

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

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishining ko'pgina sohalarida, masalan, qishloq xo'jalik mahsulotlarini saqlashda, hamda boshqa texno-logik jarayonlarda haroratni o'rab turuvchi muhit haroratidan ancha past darajada ushlab turish kerak bo'ladi. Ba'zida past haroratli muhitdan yuqori haroratli muhitga issiqlik haydash kerak bo'ladi. Jismning haroratini o'rab turuvchi muhit haroratidan pastroq qiymatga tushirish va uni talab qilinadigan darajada ushlab turish uchun sovitish qurilmalari qo'llaniladi. O'rab turuvchi muhitdan issiqlik olib va uni yuqoriroq haroratli muhitga uzatishga mo'ljallangan sovitish qurilmalari issiqlik nasoslari deyiladi.

Sovitish qurilmalari va issiqlik nasoslari ishlash printsiplari ishchi jismning teskari aylanma sikl bajarishiga asoslangan. Buning natijasida issiqlik sovitiladigan jismdan ajratiladi va yuqoriroq haroratli o'rab turuvchi muhitga uzatiladi (issiqlik mashinalari teskari, yuqoriroq haroratli jismdan pastroq haroratli o'rab turuvchi muhitga issiqlik uzatiladi).

Sovitilayotgan jismdan vaqt birligida (bir soatda) ajralayotgan issiqlik miqdori sovitish qurilmasining sovitish quvvati deyiladi. 1kg sovitish agenti (ishchi jism) ga berilgan sovitish quvvati **sovitish agentining solishtirma sovitish quvvati** deyiladi.

Teskari sikl samarasini tavsiflash uchun sovitish koeffitsienti ε_x tushunchasi kiritiladi:

$$\varepsilon_x = \frac{q_2}{\ell_y} = \frac{q_2}{q_1 - q_2} \quad (9.1)$$

bunda q_1, q_2 – siklga kiritilayotgan va chiqarilayotgan issiqlik miqdori;

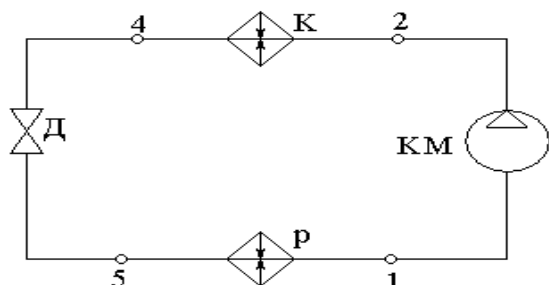
ℓ_{ts} – sikl ishi.

Sanoatda sun'iy sovuqni birinchi marotaba olishda sovitish qurilmasida ishchi jism sifatida havo ishlatilgan. Asosiy kamchiligi – sikl kam samarali bo'lib, o'ta chegaralangan qo'llanish sohasiga ega bo'lgan. Qishloq xo'jaligida kompressorli qurilmalar keng tarqaldi. Bu qurilmada sun'iy sovuq ishlab chiqarishda kompressor uzatilmasi uchun mexanik energiya sarflanadi va ishchi jism bosimini oshirish uchun termoximiyaviy kompressiyali absorbtsion qurilma ishlatiladi.

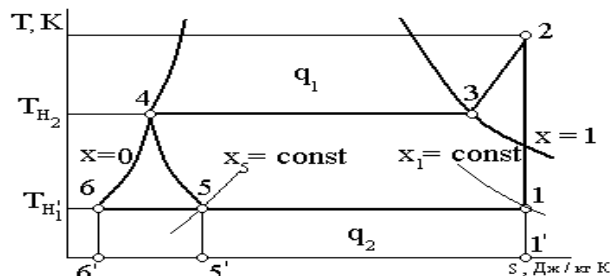
Ishchi jism (sovitish agentlari) sifatida past haroratda qaynovchi deb ataladigan suyuqliklar qo'llaniladi. Sovitish agenti sifatida xlor metil CN_3Cl , CO_2 gazi, ammiak NH_3 va asosan freonlar – fluorxlor uglevodorodning birikmalari.

2. Bug' kompressiyali sovitish qurilmasi sikli

Qurilmaning printsiipial sxemasi 7.1-Rasmda tasvirlangan. Ushbu shaklda siklning Ts – koordinatalardagi diagrammasi keltirilgan (sxema va diagrammadagi nuqtalar mos keladi).



1-Rasm



2 - rasm

Bug' kompressiyali sovitish qurilmasi sxemasi va siklning Ts-koordinatalardagi diagrammasi: KM-kompressor; P-refrejerator; D-drossel klapani; K-kondensator.

Qurilma quyidagicha ishlaydi. Refrejerator P dan to'yingan nam bug' X_1 quruqlik darajasiga, P_1 bosim va T_{N1} haroratga ega bo'lib, kompressor KM bilan suriladi va P_2 bosim hamda T_2 haroratgacha siqiladi (1-2 jarayon). Kompressordan bug' kondensator K ga uzatiladi, bu yerda suv yoki o'rab turuvchi havo yordamida sovitiladi, uning bosimi P_2 o'zgarmagan holda boshlanishida quruq to'yingan bug'ga aylanadi (2-3 jarayon), keyin to'liq suyuqlikka aylanadi (3-4 jarayon). Kondensatorda ishchi jismdan olingan issiqlik q_1 diagrammada masshtabda 2-3-4-5-5-1-2 yuzaga teng.

Kondensatordan chiqayotgan suyuq ishchi jism drossel klapani D dan o'ta turib, drossellanadi (diagrammada bu jarayon shartli 4-5 bilan belgilangan). Drossellanishda $h_4=h_5$, bosim P_2 dan P_1 ga tushadi. Qaysiki yshbu jarayonda adiabatik drossellanish koeffitsienti $\alpha > 0$ ligidan ishchi jism harorati T_{N1} gacha tushadi. 5 nuqtadan bug' to'yingan nam (quruqlik darajasi x_5) drossel klapanidan so'ng bug' refrejeratorga o'tadi. Ishchi jisimga 0 bu yerda q_2 miqdor issiqlik o'rab turuvchi muhitdan uzatiladi (5-1-1-5-5 ekvivalent yuza), bug' bug'lanadi va 1 holatga o'tadi (5-1 jarayon). Bu quril-maning sovitish koeffitsienti:

$$\varepsilon_x = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{h_1 - h_5}{(h_2 - h_4) - (h_1 - h_5)} \quad (9.2).$$

$h_5=h_4$ ekanligini hisobga olib, topamiz:

$$\varepsilon_x = \frac{h_1 - h_5}{h_2 - h_1} \quad (9.3)$$

bunda (h_2-h_1) – kompressorda sarf bo'lgan ish.

Sovuqlik ishlab chiqarish unumdorligi Q bo'lsa, kompressorni harakatlantirish uchun (sovitgich qurilma oladigan) quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{Q}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \omega}, \text{кВт} \quad (9.4)$$

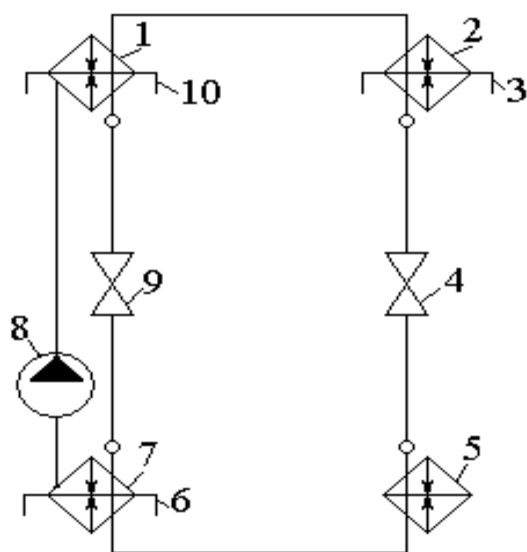
bu yerda ω – kompressor vali aylanishlar soni, 1/sek.

3. Absorbtsion sovitgich qurilmasi sikli

Ba'zi hollarda sovitgich qurilmasi siklida ishchi jism bosimini oshirishda mexanik energiya emas, issiqlik energiyasi, masalan, elektr qizdirgich yoki quyosh energiyasidan foydalanish maqsadga muvofiq. Bu xildagi sovitgich qurilmalarida ishchi jism sifatida jismlar binar aralashmasidan foydalaniladi, bu aralashma bir xil bosimda har xil qaynash haroratiga ega bo'ladi.

Jismlardan biri past qaynashli haroratga ega bo'lib sovitish agenti hisoblanadi, boshqasi esa – absorbent. Odatda sovitgich agenti sifatida ammiak ishlatiladi, absorbent sifatida esa – suv.

Absorbtsion sovitgich qurilmasi sxemasi 3- rasmda keltirilgan. Generator 1 da P_2 bosimda suvli ammiak eritma konsentrati mavjud. Tashqaridan q_1 miqdor issiqlik berish hisobiga (masalan, quvur 10 orqali qaynoq bug') sovitish agenti bug'lanishi sodir bo'ladi. Buning oqibatida generatorda kam konsentratli eritma qoladi. Hosil bo'lgan yuqori konsentratli sovitgich agenti bug'i kondensator 2 ga yo'llanadi, bu yerda quvur 3 orqali o'tadigan sovuq suv bilan sovitiladi va kondentsiyalanadi. Kondensat drossel 4 orqali oqib o'tadi, natijada bosim P_2 dan



P_1 ga kamayadi, keyin esa bug'lantirgich 5ga o'tadi (refrijerator). Bug'lantirgichda o'rab turuvchi muhitda q_2 miqdorda issiqlik yutiladi va to'yingan nam bug' bug'lanadi. Bug'lantirgichdan bug' absorber 7ga yo'llanadi, bu yerda u generatordan kelayotgan kuchsiz eritma (absorbent)da absorberlanadi. Bu holda absorbtsiya issiqligi qabs quvur 6 dan oqayotgan sovitgich suviga yutiladi.

Generator 1 dagi bosim P_2 absorber 7 dagi bosim P_1 dan yuqori ekanligidan, ular orasidagi drossel klapan 9 o'rnatiladi. Absorbtsiyalanish jarayonida 3- rasm

absorberdagi eritma tarkibidagi sovitish agenti konsentratsiyasi oshadi. To'yingan eritma nasos 8 bilan absorberdan generator 1 ga uzatiladi.

Shunday qilib, absorbtsion sovitish qurimasdan sovitish qurilmasi-dan sovitish agentini kompressorda siqish o'rniga desobrtsiya jarayoni amalga oshadi, ya'ni eritma issiqlik berish hisobiga ortiqcha bosimli sovitish agenti (ammiak) ajratadi.

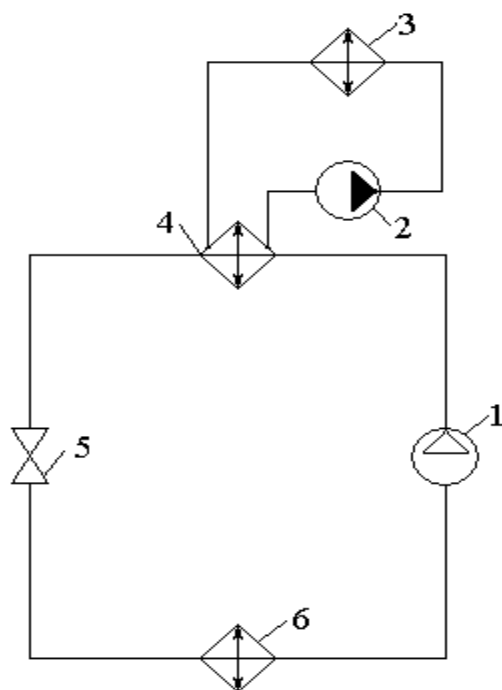
Bug'lantirgichda sovituvchi jismdan ajratib q_1 ga olingan issiqlik q_2 ning sarf bo'lgan issiqlik nisbati **issiqlik ishlatilish koeffitsienti**, yoki absorbtsion sovitgich qurilmasi **issiqlik koeffitsienti** deyiladi.

$$\xi = \frac{q_2}{q_1} \quad (9.5)$$

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

4. Issiqlik nasos sikli

Har xil haroratli jismlarning biridan ikkinchisiga issiqlik uzatishga mo'ljallangan uskunalar **issiqlik transformatorlari (termo-transformatorlar)** deyiladi. Past haroratli jismlardan yuqori haroratli jismlarga issiqlik uzatishga xizmat qiladigan issiqlik transformatorlari **kuchaytiruvchi transformatorlar** deyiladi. Ularga **issiqlik nasoslari kiradi**, issiqlik nasoslari o'rab turuvchi muhitdan yuqori haroratli ob'ektga issiqlik uzatishni amalga oshiradi. Past haroratli issiqlik manbai bo'lib atmosfera havosi, havzalardagi suv yoki issiq suv



havzalari, yer qari issiqligi (geotermal manbalar) xizmat qilishi mumkin, shu bilan birga turbina yoki kompressorlar kondensatorlari Sovitish suvlari, ichki yonuv dvigatellari chiqindi gazlari, chorvachilik, parrandachilik fermalaridan chiqayotgan havo va boshqalar ham issiqlik manbai bo'lishi mumkin.

Issiqlik qabul qiluvchi ob'ekt bo'lib binoni isitish sistemasi qabul qilinishini birinchi bo'lib V.Tomson taklif qilgan, V.A.Mixelson esa yshbu g'oyaning texnik ishlanmalarini amalga oshirgan. Issiqlik qabul qiluvchi sifatida har xil texnologik jarayoni ishlatish mumkin. Issiqlik nasoslari – sovitgich 4-Rasm qurilmalari bo'lib, boshqa chegaraviy haroratlarda ishlaydi. Masalan, agar sovitgich qurilmalari uchun issiqlik qabul qiluvchi – o'rab turuvchi muhit bo'lsa, issiqlik nasoslari uchun o'rab turuvchi muhit issiqlik berish manbasi hisoblanadi.

Shuning uchun issiqlik nasoslari sikllari sovitgichlarnikidan farq qilmaydi.

Issiqlik nasosi sxemasi 4- rasmda tasvirlangan. Bug'lantirgich 6 da sovitish agenti o'rab turuvchi muhitdan (masalan, suv havzasi) qabul qilingan issiqlik hisobiga bug'lanadi, keyin kompressor 1 ga keladi.

Sovitish agenti bug'langanda q_2 miqdorda issiqlik ajratib oladi. Sovitish agenti kompressorda siqiladi va kondensator 4 quvurlariga oqib o'tadi. Kondensator quvurlari isitiladigan ob'ekt orqali aylanayotgan isitish tizimi suvi bilan yuvib, sovitiladi. Issiqlik qabul qiluvchi 3 ga q_2 miqdor issiqlik bilan birgalikda kompressorda sarf bo'lgan ishga ekvi-valent issiqlik ham beriladi. Keyin kondensat drossel klapan 5 orqali bug'lantirgich 6 quvuriga haydaladi.

Issiqlik nasos samarasi o'zgartirish koeffitsienti bilan baholanadi. Bu koeffitsient isitiladigan ob'ektga berilayotgan issiqlik $q_1 = q_2 + \ell_{ts}$ bilan sarf bo'lgan ish nisbatidan aniqlanadi:

$$\psi = q_1 / \ell_u = (q_2 + \ell_u) / \ell_u = \varepsilon_x + 1 \quad (9.6)$$

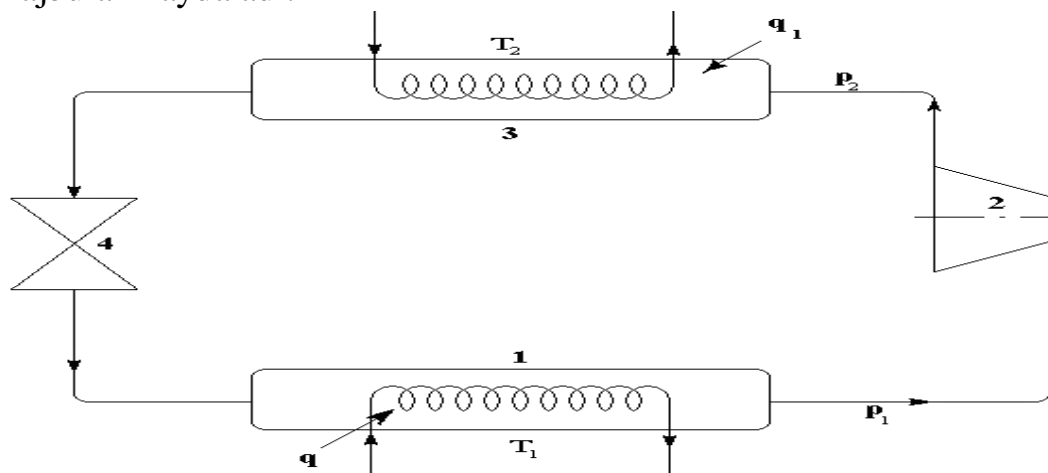
bunda ε_x - sovitish koeffitsienti.

Bundan ko'rinadiki, o'zgartirish koeffitsienti birdan kata. Uning qiymati 3...7 oralig'ida bo'ladi, yuqori haroratli manbalardan foydalanilganda (masalan, issiqlik mashinalari chiqindi gazlari) bu ko'rsatkich yanada yuqori bo'ladi. Bu ko'rsatadiki, issiqlik nasoslaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Issiqlik nasoslari samarasi tiklanuv-chan va noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanilganda yanada oshadi.

Issiqlik nasoslari qo'llanishi. Tabiatda juda ko'p issiqlik manbalari mavjud bo'lib, ularning haroratlari 273^0K dan yuqori, lekin issiqlik mashinalarida ishlatish uchun kamlik qiladi. Masalan, dengiz, daryo va buloq suvlarining haroratlari 0^0S dan ancha yuqori. Ba'zi hollarda, korxona va xo'jaliklarda ancha yuqori haroratli suvlar ham tashqariga to'kib yuboriladi.

Nisbatan yuqori bo'lmagan ($10...20^0\text{S}$) haroratli issiqlik manbalarining issiqligidan foydalanish uchun **issiqlik nasoslari** degan qurilmalar ishlatiladi.

Izoh: Suv yuqoridan pastga o'zi oqadi, pastdan yuqoriga suv nasosi bilan majburan xaydaladi. Shuningdek, issiqroq jismdan sovuqroq jismga issiqlik o'zi o'tadi, sovuqroq jismdan issiqroq jismga issiqlik o'zi o'tmaydi, issiqlik nasosi bilan majburan haydaladi.



5-rasm

Qurilmaning ishlash ketma-ketligi quyidagicha (5-rasm): T_1 harorat-li daryo suvi bug'langich (1) ichidagi quvur chulg'ami (zmeevik) orqali o'tib o'zidagi ko'p bo'lmagan issiqlik miqdori q_1 hisobiga yengil bug'lanadigan suyuqlik (freon)ni bug'lantiradi. Hosil bo'lgan freon bug'i kompressor (2) da siqilib bosimi P_2 va harorati T_2 ga ko'tariladi. Yengil bug'lanadigan ishchi jism (freon)ning bug'i kondensator 3 da suyuqlikka aylanib, bug'ning suyuqlikka aylanishidagi q issiqlik miqdorini quvur chulg'ami ichidan o'tayotgan suvga beradi.

Nisbatan sovigan ishchi jism (freon) suyuq holatda bosim pasaytirgich (4) (drossel) orqali yana bug'latgich (1)ga keladi va sikl takrorlanaveradi.

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:

$$\varepsilon = \frac{q}{\ell} = \frac{q}{q - q_1} = 1 + \frac{q_2}{\ell} \quad (9.7)$$

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

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

$$\varepsilon = \frac{q}{\ell} = \frac{T_2}{T_2 - T_1} \quad (9.8)$$

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. Sovutish qurilmalari va issiqlik nasoslari aniqlanishlarini keltiring. Ularning umumiy va farq qiluvchi xususiyatlarini keltiring. 2. Kompression sovutkich qurilmasi printsipl sxemasini tasvirlang va uni Ts – diagrammasida tahlil qiling. 3. Absorbtsion sovutkich qurilmasi sxemasini tasvirlang va uni kompression sovutkich 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. Sovutkich qurilmasi va issiqlik nasosi uchun issiqlikdan qayta foydalanish koeffitsientini ifodalang. Ularni solishtirib, tahlil qiling.