

9-mavzu. Sovutish qurilmalari va issiqlik nasoslari sikllari

Reja:

- 1. Umumiy ma'lumotlar.*
- 2. Bug' kompressiyali sovitish qurilmasi sikli.*
- 3. Absorbtsion sovitgich qurilmasi sikli.*
- 4. Issiqlik nasos sikli.*

1. Umumiy ma'lumotlar

Suniy sovuqlik hozirgi vaqtda xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

Sovuq juda yaxshi konservalovchi vosita bo'lib, mikroorganizmlarni rivojlantirishiga yo'l qo'ymaydi. Undan keng miqiyosida oziq-ovqat sanoatining hamma sohalarida foydalaniladi. Jumladan, chorva mollari, parranda go'shtlarini qayta ishlab, baliq va meva-sobzavot sanoatlarida mahsulotlarni sovitish, muzlatish va past haroratda saqlash amali oshiriladi. Sut sanoatida sut, yog' va sut mahsulotlarini sovitish va saqlashda qo'llaniladi, qandolatchilik sanoatida xom ashyo, pasta va tayyor mahsulotni sovitishda qo'llaniladi. Pivo ishlab chiqarish, vinochilik texnologik jarayonlarni bajarishda ham qo'llaniladi.

Farmaseftika sanoatida qimmatli sovuq moddalarni ishlab chiqarishda, meditsina mahsulotlarining sifatini saqlashda foydalaniladi.

Ishlab chiqarish, jamoat va turar joylarda zarur ishlab chiqarish sharoitlarini va o'zlarini yaxshi his qilishlarini taminlash uchun havoning aniqlangan parametrlarini (konditsiyasini) saqlash uchun havoni mo'tadillashtirishda qo'llaniladi. Sovuq keng miqiyosda transport, qishloq xo'jaligi va boshqa korxonalarida qo'llaniladi.

Sovitish mashinalarini yaratish ustida ko'pgina olimlar tadqiqotlar olib borishgan. Bulardan XVI asr oxirida angliyalik fizik-kimyogar Boyil va nemis fizigi Gerike suv siyraklashgan past haroratda uning bug'lanishini aniqlashgan. Nern 1977-yil suv vakum sharoitida hosil bo'ladigan suv bug'ini ketkazish orqali uning muzlashini asoslagan.

Suv o'rniga boshqa samaraliroq ishchi moddalar tanlanganidan keyin, sovutish mashinalarida amalda qo'llashga imkon yaratildi. 1834-yilda ingliz shifokor Perkins etil efirida ishlaydigan sovutish mashinasini yaratadi. Bundan so'ng konstruktorlar boshqa ishchi moddalarda, atmosfera bosimidan yuqori bosimda ishlaydigan yangi kompressorli mashinalarni yaratadi. 1871- yil Tele metil efirida ishlaydigan mashinani yaratadi, 1872-yil Boylga aniqli sovutish mashinasi ixtro qilinganligi uchun unga birinchi patent berildi. 1874-yili shveysariyalik fizik Pikte angidrid moddasi bilan ishlaydigan sovutish mashinasini yaratdi, 1881-yil esa Linde ammiyakli sovutish mashinasini loyihalashtirdi. Shunday qilib yangi xil sovutish mashinalari ishlab chiqarila boshladi.

Sovutish qurilmalarida ishlatiladigan ishchi moddalardan ammiak va Freon foydalanib kelinmoqda, ushbu ishchi moddalarning xususiyati quyidagicha:

Ammiak R717 termodinamik ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan sovutish moddalarning kondensatordagi absolyut bosimi 1,2; 1,4 mN/m² (12-14kg/sm²) dan oshmaydi, bug'latgichdagi qaynash harorati -33,4 °C dan so'ng undagi bosim atmosfera bosimidan kamayadi, ammiakning harorati $t_s = -77,7^\circ$ bo'lganda sovutish unumdorligi $q_v = 2166 \text{ kDj/m}^3$ standart rejimga teng.

Ammiakning havoda ruhsat etiladigan mikroni 0,02 mg/l.

Freonlar – eng oddiy to'yingan uglevodorodlarning (asosan metanning) ftor – xlorli hosilalari brogan sari ko'p ishlatilmoqda. Freonlarning boshqa sovuq elitgichlaridan farqli shuki, ular kimyoviy turg'un, zaharsiz bo'lib ($t < 200^\circ \text{S}$ da), barcha metallarga nisbatan inertdir. Freonlar ichida eng ko'p tarqalgan Freon – 12 bo'lib, undan uy – ro'zg'or sovutgichlarida foydalaniladi. Freon – 12 o'zini texnik hossalari jihatidan ammiakka o'xshaydi. Lekin uni bug' hosil qilish issiqligi ammiaknikidan kichikdir. Atmosfera bosimida freon – 12 $t = -29,8^\circ \text{S}$ da qaynaydi. Ba'zi sovuq elitgichlarning fizik xossalari 17.1 – jadvalda keltirilgan.

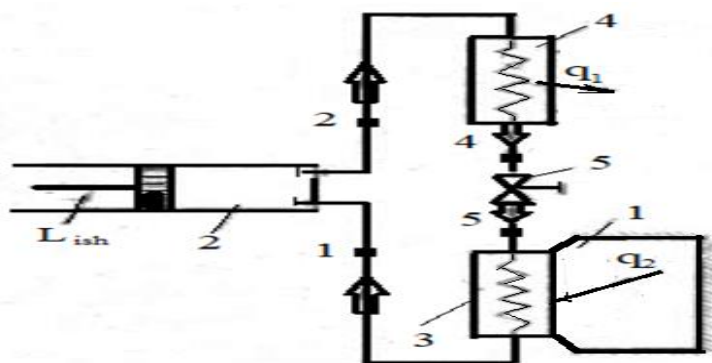
2. Bug' kompressiyali sovitish qurilmasi sikli

Ishchi moddalar sodir etayotgan aylanma jarayonlar (sikllar) to'g'ri va teskari jarayonlarga bo'linadi.

To'g'ri sikllar asosi issiqlik dvigatellarida ishlatiladi, bunda mashina issiqlikni yuqori haroratdan past haroratga o'tkazishi natijasida mexanik energiya xosil qiladi (bug' mashinasi ichki yonuv dvigatellari, reaktiv dvigatellar va boshqalar).

Teskari sikllar asosida sovitish mashinalari, issiqlik nasoslari ishlaydi, unda issiqlik yuqori haroratdan past haroratga tushadi.

Sovitish mashinasining chizmadagi shartli ko'rinishi quyidagicha;



1-rasm. Bug' kompressiyali sovitish qurilmasi sxemasi: 1-sovitiladigan kamera; 2-kompressor; 3-muzlatgich; 4- kondensator; 5-drossel

Ishchi modda T_0 haroratda soviyotgan honada q_0 issiqlik qabul qiladi va tashqi muhitga, ya'ni yuqori harorat T_K ga ega bo'lgan muhitga uzatadi. Bunda sovitish mashinasida aylanib yurgan ishchi modda teskari aylanma jarayonni sodir etadi. Bu sovitish siklidir. Bu jarayonni sodir etish uchun L ish sarflanadi.

Bu jarayonni sodir etish uchun L ish sarflanadi. Bu ish issiqlik shaklida moddaga o'tadi va tashqi muhitga uzatiladi.

Tashqi muhitga uzatilayotgan umumiy issiqlik miqdori energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra quyidagiga teng.

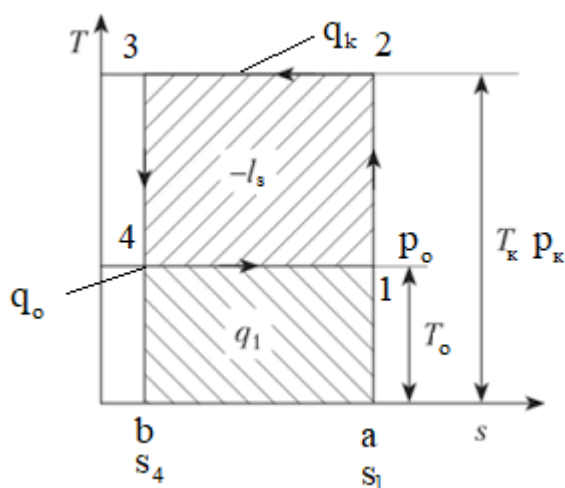
$$q=q_0+L \quad (9.1)$$

Sovitish mashinasining samaradorligi quyidagi sovitish koeffitsenti bilan hisoblanadi:

$$\varepsilon = q_0/L \quad (9.2)$$

Sovitish koeffitsenti sarflanayotgan ish birligida sovitilayotgan jismdan olib ketilayotgan issiqlik miqdorini ifodalaydi. Teskari sikl 3 xil turga ega bo'lib, ularga sovitish sikli, issiqlik nasosi sikli va umumlashtirilgan sikli kiradi.

Sovitish mashinasi sovitish sikli bo'yicha ishlaydi va biror-bir muhitni sovitish uchun xizmat qiladi. Bunda issiqlik past haroratda manbayidan T_0 (sovitilayotgan obyektidan) tashqi muhitga T_K o'tadi. Bunday teskari sikl 4.7-chizmada ko'rsatilgan.



2-rasm. Karnoning qaytish sikli.

Past harorat manbayidan issiqlikni tashqi muhitga uzatish uchun minimal ish sarflanuvchi Karno sikli qo'llaniladi. Bunda manbalar bilan ishchi modda orasidagi harorat farqi cheksiz deb qabul qilinadi. Manbalarda issiqlikni uzatadigan va olib keladigan ishchi modda jarayonlariga tenglashtirish mumkin. Karno siklini to'yingan bug' holatida amalga oshirish mumkin.

Karno sikli 2 izoterma, 2 adiabatda 4-1 izoterma jarayonida ishchi modda T_0 haroratdagi past harorat manбайдan olinayotgan q_0 miqdoridagi issiqlikni uzatadi. Bu issiqlik 4-1 a-b maydonga teng. 1-2 adiabat jarayonida ishchi modda kompressorida boshlang'ich P_0 bosimdan P_K bosimgacha siqiladi. Bu vaqtda uning harorati T_0 dan tashqi muhit haroratigacha yoki yuqori manba haroratigacha T_K ko'-

tariladi. Siqish uchun L_{SQ} ish sarflanadi. 2-3 izoterma jarayonida ishchi modda yuqori harorat T_K manbai q_k issiqlik uzatadi. Bu 2-3 va maydonga teng. Yana qayta ishchi modda past harorat manбайдan issiqlikni qabul qilib olishi uchun detanderdan adiyabatik kengayish bo'lib, ishchi modda L_{ish} ishni sodir etadi va harorat T_K dan T_0 gacha kamayadi. Shunday qilib, qaytuvchi siklni amalga oshirish natijasida q issiqlik past haroratni T_0 mambadan qabul qilib olib yuqori harorat T_K mambaga uzatiladi. Buning uchun kompressorda sarflangan ish bilan detanderdan olingan ish farqiga teng sikl ish sarflanadi.

$$L_u = L_{s,q} - L_k \quad (9.3)$$

Termodinamikaning 2-qonuniga muvofiq sovitish mashinasining issiq quyida keltirilgan:

$$q_0 + L_{sik} = q_K \quad (9.4)$$

Bunda L_{sik} 1-2-3-4 maydoniga teng, chunki 2-3 va 4-1 va maydonlar ayirmasiga teng.

Sovitish sikli samaradorligi sovitish koeffitsenti bilan hisoblanadi.

$$\varepsilon = q_0 / L_{sik} \quad (9.5)$$

Agar $L_{sik} = q_K - q_0$ ekanini nazarda tutsak, quyidagiga teng:

$$\varepsilon = \frac{q_0}{L_{sikl}} = \frac{q_0}{q_k - q_0} = \frac{T_0(S_1 - S_4)}{T_K(S_0 - S_4) - T_0(S_1 - S_4)} = \frac{T_0}{T_K - T_0} \quad (9.6)$$

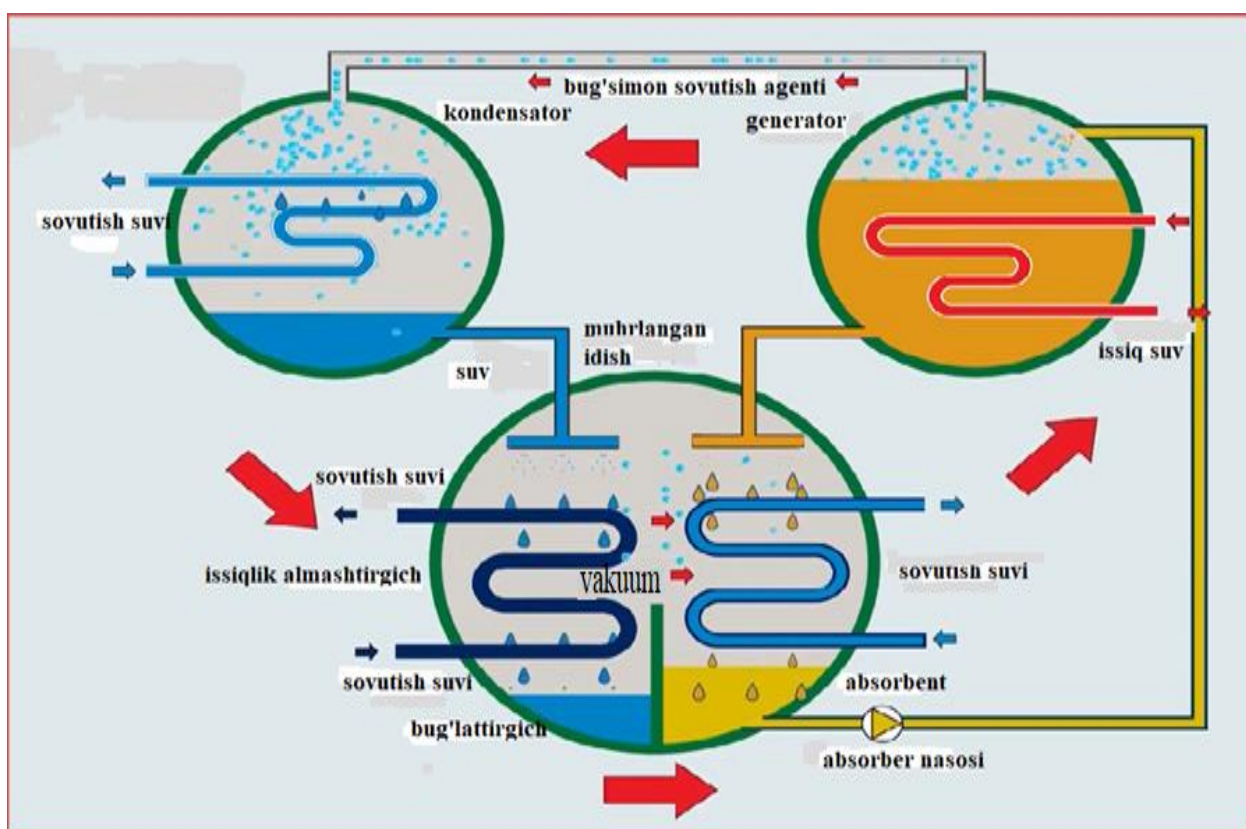
Bu ifoda shuni ko'rsatadiki, Karno sikldagi sovitish koeffitsenti ishchi moddaning fizik hususiyatlariga emas, faqat T_0 va T_K haroratning o'zgarishiga bog'liq.

Bunda T_0 qancha katta, bo'lsa sovitish koeffitsenti ε shuncha katta bo'ladi va T_K esa shuncha kichik bo'ladi. Sovitish koeffitsenti ifodasidan shuni ko'ramiz, sovitish koeffitsenti qancha katta bo'lsa, shuncha ham ish sarflanadi. Shuni nazarda tutib sovitish qurilmalari loyixalayotganda iloji boricha yuqori T_0 va past T_K qabul qilinadi.

3. Absorbsion sovitgich qurilmasi sikli

Absorbsiya (lotincha *absorbatio* — yutilish, *absorbeo* — yutyapman soʻzidan) — eritma yoki gaz aralashmasidagi modda (absorbat)larning qattiq jism yoki suyuqlik (absorbent)larga hajmiy yutilishi degan manoni anglatadi.

Absorbsion sovitish mashinalarini asosiy siklini, amalga oshirishda generator, kondensator, bugʻlatgich, muhrlangan idish, absorbent nadosi hamda ishchi aralashmada suv va litiy bromid iborat qurilmalaridan tashkil topgan.



3-rasm. Absorbsion sovitgich qurilmasi

Litiy bromid (kimyoviy formulasi-LiBr) aralashmasi bu oʻzining xususiyatiga koʻra osh tuziga oʻxshashdir, uning yutilish xususiyati yuqori boʻladi. Bugʻlatgich germetik yopiq idishda boʻlib uning ichiga issiqlik almashtirgich joylashtiriladi. Bugʻlatgich ichida vakum hosil qiluvchi nasos orqali 6 mm.sim.ust. teng boʻlgan bosim hosil qilinadi. Sovituvchi ishchi suyuqlik atmosfera bosimidan past boʻlgan, bugʻlatgich ichiga forsunka orqali purkalib turiladi. Purkalgan ishchi suyuqlik bugʻlatgich ichidagi issiqlik almashtirish aparati ustiga tushadi. Issiqlik almashtirgich ichida istemolchidan kelayotgan suvning harorati +12 °S ga teng. Issiqlik almashtirgich aparati ustiga purkalgan sovitish agenti past bosimli

bug'latgich ichida +4 °S da bug'ga aylanadi. Issiqlik almashtirgich aparati ichidagi suvning harorati +7 °S gacha tushadi va uni sanoat ishlab chiqarishda yoki kondensatsiyalash tizimida foydalanish mumkin.

Litium bromid eritmasi generatordan atmosfera bosimidan past bo'lgan bug'latgich ichidagi absorberga purkaladi va u yerda sovitish agentidan hosil bo'lgan bug' bilan qo'shilishi natijasidan yutilish qobiliyatini pasaytiradi. Konsentrlangan litium bromid generatordan uzluksiz uzatilib turadi. Aralashma past bosimli idish ichidagi issiqlik almashtirgichdan keladigan sovituvchi suvga o'zining issiqligini berishi natijasida aralashma suyuq holatga qaytadi. Suyuq holatidagi aralashmani nasos orqali generatorga haydab beriladi.

Generator ichidagi issiqlik manba yordamida isitiladi va litium bromid aralashmasi tarkibidagi sovitish agenti bug'lanib, bug' holatida kondensatorga yuboriladi. Kondensatorda bug' holatidagi ishchi suyuqlik kondensat holatiga keladi va yana izalatsiyalangan past bosimli vakum idishiga yoki bug'latgichga tushadi.

Absorbsion sovitish mashinasining ish sikli shunday aylanma jarayondan iborat bo'ladi.

Hulosa qilib, absorbsion sovitish qurilmasidan sovitish agentini kompressorda siqish o'rniga desobrtsiya jarayoni amalga oshadi, ya'ni eritma issiqlik berish hisobiga ortiqcha bosimli sovitish agenti ajratadi.

Bug'lantirgichda sovituvchi jismdan ajratib q_1 ga olingan issiqlik q_2 ning sarf bo'lgan issiqlik nisbati **issiqlik ishlatilish koeffitsienti**, yoki absorbsion sovitgich qurilmasi **issiqlik koeffitsienti** deyiladi.

$$\xi = \frac{q_2}{q_1} \quad (9.7)$$

Absorbsion sovitish qurilmalari nisbatan past issiqlik dinamik samaraga ega, lekin qurilma soddaligidan (kompressor yo'q) va foydalanishda yaroqligidan keng tarqaldi. Qishloq xo'jaligida cheksiz quyosh energiyasidan foydalanuvchi gelioabsorbsion sovitgich mashinalari qo'llanishi kelajagi porloq hisoblanadi.

4. Issiqlik nasosi sikli.

Har qanday sovitish mashinasi mano jihatidan issiqlik mashinasi bo'lib, u issiqlikni past haroratsdan yuqoriroq darajaga ko'tarishga xizmat qiladi.

Lekin sovitish siklida atrof muhit issiqlik manbai bo'lib, jismni atrof-muhit haroratidan past haroratgacha $t < t_{atm}$ sovitishdan iboratdir.

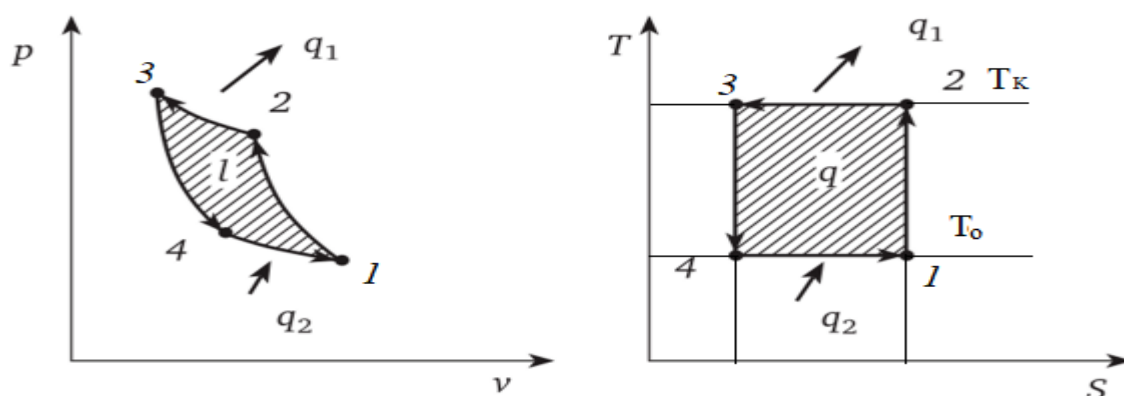
Shunday siklni tasavvur qilish mumkinki, unda aksincha atrof-muhit haroratidan yuqori issiqlik olishdan iboratdir.

Odatda bunday sikl issiqlik nasosi deb ataladi. Issiqlik nasosi uchun Karno sikli huddi sovitish mashinasidek T-S diagramma tasvirlanadi

Bu siklning samaradorligi issiqlikning sarflangan ishga nisbati bilan baholanadi va u isitish koeffitsenti yoki o'zgarish koeffitsenti deyiladi.

$$\mu = q_k / L_{sikl} \quad (9.8)$$

O'zgarish koeffitsenti berilgan sharoitda bir-birlik issiqlikni olish uchun sarflangan ishni ifodalaydi.



4- rasm. Issiqlik nasosining qaytish siklining “pv” va “Ts” – koordinatalardagi diagrammasi keltirilgan.

Bu holda sovitish mashinasi issiqlik bilan taminlash uchun xizmat qiladi.

4-1 jarayonda ishchi moddaga atrof-muhitdan issiqlik oladi.

1-2 jarayonda ishchi modda siqilib, uning harorati va entalpiyasi ko'tariladi.

2-3 jarayonda ishchi modda q_1 issiqlikni atrof-muhitdan yuqori harorat ega bo'lgan manbaiga uzatiladi, undan xonalarni isitish yoki boshqa texnologik ehtiyojlar uchun foydalaniladi.

3-4 jarayonda ishchi modda kengaygan ishni bajaradi va boshlang'ich holga o'tadi.

Sovitish va isitish koeffitsienti quyidagi bog'liqliklarga ega:

$$\mu = \frac{q_k}{I_{sikl}} = \frac{q_k + I_{sikl}}{I_{sikl}} \quad (9.9)$$

Shunday qilib, nisbatan pastroq haroratli daryo suvining issiqligi, aytaylik xonalarni isitish uchun kerakli 50-60 °S li isituvchi suv bilan ta'minlash mumkin.

Issiqlik nasosini ishlatish uchun sarflanadigan ish miqdori:

$$\ell = q - q_1$$

Issiqlikdan foydalanish koeffitsienti esa:

$$\varepsilon = \frac{q}{\ell} = \frac{q}{q - q_1} = 1 + \frac{q_1}{\ell} \quad (9.10)$$

Tenglikdan ko'rinib turibdiki, koeffitsient ε ning qiymati birdan katta.

Agar issiqlik nasosi Karno (teskari) sikli bo'yicha ishlasa:

$$\varepsilon = \frac{q}{\ell} = \frac{T_2}{T_2 - T_1} \quad (9.11)$$

Tushunarliroq bo'lishi uchun misol keltiramiz; daryo suvi +7 °S (280 °K), xonalarni isitish uchun esa +70 °S (343 °K) li suv kerak bo'lsa,

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_2 - T_1} = \frac{343}{343 - 280} = 5,4 \quad (9.9)$$

yoki

$$q = \varepsilon \cdot \ell = 5,4 \cdot \ell$$

Ya'ni qurilma (nasos) o'zini aylantirishga sarflanadigan ishga qaraganda 5,4 marta ko'proq issiqlik beradi.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Sovitish qurilmalari va issiqlik nasoslari aniqlanishlarini keltiring. Ularning umumiy va farq qiluvchi xususiyatlarini keltiring.
2. Kompresion sovitkich qurilmasi printsipial sxemasini tasvirlang va uni Ts – diagrammasida tahlil qiling.
3. Absorbsion sovitkich qurilmasi sxemasini tasvirlang va uni kompresion sovitkich mashinalari bilan solishtirib, afzalliklari va kamchiliklarini ko'rsating.
4. Issiqlik nasosining qo'llanilish sohalarini gapirib bering va farq qiluvchi xususiyatlarini ko'rsating. Issiqlik nasosi sxemasini keltiring.
5. Sovitkich qurilmasi va issiqlik nasosi uchun issiqlikdan qayta foydalanish koeffitsientini ifodalang. Ularni solishtirib, tahlil qiling.