

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOQLIQNI SAQLASH VAZIRLIGI

OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM BO'YICHA O'QUV-USLUBIY IDORASI

TOSHKENT FARMATSEVTIKA INSTITUTI

“BIOTEXNOLOGIYA” KAFEDRASI

“Biotexnologiya” yo'nalishi II kurs talabalari uchun

“Energotexnologiya” fanidan

ma'ruzalar matni

‘

Toshkent 2009 y.

Tuzuvchilar: Toshkent farmatsevtika instituti tomonidan:  
Komilov Husan Masudovich, f.f.d., professor  
Tuxtaev Farhodjon Hakimovich, f.f.n., katta o'qituvchi

Taqrizchilar: O'zR FA Bioorganik kimyo instituti tomonidan:  
Hudoyberdiev Ma'ruf, t.f.d., kafedra muduri

Toshkent farmatsevtika instituti tomonidan:  
Sultoqulov Ozod anorganik va biologik kimyo kafedrasi  
k.f.n., dotsent

Markaziy uslub kengash majlisida ko'rib chiqildi № 10 25.05.2009 yil.

Toshkent farmatsevtika instituti ilmiy kengashida ko'rib chiqilib, chop etishga tavsiya etildi bayonnoma № 11 13.06.2009 yil

## **Qisqacha annotatsiya**

Mazkur ma'ruzalar matni biotexnologiya va sanoat farmatsiyasi yo'nalishi bo'yicha bakalavrlar tayyorlash o'quv rejasiga ko'ra "Kimyoviy jarayonlar energotexnologiyasi" va "Energotexnologiya" fani bo'yicha tuzilgan namunaviy dastur asosida tayyorlangan. Ma'ruzalar matnida fanning mohiyati va vazifalar, issiqlik texnikasining, texnik termodinamika va energotexnologiyaning asosiy qonuniyatlari, farmatsevtika va kimyo sanoatida ishlatiladigan jixozlar, ularning turlari, tuzilishi, ishlash tartibi, ularni xisoblash va nazorat qilish usullari xaqida ma'lumotlar berilgan.

## **Maruza №1**

**Mavzu: Energotexnologiya fani, uning mazmuni va vazifalari. Texnik termodinamikaning asoslari. Termodinamikaning I va II qonunlari. Yopik sistemalarda termodinamik jarayonlar.**

### **Reja:**

- 1. Energotexnologiya fani, uning mazmuni va vazifalari.**
- 2. Termodinamika xakida tushuncha.**
- 3. Termodinamikaning I va II qonunlari.**
- 4. Yopik sistemalarda termodinamik jarayonlar.**

### **Energotexnologiya fani, uning mazmuni va vazifalari.**

Organizm uchun zarur bo'lgan turli xil dori vositalarini kimyo-farmatsevtika korxonalarida ishlab chiqarish juda yuqori miqdorda energiya talab qiladi. Uning asosiy texnologiyalarida turli xil yoqilg'ilar, issiqlik va elektr energiyalar ishlatiladi.

O'zbekiston mustaqillikka erishishi sharofati bilan turli soxalarda ishlab chiqarish, va ayniqsa kimyo-farmatsevtika sanoatini jadal rivojlanishi tufayli mahalliy xom ashyolardan dori vositalarini ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish kabi vazifalar kelib chiqmoqda. Bu borada tibbiyot sohasida keng qo'llaniladigan antibiotiklar, vitaminlar, insulinlar, va boshqa biotexnologik usullar yordamida dori vositalarini ishlab chiqarish uchun energiyani tejaydigan yangi texnologiyalarini yaratish shu kunning eng dolzarb muammolari qatoriga kiradi. Shuni aytib o'tish kerakki mustaqillikdan keyingi yillarda tashkil etilgan barcha kimyo-farmatsevtika korxonalari eng zamonaviy texnik jixozlar bilan ta'minlangan, va xozirgi paytda bu korxonalar sifatli dori-darmonlarni xalq xo'jaligiga etkazib bermoqda.

Kimyo-farmatsevtika korxonalarini texnik jixozlar bilan loyixalashtirishda eng avvalo bu moslamalarning energetik tejamkorligi o'rganib chiqiladi. Chunki xar bir modda yoki dori vositasini olishda bir necha hil apparat yoki moslamalardan foydalanishga to'g'ri keladi. Va xar bir uskuna yoki moslama o'ziga mos ravishda turlicha energiya iste'mol qiladi.

Jixozlarni energiya bilan ta'minlash, energiya bilan ta'minlash jarayonni boshqarish va to'g'ri yo'lga qo'yish kabi kimyo-farmatsevtika sanoatida uchraydigan masalalarni energotexnologiya fani o'rganadi.

Demak, energotexnologiya fanining asosiy maqsadi – bo'lajak bakalavr mutaxassislariga issiqlik jarayonlarini, issiqlik texnikasini, xamda energotexnologiyaning nazariy asoslarini o'rgatish, kimyo-farmatsevtika sohasida qo'llaniladigan turli xil apparatlarning tuzilishi, ishlash tartibi haqida tushunchalar berish, issiqlik qurilmalarining xisobi va loyihalashtirish asoslarining usullarini etkazish, yoqilg'ilarni yonish jarayonlari, moddiy va issiqlik balanslarini tuzish, issiqlik almashinuv bo'yicha ma'lumotlar berish, energotexnologik tizimlar va energetik balanslarning taxlili bo'yicha etarlicha bilim va ko'rsatmalar berish xisoblanadi.

Kimyoviy jarayonlar energotexnologiyasi fanining zimmasiga bo'lajak mutaxassislar texnologik ob'ektlarda issiqlik energiyasini xarakatga keltirish, energetik texnologiyani kombinatsiyalash [boshqa usullarda qo'llash], issiqlik sxemalarini tuzish, ikkilamchi issiqlik energoresurslardan to'g'ri foydalanish, jarayonlarning energetik samaradorligini baholash, issiqlik yo'qolishini kamaytirish kabi kerakli bilim va ko'rsatmalar berish xisoblanadi.

Ushbu fanni o'rganish asosan fizika, amaliy mexanika, noorganik, organik va fizikaviy kimyo kabi fanlarga tayanadi.

### **Termodinamika haqida tushuncha.**

Termodinamika deb – energiyani o'zgarishi bilan kechadigan makroskopik jarayonlarning nazariyasini o'rgatuvchi fanga aytiladi.

Texnik termodinamika esa – energiya ko'chishining ikki ko'rinishi bo'lishi issiqlik va ishning bir-biriga o'tish qonuniyatlarini va shu jarayonlarda ishtirok etayotgan jismlarning xossalarini, xamda issiqlik, sovuqlik va boshqa uskunalarda kechadigan jarayonlarni o'rgatuvchi fandır. Demak, issiqlik va ish energiyaning bir jismdan ikkinchi jismga ko'chirilishi jarayonidagi ikki hildagi shaklidir. Bunda energiyaning o'lchovi bo'lib issiqlik miqdori va ish miqdori qisoblanadi. Energiyasi bilan almashinayotgan makroskopik jismlar ishchi jismlar xisoblanadi, ular qatoriga texnik termodinamikada gaz va bug'lar kiradi. Ishchi jismning yoki tizimning holatini ta'riflab beruvchi kattaliklar termodinamik parametrlar deyiladi. Ularga harorat, bosim, solishtirma hajm, ichki energiya, entalpiya va entropiyalar kiradi. Ularning asosiylari  $T$ ,  $V$ ,  $P$  qisoblanadi. Agarda ishchi jism holatida asosiy parametrlardan xech bo'lmasa biri o'zgarsa, unda jism termodinamik jarayonni boshidan kechiryapti deb tushuniladi. Termodinamik jarayonlar qaytar va qaytmas bo'lishi mumkin. Termodinamik jismning muvozanat xolatidagi parametrlarining boshlanishini aks ettiruvchi tenglama xolat tenglamasi deb ataladi. Ideal gaz deganda gazning nazariy modeli tushunilib, uni tashkil etgan molekulalarning xajmi ham, ular orasidagi boshlangich kuchi xam yoq deb tasavvur etiladi. Ideal gazning xolat tenglamasi Mendeleev-Klapeyron tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$PV=qmRT \quad \text{yoki} \quad PV=qRT$$

Bu erda,

**V**- ishchi jismning xajmi, m<sup>3</sup>

**P**- bosim, Pa

**M**- ishchi jismning massasi, kg

**T**- harorat, K

**R** – gaz doimiysi, yoki 1 kg ideal gazning o'zgarmas bosim sharoitida haroratning 1 K ga o'zgarishi bilan bajargan ishi.

Real gazlarda esa molekulalar bir-biriga bog'lanish kuchlari asosida tortiladilar.

Real gazlar uchun xolat tenglamasi Mendeleev–Klapeyron tenglamasidan gazning zichligi qancha katta bo'lsa shuncha ko'p farqlanadi. Real gazlar f'elini

sifat jixatidan eng to'qri va eng sodda ifodalanishi uchun Vander-Vaals tenglamasi to'qri keladi:

$$(p+a/v^2)*(V-b) = RT$$

**a** va **b** – tajriba orkali topilgan konstantalar.

$a/v^2$  - molekulalararo boglanish kuchini va **b** – gaz molekulalarining xajmini e'tiborga oluvchi tuzatuvchi kattaliklardir.

### **Termodinamikaning I qonuni**

Termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning o'zgarish va saqlanish qonunlarining ayrim holdagi ifodalanishidir.

Ta'rifi: energiya o'z o'zidan yo'q bo'lmaydi va paydo bo'lmaydi, u bir ko'rinishdan ikkinchi ko'rinishiga ekvivalent miqdorda o'tadi.

Termodinamikaning 1- qonuni asosida shunday xulosaga kelish mumkinki: Izolirlangan (atrof muhit bilan hech qanday issiqlik va energiya almashinishi bo'lmaydi) tizimning energiyasi doimiy bo'ladi, bunday xolatda esa nazariy jixatdan abadiy dvigatel yaratish mumkin bo'lib qoladi. Bu ko'rinishdagi dvigatel energiya sarflamasdan ish bajarish qobiliyatiga ega bo'ladi, lekin amaliyotda bu abadiy dvigatelni yaratish mumkin emas.

Berilgan termodinamik tizimda jismga issiqlik shaklda uzatilgan energiyaning miqdori uning energiyasini o'zgarish va shu jism tomonidan tashqi ishning bajarilishi uchun sarf bo'ladi:

$$Q=\Delta E + L$$

**Q** – ishchi jismga berilgan issiqlik shaklidagi energiya.

$\Delta E$  – ishchi jism ichki energiyasining ko'payishi

**L** – ishchi jismning bajargan ishi.

Jismning energiyasi **E** uning tashqi va ichki (potentsial va kinetik) energiyalarining yigindisiga teng:

$$E=E_t+u_i$$

Jismning tashqi  $E_t$  energiyasi uning kinetik va potentsial energiyalarining yiqindisiga teng. Jismning ichki energiyasi  $u_i$  esa uning zarrachalari xarakati va bog'lanish kuchlari bilan o'lchanadi, xamda zarrachalarning kinetik va potentsial energiyalarining yigindisiga teng.

O'rganilayotgan termodinamik tizimda boshqa tizimlar bilan modda almashinuvi ro'y bermasa, bunday tizim yopik tizim deb, undagi jism nisbiy tinchlikdagi jism deb ataladi. Bu xolda ishchi jism massasining markazi siljimasligi natijasida ishchi jismning tashqi kinetik energiyasi uzgarmas son bo'lib, termodinamikaning birinchi qonuni orqali ifodalanadi:

$$Q = \Delta U + L$$

$L$  –  $m$  kg ishchi jism uchun kengayish siqimi ishi,  $Dj$ .

Termodinamikada ichki energiya bilan birgalikda entalpiya ham ishlatiladi. Entalpiya bu o'zgarmas bosimdagi sistemaning energiyasi bo'lib, ichki energiya va potentsial energiyalarning yiqindisiga teng:

$$h = U_n + pV \quad Dj/mol$$

Entalpiya ichki energiya kabi xolat funktsiyasi xisoblanadi, tenglamani o'ng tomonidagi kattaliklar tizimning xossalari xisoblaniladi. Entalpiyaning o'zgarishi jarayonni yo'nalishiga bog'liq bo'lmay, faqatgina xolatning boshlanqich va ohirigi xolatiga bog'liq.

Entalpiya ishchi jismning termodinamik xolatining funktsiyasi bo'lib u xolatning parametri xisoblanadi va  $h$  bilan belgilanadi. Unda termodinamikaning I qonuni quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\delta q = \partial u + \partial (p \cdot v) - v_n \partial p$$

$$\delta q = \partial h - v_n \partial p$$

Izobarik jarayonda  $p = \text{const}$ ,  $v_n \partial p = 0$ ,

Ya'ni, izobarik jarayonda ishchi jismga issiqlik shaklida berilgan energiyaning miqdorini uning entalpiyasining o'zgarganiga teng.

## Termodinamikaning II qonuni

Tabiatdagi yuz beradigan jarayonlardan kelib chiqadigan xulosa shundan iboratki, ixtiyoriy termodinamik tizim o'zining boshlanqich xolatiga qaytishi uni o'rab turgan muhitda xech qanday o'zgarish bo'lmasdan ro'y berishi mumkin emas, ya'ni ishchi jisimga issiqlik shaklida uzatilgan ichki energiya to'liq holda ishga aylana olmaydi.

Termodinamikaning 1 - qonunida tabiatda o'z o'zidan ro'y beradigan jarayonlar qanday yo'nalishda ketishi haqida xech qanday ma'lumotlar bermaydi. Termodinamikaning 2 - qonunida o'z o'zidan ro'y beradigan jarayonlar qaysi yo'nalishda ketishini, shuningdek, termodinamik muvozanat xolatida turli makroskopik parametrlarning o'zaro miqdoriy jixatdan mos ekanligini aniqlaydi.

Termodinamikaning 2 – qonunini birinchi marotaba S.Karno (1824 yilda) taklif qilgan. Karno issiqlikni ishga aylanish sharoitlarini o'rganib chiqib, quyidagi xulosaga keldi: issiqlik manbaidan olingan mashinalardagi issiqlik miqdori to'liq ishga aylanmaydi, uning bir qismi sovitish moslamasiga o'tadi. Agar manbaidan olingan issiqlik miqdorini  $Q_1$  deb olsak, sovitish moslamasiga berilgan issiqlik miqdori  $Q_2$  deb olinsa,  $Q_1 - Q_2$  lar farqi ishga aylangan issiqlik miqdorini belgilaydi. Bunday xolatda foydali ish koeffitsienti quyidagicha bo'ladi:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{L}{Q_1}$$

Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti ishchi jismning tabiatiga bog'liq bo'lmay, haroratlar oralig'i orqali ifodalanadi, va ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Bu erda,  $T_1$ - issiqlik manbaidagi issiqlikning harorati,  
 $T_2$  – sovitgichning harorati.

Klauzius (1850 yilda) shu qonuniyat asosida quyidagini ta'rif bergan: Issiqlik o'z o'zidan sovuq xoldagi jismdan issiq xoldagi jismga o'z o'zidan o'ta olmaydi. Ya'ni issiqlik mashinasi o'zidagi barcha issiqlikni tuliq ishga aylantirib bera olmaydi.

Termodinamikaning II qonuni Karno bo'yicha quyidagicha ta'riflanadi: Aylanma jarayonda qizdirgichning issiqligi to'liq xolda ishga aylanishi mumkin emas. To'liq tsiklning foydali ish ko'effitsienti:

$$\eta_t = 1 - q_2/q_1$$

$q_1$  - ishchi jismga uzatilgan issiqlik miqdori.

$q_2$  - ishchi jismdan ajratib olingan issiqlik

Bu qonuniyatdan shunday xulosa kelib chikadi:

Termik foydali ish ko'effitsienti birga teng bo'lgan bo'lgan issiqlik moslamasini yaratib bulmaydi.

### **Yopiq sistemalarda termodinamik jarayonlar**

Ishchi jismning biron bir parametri o'zgartirilsa termodinamik jarayon sodir bo'ladi. Jarayonlar turlicha bo'ladi: muvozanat xolatida, nomuvozanat xolatida, qaytar va qaytmas jarayonlar.

Yopiq sistemalar atrof-muhit va boshqa sistemalar bilan modda almashinmaydigan sistemalariga aytiladi. Bunday sistemalar 2 xil bo'ldai: adiabatik va politropik jarayonlar.

Adiabatik jarayon – tashki muhit bilan issiqlik almashinuvi bo'lmaydigan jarayon.

Politropik jarayon – issiqlik sig'imi o'zgarmaydigan jarayon.

Adiabatik jarayon uchun termodinamikaning I qonuni:

$$dU = dL \text{ еки } \Delta U = -L \quad dU + dL = 0$$

Termodinamikaning II qonuniga ko'ra barcha real jarayonlar qaytmas va muvozanatda bo'lmaydi.

Jarayonlarni qaytmas bo'lishiga sabab:

1. Ishchi muhitda bosim, zichlik, harorat va boshqa parametrlar gradienti ishtirok etadi, bu gradientlarga energiya sarflanadi, tizimning entropiyasi ortadi.
2. Ishchi jismni atrof-muhit bilan tashqi ishqalanishi
3. Yuqori haroratli ishchi jismdan kichik haroratli ishchi jismga issiqlik uzatilishi.

### **Masala №1.**

O'zgarmas bosim qiymati 0,1 MPa bo'lganda havoni  $-23^{\circ}\text{C}$  dan  $+22^{\circ}\text{C}$  gacha kizdirish uchun qancha miqdorda issiqlik sarflash kerak. Havo sarfi 104 kg/soat.

$t_1$  dagi havo entalpiyasi  $h_1 = 462 \text{ kDj/kg}$

$t_2$  dagi havo entalpiyasi  $h_2 = 508 \text{ kD/kg}$

Echilishi:

Izobarik jarayonda keltirilayotgan issiqlikning solishtirma miqdori quydagicha aniqlanadi:

$$q = h_2 - h_1 = 508 - 462 = 46 \text{ kDj/kg}$$

$10^4 \text{ kg/s}$  havoni kizdirish uchun issiqlik sarfi quyidagicha:

$$Q = mg = 10^4 \cdot 46 = 4,6 \cdot 10^5 \text{ kDj/s} = 128 \text{ kVt.}$$

Javob: 128 kVt miqdorda issiqlik sarf bo'ladi.

### **Tayanch so'z va iboralar va ularning izohi.**

**Energotexnologiya** – bu issiqlik resurslarini tejash, qamda material va issiqlik bo'yicha deyarlisi chiqindisi bo'lmagan ishlab chiqarishni yaratish maqsadida berilgan ishlab chiqarishdagi texnologik va energetik jarayonlarning o'zaro bog'lanish qonuniyatlarini o'rgatuvchi energetikaning bir qismidir.

**Termodinamika** - energiyaning o'zgarishi bilan kechadigan makroskopik jarayonlarning nazariyasini o'rgatuvchi fan.

**Termodinamik tizim** - o'zaro bir biri bilan energiya almashinadigan yoki atrof-muhit bilan energiya almashinadigan ishchi jismlarni yig'indisidir.

**Ishchi jismlar** - energiya bilan almashinadigan moddalar yoki ob'ektlar (gaz, bug', qattiq moddalar va b.).

**Solishtirma energiya** - bir kilogramm modda massasining energiyasi.

**Energiya sarfi** - vaqt mobaynida energiyaning sarfi.

**Yoqilg'i** - ma'lum bir miqdorda issiqlikni olish uchun yondiriladigan yonuvchi moddadir.

**Ekzotermik jarayonlar** - issiqlikni chiqishi bilan boradigan jarayonlardir.

**Ikkilamchi energiya resurslari** - texnologik qurilmada vujudga keladigan va shu qurilmada ishlatilmaydigan mahsulotning, chiqindilarning, o'tkinchi va oraliq mahsulotlarning energetik potentsialidir. Ya'ni yana qaytadan qurilmalarda va texnologiyalarda ishlatilishi mumkin bo'lgan energiyadir (asosan issiqlik ko'rinishidagi energiya ishlatiladi).

**Quritish** - qattiq holdagi materiallardan bug'lanish natijasida fizik-kimyoviy yoki kapillyar namlikning yo'qotilishi.

### **Mavzu bo'yicha nazorat savollari.**

1. Energotexnologiya fanining asosiy maqsadi nimadan iborat?
2. Energotexnologiya fanining vazifalariga nimalar kiradi?
3. Termodinamikaning 1 chi qonunining ta'rifi.
4. Termodinamikaning 2chi qonunining ta'rifi.
5. Yopiq tizimlarda termodinamik jarayonlarni kechishini tushuntiring..

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yihati**

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. Акопян А.А. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов, М.«Высшая школа», 1963, 266 с.
4. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1986. - 344 с.
5. Х.М.Комилов, Ф.Х.Тухтаев. Энерготехнология фанидан маърузалар матни. Тошкент 2005, 99 бет.

## **Ma'ruza № 2**

### **Termodinamik taxlilning eksergetik usuli. Eksergiya turlari va tashkil etuvchilari. Issiqlik oqimi eksergiyasi.**

Reja

1. Termodinamik taxlilning eksergetik usuli.
2. Eksergiya turlari va tashkil etuvchilari.
3. Issiqlik oqimi eksergiyasi.

### **Termodinamik taxlilning eksergetik usuli.**

Ma'lum bir texnologik jarayonni amalga oshirish uchun energiyani sarflash kerak. Energiya issiqlik va ish ko'rinishida uzatilishi mumkin. Kelayotgan energiyani to'liq ishlatish jarayonni samaradorligiga va tejamkorligiga bog'liq. Barcha energiyalarni 2 ta asosiy guruqqa bo'lish mumkin. Bular:

1. Birinchi turdagi energiya bo'lib, bu energiya boshqa turli hil ko'rinishdagi energiyaga o'ta oladigan energiyadir. Bularga: mexanik (kinetik va potentsial), elektroenergiya, yaderli energiya va boshqalar kiradi. Bu turdagi energiyalar bir ishchi jismdan ikkinchi ishchi jismga ish ko'rinishida o'tadi. Bu turdagi energiyalarda entropiyaning qiymati  $O$  ga teng buladi (ya'ni ular entropiyaga bog'liq emas). Bu energiyalarni bir ko'rinishdan ikkinchi ko'rinishga o'tishi atrof-

muhit parametrlariga bog'liq emas. Bu energiyalarni yig'indisini hisoblash mumkin.

2. Ikkinchi turdagi energiya, boshqa turdagi energiyaga to'liq o'ta olmaydigan energiya turiga kiradi. Bu moddaning ichki energiyasi qisoblanilib, molekulalarning betartib issiqlik xarakati bilan, kimyoviy bog'lanishlar va issiqlik oqimi ko'rinishida o'zatiladigan energiyadir. Bu ko'rinishdagi energiyaning o'zgarishi issiqlik ta'siriga bog'liq. Bu ko'rinishdagi energiyani 1956 yilda Z.Rant tomonidan «eksergiya» nomi bilan kiritilgan.

Eksergiya deb shunday termodinamik xolatga yoki energiya oqimiga aytilib, bajarilgan foydali ish miqdorini belgilaydi.

Eksergiya asosida termodinamik jarayonlar eksergetik taxlil qilinadi.

Eksergetik tahlil – tizim tomonidan sarflanadigan va uzatiladigan energiya miqdorini, sifatini va qancha miqdori foydali ishga sarflanganligini aniqlab, foydali ishga sarf bo'lgan energiya miqdorini aniqlaydi.

Eksergiya tushunchasi fundamental falsafiy tushuncha qisoblaniladi. Eksergiya – termodinamik tushuncha bo'lib, termodinamik sistemaning taxlili uchun yaratilgan.

Misol tariqasida yana bir bor eksergiya bilan energiya haqida tushunchalarni ko'rib chiqaylik. Energiyani saqlanish qonuniga ko'ra, energiya o'z o'zidan paydo bo'lmaydi va yuqolmaydi, energiya faqat bir ko'rinishdan ikkinchi ko'rinishga o'tadi, va xar doim 0 dan farqlanadi. Ishchi jism eksergiyasi esa teskari qisoblanilib, ishchi jism atrof-muhit bilan muvozanat holatga o'tganda energiya yuqoladi. Energiya ishchi jism parametrlariga bog'liq bo'lib, atrof-muhit parametrlariga bog'liq emas. Eksergiya bo'lsa, ham ishchi jism parametrlariga bog'liq, ham atrof-muhit parametrlariga bog'liq. Shuningdek, energiya qaytar jarayonlarda energiya bir ko'rinishdan ikkinchi ko'rinishga o'tishi cheklangan. Eksergiyani aylanishi esa qaytar jaraenlarda cheklanmagan.

Shuni inobatga olish kerakki maksimal foydali ish faqatgina qaytar jarayonlarda hosil bo'ladi.

Atrof-muhitda sharoitida termodinamik tizimning tashkil etuvchilari muvozanat holatida bo'ladi. Bu tizim termodinamik tizim bilan ta'sirlashganda parametrlarini o'zgartirmaydi.

Atrof-muhitdan turli xil usullar bilan ham ish olib bo'lmaydi.

Atrof-muhit parametrlari bilan farqlanadigan manbalardan eksergiya olinishi mumkin. Atrof-muhit eksergiyasi xar doim nolga teng.

Sanoat miq'yosidagi ishlab chikarishda atrof-muhit sifatida ularni o'rab turuvchi atmosfera muhiti tushuniladi. Ochiq qavoda ishlaydigan moslamalarda, agarda ular vaqtning soatiga va yil fasliga bog'liq bo'lsa, turli hil davrlar uchun eksergiyani yo'qotilishini hisobga olish kerak, yoki atrof muhitning o'rtacha haroratini olish kerak. Misol uchun yozgi mavsumda ( $20^{\circ}\text{C}$  harorati sharoitida  $-20^{\circ}\text{C}$  haroratli havoning eksergiyasi nolga teng. Qishki mavsumda esa  $-20^{\circ}\text{C}$  bo'lganda,  $-20^{\circ}\text{C}$  haroratli havoning eksergiyasi nolga teng emas.

O'rganilayotgan ob'ektni hayoliy jiqatdan atrof-muhitdan ajratib olinsin. Ob'ekt o'rganilayotganda atrof-muhitdan tashqari tashqi ob'ektlar ham qatnashishi mumkin.

Tashqi ob'ektlar – energiyani manbalari va qabul qiluvchilari hisoblanib, ulardagi parametrlarning hech bo'lmaganda biror biri atrof-muhit parametrlaridan farqlanadi.

Texnik sistemani TS energiya manbalari va energiyalarini atrof-muhit bilan bog'lanishi quyidagi sxemada keltirilgan ( -rasm):

Sistemaning chap tomonida energiyani manbai sifatida tashqi ob'ektlar joylashgan OB1, OB2, OB3 bo'lib, ular turli xil moddiy oqim yig'indisi sifatida keladi, bular energiya  $\sum \mathfrak{E}_m^I$ , issiqlik  $\sum Q^I$  va ish  $\sum L^I$ .

Sistemaning o'ng tomonda moddiy oqim energiyasini qabul qilib oluvchi tashqi ob'ektlar OB4, OB5, OB6 joylashgan. Bu tashqi ob'ektlar energiya  $\sum \mathfrak{E}_m^I$ , issiqlik  $\sum Q^I$  va ish  $\sum L^I$  ko'rinishidagi energiyani qabul qilib oladi. Barcha oqimlar o'ziga xos kirishdagi:  $\sum E_m^I$ ,  $\sum E_q^I$ ,  $\sum E_i^I = \sum L^I$  va chiqishdagi  $\sum E_m^{II}$ ,  $\sum E_q^{II}$ ,  $\sum E_i^{II} = \sum L^{II}$  eksergiyalariga ega.

Rasm 2.1. Texnik sistemani atrof-muhit va ob'ektlar bilan o'zaro bog'liqligi.

Bu erda manbalar va qabul qiluvchilar soni xar hil bo'lishi mumkin, va ba'zilar qatnashmasligi ham mumkin.

Bu tizimda atrof-muhit o'zaro modda  $m_{atm}$  va issiqlik  $Q_{atm}$  bilan almashinishi mumkin, lekin bu holda eksergiyani bir joydan ikkinchi joyga tashib bo'lmaydi.

Barcha texnologik tizimlar uchun material, energetik va eksergetik balans tuzish mumkin:

Material balans tenglamasi:

$$\sum m^I + m^I_{oc} = \sum m^II + \Delta m$$

Bu erda,

$\sum m^I$  va  $\sum m^II$  – texnologik tizimga kirayotgan va tizimdan chiqayotgan moddiy oqimlar yiqindisi,

$m_{\text{atm}}^I$  - atrof muhitdan kelayotgan modda oqimi,

$\Delta m$  – texnologik tizimdagi modda massasini o'zgarishi

Energetik balans:

$$\sum Q^I + \sum L^I = \sum Q^{II} + \sum L^{II} + Q_{\text{atm}}$$

Bu erda,

$\sum Q^I$  va  $\sum Q^{II}$  – texnologik tizimga kirayotgan va undan chiqayotgan issiqlik oqimlarining yiqindisi,

$\sum L^I$  va  $\sum L^{II}$  – texnologik tizimga kiritilayotgan va undan chiqarilayotgan ishlarning yiqindisi,

$Q_{\text{atm}}$  – atrof muhitga berilayotgan yoki undan olinayotgan issiqlik miqdori.

Agar sistema boshqa sistemalar bilan faqatgina issiqlik ko'rinishida energiya almashinsa, balans quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\sum Q^I = \sum Q^{II} + Q_{\text{atm}}$$

Bu tenglama issiqlik balansi tenglamasi deyiladi.

Eksergiya oqimining tenglamasi quyidagi tengsizlik ko'rinishida bo'ladi:

$$\sum E_m^I + \sum E_q^I + \sum E_l^I > \sum E_m^{II} + \sum E_q^{II} + \sum L_l^{II}$$

Bu erda

$\sum E_m^I$  va  $\sum E_m^{II}$  - modda oqimlarini sistema kirayotgan undan chiqayotgan eksergiyasi.

$\sum E_q^I$  ba  $\sum E_q^{II}$  - issiqlik oqimlarini sistema kirayotgan undan chiqayotgan eksergiyasi

$\sum E_l^I$  ba  $\sum E_l^{II}$  - sistemaga berilayotgan undan olinayotgan ish eksergiyasi.

Agar  $\sum E_m^I + \sum E_q^I + \sum L_l^I = \sum E^I$  va

$$\sum E_m^{II} + \sum E_q^{II} + \sum L_l^{II} = \sum E^{II} \text{ bo'lsa}$$

Umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:

$$\sum E^I > \sum E^{II}$$

bu tengsizlikni aniq ko'rinishga keltirilsa va eksergiya yo'qotishlari hisobga olinsa quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\sum E^I = \sum E^{II} + \sum D$$

Bu tenglama eksergetik balans tenglamasi ham deyiladi. Eksergetik balansni Grassman diagrammasida ko'rib chiqilsa bo'ladi:

2-rasm. Eksergetik balansni Grassman diagrammasida ko'rinishi

Bu diagrammada eksergiyaning qamma oqimi chiziq bilan ifodalangan. Texnik sistemadagi jarayonni qaytmasligi natijasida eksergiyaning yo'qotilishi shtrix bilan ko'rsatilgan.

Eksergiya yuqotilishini Gyui–Stodola tenglamasi orqali hisoblash ham mumkin:

$$\sum D = T_{oc} \sum \Delta S$$

$\sum \Delta S$  – jarayonda ishtirok etuvchi barcha moddalarning entropiyasini o'zgarishi.

Eksergiyani yo'qolishi deganda uning to'liq yo'q bo'lishi, yoki eksergiyaning dissipatsiyasi deyiladi.

## Eksergetik tahlil usuli

Eksergiya xar doim ma'lum tannarqga egaligi uchun uni tejamli yo'l bilan sarflanishi lozim. Barcha sistemalarda bajarilgan ishning samaradorligi foydali ish koeffitsienti bilan belgilanadi:

$$\eta = \frac{L^{\text{II}}}{L^{\text{I}}}$$

Bu erda,

$L^{\text{I}}$  – sarflangan ish

$L^{\text{II}}$  - olingan ish

Agar moslamaga issiqlik oqimi ko'rinishida energiya keltirilsa, va ish ko'rinishida sistemadan chiqarilsa, unda foydali ish koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = \frac{L^{\text{II}}}{Q^{\text{I}}}$$

Bu erda,

$L^{\text{II}}$  – olingan foydali ish,

$Q^{\text{I}}$  – issiqlik ko'rinishida sarflangan energiya

Eksergetik foydali ish koeffitsientini aniqlashda quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\eta = \frac{\sum L^{\text{II}}_{\text{foyd}}}{\sum E^{\text{I}}}$$

Bu erda,

$E^{\text{II}}_{\text{foyd}}$  – foydali maqsadda ishlatiladigan eksergiya oqimlarining yig'indisi.

Eksergetik FIK yordamida turli xil energetik va texnologik moslamalarni ishni baholash mumkin. Eksergetik balans tuzish uchun va eksergetik FIKni aniqlash uchun: kirayotgan va chiqayotgan eksergiya oqimlarini to'g'ri hisoblash kerak, eksergiyani qanday oqimlari ishlatilishi va qanday eksergiya oqimlari ishlatilmasligini aniqlash kerak.

Eksergetik analiz quyidagi 2 ta masalani echish uchun xizmat qiladi:

- maksimal termodinamik imkoniyatlar o'rnatish va jarayonni kaytmasligi natijasida tiklab bo'lmaydigan ekssergiya miqdorini aniqlash.
- ekssergiya bilan chiqib ketadigan oqimlarni aniqlash va ularni ishlatilish yo'llari.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, chiqindisiz, ekologik toza ishlab chiqarishda atrof muhitga modda, issiqlik oqimi, va oqimlarni chiqarib yuborilishi natijasida ekssergiya 0 ga teng.

### **Ekssergiya turlari va ularni tashkil etuvchilari.**

Entropiyaga bog'liq bo'lmagan energiyalar uchun (mexanik, elektrik va yaderli) va ish ko'rinishida uzatiladigan energiyalar uchun ekssergiya energiya qiymatiga teng:

$$E = \Theta \text{ yoki } E = L$$

Entropiya bilan xarakterlanadigan energiya (molekulyar, kimyoviy, issiqlik) ning ekssergiyasi quyidagi turlarga bo'linadi:

- yopiq hajmda modda ekssergiyasi  $E_v$ , Dj;  $e_v$ , Dj/kg
- modda oqimi ekssergiyasi  $E$ , Dj yoki  $Vt$ ;  $e$ , Dj/kg
- issiqlik oqimi ekssergiyasi  $E_q$ , Dj;  $e_q$ , Dj/kg
- nurlangan oqim ekssergiyasi  $E_n$ , Dj;  $e_n$ , Dj/kg

Yopiq hajmdagi va oqimdagi modda ekssergiyasi quyidagi tashkil etuvchilardan iborat: termik (haroratga bog'liq)  $e_T$ , mexanik yoki deformatsion (bosimga bog'liq)  $e_p$ , reaksiya  $e_r$  (sistemada va atrof-muhitda moddalarni o'zaro kimyoviy reaksiyalarga kirishishi mumkinligiga asoslangan) va konsentratsion  $e_c$  (sistema va atrof-muhitdagi moddalar konsentratsiyasining farqiga bog'liq).

### **Yopiq hajmda modda ekssergiyasi**

Ko'rib chiqilayotgan modda ma'lum qobiqqa o'ralgan, atrof-muhitga nisbatan harakatsiz, lekin deformatsiyalanadi va issiqlik o'tkazadi deb ko'rib chiqilsin.

Yopiq hajmda modda ekssergiyasi  $e_v$ , bu maksimal ish bo'lib, modda atrof muhit bilan termodinamik muvozanat holatida bo'ladi. Modda sifatida bir yoki bir necha komponentdan tashkil topgan birikma bo'lishi mumkin.

Berilgan sharoitda modda parametrlari quyidagi kattaliklar bilan belgilanadi:

$s, h, p, v, T, u$

$S$  - Solishtirma entropiya

$h$  - Solishtirma entalpiya

$p$  - Bosim

$v$  - Solishtirma xajm

$T$  - Kelvin shkalasidagi harorat

$u$  - Solishtirma ichki energiya.

Agar bu parametrlar sistema ichida, shuningdek atrof muhit bilan muvozanatda bo'lsa, bu parametrlar quyidagicha belgilanadi:

$U_{atm}, S_{atm}, h_{atm}, p_{atm}, V_{atm}, T_{atm}$

Ko'rilayotgan ob'ektda sistemaning chegaralari orqali modda almashinish sodir bo'lmaydi, sistema va muhitning energetik ta'siri 2 xil ko'rinishda o'tadi – issiqlik  $q$  (termik ta'sir) va ish (mexanik ta'sir) ko'rinishida.

Yopiq xajmda moddaning maksimal foydali ishi kengayish (siqilish) ishiga  $\delta l^0$  teng.

Yopiq xajmdagi modda ekssergiyasi – kimyo–farmatsevtika korxonalarida davriy ishlovchi apparat va moslamalardagi jarayonlarni qisoblashda ishlatiladi.

### **Tayanch so'z, iboralar va ularning izoqi.**

Energokimyo-texnologik tizimlar (EKTT) – bu energetik jixozlari kimyo-texnologik jixozlari bilan uzviy bog'langan holda faoliyat ko'rsatadigan yagona tizimdir.

Ekssergiya – qaytarma jarayon mobaynida moddaning atrof muhit bilan qobiliyatli issiqlik manbai sifatida bajargan maksimal ishi.

Eksergetik unumdorlik – barcha turdagi ekssergiyalarning yiqindisidir.

Eksergetik quvvat – eksergiyalar yiqindisining vaqtga nisbatidir.

Eksergetik balans – tizimni eksergetik foydali ish ko'effitsienti birga teng bo'lgan ideal holatga qay darajada yaqinligini ifodalab beruvchi ko'rsatkich.

Eksergetik tahlil – tizimning ishlash jarayonida sodir bo'layotgan energiya sarflarini qanday qilib qisqartirish imkoniyatlarini qidirish maqsadida olib boriladigan tahlildir.

### **Mavzu bo'yicha nazorat savollari.**

1. Eksergiya va energiyani bir biridan farqi nimada?
2. Termodinamik tahlil deganda nima tushunasiz?
3. Eksergetik tahlil nima uchun kerak?
4. Eksergetik balanslar nima maqsadda va qanday tarzda tuziladi?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yihati**

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. Акопян А.А. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов, М.«Высшая школа», 1963, 266 с.
4. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1986. - 344 с.
5. Х.М.Комилов, Ф.Х.Тухтаев. Энерготехнология фанидан маърузалар матни. Тошкент 2005, 99 бет.

**MA'RUZA № 3**  
**GAZLARNI SIQISH VA UZATISH. KOMPRESSORLAR.**

Reja

1. Kompessorlar, ularning turlari va asosiy parametrlari.
2. Rotorli kompressorlar.
3. Kompessorlarning kuvvati.

**Kompessorlar, ularning turlari va asosiy parametrlari.**

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 ishlab chiqarish korxonalarida quyidagi ishlarni bajarish uchun kompressorlar ishlatiladi:

- truboprovodlar orkali 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 xajmiy va dinamik kompressorlarga bo'linadi.

Xajmiy kompressorlarda ish jarayoni ishchi kameralarning xajmini tsiklik 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.

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

1. Kompessordan chiqishdagi bosimi 1,5 MPa gacha bo'lganda kichik bosimli kompressorlar.

2. Kompessordan chiqishdagi bosimi 1,5 dan 10 MPa gacha bo'lganda o'rta bosimli kompressorlar.

3. Kompessordan chiqishdagi bosimi 10 dan 100 MPa gacha bo'lganda yuqori bosimli kompressorlar.

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

Xajmiy unumdorligi buyicha uzatilayotgan gazning miqdoriga ko'ra kichik [0,015 m<sup>3</sup>/s gacha], o'rta [0,015 dan 1,5 m<sup>3</sup>/s] va katta [1,5 m<sup>3</sup>/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 quyiladiki, bunda kompressorlarning yuqori samaradorligi ta'minlanib berish kerak.

Kompressor ishni tavsiflovchi asosiy kattaliklar quyidagilardir:

I. Xajmiy unumdorlik -  $V$  – kompressordan chiqayotgan gazning xajmiy sarfi. Odatda massaviy unumdorligi ishlatiladi.

$$V = \frac{m}{\rho_1}$$

Bu erda,  $m$  – kompressordan chiqayotgan gazning massaviy miqdori.

$\rho_1$  - so'rilish sharoitida gazning zichligi.

II. Boshlangich  $P_1$  va oxirgi  $P_2$  bosimlar – kompressorga kirishdagi va kompressordan chiqishdagi bosim.

III . Bosimlar nisbati (yoki siqilish darajasi).

$$\beta = \frac{P_2}{P_1}$$

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  $1,1 < \beta < 3,0$  bulsa, bunday moslamalar gazoduvkalar deyiladi. Agar  $\beta > 3,0$  bulsa, kompressorlar xisoblanadi.

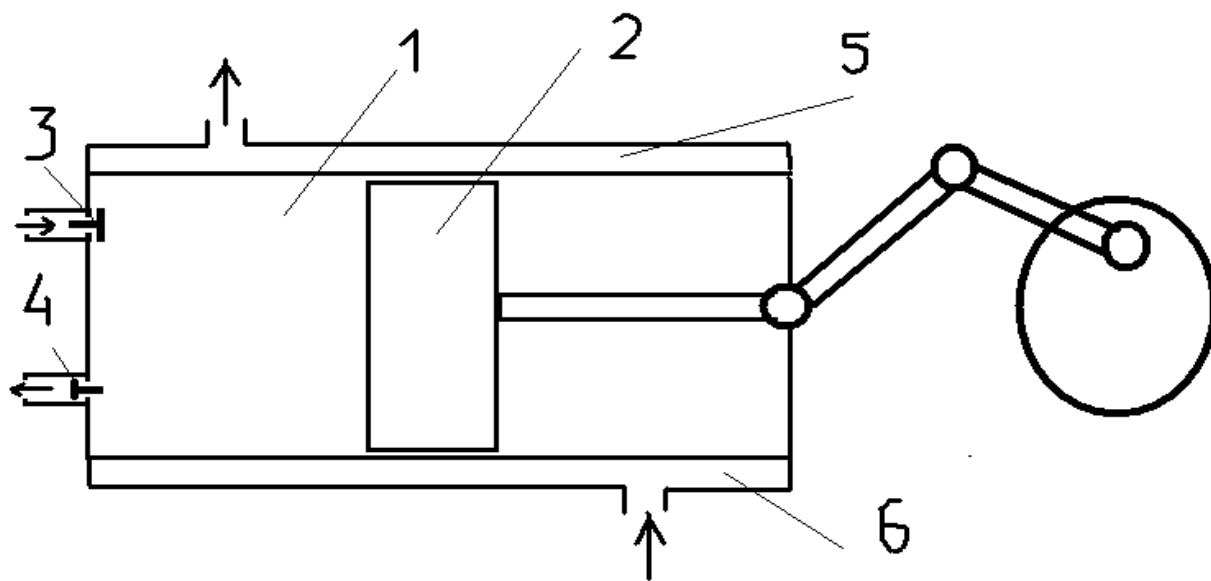
IV. Gazning kompressorga kirishdagi boshlanqich va kompressordan chiqishdagi oxirigi haroratlari.

V. Dvigatelning aylanishlari davri n va kuvvati N.

### Porshenli kompressorlar.

Porshenli kompressorlarda ishchi kameralarni xajmini o'zgarishi porshenlar hisobiga amalga oshiriladi, bu porshenlar chiziqli yo'nalish bo'yicha oldi tomonga va orqa tomonga harakatlanishiga asoslangan. Porshenli kompressorlar 2 xil bo'ladi: oddiy va ikki tomonlama.

Oddiy porshenli kompressorlar:



Rasm. 1.

1 – silindr, 2 – porshen, 3, 4 – klapanlar, 5, 6 – kompressorni sovituvchi silindr

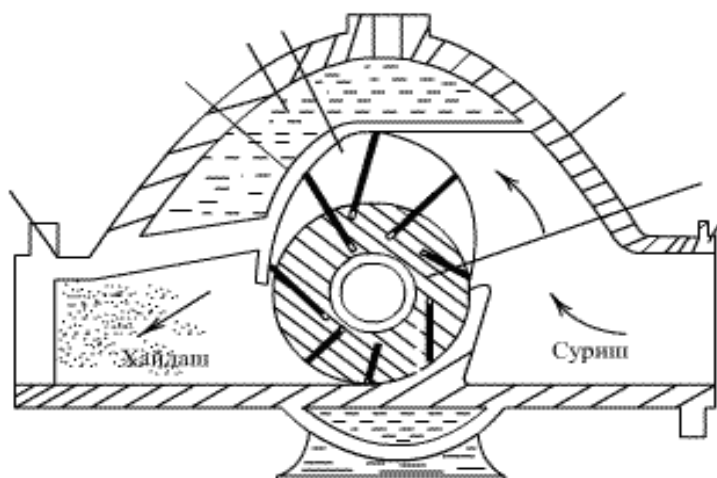
Oddiy porshenli kompressorlarda porshen [2] o'ng tomonga xarakatlanganida, gaz so'rib oluvchi klapan [3] orqali tsilindrga [2] so'rib olinadi. Kompressorning porsheni chap tomonga xarakatlansa, so'rib oluvchi klapan yopiladi, tsilindrdagi gaz kerakli bosimgacha siqiladi. Bunda gazni chiqib ketishini ta'minlaydigan klapan ochiladi va gaz chiqib ketadi. Kompressorning silindriga [5,6] sovuq suv kiradi va chiqadi (kompressorni sovitish tizimi shunday yo'l bilan amalga oshiriladi).

Ishlab chiqarish korxonalari uchun kompressorlar tanlanayotganda, bu moslamalarning hajmi va unumdorligiga alohida e'tibor beriladi. Odatda korxonalarda ikki tomonlama kompressorlar, ikki tomonlama va ikkita tsilindrga ega bo'lgan kompressorlar, shuningdek rotorli kompressorlar ishlatiladi.

### **Rotorli kompressorlar**

Rotorli kompressorlar hajmiy turdagi kompressorlarga kiradi. Bu kompressorlarda gazlarni siqilishi yopiq sistemada olib borilib, hajmni kamayishi xisobiga sodir bo'ladi. Bunday moslamada rotorni aylanishi hisobiga ishchi kameralarning hajmi o'zgaradi. Rotorli kompressorlar plastinali, suyuq halqali, rotor-porshenli, vintli, oltiqirrali va boshq. bo'ladi.

Kuyidagi rasmda rotor plastinali kompressorlar keltirilgan.



Rasm 3.2.

Tsilindrik korpusning [5] markazida rotor [1] joylashgan. Rotorga val ko'rinishida plastinalar urnatilgan [2]. Rotor aylanganda markazdan qochma kuch ta'sirida plastinalar suriladi va ularning oxirigi yon tomondagi qismi korpusga yopishadi, bu payt korpus va rotor orasida yopiq kameralar [3] qosil bo'ladi. Bu kameralarning hajmi **a** holatdan **b** holatga o'zgarib ortadi, va gaz so'rilish jarayoni sodir bo'ladi. Rotorni keyingi aylanishida kameralarning hajmi **b** holatdan **v** holatga o'zgaradi va gazni siqilishi yuz beradi. Eng kichik hajmga ega bo'lgan kamera [6] dan gaz xaydaluvchi trubaga [7] uzatiladi.

Kompressor moslamasi o'ta qizib ketmasligi uchun va ish samaradorligini oshirish uchun sovituvchi moslama bilan ta'minlangan bo'ladi.

Bu moslamalarda gazning siqilish darajasi, ya'ni bosimlar farqi bir bosqichli kompressorlarda 3....4 bo'ladi, ikki bosqichli kompressorlarda 8....15 bo'ladi.

Plastinali kompressorlarning afzalliklariga kelsak, bu turdagi moslamalar porshenli nasoslarga qaraganda juda oddiy tuzilishga ega bo'lib, boshqalarga nisbatan 5-6 baravar kam joyni egallaydi, bir tekis ishlab chiqarish hajmiy unumdorligiga ega, katta og'irlikka ega bo'lmaganligi sababli og'ir fundamentlar o'rnatilishi shart emas.

Bu moslamalarda bir qator kamchiliklar ham mavjud, bulardan asosiysi plastinalarning emirilishidadir, bunda ishchi kameralarning germetikligi buziladi va bosimlar nisbati kamayadi, shuningdek plastinalarning emirilishi hisobiga siqilayotgan gaz ifloslanadi.

Barcha rotorli kompressorlar o'rtacha va kichik bosimlarda gazni haydash xususiyatiga ega.

### **Kompressorlarni sovitish**

Gazlarni siqilish jarayonida va kompressorlar detallarini ishqalanishi natijasida juda ko'p miqdorda issiqlik ajraladi. Siqilayotgan havoning harorati har bir bosqichning ohirida 170<sup>0</sup>S dan yuqori bo'lmasligi lozim. Kompressorlarni sovitish jarayonini to'g'ri tashkil etish va olib borish, kompressor moslamalarini

ishonchli va xavfsiz ishlashini ta'minlab, energetik sarf harajatlarni kamaytiradi va moslamaning hajmiy unumdorligini ortishiga olib keladi.

Ba'zi holatlarda kompressor korpusini suv bilan sovitish etarli bo'lmaydi, shuning uchun gazlar oraliq bosqichlarda mahsus qo'shimcha sovitgichlar o'rnatiladi.

Kompressor korpusiga sovituvchi suv kompressor pastidan, issiq suvni chiqarilishi kompressorning yuqori qismidan amalga oshirilishi kerak.

Kompressorning sovitish tizimlariga suvni uzatilishi moslamaning barcha qismlarida ko'rinib turib nazorat qilinish kerak, yoki avtomatik tarzda signalizatsiya bilan ta'minlangan bo'lishi kerak.

Kompressorlarni sovitish jarayonida uning barcha qismlari sovitilishi lozim. Oraliq sovutuvchida siqilgan gaz harorati sovituvchi suvdan 12-15 K dan kamga farq qilmasligi kerak. Sovitish jarayonida qizdirilgan suvning harorati 40<sup>0</sup>S dan oshmasligi kerak. Sovutuvchi suvning haroratini o'zgarishi 10...15 K atrofida bo'lishi kerak.

Sovutuvchi suvni harorati kompressorga kirishidan oldin va chiqishidan keyin termometr yordamida o'lchanib turilishi lozim.

Kompressorlarni sovitish uchun mo'ljallangan suv tarkibida mexanik aralashmalar [qum, zang va b.] saqlanmasligi kerak va suvning qattiqligi 7 mk/G dan ko'p bo'lmasligi kerak.

Kompressorlarni sovitish jarayonini texnologik turiga ko'ra to'g'ri oqimli va aylanma [tsirkulyatsion] sxemalarga bo'linadi.

Tug'ri oqimli sxemalar, yuqorida aytib o'tilgan talablarga javob beradigan suvning manbalari mavjud bo'lgan holatlarda qo'llanilib, isitilgan suv kanalizatsiyaga oqiziladi yoki boshqa maishiy ishlarga ishlatiladi. Aylanma sxemalar 2 hil bo'ladi ochiq va yopiq ko'rinishda.

Ochiq ko'rinishdagi aylanma sxemalarda issiq suv purkab berilishiga asoslangan bo'lib, basseynlarda amalga oshiriladi.

Yopiq ko'rinishdagi sxemalarda suv ko'p marotaba qayta-qayta ishlatiladi, va orada issiqlik almashinish moslamasida sovitilib turiladi.

Bundan tashqari, kompressor moslamalarini boshqa usullar bilan ham sovitish mumkin. Misol uchun ventilyatorlar bilan amalga ham oshirilsa bo'ladi, lekin bu jarayonni bajarish uchun ventilyator ovozini inobatga olish kerak, chunki ventilyator ishlash paytida baland ovozda ishlaydi.

### **Kompressorlarning hajmiy unumdorligini boshqarish.**

Agar kompressorlarda siqilaetgan gaz uzluksiz miqdorda kelib tursa va bunda bir xil bosim qo'llanilishi kerak bo'lsa, o'zgarmas bosimda jarayonni boshqarish kerak.

Bunday boshqarishni eng sodda va iqtisodiy tomondan foydali usuli – kompressorlarni davriy ishlashini ta'minlash kerak, ya'ni ma'lum vaqt o'tgandan keyin moslama o'chirilib qo'yiladi. Agar kompressorlar ish unumdorligi gazni sarf qilinishidan ko'p bulsa bu usulni qo'llash mumkin bo'ladi. Bunday holatda kompressorlar ishlatayotganda gaz bosimi ko'tariladi va sistemada bosim yoqilib qoladi. Bosim ko'payib ketishi bilan kompressor ishni tuxtatadi, bosim kamayishi bilan kompressor avtomatik tarzda ishga tushiriladi. Bu usulni o'ziga xos kamchiligi ham bor bo'lib, bunda ko'p marotaba ishga tushirish va to'xtatishlar natijasida kompressorni detallari buzilishi mumkin, shuningdek eng asosiysi dvigatellar kabi kompressorlarni ishga tushirishda energiya birdaniga ko'p sarflanadi.

Yana bir zamonaviy usullardan biri bo'lib, aylanishlar daqiqasini boshqarish lozim. Bunda kompressorning hajmiy unumdorligini o'zgarishi oson bulib, FIK qiymati kamaymasdan kompressor bir tekis ishlaydi.

Bundan tashqari klapanli kompressorlarni hajmiy unumdorligi ham boshqarish qulay va iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi, chunki moslamada klapanlar avtomatik tarzda boshqariladi. Bunday moslamalarning asosiy kamchiligi sifatida klapaning plastinalari deformatsiyaga uchrashi mumkin, ya'ni ular kuchli qizib ketishi natijasida o'z shaklini o'zgartirib qo'yadi.

## Kompressor moslamalarining quvvati.

Kompressorning ichki kuvvati ( $N$ ,  $V_t$ ) deb – gazni siqish uchun sarflanadigan quvvat hisoblanilib, qo'yidagi formula yordamida aniqlaniladi:

$$N = \frac{m \ell}{\eta}$$

Bu erda,

$m$  – gazning massaviy sarfi (kg/s) bo'lib, quyidagicha topiladi  $m = p_1 V$

$p_1$  – gazni so'rilish paytidagi zichligi  $\text{kg/m}^3$

$V$  – gazning hajmi,  $\text{m}^3$

$q$  – kompressorning solishtirma ishi

$q$  – termodinamik FIK.

Kompressorning o'qidagi quvatini aniqlash uchun quyidagi formuladan topiladi:

$$N_{o,q} = \frac{m \ell}{\eta \gamma_v \eta_{\text{mex}}}$$

Bu erda,

$q_{\text{mex}}$  – mexanik FIK

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

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

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

Shunday qilib, kompressor moslamalarining texnik iqtisodiy ko'rsatkichi sifatida uning solishtirma quvvati hisoblaniladi, ya'ni  $1 \text{ m}^3$  miqdorda gazni siqish uchun sarf bo'lgan energiyaning miqdori va tannarqidir.

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

## **Tayanch so'z, iboralar va ularning izoqi.**

**Kompressor** – deb gaz yoki gaz aralashmalarini bir joydan ikkinchi joyga ko'chirish va bosimni oshirish uchun mo'ljallangan moslamaga yoki energetik moslamaga aytiladi.

**Hajmiy kompressorlar** – ish jarayoni ishchi kameralarning hajmini tsiklik o'zgarishi natijasida bosim hosil qilib beradigan moslamalarga aytiladi.

**Dinamik kompressorlar** – ish jarayoni uzluksiz oqimdagi siqilayotgan gazga dinamik ta'siri natijasida bosim hosil qilib beradigan moslama aytiladi.

## **Mavzu bo'yicha nazorat savollari.**

1. Kompressor moslamalarining vazifalari nimadan iborat ?
2. Kompressor moslamalari ishlash turiga qarab necha turga bo'linadi ?
3. Kompressorning quvvati qanday aniqlanadi ?
4. Kompressorlari samarali va tejimli ravishda ishlatish uchun qanday vazifalarni amalga oshirish lozim ?

## **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yihati**

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. Акопян А.А. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов, М.«Высшая школа», 1963, 266 с.
4. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1986. - 344 с.
5. Х.М.Комилов, Ф.Х.Тухтаев. Энерготехнология фанидан маърузалар матни. Тошкент 2005, 99 бет.

## Ma'ruza № 4

### Vakuum hosil qilish

REJA :

1. Vakuum hosil qilish haqida tushuncha
2. Bug'larni vakuumli kondensatsiyasi
3. Vakuumli tizimlarni xarakterlovchi parametrlar.
4. Vakuum nasoslarda va kompressorlarda gazlarni siqilish jarayonida energetik harajatlarni kamaytirish usullari

Kimyo-farmatsevtika va biotexnologiya sohasidagi ba'zi jarayonlar atmosferadan kichik bosimlarda olib boriladi. Vakuum hosil qilish kimyoviy reaksiyalarni olib borish sharoitlarini, termolabil [issiq haroratga chidamsiz] suyuqliklarni qaynash haroratini kamaytirish, arzon kichik haroratli issiqlik tashuvchilarni ishlatish imkoniyatlari, havoning kislorodi bilan qayta ishlanayotgan moddani ta'sir etishiga yo'l qo'ymaslik va boshqa jarayonlarda qo'llaniladi.

Kichik bosimlarda asosan quyidagi jarayonlar olib boriladi: bug'latish, kristallash, quritish, turli xil haydash usullari. Shuningdek ba'zi bir kimyoviy reaksiyalarni faqatgina atmosfera bosimidan kichik bo'lgan bosimlarda olib borish lozim bo'ladi, shuning uchun vakuumdan foydalaniladi.

Vakuum deb shunday holatga aytiladiki, bunda absolyut bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lishi kerak. Atmosfera bosimiga ( $P_{atm}$ ) nisbatan gazning bosimini pasayishi vakuum ( $P_{vak}$ ) hisoblanadi va vakuumetr moslamalari bilan o'lchanadi.

Apparatlar, idishlar va boshqa moslamalarda vakuum hosil qilinsa, ularni so'rilayotgan ob'ektlar deyiladi.

So'rilayotgan ob'ektda qolgan gaz bosimi qoldiq gaz bosimi deyiladi:

$$P_{qold} = P_{atm} - P_{vak}$$

Ba'zan solishtirma vakuum tushunchasi ishlatiladi, va u foizlarda hisoblanadi:

$$A = \frac{P_{vak}}{P_{atm}} * 100$$

Quyidagi bosim shkalasida bosimlarni taqsimlanishi ko'rsatilgan:

So'rilaetgan ob'ektda gazning vakuum holati(vakuum darajasi)ni tavsiflovchi asosiy kriteriy sifatida Knudsen kriteriysi ishlatiladi. Knudsen kriteriysi gaz molekulalarining erkin yo'li uzunligini  $\Lambda$  so'rilaetgan ob'ektning to'g'ri chiziqli o'lchamini nisbatiga teng.

$$Kn = \frac{\Lambda}{d}$$

Vakuumlarda quyidagicha bo'ladi:

1. Kichik vakuum bunda  $Kn \ll 1$ , ya'ni  $\Lambda$  qiymati  $d$  qiymatidan juda kichik bo'lib, qoldiq bosimni qiymati 105 dan 100 P gacha bo'ladi.
2. O'rtacha vakuum, bunda  $Kn=1$  yani  $\Lambda \sim d$  bu holda qoldiq bosim 100 Pa dan 0,1 Pa gacha bo'ladi.
3. Yuqori vakuum, bunda  $Kn \gg 1$ , bunda  $\Lambda > d$  bo'lib, qoldiq bosim 0,1 dan  $10^{-5}$  Pa gacha
4. O'ta yuqori vakuum  $Kn \gg \gg 1$  bo'lib, qoldiq bosim  $10^{-5}$  Pa dan kichik bo'ladi.

Kichik vakuumda gaz oqimini ko'rinishi quyuk bo'ladi, yukori va o'ta yuqori vakuumda – molekulyar, o'rtacha vakuumda esa – molekulyar-quyuq bo'ladi.

## **Bug'larni vakuumli kondensatsiyasi.**

Vakuumli kondensatsiya usuli bug'latish, quritish, filtrlash, haydah va boshqa jarayonlarda bug'larni haydash uchun keng qo'llaniladi. Sovitilayotgan yuza yoki hajmda bug'lar kondensatsiyalanishida vakuumli kondensator ishlatilib, bu kondensator bug'larni izotermik siqilishiga asoslangan moslamadir. Bunday moslama boshqa shu tarzda ishlaydigan moslamalarga nisbatan juda yuqori unumdorlikka ega bo'ladi. Kondensat hajmi bug' hajmidan yuz va hatto ming baravar kichik bo'ladi, shuning uchun bug'larni kondensatsiyalanishi jarayonida sistemadagi bosim kamayadi.

Hosil qilinayotgan vakuum darajasi sovituvchi moslamaning harorati bilan aniqlanadi, chunki bug'ning qoldiq bosimi modda bug'larini kondensator haroratidagi to'yinish bosimiga teng.

Quyidagi rasmda t-p koordinata o'qlarida suvning holat diagrammasi tasvirlangan:

$$P_0=610,8 \text{ Pa} \quad t_0 = 0,01^\circ\text{C}$$

Diagrammada suyuqlik va uning bug'lari orasida (OK), suyuqlik va muz (OA), va muz va muz bug'lari (OV) orasida egri chiziqli bog'lanishi ifodalangan.

Diagrammadan ko'rinib turibdiki agar doimiy bosim sharoitida bug'ni harorati pasaytirilsa, bug' qattiq moddaga, ya'ni muz holatiga o'tadi (1-2-3 chi jarayonlar). Agar bosim orttirilganda bug' sovitilsa, bug' asta sekinlik bilan avval suyuqlikka o'tadi, so'ngra harorat kamayishi hisobiga suv sovishi natijasida sekin muzlaydi (4-5-6-7 chi jarayonlar).

**Suyuqlik kondensatorlari.** Suyuqlik kondensatorlarini 2 ta asosiy turi mavjud: sirtiy va aralashish kondensatorlari.

Sirtiy kondensatorlarda bug' sovitilayotgan yuza bilan ta'sirlashib suyuqlikka aylanadi, bunda issiqlik kondensati sovutuvchi agentga o'tadi.

Aralashish kondensatorlarda bug' sovutuvchi agent bilan bevosita oqimli yoki plyonkali ko'rinishda ta'sirlashadi. Shu yo'l bilan suv bug'lari suv bilan aralashib kondensatsiyalanadi. Suv-oqimli aralashish kondensatorlarda suv oqimi bug' bilan ta'sirlashib, ham kondensatsiyalanadi, ham bir vaqtning o'zida kondensatordan havo va boshqa gazlarni chiqarib tashlaydi.

Sirtiy kondensatorda suv bilan sovitish usuli qo'llaniladi. Kondensatordagi bug' sovutuvchi agentga yuqori samarada issiqlik berishi uchun sovitish agenti muntazam ravishda aylanma harakat qilinishi lozim.

Sirtiy kondensatorning afzalligi shundaki: hosil bo'layotgan kondensat ifloslanmaydi va qaytadan ishlab chiqarishda ishlatilishi mumkin. Kondensatorni unumdorligini boshqarish ham mumkin. Buning uchun sovuqlik tashuvchini sarfi roslanishi kerak. Sirtiy kondensatorlarni turli xil sovuqlik tashuvchilar bilan sovitish mumkin, shuningdek bug'ni turli xil haroratda kondensatsiyalash mumkin.

Aralashish kondensatorlar nihoyatda sodda tuzilishga ega va tannarxi arzon moslamalar bo'lib, ular nam va quruq bo'ladi. Sovutuvchi agent sifatida odatda suv ishlatiladi. Bunda kondensatordan suv bilan kondensat aralashmasi chiqariladi. Bunday turdagi aralashish kondensatorlari biotexnologiya sohasida keng qo'llaniladi, yuqori unumdorlikka ega, sodda tuzilishli va korroziyadan oson himoyalangan bo'ladi.

Nam kondensatorlarda sovituvchi suv kondensat bilan va kondensatsiyalanmagan gazlar bilan nam mikro-havoli nasos bilan so'rib olinadi. Quruq kondensatorlarda suv kondensat bilan birga truba bo'yicha o'z-o'zidan past tomonga harakatlanadi, kondensatsiyalanmagan gazlar esa vakuum nasos bilan so'rib olinadi.

Bug'ni to'liq kondensatsiyalash uchun bug' va suvni yaxshilab aralashtirish kerak, buning uchun kondensatorda sovituvchi suv bilan purkab turilishi kerak.

Suv 1 purkagichga uzatiladi 3, va polkalar 4 bo'yicha suv pastga tushadi va bug'ni 2 kondensatsiyalaydi. Kondensatsiyalanmagan gazli kondensat 5 apparatning pastki qismidan chiqarib yuboriladi.

Quyidagi rasmda to'g'ri oqimli kondensator tasvirlangan:

## Vakuumli sistemalarni xarakterlovchi parametrlar.

Vakuumli nasos VN, truboprovod TP, so'riluvchi ob'ekt SO va vakuummetrlardan tashkil topgan sistemani ko'rib chiqamiz. Vakuummetrlar yordamida ob'ektdagi bosim  $P_{ob}$ , truboprovoddagi bosim  $T_{tp}$ , nasosga kirishdagi  $P_{kir}$  va chikishdagi  $P_{chiq}$  bosimlar o'lchanadi.

Ideal gazning holat tenglamasiga muvofiq:

$$PV = mRT = Nkt$$

V- sistemaning turli xil kesimlari orkali o'tadigan gazning hajmiy sarfi,  $m^3/s$

P – kesimdagi gaz bosimi, Pa

R – gaz doimiysi  $Dj/(kg \cdot K)$

q – vaqt birligi ichida o'tadigan molekulalar soni

K – Boltsman doimiysi

T – absolyut harorat K.

Vakuum tizimlarda odatda gaz oqimi degan kattalik ishlatiladi. Gaz oqimi Q xarfi bilan belgilanadi.

$$Q = p \cdot V \quad Pa \cdot m^3/s = Vt$$

Ko'rilayotgan tizim uchun bosim quyidagicha o'zgaradi:

$$P_{vn} = P_{tb} = P_{ob}$$

Shuningdek, hajmiy sarflar ham o'zgaradi:

$$V_{vn} = V_{tb} = V_{ob}$$

Lekin gaz oqimi doimiy bo'lib qoladi:

$$Q = P_{vn} \cdot V_{vn} = P_{tb} \cdot V_{tb} = P_{ob} \cdot V_{ob} = nKT$$

Bu tenglama gaz oqimlarini turli xil kesimdan vaqt birligi ichida o'tadigan molekulalar soniga proporsional ekanligini ko'rsatadi.

Ob'ekt – vakuumli nasos tizimida bosimlarning taqsimlanishi o'uyidagi rasmda keltirilgan:

Vakuum texnikada so'rish tezligi kabi termin ishlatiladi. Bu terminlarga alohida to'htalib o'tamiz.

So'rish tezligi - berilgan bosimda va vaqt birligi ichida, biror bir kesimda so'rilaetgan gazning hajmiga aytiladi.

Vakuumli nasosning ish tezligi –  $S_{vn}$  – vakuum nasosga kirish kesimida so'rish tezligi bilan tavsiflanadigan kattalik(rasmdagi a – a chiziq):

$$S_{vn} = \frac{Q}{P_{vn}}$$

Ob'ektning so'rish tezligi  $S_{ob}$  – bosim  $P_{ob}$  ostida ob'ektdan chiqarilayotgan gazning hajmiy sarfi(rasmdagi b – b chiziq):

$$S_{ob} = \frac{Q}{P_{ob}}$$

Nasosning ishlatilish koeffitsienti esa quyidagicha topiladi:

$$\varphi_{vn} = \frac{S_{vn}}{S_{ob}}$$

Maksimal ruhsat etilgan chiqish bosimi deb normal bosimdan 10 % gacha ortiq bo'lgan bosimdir.

Shuni ham inobatga olish kerakki vakuum tizimi ob'ektdagi gazlarni so'rib olish bilan birga vakuum tizimiga kirib qolgan boshqa gazlarni ham chiqarish uchun ishlatiladi. Gazlarni chiqarib yuborish jarayoni ularning tabiatiga va gazning dastlabki tuyinganligiga bog'liq.

Vakuum tizimining o'tkazuvchanligi  $U$  – vakuum nasos va so'rilayotgan ob'ektni oralig'idagi bosimlar farqi 1 ga teng bo'lganda gazning sarfiga aytiladi:

$$U = \frac{Q}{P_{ob} - P_{vn}}$$

Bunda

$$S_{vn} = \frac{Q}{P_{vn}} = \frac{U(P_{ob} - P_{vn})}{P_{vn}}$$

$$S_{ob} = \frac{Q}{P_{ob}} = \frac{U(P_{ob} - P_{vn})}{P_{ob}}$$

Bu tenglamani soddalashtirish natijasida vakuumli texnikaning asosiy tenglamasi hosil bo'ladi.

$$S_{ob} = \frac{S_{vn} \cdot U}{S_{vn} + U}$$

Bu tenglamani tahlil qilinish natijasida o'uyidagiga olib keladi:

Agar nasosning ish tezligi vakuumli tizimni o'tkazuvchanligiga mos bulsa, ya'ni  $S_{vn} = U$  ob'ektning so'rish tezligi  $S_{ob} = 0,5 S_{vn}$

Agar vakuumli tizimni o'tkazuvchanligi katta bo'lsa, ya'ni  $U > q$  , bunda  $S_{ob} > S_{vn}$  bo'ladi.

Agar vakuumli tizimni o'tkazuvchanligi kichik bo'lsa,  $U < O$  bunday holda ob'ektning so'rish tezligi  $S_{ob} < O$  bo'ladi.

Vakuumli sistemaning foydalanish ko'effitsienti vakuumli sistemaning o'tkazuvchanligiga bog'liq.

$$q_{vn} = \frac{S_{ob}}{S_{vn}} = \frac{U}{S_{vn} Q_U}$$

### Vakuumli tizimlarni so'rish tezligi.

Ob'ektdan gazlarni so'rilish paytida bosim doimiy ravishda o'zgarib turadi  $P_{ob}$ . Bunday holatda qoldiq bosim ham inobatga olinishi zarur  $P_{qold}$ . Qoldiq bosim  $P_{qold}$  qiymati foydalanilayotgan vakuum nasosning turiga va gaz oqimini qoldiq qiymatiga  $Q_{qold}$  bog'liq.

Agar ob'ektdan so'rilayotgan gazni tezligi doimiy bo'lsa, ya'ni  $S_{vn} = \text{const}$ , truboprovodlarning o'tkazuvchanligi katta bo'lsa  $P_{ob} = P_{ot} \rightarrow 0$  bunda  $S_{ob} = S_{vn}$  bo'ladi. Olingan natijalar molekulyar rejimi uchun va qovushqoqlik rejimi uchun ko'llaniladi.

Gaz oqimi quyidagicha ifodalaniladi:

$$Q = P_{ob} \cdot S_{ob} = P_{ob} \cdot S_{vn}$$

Agar differentsial kurinishga o'tkzsak:

$$Q = - \frac{d(P_{ob} V_v)}{d\tau} = - V_v \frac{dp_{ob}}{d\tau}$$

$$\text{bunda } p_{ob} S_{vn} = - \frac{V_v dp_{ob}}{d\tau}$$

$$\text{bundan } d\tau = - \frac{V_v}{S_{vn} p_{ob}} \cdot dp_{ob}$$

Integrallashdan so'ng esa:

$$\tau = \frac{V_v}{S_{vn}} \cdot \ln \frac{P}{p_{ob}}$$

Bu erda  $V_v$  – gazning umumiy hajmi

$q$  – gazning surish vaqti

$P$  –ob'ektdagi bosim ( $\tau = 0$  bo'lganda)

bu tenglamadan bosimni bir necha marotaba kamaytirib eki ko'paytirib jarayonni vaqtini aniqlash mumkin.

Misol uchun agar bosimni 2 bavabar kamaytirish kerak bo'lsa:

$$\tau_{0,5} = \frac{V_v}{S_{vn}} \cdot \ln 2 = 0.69 \frac{V_v}{S_{vn}}$$

Agar bosimni 10 baravar kamaytirish kerak bulsa:

$$\tau_{0,1} = \frac{V_v}{S_{BH}} \cdot \ln 10 = 2.3 \frac{V_v}{S_{BH}}$$

Masala: Umumiy sig'imi  $50 \text{ m}^3$  bo'lgan apparat tizimida bosimni 20 min. dan kam bo'lmagan vaqtda 10 baravar kamaytirish lozim. Vakuum moslamasining kerakli tezligini aniqlang.

$$S_{BH} = \frac{V_v}{\tau} \cdot \ln \frac{P}{P_{06}}$$

Ber:

$$V_v = 50 \text{ m}^3$$

Echish:

$$\tau = 20 \text{ min}$$

$$S_{vn} = \frac{50}{20} \ln 10 = 5.8 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$P_{06} = 10 \text{ baravar}$$

$$20$$

Pob

$$S_{vn}=?$$

### **Vakuum nasos va kompressorlarda gazlarni siqilish jarayonida energetik harajatlarni kamaytirish usullari**

1. Yuqori mexanik va termodinamik FIK ga ega bo'lgan moslamalar ishlatish lozim. Bunday moslamaning narxi qimmat bo'lsada, ish jarayonida u o'zini tez oqlaydi.
2. Moslamalar yaxshi sovutilishi kerak [ $T=\text{const}$ , izotermik bo'lishi kerak] yoki ko'p bosqichli bo'lishi kerak. Bu moslamalardan chiqayotgan suvning [sovituvchi

suvning] harorati  $40^{\circ}\text{S}$  dan past bo'lishi kerak, bunda suvning harorati bilan sovitilayotgan gazning haroratlari orasidagi farqi kamida 12..15 K bo'lishi kerak. Suv va gazni harorati qancha past bo'lsa, shuncha kam energiya sarflanadi.

3. Moslamada sovutuvchi suvga issiqlik o'tganda undan boshqa maqsadlarda foydalanish.

4. Issiq bilan ishlaydigan sehlar orqali moslamalarning so'ruvchi truboprovodlari o'tsa ular issiqlikdan izolyatsiyalanishi kerak, yoki harorat ko'tarilishini kamaytirish uchun bu moslamalar bino devori bo'ylab, soya tushgan tomoniga joylashtirilishi lozim.

5. Halkali, oqimli kompressorlar va vakuum nasoslarga berilayotgan suvning harorati nihoyatda past bo'lishi kerak.

6. Kompressor va vakuum nasoslarni yuqori samarali ishlashini ta'minlash uchun yuqori quvvatga ega bo'lgan moslamalarni tanlash lozim. Moslamalar tanlanayotganda siqilgan gazning miqdori va bosimini bilish kerak. Moslama konstruksiyasida ortiqcha to'siqlar bo'lishi kerak emas.

7. So'rilaetgan gazda namlik mavjud bo'lsa ular ushlanishi yoki kondensatsiyalanishi lozim. Kompressorlarni yoki vakuum nasoslarni ishchi muhitlarida gazlarni siqilishi paytida bug'lar kondensatsiyalansa moslama avariya holatiga olib kelishi mumkin.

8. Kompressor moslamalarining iqtisodiy ko'rsatkichiga gazlarni filtri ham bog'liq. Bu filtrlar doimo tozalanishi yoki almashtirilib turilishi lozim. Filtrlarda qarshilik ko'paysa kompressor ishi sustlashadi. Va ko'p miqdorda energiya sarflanadi. Qishki mavsumlarda ham filtrlarni muzlashini oldini olish kerak. Shuning uchun. kompressor va vakuum nasoslarga gazlarni berishdan oldin ular mexanik aralashmalardan tozalansa yaxshi samara beradi.

9. Kompressor va vakuum moslamalarni ishlatishdan oldin ularni texnik sozligi tekshirilishi lozim. Sovitgichlar, truboprovodlar, yordamchi moslamalar, bosimni va haroratni boshqarilishi, moslama qismlarini moylash va remont ishlarini o'z vaqtida olib borilishi lozim.

10. Vakuum ostida va siqilgan gazlar bilan ishlaydigan moslamalar germetik bo'lishini ta'minlash lozim.

### **Tayanch so'z, iboralar va ularning izoqi.**

**Vakuum** deb shunday holatga aytiladiki, bunda absolyut bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lishi kerak moslamadir.

**So'rish tezligi** - berilgan bosimda va vaqt birligi ichida, biror bir kesimda so'rilaetgan gazning hajmiga aytiladi.

**Vakuimli nasosning ish tezligi** — vakuum nasosga kirish kesimida so'rish tezligi bilan tavsiflanadigan kattalikdir.

**Ob'ektning so'rish tezligi** – bosim ostida ob'ektdan chiqarilayotgan gazning hajmiy sarfiga aytiladi.

### **Mavzu bo'yicha nazorat savollari.**

1. Vakuum nasoslarining vazifalari nimadan iborat ?
2. Vakuum nasoslarini ishlash turiga qarab necha turga bo'linadi ?
3. Vakuum nasoslarini quvvati qanday aniqlanadi ?
4. Vakuum nasoslarni tavsiflovchi qanday parametrlar bor ?
5. Vakuum nasoslarni samarali va tejimli ravishda ishlatish uchun qanday vazifalarni amalga oshirish lozim ?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yihati**

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. Акопян А.А. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов, М.«Высшая школа», 1963, 266 с.
4. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1986. - 344 с.
5. Х.М.Комилов, Ф.Х.Тухтаев. Энерготехнология фанидан маърузалар матни. Тошкент 2005, 99 бет.

### **Ma'ruza № 5**

#### **Issiqlik almashinishning nazariy asoslari.**

#### **Issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektsiya va nurlanish.**

#### **Fur'e qonuni. Nyutonning sovitish qonuni.**

#### **REJA:**

1. Issiqlik almashinish va ularning turlari.
2. Issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonunlari. Fur'e qonuni.
3. Issiqlikning nurlanishi
4. Konvektiv issiqlik almashinish. Nyutonning sovitish qonuni.

Issiqlik o'tkazish – issiqlik energiyasining tarqalish qonuniyatlarini o'rganuvchi fandır. 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 xarakatlantiruvchi 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 konduksiya] 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 konveksiya deyiladi. Konveksiya 2 xil bo'ladi: erkin va majburiy. Gaz yoki suyuqlik ayrim qismlardagi zichliklarning farqi natijasida hosil bo'ladigan issiqlikning almashinishi tabiiy yoki erkin konveksiya deyiladi.

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

Issiqlik energiyasining elektromagnit to'lqinlar 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.

### **Issiqlik o'tkazuvchanlik**

Biror jism [yoki suyuqlik] ning ichida harorat xar hil bo'lganida issiqlik energiyasi issiqlik o'tkazuvchanlik orqali tarqaladi. Bunday holda temperatura maydoni

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

Bu erda,

$t$  – tekshirilayotgan nuqtadagi harorat,

$x, y, z$  – tekshirilayotgan nuqtaning koordinatalari

$\tau$  – vaqt.

Agar harorat vaqt davomida o'zgarmasa, harorat maydoni turqun buladi.

Bir xil haroratga ega bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni izotermik yuza deb yuritiladi. harorat o'zgarishini ( $\Delta T$ ) izotermalar orasidagi masofaga bo'lgan ( $\Delta \eta$ ) nisbati temperatura gradienti.

$$\text{grad } t = \lim_{(\Delta \eta) \rightarrow 0} \frac{(\Delta t)}{(\Delta \eta)} = \frac{\partial t}{\partial \eta}$$

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:

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

Agar  $Q = q$  deb olinsa  
 $F * \tau$

Bu erda,  $q$  – issiklik okimi zichligi

$\lambda$  – issiklik utkazuvchanlik koefitsienti.

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

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

Issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientining fizik ma'nosi: issiqlik almashinish yuzasi birligidan ( $1 \text{ m}^2$ ) vaqt birligi davomida ( $\tau$ ) izotermik yuzaga normal bo'lgan  $1 \text{ m}$  uzunlikka to'g'ri kelgan haroratlarning  $1^0\text{S}$  ga pasayishi vaqtida issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan berilgan issiqlik miqdorini belgilaydi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientining 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.

Misol tariqasida tsilindrsimon devorning issiqlik o'tkazuvchanligini ko'rib chihamiz. Uzunligi  $L$ , ichki radiusi  $R_i$  va tashqi radiusi  $R_t$  ga teng bo'lgan silindrsimon devorning [5-rasm] issiqlik o'tkazuvchanligini ko'rib chihamiz.

Ichki va tashqi devorlardagi haroratlarni o'zgarmas hamda ular  $t_{d1}$  va  $t_{d2}$  ga teng deb olinadi ( $t_{d1} > t_{d2}$ ). Biroq kesim uchun tsilindrsimon devorning yuzasi  $F=2\pi rL$ .  $F$  ning qiymatini issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasiga qo'yilsa bir o'lchamli maydon uchun quyidagi ifodani olamiz.

$$Q = - \lambda * 2 * \pi * r * L * \tau * \frac{dt}{dr}$$

bu erda  $\delta = r_t r_u$  bo'lib,  $d\delta$  o'rniga  $dr$  ni qo'yish mumkin:

$$Q = - \lambda * 2 * \pi * r * L * \tau * \frac{dt}{dr}$$

$$\text{yoki } \frac{dr}{r} = - \lambda \frac{2 * \pi * r * L}{Q} dt$$

Bu tenglamani  $r_u$  dan  $r_t$  gacha va  $t_{d1}$  dan  $t_{d2}$  gacha chegaralar bo'yicha integrallaymiz:

$$r_u \int_{r_u}^{r_t} \frac{dr}{r} = - \lambda \int_{t_{d1}}^{t_{d2}} \frac{2\pi r L dt}{S_{tg1}^{tg2}} dt$$

$$\text{bundan } \ln \frac{r_t}{r_u} = \frac{2\pi r L \tau}{\lambda} (tg_1 - tg_2)$$

yoki  $\frac{r_t}{r_u} = \frac{d_t}{d_u}$  xisobiga olinsa:

$$Q = \frac{2\pi L \tau (tg_1 - tg_2)}{\lambda \frac{1}{2,3} \lg \frac{d_t}{d_u}}$$

bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, tsilindrsimon devorning qalinligi bo'yicha harorat egri chiziq bo'yicha o'zgaradi, bu tenglama to'g'ri issiqlik rejimi uchun tsilindrsimon devorning issiqlik o'tkazuvchanligini ifodalaydi.

Bir necha qatlamdan iborat bo'lgan tsilindrsimon devordan issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan berilgan issiqlik miqdorini quyidagi tenglama orqali xisoblash mumkin:

$$Q = \frac{2\pi r L \tau (tg_1 - tg_2)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \lg \frac{d_{i+1}}{d_i}}$$

### Issiqlikning nurlanishi

Issiqlikning nurlanishi atomlar ichida murakkab tarzda kechadigan jarayondir. Issiqlik nurini tashuvchisi bo'lib energiya zarrachalarning oqimi bo'lishi fotonlar yoki energiya kvantlari xisoblanadi. Ular elektromagnit to'lqin xususiyatiga egadirlar. Ularning tabiati bir xil, lekin to'lqin uzunligi xar hil bo'ladi.  $\lambda=0,4$  mkm dan  $0,8$  mkm gacha – yoruqlik nuri  $\lambda=0,8$  mkm dan  $800$  mkm gacha infraqizil nurlar deyiladi.

Agar jismning yuzasiga  $Q_N$  miqdorda nurlangan issiqlik tushsa, uning fakat bir ulushi  $Q_A$  jism tomonidan yutiladi va issiqlik energiyasiga aylanadi, boshqa ulushi  $Q_R$  jismning yuzasidan qaytariladi, energiyaning qolgan ulushi  $Q_D$  esa jism orkali o'tib ketadi.

Demak:

$$Q_H = Q_R + Q_D$$

yoki

$$\underline{Q_A} + \underline{Q_R} + \underline{Q_D} = 1$$

$$Q_H + Q_H + Q_H$$

Tenglamadagi birinchi bo'linma jismning nurlangan issiqlikni yutish qobiliyatini, uchinchi bo'linma esa jismning o'zidan nurlangan issiqlikni o'tkazib yuborish qobiliyatini bildiradi.

$$\text{Agar } \underline{Q_A} = A \quad \underline{Q_R} = R \quad \text{va} \quad \underline{Q_D} = D$$

$$Q_H \quad Q_H \quad Q_H$$

$$\text{Bulsa, unda} \quad A + R + D = 1$$

A, R va D ning son qiymatlariga ko'ra jismlar quyidagi turkumlarga bo'linadi:

- 1) Agar  $A = 1$  [ $R=D=0$ ], u holda jismga tushayotgan nurlangan energiyaning hammasi yutiladi. Bunday jism absolyut qora jism deb ataladi.
- 2) agar  $R=1$  [ $A=D=0$ ], u holda jismga tushayotgan nurlangan energiyaning hammasi qaytariladi. Bunday jism absolyut oq jism deb ataladi.
- 3) agar  $D=1$  [ $A=R=0$ ], jismning yuzasiga tushayotgan nurlangan energiyaning hammasi jismdan o'tib ketadi. Bunday jism diatermik jism deb ataladi.

Tabiatda absolyut qora yoki diatermik jismlar yo'k. A, R va D o'rtasidagi bog'liqlik jismning tabiatiga, yuzaning xarakteri va uning haroratiga bog'liq. Odatda, qattiq jism va suyuqliklar uchun  $D=0$  va  $A=R=1$  bo'ladi. Gazlar esa asosan diatermik jismlar qatoriga kiradi.

Real sharoitda jismlar yuzasiga nur holda tushgan energiyaning bir ulushi yutiladi, Yana bir ulushi qaytariladi, qolgan kismini esa jism o'zidan o'tkazib yuboradi. Bunday jismlar odatda kul rang jismlar deyiladi.

## Stefan – Boltsman qonuni.

Biror jismning yuza birligi(F)dan vaqt birligi  $\tau$  davomda to'liq uzunligining hama intervali bo'yicha  $[\lambda=0$  dan  $\lambda=\infty$  gacha] nurlangan energiyaning miqdori jismning nur chiqarish qobiliyati deb ataladi.

$$E = \frac{Q_H}{F \cdot \tau} \quad \text{bu erda } Q_H - \text{jism tomonidan nurlangan energiya.}$$

Jismning nur chiqarish xususiyatining to'liq uzunligi intervaliga nisbati nurlanish intensivligi deyiladi:

$$J = \frac{dE}{d\lambda}$$

Bu tenglamani integrallash natijasida jismning nur chiqarish xususiyati va nurlanish intervali o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash mumkin:

$$E = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} J \, d\lambda$$

nurlanish umumiy energiyasining absolyut harorat va to'liq uzunligiga bog'liqligini Plank nazariy yul bilan kashf etgan.

$$E = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} \frac{C_1 \lambda^{-5}}{e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1} d\lambda$$

bu tenglamadagi doimiylar ushbu qiymatlarga ega:

$$C_1 = 3,22 \cdot 10^{-16} \text{ Vt/m}^2 \quad \text{ba } C_2 = 1,24 \cdot 10^{-2} \text{ Vt/m}^2$$

Ohirgi tenglamani ihchamlashtirib quyidagi bog'liqlikni olamiz:

$$E_0 = K_0 \cdot T^4 \quad \text{bu erda } T - \text{jism yuzasining absolyut harorati.}$$

$$K_0 = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Bt}}{\text{m}^2 \cdot \text{R}^4}$$

absolyut qora jismning nur chiqarish doimiysi.

Bu tenglama **Stefan – Boltsman qonuni** deyiladi.

Bu qonunga ko'ra absolyut qora jismning nur chiqarish xususiyati yuza absolyut haroratining to'rtinchi darajasiga proporsionaldir.

### **Konvektiv issiqlik almashinish.**

Issiqlikning qattiq jism yuzasidan suyuqlik [yoki gaz] muhitiga bir yo'la konvektsiya va issiqlik o'tkazuvchanlik usuli yordamida tarqalishi, yoki aksincha, issiqlikning suyuqlik muhitidan qattiq jism yuzasiga o'tishi konvektiv issiqlik almashinish deyiladi.

Suyuqlik muhiti 2 qatlamdan iborat bo'ladi: chegara qatlami va oqimning markazi.

Qattiq jism yuzasidan chegara qatlam orqali energiya issiqlik o'tkazuvchanlik yoli bilan o'tadi. Chegara qatlamdan muhitning markaziga issiqlik asosan konvektsiya orqali tarqaladi. Issiqlikning qattiq jism yuzasidan suyuqlik muhitiga berilish jarayoniga oqimning harakat rejimi katta ta'sir ko'rsatadi.

Konvektsiya 2 turga bo'linadi: tabiiy va majburiy konvektsiyalar. Suyuqlikning "issiq va sovuq" qismlaridagi zichliklar farqi ta'sirida tabiiy konvektsiya vujudga keladi. Majburiy konvektsiya tashqi kuchlar [nasos, ventilyator, aralashtirgich] ta'sirida hosil bo'ladi.

Suyuqlik turbulent rejim bilan harakat qilganida issiqlik almashinish jarayoni ancha tez boradi. Laminar rejimda esa sekin ketadi. Natijada issiqlik almashinishning tezligiga konvektsiya katta ta'sir ko'rsatadigan bo'lib qoladi.

### **Nyuton qonuni**

Konvektiv issiqlik almashinishning asosiy qonuni bo'lib Nyutonning sovitish qonuni hisoblanadi.

Bu qonunga ko'ra, issiqlik almashinish yuzasidan atrof-muhitga berilgan issiqlik miqdori  $dQ$  devorning yuzasiga  $dF$ , yuza va muhit haroratlarining farqiga  $[t_w - t_f]$ , hamda jarayonning davomiyligi  $[d\tau]$  to'g'ri proporsionaldir, ya'ni:

$$dQ = \alpha [t_w - t_f] * dF * d\tau$$

bu erda  $\alpha$  – issiqlik berish koeffitsienti.

Uzluksiz issiqlik almashinish jarayoni uchun tenglama quyidagicha buladi:

$$Q = \alpha * F [t_w - t_f]$$

Issiqlik berish koeffitsienti  $\alpha$  devorning  $1 \text{ m}^2$  yuzasidan suyuqlikka  $1 \text{ s}$  vaqt davomida, devor va suyuqlik haroratlarining farqi  $1^\circ\text{S}$  bo'lganda berilgan issiqlikning miqdorini bildiradi.

Bu koeffitsientning miqdori bir qator kattaliklarga bog'liq: suyuqlikning tezligi  $w$ , uning zichligi  $\rho$ , kovushkokligi  $\mu$ , muhitning issiqlik fizik xossalari [solishtirma issiqlik siqimi  $c$ , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti  $\lambda$ , suyuqlikning hajmiy kengayishi koeffitsienti  $\beta$ , devorning shakli, o'lchami [truba uchun  $d$  - diametr,  $L$  - uzunlik] va uning qadir budirligi  $\varepsilon_0$ .

Shunday qilib, issiqlik berish koeffitsientining qiymati quyidagi kattaliklarga bog'liq ekan:

$$\alpha = f [w, \rho, \mu, c, \lambda, \beta, d, L, \varepsilon_0]$$

Issiqlik berish koeffitsienti bu kattaliklarga bog'liq bo'lganligidan, issiqlik o'tkazish jarayonlarining hamma ko'rinishlari uchun  $\alpha$  ning qiymatini hisoblab chiqaradigan umumiy tenglamani olishning imkoniyati yo'q. Faqat issiqlik almashinishning namunaviy jarayonlari uchun tajriba natijalarini o'xshashlik nazariyasi yordamida qayta ishlash orqali kriterial tenglamalarni chiqarish mumkin. Bu kriterial tenglamalar yordamida issiqlik berish koeffitsientining qiymati hisoblab topiladi.

### **Tayanch so'z, iboralar va ularning izoqi.**

**Issiqlik o'tkazuvchanlik [yoki konduktsiya]** deb - bir-biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz xarakati natijasida yuz beradigan issiqlikning o'tish jarayoni aytiladi.

**Konvektsiya** deb - gaz eki suyuqliklarda makroskopik hajmlarning harakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning tarqalishi aytiladi.

**Tabiiy yoki erkin konvektsiya** deb - gaz yoki suyuqlik ayrim qismlardagi zichliklarning farqi natijasida hosil bo'ladigan issiqlikning almashinishi aytiladi.

**Majburiy konvektsiya** deb - tashqi kuchlar ta'sirida [M: suyuqliklarni nasoslar yordamida uzatish yoki ularni mexanik aralashtirgichlar bilan aralashtirish paytida] paydo bo'ladigan issiqlik almashinish jarayoniga aytiladi.

Issiqlikning nurlanishi deb - issiqlik energiyasining elektromagnit to'lqinlar yordamida tarqalishi aytiladi.

### **Mavzu bo'yicha nazorat savollari.**

1. Issiqlik almashinishning nechta turi bor ?
2. Issiqlik o'tkazuvchanlik va uning fizik ma'nosini tushuntiring ?
3. Nyutonning sovitish qonuni qanday ifodalanadi ?
4. Issiqlikning nurlanishi qanday jarayon hisoblanadi ?
5. Konvektiv issiqlik almashinishda qanday jarayon sodir bo'ladi ?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yihati**

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. Акопян А.А. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов, М.«Высшая школа», 1963, 266 с.
4. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1986. - 344 с.

5. Х.М.Комилов, Ф.Х.Тухтаев. Энерготехнология фанидан маърузалар матни.  
Тошкент 2005, 99 бет.

### **Ma'ruza № 6**

#### **Bug' kompressorli sovitgich moslamalari, va ularning turlari.**

#### **Sovuqlik tashuvchilar. Bug' kompressorli sovituvchi moslamalarning samaradorligini oshirish.**

##### **Reja:**

1. Bug' kompressorli moslamalarning turlari.
2. Sovitgich moslamalarining turlari.
3. Sovuqlik tashuvchilar
4. Bug'-kompressorli sovituvchi moslamalarning samaradorligini oshirish yo'llari.

#### **Bug' – kompressorli sovituvchi moslamalar.**

Sovitish moslamasi deb yuqori haroratdagi issiqlikni kichik haroratga tashib beruvchi moslama aytiladi.

Sovitish jarayoni kompressor yordamida amalga oshirilsa, bunday moslamalar kompressorli sovitish moslamalari deyiladi.

Bug' – kompressorli sovituvchi moslamada sovituvchi agent o'zining agregat holatini o'zgartiradi.

Bug' – kompressorli sovitish moslamalarida sovitish agenti sifatida past haroratda qaynaydigan suyuqliklar ishlatilib, bu suyuqliklar  $T_{kich}$  haroratda bug'lanish xususiyatiga ega bo'lishi kerak.

Suyuqlik agentini bug'latish uchun zarur bo'lgan issiqlik, sovituvchi ob'ektlardan sovuqlik tashuvchilar [ST] yordamida uzatiladi.

Ideal kompressorli sovitish moslamasini ishlash tartibini ko'rib chiqaylik. Kompressor KM sovituvchi agentning bug'larini so'rib oladi va  $P_{yo'q}$  bosimigacha siqadi, bunday ishlash jarayonida sovituvchi agentning harorati  $T_{yo'q}$  gacha ortadi. Bunda adiabatik siqilish 1-2 jarayoni hosil bo'lib,  $L_{yo'q}$  ish sarflanadi.

Kompressordan keyin sovituvchi agentning bug'lari K kondensatorga keladi, u erda kondensatsiyanadi.

Kompressorli sovitish moslamasini ishlashi quyidagi rasmda keltirilgan.

Kondensatsiyanish jarayonida issiqligini atrof-muhitga [ATM; suv yoki havoga] beriladi. Kondensatsiyanish jaraeni bug'larni izotermik siqilishi asoslangani uchun doimiy bosimda  $P_{yo'q}$  va doimiy haroratda  $T_{yo'q}$  olib boriladi. Bu jarayon hosil bo'lgan suyuq sovituvchi agent kondensator K dan detanderga DT kelib tushadi. Bu erda adiabatik kengayish jarayoni sodir bulib,  $L_{kich}$  ish sarflanadi, va shu paytda sovituvchi agentning bosimi va harorati  $P_{kich}$  va  $T_{kich}$  gacha kamayadi. So'ngra suyuq holdagi sovituvchi agent bug'latgichda B, doimiy haroratda  $T_{kich}$  va doimiy bosimda  $P_{kich}$  bug'latiladi, ya'ni sovituvchi agentning izotermik kengayish jarayoni sodir bo'ladi.

Ideal sovitish moslamalari ishlab chiqarishda odatda ishlatilmaydi, chunki nam bug'ning siqilishi jarayonida kompressor moslamasining qismlari tez ishdan

chiqadi, shuningdek, detandarda nam bug'ning siqilishi natijasida kerakli bo'lgan yuqori unumli ish bajarilmaydi.

### **Real [xaqiqiy] tsiklda ishlovchi sovituvchi moslamalar.**

Bu turdagi moslamalar ideal tsiklda ishlovchi moslamalardan quyidagilar bilan farqlanadi:

1. Murakkab tuzilishga ega bo'lgan detander oddiy moslama – drossel bilan almashtiriladi, bunda qaytar adiabatik kengayish jarayoni qaytmas drossellash jarayoni bilan almashtiriladi. Bu jarayonda faqatgina bosimni orttirishga mo'ljallangan bo'lib, sovuqlik siklini ishlab chikarish unumdorligi bir muncha kamayadi.

2. Kompessor tomonidan sovituvchi agentni siqilishi nam muhitda sodir bo'lmasdan, qizdirilgan bug' muhitda bo'ladi, bunda siqilish ishi ortadi. Barcha sovuqlik tashuvchilar uchun gazlar quruq holda bo'lsa, kompressorning unumdorligi yuqori bo'ladi. Bosimni orttirish jarayonida bug'ning harorati keskin ko'tariladi va tsilindr devorlari kizib ketadi. Bug'larni surilish paytida tsilindr devorining harorati nam bug'ning haroratidan yuqori bo'lib qoladi, issiqlik devordan bug'ga beriladi. Bunday holatda nam bug'dagi suyuqlik zarrachalari qaynay boshlaydi.

3. Sovituvchi agentning bug'lari kondensatsiyalangandan keyin bu kondensat odatda [5.... 10] K ga sovitiladi va sovitish unumdorligi ortadi.

Quyidagi rasmda bug' kompressorli sovitish moslamaning sxemasi keltirilgan.

Bu erda KM-kompessor,

K–kondensator (kondensatorda siqilgan havoni sovitish jarayoni sodir bo'ladi va uni kondensatsiyalash jarayoni yuz beradi).

Kondensator odatda atrof-muhitdan kelaetgan suv yoki havo bilan sovitiladi. Kondensatni qayta sovitish jarayoni qo'shimcha issiqlik almashinish moslamasida AT sodir bo'ladi. Issiqlik almashinish moslamasiga sovuq holda bo'lgan suv

beriladi (masalan: artezian suvi). Sovituvchi agentni haroratni kamayishi drossel-vintel moslamasi yordamida boshqariladi, bunda sovituvchi agent nam bug'ga aylanadi. So'ngra sovituvchi agent bug'latgichda *I* bug' holatiga o'tadi.

Bug' holatidagi sovituvchi agent **5....10 K** ga qizdiriladi va kompressor **KM** tomonidan so'rib olinadi.

### **Sovitgich moslamalarining turlari.**

Yuqorida ko'rib chiqilgan bug' kompressorli sovituvchi moslamalar bir bosqichli xisoblanadi. Odatda bunday moslamalar bug'lanish va kondensatsiyalanish haroratlarining farqi kichik bo'lganda ishlatiladi.

Bir bosqichli moslamalar bosimlar farki quyidagicha bo'lganda ishlatiladi:

$$\frac{P_{yuq}}{P_{kich}} < 9$$

Agar  $t_{yuq}$  va  $t_{kich}$  haroratlar farqi katta bo'lganda va  $P_{yuq}/P_{kich}$  ham katta bo'lsa ikki yoki ko'p bosqichli moslamalar ishlatiladi.

Ikki bosqichli moslamalar  $t_{kich} < [-60.....-80^{\circ}\text{C}]$  va

$P_{yuq}/P_{kich} = 7....100$  bo'lishini ta'minlaydi

Uch bosqichli moslamalar  $t_{kich} < -80^{\circ}\text{C}$  va  $P_{yuq}/P_{kich} > [80....100]$  bo'lishini ta'minlaydi.

Bu turdagi moslamalarda sovituvchi agent bug'lanish bosimidan kondensatsiyalanish bosimigacha birdaniga siqilmaydi, bunda siqilgan bug'lar oraliq sovitish bosqichlaridan o'tadi. Ko'rilayotgan moslamaning  $P_{yuq}/P_{kich}$  umumiy kursatkichdan xar bir boskichda  $P_{yuq}/P_{kich}$  ko'rsatkichi kichik bo'ladi. Xar bir bosqichda harorat ham kamayadi. Oraliq moslamada sovituvchi agent bug'ining sovutilishi hisobiga bug'larning hajmi kamayadi, shuningdek ikkinchi bosqichda bug'larning siqilish ishi kamayadi. Bu jarayon natijasida energiyaning umumiy sarfi kamayadi.

Ikki va ko'p bosqichli sovituvchi moslamalar kimyo farmatsevtika va biotexnologiya sohasida juda ko'p qo'llaniladi. Misol uchun: bakterial

preparatlarni, zardoblarni, endokrin mahsulotlarni sublimatsiyali quritishda keng ishlatiladi.

### **Sovituvchi agentlar.**

Sovitish jarayonida ishchi jism sifatida ishlatiladigan modda sovituvchi agent deyiladi.

Sovituvchi agentlarga bir qator talablar qo'yiladi:

- inson soqligi uchun bezarar bo'lishi,
- normal atmosfera bosimida kichik qaynash haroratiga ega bo'lishi,
- katta bo'lmagan bosimlarda va atrof-muhit haroratiga yaqin bo'lgan haroratdagi sovituvchi suv yoki havo bilan kondensatsiyasi [moslamaning ishini osonlashtirish, moslamaning oqirligi kichik, tannarxi va energiyani iste'mol qilish kam bo'lishi],
- muzlash harorati kichik bo'lishi;
- maksimal darajada yuqori qaynash haroratga ega bo'lishi;
- maksimal darajada issiq bug' xosil qilib, massaviy va hajmiy sovuqlik ishlab chiqarish unumdorligini katta bo'lishini ta'minlash;
- ishchi harorat va bosimda minimal solishtirma hajmga ega bo'lishi [trubovodlarni diametrlarini kattalashishini oldini olish] kerak;
- sovituvchi agentning havo bilan aralashmalari portlovchi va oson yonuvchan bo'lishi kerak emas;
- metallarga nisbatan neytral bo'lishi [korroziya hosil qilmasligi yoki bug' bo'lganda oson oksidlanmasligi] kerak;
- suvni oson erurita olishi [suvni eritish xususiyatiga ega bo'lmasa sistemaga kirgan namlik muzlab qolib, to'siqlar paydo qiladi va tsirkulyatsiya buziladi] ;
- narxi arzon bo'lishi kerak.

Xozirgi paytda yuqorida ko'rsatilgan barcha talablarga qisman javob beradiganlardan: ammiak va freonlar hisoblanadi.

Ammiak odam ko'zining shilliq pardasini va yuqori nafas yo'llarini qitiqlaydi. Ishlab chiqarish korxonalaridagi ammiakni havodagi ruhsat etilgan

kontsentratsiyasi 0,2 mg/l. Shuning uchun moslamalarda ammiak ishlatilsa yaxshilab nazorat qilinishi kerak. Chunki moslamaning salniklari va flanelarlari orqali ammiak oqib chiqib ketishi mumkin. Qora metallarga ammiakning ta'siri yo'q: rangli metallarga masalan: Rux, mis va ularning aralashmalarini namlik sharoitida parchalash xususiyatiga ega. Ammiak suvda yaxshi eriydi va yog'da oz eriydi. Sistemaga namlik kirib qolsa, ammoniy gidroksidi paydo bo'lishiga olib keladi, bu esa cho'kma hosil qilib kompressorlarni ifloslaydi. Ammiak oson portlovchi va yong'in modda hisoblanadi. Agar havodagi ammiakning miqdori 11% dan oshsa alanga olish qobiliyatiga ega, agar ammiakning miqdori 16-26,8 % bo'lsa portlash yuz berishi mumkin. Shuning uchun ammiak bilan ishlovchi moslamalarda xavfsizlik qoidalariga rioya qilib ishlanishi kerak va nazoratni yaxshi qilish kerak.

Freonlar – to'yingan uglevodorodlarning ftorli va xlorli hosilalari hisoblanadi. Freonlarning turi ko'p bo'lib, kimyoviy nomlanishi o'rniga R – soni bilan nomlanadi.

M: Eng ko'p ishlatiladigan freonlardan freon 12[eki R- 12 diftor dixlor metan] va freon 22 [eki R- 22 diftor dimonoxlor metan] dir.

Freonlar hidsiz bo'lib, kam miqdorlarda ishlatilganda odam uchun xavfsiz hisoblanadi. Katta miqdordagi freonlar bilan ishlanganda agar tarmoq yoki tizimdan freon ko'p moqdorda chiqib ketsa [hajm jihatidan 30%] nafasni qisishiga olib keladi. Freon havodan ko'ra 3,5 baravar oqir bo'lgani uchun havodagi kislorodni siqib chikaradi,.

Odatda freonlar metallarni korroziyaga uchratmaydi. Agar tarkibida namlik bo'lsa metallar korroziyaga uchraydi.

Freon bilan ishlaydigan moslamalarning germetikligiga aloqida e'tibor berish kerak. Freonlarni sistemadan chiqib ketishini payqash qiyin, chunki ular xidsiz. Freonlar shuningdek metalmas birikmalarni quritib yuborishi mumkin. Shuning uchun freonli moslamalarda freonga chidamli moslamalar ishlatiladi.

Freon yog'da yaxshi eriydi. Freon ammiakdan 2 baravar og'ir bo'lib, sovutuvchi moslamalarining trubalar diametri kattaroq bo'lishi kerak.

## **Sovuqlik tashuvchilar**

Sovitiluvchi ob'ektlardan issiqlikni sovituvchi moslamaga etkazib beruvchi moddalar sovuqlik tashuvchi moddalar deyiladi. Masalan: bug'-kompessorli sovitishli moslamasiga bu modda etkazib beriladi va u erda bug'latililadi.

Sovuqlik tashuvchilar 2 xil bo'ladi: suyuq va qattiq. Biotexnologiyada qattiq sovuqlik tashuvchilar qo'llanilmaydi. Suyuq sovuqlik tashuvchilarga tuzlarni suvli eritmasi misol bo'la oladi.

Sovuqlik tashuvchilarga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi:

- Muzlash haroratini pastligi,
- yuqori issiqlik sig'imiga ega bo'lishi,
- kichik qovushqoqlikka ega bo'lishi,
- kimyoviy barqaror,
- yonuvchan va portlovchan bulmasligi,
- tannarxi arzon bo'lishi,
- xom ashesi etarli darajada bo'lishi kerak.

Amaliyotda sovituvchi moslamalarda ishlanayotganida harorat  $0^{\circ}\text{S}$  dan kichik bo'lmasa oddiy suv ishlatiladi.

Manfiy haroratlarda sovituvchi agent sifatida quyidagi tuzlarning suvli eritmalari ishlatiladi: NaCl, Mg, Ca va x.k.. Agar tuzli eritmaning konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, uning muzlash harorati shuncha kichik bo'ladi. Lekin xar bir eritma uchun eng kichik muzlash harorati mavjud – bu kriogidrat nukta deyiladi.

### **Bug' – kompressorli sovitish moslamalarining turlari.**

Bug' kompressorli sovitish moslamalarning asosiy moslamasi sifatida kompressor ishlatiladi. Kospressorlar sovituvchi agentni siqishiga va aylanma harakat qilishiga yordam beradi.

Odatda porshenli, rotatsion, vintli va turbokompressorli moslamalar qo'llaniladi. Bu moslamalarning ishlash tartiblari oldingi darslarda aytib o'tilgan edi.

Lekin sovutuvchi moslamalarda ishlatiladigan kompressorlar bir qancha afzalliklariga ega:

- sovutuvchi agent oqib chiqib keta olmaydi, ya'ni moslamalar germetik tarzda ishlov berilgan,
- energetik sarf harajati boshqarish mumkinligi, xaydash va so'rish bosimlarini,
- harorati boshqarilishi mumkinligi.

Moslama uchun mo'ljallangan turli hil surish moylari siqiluvchi agentga aralashib ketmaydi.

Oldingi vaqtlarda faqatgina porshenli kompressorlar ishlatilib kelingan edi. Ular siqiluvchi sovutuvchi agentning turiga ko'ra quyidagilarga bo'lingan: ammiakli, freonli va universal, shuningdek, sovuqlik ishlab chiqarish unumdorligi bo'yicha kichik (14 kVt gacha), o'rta (14...105 kVt gacha) va yirik (105 kVt dan katta). Shu bilan bir qatorda barcha porshenli kompressorlar sovutish tizimlari bilan o'rnatilgan.

Rotatsion kompressorlar yuqori unumdorlikda ishlovchi moslamalar bilan birgalikda o'rnatiladi. Rotatsion kompressorlarda so'ruvchi klapanlarning yo'qligi tufayli ular sovutuvchi agentning kichik qaynash haroratlarida ishlashi mumkin.

Vintli kompressorlar sovutish moslamalari bilan birgalikda ishlatilganda o'zining kichik hajmli o'lchami bilan farqlanadi. Bunday moslamalar porshenli kompressorlarga o'xshash yuqori aylanishlar tezligida ishlashi mumkin. Bunday moslamalarni sovutuvchi agentning harorati kichik bo'lgan moslamalarda ishlatish maqsadga muvofiq. Bu moslamalarning so'rish bosimi 5...2 kPa.

## **Bug' – kompressorli sovitish moslamalarning samaradorligini oshirish yo'llari.**

Bug' kompressorli moslamalarning iqtisodiy samaradorligi tsiklni amalga oshirish uchun sarf bo'ladigan energetik sarf harajatlarga bog'liq.

Quyida bug'-kompressorli sovitish moslamasining unumdorligini oshirish uchun bajariladigan usullar keltirilgan:

- Sovuqlik tashuvchi uchun bug'latish yoki qaynash jarayonini o'ta kichik haroratlarda olib borish kerak emas. Qaynash haroratini pasayishi natijasida bug'lanish bosimi kamayib, sovuqlik ishlab chiqarish kamayadi, bunda esa solishtirma elektroenergiya sarfi ko'payadi.

Kompressor bir tekis quruq rejimda ishlashi lozim. Buning uchun sovituvchi agentning so'rib oliyotgan bug'larining harorati ammiakni bug'lanish haroratidan 5..15 K ga, freonga nisbatan esa 20...30K ga ko'proq farqlanishi kerak. Agar kompressorga suyuqlik kirib qolsa gidravlik turtki sodir bo'ladi.

Sovuqlik tashuvchisi bug'ning kondensatsiyasi past bo'lishini ta'minlash kerak. Kondensatsiyalanish harorati ortsa, kondensatsiyalanish bosimi va jarayonda bajariladigan ish ham ortadi, lekin bug'lanishning solishtirma issiqligi kamayadi. Kondensatsiya jarayonining bosimi va harorati kondensatorga kelib tushadigan suvning haroratiga va miqdoriga bog'liq.

Sovuqlik agentini kondensatini qayta sovitish solishtirma unumdorlikni oshiradi. Bu jarayonda suv avval qayta sovitgichga o'tadi va keyin kondensatorga kelib tushadi. Sovituvchi agentni 1 Kelvinga oshirilsa sovuqlik ishlab chiqarish unumdorligi 0,4 % ga ortadi.

Sovitish moslamasini tejamkor va avariyasiz ishlatish uchun, ishni boshlashdan avval sovituvchi moslamalar va uskunalar sovuq suv bilan yuvilib va sovitilib olinishi kerak. Bunday holda moslama va uskunalarining harorati Q20....Q30<sup>0</sup>S atrofida bo'lishi kerak.

## **Tayanch so'z, iboralar va ularning izoqi.**

**Sovitish moslamasi** deb yuqori haroratdagi issiqlikni kichik haroratga tashib beruvchi moslama aytiladi.

**Kompressorli sovitish moslamalari** deb sovitish jarayoni kompressor yordamida amalga oshiriladigan moslamalarga aytiladi.

**Sovuqlik tashuvchilar** [ST] deb suyuqlik agentini bug'latish uchun zarur bo'lgan issiqlik, sovituvchi ob'ektlardan tashiluvchilar.

**Sovuqlik tashuvchi moddalar** deb sovitiluvchi ob'ektlardan issiqlikni sovituvchi moslamaga etkazib beruvchi moddalarga aytiladi.

## **Mavzu bo'yicha nazorat savollari.**

1. Bug' kompressorli moslamalarning qanday turlari mavjud?
2. Sovuqlik tashuvchi moddalar va ularning turlari?
3. Bug'-kompressorli sovituvchi moslamalarning samaradorligini qanday yo'llar bilan oshiriladi?
4. Sovituvchi agentlarga qanday talablar qo'yiladi?

## **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yihati**

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. Акопян А.А. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов, М.«Высшая школа», 1963, 266 с.
4. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1986. - 344 с.

5. Х.М.Комилов, Ф.Х.Тухтаев. Энерготехнология фанидан маърузалар матни.  
Тошкент 2005, 99 бет.

## **Ma'ruza № 7**

### **Sanoat usullarida issiqlikning olinishi.**

#### **Mavzu rejasi:**

1. Yoqilg'i manbaalari. Yoqilg'i tarkibi va asosiy xarakteristikasi.
2. Yoqilg'ining yonish issiqligi.
3. Yoqilg'i energiyasi.
4. Yuqori haroratli issiqlik sarflovchi moslamalar. Qozonlar. Qizdirgichlar, bug'-generatorlari, issiqlik generatorlari.

#### **Issiqlik manbaalari.**

Sanoatda ishlatiladigan issiqlik energiyasining asosiy manbai yoqilg'i hisoblanilib, bularga ham organik, ham yaderli yoqilg'ilar kiradi. Yoqilg'ini qayta ishlashdan hosil bo'ladigan barcha energiya birinchi bosqichda issiqlikka aylanadi. Bu jarayon asosan organik yoqilg'i ishlatiladigan qozonlarda, shuningdek yoqilg'ili qizdirgichlarda amalga oshiriladi.

**Yoqilg'i** bu yonuvchan modda bo'lib, issiqlik hosil qilish uchun ishlatiladi. **Energetik yoqilg'i** deb – sanoatda foydalanish uchun katta miqdordagi issiqlikni olish maqsadida texnik qurilmalarda iqtisodiy jihatdan yoqilishi mumkin bo'lgan yonuvchi moddalarga aytiladi.

Yoqilgi tabiiy va sun'iy bo'lishi mumkin, tabiiy yoqilg'i o'z navbatida organik va noorganik bo'lishi mumkin. Kislorodni oksidlash kimyoviy reaksiyasida, organik yoqilg'i issiqlikni ajratadi. Organik yoqilg'i qattiq [toshko'mir, qo'ng'ir ko'mir, torf va b.], suyuq [neft, mazut, gazli kondensat] va gaz [tabiiy va b.] holida bo'ladi.

Organik yoqilg'i tabiiy ko'rinish holida yoqiladi.

Yaderli yoqilg'i olish uchun uran birikmalaridan issiqlik ajratuvchi elementlar hosil qilinadi.

Uran yoqilg'ilarining zahirasiga e'tibor bersak, organik yoqilgi zahirasidan 4 baravar ko'p ekanligini ta'kidlash lozim. Ko'mirning zahirasi esa boshqa barcha organik yoqilg'ilarga nisbatan 4 baravar ko'pdir. Er shari bo'yicha butun yoqilg'ilarning zahirasi ma'lumotlarga qaraganda 12 trillion tonnaga teng bo'lib, taxminan yana 130 yilga etadi.

Shuning uchun insoniyatning oldida tabiiy yoqilg'larni zahirasini va energiyani qayta tiklaydigan manbalarni samarali va tejimli sarflash vazifasi turibdi.

Ishlatish sharoitiga ko'ra yoqilg'ilar shartli ravishda energetik va texnologik turlariga bo'linadi.

Energetik yoqilg'i issiqlik-energetik qurilmalarida issiqlik va elektr energiyasini olish uchun ishlatiladi. Texnologik yoqilg'i esa suyuqlantiruvchi va qizdiruvchi pechlarda, o'choqlarda va quritgichlarda ishlatilib, undan yana kimyoviy qayta ishlash yordamida turli xildagi sun'iy yoqilg'i turlari, ya'ni koks, yarim koks va generator gazlari olinadi.

Atom energetikasining rivojlanishi bilan keng ko'lamda yadro yoqilg'isi bo'lmish uran elementlarining issiqligidan foydalanilmoqda, lekin hozirgi zamonning eng asosiy energiya manbai bo'lib organik yoqilg'i hisoblaniladi.

Yoqilg'ilarga birmuncha talablar qo'yiladi:

- yoqilg'i yonganda o'zining massa yoki hajm birligiga nisbatan yuqori miqdordagi issiqlikni ajratib chiqara olishi, hamda atrof-muhitga yoki issiqlik qurilmalarining konstruktsiya materiallariga ta'sir etadigan noxush gazlarni ajratib chiqarmasligi kerak.
- yoqilg'i arzon bo'lib, uzoq vaqt saqlanishi davomida o'zining xususiyatlarini o'zgartirmasligi kerak.

Yoqilg'i yonuvchi va yonmaydigan qismlardan tashkil topgan. Uning yonuvchi qismiga C, H, O, N va S kiradi, yonmaydigan qismi esa ballast moddalar hisoblanilib, bular namlik va kuldan iborat bo'ladi.

Ko'pgina yoqilg'ilarni asosini S uglerod va H vodorod tashkil etadi. Yoqilg'i uz tarkibida yana N azot, S oltingugurt, O kislorod saqlashi mumkin bo'lib, u namlikni va mexanik aralashmalarni ham saqlaydi.

C, H va S dan tashkil topgan yoqilg'ining organik qismi yonuvchan modda hisoblanadi. Azot va oltingugurt birikmalarini yonishi natijasida zaxarli moddalar  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , NO, va  $\text{NO}_2$  hosil bo'ladi.

Azot, kislorod, mineral aralashmalar va suv ballast moddalar xisoblanadi.

Yonuvchan massa va ballast moddalar yig'indisi yoqilg'ining ishchi massasini tashkil etadi.

Kul hosil qilish – yonmaydigan yoqilg'ining massaviy ulushidan qoldig'i hisoblaniladi. Kul hosil qilish qancha kam bo'lsa, yoqilg'i shuncha yaxshi hisoblanadi. Yoqilg'i bilan ishlashda xosil bo'lgan kul, shlaklar, sistematik ravishda jarayondan olib tashlanishi kerak. M: slanetsning kul xosil qilishi 60% , gazli yoqilg'ilarning kul hosil qilishi 0 ga teng.

Yoqilg'i namligi deganda – bu yoqilg'idagi suvning massa ulushlarda saqlashi tushuniladi. Misol uchun: torfni namligi 50%, toshko'mir yoki suyuq yoqilg'ida 3% dan ko'p bo'lmaydi.

### **Yoqilg'ining yonish issiqligi.**

**Yoqilg'ining yonish issiqligi** deb – 1 kg qattiq yoki suyuq yoqilg'ining va  $1\text{m}^3$  gaz holidagi yoqilg'ining to'liq yonishdan hosil bo'ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi.

1 kg uglerod yonishidan 34MDj issiqlik, 1 kg vodorod yonishidan 278 KDj va 1 kg oltingugurt yonishidan 9 MDj issiqlik ajraladi.

Yoqilg'ining yonish issiqligi 2 xil bo'ladi.:

1. Yuqori yonish issiqligi.
2. Kichik yoki past yonish issiqligi.

**Yuqori yonish issiqligi** deb – vodorod H yonishidan va yoqilg'i W tarkibidagi namlikni bug'lanishi xisobiga hosil bo'ladigan suv bug'larining issiqlik kondensatsiyasini inobatga olinganda, xosil bo'ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi.

**Kichik yonish issiqligi** deb – namlikni kondensatsiyalanish issiqligini hisobga olmaydigan yoqilg'ining yonish issiqligidir.

Yoqilg'ining tarkibi va tashkil etuvchi komponentlari ma'lum bo'lsa, uning yonish issiqligini aniqlash mumkin. Turli xil yoqilg'ilarni samaradorligini taqqoslash uchun shartli yoqilg'i tushunchasi kiritilgan. Shartli yoqilg'ining qiymati  $q_{\text{shartli}} = 29,33 \text{ MDj/kg}$  ( $7000 \text{ kkal/kg}$ ) ga teng deb olingan.

Shunday qilib, turli xil yoqilg'ining issiqlik ekvivalenti aniqlash formulasi quyidagicha:

$$\Theta = \frac{q_u}{29,33}$$

Issiqlik ekvivalenti yordamida yoqilg'ining [V] sarfi shartli yoqilg'i [ $V_{\text{shartli}}$ ] sarfiga nisbatan qayta xisoblanadi.

$$V_{\text{шартли}} = VE.$$

Masala: Ikki hil yoqilg'ida ishlaydigan pechlarni iqtisodiy tejamkorligini taqqoslang. Agar birinchisi – 0,18 kg qo'nqir ko'mir, ikkinchisi – 0,16 kg toshko'mir sarflab 1MVt issiqlik hosil qilish kerak bo'ladi. Bu yoqilg'ilarning kichik enish issiqliklari 14,5 va 16,7 MDj/kg ga teng.

Echish:

Shartli yoqilg'ining sarfi:

$$V_{\text{shartli}} = \frac{V \cdot q_{\text{kich}}}{29,33}$$

qo'nqir ko'mirda ishlaydigan pech uchun :

$$V_{\text{shartli}} = \frac{0,18 \cdot 14,5}{29,33} = 0,089 \text{ kg /MVt}$$

tosh ko'mirda ishlaydigan pech uchun :

$$V_{\text{shartli}} = \frac{0,16 \cdot 16,7}{29,33} = 0,091 \text{ kg / MVt}$$

Xulosa: qo'ngir ko'mirda ishlaydigan pech ko'p miqdorda yoqilg'i sarflashiga qaramay katta miqdorda issiqlik ajratadi, va iqtisodiy tomondan tejamkor hisoblanadi.

### **Yoqilg'i eksergiyasi.**

Yoqilg'i eksergiyasining asosiy qismini kimyoviy eksergiya tashkil etadi. Kimyoviy eksergiyani yoqilg'ini yonish mahsulotlariga o'tish jarayonida xosil qilish mumkin. Bunda yonish mahsulotlari atrof-muhit bilan termodinamik muvozanat holatida bo'ladi.

Turli xil gaz va suyuqlik xolatidagi organik moddalar uchun kimyoviy eksergiya qiymatini aniqlash mumkin:

- suyuq yoqilg'i uchun eksergiya:  $e_{\text{cy}\text{юк}} \approx 0,975 \text{ } q_{\text{юк}}^{\text{p}}$
- gaz xoldagi yoqilg'i:  $e_{\text{r}} \approx 0,95 \text{ } q_{\text{юк}}^{\text{p}}$
- toshko'mir uchun :  $e_{\text{тк}} \approx 1,08 \text{ } q_{\text{юк}}^{\text{p}}$
- qo'nqir ko'mir uchun:  $e_{\text{кк}} \approx (1,15 \dots 1,2) \text{ } q_{\text{юк}}^{\text{p}}$
- koks uchun:  $e_{\text{к}} \approx 1,06 \text{ } q_{\text{юк}}^{\text{p}}$

Yoqilg'i ishlaydigan moslamalarning eksergetik analizi material va energetik balanslar asosida keltirib chiqariladi.

Yonish jarayonini eksergetik FIK quyidagicha topiladi:

$$\eta_{\text{еиш}} = \frac{E_2}{E_1}$$

Eksergiyani yo'qotilishi quyidagilarga bog'liq:

- yoqilg'i mexanik yoki to'liq yoqilmasa
- yoqilg'ini atrof-muhitga yo'qotishlari ko'p bo'lsa
- yoqilg'ini yonishi hisobiga yonish reaksiyalari qaytar bo'lmasligi.

### **Yuqori haroratli issiqlikda ishlovchi moslamalar.**

Yuqori haroratli issiqlik texnikasi moslamalarida energiyaning quyidagi manbalari ishlatiladi: yoqilg'i, yonuvchi moddalar va elektroenergiya.

Texnologik jarayonni olib borish uchun hosil qilinayotgan issiqlik pechlarda ishlatiladi, yoki turli ko'rinishda (gaz yoki bug') bo'lgan oraliq issiqlik tashuvchilarni qizdirish uchun ishlatiladi.

Agar issiqlik tashuvchilar sifatida bug' bo'lsa, bunday energetik moslamalar bug'-generatorlari deyiladi. Suv bug'larini hosil qilishga mo'ljallangan bug'-generatorlari – qozonli moslamalar yoki bug' hosil qiluvchi kozonlar deyiladi.

Suv uchun mo'ljallangan issiqlik generatorlari suvni qizdiruvchi agregatlar deyiladi.

Yuqori haroratli issiqlik texnikasi moslamasidagi eng sodda issiqlik sxemasi issiqlik chiqindilarini qayta ishlatish jarayonini nazarda tutmaydi, ular kichik FIKga ega bo'ladi, atrof-muhitga ko'p miqdordagi issiqlik va zararli texnologik chiqindilar chiqarishi mumkin.

Umumiy xolda issiqlik chiqindilari o'z ichiga xaydalayotgan gazlarni issiqligini, texnologik mahsulotlar issiqligini va hosil bo'layotgan texnologik chiqindilarni o'z ichiga oladi. Issiqlik chiqindilariga shuningdek, issiqlik izolyatsiyali moslamalardan o'tadigan issiqlik oqimlari ham kiradi. Issiqlik sxemasi tuzilayotganda ichki va tashqi issiqlik chiqindilaridan foydalanuvchi moslamalar sxemasi tuzilishi kerak. Ichki issiqlik ishlatuvchi moslamalar yuqori FIKga ega bo'lishi mumkin.

Biotexnologiyada va kimyo-farmatsevtik texnologiyalarda ba'zi fiziko-kimyoviy jarayonlar yuqori  $[1000...1800^{\circ}\text{S}]$  yoki o'rta  $[300...1000^{\circ}\text{S}]$  haroratlardagi turli xil konstruktsiyali pechlarda olib boriladi.

Qizdirgichlar – boshlanqich materiallarni yuqori harorat ostida qayta ishlash natijasida, kerakli fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan mahsulot yoki yarim tayyor mahsulotni olishga imkoniyat beruvchi moslamaga aytiladi.

Qizdirgichlar biotexnologiya sohasida yuqori haroratda kimyoviy jarayonlarni o'tkazish bilan birga ampulalarni kuydirish, emal bilan qoplangan buyumlarni kuydirish, keramik filtrlarni qaytadan tiklash va ba'zi quritish jarayonlarida keng qo'llaniladi.

## **Qizdirgichlarni tavsiflanishi.**

Energiya bilan ta'minlash usuliga ko'ra qizdirgichlar yoqilg'ili va elektr toki (qarshiliklar, induksion, kontaktli, infraqizil, yuqori chastotali) bilan ishlaydigan turlarga bo'linadi.

Shuningdek, qizdirgichlar ish faoliyatiga ko'ra uzluksiz va davriy bo'ladi.

Davriy ishlovchi pechlarda yuqori haroratda qayta ishlanishi lozim bo'lgan ob'ektlar sovuq pechga yuklatiladi. U erda ob'ekt kerakli haroratgacha qizdiriladi va ma'lum vaqt qizdirgichda qayta ishlanadi, so'ngra sovitiladi va chiqarib olinadi.

Uzluksiz ishlaydigan qizdirgichlarda ob'ekt uzluksiz ravishda yuklatiladi, qayta ishlanadi va chiqarib olinadi.

Qizdirgichlar harorat darajasiga ko'ra kichik haroratli – ishchi muhitdagi gazlarning harorati  $1000^{\circ}\text{S}$  gacha va yuqori haroratli –  $1000^{\circ}\text{S}$  dan yuqori bo'ladi.

Issiqlik almashinishni tashkil etish bo'yicha [issiqlikni materialga uzatilishi bo'yicha] qizdirgichlar bevosita (alangali va kontaktli) va bilvosita turlariga bo'linadi.

Bevosita qizdirish qizdirgichida qizdirish jarayoni mahsulotni yuqori issiqlik harorati bilan to'g'ridan – to'g'ri ta'sirlashadi.

Bilvosita qizdirish usulida issiqlik qizdirgich moslamasining devori orqali uzatiladi. Bunday jarayonni olib borishdan maqsad ob'ektlar ifloslanmasligi yoki yoqilg'i bilan kimyoviy ta'sirlanishini oldini oladi.

Odatdagi atmosfera bosimida qizdirgichli moslamalardagi jarayonlarni  $2000^{\circ}\text{S}$  da olib borsa bo'ladi. Lekin bu jarayonni kamchiliklari sifatida quyidagilarni aytish mumkin: gaz va qayta ishlanayotgan ob'ektlar orasida harorat keskin o'zgarib turishi mumkin, shuningdek issiqlik berish ko'effitsienti kichik bo'ladi.

## **Qizdirgichlardagi jarayonlar.**

Qizdirgichni ishlatish jarayonida havoni miqdori kichik bo'lganda, yoqilayotgan yoqilg'i to'liq yonishini ta'minlab, qizdirilgan yoki yondirilgan

mahsulot moslamadan to'lik olinib turilishi lozim. Agar qayta ishlanayotgan mahsulotlar oksidlanish xususiyatiga ega bo'lsa, ya'ni oksidlanishni oldini olish kerak bo'lsa, yonish jarayoni havosiz muhitda olib boriladi.

Qizdirgichning ishchi muhitidagi issiqlik va harorat rejimlari gazlarning xarakatiga, yonuvchi yoqilg'ining nur o'tkazishiga va qizdirgichning tuzilishiga bog'liq.

Qizdirgichning ishchi muhitidagi issiqlikning almashinishiga ko'ra qizdirgichlar tashqi – gazlar va devordan ob'ektga [nurlanish va konvektsiya] orqali va ichki – ob'ektning yuzasidan orqali uning hajmiga [issiklik utkazuvchanlik] o'tishlari bo'yicha bo'linadi.

Qizdirgichlardagi gazning harakati erkin va majburiy [ventilyator yordamida] ravishda amalga oshirilishi mumkin. Gazlar xarakatlanish paytida qizdirgichning barcha ishchi bo'shliqlarni to'ldirishi kerak bo'lib, gazlarning to'planishiga [gazli haltachalar hosil qilishiga] yo'l qo'yilmasligi lozim.

Qizdirgichlarda ma'lum bir harorat va bosimni rostlab turish lozim bo'lsa, yoqilg'ini uzatilishini rostlash, havo oqimlarini uzatilishini avtomatik boshqarish, gazlarni so'rib oluvchi moslama bilan amalga oshiriladi. Agar harorat yoki bosim keskin o'zgarib yoki ortib ketishi natijasida avariya holati yuzaga kelsa, bunday moslamalar darhol ishlashini to'xtatish kerak.

### **Qizdirgichlarning energetik samaradorligi.**

Qizdirgichlarning issiqlik balansini tuzishda, boshqa turdagi issiqlik sarflovchi moslamalarda kabi, issiqlikni kelishi issiqlikni sarfiga teng:

$$\sum Q_{kel} = \sum Q_{sarf}.$$

Issiqlikni kelishi o'z ichiga:  $Q_1$  – yoqilg'ini yonishi,  $Q_2$  – yoqilg'i bilan birgalikda qizdirgichga kiritish,  $Q_3$  – havo bilan qizdirgichga kiritilishi,  $Q_4$  – boshlanqich xom ashyo bilan qizdirgichga kiritilishi,  $Q_5$  – ekzotermik reaksiyalar issiqliklarini o'z ichiga oladi.

Issiqlikni sarflanishi o'z ichiga:  $Q_6$  – endotermik reaksiyalar,  $Q_7$  – qizdirgichdan tayyor mahsulot bilan olib chiqilishi,  $Q_8$  – qizdirgichdan gazlar bilan olib chiqilishi,  $Q_9$  – qizdirgichdan suv bug'lari bilan olib chiqilishi,  $Q_{10}$  – qizdirgichdan gaz bilan qayta ishlashda hosil bo'lgan mahsulotning mayda zarrachalari bilan olib chiqilishi,  $Q_{11}$  – qizdirgichdan chiqindilar bilan olib chiqilishi,  $Q_{12}$  – yoqilg'ini kimyoviy to'liq yonmasligidan hosil bo'lgan yo'qotishlar,  $Q_{13}$  – yoqilg'ini maxanik to'liq yonmasligidan hosil bo'lgan yo'qotishlar,  $Q_{14}$  – tashqi sovitish natijasida issiqlikni atrof muhitga yo'qotishlari kiradi.

Qizdirgichlarning ishlash samaradorligi termik foydali ish ko'effitsienti orqali topiladi:

$$\eta = \frac{\sum Q}{\sum Q} = \frac{Q_7 - Q_4 + Q_6}{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5}$$

Sanoat miq'yosida ishlatiladigan qizdirgichlarning termik FIK odatda 20...25% dan oshmaydi, sarf qiliniyotgan yoqilg'i ulushi esa 10...12% gacha tashkil etadi. Tabiiy hol, FIK ni oshirish uchun  $Q_8$ ,  $Q_9$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{11}$ ,  $Q_{12}$ ,  $Q_{13}$ ,  $Q_{14}$  – larni kamaytirish yoki bu yo'qotilgan issiqliklarni qayta tiklash kerak.

### **Yoqilg'i bilan ishlaydigan suv–bug'li generatorlar.**

Bug' generatori deb – kerakli bosimga ega bo'lgan, kerakli harorat va kerakli miqdorda bug' hosil qilib beruvchi energetik moslamaga aytiladi.

Agar bunday moslamada suv bug'lari ishlab chiqarilsa, bunday moslamalar qozonlar yoki bug' qozonlari deyiladi.

Texnologik jarayonlarda suv bug'i qizdirish, quritish, bug'latish, xaydash va boshqa jarayonlarda issiqlik tashuvchi sifatida, shuningdek xonalarni isitish va issiq suv bilan korxonalarni ta'minlash uchun ishlatiladi.

Ishlab chiqarish unumdorligiga qarab qozon moslamalari kichik (20 tonna/soat gacha), o'rta (20 dan 70 tonna/soat) va katta (75 tonna/soat dan yuqori) bo'ladi.

Moslamalardan hosil qilinayotgan bug'ning bosimiga ko'ra kichik [3MPa gacha], o'rta [3...7,5 MPa], katta [10....15 MPa], yuqori [15...22,5 MPa] va o'ta yuqori [22,5 MPa dan katta] bosimlarda ishlaydigan moslamalar ishlatiladi.

### **Yoqilg'ili yuqori haroratda qaynaydigan Organik issiqlik tashuvchi bug'-generatorlari**

Oraliq issiqlik tashuvchilar sifatida suv bug'idan tashqari yuqori haroratda qaynaydigan organik issiqlik tashuvchilar ishlatiladi. M: monoizopropildifenil, difenil aralashmalari. Bu moddalarni bug' holatda keltirish uchun mahsus moslamalar kerak bo'ladi.

Biotexnologiya va kimyo-farmatsevtika sohasida odatda elektr isitgich bilan ta'minlangan yuqori haroratda qaynaydigan organik issiqlik tashuvchi bug'-generatorlari qo'llaniladi.

### **Elektr isitgich bilan ta'minlangan yuqori haroratda qaynaydigan organik issiqlik tashuvchi bug'-generatorlari.**

Yuqori haroratda qaynaydigan organik issiqlik tashuvchi bug'-generatorlarini quvvati 54 dan 300 kVt gacha bo'ladi. Elektr qizdirgich bilan ta'minlangan bug'-generatorning rasmi quyidagicha bo'ladi.

Bug'-generatori tsilindrsimon ko'rinishli gorizontal joylashgan katta sig'imli idishdan 1 iborat, bug'ni suyuqlik tomchilaridan ajratuvchi moslama 5, elektr kizdirgichlar bilan ta'minlangan 2, klapan 3, bug' chiqaradigan shtutser 4, suv kiradigan shtutser 6, suyuqlikni to'kib olinuvchi shtutser 7 lardan iborat.

Issiqlik tashuvchini qaynash jarayoni katta hajmda [1...6 m<sup>3</sup>] amalga oshiriladi. Ishchi bosim 0,3...0,4 MPa va harorati  $t=330^{\circ}\text{S}....350^{\circ}\text{S}$  bo'ladi.

### **Suvni qizdiruvchi moslamalar.**

Suvni qizdiruvchi moslamalar suvni  $100^{\circ}\text{S}$  dan yuqori bo'lmagan haroratgacha qizdirish uchun ishlatiladi. Agar moslamadagi bosim atmosfera bosimidan katta bo'lsa, qizdirilgan suv juda katta haroratga ega bo'ladi. Bosim 1 MPa da suvni tuyinish harorati  $179,88^{\circ}\text{S}$  ga teng bo'ladi.

Suvning issiqlik berish koeffitsienti suv bug'iga nisbatan kichik bo'ladi, shuning uchun suv qizdirishni yumshoq usulida ishlatiladi.

Honalarni isitish uchun ko'proq suvni qizdiruvchi qozonlardan foydalaniladi. Bu turdagi moslama turli qil yoqilg'ida ishlashga mo'ljallangan. Issiqlik tarmoqlariga yuboriladigan suv qozonlarda  $70...140^{\circ}\text{S}$  dan  $180...200^{\circ}\text{S}$  gacha qizdiriladi.

Suvni qizdiruvchi moslamalar tuzilishiga ko'ra tezlikda ishlaydigan va hajmli turlariga bo'linadi. Issiqlik tashuvchini xarakteriga ko'ra suvli va suv-bug'li turlariga bo'linadi.

## **Tayanch so'z, iboralar va ularning izoqi.**

**Yoqilg'i** – bu yonuvchan modda bo'lib, issiqlik hosil qilish uchun ishlatiladi.

**Energetik yoqilg'i** deb – sanoatda foydalanish uchun katta miqdordagi issiqlikni olish maqsadida texnik qurilmalarda iqtisodiy jihatdan yoqilishi mumkin bo'lgan yonuvchi moddalarga aytiladi.

**Kul hosil qilish** deb – yonmaydigan yoqilg'ining massaviy ulushidan qoldiqi hisoblaniladi.

**Yoqilg'i namligi** deganda – bu yoqilg'idagi suvning massa ulushlarda saqlashi tushuniladi.

**Yoqilg'ining yonish issiqligi** deb – 1 kg qattiq yoki suyuq yoqilg'ining va 1m<sup>3</sup> gaz qolidagi yoqilg'ining to'liq yonishdan hosil bo'ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi.

**Yuqori yonish issiqligi** deb – vodorod N yonishidan va yoqilg'i W tarkibidagi namlikni bug'lanishi xisobiga hosil bo'ladigan suv bug'larining issiqlik kondensatsiyasini inobatga olinganda, xosil bo'ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi.

**Past yonish issiqligi** deb – namlikni kondensatsiyalanish issiqligini hisobga olmaydigan yoqilg'ining yonish issiqligidir.

**Bug'–generatorlari** deb – issiqlik tashuvchilar sifatida bug' ishlatiladigan energetik moslamalar aytiladi.

**Qozonli moslamalar** yoki **bug' hosil qiluvchi kozonlar** deb – suv bug'larini hosil qilishga mo'ljallangan bug'–generatorlariga aytiladi.

**Suvni qizdiruvchi agregatlar** deb – suv uchun mo'ljallangan issiqlik generatorlariga aytiladi.

**Qizdirgichlar** – boshlanqich materiallarni yuqori harorat ostida qayta ishlash natijasida, kerakli fizik-kimeviy xossaga ega bo'lgan mahsulot yoki yarim tayyor mahsulotni olishga imkoniyat beruvchi moslamaga aytiladi.

**Bug' generatori** deb – kerakli bosimga ega bo'lgan, kerakli harorat va kerakli miqdorda bug' hosil qilib beruvchi energetik moslamaga aytiladi.

### **Mavzu bo'yicha nazorat savollari.**

1. Issiqlikning manbalar deganda nimani tushunasiz ?
2. Yoqilg'ilar necha turda bo'ladi?
3. Gaz ko'rinishidagi yoqilg'ilar qanday elementlardan tashkil topgan?
4. Shartli yoqilg'ining ahamiyati va uning qiymati nechaga teng?
5. Yuqori yonish issiqligi va kichik yonish issiqligi nima?
6. Bug' generatorlarning ishlash tartibini tushuntirib bering.
7. Qizdirgichlar qanday tuzilishga ega va qanday maqsadlarda ishlatiladi ?
8. Qizdirgichlarning energetik samaradorligi qanday qilib baqolanadi?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yihati**

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, Шарқ, 2003, 644 бет.
3. Акопян А.А. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов, М.«Высшая школа», 1963, 266 с.
4. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1986. - 344 с.
5. Х.М.Комилов, Ф.Х.Тухтаев. Энерготехнология фанидан маърузалар матни. Тошкент 2005, 99 бет.

## **Ma'ruza № 8**

### **Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish korxonalarini issiqlik bilan ta'minlash. Issiqlik bilan ta'minlash tizimlari.**

#### **Mavzu rejasi:**

1. Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish korxonalarini issiqlik bilan ta'minlash.
2. Issiqlik bilan ta'minlash tizimlari.
3. Issiqlikdan foydalanuvchilar va uning rejimlari.
4. Issiqlik yuklamalari va issiqlik tashuvchilarni ko'rsatkichlarini boshqarish usullari.

### **Kimyo farmatsevtika ishlab chiqarish korxonalarini issiqlik bilan ta'minlash.**

Kimyo-farmatsevtika va biotexnologiya sohasida faoliyat ko'rsatuvchi korxonalarning ko'p qismi issiqlik elektr markazlar yordamida issiqlik va elektr energiya bilan ta'minlanadi, ba'zi korxonalar o'zining xususiy isitish markazlari yoki qozonxonalariga ega.

Issiqlik elektr markazlari bu bug' turbinali elektrik stantsiyalar bo'lib, u erda birgalikda issiqlik yoki elektr energiya hosil qilinib tarmoqlarga uzatiladi. Issiqlik va elektr energiyani birgalikda hosil qilishdan maqsad turbinada ishlangan bug' issiqligi issiqlik tarmoqiga uzatiladi. Bu esa jarayonda energiya bilan ta'minlash tizimidagi issiqlikni atrof-muhitga yo'qolishini oldini oladi va yoqilg'i sarfini 25...30% gacha kamaytiradi.

Korxonalarni issiqlik bilan ta'minlash issiqlik elektr markazlar yordamida markazlashtirilgan usulda amalga oshiriladi. Shuningdek bu issiqlik elektr markazlarni qurish uchun katta sarmoyalar va uzoq vaqt talab etadi (masalan 5 yoki 6 yil). Shuningdek magistral issiqlik tarmoqlari tez ishdan chiqadi, va ularda energiyaning 20%-i yo'qotiladi, elektr tarmoqlarida esa 17 % gacha energiya yo'qoladi.

## **Issiqlik bilan ta'minlash tizimlari.**

Issiqlik bilan ta'minlash tizimlari quyidagicha tavsiflanadi: ishlash quvvati bo'yicha, issiqlikning manbaiga ko'ra va issiqlik tashuvchining turiga ko'ra.

Issiqlik bilan ta'minlash tizimlari ishlash quvvatiga ko'ra maxalliy va markaziy issiqlik bilan ta'minlash tizimlariga bo'linadi.

Sanoat miq'yosida ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan qizdirish moslamalari bilan maqalliy qizdirish moslamalari - issiqlik bilan ta'minlash tizimining maxalliy tizimlar turiga misol bo'la oladi. Bu usulda issiqlik uzoq masofalarga tashishga mo'ljallanmagan. Maxalliy issiqlik bilan ta'minlash tizimini afzalliklari sifatida shuni aytish mumkinki, bunday jarayonda issiqlik elektr markazlariga bog'liq bo'lmagan holda, mahsulotni turli xil yuqori haroratgacha qizdirish mumkin.

Kamchiliklari sifatida quyidagilarni aytish mumkin: bu moslamani yo'lga qo'yiishda va jixozlashda katta miqdorda moddiy harajatlar sarflanadi, yoqilg'i issiqligini ishlatilish koeffitsienti kichik (20...60%) bo'ladi, atrof-muhit ifloslantirishi mumkin, ta'mirlash va sozlash uchun ortiqcha katta sarf-harajatlarga ega.

Markazlashgan issiqlik bilan ta'minlash tizimida umumiy foydalanish manbalari hisoblangan issiqlik elektr markazlari yoki tuman issiqlik markazlaridan, issiqlikni ishlab chiqarish korxonalariga etkaziladi. Bu tizim quyidagilardan iborat: bug' turbinali moslama (elektr energiyani hosil qilish va issiqlikni bug' bilan uzatish) yoki bizga kerakli parametrdagi bug' va suvni hosil qilib beruvchi issiqlik generatorlari; issiqlikni tashishini ta'minlab beruvchi yordamchi moslamalar bilan jihozlangan issiqlik tarmoqlari (bug'li va suvli); issiqlikni qabul qiluvchi moslamalar.

Markaziy issiqlik bilan ta'minlash tizimi qoniqarli bo'lmagan joylardagina yordamchi qizdirish moslamalari yoki qozonxonlar quriladi.

Issiqlik bilan ta'minlash tizimini manbai qancha katta bo'lsa, shuncha katta foydali ish koeffitsientiga ega bo'ladi va issiqlik tarmog'ining sarf harajatlari ham shuncha ko'payadi.

Issiqlik bilan ta'minlash tizimidagi issiqlikni tashuvchisini ko'rinishiga qarab suvli va bug'li issiqlik tashuvchilarga bo'linadi.

Yashash uchun mo'ljallangan imorat va xonadonlarda suv, sanoat miq'yosidagi ishlab chiqarish korxonalarida esa suv va bug' ishlatiladi. So'nggi yillarda yagona issiqlik tashuvchi sifatida suv ishlatilib kelinmoqda.

Suv issiqlik tashuvchisi sifatida ishlatilishidagi afzalliklari quyidagicha: uzoq masofalarga (50...60 km) tashish mumkin; ist'emolchiga issiqlikni etkazishda markazlashgan holda boshqarish mumkin, markaziy issiqlik bilan ta'minlash elektr tizimida qizdirilgan bug' kondensatini saqlay olishligi, issiqlikni ist'emolchilarga uzatilayotgan magistral tarmoqlariga ulash oson, va nihoyat, suvli issiqlik tarmoqlari uzoq vaqt va ishonchli ishlashi xisoblanadi.

Suvning kamchiliklariga keladigan bo'lsak: harorati  $200^{\circ}\text{S}$  dan yuqori bo'lgan issiqlik tashuvchi sifatida ishlatilib bo'lmasligi, va ist'emolchiga etkazishda katta energetik sarf harajat bo'lishidir.

Bug'ning afzalliklari: bug'ni bevosita texnologik moslamalarda ishlatish mumkin, tashish uchun energetik sarf harajatlari bo'lmaydi, bug' tarmoqlarini tez isitish mumkin, qizdirish moslamalarining yuzasi kichik bo'lishi.

Bug'ning kamchiliklari sifatida quyidagilarni aytish mumkin: bug' tarmoqlaridan atrof muhitga ko'p miqdorda issiqlik yo'qotiladi, ist'emolchiga issiqlikni etkazilishi chegaralangan bo'ladi (10 km gacha bo'lgan masofalarga tashish mumkin), truboprovodlarni korroziyaga uchrashi tufayli bug' tizimlari kam vaqt mobaynida xizmat qiladi, kondensat ifloslanishi va oqib chiqib ketishi mumkin, bug' kondensatini yig'ish va markaziy issiqlik elektr tizimlariga qaytarish qiyin.

Shunday qilib, yagona issiqlik tashuvchilardan foydalanish issiqlik bilan ta'minlash tizimni soddalashtiradi, ortiqcha sarf harajatlarni kamaytiradi, uskunalarni sifatli va arzon ishlatilishini ta'minlaydi.

Suv va bug' tarmoqli tizimlar bir trubali, ikki trubali va ko'p trubali tizimlar orqali amalga oshirilishi mumkin. Bir trubali tizimda ist'emolchiga uzatilayotgan issiq suv stantsiyaga qaytib kelmaydi. Bunda issiq suv avvaliga xonadon va korxonalarni isitishga, so'ngra esa issiq suv bilan ta'minlashga sarflanadi. Bunday tizimdagi tarmoqda suvning harorati ortiqcha harajatlarni kamaytirish uchun  $180^{\circ}\text{S}$  va undan yuqori bo'lguncha qizdirilishi ta'minlanadi.

Agar uzoq masofadagi ob'ektlarni issiqlik bilan ta'minlash lozim bo'lsa, issiqlikni stantsiyaga qaytaruvchi quvurni o'rnatish narxi va tarmoqlardagi nasoslarni yoqilg'ini sarflashi katta bo'lganda bir trubali tizimlardan foydalaniladi.

Ikki trubali tizimda ist'emolchilardan qaytgan suvni issiqlik markaziga qaytib kelishini ta'minlaydi, bunda yoqilg'i uchun va suvni tayyorlash harajatlari kamayadi, chunki aylanma harakat qiluvchi issiq suvning sifati yuqori darajada bo'ladi.

### **Issiqlik ist'emolchilari.**

Kimyo farmatsevtika va biotexnologiya sohasiga quyidagi jarayonlar taalluqli hisoblanadi:

1. Suv va bug' bir vaqtning o'zida ham issiqlik tashuvchi, ham reagent.
2. Issiqlik sarflash jarayoni kichik haroratli jarayon xisoblanadi ( $130...150^{\circ}\text{S}$  gacha).
3. Issiqlik tashuvchilarning asosiy parametri bo'lib texnologik jarayonlarni optimal ravishda amalga oshirish uchun kerak bo'lgan harorat va korxona sexida mikroklimat yaratilishidir.
4. Texnologik jarayonlar uchun issiqlikni sarflanilishi iqlim omillariga bog'liq (ya'ni tashqaridagi havoning haroratiga).
5. Korxonalarda issiqlik ko'rinishidagi hosil bo'layotgan ikkilamchi energoresurslarni qayta ishlatilishi, issiqlik bilan ta'minlashga sarf bo'ladigan harajatlarni shu qayta ishlangan issiqlik bilan qoplash.

6. Turli qil ishlab chiqarish korxonalarida issiqlikdan foydalanish parametrlari bir biridan farqlanadi.

Issiqlikdan quyidagi maqsadlarda foydalanilishi mumkin:

1. Korxonalarni isitish, havo almashinishni ta'minlash, havoni sovitish, issiq suv bilan ta'minlash (bunda issiq suvning harorati  $60^{\circ}\text{S}$  dan  $70^{\circ}\text{S}$  gacha bo'lishi mumkin), yashash uchun mo'ljallangan imoratlarda qizdiruvchi radiatorlarning tashqi yuzasini harorati  $80^{\circ}\text{S}$  dan oshmasligi, ishlab chiqarish korxonalarida bu harorat esa  $100^{\circ}\text{S}$  dan oshmasligi lozim.

2. Issiqlik texnologik qurilmalari va moslamalari (reaktorlar, qizdirgichlar, bug'latgichlar, rektifikatsion kolonnalar, quritgichlar va b.). Bu moslamalarda  $0,3...0,8\text{MPa}$  ( $t < 180^{\circ}\text{S}$ ) bosimli suv bug'lari va suv (harorati  $t = 150^{\circ}\text{S}$  gacha bo'lganda) qo'llaniladi. Biotexnologiyada asosan  $0,3\text{ MPa}$  bosimli va to'yinish harorati  $132,9^{\circ}\text{S}$  ga teng bo'lgan suv bug'i ishlatiladi.

Kuch bilan ishlaydigan texnologik moslamalar (presslar, maydalagichlar, bug'li nasoslar, turbokompressorlar). Bu yo'nalish biotexnologiyada odatda ishlatilmaydi.

Korxonalarni issiqlik bilan ta'minlash jarayoni mavsumda ishlaydigan jarayon qatoriga kiradi. qolgan barcha jarayonlar yil mobaynida olib boriladigan jarayonlar hisoblaniladi.

Yozgi mavsumda issiqlik yo'qotilishi kamayishi xisobiga korxonalar tomonidan issiqlikdan foydalanish kamayadi, xom ashyoni, oraliq mahsulotlarni va quritish moslamalarning havosini qizdirish uchun sarf bo'ladigan issiqlik miqdori nisbatan kamayadi. Lekin ikkinchi tomondan esa sovitish va muzlatish tizimlarini ishlatishda qiyinciliklar tuqdirib, bu sovitish tizimlari uchun ortiqcha energiya sarflanadi.

### **Issiqlikni sarflash rejimlari.**

Korxonaning issiqligini sarflash rejimi issiqlik sarfini vaqtga bog'liqlik chizmasidan ko'rish mumkin. Bir kunlik issiqlikni sarflash chizmasi texnologik

jarayon turiga, ishning davomiyligiga, ishlab chiqarish hajmi va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq. Aniq natijalar olish uchun texnolog tomonidan asoslangan hisob-kitoblar olib boriladi yoki moslamani ishlatish natijasida hosil bo'ladi.

Bu ma'lumotlar bo'lmaganda texnologik maqsadlar uchun issiqlikning solishtirma sarflaridan (bug'dagi, issiq suvdagi, sovuqlik tashuvchilardagi) foydalaniladi. Issiqlikning solishtirma sarf ko'rsatkichi texnologik jarayonning zamonaviy moslashtirilganligiga bog'liq bo'lib, vaqt o'tishi bilan texnologik tizim yanga qo'shimcha ravishda o'zgartirilib turiladi. Shuningdek, issiqlik tashuvchilar va ularning parametrlari ham o'zgaradi. Shuning uchun issiqlikning solishtirma sarfi issiqlikni sarfini taxminiy baholashda va loyiqqa hisob-kitoblarida texnologik jarayonlar uchun issiqlikni sarfini aniqlashda qo'llaniladi.

Ishlab chiqarish maqsadlari uchun sarflanadigan issiqlik  $Q_{i.ch.}$  va ishlab chiqariladigan mahsulot miqdori  $P$  ning bog'liqlarini quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$Q_{i.ch.} = Q + q\P$$

Bu erda,

$Q$  – ishlab chiqarilayotgan mahsulot miqdoriga bog'liq bo'lmagan issiqlik sarfi,  $q$  – bir dona mahsulot ishlab chiqarish uchun solishtirma issiqlikning sarfi.

Ikki smenali ish jarayonida korxonaning bir kunlik issiqlikni sarflash grafigi quyidagi rasmda keltirilgan.

Rasmda keltirilgan sxemada issiqlikni a-xafta mobaynida, b-oy va v-yil davomida issiqlikni sarqlanishi tasvirlangan.

Issiqlik sarflanishini notekis taqsimlanish ko'rsatkichi deb “maksimal issiqlik yuklamasini ishlatilish sonining soati” hisoblanadi va  $\tau_{max}$  bilan belgilanadi:

$$\tau_{max} = \frac{Q_{yil}}{Q_{max}}$$

Bu erda,  $Q_{yil}$  – bir yillik issiqlikning umumiy sarfi,  $Q_{max}$  – bir soat maksimal issiqlik miqdori.

Odatda biotexnologiya sanoatidagi texnologik moslamalar yiliga o'rtacha 8000 soat ishlasa, issiqlik yuklamasini maksimal ishlatish soni 5500...5700 soatni tashkil etadi.

### **Issiqlik tashuvchilar va ularning parametrlarini boshqarish usullari.**

Sanoat korxonalaridagi bug'-turbinali elektr markazlar issiqlikni bug' va issiq suv yordamida uzatadi. Uzatilayotgan issiqlik tashuvchilarning parametrlari ist'molchini qar doim ham qoniqtirmaydi. Issiqlik tashuvchini kerakli bosimi va haroratini boshqaruvchi moslamalar issiqlikni tayyorlovchi moslamalar deyiladi.

Bug' bosimini va haroratni oshirish uchun bug' oqimli kompressorli moslamalar ishlatiladi.

Bug' bosimini kamaytirish uchun esa reduksion sovituvchi moslamalar ishlatiladi.

Bunday moslamaning ko'rinishi quyidagi ramda keltirilgan.

Bu erda 1 – yuqori parametrlar bug'i, KR – bug' bosimni kamaytirish uchun mo'ljallangan reduksion klapan, 2 – kamaytirilgan bosimli bug', 3 – aralashish kamerasiga forsunkalar yordamida uzatiluvchi sovuq suv bo'lib, bu erda suv qizdirilgan bug' hisobiga bug'lanadi va 4 yo'l orqali ist'emolchiga kerakli parametrga ega bo'lgan bug' hosil bo'ladi va ist'emolchiga uzatiladi.

Suvning haroratini kamaytirish uchun elevatorlar ishlatiladi, ular suv oqimli ko'rinishda bo'lib, bu erda yuqori parametrlar suv sovuq suvni (odatda issiqlik ta'sirida qayta ishlatilganini) tortib oladi. Natijada elevatorlardan chiqishda suv kerakli parametrlarga ega bo'ladi.

Ba'zi tizimlarda suv atmosfera havosi bilan ham sovitilishi mumkin, bu jarayon gradirnya moslamalarida olib boriladi, suv yuqoridan pastga, havo esa pastdan yuqoriga qarab xarakatlanadi.

### **Korxonaning markaziy issiqlik punktlari.**

Ishlab chiqarish korxonasi turli hil tsexlardan tashkil topgan bo'lsa, va ular korxonaning turli hil territoriyalarida joylashgan bo'lsa, odatda bitta markaziy issiqlik punktiga ulangan bo'ladi.

Markaziy issiqlik punktlari bug' turbinali elektr markazlarda yoki tumanlardagi issiqlik bilan ta'minlovchi tizimlari kelayotgan issiqlikni nazorat qilishga, issiqlik tashuvchilarni parametrlarini nazorat qilish va korxonadagi xar bir tsexga aloxida issiqlikni etkazilishini ta'minlash uchun tashkil etiladi.

Quyidagi rasmda korxonaning markaziy issiqlik punkti joylashtirilgan. Bug' 1 truboprovodlar orqali korxonaning territoriyasiga kiradi. Bug'ning sarfi sarflovchi moslama 2 bilan o'lchanadi. Bug'ni turli qil tizimga taqsimlanishi kollektor 3 orqali amalga oshiriladi. Bu kollektor bug'ning bosimini va haroratini o'lchovchi moslamalar bilan o'rnatilgan.

Agar korxonadagi barcha tizimlarga kamaytirilgan bosimli bug' kerak bo'ladigan bo'lsa, kollektordan oldin reduksion sovituvchi moslama o'rnatiladi va kollektorda qimoyalovchi klapan o'rnatiladi.

Maxalliy issiqlik bilan ta'minlash tizimlarining buyurtmasiga ko'ra kollektordan tarqalayotgan oqimlarga reduksion klapanlar 4 va suv qizdirgichlar 5 o'rnatiladi. Truboprovodlar orqali 7 suv nasos 8 yordamida uzatiladi.

Issiq suv ist'emolchiga 6 truboprovodlar orqali uzatiladi. Bug' yo'li 1 va kollektor orqali chiqayotgan 2 kondensat mahsus truboprovodlar 12 orqali, shuningdek suv qizdirgichdan 5 va maxalliy issiqlik bilan ta'minlash tizimlaridan 9 truboprovodlari orqali kondensat uzatgich orqali kondensat yig'gichga 10 kelib tushadi, va u erdan nasos 13 yordamida kondensat yo'li 15 orqali issiqlik elektr markazlariga yoki tuman issiqlik punktlariga uzatiladi. Nasosni 13 uzatilish tezligi

sath boshqargich 11 yordamida boshqariladi, kondensat sarfi 14 suv o'lhagich bilan aniqlanadi. Agar kondensat yig'gichdagi bosim kondensat uzatgichdagi bosimdan katta bo'lsa, kondensat nasos yordamisiz uzatilishi mumkin.

### **Issiqlikni sarflovchi moslamalar.**

Issiqlikni sarflovchi moslamalar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- haroratni, bosimni va sarfni nazorat qiladigan va o'lhaydigan moslamalar bilan ta'minlangan bo'lishi kerak,
- himoyalovchi klapanlarga ega bo'lishi kerak,
- kondensat va havoni xaydaydigan moslamalar va namuna ajratib oluvchi moslamalar bilan ta'minlangan bo'lishi kerak,
- zarur hollarda haroratni va bosimni kamaytirib beradigan moslamalar bilan ta'minlangan bo'lishi kerak.

Moslamalar va uskunalar quyidagi xujjatlarga ega bo'lishi kerak :

- pasport,
- chizmalari,
- apparatlar va truboprovodlarning bajarilish sxemalari,
- ishlatilish va ta'mirlash yo'riqnomalari,
- moslamani ishlatuvchi xodimlarning xuquqlari va majburiyatlari.

### **Mustaqil tayyorlanish uchun savollar:**

1. Marqaziy issiqlik punktlari nima?
2. Issiqlik ist'emolchilariga qaysi jarayonlar kiradi?
3. Issiqlikning qanday sarflash rejimlari mavjud?
4. Issiqlik tashuvchilarning issiqlik yuklamalari va ko'rsatkichlari qanday boshqariladi?
5. Maxalliy issiqlik punktlari qanday tartibda ishlaydi?
6. Issiqlikni sarflovchi moslamalarga qanday talablar qo'yiladi?

7. Ishlab chiqarish korxonalaridagi moslamalar va uskunalar qanday xujjatalarga ega bo'lishi kerak?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yihati**

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, Шарқ, 2003, 644 бет.
3. Акопян А.А. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов, М.«Высшая школа», 1963, 266 с.
4. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1986. - 344 с.
5. Х.М.Комилов, Ф.Х.Тухтаев. Энерготехнология фанидан маърузалар матни. Тошкент 2005, 99 бет.

### **Ma'ruza № 9**

#### **Ikkilamchi energoresurlar.**

#### **Mavzu rejasi:**

1. Ikkilamchi energoresurslar. Ularning turlari va ishlatilishning yo'nalishlari.
2. Ikkilamchi energoresurslarning parametrlari va ishlatilish usullari.
3. Issiklik ko'rinishidagi ikkilamchi energoresurslarni energetik samaradorligini baxolash.
4. Kichik potentsialga ega bo'lgan ikkilamchi energoresurslarni tejash usullari.

#### **Ikkilamchi energoresurslar haqida tushuncha.**

Biotexnologiya va farmatsevtika ishlab chiqarish korxonalari katta miqdordagi energiyani ist'emol qiluvchi korxonalar 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 chiqazish uchun esa 210 GDj va nixoyat ozuqa antibiotiklar ishlab chiqazish 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 xisobiga 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 °S bo'lgan bug'ning kondensati kondensat uzatgich orqali drossellanadi va harorati 100 °S gacha kamayadi. Xosil 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 etkazib beruvchi kondensatni sifati kafolatlanmagan bo'lsa qaytarib olmaydi. Korxonaga bu ham kamlik qiladi. Chunki kanalizatsiyaga to'kilayotgan issiq suyuqlikning harorati 40°S dan oshmasligi kerak. Shuning uchun issiqlik kondensatini kanalizatsiyaga to'kib yuborish uchun issiqlik kondensatga sovuq suv qo'sxiladi va sovuq suv sarfi uchun aloqida qo'shimcha pul to'lanadi.

Qizdirilgan bug'ning taxminan yarim massasi issiq suv olishga va qishqi 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 raektorlarni qizdirish, bug'latish moslamalarini, quritish va boshqa jixozlarni isitish uchun qo'llaniladi. Bu jarayonlarda ikkilamchi bug'lar xosil bo'ladi. Ularning harorati odatda 1000S

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 xisobiga 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 xisobiga 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 bosho'arishni 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 energoresurslarning turlari va ishlatilishining yo'nalishlari.**

Ikkilamchi energoresurslar deb, texnologik moslamalarda xosil 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 yokilqi, issiqlik, elektrik va mexanik energiya ko'rinishda ishlatilishi IERlarni 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 xoldagi 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 xisobiga 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 xosil bo'ladigan ikkilamchi energoresurslar ko'rinishidagi issiqlikni ishlatish,
- Kuch bilan ishlash; energiyani tejaydigan moslamalarda ikkilamchi energoresurslar xisobiga 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 etarli bo'lib, ikkilamchi energoresurslar yakka xolda yoki organik yoqilg'i bilan aralashma xolatida yondiriladi.

Hosil bo'lgan yuqori haroratli gaz xolidagi maxsulotlar keyinchalik texnologik moslamalarni qizdirish uchun yoki energiyani tejaydigan qozon moslamalarda bug'ni xosil qilish uchun, yoki sovitish moslamalarida sovuqlik xosil 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 xisoblaniladi. Shuningdek moslamaning issiqlik balansida xosil bo'layotgan oqimlarini ishlatish maqsadga muvofiqdir. Buning natijasida moslamadagi issiqlikning ichki rekuperatsiyasi yaxshilanadi, moslamaning FIKi ortadi. Xosil 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 xisobiga ishlaydigan absorbtion sovitish moslamalarini ishlab chiqarilishini kengaytirish;
- Texnologik chiqindilarni termik qayta ishlaydigan moslamalardan foydalanish,
- Elektroenergiya ishlab chiqarish uchun kichik parametrlı 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 ishlatish yo'nalishlari.**

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 rekuperator, oraliq issiqlik tashuvchili issiqlik almashinish moslamalari.

### **Ikkilamchi energoresurslar issiqligini ishlatilishining energetik samaradorligini baholash.**

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 xisoblaniladi:

$$q_{IER} = m(c_1 t_1 - c_2 t_2) = m \Delta h$$

Umumiy ikkilamchi energoresurslarni chiqishi – ko'rib chiqilayotgan davr uchun (oy, yil va b.) issiqlik ikkilamchi energoresurslarni chiqishi:

$$Q_{изп} = q_{изп} * \Pi \quad \text{ёки}$$

$$Q_{изп} = q_{изп} * \tau$$

Bu erda:  $m$  – qattiq, suyuq yoki gaz holatidagi energiya tashuvchisining kilogrammda yoki metr kub dagi solishtirma miqdori (ikkilamchi energoresurslar manbai – jarayonning material balansida aniqlaniladi).

$\Delta h$  – 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,

$\tau$  – 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 erda  $\alpha$  - issiqlikni qayta ishlab chiqaruvchi moslamaning rejimini va ishlash soatlarini talab darajasida bo'lmagandagi koeffitsienti  $\alpha=(0,7....1)$

$\eta_{ICH}$  – issiqlik qayta ishlaydigan moslamaning solishtirma FIK.

Issiqlik ikkilamchi energoresurslarni ishlatilishi:

$$Q_{\text{н}} = Q * \sigma$$

Bu erda  $\sigma$  - issiqlik ishlatilish koeffitsienti:

$$\sigma = (0,5....0,9)$$

Ikkilamchi energoresurslarni ishlatilishning iqtisodiy samaradorligi – bu ikkilamchi energoresurslarni ishlatishda ko'rib chiqilayotgan davr uchun yoqilg'ining tejalishi  $\Delta B$ .

Ikkilamchi energoresurslarni issiqlik ko'rinishida ishlatilsa:

$$\Delta B = b_{ar.q} * Q_4$$

Bu erda  $b_{ar.q}$ – aralashish qozon moslamasida issiqlik ishlab chiqarish uchun shartli yoqilg'ining molishtirma sarfi:

$$0,0342$$

$$b_{ar.q} = \frac{0,0342}{\eta_{ar.q}}$$

$$\eta_{ar.q}$$

Bu erda  $0,0342=1/29,33$ – 1MDj issiqlik tonna miqdordagi shartli yoqilg'iga nisbatan ekvivalent o'tkazish koeffitsienti,

$\eta_{ar.q}$  – energetik moslamaning FIK,

$$(\eta_{ap.} = 0,84....0,86)$$

## **Kichik potentsialga ega bo'lgan ikkilamchi energoresurslarni ishlab chiqarish.**

Rekuperativ issiqlik almashinish deb – issiqlik almashinish moslamalarida issiq va sovuq muhit bilan bir vaqtda oqib o'tib, ularning issiqligi ajratuvchi devor orqali o'tuvchi jarayonga aytiladi. Rekuperativ issiqlik almashinish moslamalari kojux–trubali, spiralli, “truba ichichda truba”, zmeevikli, maxsus va boshqa turlarida bo'ladi.

### **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 ( $140...160^{\circ}\text{S}$ ) 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  $140....160^{\circ}\text{S}$ gacha 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  $70....75^{\circ}\text{S}$  bo'ladi. Oxirigi sovitgich X4 dan chiqayotgan havoning harorati  $40^{\circ}\text{S}$  dan yuqori bo'lmasligi kerak.  $70....75^{\circ}\text{S}$  li issiq suv korxonada turli maqsadlarda ishlatilsa bo'ladi.

Quyidagi rasmda kompressor moslamasining issiqlik siqishi orqali uni qayta ishlash sxemasi keltirilgan:

### **Mustaqil tayyorlanish uchun savollar**

1. Ikkilamchi energoresurslar deb nimaga aytiladi?
2. Ikkilamchi energoresurslarni qanday turlari mavjud?
3. Ikkilamchi energoresurslarning asosiy yo'nalishlari nimadan iborat?
4. Kichik potentsialga ega bo'lgan issiqlik ko'rinishidagi ikkilamchi energoresurslar qanday usullarda ishlatiladi?
5. Issiqlik ko'rinishidagi ikkilamchi energoresurslarning qanday parametrlari mavjud?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yihati**

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, Шарқ, 2003, 644 бет.
3. Акопян А.А. Химическая термодинамика. Учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов, М.«Высшая школа», 1963, 266 с.
4. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1986. - 344 с.
5. Х.М.Комилов, Ф.Х.Тухтаев. Энерготехнология фанидан маърузалар матни. Тошкент 2005, 99 бет.