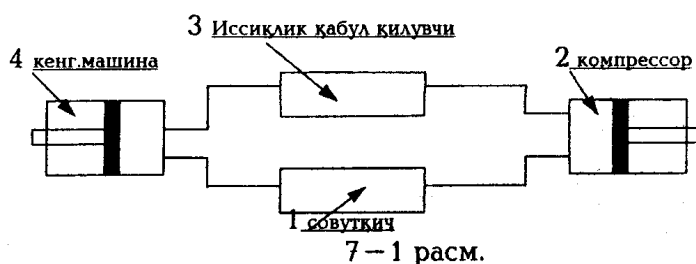
Sovutkich moslamalar hisobi.

Qo'yilgan maqsad: Sovutkich moslamalar haqida bilimga ega bo'lish. Masalalar va misolarni nazariy va amaliy jixatdan o'rganish. Sovutish agenti havo bo'lgan muzlatkich misolida kompressorli sovutkichlarni o'rganish.

Mashg'ulotning ahamiyati: Sovutkich moslamalarni xalq xujaligi, sanoat, ayniqsa farmatsevtika sohasida qanday ahamiyatga ega ekanligi bilan tanishish.

Nazariy qism: Jismlarni atrof muhit temperaturasidan past temperaturagacha sovutish uchun sovutkich moslamalar ishlatiladi.

Quydagis misolda kompressorli sovutgich moslamaning ishlashini ko'rib chiqaylik.



Havo sovutkichdan kompressorga so'riladi va u yerda siqiladi ($1 \rightarrow 2$). Bu holda uning temperaturasi $T_1 \rightarrow T_2$ ortadi. Siqilgan havo kompressordan issiqlik qabul qiluvchi (3) ga o'tadi va temperaturasi T_2 dan T_3 gacha pasayadi. Undan havo kengaish mashinasining silindiriga o'tib, adiabatik kengayadi ($P_3 \rightarrow P_4$) ($3 \rightarrow 4$) va temperatura T_3 dan T_4 gacha pasayadi. Sovutilgan havo silindrdan sovutkichga o'tadi, izobar qizdiriladi ($4 \rightarrow 1$) va atrofdan $q = Cm(T_1 - T_4)$ teng miqdorda issiqlik oladi.

Moslamaning sovutish koeffitsienti

$$\varepsilon_m = \frac{T_1}{T_3 - T_1}$$

Teskari Karno sikli: $\varepsilon_k = \frac{T_1}{T_3 - T_1}$ bundan $\varepsilon_m > \varepsilon_k$

Ishchi gazning (sovutish agent) sarfi: $M = Q_0 / q_0$ kg/sek;

Bu yerda: Q_0 – moslamaning sovutish unumdorligi

q_0 – 1 kg havonig sovutish unumdorligi

Sovutgichning unumdorligi $Q_0 = C_p m (T_1 - T_4)$; (7 – 1)

Kompressor sarflagan ish $L_k = C_p m (T_2 - T_1)$; (7 – 2)

Kengayish mashinasida hosil bo'lgan ish

$L_{km} = C_p m (T_3 - T_4)$; (7 – 3)

Tsikl sarflagan ish $L_0 = L_k - L_{km}$ (7 – 4)

1–masala: Sovutkichdan kompressorga temperaturasi $t_1 = -10^\circ\text{C}$ va bosimi $P = 0,1$ MPa bo'lgan havo beriladi. U yerda $P_1 = 0,5$ MPa gacha adiabatik sig'ilib, issiqlik habul qiluvchiga kiritiladi va izobarik ravishda temperaturasi $t_3 = +10^\circ\text{C}$ tushirildi, Keyin, havo kengayish mashinasining silindirida boshlang'ich bosimgacha adiabatik kengayadi va sovutkichga qaytib keladi. U yerda sovutilaetgan jismlardan issiqlikni, havo $t_1 = -10^\circ\text{C}$ gacha issib, kompressorga qaytadi va keyingi sikl boshlanadi.

Havoning sovutkichga kirishdagi temperaturasi, nazariy bajarilgan ish, havoning unumdorligi va Karno sikli bo'icha ishlayotgan sovutish koeffitsienti aniqlansin.

Yechilishi:

Sovutkich moslamaning ko'rilyotgan sikli PV vaTs 7 - 2, 7 - 3 rasmda ko'rsatilgan. Sovutish kamerasiga kirayotgan havoning (3 – 4) jarayon T_4 temperaturasi oldingi mashg'ulotlarda ko'rilgan va quyidagi tenglamadan aniqlanadi.

$$T_4 = T_3 \left(\frac{P_4}{P_3} \right)^{\frac{k-1}{k}} = T_3 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 283 \left(\frac{0,1}{0,5} \right)^{0,286} = \frac{283}{1,583} = 179\text{K}$$

Kompressordan chiqib ketayotgan havoning (1– 2) jarayon T_2 temperaturasini aniqlaymiz.

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 263 \times 1,583 = 416\text{ K}$$

Tsiklda sarflagan ishni (7 – 4) tenglamadan aniqlaymiz

$$L_0 = L_k - L_{km}$$

Kompressorda bir kilogramm havoni siqish sarflagan ish

$$L_k = C_p (T_2 - T_1) = 1,012(416 - 263) = 154,8\text{ kJ/kg (37 kkal/kg)}$$

Kengayish mashinasida bir kilogramm havo bajargan ishni aniqlaymiz

$$L_{KM}=C_p (T_3 - T_4)=1,012(283 - 179)=105,2 \text{ kJ/kg (25,1 kkal/kg)}$$

Demak siklning ishi

$$L_0=154,8 - 105,2=49,6 \text{ kJ/kg (11,8 kkal/kg)}$$

Bir kilogramm sovuq havoning ishlab chiqarish unumdorligi

$$Q_0=C_p(T_1 - T_4)=1.012(263 - 179)=85 \text{ kJ/kg (20,3 kkal/kg)}$$

Moslamaning sovutish koeffitsienti

$$\varepsilon_m = \frac{Q_0}{L_0} = \frac{85}{49.6} = 1.71$$

Karno siklining sovutish koeffitsienti

$$\varepsilon_h = \frac{T_1}{T_3 - T_1} = \frac{263}{20} = 13.15$$

Mustaqil bajarish uchun vazifalar.

1 – vazifa. Sovutish agenti havo bo'lgan muzlatgichning unudorligi $Q=887$ MJ/soat. Kompressor so'rayotgan havoning temperaturasi $t_1 = -10^\circ \text{C}$ va bosimi $P_1=0,1$ MPa ga teng. Siqishdan so'ng havoning bosimi $P_2=0,1$ MPa va kengayish mashinasiga kiraetgan sovutish agentining temperaturasi 20°C teng bo'ldi. Kompressorning va kengayish mashinasining nazariy quvvati, hamda maslamaning sovutish koeffitsienti, sovutish agentining sarfi va tashqi muhitga berilayotgan issiqlik miqdori aniqlansin.

Javob: $N_k=452 \text{ kVt}$; $N_{KM}=338 \text{ kVt}$; $\varepsilon=2,04$; $M=12650 \text{ kg/soat}$;
 $Q=1246 \text{ MJ/soat}$.

2–vazifa. Sovutish agenti havo bo'lgan muzlatkichning unumdorligi $Q=83,7$ teng. Shu sovutish moslamasida maksimal bosim $P_2=0,5$ MPa va minimal $P_1=0,11$ MPa. havoning siqilish jarayonini boshida temperaturasi $t_1=0^\circ \text{C}$ ba issiqlik qabul qiluvchidan chiqqandan so'ng uning temperaturasi $t_2=20^\circ \text{C}$ teng bo'ladi. Politropa ko'rsatgichi $m=1.28$ teng bo'lganda muzlatgichning sovutish koeffitsienti va kompressor dvigatelini nazariy quvvati hisoblansin.

Javob: $N_{dB}=9,3 \text{ кВт}$; $\varepsilon=2,56$.

3–vazifa. Frion – 12 ning qaynash temperaturasi $T_1=258 \text{ K}$ va drosselladan oldin temperaturasi $T_3=303 \text{ K}$ bo'lgan sovutkich moslamaning parametrlari aniqlansin.

Javob: $Q=116,18 \text{ kJ/kg}$; $Q_v=1277 \text{ kJ/m}^3$; $L=24.88 \text{ kJ/kg}$; $\varepsilon=4,67$;

Mustaqil tayyorlash uchun savollar.

1. Sovutish moslamalarining teskari (Karno) sikli.
2. Bug' sovutkich moslamasining sikli.
3. Adsorbtsion sovutkich moslamasining sikli.
4. Paroejktor sovutkich moslamasining sikli
5. Ko'p pog'onali sovutkich moslamasining sikli.

Adabiyotlar.

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараёни ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Техникавий термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.
5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

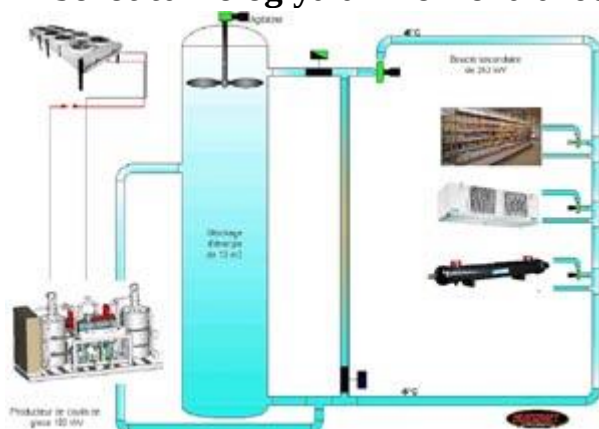
Pedagogik texnologiyalar:

3x3 texnologiyasi – “Sovitish jarayonlarini termodinamik asoslari bu ”

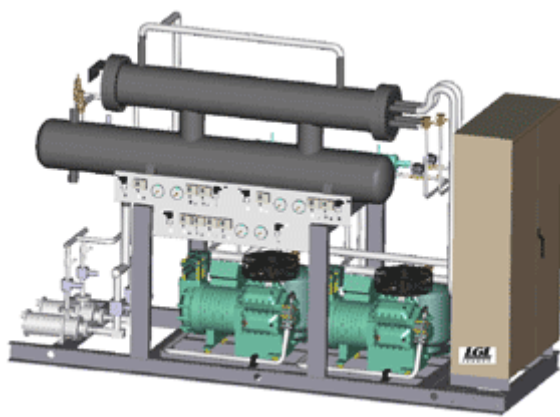
Klaster (Tarmoqlar) usuli



Axborot texnologiyalar Korxonalarda sovuqlikni ishlatilishi



CO₂ ishlatuvchi moslamalar



8 Amaliy mashg'ulot

Suv bug'i. Gaz va bug'lar oqimining sarfiy hisobi.

Qo'yilgan maqsad: Suyuqlikni bug'ga aylanishini suv misolida, xar hil bosimlarda o'rganib chiqish va gazlarni torayuvchi moslamalar (soplo) va tirqishlardan oqib chiqishga doir masalalarni echish uchun bilimga ega bo'lish.

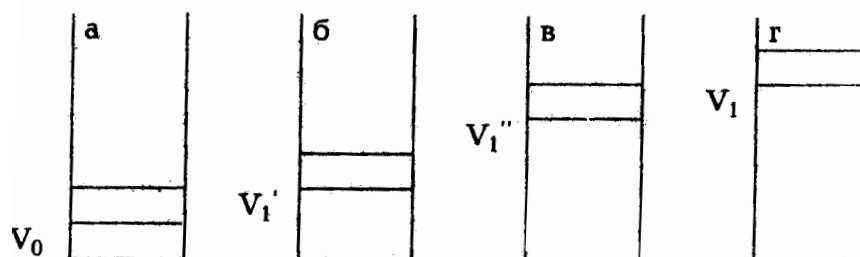
Mashg'ulotning ahamiyati: Suv bug'ining sanoatda, ayniqsa farmatsevtika soxasida va xalq xo'jaligida handay ahamiyatga ega ekanligi bilan tanishish.

Nazariy qism: Gazlar bu ko'p hollarda suyuqlikning qizdirilgan bug'laridir. Ideal gazdan farqli ravishda real gazlarni ma'lum sharoitda suyuqlikka va qattiq holatga aylantirish mumkin. Sanoatda suv, amiak, metilen xlorid va boshqa shunga o'xshash suyuqliklarning bug'lari keng ishlatiladi. Bularda eng ko'p qo'llaniladigani suv bug'idir. U issiqlik (par) mashinalarida, isitish qo'llanmalari va boshqalarida keng ishlatiladi, Shu sababli biz suv bug'iga ko'proq etibor beramiz.

Oldingi darslarda ideal gaz qonunlarining real gazlarning qonuniyatlarini o'rganishda bazi hollarda ishlatish mumkinligini aytgan edik. Lekin suyuqlik xossalriga yaqin gazlar uchun ideal gaz qonunlari yaramaydi. Ushbu gazlar uchun hator tenglamalar mavjud bulib, ulardan biri Van-der-Vaals tenglamasi $(P+a/V^2)(V-b)=RT$ eng yaqin hisoblanadi. Lekin texnikadagi ko'p masalalarni xal qilishda bug' (par) holati va parametrlaridan jadval orqali foydalanish qulay bo'ladi.

Bug' hosil bo'lish jarayonini ko'rib chiqamiz.

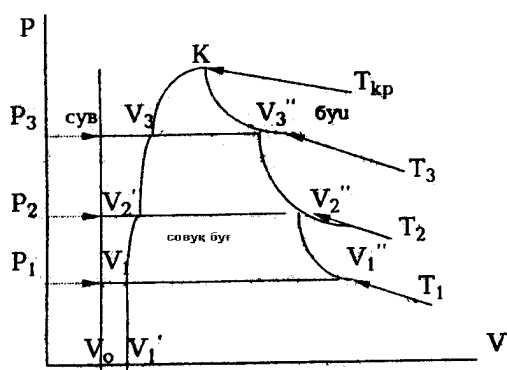
Temperaturasi 0°C bo'lgan 1 kg suvni olib, silindrik idishga solamiz va ustiga porshen qo'yamiz. U P_1 bosim hosil qiladi.



0°C da suv hajmi $0,0001\text{ m}^3$ (a)

Suvni isitishni boshlaymiz. Temperatura ortib boradi, hajm esa juda kam ortadi va t_{n1} temperaturada suv qaynaydi. Uning hajmi (8–1 rasm) V_1 ga teng va t_{n1} –qaynash temperaturasi bo'ladi. Suv qaynash boshlagandan so'ng qizdirilish dovom ettirilsa uning temperaturasi o'zgarmay bug' hosil bo'ladi. Bu jarayon hamma suv bug'ga aylanguncha davom etadi. Demak, jarayon boshida faqat suv, oxirida faqat bug'

bo'ladi. Ya'ni, bug' hosil bo'lishda $T=\text{const}$, $P=\text{const}$ izobar va izotermik jarayon davom etadi.



8 – 2 rasm.

Muvozanat holdagi bug' ho'l bug' bo'ladi (b). Bug' hosil bo'lish jarayon ohirida hajim V_1'' bo'ladi (v) t_{n1} va V_1'' dagi bug'ning holati to'yingan quruq bug' deyiladi. Yana qizdirishni davom ettirilsa, o'ta qizigan bug' (peregretey par) hosil bo'ladi (g) hajim V_1 ga teng bo'ladi.

Demak, o'ta qizigan bug' olish jarayonida:

- 1). Suvning qaynaguncha qizdirilishi ($P=\text{const}$, $V=\text{const}$: $T \rightarrow \text{ortib boradi}$);
- 2). Bug' hosil bo'lishi ($P=\text{const}$, $T=\text{const}$, $V \rightarrow \text{ortib boradi}$);
- 3). O'ta qizigan bug' ($P=\text{const}$, $T \rightarrow$ va $V \rightarrow \text{ortadi}$).

Shuni aloxida qayd etish kerakki, agarda biz bu tajribani bir necha marta xar xil bosim ostida qaytarsak, shu xol takrorlanadi. Shu bilan birga bosim oshishi bilan bug' hosil bo'lishi temperaturasi ham ortib boradi.

Ya'ni $V_1' < V_2' < V_3'$ va $V_1'' > V_2'' > V_3''$

$K - V_1' - V_2' - V_3'$ – suvning xar xil bosimlardagi qaynash chizig'i.

$V_1'' - V_2'' - V_3''$ – to'yingan quruq bug' chizig'i.

Bajarilgan ish egri chiziq tagidagi yuza (8 – 2 rasm). (K) – kritik nuqta suv uchun: $P=225,65 \text{ atm}$, $t=374,14^\circ \text{C}$, $V=0.00327 \text{ m}^3/\text{kg}$.

Ikki agregat holat (suyuqlik va to'yingan bug') bir vaqtda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan maksimal temperatura kritik nuqta deb ataladi. Kritik nuqtadan yuqorida suyuqlik faqat bug', o'ta qizigan holida bo'ladi. Bug'ning temperaturasi qancha yuqori bo'lsa uning xususiyatlari ideal gaznikiga yaqinlashadi.

Suv va to'yingan bug' birgalikda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan eng kichik bosim uchlamchi nuqta deyiladi. Bunday nuqta suv uchun $P=611 \text{ Pa}$, $T=0,01^\circ \text{C}$, $V=0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$ ga teng. Undan kichik temperaturalarda bug' faqat muz bilan birgalikda mavjud bo'lishi mumkin. Qattiq jisimdan (muzdan) to'g'ridan – to'g'ri bug' hosil bo'lishi sublimatsiya deyiladi.

Namunaviy misollar:

1 – masala: Suv 250°C da qaynash holatida bo'lsa uning bosimi, solishtirma hajmi va zichligi topilsin.

Yechilish:

[4] dagi LVI jadvaldan $P=3,9776\text{ MPa}$; demak $V'=0,0012512\text{ m}^3/\text{kg}$

$P'=1/0.0012512 = 799.2\text{ kg/m}^3$

2 – masala: Bug' generatoriga o'rnatilgan manometrning ko'rsatishi $0,2\text{ MPa}$, barometrnining ko'rsatishi esa $776\text{ mm. sm. ust. } (0,103\text{ MPa})$. Bug'ni quruq va to'yingan deb hisoblanganda uning temperaturasi, solishtirma hajmi va entalpiyasi aniqlansin.

Yechilish:

Bug' generatorida absolyut bosim quyidagiga teng

$P=0,2+0,103=0,303\text{ MPa}$

[4] dagi LVI jadvaldan

$P=0,31\text{ MPa}$ bo'lganda $t_H=134,66^{\circ}\text{C}$ teng bo'ladi

$P=0,3\text{ MPa}$ bo'lganda $t_H=133,54^{\circ}\text{C}$ teng bo'ladi

Interpolyatsiya amalidan so'ng $P=0,303\text{ MPa}$ uchun

$t_H=133,54+0,112\times 3=133,88^{\circ}\text{C}$ teng bo'ladi.

Solishtirma hajm va entalpiya uchun shu tarzda topamiz

$V'=0,5928\text{ m}^3/\text{kg}$; $h=2725,6\text{ kJ/kg}$

3 – masala: Bosimi $0,6\text{ MPa}$ va solishtirma hajmi $0,3\text{ m}^3/\text{kg}$ bo'lgan suv bug'ining holati aniqlansin.

Yechilish:

Bosimi $0,6\text{ MPa}$ ga teng bo'lgan suv bug'iga [4] dan $V''=0,5928\text{ m}^3/\text{kg}$ solishtirma hajm teng bo'ladi. $V'' > V'$ bo'lgani uchun nam bug' hisoblanadi, uning quruqlik darajasi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi.

$$x = \frac{V_x - V'}{V'' - V'} = \frac{0.3 - 0.0011}{0.3156 - 0.0011} = 0.95$$

4 – masala: Bosimi $P=1,3\text{ MPa}$ va quruqlik darajasi $x=0,98$ bo'lgan suv bug'ining entalpiya va ichki energiyasi aniqlansin.

Yechilish:

Nam bug' uchun $h_x=h'+gx$ bo'ladi. Va [4] dan $h'=814,5\text{ kJ/kg}$; $g=1973\text{ kJ/kg}$; $V''=0.1512\text{ m}^3/\text{kg}$ topamiz.

$h_x=814,5+1973\times 0,98=2748,5\text{ kJ/kg}$.

Nam bug'ning solishtirma hajmini quyidagicha topamiz:

$V_x=V''x=0.1512\times 0.98=0.148\text{ m}^3/\text{kg}$.

Nam bug'ning entalpiyasini quyidagi tenglama yordamida hisoblaymiz:

$$u_x = h_x - PV_x = 2748,5 - \frac{1.3 \times 10^6 \times 0.148}{1000} = 2556,1 \text{ kJ/kg}$$

5 – masala: Bosimi doimiy $P=10,0$ MPa va harorati $t_1=15^\circ$ C idishdan diametri 10 mm bo'lgan nay orqali havo atmosferaga ($P_{ar}=0,1$ MPa) chiqmoqda. Kengayish jarayonini adiabatik hisoblanganda havoning chiqish tezligi va xar soniyadagi sarfini aniqlang.

Yechilish:

$P_{at}/P_1=1/100$ demak havo uchun kritik nisbatdan (0,528) kichik bo'ladi va havoning chiqish tezligi kritik tezlikga teng bo'ladi, ya'ni:

$$w_{kp} = 1.08\sqrt{RT_1} = 1.08\sqrt{287 \times 288} = 310 \text{ m/s}$$

har soniyadagi sarfi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$M_{\max} = 0.686 f \sqrt{\frac{P_1}{V_1}}$$

$$f = \frac{\pi d^2}{4} \frac{3.14 \times 0.01^2}{4} = 0.0000785 \text{ m}^2$$

$$V_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{287 \times 288}{10 \times 10^6} = 0.00827 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$M_{\max} = 0.686 \times 0.0000785 \sqrt{\frac{100 \times 10^5}{0.00827}} = 1.87 \text{ kg/s}$$

Mustaqil bajarish uchun vazifalar.

1 – vazifa. Bosimi $P=1,0$ MPa bo'lgan quruq va to'yingan suv bug'ining harorati, solishtirma hajmi, zichligi, entalpiyasi va entropiyasi aniqlansin.

Javob: $t_H=179,88^\circ$ C; $V''=0.1946$ m³/kg; $p=5,139$ m³/kg; $h=2778$ kJ/kg; $s=6.587$ kJ/kgK.

2 – vazifa. Bosimi $P=1,4$ MPa bo'lgan quruq va to'yingan suv bug'ining qolgan parametrlari aniqlansin.

Javob: $t_H=195,04^\circ$ C; $V''=0.1408$ m³/kg; $p=7,103$ m³/kg; $h=2790$ kJ/kg; $u=2593$ kJ/kg; $s=6.496$ kJ/kgK.

3 – vazifa. Bosimi $P=2,4$ MPa va quruqlik darajasi $x=0,8$ ga teng bo'lgan nam va to'yingan suv bug'inig entropiyasini aniqlang.

Javob: $s=5.524$ kJ/kgK.

4 – vazifa. Bosimi $P=2,0$ MPa va quruqlik darajasi $x=0,9$ bo'lgan nam suv bug'ining solishtirma hajmi topilsin.

Javob: $V_x=0.08962$ m³/kg

5 – vazifa. Bosimi $P=10,0$ MPa va quruqlik darajasi $x=0,98$ bo'lgan 1 kg nam

bug'ning temperaturasi 480°C bo'lishi uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori aniqlansin.

Javob: $Q=621,6\text{ kJ/kg}$

6 – vazifa. Bosimi $P=1,8\text{ MPa}$ va quruqlik darajasi $x=0,9$ bo'lgan 1 kg bug'ni, temperaturasi 32°C ichimlik suvidan hosil qilish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori aniqlansin.

Javob: $Q=2471\text{ kJ/kg}$

7 – vazifa. Bosimi $P_1=7,0\text{ MPa}$ va xarorati $t_1=50^{\circ}\text{C}$ birinchi idishdan bosimi $P_2=4,5\text{ MPa}$ bo'lgan ikkinchi idishga azot 10 mm^2 tirqich orqali adiabatik ravishda o'tmoqda. Azotning chiqish tezligi va soniyaviy sarfi hisoblansin.

Javob: $w=282\text{ m/s}$; $M=0,148\text{ kg/s}$.

8 – vazifa. Bosimi $P_1=0,8\text{ MPa}$ va harorati $t_1=20^{\circ}\text{C}$, tashki muhitning bosimi $P_2=0,1\text{ MPa}$ bo'lgan sistemada Laval soplosi orqali havoning adiabatik oqimi aniqlansin.

Javob: $w=514\text{ m/c}$; $w_{\text{кр}}=313\text{ m/c}$

Mustaqil tayyorlash uchun savollar.

1. Nam to'yingan bug'ning holati.
2. O'ta qizigan bug'ning holati.
3. Bug'ning entropiyasi.
4. Kritik nuqta. Sublimatsiya.
5. Gaz va bug'larning qarshiliklar orqali oqimi
6. Gaz va bug'larning drosellar orqali oqimi.

Adabiyotlar:

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Техникавий термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.
5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar:

1. FSMU texnologiyasi “Energetik resurslarni tejash korxonaning iqtisodiy ko’rsatkichini o’sishidir !”

Fikr

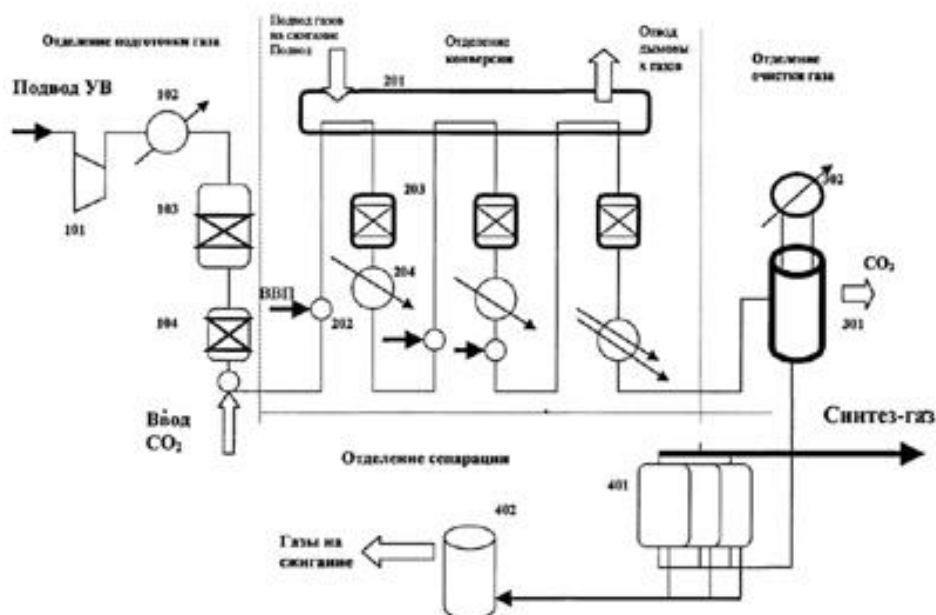
Sabab

Misol

Umumlashtirish

Axborot texnologiyalar

Sintezlangan gazni ishlab chiqarish sxemasi.



Parogenerator moslamalari



9 Amaliy mashg'ulot

Kimyo – farmatsevtik ishlab chiqarishda ikkilamchi energetik resurslar.
Qo'yilgan maqsad: Kimyo–farmatsevtik ishlab chiqarishda ikkilamchi energetik resurslarni qo'llash asoslarini o'rganish.

Mashg'ulotning ahamiyati: Ishlab chiqarish korxonaning samaradorligini oshirishi usullarini o'rganish, chiqindisiz texnologiyalarni yo'lga qo'yish.

Nazariy qism:

Biotexnologiya va farmatsevtika ishlab chiqarish korxonalari katta miqdordagi energiyani ist'emol qiluvchi konxonalar tarkibiga kiradi. Maxsulotning tannarxida energetik harajatlarning ulushi 30% atrofida va undan ham ko'p bo'lishi mumkin. Misol uchun 1 tonna cho'yan ishlab chiqarish uchun 0,25 GDj issiqlik, 1 tonna sulfat kislota ishlab chiqarish uchun 0,54 GDj, 1 tonna ammiak ishlab chiqarish uchun 5,5 GDj, 1 tonna dimedrol ishlab chiqarish uchun 121,5 GDj, metiluratsil ishlab chiqarish uchun esa 210 GDj va naxoyat ozuqa antibiotiklar ishlab chiqarish uchun 2074 GDj issiqlikni sarflash lozim.

Misol tariqasida energiyani samarali ishlatilishini ko'rib chiqaylik. Korxonaga bug' 0,5 dan 1,2 MPa manometrik bosim bilan kirib keladi. Sexlarga berilishidan oldin bug'ning bosimi (0,3 dan 0,5 MPa gacha) drossellash jarayoni hisobiga kamayadi. Drossellash jarayoni bu ishchi jism kanalning toraygan qismidin o'tganda o'zining bosimini kamaytiradi va ish bajarilmaydi. Bunda bug'ning foydali energiyasi (ya'ni eksergiyasi) kamayadi. So'ngra jixozlarni isitishda faqatgani qizdirilgan bug'ning issiqlik kondensati ishlatiladi. Harorati 130 – 140° C bo'lgan bug'ning kondensati kondensat uzatgich orqali drossellanadi va harorati 100° C gacha kamayadi. Hosil bo'lgan issiq suv kanalizatsiyaga oqiziladi. Natijada ishlab chiqarish korxonasi nafaqat olgan qizigan bug'ga to'laydi, balki qaytarib berilmagan kondensatga pul to'laydi. Bug'ning yetqazib beruvchi kondensatni sifati kafolatlanmagan bo'lsa qaytarib olmaydi. Korxonaga bu ham kamlik qiladi. Chunki kanalizatsiyaga to'kilayotgan issiq suyuqlikning harorati 40° C dan oshmasligi kerak. Shuning uchun issiqlik kondensatini kanalizatsiyaga to'kib yuborish uchun issiqlik kondensatga sovuq suv qo'shiladi va sovuq suv sarfi uchun alohida qo'shimcha pul to'lanadi.

Qizdirilgan bug'ning taxminan yarim massasi issiq suv olishga va qishki mavsumda ventilyatsiya qilinayotgan havoni qizdirish uchun ishlatiladi. Biotexnologiya soxasidagi ishlab chiqarishda havo almashinish soatiga 7–15 marotabani tashkil etadi. Ventilyatsiya uchun qizdirilgan havo atmosferaga chiqazib yuboriladi.

Qizdirilgan bug'ning ikkinchi qismi kimyoviy reaktorlarni qizdirish, bug'latish moslamalarini, quritish va boshqa jixozlarni isitish uchun qo'llaniladi. Bu jarayonlarda ikkilamchi bug'lar hosil bo'ladi. Ularning harorati odatda 1000° C bo'ladi. Bu bug'lar atmosferaga chiqazib tashlanadi yoki issiqlik almashinish moslamalarida aylanma xarakatdagi sovuq suv yordamida kondensatsiyalanadi.

Qizdirilgan aylanma xarakatdagi suv atrof muhitni isitishi hisobiga o'zi soviydi. Aylanma xarakatlanayotgan suv turli xil moslamalarni sovituvchi suv oqimlarini o'ziga qabul qilib oladi. Shuningdek konvektiv quritish moslamasining kaloriferiga keltirilayotgan qayta ishlangan havoning issiqligi atrof muhitga chiqarib yuboriladi.

Ekzotermik reaksiyalardan issiqlikni ketkazish uchun va kristallizatsiya jarayonini olib borish uchun sun'iy sovitishdan foydalanilsa katta miqdordagi sovuqlik tashuvchilarni sarfi va sovitish moslamalarining qo'shimcha energiya sarfiga olib keladi.

Natijada atrof muhitga yuqorida ko'rsatilgan issiqlikni chiqarib yuborilishi korxonaning sarf qilayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'lib qoladi. Oxirigi o'n yillikda barcha rivojlangan mamlakatlarda barcha turdagi energiyani tejash siyosatiga o'tishgan. Natijada mamlakatning iqtisodiy o'sishi energiyani kam sarflanishi hisobiga ro'y beradi.

Energetik resurslarni tejash quyidagi yo'nalishlar orqali amalga oshirilishi mumkin:

- Texnologiyani, jarayonlarni va moslamalarni energetik zamonaviylashtirish;
- Korxonani energetik boshqarish tizimini zamonaviylashtirish;
- Korxonani energiya bilan ta'minlash tizimini samarali boshqarishni yo'lga qo'yish;
- Ikkilamchi energoresurslardan to'liq foydalanish;

Shunday qilib, ikkilamchi energoresurslarni ishlatish, korxonaning energiyasini tejaydigan eng asosiy yo'nalishlari bo'lib, maxsulot tannarxini arzonlashuviga olib keladi.

Ikkilamchi energoresurslar deb, texnologik moslamalarda hosil bo'ladigan, ishlatilmaydigan chiqindilar, oraliq maxsulotlarning energetik qismiga (yoki energetik potentsiali) aytiladi. Bu energetik qism qisman yoki to'liq ko'rinishda boshqa moslamalarda yoki jarayonlarda ishlatilishi mumkin.

Ikkilamchi energoresurslarni yoqilg'i, issiqlik, elektrik va mexanik energiya ko'rinishda ishlatilishi IER larni qayta ishlatilishi deyiladi. Ikkilamchi energoresurslar ikki yo'nalishda ishlatilishi mumkin: energiya tashuvchisi ko'rinishida yoki utilizatsiya moslamasidan issiqlik, sovuqlik, elektroenergiya va mexanik energiya ishlab chiqarish uchun.

Ikkilamchi energoresurslar quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

- Yoqiluvchan moddalar, turli xil gazlar (absorbtsion qaytuvchi gazlar, pechdan chiqadigan gazlar) va suyuq holdagi kub qoldiqlari
- Issiqlik ko'rinishidagi yoqilg'ilar (texnologik moslamalardan qaytayotgan gazning issiqligi, ikkilamchi bug'ni, suvni, maxsulotni va chiqindilarni, ximiyaviy reaksiyalardan chiqayotgan, shuningdek quritish moslamalaridan chiqayotgan issiqliklar)
- Ortiqcha bosim ko'rinishida, adiabatik kengayishi hisobiga gaz va suyuqlik oqimlarining energiyasi

Ikkilamchi energoresurslarni ishlatilishining asosiy yo'nalishlari:

- Yoqilg'ili; Yoqilg'i ko'rinishidagi ikkilamchi energoresurslarni yoqilg'i sifatida issiqlik generator moslamalarida ishlatilishi.
- Issiqlik ko'rinishida; energiyani tejaydigan moslamada hosil bo'ladigan ikkilamchi energoresurslar ko'rinishidagi issiqlikni ishlatish,
- Kuch bilan ishlash; energiyani tejaydigan moslamalarda ikkilamchi energoresurslar hisobiga elektrik yoki mexanik energiyani ishlatish,
- Kombinatsiyalashgan ko'rinishda; misol uchun ikkilamchi energoresurslarni ortiqcha issiqligini olib, so'ngra ikkilamchi energoresurslarni yoqilg'i sifatida ishlatilishi,

Odatda yoqilg'i maxsulotlari kimyoviy korxonalarda to'liq ishlatiladi, chunki yoqilg'ili ikkilamchi energoresurslarni tejaydigan moslamalar yetarli bo'lib, ikkilamchi energoresurslar yakka holda yoki organik yoqilg'i bilan aralashma holatida yondiriladi.

Hosil bo'lgan yuqori haroratli gaz xolidagi maxsulotlar keyinchalik texnologik moslamalarni qizdirish uchun yoki energiyani tejaydigan qozon moslamalarda bug'ni hosil qilish uchun, yoki sovitish moslamalarida sovuqlik hosil qilishi uchun ishlatiladi.

Korxonaning issiqlik va texnik moslamalarini loyixalashtirishda va ishga tushirishda asosiy masala deb, yoqilg'ini to'g'ridan to'g'ri tejashni ta'minlaydigan ikkilamchi energoresurslarni chiqishini kamaytirish hisoblaniladi. Shuningdek moslamaning issiqlik balansida hosil bo'layotgan oqimlarini ishlatish maqsadga muvofiqdir. Buning natijasida moslamadagi issiqlikning ichki reko'peratsiyasi yaxshilanadi, moslamaning FIKi ortadi. Hosil bo'layotgan issiqlik oqimlarini boshqa texnologik qizdirish va havo almashinish jarayonlarida qo'llash korxonaning umumiy issiqlik balansini yaxshilaydi.

Korxonaning umumiy issiqlik balansini yaxshilash uchun quyidagi ishlarni bajarish lozim:

- Yoqilg'i energetik resurslarni ishlatilish koeffitsienti yuqori bo'lgan yangi jarayon va agregatlarni qo'llash, shuningdek ularning ikkilamchi energoresurslar qiymatini minimal darajada bo'lishini ta'minlash;
- Barcha agregatlarni ikkilamchi energoresurslarini qayta ishlovchi moslamalar bilan ta'minlash;
- Turli xil ko'rinishidagi ikkilamchi energoresurslarni texnik echimini ishlab chiqish;
- Yoqilg'ini tejaydigan moslamalarning yangi tuzilishlarini ishlab chiqish;
- Kichik potentsialli ikkilamchi energoresurslarning korxonalarni qizdirishda, havo almashinishda ishlatiladigan isitish moslamalarini ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish,
- Ikkilamchi energoresurslar hisobiga ishlaydigan absorbtсион sovitish moslamalarini ishlab chiqarilishini kengaytirish;
- Texnologik chiqindilarni termik qayta ishlaydigan moslamalardan foydalanish,
- Elektroenergiya ishlab chiqarish uchun kichik parametrlil bug'ning ishlatilishi, buning uchun freon – turbinali energobloklarni yaratish,

- Issiqlikning miqdori (potentsiali) ni o'zgartirish uchun issiqlik nasos moslamalaridan foydalanish,

Issiqlik ko'rinishidagi ikkilamchi energoresurslarning ko'rsatkichlari.

Ikkilamchi energoresurslar o'zlarining ko'rsatkichlari bo'yicha quyidagilarga bo'linadi:

- Yuqori potentsialli, harorati 400 °S dan ortiq
- O'rta potentsialli, harorati 250 dan 400 °S gacha
- Kichik potentsialli, harorati 300 °S gacha

Biotexnologiyada va farmatsevtika ishlab chiqarish sohasida ko'proq kichik potentsialga ega bo'lgan ikkilamchi energoresurslar ishlatiladi. Bir necha yillar avval kichik potentsialga ega bo'lgan ikkilamchi energoresurslar o'zining kichik harorati va turli aralashmalarni saqlagani uchun ishlatilish maqsadga muvofiq emas deb kelinar edi. Ularning issiqligi odatda atrof muhitga bevosita yoki qaytar jarayonli suv bilan ta'minlash tizimi orqali o'tib, issiqlik faqatgina yo'qolmasdan, atrof muhitni issiqlik ko'rinishida ifloslaydi, shuningdek qo'shimcha energiya va suv sarflanadi.

Kichik potentsialga ega bo'lgan ikkilamchi energoresurslardan foydalanish tashqi manbalardan olinadigan issiqlik miqdorini 50%ga kamaytirishi mumkin. Chunki biotexnologiyadagi jarayonlar 25°S dan 150°S gacha olib boriladi.

Kichik potentsialga ega bo'lgan ikkilamchi energoresurslarni ishlatilishining eng asosiy usullari:

- Suvni qizdirish; issiqlik bilan ta'minlash tizimlarida ishlatilib, turli xil moslamalar uchun suvni qizdirib berishni ta'minlash;
- Qishki mavsumda ventilyatsion moslamalar uchun suvni qizdirib berish;
- Absorbtsion sovitish moslamalarida sovuqlikni ishlab chiqarish;
- Issiqlik nasos moslamalari yordamida issiqlikning potentsialini oshirish;
- Umulashtirilgan tizimlarni ishlatilishi, misol uchun: absorbtsion issiqlik nasoslari asosida sovuq-issiq suv bilan ta'minlash stantsiyalarni tashkil etib, bu stantsiya sovuqlik chiqaruvchi absorbtsion sovitish moslamasi bilan umumlashtirilgan.

Kichik potentsialga ega bo'lgan ikkilamchi energoresurslarni tejashning asosiy texnik vositalari quyidagilardir:

- Ifloslangan yoki chiqindi issiqlik oqimlaridan foydalanuvchi tez qaynovchi ko'p bosqichli moslamalar,
- Agressiv suyuqliklar (misol uchun kislotalar) issiqligini ishlatuvchi “issiqlik trubasi” ko'rinishidagi ko'p bosqichli moslamalar,
- Bug'–gaz oqimlarini issiqligidan foydalanuvchi turli qil nasadkali kontakt apparatlari,
- Ammiak, litiy bromidi, kaltsiy xloridining suvli eritmalari uchun absorbtsion sovituvchi moslamalar,

- Tutun gazlarining issiqligidan foydalanuvchi skrubber moslamalari (skrubber gazlarni turli xil chang va ifloslangan zarrachalardan foydalanish),
- Ifloslangan gazlarning issiqligini ishlatish uchun aylanuvchan elementga ega bo'lgan bug'latish apparatlari,
- Sovuqlik ishlab chiqarish va quritish, bug'latish, xaydash va boshqa moslamalarni issiqlik bilan ta'minlash uchun issiqlik nasos moslamalari,
- Ventilyatsion moslamalarining issiqlik chiqindilarini ishlatish uchun issiqlikni almashinish, plastinali reko'perator, oraliq issiqlik tashuvchili issiqlik almashinish moslamalari.

Ikkilamchi energoresurslarning energetik samaradorligini baholash energetik moslamalardagi yoqilg'ini tejashga qaratilgan. Avvaliga ikkilamchi energoresurslarni solishtirma va umumiy issiqligi topiladi. Issiqlik ko'rinishidagi ikkilamchi energoresurslarning solishtirma chiqishi – bir dona mahsulot, xom ashyo yoki yoqilg'i uchun ikkilamchi energoresurslarni chiqishi hisoblaniladi:

$$Q_{IER} = m(c_1 t_1 - c_2 t_2) = m \Delta h$$

Umumiy ikkilamchi energoresurslarni chiqishi – ko'rib chiqilayotgan davr uchun (oy, yil va b.) issiqlik ikkilamchi energoresurslarni chiqishi:

$$Q_{\text{н\acute{e}р}} = q_{\text{н\acute{e}р}} * \Pi \quad \text{ёки}$$

$$Q_{\text{н\acute{e}р}} = q_{\text{н\acute{e}р}} * \tau$$

Bu yerda: **m** – qattiq, suyuq yoki gaz holatidagi energiya tashuvchisining kilogrammda yoki metr kub dagi solishtirma miqdori (ikkilamchi energoresurslar manbai – jarayonning material balansida aniqlaniladi).

Δh – entalpiyalar o'zgarishi kDj/kg,

c_1 va t_1 – ikkilamchi energoresurslar manбайдan chiqishidagi harorati va issiqlik sig'imi,

c_2 va t_2 – texnologik jarayonni keyingi bosqichiga o'tuvchi energiya tashuvchisining harorati va issiqlik sig'imi,

P – ko'rib chiqilayotgan vaqt (davr) uchun xom ashyoni chiqarilishi yoki mahsulotning sarfi,

τ – moslama ishlashining soatlar soni.

Ko'rib chiqilayotgan vaqt mobaynida ikkilamchi energoresurslar hisobiga issiqlik qayta ishlab chiqarish moslamasida issiq suv yoki bug' ko'rinishida mumkin bo'lgan issiqlikni chiqarish, kDj:

$$Q = Q_{IER} * \alpha * \eta_{ICH}$$

Bu yerda **α** - issiqlikni qayta ishlab chiqaruvchi moslamaning rejimini va ishlash soatlarini talab darajasida bo'lmagandagi koeffitsienti **$\alpha = (0,7 \dots 1)$**

η_{ICH} – issiqlik qayta ishlaydigan moslamaning solishtirma FIK.

Issiqlik ikkilamchi energoresurslarni ishlatilishi:

$$Q_{\text{и}} = Q * \sigma$$

Bu yerda **σ** - issiqlik ishlatilish koeffitsienti:

$$\sigma = (0,5 \dots 0,9)$$

Ikkilamchi energoresurslarni ishlatilishning iqtisodiy samaradorligi – bu ikkilamchi energoresurslarni ishlatishda ko'rib chiqilayotgan davr uchun yoqilg'ining tejalishi ΔB .

Ikkilamchi energoresurslarni issiqlik ko'rinishida ishlatilsa:

$$\Delta B = b_{ar.q.} * Q_4$$

Bu yerda $b_{ar.q.}$ – aralashish qozon moslamasida issiqlik ishlab chiqarish uchun shartli yoqilg'ining molishtirma sarfi:

$$b_{ar.q.} = \frac{0,0342}{\eta_{ar.q.}}$$

Bu yerda **0,0342=1/29,33** – 1MDj issiqlik tonna miqdordagi shartli yoqilg'iga nisbatan ekvivalent o'tkazish koeffitsienti,

$\eta_{ar.q.}$ – energetik moslamaning FIK,

($\eta_{ap.} = 0,84....0,86$)

Kompressor moslamalarida issiqlik siqish orqali uni qayta tiklash.

Kimyo farmatsevtika va biotexnologiya sohasidagi ishlab chiqarishda kompressorlarga sarflanadigan energiyaning miqdori 25% dan ortiqdir.

havoni sovituvchilari mavjud bo'lganda, kompressor moslamasidan issiqlik oqimi ajratib chiqariladi. Bu oqimning o'rtacha harorati (140...160 °S) ni tashkil etadi. Bu issiqlikning 90% foydali ishlar uchun ishlatilsa bo'ladi.

Atmosfera havosi 1 ketma–ket KM1, KM2, KM3 ko'p bosqichli kompressor orqali o'tadi. qar bir bosqichda havo 2,5...3,5 baravar siqilganda uning harorati 140....160°Sgacha ortadi. Gazni suv bilan sovitiladi 2, oraliq sovitgichlar X1, X2, X3 orqali o'tib, oxirigi sovitgich toza suv(yangi) bilan sovitiladi 3. Sovitgichlardan X3 va X4 dan o'tgan suvning harorati 70....75°S bo'ladi. Oxirigi sovitgich X4 dan chiqayotgan havoning harorati 40°S dan yuqori bo'lmasligi kerak. 70....75°S li issiq suv korxonada turli maqsadlarda ishlatilsa bo'ladi.

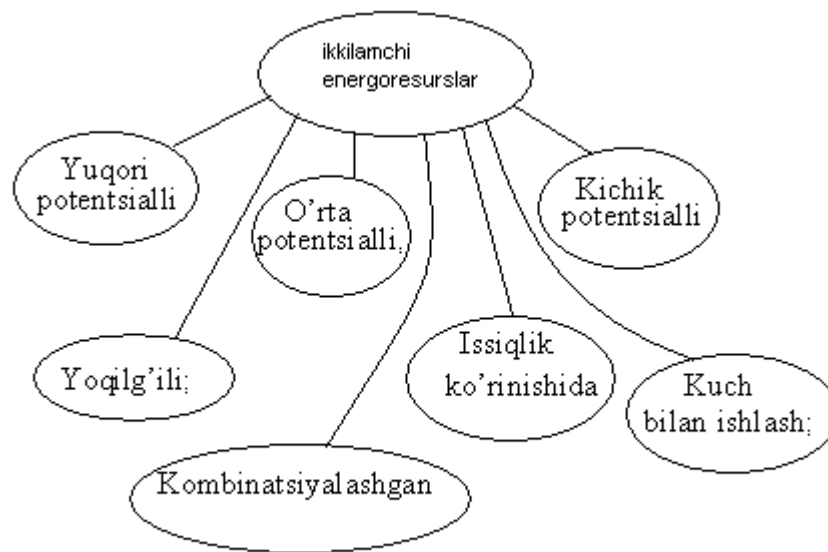
Adabiyotlar

1. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника. Москва, Издательский дом ГЕОТАР МЕД, 2003, 352 с.
2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараён ва қурилмалари. 11-боб. Энерготехнология асослари. Тошкент, Шарк, 2003, 644 бет.
3. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника, М.: Высшая школа 1986.
4. Кириллин В.А., Сичев В.В. Шейндлин А.Е. Техникавий термодинамика., Тошкент. Ўқитувчи, 1980.
5. Теплотехника. //Баскаков А.П. Ред. ас. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии., Л., Химия 1987.

Pedagogik texnologiyalar:

3x3 texnologiyasi – “Ikkilamchi energoresurslar bu...”

Klaster (Tarmoqlar) usuli



Bilimini baxolash uchun test savollari

1. Siklon o'txonalarining qancha asosiy afzalligi bor?
A. 2 ta; B. 6 ta; C. 20 ta; D*. 4 ta; E. 80 ta.
3. Changsimon yoqilg'ining nechta asosiy afzalligi bor?
A. 2 ta; B*. 4 ta; C. 6 ta; D. 8 ta; E. 3 ta.
4. Qozon ustanovkasining asosiy ish harakteristikalari nechta?
A. 4 ta; B*. 3 ta; C. 5 ta; D. 6 ta; E. 8 ta.
6. Ichki yonuv dvigatelida aralashma hosil qilishning nechta usuli bor?
A. 3 ta; B. 4 ta; C*. 2 ta; D. 5 ta; E. 7 ta.
7. Qozon ustanovkasi deb nimaga aytiladi?
A*. Bug' ishlab chiqarish uchun muljallangan qurilmaga; B. tabiiy gazni isituvchi qurilmaga; C. elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun qurilmaga; D. yorug'lik energiya hosil qiluvchi qurilmaga; E. mexanik energiyani ta'minlab beradigan qurilmaga.
8. Ko'p silindrli oddiy dvigatelining indikatoriy quvvatini ifodalanishi?
A. $N_i = P_i V_h n Z$; B. $N_i = P_i V_h$; C. $N_i = P_i V_h Z$;
D. $N_i = P_i V_h n$; E*. $N_i = P_i V_h n Z / 3 \cdot 10^{-4}$
9. Dvigatel validagi effektiv quvvatning ifodalanishi?
A*. $N_e = N_i - N_{ishq}$; B. $N_e = N_i \cdot N_{ishq}$; C. $N_e = N_i - N_i$;
D. $N_e = N_{ishq}$; E. $N_e = N_i + N_{ishq}$
10. Mexanikaviy foydali ish koeffisientini ifodalanishi?
A. $\eta_m = N_i$; B*. $\eta_m = N_e / N_i$; C. $\eta_m = N_i - N_e$; D. $\eta_m = N_e$; E. $\eta_m = N_i + N_e$;
11. Issiqlik elektr stansiyalarining nechta asosiy belgisi bor?
A. 2 ta; B*. 4 ta; C. 5 ta; D. 3 ta; E. 6 ta.
12. Gaz doimiysining birligi qanday?
A. j/sek; B. j grad/kg; C*. j/kg · grad; D. j/kg·m; E. j/vatt sek.
13. Adiabatik prosessning tenglamasining ifodalanishi?
A. $T = 0$; B. $S = 0$; C. $S = 1$; D*. $S = \text{const}$; E. $S = P \cdot V$
14. Ichki yonuv dvigatellarida nimalar ish qismi hisoblanadi?
A. suv; B. bug'; C*. gaz; D. yog; E. mazut.
15. Gaz turbinalarida nimalar ish qismi hisoblanadi?
A. mazut; B. yog; C. benzin; D*. suv; E. kerosin.
16. Gaz 300 J issiqlik olganda uning ichki energiyasi 200 J ga oshadi. Gaz bajargan ish nimaga teng?
A*. 100 J; B. 200 J; C. 500 J; D. 0 J; E. 300 J
17. Gey – Lyussak qonunini yozing.
A*. $V_1 / V_2 = T_1 / T_2$; B. $V_1 / T_1 = P_1 / P_2$; C. $P_1 / P_2 = T_1 / T_2$; D. $T_2 = V_2 V_1$; E. $V_1 V_2 = \text{const}$.
18. Gaz holatining asosiy parametrlari nimadan iborat?
A*. temperatura, maydon, bosim, tezlik; B. yuza, temperatura, bosim; temperatura, solishtirma hajm, bosim; D. solishtirma hajm, tezlik, bosim; E. bosim, temperatura, massa.
19. Ideal gaz uchun Sharl qonunini yozing.
A. $P_1 / P_2 = V_1 V_2$; B. $P_1 / P_2 = \text{const}$; C. $P_1 V_1 = P_2 / V_2$;

D*. $P_1/P_2 = T_1/T_2$; E. $T_1/T_2 = V_1/V_2$

20. Dalton qonunini ta'riflang.

A. Muzlar aralashmasining temperaturasi ayrim komponentlar parsial bo'limlarining yig'indisiga teng; B. Gazlar aralashmasining hajmi ayrim komponentlar parsial temperaturasi yig'indisiga teng; C*. Gazlar aralashmasining bosimi ayrim komponentlar parsial bosimlarining yig'indisiga teng; D. Gazlar aralashmasining tezligi ayrim komponentlar parsial tezligi komponentlari yig'indisiga teng; E. gazlar aralashmasining massasi ayrim komponentlar parsial massasi va hajm komponentlarining yig'indisiga teng;

A. $P_0=0,06228$; B) $P_0=0,00340$; C) $P_0=0,0045$;

D) $P_0=0,00360$; E) $P_0=0,00630$ at.

21. Bug'lanish deb nimaga aytiladi:

A)* moddaning suyuq holatdan bug' holatga o'tishi bug'lanish deyiladi.

B) moddaning suyuq holatdan gaz fazaga o'tishi bug'lanish deyiladi.

C) moddani suyuq holatdan o'tib, tuyinishi bug'lanish deyiladi.

D) bug'lanish suyuqlikni o'ta tuyinib gaz holatga o'tishi

E) suyuqlik temperaturasi oshib namlikni yo'qolishi bug'lanish deyiladi.

22. O'ta qizish darajasi nimaga teng:

A) $\Delta t = t + t_T$; B) $\Delta t = t - t_T^V$; C)* $\Delta t = t - t_T$; D) $\Delta t = t + t_T^V$; E) $\Delta t = t - t_T/V$

23. Suvning qaynash temperaturasi entropiyasi qaysi formuladan aniqlanadi:

A) $S' = \ln 273/T_T$; B) $S' = \ln 273/T_T \cos \alpha$; C) $S' = \ln T_T \cdot \cos \alpha / 273$;

D)* $S' = \ln T_T \cdot 273$; E) $S' = \ln T_T / \cos \alpha \cdot 273$.

24. Qo'zg'almas soplodan oqib chiqadigan gaz oqimi uchun termodinamikaning birinchi qonunini ifodalanishi.

A)* $dq = d(u + pv) + d(c^2/2)$; B) $dq = d(u - pv) + d(c^2/2)$; C) $dq = d(u + pv) - d(c^2/2)$;

D) $dq = d(u \cdot pT) + d(c^2/2)$; E) $dq = d(u/pT) + d(c^2/2)$.

25. Soplo og'zida gazning oqib chiqish tezligi nimaga teng.

A)* $C = \sqrt{2l_{mul}}$; B) $C = \sqrt{2l_{mul} \cdot \cos \alpha}$; C) $C = \sqrt{2l_{mul} + \cos \alpha}$;

D) $C = \sqrt{2l_{mul} \cdot \sin \alpha}$; E) $C = \sqrt{2l_{mul} + \sin \alpha}$

25. Gazning drossellanishi deb nimaga aytiladi.

A) truboprovodning keng joyidan o'tganda gaz bosimining pasayish hodisasi gazning drossellanishi deyiladi.

B) truboprovodning tor joyidan o'tganda gaz hajmining oshishi hodisasi gazning drossellanishi deyiladi.

C) truboprovodning keng joyidan o'tganda gaz hajmining oshishi hodisasi gazning drossellanishi deyiladi.

D)* truboprovodning tor joyidan o'tganda gaz bosimining pasayish hodisasi gazning drossellanishi deyiladi.

E) truboprovodning tor joyidan o'tganda gaz bosimining kengayish hodisasi gazning drossellanishi deyiladi.

26. Temperatura gradienti qaysi formuladan aniqlanadi.

- A)* $dt/dn = \text{grad } t$; B) $dt/dn = \text{grad } q$; C) $dn/dt = \text{grad } t$;
D) $dn/dt = \text{grad } q$; E) $dn/dt = \text{grad } P$
27. Qanday sharoitda adiabatik jarayon kechadi:
A) $dq = 1 + A$; B)* $dq = 0$; C) $dq > A$; D) $dq > P$; E) $dP < P$
28. Haqiqiy issiqlik sig'imi qanday yoziladi:
A) $c = dP/dq$; B) $c = dq/dA$; C) $c = dq/dV$; D)* $c = dq/dT$; E) $c = dT/dP$
29. Konveksiya deb nimaga aytiladi.
A) gaz yoki suyuqlik mikrozarralarining bir joydan ikkinchi joyga siljishida issiqlikning yutilishi konveksiya deyiladi;
B)* gaz yoki suyuqlik mikrozarralarining bir joydan ikkinchi joyga siljishida issiqlikning uzatilishi konveksiya deyiladi;
C) gaz yoki suyuqlikning bir joydan boshqa joyga vaqt birligida kuchishi konveksiya deyiladi;
D) gazni suyuqlikka aylanishi konveksiya deyiladi;
E) suyuqlikni gazga aylanishi konveksiya deyiladi
30. Issiqlik berish koeffisienti nimaga teng:
A) $\alpha = q/t_s - t_{dev}$; B) $\alpha = t_s - t_{dev}$; C) $\alpha = t_s + t_{dev}$; D)* $\alpha = q/t_s + t_{dev}$; E) $\alpha = q/t_s + t_{dev}t$
32. Nurlanish energiyasi issiqlik balansining tenglamasi nimaga teng.
A) $A \cdot R \cdot D = 1$; B) $A + R \cdot D = 1T$; C) $A + R \cdot D = 0$; D)* $A + R + D = 1$; E) $A + R + D = PT$
33. Nuriy issiqlik almashinuviga termik qarshilikni bog'liqligi qanday?
A) $R_H = 1/C + 1/C_0 \cdot t$; B) $R_H = C \cdot C_0 t / \ln$; C) $R_H = C_0 \cdot t / \ln + 1$;
D) $R_H = 1/C + 1/\ln + 1$; E)* $R_H = 1/C_1 + 1/C_2 - \frac{1}{C_0}$
34. Fure tenglamasining ifodasi qanday?
A) $q = \lambda \frac{dx}{dt}$; B)* $q = -\lambda \frac{dt}{dx}$; C) $q = \lambda \cdot dt + dx$; D) $q = \lambda \cdot dt - dx$;
E) $q = dt \cdot dx$
35. Yassi devorning issiqlik o'tkazuvchanligining formulasi?
A) $q = \lambda / \delta \cdot \Delta t$; B) $q = \delta \cdot \Delta t / \lambda$; C) $q = \frac{\lambda - 1}{\delta} \Delta q$;
D)* $q = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t$; E) $q = \lambda - \Delta t \cdot \delta$;
1. O'rta quvvatli elektr stansiyalar necha MVtdan tashkil topgan:
A*. 50 – 100 mVt; B. 100 – 300 mVt; C. 400 – 500 mVt; D. 30 – 40 mVt;
E. 10 – 20 mVt;
2. Kompressorda sarflangan ish:
A*. $l_k = q_2 - q_1$; B. $l_k = q_1 - q_2$; C. $l_k = q_1 + q_2$; D. $l_k = q_1 \cdot q_2$; E. $l_k = q_1 / q_2$;
3. Kompresion sovutish koeffisientining ifodalanishi:
A. $\varepsilon = q_2 \cdot q_1 - q_2$; B. $\varepsilon = q_2 \cdot q_1 + q_2$; C*. $\varepsilon = q_2 / q_1 - q_2$; D. $\varepsilon = q_1 - q_2 / q_2$;
E. $\varepsilon = q_1 + q_2 / q_2$;
4. Real kompressordagi proseslarda qanday isroflar bo'ladi:

- A*. mexanikaviy, gidravlik; B. gidravlik va elektr; C. mexanikaviy va politrop; D. gidravlik va chukmali; E. hech qanday.
5. Kompressordagi mexanikaviy foydali ish koeffisienti:
A. $\eta_M = l_e/l_i$; B*. $\eta_M = l_i/l_e$; C. $\eta_M = l_i - l_e$; D. $\eta_M = l_i \times l_e$; E. $\eta_M = l_i + l_e$;
6. Massaviy va hajmiy ulushlar orasidagi bog'lanish qanday ifodalanadi:
A. $\eta_i = g_i \cdot R_i R$; B. $\eta_i = g_i / R_i R$; C*. $\eta_i = g_i - R_i / R$; D. $\eta_i = g_i$; E. $\eta_i = g_i \cdot R_i$
7. Tuyulma molekulyar massa formulasini yozing:
A*. $\mu = 8314/R$; B. $\mu = R/8314$; C. $\mu = R + 8314$; D. $\mu = R - 8314$; E. $\mu = R \times 8314$;
8. Hajmiy Issiqlik sig'imning ifodalanishi:
A*. $C_\mu = \mu \cdot c + \rho$; B. $C_\mu = \rho - \mu \cdot c$; C. $C_\mu = \mu \cdot c / \rho$; D. $C_\mu = \rho / \mu \cdot c$; E. $C_\mu = \mu + c - \rho$.
9. Ish jismi hisoblangan ikki atomli gazning adiabat ko'rsatgichi nimaga teng:
A. 1,0; B. 0,5; C. 0,3; D*. 1,4; E. 2,5.
10. Ish jismi hisoblangan tuyingan quruq bug'ning adiabat ko'rsatgichi nimaga teng:
A. 0,5; B*. 1,135; C. 4,656; D. 3,180; E. 2,360.
11. Gazning drosellanishi deb nimaga aytiladi:
A. truboprovodning tor joyidan o'tganda gaz bosimining ko'payish hodisasiga;
B*. truboprovodning tor joyidan o'tganda gaz bosimining pasayish hodisasiga;
C. gazning birdan bosimi oshishiga;
D. gazning temperaturasi oshishiga;
E. gazning temperaturasi kamayishiga.
12. Real gazlar drosellanganda, ayniqsa yuqori bosimlarda temperaturaning pasayishi kuzatiladi. Bu hodisani kim kashf etgan:
A. Robinson; B. Sergeev; C. Malte; D*. Joul – Tompson; E. Renkin.
13. Foydali ishning bir birligiga bug'ning solishtirma sarfi (ideal siklda) qo'yidagiga teng.
A. $d_0 = i_1 - i_2 / 1$; B*. $d_0 = 1 / i_1 - i_2$; C. $d_0 = 1 / i_1 - i_2$; D. $d_0 = 1 / i_1 - i_2$; E. $d_0 = i_1 - i_2 / 1$.
14. Issiqlik uzatish nazariyasida nechta asosiy masala ko'riladi.
A. 10 ta; B. 4 ta; C. 3 ta; D*. 2 ta; E. 1 ta.
15. Konveksiya qanday prosess.
A*. muayyan hajmdagi suyuqlik yoki gazning fazoda bir xil temperaturali sohadan boshqa temperaturali sohaga o'tishda energiyani uzatish prosessi;
B. muayyan bosimdagi suyuqlik yoki gazning fazoda bir xil temperaturali sohadan boshqa temperaturali sohaga o'tishda energiyani uzatish prosessi;
C. bir sohadan ikkinchi sohaga hajmni o'tish; D. ikkala sohada bosimni bir xil bo'lishi; E. ikkala sohada tezlikni bir xil bo'lishi;
16. Nurlanish prosessi nima?
A. energiyani yorug'lik shaklida uzatish prosessi; B. energiyani tovush shaklida uzatish; C*. energiyani elektromagnitaviy to'lqinlar vositasida uzatish prosessi; D. energiyani magnit shaklida uzatish; E. energiyani elektr maydon shaklida uzatish.
17. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti qancha bo'lgan materiallar issiqlik izolyasiya materiallari deyiladi?

- A. $0,1 \text{ vt/m} \cdot \text{grad}$; B. $0,6 \text{ vt/m} \cdot \text{grad}$; C. $0,8 \text{ vt/m} \cdot \text{grad}$; D. $0,10 \text{ vt/m} \cdot \text{grad}$; E*. $0,2 \text{ vt/m} \cdot \text{grad}$. dan kichik bo'lgan.
18. Suv issiqlikni havoga qaraganda qancha marta yaxshi o'tkazadi?
A. 30 – 40; B. 100 – 200; C*. 20 – 25; D. 50 – 60; E. 80 – 90;
19. Odatda trubali Issiqlik almashinish apparatlarida truba diametrlarining nisbati qancha bo'ladi?
A. 2,5dan katta; B*. 1,5dan katta; C. 6,7dan katta; D. 10,8dan katta; E. 4,5dan katta.
20. Issiqlik nurlarining to'liq uzunligi qancha?
A. $0,4 \cdot 10^{-6}$ – $0,5 \cdot 10^{-3}$; B. $0,3 \cdot 10^{-6}$ – $0,5 \cdot 10^{-6}$; C*. $0,8 \cdot 10^{-6}$ – $0,8 \cdot 10^{-3}$; D. $0,2 \cdot 10^{-6}$ – $0,1 \cdot 10^{-3}$; E. $0,15 \cdot 10^{-6}$ – $0,15 \cdot 10^{-3}$;
21. Jismning yutilish koeffisienti qanday?
A*. $A = q_A/q$; B. $A = q/q_A$; C. $A = q \cdot q_A$; D. $A = q - q_A$; E. $A = q + q_A$
22. Jismning qaytarish koeffisienti qanday?
A. $R = q/q_R$; B*. $R = q_R/q$; C. $R = q_R - q$; D. $R = q_R \cdot q$; E. $R = q_R + q$;
23. Jismning o'tkazish koeffisienti qanday?
A. $D = q/q_D$; B. $D = q - q_D$; C. $D = q + q_D$; D*. $D = q_D/q$; E. $D = q_D \cdot q$;
24. Neft qurumi o'zining xossalari jihatdan absolyut qora jismga yaqin turadi, uning yutilish koeffisienti.
A. $A = 10$ – 15 ; B. $A = 0,5$ – $0,8$; C*. $A = 0,9$ – $0,96$; D. $A = 0,7$ – $0,75$; E. $A = 0,3$ – $0,35$.
25. Issiqlik nurlanishining nechta asosiy qonuni bor?
A. 4 ta; B*. 2 ta; C. 5 ta; D. 10 ta; E. 3 ta.
26. Kirxgof qonunini formulasi qanday?
A. $E_o = A_1/E_1$; B. $E_o = A_1 \cdot E_2$; C. $E_o = A_1 - E_2$; D. $E_o = A_1 + E_1$; E*. $E_o = E_1/A_1$;
27. Issiqlik almashinuv apparatlarini ishlash prinsipiga ko'ra nechtaga bo'lish mumkin?
A*. 4 ta; B. 3 ta; C. 2 ta; D. 6 ta; E. 8 ta.
28. Yoqilg'ining yonuvchan massasiga organik moddalar hosil qiluvchi qanday elementlar kiradi?
A. C,H,N,Ti; B*. C,H,S,O,N; C. C,H,S,Na,Ce; D. C,H,S,O,Fe; E. C,H,Au,Ce.
29. 1 kg sof uglerod to'liq yonganda qancha issiqlik chiqaradi?
A. 40500 kj; B. 50800 kj; C. 26500 kj; D*. 33900 kj; E. 65300 kj.
30. 1 kg vodorod yonganda qancha issiqlik chiqaradi?
A*. $12,56 \cdot 10^4$ kj; B. $18,10 \cdot 10^4$ kj; C. $1,5 \cdot 10^4$ kj; D. $4,5 \cdot 10^4$ kj; E. $15 \cdot 10^4$ kj.
31. 1 kg vodorod yonganda necha kg suv hosil bo'ladi?
A. 10; B. 3; C. 5; D*. 9; E. 7.
32. Issiqlik ajratish xususiyati qancha bo'lgan yoqilg'i shartli yoqilg'i deyiladi?
A. $3 \cdot 10^2$ kj/kg; B. $5 \cdot 10^3$ kj/kg; C. $7 \cdot 10^4$ kj/kg; D. $6 \cdot 10^4$ kj/kg; E*. $3 \cdot 10^4$ kj/kg;
33. O'txona qurilmasi deb nimaga aytiladi?
A*. Yoqilg'ining yonish prosessi kechadigan qurilmaga; B. Yoqilg'ining konvektiv hosil qilishiga; C. Yoqilg'ining radiatsiya hosil qilishiga; D. Yoqilg'ini chug'lanishiga; E. Yoqilg'ini nurlantiradigan qurilmaga.
34. Kolosnikli chug'donning to'liq yuzasini ifodalanishi?

A. $q_y / R_y = B \cdot q_\kappa^u + R_y$; B. $q_y / R_y = B + q_\kappa^u + R_y$; C*. $q_y / R_y = Bq_\kappa^u / R_y$;
D. $q_y / R_y = B / q_\kappa^u + R_y$; E. $q_y / R_y = B \cdot q_\kappa^u \cdot R_y$.

35. O'txona bushlig'ining solishtirma issiqlik kuchlanishi?

A. $q_y / V_y = Bq_\kappa^u + V_y$; B*. $q_y / V_y = Bq_\kappa^u / V_y$; C. $q_y / V_y = Bq_\kappa$;
 $q_y / V_y = B + q_\kappa^u$; E. $q_y / V_y = B - q_\kappa^u$;

36. O'txonani konstruksiyalashda, nechta asosiy shartlarga rioya qilish zarur?

A. 2 ta; B. 10 ta; C*. 3 ta; D. 5 ta; E. 8 ta.

Мундарижа

1-Laboratoriya ishi. Moddaning holat parametrlari va ularni o'lchash asboblari.....	5
2-Laboratoriya ishi. Kompressorli moslamalarning hisobi.....	26
3-Laboratoriya ishi. Qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash.....	40
1-Amaliy mashg'ulot. Termodinamikaning birinchi qonuni. Ichki energiya. Kengayish ishi.....	7
2-Amaliy mashg'ulot. Termodinamikaning 1— qonunining analitik ko'rinishi. Gazlarning issiqlik sig'imi. Entalpiya.....	13
3- Amaliy mashg'ulot. Termodinamikaning 2 — qonunini. Aylanma jarayonlar. Karno sikli. Entropiya.....	18
4- Amaliy mashg'ulot. Eksegiya, maksimal foydali ish.....	26
5- Amaliy mashg'ulot. Yopiq termodinamik sistemalarda ideal gazlarning izoxor, izobar va izotermik jarayonlarining hisobi.....	31
6- Amaliy mashg'ulot. Yopiq termodinamik sistemalarda ideal gazlarning adiabat va politrop jarayonlar hisobi.....	37
7- Amaliy mashg'ulot. Sovutkich moslamalar hisobi.....	45
8- Amaliy mashg'ulot. Suv bug'i. Gaz va bug'lar oqimining sarfiy hisobi.....	50
9- Amaliy mashg'ulot. Kimyo-farmatsevtik ishlab chiqarishda ikkilamchi energetik resurslar.....	56
Тестлар.....	63
Мундарижа.....	104