

O' ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O' RTA-MAHSUS
TA' LIM VAZIRLIGI
ABU RAYHON BERUNIY nomidagi
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

SOVUTISH TEXNIKASI

5A520700-«Texnologik mashina va jihozlar» o' quv
yo' nalishi bakalavrlari uchun

«Mutaxassislikka kirish» fanidan ma' ruzalar matni

Toshkent 2005

UDK 621.56 /.59 (075.8)

Tuzuvchilar: S.G. Zokirov
Q.F. Karimov
M.Y. Xudoyqulova

Sovutish texnikasi: 5A520700-«Texnologik mashina va jihozlar» o' quv yo' nalishi bakalavrlari uchun «Mutaxassislikka kirish» fanidan ma' ruzalar matni / Toshk. dav. texn. un-ti.

Tuzuvchilar: S.G. Zokirov, Q.F. Karimov, M.Y. Xudoyqulova.
Toshkent, 2005, 40 b.

Ma'ruzalar matni oziq-ovqat sanoatida sovutish texnikasining ahamiyati, vazifasi, sovuqlik olishning oddiy usullari bilan tanishtiradi. Sun'iy sovuqlikning mahsulotlarni saqlash va qayta ishlashdagi o'rnini yoritilgan. Ma'ruzalar matnida eng oddiy sovutish mashinasining ishlash printsiplari tushuntirilgan.

Ma'ruzalar matni 5A520700-«Texnologik mashina va jihozlar» o'quv yo'nalishi bakalavrlari uchun mo'ljallangan.

«Sovutish mashinalari va qurilmalari» kafedrası

7 ta rasm. Adabiyot: 8 nomda.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy metodik kengashining qaroriga ko' ra chop etildi.

Taqrizchilar: 1) TKTI dots. Nig' madjonov S.K.

2) ToshDTU, "Issiqlik nasoslari" injenerlik markazi kat. ilm. hodimi Mo' minov A.

1-ÏÀ' RUZÀ. SOVUTISH TEXNIKASI VA TEXNOLOGIYASINING MAZMUNI VA TARIXI

Ma' ruza rejasi

1. Fanning maqsadi va ko' riladigan masalalar.
2. Sovuqlik va issiqlik haqida tushunca.
3. Past harorat hosil qilish usullari.

1. Fanning maqsadi va ko' riladigan masalalar.

Sun' iy sovuqlik hosirgi davrda qishloq xo' jaligining deayrli barcha tarmoqlarida ishlatiladi. Sovuqlik osiq-ïvqat mahsulotlari tarkibida microorganizmlar ko' payishiga to' sqinlik qiladi. Mol va parranda go' shti, baliq va meva-sabzavotni qayta ishlash korhonalari bu mahsulotlarni sovutish, muzlatish va past haroratlarda saqlash amalga oshiriladi; sut-yog' sanoatida sut, yog' va sut

mahsulotlarini sovutish va saqlashda sîvuqlik ishlatiladi; qandolat fabrikalarida hom-ashyo, pasta va tayor mahsulot sovutiladi. Sovuqlik pivî pishirish texnologiyasi garayonlarida (sulini sovutish, pivoni achitishda issiqlikni olish va pivoni saqlash), vino ishlab chiqarishda hâi qo' llaniladi. Shuning uchun ham îziq-îvqât sanoatida, qishlîq õo' galik mahsulotlarini qâyta ishlash bilan shug' ullanuvchi barcha texnik xodimlar, ingenerlar sovuqlik îlish va uni qo' llashni yaxshi bilishlari zarur.

Fanni o' qitilishdan àqsâd – bo' lagak bakalavrlarga O' zbekiston Respublikasi sharoitida qishloq õo' galik àhsulotlarini saqlash hâida qayta ishlash tâõnologiyasi jarayonlarida qâyta ishlashda ishlatiladigan saqlash usullari, sovutish va vetilatsiya qurilmalarining tuzilishi, ishlash printsiplari va ularni maxalliy sharoitlarga moslash, sozlash, tanlab ishlatishni va shu bilan birga chet el qurilmalarining ish jarayonlarini o' ganib, ulardan foydalanishni o' ganishdir.

2. Issiqlik va sovuqlik õàqidà tushuncha.

Buyk rus olimi M.I. Lomonosov "Razmishleniya o printsipax teploti i xoloda " dissertatsiyasida (1750 y.) molekulalar xarakati issiqlik va sovuqlikning asl sababi ekanligini qayd etgan edi.

Issiqlik va sovuqlikning fizik moyiyati o' xshashdir, farqi fâqât molekula va atomlar harakati tezligidadir.

Issiq jismda harakat tezligi katta, sovuq jismda esa kichikdir. Jismga issiqlik berilsa harakat tezlashadi, olinsa – sekinlashadi. Demak, issiqlik energiyasi molekula va atomlar harakat ichki energiyasidir.

Jismni sovutish – bu undan issiqlik olish va buning natijasida jism haroratining pasayishidir. Sovutishning eng oddiy usuli – sovutiluvchi jism va atrof muhit (tashqi havo, daryo va dengiz suvlari) orasidagi issiqlik almashinuvidir. Lekin bu usul bilan, issiqlik almashinish o' ta mukammal bo' lgan taqdirda ham, atrof muhit haroratigacha sovutish mumkin. Bunday sovutish – tabiiy sovutishdir. Jismni atrof-muhit haroratidan past haroratga pasaytirish – sun' iy sovutishdir.

Bunday sovutish uchun, asosan, yashirin issiqlik ishlatiladi.

Yashirin issiqlik jismlarning agregat holati o' zgarishida ular tomonidan yutiladi.

3. Past harorat hosil qilishning fizik xossalari, printsiplari.

Sun' iy sovuqlik olishning bir necha usullari mavjud. Ulardan eng soddasi – muz yoki qor bilan sovutishdir, qor va muz erishi ko' p miqdorda issiqlik yutilishi bilan kechadi. Atmosfera bosimida muz va qor 0 °S da eriydi. Agar tashqi issiqlik oqimi juda kam, muz yoki qor issiqlik uzatish yuzasi nisbatan katta bo' lsa, xonadagi haroratni deyarli 0 °C gacha

pasaytirish mumkin. Amalda esa muz yoki qor bilan sovutiluvchi xona havosining harorati $5-8^{\circ}\text{C}$ gacha bo' ladi.

Ancha pastroq haroratlarni muz yoki qorning turli tuzlar bilan aralashmasini ishlatib olish mumkin. Bu holda muz yoki tuz yutayotgan yashirin issiqlikka aralashmada hosil bo' gan, suvda eriyotgan, tuz yutuvchi yashirin issiqlik qo' shiladi; bu aralashma haroratni pasayishiga sabab bo' ladi. 1 kg muz - tuz aralashmasining sovutish unumdorligi 1 kg sof muz yoki qorning sovutish unumdorligidan kichikdir, chunki bunda sovuqlikning bir qismi muz yoki qorning va tuzni aralashmaning haroratigacha sovushiga sarflanadi.

Muz – tuz aralashmasining harorati tuz konsentratsiyasining kriogidrat deb ataluvchi eng past haroratgacha oshib borishi bilan pasayadi. Tuz konsentratsiyasining yanada ortishida aralashmaning erish harorati ko' tariladi. Muzlashning kriogidrat haroratiga ega bo' lgan eritma – evtetik eritma deyiladi. 6 - rasmda muz yoki qorni osh tuzi bilan aralashmasining erish egri chizig' I 1 kg aralashmadagi tuz konsentratsiyasiga bog' liqligi ko' satilgan. Amalda esa komponentlarni yaxshi aralashtirilmaganligi sababli aralashmaning erish harorati 6 - rasmdagidan $2-3^{\circ}\text{C}$ yuqori.

Muz yoki muz-tuz aralashmasi yordamida sun' iy sovuqlikni hosil qilish usuli katta kamchiliklarga ega: muz va

tuzni tayorlash, ularni tashish va aralashtirish katta mehnat sarfini talab etadi, avtomatik rostlashning va kerakli haroratni olish qiyin.

Jismlarni quruq muz (qattiq uglekislota) bilan ham sovutish mumkin. Quruq muz sovutiluvchi jismdan issiqlikni olib sublimatsiyalanadi, ya'ni suyuqlik fazasini chetlab gazsimon holatga o'tadi. Atmosfera bosimida quruq muzning sublimatsiya harorati - 78,9°C.

Sun'iy sovuqlik hosil qilishning mashinaviy usuli bir qancha afzalliklarga ega: avtomatlashtirish oson, sovutish qurilmasiga xizmat ko'rsatish engil, sovutiluvchi xonalarda ancha past haroratlarni hosil qilish.

Sovutish mashinalarining ishi turli printsiplarga asoslangan. Ulardan eng keng tarqalgani suyuq moddalarning qaynash printsi-piga asoslangan. Past qaynash haroratini hosil qilish uchun zaruriy past bosim hosil bo'layotgan bug'ni kompressor tomonidan so'rib olish bilan yuzaga keltiriladi. Barcha moddalar qaynash davomida atrof muhitdan issiqlikni yutadi, natijada muhit harorati pasayadi.

Mashinaviy sovutish asosi bo'lib, siqilgan gazni adiabatik (issiqlik bermasdan va olmasdan) kengaytirish hisoblanishi mumkin. Siqilgan gaz kengayganda uning harorati ancha pasayadi, chunki bunda tashqi ish gazning

ichki enegiyasi hisobiga bajariladi. Havo sovutish mashinalarining ishi ana shu printsipga asoslangan.

Gazni, hususan havoni kengaytirish yo' li bilan sovutish bosha usullardan farqlanadi. Havo bunda o' zining agregat holatini muz, aralashmalar kabi o' zgartirmaydi.

U sovutiluvchi jismdan issiqlikni olib, isiydi xolos. U sovutiluvchi jiosmdan issiqlikni olib, isiydi xolos. Past haroratlarni termoelektrik usul (Pelte effekti) bilan ham olish mumkin. Termoelektrik hodisalar issiqlik va elektrik jarayonlarning o' zaro bog' liqligiga asoslangan. Agar termoparaga (ikki xil simdan iborat yopiq zanjir) o' zgarmas tok berilsa, u holda simlardan biri qiziydi, ikkinchisi esa soviydi.

Tok yo' nalishi o' zgartirilganda isigan va sovugan simlar o' rnini almashtiradi. Pelte effekti elektr zanjirdagi tokning oddiy issiqlik harakati (Joul issiqligi) bilan boglanmagan, balki turli materialli simlardan elektronlar oqimining o' tish xususiyatiga asoslangan. Bu hodisa 1834 yilda kashf etilgan bo' lsada, lekin uzoq yillar amaliy qo' llanmay kelingan.

So' ngi yarim asr davomida Pelte effekti uy-ro' zg' or sovutgichlari va konditsionerlarida yarim o' tkasgichlar ishtirokida qo' llanilmoqda.

Yarim o' tkazgichlar (metall oksidlari, oltingugurt birikmalari, kimyoviy elementlar – germaniy, kremniy, tellur,

selen hamda ularning birikmalari) elektr o' tkazuvchanlik bo' yicha o' tkazgichlar va izolyatorlar orasidagi sinfdir.

Nazorat savollari:

Issiqlik va sovuqlikning sabablari nima?

Sun' iy sovutishning muz, qîr va ularning tuzlari bilan aralashmasi yordamida haroratni pasaytirish usuli.

Sovutishning qanday turlari bor?

Quruqq muz bilan sovutish.

Sun' iy sovutish mashinaviy usulining afzalliklari nimalar?

6. Sun' iy mashinaviy sovutish qanday printsiplarga (fizik xodisa, texnik qurilma) asoslangan?

Foydalanilgan adabiyotlar:

×âðâÿéîâ Ñ.Ñ, Êóëàèîâñêëé À.È. Îñîâû õîëîäèëüîîâî äâèà - Îñêèàà : Âññøàÿ øèîèà – 1988 ä. – 144 ñ. (3-30 betlar).

Ïêðîâñêëé Í.Ê. Õîëîäèëüîîâ àøèú è óñòàîîâèè. - Ì: Ïèùâîðîèçààð, 1960 - 556 ñ. (3-10 betlar).

Áàðàíáíéî À.Â, Áóòàðèí Í.Í. Ïñêàððîâ À.È àà áîøqàèàð. Õîëîäèëüîîâ àøèú - Ñ - Ïá : Ïèèèàððîèèè, 1997 – 992 ñ. (3-26 betlar).

Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. «Кимёвий технология асосий жараён ва шурилмалари». – Т.: Шарš – 2003. – 644 б. (554-561 betlar).

2-MA' RUZA. SOVUQLIK BILAN KONSERVALASH VA OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARINI SAQLASH

Ma' ruza rejasi.

1. Mahsulotlarni konservalash.
2. Mahsulotlarni sovutish.
3. Mahsulotlarni muzlatish.
4. Mahsulotlarni saqlash.
5. Mahsulotlarni eritish.

Barcha oziq-ovqat mahsulotlarini saqlanish muddatiga ko' ra ikki guruhga bo' lish mumkin; oddiy sharoitlarda, uzoq muddat saqlash davomida aynimaydigan mahsulotlar (un, shakar, yorma) va tez aynaydigan mahsulotlar (parranda va mol go' shti, baliq, sut, sabzavot va boshqalar). Tez aynaydigan mahsulotlarni saqlash davomida ularning mazasi, hidi, rangi o' zgaradi.

Maxsulotlarni aynashiga turli faktorlar sababchidir (masalan, quyosh nuri, havo tarkibidagi kislorod miqdori, nisbiy namlikning haddan ortiq darajada past yoki yuqoriligi). Eng ko' p ta' sir etuvchi faktor bu – mikroorganizm va to' qima fermentlaridir. To' qima fermentlari oqsil, uglevodorodlarni kimyoviy-biologik

o' zgartiradi, yog' larni gidrolizlantiradi va boshqa hil o' zgarishlarga sabab bo' ladi.

Mahsulotlar uzoq saqlash davomida aynimasligi uchun maxsus ishlanadi – konservalanadi. Konservashning asosiy vazifasi mikroorganizm va to' qima fermentlarining aynitish ta' sirini sekinlatishdir. Konservash usullari ichida (pasterizasiya, sterilizasiya, quritish, tuzlash, dudlash, va boshqalar) eng samaralisi sovuqlik bilan ishlashdir. Sovuqlik mahsulotning asl holini eng kam darajada o' zgartiradi.

Harorat o' zgarishi natijasida mahsulot tarkibi va xususiyatlarining tadqiqoti, saqlanishning eng maqbul sovutish rejimini tanlash kabi masalalar oziq-ovqat texnologiyasining sovuqlik texnologiyasi bo' limida o' rganiladi.

1. Konservash

Sovuqlik bilan konservash mikroorganizm va to' qima fermentlarining faoliyatini harorat pasayishida kamayishiga asoslangan. Harorat pasayishi ayrim mahsulotlarning nafas olish va etilishini hamda mikroorganizmlarning ta' sirini sekinlashtiradi.

Mahsulotlar sovuqlik bilan ishlanish haroratiga ko' ra quyidagilarga shartli ravishda bo' linadi: sovitiluvchi mahsulotlar – yadro xarorati 0 – 4 °C, muzlatilgan mahsulotlar harorati -6 °C, defrostasiya, ya' ni batamom eritilgan mahsulotlar.

Mahsulotlarni sovitishda harorat asosiy o' rinni egallaydi. Muzlatishda, bundan tashqari, to' qimalarning suvsizlanishi ham sodir bo' ladi, suv qattiq holatga o' tadi. Havoning etarli darajada namlikka ega emasligi go' sht, baliq, ko' katlarning sifatini yomonlashtiradi: mahsulot quriydi, so' liydi.

Turli mikroorganizmlarning sovuqlikka chidamliligi turlichadir. Mog' or zamburug' lari va achitqi (droja) sovuqqa juda chidamli bo' lsa, bakteriyalar sovuqlikni ko' tara olmaydi: ular yashayotgan muhit muzlatilganda modda almashinuvi va to' qima strukturasi zararlanishi natijasida halok bo' ladi. Bakteriyalarning ayrim turlari -5 – -8 °C da 10 – 14 oy mobaynida butkul halok bo' ladi va shundan so' ng oddiy sharoitlarda umuman rivojlanmaydi. Boshqa xil bakteriyalar esa 5 – 6 kundan so' ng yana ko' payib yashay boshlaydi.

Mikroorganizmlar muzlatilganda 90 – 99% to' qimalar halok bo' ladi. Kasallik qo' zg' atuvchi bakteriyalar bir necha soat davomida suyuq azot haroratidagi (-150 °S) sovuqlikka bardosh bera oladi.

Sovuqda saqlash samaradorligi keltirilayotgan mahsulotlarning bakteriya bilan zararlanganligi hamda sovitgich kameralarining yomon sanitar holatdaligi (mog' or bosganligi) tufayli pasayadi. Mog' or zamburug' ining o' sishi -9 °C da to' xtasada, lekin

eritishda haroratning ko' tarilishi bilan ular "tiriladi" va ajralayotgan fermentlar vositasida mahsulotni aynita boshlaydi. Juda past haroratlarda ham (-80°C) fermentlar faoliyati to'xtamaydi, faqatgina bir necha marotaba muzlatish va eritish amalga oshirilgandagina faollik keskin pasayadi. Mog'or bosishning oldini olish uchun sovutgich kameralari mikrobiologik nazorat qilinishi, sanitariya qoidalariga va texnologik instruksiyalarga qat'iy amal etilishi lozim.

Oziq-ovqat mahsulotlarining saqlash muddatini uzaytiruvchi yordamchi vositalarga ularni ultrabinafsha nurlar, ozon, korbonat angidrid, antibiotik bilan qayta ishlash, hamda mahsus tara va o'rash materiallarini ishlatish kiradi.

Ultrabinafsha nurlarni konservalash xususiyati ularning mikroorganizmlarni o'ldirish imkoniga asoslangan. Ultrabinafsha nurlarining ta'siri kichik musbat haroratlarda katta bo'lib, manfiy haroratlarda nurlanish unumi juda kam. Nurlanish davomiyligi ko'p faktorlarga, birinchi navbatda mahsulot turi va holatiga bog'liq. Ko'pgina mahsulotlar nurlanish natijasida bakteriostatik xususiyatlarni egallaydi, ya'ni ma'lum vaqt davomida mikroorganizmlarni siqadi, yo'q qiladi, natijada mahsulotlarning saqlanish muddati uzayadi. Sovutish kameralarini, tara, qurilmalarni xam

ultrabinafsha nurlar bilan ishlash tez buziluvchi mahsulotlarning saqlanish muddatini uzaytiradi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik va ionlovchi nurlar bilan ishlash (radiopasterizasiya) nisbatan yangi va kelajagi porloq usullardan hisoblanadi. Radiopasterizasiya mikroorganizmlarning tirik hujayralarini o'ldiradi va fermentlash jarayonlari sezilarli darajada sekinlashadi.

Karbonat angidrid va havo aralashmasi muhitida mahsulotlarni saqlash mikroorganizmlarni, ayniqsa, yog' or va bakteriyalarni halok etadi. Karbonat angidrid gazining mavjudligi yog' va kamera havosidagi kislorodning kamayishiga sabab bo' ladi. Bunda yog' va yog' li mahsulotlarning oksidlanishi sekinlashadi, meva-sabzavotlardagi mikroorganizmlarning faoliyati kamayadi. Bu gazdan to'g'ri foydalanilganda mahsulotlarning saqlanish muddati 1,5 – 3 barobarga uzayadi. Odatda, mahsulotlar mahsus konteyner, paket yoki boshqa xil taraga joylashtiriladi va ularga karbonat angidrid ballondan uzatiladi yoki quruq muz holatida beriladi. Mahsulot karbonat angidrid muhitida saqlanishi natijasida undan karbonat angidrid gazi ajraladi, ya'ni desorbsiya jarayoni sodir bo' ladi.

Oziq-ovqat yog' lari va yog' li mahsulotlar sifatini saqlash maqsadida ularga oksidlanishning oldini oluvchi moddalar (fenolli antiokislitellar, nefalin) kam miqdorda

(mahsulot massasining yuzdan va hatto mingdan bir ulushi %) qo' shilishi mumkin.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovutgichlarda saqlash uchun ularni qabul qilishdan avval kameralarda ozon vositasida dezinfeksiyalanadi. Bunda bir necha kun davomida kameralar yoqimsiz hidlar va mikroorganizmlardan tozalanadi. Ozon konsentratsiyasi 2 mg/m^3 dan oshganda odam uchun zararli hisoblanadi, shuning uchun kameralarni tozalash xizmatchi xodimlar yo' qligida yoki ularga mahsus xavfsizlik niqoblari tarqatilgandan so' nggina amalga oshiriladi. Ozon stasionar yoki harakatlanuvchi qurilmalarda yuqori kuchlanishli elektr tokining razryadlanishidan olinadi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda tara va o' rovchi materiallar muhim ahamiyatga ega. Polimer materiallardan tayyorlangan taralar eng istiqbollidir.

2. Sovutish.

Sovutish texnologiyasida mahsulotlarni saqlash uchun sovutish keng qo' llaniladi. Bunda asosiy parametrlar bo' lib mahsulotning so' nggi harorati va ularni sovutish tezligi hisoblanadi.

So' nggi harorat mahsulot turi, uning dastlabki ahvoliga bog' liq bo' lib, odatda $0 - 4 \text{ }^\circ\text{C}$ atrofida bo' ladi.

Sovutish tezligi ham mahsulot turiga bog' liq. Tezlik etarli darajada katta bo' lmasa, mahsulotning

mikroorganizmlar va fermentlanish ta' sirida aynishi sodir bo' laveradi. Tajribalarning ko' rsatishicha, yangi keltirilgan mahsulotlar qanchalik tez va chuqur sovutilsa, ularning dastlabki sifati va massasi shunchalik yaxshi saqlanadi.

Mahsulotlarni sovutuvchi muhit sifatida havo, sovuq suv yoki namokob, muz yoki qor ishlatilishi mumkin.

Havo vositasida sovutish. Havo eng keng tarqalgan sovutish agenti. U hidsiz, mahsulotlarga zararsiz (tarkibidagi kislorodning oksidlash xususiyati bundan mustasno). Havo vositasida sovutishning kamchiligiga konservalash jarayonining sekinligi, mahsulot yuzasidan namlikning bug' lanishi, buning oqibatida mahsulot vaznining kamayishi kiradi.

Issiqlik almashinish jarayonini jadallashtirish uchun havo harakati tezligi oshiriladi hamda havo va sovutiluvchi mahsulot o' rtasidagi haroratlar farqi orttiriladi. Buning uchun havo sovutgichlar, ventilyatorlar, batareyalar ishlatiladi.

Sovuq suv yoki namokob vositasida sovutish. Bu usul kontaktli yoki kontaktsiz bo' lishi mumkin. Kontaktli sovutishda mahsulot suyuq sovutish muhitiga joylashtiriladi, bunda sovush havo muhitidagiga nisbatan jadal boradi, chunki havoga nisbatan suyuqlikka issiqlik berish koeffisienti ancha katta. Lekin bunday sovutishda mahsulot o' zini tashqi ko' rinishini o' zgartiradi, cho' kadi va x.k.

Kontaktsiz sovutishda mahsulot namlikka bardosh qobiq ichiga solinadi, natijada issiqlik berish pasayadi va texnologik jarayon murakkablashadi suyuq sovutish muhitidan foydalanish keng tarqalmagan.

So' ngi vaqtlarda parranda go' shtini 4 – 6 °C gacha sovutish uchun sovuq (muzdek) suvdan foydanilyapti. Parranda goeshti suvli vannaga solinadi yoki forsunka yordamida suv purkaladi.

Baliqni sovutish uchun muz hamda sovuq suyuq muhitlar – suv, 2 – 4% li osh tuzining suvdagi eritmasi yoki 3 – 4% tuzli dengiz suvi ishlatiladi.

Meva-sabzavotlarni sovutish uchun sovuq havo, suv, qor-muz massasi hamda mahsus vakuum kameralar ishlatiladi. Meva-sabzavot tarkibidan havo so' rib olinganda ularning ichki issiqligi hisobiga namlik bug' lanadi va ular tezda soviydi.

Fermalarda sut bevosita yoki bilvosita sovutish mashinalari, tank-sovutgichlar vositasida sovutiladi. Zavodlarga keltirilgan sut saqlash oldidan 4 – 5°C gacha plastinali issiqlik almashinish apparatlarida sovutiladi. Bu apparatlarda ikki kanal bor: birida sut, ikkinchisida sovutuvchi suv yoki namokob oqadi. Yog' , pishloq, smetana, qatiq, kefir kabi sut mahsulotlarini ishlab chiqarish jarayoni davomida yoki tayyor holatida sovutiladi. Bunda

sutni sovutishdagi qurilmalarning o'zi yoki sovutish kameralari ishlatiladi.

3. Muzlatish.

Muzlatish mahsulot to'qimalaridagi suyuqlikni qattiq faza – muz, yax holatiga o'tkazishdir. Bunda ko'plab mikroorganizmlar faoliyati cheklanadi va uzoq muddat davomida mahsulot sifati o'zgarmaydi. Har bir mahsulot turi uchun ma'lum bir muzlash va saqlash sharoitlari tanlanadi, chunki suvni muzga aylantirish uning sifatini bir oz yomonlashuviga sabab bo'ladi.

Oziq-ovqat mahsulotlari to'qimalaridagi tuz va qand eritmalari suvga nisbatan past haroratlarda (ayrim hollarda -60°C da) muzlaydi. -4°C da go'sht, baliq, tuxum tarkibidagi suvning $3/4$ qismi va meva, kartoshkalardagi suvning $1/2$ qismi muzlashi aniqlangan. Haroratning keyingi pasayishlarida muzlaydigan suv miqdori keskin kamayadi.

So'nggi o'rtacha (mahsulot hajmi bo'yicha) harorat, muzlatish davomiyligi va tezligi mahsulotning muzlatilganligini ko'rsatuvchi asosiy parametrlardir.

Muzlatish tezligi muz kristallarining o'lchamiga va muzning mahsulot tanasida taqsimlanish zichligiga ta'sir qiladi; tezlik jarayonni iqtisodiy xarakterlaydi va mexanizasiyalash, avtomatlashtirish imkoniyatlarini ko'rsatadi. Muzlatish tezligi issiqlik o'tkazuvchi muhitning harorati pasayishi, muzlatilayotgan mahsulotning qalinligi

kamayishi va uning yuzasida issiqlik berish koeffitsienti ortishi bilan ko' payadi.

Mahsulot turi va holatini e' tiborga olgan holda muzlatish jarayoni tezda oshiriladi. Mahsulotlar kontaktli va kontaktsiz usulda turli muhitlarda muzlatiladi: havoda, suyuq sovuqlik tashuvchilarda, $-20 - -50^{\circ}\text{C}$ da qaynovchi sovutish agentlarida.

Havoda kontaktli muzlatish. Bu usul keng tarqalgan bo' lib, havo tabiiy (kameralarda) va majburiy harakatlanishi (tunnel muzlatgichlar, gravitasion-konveyerli va flyuidizasion muzlatish apparatlari) mumkin. Havo erkin xarakatlanuvchi usulning afzalligi uning soddaligidadir, chunki bunda mahsus qurilma va moslamalarga ehtiyoj yo' q. Asosiy kamchiligi jarayonning uzoq davom etishi (48 soatgacha), demakki, muzlatilgan mahsulot sifatining pastligidir.

Hozirgi davrda havoda muzlatishning asosiy usuli muzlatish qurilmasida sovuq havoning tezkor oqimini hosil qilishdir. Bu mahsulot turi va apparat konstruksiyasiga bog' liq holda muzlatish vaqtini sezilarli qisqartiradi (masalan: meva-sabzavotlar uchun muzlatish vaqti 0,1-2 soat).

Muzlatishning turli usullari uchun mahsus apparatlar mavjud bo' lib, har biri ma' lum bir shakldagi, tarkib va strukturadagi mahsulotlar uchun mo' ljallangan.

Havo oqimi muzlatilayotgan mahsulot sirtini yuvib o' tib (zich mahsulot qatlami hosil qilinishi sababli) yoki mahsulot tanasi orqali o' tib muzlatishi mumkin. Ikkinchi usulda havoning ma' lum tezligida mahsulot muallaq holda bo' lishi mumkin. Bunday holda muzlatish flyudizasion muzlatish deyiladi. U muzlatish jarayonini ancha jadallashtiradi. Mahsulotlar muallaq holda muzlatiluvchi apparatlar flyudizasion muzlatish apparatlari deyiladi.

Havo apparatlarida muzlatish jarayonini havo haroratini pasaytirish va tezligini oshirish bilan jadallashtirish mumkin. Ikkala usul ham sovutish mashinasi va ventilyator energetik ko' rsatkichlariga bog' liq holda optimal qiymatlarga ega.

Flyudizasion muzlatish apparatlari mahsulotni transportirovka qilishga ko' ra lotokli va konveysrli turlarga bo' linadi. Lotokli apparatlarda muzlatiluvchi mahsulot havo harakati va lotok yoki tirgovuchning nishabi hisobiga harakatlanadi. Mahsulotning konveyerli apparatlarda harakatlanishi to' rli konveyer yordamida amalga oshiriladi.

Lotokli apparatlar konstruksiyasi sodda, lekin ularni mayda mahsulotlarni muzlatish uchun ishlatish mumkin. Yirik mahsulotlarni (shaftoli, olxo' ri, pomidor va boshqalar) muzlatishda havo harakati katta qiymatga ega bo' lishi kerak. Bu esa iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas. Yirik mahsulotlarni havo oqimida qisman flyudizasiya usuli yordamida muzlatish lozim. Lotokli flyudizasion muzlatish

apparatlariga meva-sabzavot uchun mo'ljallangan AZF-1 (Bolgariya) qurilmasi misol bo'ladi. Mahsulot turiga ko'ra unumdorligi 400-500 kg/soat; muzlash vaqti 5 – 25 min. Qurilmani oddiy rejimda (flyudizatsiyasiz) ham ishlatsa bo'ladi.

Konveyerli flyudizatsion tezmuzlatgichi korpus, to'rtta havo sovutgich (vozduxooladitel') va ventilyatorlar, turli konveyer, kamera, yuklash va tushirish qurilmalaridan iborat.

Flyudizatsion muzlatgichlarning oddiylariga nisbatan afzalliklari muzlatish vaqtining qisqaligi va muzlatilgan mahsulot sifatining yuqoriligidir. Asosiy kamchiliklar – kam qo'llanilishi va energiya sarfining yuqoriligidir.

Suyuq muhitda kontaktli muzlatish. Mahsulotlarni kontaktli muzlatish uchun suyuq muhitlarga tuz eritmaları misol bo'la oladi (osh tuzi) Bir qator afzallik tomonlari bilan birga (soddaligi va arzonligi, jarayonning tezkorligi va mahsulot vaznining yo'qolmasligi) muzlatishning bu usuli kamchiliklarga ham ega (tuzning mahsulot tomonidan so'rilishi va buning natijasida rangi, tashqi ko'rinishining o'zgarishi).

Bu usul baliq mahsulotlarini muzlatishda keng qo'llanilib, go'sht muzlatishda foydanilmaydi, chunki go'sht qorayib ketadi. Tuz diffuziyasini (muzlatuvchi mahsulotga kirishi, singishi) kamaytiruvchi - *nam havo bilan muzlatish usuli* yaratilgan bo'lib, u ikki bosqichda amalga

oshiriladi. Baliq dastlab namokobda 2 – 3°C gacha sovitilib so' ngra undan tuz plyonkasi yuvib tashlanadi va havo apparati vositasida tez muzlatiladi. Bu usulning kamchiligi baliqdan tuzni yuvib tushirishga energiya sarflanishi va tuz diffuziyasining deyarli kamaymasligidir.

So' nggi vaqtlarda tuz diffuziyasini bartaraf etish uchun mahsulot plyonka bilan qadoqlanmoqda. Lekin bu holda issiqlik almashinishga bo' lgan termik qarshilik oshib ketadi va muzlatish texnologiyasi murakkablashadi.

Qaynayotgan sovutish agenti bilan muzlatish. Bu usul kontaktli va kontaktsiz bo' ladi. Kontaktsiz muzlatish ko' pincha tez muzlatish apparatlarida amalga oshiriladi. G' ovak metall plitalar orasiga mahsulot joylashtiriladi. Ichkarida esa sovutish agenti "qaynaydi" . Kontaktli muzlatishda suyuq azot yoki freonlar (xladon) ishlatiladi. Suyuq azot jarayonning tezligini oshiradi, mahsulotni muzlatish texnologiyasini soddalashtiradi. Suyuq freonlar muzlatish uchun juda bop, lekin tarkibida ftor bo' lmasligi lozim (tarkibida ftor bo' lgan freonlarni "freon-frizant" deb "freon-sovutish agentidan" farqlaydilar).

Oziq-ovqat mahsulotlarini muzlatishning asosiy va eng keng tarqalgan vositasi mashinali muzlatish qurilmalari – muzlatish kameralari va muzlatish apparatalari xisoblanadi.

Muzlatish kameralari qalin, puxta, issiqlik izolyasiyali sovutgich kameralaridir. Bevosita sovutish kameralarining

bataryalari nisbatan past havo haroratlarini hosil qilishga mo'ljallangan (30 °C atrofida), qo'shimcha sirkulyasiya ventilyatorlar yordamida amalga oshiriladi. Mahsulotni joylash va tashish uchun kameralarda turli hil qurilmalar o'rnatiladi. Muzlatish kameralarining asosiy kamchiligi mahsulotni davriy ravishda yuklash va tushurishdir.

Muzlatish apparatlari havo bilan sovutuvchi bo'lishi mumkin, mahsulot sovuq havo oqimida jadal muzlaydi.

4. Saqlash.

Yuqorida ko'rib o'tilgan mahsulotlarni sovutish va muzlatish jarayonlari sovuqlikda saqlashga tayyorgarlik bosqichlari hisoblanadi. Mahsulotlar sovutilgan (muzlatilgan) kameralarning o'zida saqlanadi yoki mahsus saqlash kameralariga joylatiladi.

Har bir mahsulot uchun optimal saqlash harorat rejimlari aniqlangan: saqlash muddati uzaygan sari harorat shunchalik pasaytirilishi lozim. Ma'lum haroratda saqlashning chegaraviy muddati deb shunga aytiladi, bu muddat nihoyasida mahsulot hidlanadi, rangi, tashqi ko'rinishi yomonlashadi.

Tez buzuluvchi mahsulotlar saqlanganda quyidagi shartlar bajarilishi lozim: mahsulot yaxshi sifatli, GOST talablariga javob berishi, kameralar toza (vaqti-vaqti bilan

dezinfeksiya qilinishi), harorat, nisbiy namlik va havo tezligi o' zgarماسligi lozim.

Sovutish kameralarida mahsulotlarni saqlash mobaynida ular tarkibidagi suv bug' lanadi, u esa mahsulotni quritadi. Ya' ni, massasi kamayadi, sifati yomonlashadi, kameraga issiqlik oqimi kirishi natijasida mahsulot qurishini kamaytirish uchun devorga issiqlik izolyasiyasi qoplanadi, tashqi devorlarda "havo rubashkasi" qilinadi, hamda mahsulotlar zich taxlanadi yoki havo sun' iy namlanadi (havo bilan sovutishda).

Sovutilgan, o' ta sovutilgan muzlash holigacha va muzlatilgan mahsulotlarni saqlash sharoitlari turlichadir.

Sovutilgan mahsulotlarni saqlash. Mahsulotlarni sovutilgan holda saqlash muddatlari asosan ularning xususiyatlari va haroratiga bog' liq. Harorat ko' pincha -1,5 – -10°C oralig' ida olinadi.

Havo harorati saqlash davrida o' zgarماسligi lozim, chunki uning o' zgarishi namlikning mahsulot yuzida kondensasiyalanishiga sabab bo' ladi, bu esa mog' or va mikroorganizmlar rivojlanishiga qulay sharoitlar yaratadi.

Mahsulotlar shtabellarda devor va kamera jihozlaridan ma' lum masofa uzoqlikda joylashtiriladi. Yog' och, plastmassa, kartondan yasalgan tara havo almashinishiga mahsulotdan issiqlik tez olinishiga to' sqinlik qilmasligi lozim. Turli xilda taglik va konteynerlardan foydalanish,

yuklash-tushurish va transport ishlari mexanizasiyalash imkonini beradi.

Mahsulotlarni saqlash rejimlari Xalqaro Sovuqlik Instituti (XSI) tavsifiasiga ko' ra tanlanadi. Masalan: mol go' shtining (o' ralmagan) -4°C da saqlanish muddati 10 – 15 kun, $-1,5 - 0^{\circ}\text{C}$ da esa 3 – 5 hafta. Sovutilgan go' shtni saqlash kamerasidagi havoning nisbiy namligi 85-95%, baliq mahsulotlari uchun 100% bo' lishi kerak (tuzlangan baliq mahsulotlari uchun ruhsat etilgan nisbiy namlik 75-90% quritilgan, o' ralmaganlari uchun esa -50% atrofida).

O' ta sovutilgan va muzlashga yaqin holatdagi mahsulotlarni saqlash. Bular sovutilgan mahsulotlarga nisbatan uzoq saqlanishi mumkin. Masalan, muzlashga yaqin holatdagi go' shtning saqlanish muddati o' rtacha 2 barobarga uzayadi. $-2 - -3^{\circ}\text{C}$ da bir oy mobaynida 1,5 m balandli shtabellarda saqlangan bunday go' sht suvutilgan go' shtlardan farq qiladi.

Muzlatishga yaqin xolatni o' rtacha hajmiy harorat $-1,2^{\circ}\text{C}$ bo' lguncha amalga oshirgan ma' qul. Buning natijasida 4 sm qalinlikdagi muzlash holiga yaqin bo' lgan qatlam go' shtni shtabellarda tashish va saqlash imkonini beradi.

Baliq $0 - -5^{\circ}\text{C}$ da muzlashga yaqin holatga erishadi.

Muzlashga yaqin holatdagi go' sht -2°C da 20 sutkadan ortiq saqlanmaydi. Tovuq tuxumlarini $-2 - -2,5^{\circ}\text{C}$ da muzlash holatiga yaqinlashtirib saqlanadi.

XSI ko'rsatishicha, muzlashga yaqin holdagi jo'jalarning ($t = -2^{\circ}S$) saqlanish muddati 3 – 4 hafta, $+4^{\circ}C$ da bir hafta.

Muzlatilgan mahsulotlarni saqlash. Muzlatilgan mahsulotlarni saqlashda etarli darajada past harorat ushlab turiladi. Sovutilgan mahsulotdagiga nisbatan bu haroratda fermentlanish jarayoni sezilarli sekinlashadi va mikroflora faoliyati to'xtaydi. Saqlash muddatini uzaytirish uchun turli vositalarni qo'llashga (masalan: rostlanuvchi gaz muhiti va boshqalar) ehtiyoj qolmaydi va asosiy faktor harorat hisoblanadi. XSI muzlatilgan mahsulotlarni $-12^{\circ}C$ dan yuqori bo'lmagan haroratda va havo nisbiy namligi 95% dan kam bo'lmaganda saqlashni tavsiya etadi. Saqlash muddatlari harorat rejimlariga bolg'liq. Masalan, parranda go'shti $-12^{\circ}C$ da 3 oy, $-18^{\circ}C$ da 6 – 8 oy saqlash mumkin.

Go'sht mahsulotlari korxonalarida, texnologik instruksiyalarga ko'ra, kamera havosi tezligi kichik qilib olinadi ($-0,2 - -0,3$ m/s). Saqlash muddatini uzaytirish uchun pastroq haroratlar olinadi ($-25^{\circ}C$).

Muzlagan baliq $-18 - -30^{\circ}C$, baliqning yog'li turlari $-30 - -35^{\circ}C$ da saqlanadi. $-15 - -20^{\circ}C$ haroratli havoda muzlatilgan baliqni saqlash muddati: osetr va losos turlari uchun 3 – 8 oy, treska uchun 7 – 9 oy, seld uchun 2 – 5 oy.

Muzqaymoq $-20^{\circ}C$ da saqlanadi, ko'pgina turlari uchun saqlash muddati bir oydan, (sutli turi) uch oy

muddatgacha (plombir) hisoblanadi. Savdo tarmoqlarida muzqaymoqni -12°C dan yuqori bo'lgan haroratda saqlash mumkin.

Muzlatilgan mahsulotlar vannali shtabellarda hamda o'rnatilgan hollarda saqlanadi.

5. Eritish.

Ayrim mahsulotlar (tuxum, meva-sabzavot, bankali konservalar va boshqalar) sovuq havodan issiq havoga o'tganida "terlamasligi", ya'ni ular sirtida havo namligi kondensasiylanmasligi uchun eritiladi (defrostasiya). Kondensat mikroorganizmlar rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi. Ayrim mahsulotlar uchun (sariqyog', smetana, baliq mahsulotlari) ular yuzasida kondensasiyalangan namlik xavfsizdir.

Eritish kondensasiyalangan havo kuchli sirkulyasiya qilinadigan mahsus kameralarda – defrosterlarda 30 – 40 soat amalga oshiriladi. Defrosterdagi havo harorati mahsulotnikidan 2 – 3 $^{\circ}\text{C}$ yuqori, nisbiy namlik esa 80% atrofida ushlanadi. Eritishning oxirgi harorati tashqi havoning harorati va nisbiy namligiga bog'liq: agar havo quruq bo'lsa (nisbiy namlik 40-50%), u holda bu harorat 4 – 5 $^{\circ}\text{C}$ pastroq, agar havo nam bo'lsa – 2 – 3 $^{\circ}\text{C}$ pastroq bo'lishi zarur.

Mahsulotlar iste' mol qilish yoki qayta ishlashdan oldin eritiladi. Mahsulotdagi muz kristallari suyuqlanadi, mahsulot muzlatishdan oldingi holatga o' tadi.

Eritishning ikki usuli: yuzali va ichki isitish mavjud. *Yuza isitishda* eritish uchun energiya mahsulot yuzasidan olinadi, issiqlik tashuvchi sifatida havo, bug' -havo aralashmasi, suyuqliklar (suv, namokob) ishlatiladi. Ichki isitishda issiqlik energiyasi mahsulot ichida ajratiladi.

Havoda deyarli barcha mahsulot eritiladi. Eritish kameralari kondisioner yoki kaloriferlar va havo kanallari sistemalari bilan ta' minlanadi. Sirkulyasiya qilinuvchi havo harorati asta-sekin oshirilib boriladi, bunda harorat mahsulotnikidan doimiy ravishda 5 – 6°C yuqori bo' lishi zarur. Mahsulot yadrosidagi harorat 0°C ga etganda eritish to' xtatiladi.

Mahsulotlar (masalan: mol, parranda go' shtlari, baliq) suv bilan sug' orish yoki unga tushirish yo' llari bilan eritilishi mumkin. Suv bilan eritishda jarayonning davom etish vaqti qisqaradi va namlik bug' lanishi sababli vazn yo' qotish bo' lmaydi.

Ichki isitish usulida havo yoki suvda eritishga nisbatan ko' p energiya sarflanadi, lekin juda oddiy, gigienik va texnologik qulay. Bu usul asosan taomlarni eritish, qizitish va tayyorlashda keng qo' llaniladi.

Nazorat savollari.

1. Past haroratda mahsulotlarni qayta ishlash jarayonlarining qanday turlarini bilasiz?
2. Mahsulotlarni konservalashning mohiyati nimada?
3. Mahsulotlarni sovutish qanday amalga oshiriladi?
4. Muzlatish qanday haroratlarda amalga oshiriladi?
5. Sovutilgan mahsulotlarni saqlashning rejimlari.
6. Defrosterda qanday jarayon ro' y beradi?

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Головкин Н.А., Холодильная технология пищевых продуктов, - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984 – 240 с. (17-27 betlar).
2. Орипов Р., Сулаймонов И., Умурзошов Э. Ёишлоё хоежалик маёсулотларини саёлаш ва ёайта ишлаш технологияси, - Т.: Мекнат, 1991. – 296 б. (95-177 betlar).
3. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. «Кимёвий технология асосий жараён ва ёурилмалари». – Т.: Шаpё – 2003. – 644 б. (554-561 betlar).

3-MA' RUZA. SOVUTISH MASHINASINING TERMODINAMIK ASOSLARI, ISH TSIKLLARI VA SOVUTISH AGENTLARI

Ma' ruza rejasi.

1. Bug' -kompression sovutish mashinasi.

2. Sovutish agentlari.
3. Sovuqlik tashuvchilar.

1. Bug' -kompression mashinasi

Sovuqlikni uzluksiz olish uchun eng qulay va keng tarqalgan usul – mashinali sovutish usulidir. Bu mashinalarda sovuqlik manbai ishchi jism hisoblanadi.

Ishchi jism (sovutuvchi agent) sifatida atmosfera bosimida past qaynash haroratiga ega bo'lgan suyuqliklar ishlatiladi. Ularga ammiak, freonlar, oltingugurt angidriti va boshqalar kiradi.

Bu suyuqliklar sovutish mashinasida o'z agregat holatini o'zgartiradi va shu bilan barcha bug'lanish jarayoni sovutiluvchi muhitdan issiqlik olish bilan birga boradi.

Bug'lanuvchi suyuqlikning haroratini kamayishi bosimni pasaytirish avaziga bo'ladi. Masalan: suv atmosfera bosimida 100°C haroratda qaynaydi, bosimni 0,006 ata gacha pasayishi qaynashi haroratini 0°C gacha pasaytiradi. Ammiak (NH₃) atmosfera bosimida (760 mm.sim.ust.=1ata) -33,4°C da qaynaydi; bosimni 0,5 ata gacha pasayishi qaynash haroratini -15°C gacha pasaytiradi.

Bundan tashqari o'z agregat holatini o'zgartirmaydigan ishchi jismlar ham ishlatiladi. Masalan:

shunday jism hisoblanuvchi havo sovutuvchi muhitdan issiqlik olib, o' z haroratini oshiradi.

Mashina bilan uzluksiz sovutishda sovutiluvchi muhit (masalan: sovutgich kamerasing havosi) issiqligini ishchi jismga beradi. Ishchi jism issiqligini yuqori haroratli atrof muhitga (masalan: suv yoki havo) uzatadi.

Termodinamikadan ma' lumki, past haroratli jismdan issiqlik olib yuqori haroratli jismga uzatish uchun ish bajarish zarur; bu ish sovutish mashinasi yuritmasidagi ishdir.

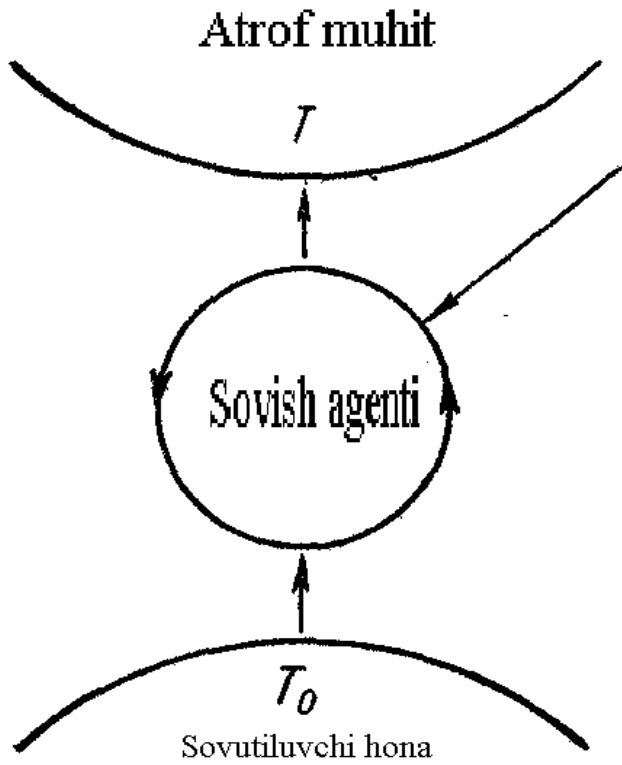
Sovutish mashinasi ishining prinsipial sxemasi 1-rasmda ko' rsatilgan. Bu erda sovutiluvchi kamera issiqlik beruvchidir va atrof-muhit haroratidan T past haroratga T_0 , °C ga egadir. Atrof-muhit issiqlik qabul qiluvchidir.

Mashina yordamida uzluksiz sovutish uchun ishchi jism (sovutish agenti) sovutish siklini bajarishi kerak. Shunday sikllardan biri – Karno sikli 2-rasmda ko' rsatilgan.

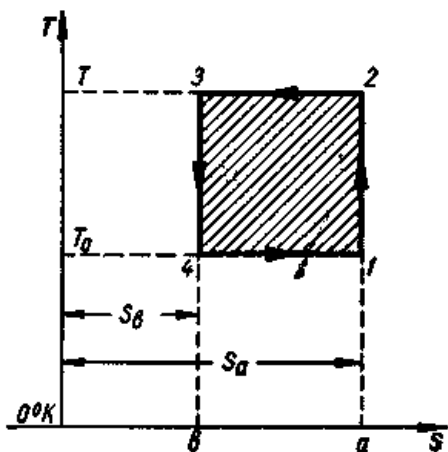
Karno sikli ikkita izoterma va ikkita adiabatadan tashkil topgan.

4-1 izotermik jarayonida ishchi jismga issiqlik beruvchidan issiqlik beriladi, bunda uning harorati T_0 o' zgar olmaydi. Ishchi jism 1-2 adiabatik siqish jarayonida atrof-muhit bilan issiqlik almashinmaydi va ishchi jism harorati T_0 dan T gacha ko' tariladi. 2-3 izotermik jarayonida ishchi jismdan qabul qiluvchiga issiqlik uzatiladi,

harorat o'zgarmay qolaveradi. 3-4 adiabatik kengayish jarayonida ishchi jism haroratini T dan T_0 gacha pasaytiradi.



1-rasm. Sovutish mashinasi ishining prinsipial sxemasi



2-rasm. Karnoning teskari sikli

Karno siklining bajarilishi uchun issiqlik beruvchi va ishchi jism hamda issiqlik qabul qiluvchi va ishchi jism haroratlari o'rtasidagi farq nolga teng bo'lishi zarur, ya'ni T – ishchi jism va issiqlik qabul qiluvchi haroratlari. 4-1 va 2-3 issiqlik berish va olish izotermik jarayonlarini borishi uchun ikkita cheksiz katta jismlarning bo'lishi zarur (issiqlik beruvchi va oluvchi); bu jism haroratlari issiqlik almashinish jarayonida o'zgar olmaydi.

Karnoning teskari sikli natijasida 4-1 izotermik jarayonda issiqlik T_0 past haroratli jismdan 2-3 jarayonda issiqlik ishchi jismdan T yuqori haroratli jismga o' tadi. Bu siklda adtobatik siqish 1-2 jarayoni evaziga sodir bo' ladi. Adiabatik siqish jarayonini amalga oshirish uchun l_{siq} ish bajarilishi zarur. Haroratning T dan T_0 gacha keyingi pasayishi 3-4 adiabatik kengayish jarayonida ro' y beradi; bunda l_{ken} foydali ish bajariladi. Siqish va kengayish ishlarining farqi teskari siklni bajarishga sarflanadigan ishdir:

$$l = l_{siq} - l_{ken} .$$

Shunday qilib, teskari siklni bajarish natijasida T_0 past haroratli jismdan q_0 issiqlik olinib T yuqori haroratli jismga uzatiladi. l ish issiqlikka aylanadi, issiqlik esa ishchi jismga beriladi. Shuning uchun yuqori haroratli jismga faqatgina sovutiluvchi jismdan olingan q_0 issiqlik emas, balki sarflangan l ishga ekvivalent issiqlik ham uzatiladi. Ishchi jismga berilgan va undan olingan issiqlik miqdorlari teng bo' lishi kerak. Issiqlik balansi tenglamasi quyidagi ko' rinishga ega:

$$q_0 + l = q_k$$

bu erda: q_0 - sovutiluvchi jismdan ishchi jismga uzatilgan issiqlik miqdori;

l - bajarilgan ishga ekvivalent, ishchi jismga berilgan issiqlik miqdori;

q_k - ishchi jismdan olinib yuqori haroratli jismga berilgan issiqlik miqdori.

T-S diagrammada q_k issiqlik a-2-3-v maydon bilan ifodalanadi (2-rasm).

q_o issiqlik a-1-4-v maydon bilan ifodalanadi.

Teskari siklni bajarishga sarflangan ish l issiqlik balansidan aniqlanishi mumkin:

$$l = q_k - q_o$$

T-S diagrammada l shtrixlangan 1-2-3-4 maydon bilan ifodalanadi.

Sovutish siklining unumdorligi eksergetik f.i.k. bilan baholanadi. Eksergetik f.i.k. sovutish ob' ektidan olinayotgan va sistemaga uzatilayotgan issiqlik oqimini sarflangan ishga nisbatiga teng:

$$\eta_e = \frac{q_e}{l}$$

η_e kattalik, ko' pincha f.i.k. deb emas, balki sovutish koeffisienti deb ataladi va ε bilan belgilanadi. Lekin eksergetik f.i.k. va ε sovutish koeffisientlarining fizik ma' nosi boshqa-boshqadir [1].

Hayotda sovutiluvchi muhit bo' lib mahsulotlar saqlanuvchi kamera, muz olinuvchi suv va boshqalar hisoblanadi. Sovutish agentidan issiqlik oluvchi muhit sifatida suv yoki havo, atrof-muhitning arzon jismlari olinadi.

Sovutiluvchi muhit harorati T_0 qanchalik yuqori va sovituvchi suv yoki havo harorati T qanchalik past bo'lsa, sovutish koeffitsienti ε va foydali ish koeffitsienti shunchalik yuqori bo'ladi. ε va η_e larning katta qiymatlari sovutish mashinasi unumi katta ekanligini bildiradi.

Karno siklida sovuqlik eng kam ish bajarish hisobiga olinadi.

Real sharoitlarda issiqlik beruvchining, ya'ni sovutiluvchi muhitning harorati ishchi jism haroratidan yuqori bo'lishi lozim. Shunda 4-1 jarayonida issiqlik ish jismga o'z-o'zidan o'tadi. Issiqlik qabul qiluvchining harorati, ya'ni suv yoki havo harorati, ishchi jismdan doim past bo'lishi lozim. Shunda issiqlik ishchi jismdan suv yoki havoga o'tadi. (2-3 jarayon) haroratlar farqi mavjudligida bo'ladigan issiqlik almashinish jarayoni qaytmas jarayondir. Har qanday qaytmas jarayonda energiya "yo'qoladi" * haroratlar farqi tufayli paydo bo'luvchi yo'qotuvlar sovutish mashinasida qo'shimcha ish sarflashga sabab bo'ladi.

Lekin haroratlar farqini kamaytirish issiqlik almashinish apparatlarining yuzasini oshirishga olib keladi. Shuning uchun issiqlik almashinish apparatlari haddan tashqari katta va qimmat bo'lmashligi kerak.

Biz ko'rib o'tgan Karnoning teskari siklini amalga oshirish uchun I mexanik ish bajarish zarur. Shuni

ta' kidlash o' rinliki, bu siklni amalga oshirish uchun tashqaridan issiqlik energiyasini sarflasa bo' ladi.

Sarflanuvchi energiya turiga ko' ra sovutish mashinalarini ikki guruxga bo' lish mumkin.

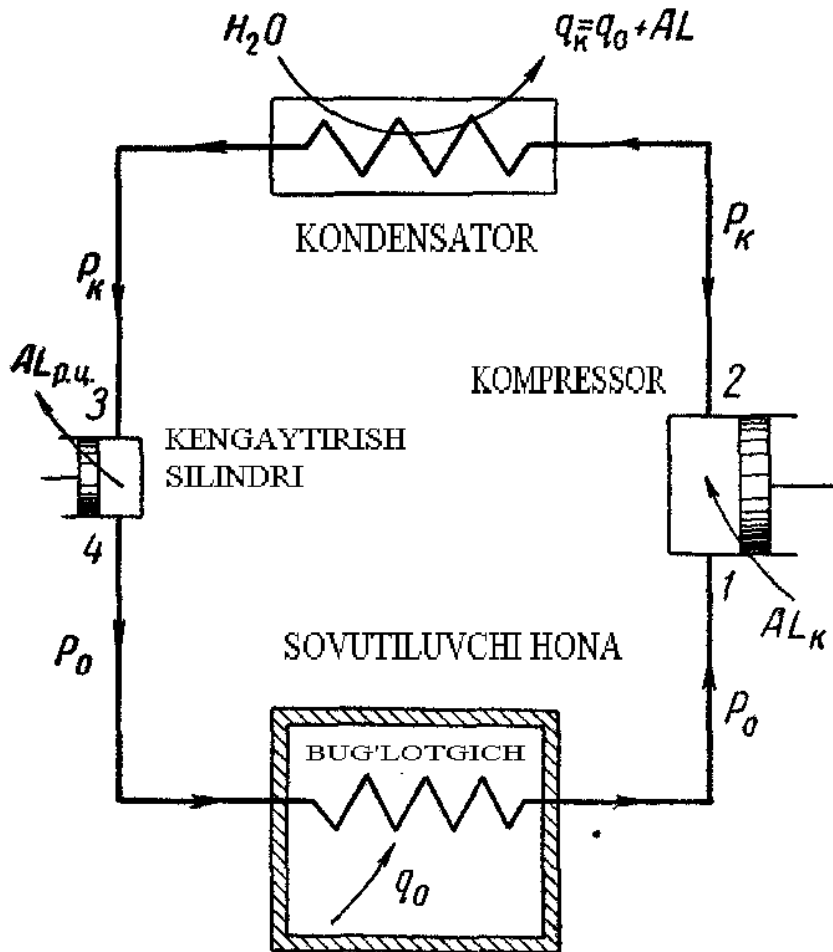
Birinchi guruhga kompression sovutish mashinalari kiradi. Bularning o' zi ham sovutuvchi agent turiga ko' ra ikkiga: havo va bug' sovutish mashinalariga bo' linadi. Hozirgi davrda bug' kompression mashinalari keng tarqalgan. Ularning ishchi jismi atmosfera bosimida past qaynash xaroratiga ega. Bu ishchi jismlar takrorlanuvchi aylanma jarayon sodir qilib o' z agregat holatini o' zgartiradi: suyuqlikdan bug' ga, bug' dan suyuqlikka aylanadi. Bug' kompression sovutish mashinalarining eng keng tarqalgan turlari ammiak (NH_3), dioxlordifformetan (freon-12, CF_2Cl_2), oltingugurt angidridi (SO_2), xlormetil (CH_3Cl) va boshqalardir.

Ikkinchi guruhga sovuqlik olish uchun tashqaridan issiqlik sarflovchi absorbsion va paroejktor sovutish mashinalari kiradi. Absorbsion sovutish mashinalarida ishchi jism sifatida turli aralashmalar asosan, ammiakning suvdagi eritmasi ishlatiladi. Paroejktor mashinada ishchi jism suv bug' idir.

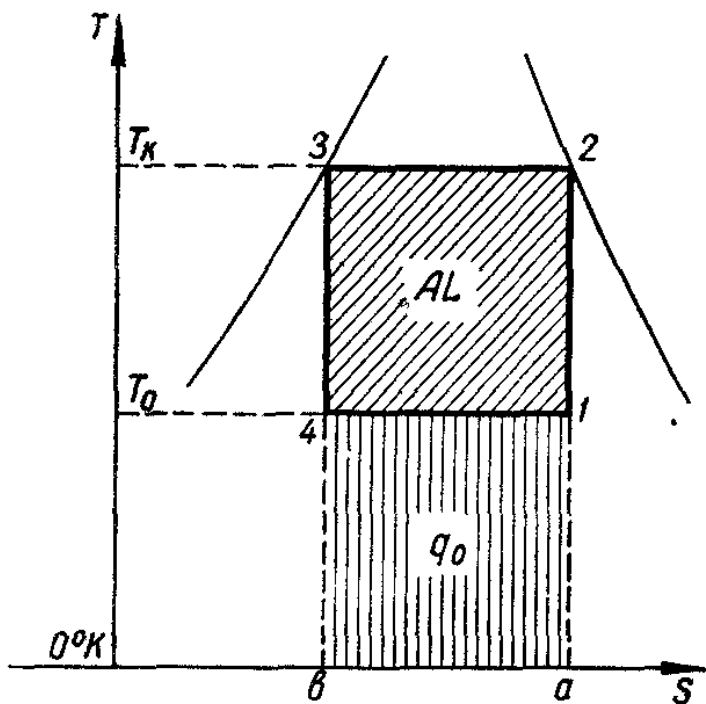
*

"Energiya yo' qolishi" termini energiyani umuman yo' q

bo'lishini emas (ma'lumki energiya yo'qolmaydi), balki energiya o'z shakli yoki kattaligi bo'yicha ma'lum sistema yoki maqsad uchun yaroqsizligini anglatadi.



3-rasm. Sovutish mashinasining sxemasi



4-rasm. Bug' sovitish mashinasining nam bug' oblas-
tidagi tsikli

Bu kitobda bug' kompression sovutish mashinasi o'rganiladi.

3-rasmda kompressor, kondensator, kengaytirish silindri va bug' latgichdan iborat sovutish mashinasining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Mashinaning barcha elementlari trubalar bilan tutashtirilgan.

Bu mashinaning sovutish tsikli nam bug' oblastida amalga oshiriladi (bunday tsikl 4-rasmda ko'rsatilgan).

Kompressor bug' latgichdan sovutish agentining nam bug' larini 1 holatda R_0 bosim bilan so'rib oladi va adiabatik tarzda yuqori bosimgacha R_k siqadi. Bug' ning harorati ham T_0 dan T_k gacha ko'tariladi. Kondensatorida siqish uchun l ish sarflanadi. Siqilgan bug' lar kondensatorga quruq to'yingan bug' holatida 2 haydaladi. Kondensatorida sovutish agenti suv yoki havo bilan sovutiladi, natijada u to'yingan bug' holatidan suyuqlikka o'tadi, ya'ni 2-3 jarayonda kondensasiyalanadi. Kondensasiyalanish jarayoni ham qaynash kabi o'zgarmas harorat va bosimda sodir bo'ladi. Suyuq sovutish agenti 3 holatda kengaytirish silindriga kiradi, bu erda esa adiabatik tarzda 4 holatgacha kengayadi. Kengayish jarayonida 3-4 bosim R_k dan R_0 ga pasayadi, sovutish agentining harorati ham T_0 ga kamayadi. 4 holatda past haroratli sovutish agenti bug' latgichga qaytadi. Bug' latgichda sovutish agentiga sovutiluvchi muhitdan issiqlik o'tadi va u o'zgarmas

bosim R_0 va haroratda T_0 4 holatdan 1 holatga o' tadi. 1 holatda sovutish agenti kompressorga yana so' riladi va sikl uzluksiz takrorlanadi.

Sovutiluvchi muhitdan sovutish agenti olgan issiqlik sovutish mashinasining sovutish unumdorligi deb ataladi. T–S diagrammada (4-rasm) sovutish unumdorligi a-1-4-v maydon bilan ifodalanadi. Sovutish agentining kondensatorda bergan issiqligi a-2-3-v maydonga teng. Sovutish mashinalari ish sikli amalda Karno siklidan farqlanadi.

2. Sovutish agentlari.

Sovutish agenti – bu sovutish mashinasida sovutiluvchi muhitdan issiqlikni olib, uni suv yoki havoga uzatuvchi ishchi jismdir.

Sovuqlik tashuvchi namakobli sovutish sxemalarida ishlatilib, bug' latgichlarda sovutish agentining qaynashi hisobiga soviydi va o' zi kamera havosini sovutadi.

Sovutish agentlariga katta va turli xil talablar qo' yiladi. Bu talablarni shartli ravishda 4 guruhga bo' lish mumkin: termodinamik, fizik-kimyoviy, fiziologik va iqtisodiy.

1) Termodinamik talablar: sovutish agenti atmosfera bosimida past qaynash haroratiga yga bo' lishi kerak. Porshen kompressorli sovutish mashinlarida past bosim hosil qilish uchun agentning normal qaynash harorati (760 mm.sim.ust.) -10°C dan yuqori bo' lmasligi shart.

Bug' latgichda sovutish agentining bosimi atmosfera bosimiga yaqin, hatto bir oz kattaroq bo' lishi zarur. Bug' latgichdagi bosim atmosferanikidan past bo' lishi, ya' ni sistema vakuum ostida bo' lsa, sovutish mashinasi sistemasiga nozichliklar orqali havo kirishi mumkin va natijada mashinaning ishlashi yomonlashadi. Sistemaga kirgan havo bosimni oshiradi, mashina unumdorligini pasaytiradi va ortiqcha mexanik energiya sarflanadi.

Kondensatorda sovutish agentining bosimi juda ham yuqori bo' lmasligi zarur va 1,17–1,48 MPa dan oshmaydi. Bu germetiklikka bo' lgan extiyojni va nozichliklardan sovutish agentining chiqib ketishini kamaytiradi. O' rtacha va yirik porshenli kompression mashinalar uchun sovutish agentining hajmiy sovutish unumdorligi $q_v = \frac{q_o}{v_1}$ iloji boricha katta bo' lishi kerak. Bu sirkulyasiya qilinadigan sovutish agentining hajmini kamaytiradi $V = Gv_1 = \frac{Q_o}{q_o}$ va natijada kompressor o' lchamlari kichiklashadi. Lekin kichik porshenli va turba kompressorlar uchun sovutish agentlari kichik hajmda sovutish unumdorligiga ega bo' lishi zarur.

Kichik sovutish mashinalarida massaviy sovutish unumdorligi kichik bo' lishi kerak, chunki bunda hosil bo' luvchi ko' p miqdordagi suyuqlik avtomatik rostlash vintelini yasashni osonlashtiradi.

Sovutish agentining nisbiy og'irligi va qovushqoqligi iloji boricha kichik bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Shunda ishchi agentini mashinada sirkulyasiya qilinganda qarshilik kamayadi, chunki nisbiy og'irlik va qovushqoqlik qarshilikka to'g'ri proporsional.

Katta issiqlik o'tkazuvchanlik va issiqlik berish koeffitsientlari sovutish agentlarining ijobiy xususiyatlaridir, chunki bu issiqlik almashinish apparatlarining (bug'latgich va kondensator) ishini yaxshilaydi va issiqlik jarayonini jadallashtiradi.

2) Fizik-kiyoviy talablar. Sovutish agentining moyda erish, aralashish xususiyati ijobiy va salbiy tomonlaraga ega. Ijobiy tomonlariga kompressorni moylashda yomon o'zgarishlar bo'lmashligi, bug'latgich va kondensator ichki yuzasida issiqlik almashishini yomonlashtiruvchi moy qatlami bo'lmashligi kiradi. Bu agentlar kamchiligiga kompressordan ko'p miqdorda moyni olib chiqib ketishi va qaynash haroratining ko'tarilishi kiradi.

Moy bilan aralashmaydigan yoki kam aralashadigan sovutish agentlarining afzalligi kompressor silindridan kam miqdorda moyning olib ketilishi va qaynash haroratining doimiyligidir. Bug'latgich va kondensatordan moy chiqarishning qiyinligi bu sovutish agentlarini kamchiligidir.

Biron-bir sababga ko'ra sistemaga kirib qolgan namlik bilan aralasha olish xususiyati sovutish agentining

afzalligidir. Bunda sovutish mashinasida muz probkalar paydo bo' lmaydi.

Sovutish agentlari mashina yasalgan metallga ta' sirsiz bo' lish lozim. Ular kimyoviy mustaqkam, kompressordagi yuqori haroratlarga badoshli, yong' indan va portlashdan xavfsiz bo' lishi kerak.

Sovutish agenti mashinadagi nozichliklardan kam oqib chiquvchan va oqib chiqqanda esa tez va oson aniqlanuvchan bo' lishi zarur.

3) Fiziologik talablar. Sovutish agenti inson hayoti va sog' lig' i uchun xavfsiz bo' lishi kerak, demak u zaharli, bo' g' uvchi bo' lmasligi kerak.

4) Iqtisodiy talablar. Yuqorida sanab o' tilganlardan tashqari sovutish agenti oson ishlab chiqariluvchi va arzon bo' lishi kerak.

Hozirgi vaqtda qo' llannilvchi sovutish agentlari bu talablarning barchasiga ham javob beravermaydi. Sovutish agentining turi sovutish mashinasining o' lchami va konstruksiyalariga, hamda ishlatilish maqsadi va sharoitlariga ko' ra tanlanadi.

Sovutish agentlari sifatida ammiak NH_3 (1870 yili taklif etilgan), oltingugurt oksidi SO_2 (1874 y.), xlormetil (1878 y.), freon va boshqalar ishlatiladi. Hozirda yangi sovitish agentlari yaratish borasida ilmiy ishlar davom etmoqda. Jumladan, Toshkent davlat texnika universitetining

“Sovutish mashinalari va qurilmalari” kafedrasini hamda “Issiqlik nasoslari” Injenerlik markazi hamkorlikda yangi sovutish agenti – propan va butan gazlari aralashmasini yaratdilar.

1-jadvalda ayrim sovutish agentlarining fizik xususiyatlari ko'rsatilgan.

Ammiak (NH_3). Bu sovutish agenti ijobiy termodinamik xususiyatlarga ega. Ammiakning atmosfera bosimidagi qaynash harorati $-33,4^\circ\text{C}$. Oddiy ishlash sharoitlarida bug' latgichdagi bosim atmosfera bosimidan yuqori va faqatgina qaynash harorati $-33,4^\circ\text{C}$ dan kichik bo'lgandagina qaynash bosimi ham atmosfera bosimidan kichik bo'ladi. Kondensatordagi bosim $0,78 - 1,27$ MPa, suv harorati 30°C bo'lganda bosim $1,47$ MPa dan ortmaydi.

Ammiakning hajmiy sovuqlik unumdorligi nisbatan katta bo'lgani uchun sovutish mashinasida nisbatan kam agent sirkulyasiya qilinadi.

Ammiak moy bilan deyarli aralashmaydi. Lekin suvda juda yaxshi eriydi, aralashadi. $+15^\circ\text{C}$ haroratda 1 hajm suvda 700 hajm ammiak eriydi. Ammiakning bu hususiyati sistemada muz probkalarini hosil bo'lishini bartaraf etadi. Texnik ammiak miqdori $0,2\%$ dan ortiq bo'lgan suvni tutishi kerak.

Ammiak qora metallarga (cho'yan, po'lat) ziyonsiz, mis va uning qotishmalarini, namlik ishtirokida, kuchli

darajada oksidlaydi. Shuning uchun ammiakli sovutish qurilmalarida mis detallar qoʻllanilmaydi. Ammiak nozichliklardan chiqib ketganda buni uning hididan aniqlasa boʻladi. Ammiakning chiqqan joyini aniqlash uchun lakmus qogʻozchalar ishlatiladi. Lakmus qogʻozchalar ammiak taʼsirida toʻq pushti rangga kiradi.

Ammiak oʻtkir hidli boʻlib, inson organizmiga zararli. Agar xona havosida 1% ammiak boʻlsa odam zaharlanadi. Ammiak yonuvchan boʻlib, havoning 13,1–26,8% hajmini tashkil etsa portlash hodisasi roʻy beradi. Gazsimon ammiak havodan engil.

Ammiakda ishlovchi sovutish mashinalaridan foydalanganda texnika havfisizlik qoidalariga qatʼiy rioya qilinishi lozim. Ammiak oson ishlab chiqariladi va arzon.

Sovutish agentlarining fizik xususiyatlari

1-jadval

Sovutish agenti	Kimyoviy formulasi	Molekulyar massasi	0,1MPa da qaynash xarorati, S	Kritik xarorat, S	Kritik bosim MPa	Muzlash xarorati, S
1	2	3	4	5	6	7
Ammiak	NH ₃	17,03	-33,6	+132,4	11,30	-77,7
Oltinugurt oksidi	SO ₂	64,06	-10,08	+157,2	7,87	-75,2
Xlormetil	CH ₃ Cl	50,42	-23,74	-143,1	6,68	-97,6

Freon -11	CFCl_3	137,39	+23,7	+198	4,37	-111
Freon-12	CF_2Cl_2	120,92	-30,1	+111,5	4	-155
Freon-22	CHF_2Cl	86,48	-41,1	+96	4,93	-160
Freon-142	$\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_2\text{Cl}$	100,48	-9,21	+137,1	3,92	-130

Oltungugurt angidridi (SO_2). Atmosfera bosimidagi qaynash harorati -10°S . Qaynash harorati -10°S dan pasayganda bosim atmosfera bosimidan kichik bo' lib qoladi. Natijada sistemaga havo so' riladi va havo tarkibidagi namlik oltungugurt oksidi bilan reaksiyaga kirib kislotani hosil qiladi.

Oltungugurt kislotasi po' latdan yasalgan detallarni emiradi, lekin misga hech qanday salbiy ta' sir etmaydi.

Bu sovutish mashinasida ishlovchi mashina kondensatoridagi bosim 0,39–0,59 MPa dan oshmaydi. Oltungugurt angidridining massaviy va hajmiy sovuqlik unumdorligi ammiaknikiga nisbatan kichik bo' lgani uchun, unda ishlovchi mashinaning o' lchovlari xuddi shunday unumdorlikdagi ammiakli mashinanikidan katta.

Oltungugurt angidridi gazda deyarli erimaydi, aralashmaydi, lekin katta bosimlarda reaksiyaga kirishadi. Oltungugurt angidridi bir muncha moylash xossasiga ega, shuning uchun kompressordagi moyning miqdori kam.

Oltungugurt angidridi juda zaharli, u eng zaharli sovutish agentidir. Uning oqib chiqqan joyi nashatir spirti yordamida aniqlanadi. Hozirgi davrda oltungugurt angidridi deyarli qo' llanilmaydi.

Freonlar (xladonlar). Freonlar – bu to' yingan uglevodorodlarnig, xususan, va etanning $\text{S}_n\text{H}_{2n+2}$ ftorli va xlorli hosilasidir. Ular vodorod atomi o' rniga ftor, xlor,

brom atomlarni qo' shib hosil qilinadi ($C_nH_xF_yCl_zBr_u$). Ularning turi juda ko' p. Bu kimyoviy birikmani hosil qiluvchi elementlar molekulari soni $x+y+z+u = 2n+n$ munosabat bilan bog' langan.

Freonlarning turliligi va nomining qiyinligi tufayli shartli sistemada belgilash qabul qilingan: har bir sovutish agenti kimyoviy formulasiga bog' liq ravishda o' zining sonli belgisiga ega, masalan, freon -12 (diftordixlormetan CF_2Cl_2), freon-22 (diftormonoxlormetan CHF_2Cl) va boshqalar. Sovutish agentini sonli belgilash quyidagicha bajariladi. Kichik razryadda, ya' ni oxirgi sonda (masalan: freon -12 uchun 2) molekuladagi ftorning atom soni ko' rsatiladi. Ikkinchi razryadda (bizning misolda u 1) molekuladagi vodorod atomi sonidan bittaga katta son ko' rsatiladi. Uchinchi razryadda (bizning misolda u yo' q) molekuladagi uglerod atom sonidan bittaga kichik son ko' rsatiladi. Boshqacha aytganda sovutish agentining qisqartilgan belgilanishi R–N formula bo' yicha bajariladi. R sovutish agentini bildiradi. N freonning nomeri yoki boshqa agentning nomeri.

Freonlar shartli belgilanishini quyidagicha o' qish lozim: 2 ta raqamli belgida birinchi son yoki uchta raqamli belgida dastlabki ikkita son freon olingan bazaviy to' yingan uglerodni S_nN_{2n+2} ko' rsatadi. Quyidagi sonlar qabul qilingan 1– SN_4 (metan); 11– S_2N_6 (etan); 21– S_3N_8 (pro-

pan); 31-S₄N₁₀ (butan). O' ng tomonda freondagi ftor atomining soni yoziladi. SF₂Sl₂ – R12; S₃F₄Sl₄ – R214; CCl₄ – R10. Freonda o' rni olinmagan vodorod atomlari mavjud bo' lsa ularning soni 10 li raqam soniga qo' shiladi: CFCl₃–R11; CF₂Cl₂–R12; CHFCl₂–R21; CHF₂Cl–R22 freonda brom atomi bo' lsa asosiy raqamdan so' ng V harfi, undan keyin brom atomining soni yoziladi: CF₂Br₂ – R12B₂. Sovutish agentlarining aralashmasini belgilashda komponentlar nomi va ularning massaviy ulushlari ko' rsatiladi. Masalan: 90% R22 va 10% R12 dan iborat aralashma R22/R12 (90/10) tarzda belgilanadi.

Savdo va umumiy ovqatlanish shaxobchalarida ishlatiluvchi sovutish mashinalarida freon-12, freon-22 keng qo' llaniladi.

Freonlar hidsiz, oz miqdorda inson uchun zararsiz. Freonlar hajmning 30% ni egallaganda kislorodni siqib chiqaradi, natijada odamni bo' g' adi (havodan 3,5 barobar og' ir). Ochiq alangada freonlar bo' linadi va qisman zaharli fosgen gazini hosil qiladi. Shuning uchun freonli mashina o' rnatilgan xonalarda ochiq alanga bilan ishlash, chekish taqiqlanadi.

Freonlar yong' in xavfini hosil qilmaydi. Namlik bo' limganda metallarga ta' sir etmaydi, suvda erimaydi. Masalan: 20 °S freon massasining 0,003 % ulushi miqdorida suv eriydi. Shu tufayli rostlash ventilida muz probkasi paydo

bo' Imaslik uchun suv miqdori freon-12 da 0,006% dan va freon-22 0,0025% dan oshmasligi shart. Bundan tashqari freonda namlikni mavjud bo' lishi metallarni korroziyalanishga olib keladi. Freon solishdan oldin sovutish mashinalari yaxshilab quritiladi.

Freonlar havo va ammiakka nisbatan ancha uchuvchan. Ular hidsiz bo' lgani uchun ularni oqib chiqayotganini sezish qiyin. Shu sababli sovutish mashinasining birikmalarini yaxshilab zichlash, germetik holga keltirish lozim.

Freonlar turli xil nometall moddalarni eritgani uchun qurilmalarda mahsus rezinali zichlash materiallari ishlatiladi.

Freon moyda yaxshi eriydi. U ammiakdan ancha og' ir, shuning uchun gidrovlik qarshiliklarni kamaytirish maqsadida turbalar diametri xuddi shunday unumdorli ammiak mashinalariga nisbatan ikki barobar katta qilinadi.

Freon-12 ning hajmiy sovutish unumdorligi ammiaknikidan kichik. Shuning uchun, freon kompressorini o' lchamlari xuddi shunday unumdorlikdagi ammiakli kompressor o' lchamlaridan 1,3 barobar katta.

Freonlarning qaynash haroratlari anchagina past: atmosfera bosimida freon-12 $-29,8^{\circ}\text{C}$ da, freon-13 $-81,5^{\circ}\text{C}$ da qaynaydi. Freonli qurilmalar oson erishiluvchi bosimlarda ishlaydi. Masalan, freon-12 0,186 va 0,759 MPa da qaynaydi (-15°S) va kondensasiyalanadi (30°C).

So' nggi vaqtlarda ishchi jism sifatida ikkita komponentlarning aralashmasi ishlatilmoqda. Freon-22 ga massasining 10–15% ulushida freon-12 qo' shilsa, freon-12 xususiyatlariga yaqin, lekin moyni ko' proq a'rituvchi aralashma hosil qilinadi.

Porshenli mashinalar uchun freon-502 aralashmasi (48,8% freon-22 va 51,2% freon-115) tavsiya etiladi. Uning portlash havfi yo' q, insonga ziyonsiz, yaxshi termodinamik xususiyatlarga ega. Bu aralashmaning qaynash harorati - 45,6°C.

Yuqorida qayd etilgan ToshDTU "SM va Q" kafedrasida yaratilgan yangi sovutish agenti propan va butan gazlarining aralashmasi bo' lib (tarkibi mos ravishda aralashma massasining 70% va 30% ni tashkil etadi) atrof-muhitga zararsiz [2]:

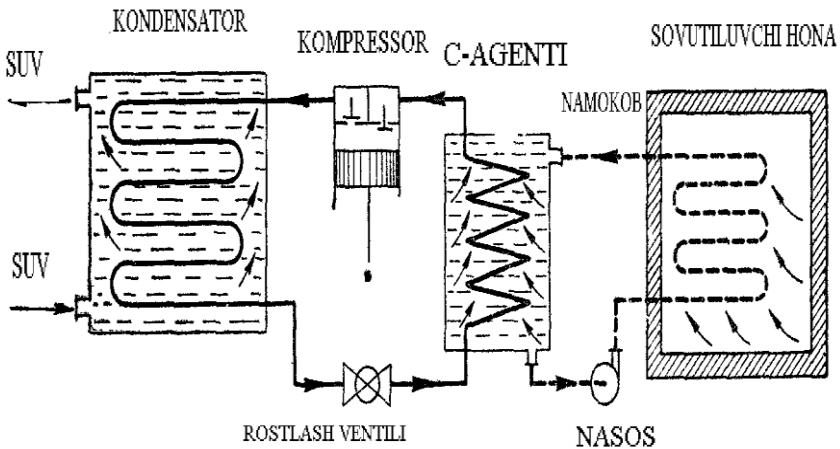
- atmosferaning ozon qatlamiga hech qanday salbiy ta' sir etmaydi;
- global issiqlik effektiga hech qanday ulush qo' shmaydi;
- freonda ishlovchi har qanday bug' -kompression sovutish mashinalarida konstruksiyasiga o' zgartirish kiritilmasdan yangi agent qo' llanilishi mumkin;
- aralashmani tayyorlash uchun xom-ashyo chetdan keltirilmaydi, balki mamlakatimizda ishlab chiqariladi;

- arzon (tannarxi respublikamizga keltirilayotgan freonlar narxidan 20-25 barobar kam)

Propan-butan aralashmasi bilan o'tkazilgan tajribalardan ma'lum bo'ldiki, $-5 - +15^{\circ}\text{C}$ darajada suyuqlik olish uchun sovutish mashinasi sarflovchi energiya miqdori xuddi shunday freon mashinalaridagiga nisbatan 50–65% kam.

3. Sovuqlik tashuvchilar.

Sovuqlik tashuvchilar bu – sovutish texnikasida sovuqlikni ma'lum masofaga uzatuvchi, etkazuvchi ishchi jismlardir. 5-rasmda ko'rsatilganidek sovutish mashinasining bug'latgichida sovuqlik tashuvchi sovutiladi, so'nggra kamerada nasos vositasida haydaladi. Bu erda u issiqlikni qabul qilib isiydi va yana bug'latgichga qaytadi.



5-rasm. Sovuqlik tashuvchi bilan sovutuvchi qurilmaning sxemasi

Bug' latgichda sovuqlik tashuvchi issiqlikni sovutish agentiga uzatadi, o'zi esa uzluksiz sovutish uchun kameraga yo'naladi. Shu tariqa sovutish kamerasing issiqligi ishchi agentga sovuqlik tashuvchi orqali uzatiladi.

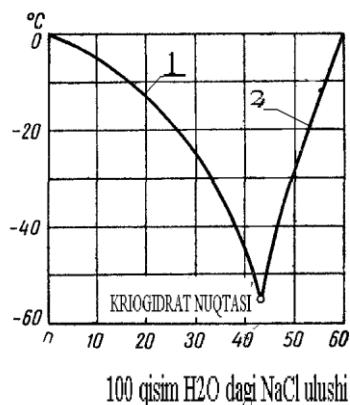
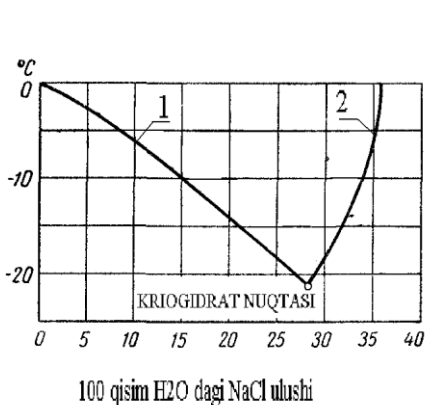
Sovuqlik tashuvchilar quyidagi talablarga javob berishi shart:

1. past muzlash haroratiga ega bo'lishi;
2. yuqori issiqlik sig'imi ega bo'lishi;
3. apparat va truboprovodlar tayyorlanuvchi metallarga nisbatan kimyoviy neytral bo'lishi;
4. arzon bo'lishi

Eng arzon va oson topiluvchi sovuqlik tashuvchilar havo va suvdur. Havo kamdan-kam hollardagina ishlatiladi, chunki uning issiqlik sig'imi juda kichik. Lekin havo bilan sovutishda uning afzalligi ham bor.

Suvning afzalligi issiqlik sig'imi kattaligida, lekin muzlatish harorati yuqori bo'lgani uchun sovuqlik tashuvchi sifatida ishlatish imkoni chegaralangan. U faqat 0°C dan yuqorida haroratlarda ishlatiladi.

0°C dan past haroratda sovuqlik tashuvchi sifatida tuzlarning suvdagi eritmaları (namakob) ishlatiladi.



6-rasm. NaCl ning muzlash harorati diagrammasi
 1 – muz ajralib chiqish chizig' i; 2 – tuz ajralib chiqish egri chizig' i

7-rasm. CaCl₂ ning muzlash harorati diagrammasi
 1 – muz ajralib chiqish egri chizig' i; 2 – tuz ajralib chiqish chizig' i

Namokob tayyorlash uchun natriy xlor (osh tuzi) NaCl, kalsiy xlor CaCl₂ va magniy xlor MgCl₂ tuzlari ishlatiladi.

Namokob xossalari eritmadagi tuzning konsentratsiyasiga bog' liq. Masalan, 6 va 7-rasmlarda namokobning muzlash harorati suvdagi tuz konsentratsiyasiga bog' liq holda o' zgarishi ko' rsatilgan.

Absissa o' qida tuzning suvdagi miqdori, ordinata o' qida esa namokob harorati joylashgan.

Egri chiziqlarning chap tomonidagi shoxi tuzning konsentrasiyasi ortishi bilan namokobning muzlash haroratini pasayishini ko'rsatadi. Bu pasayish kriogidrat nuqtasigacha davom etadi. Kriogidrat nuqta bu shunday nuqtaki, unga mos keluvchi haroratda namokob butunlay muzlaydi. Kriogidrat nuqta eng past muzlash haroratiga ega bo'lib, namokobning ma'lum konsentrasiyasiga mos keladi. Konsentrasiyaning kriogidrat nuqta konsentrasiyasidan ortish, aksincha, muzlash haroratini oshiradi. Bu egri chiziqning o'ng tomondagi shoxi bilan ifodalanadi.

Kriogidrat nuqta konsentrasiyasidan past konsentrasiyalarda namokob muzlaganda muz ajraladi, shuning uchun chap tomondagi shox muz ajralish egri chizig'ini deb ataladi. Masalan, 100 qism suvda 15 qism NaCl tuzi bo'lgan namokob sovutilsa, -10°C haroratgacha konsentrasiya o'zgarmaydi, sovutish davom ettirilsa muz ajralishi boshlanadi. Qolgan suyuq eritmaning konsentrasiyasi ortib boshlaydi, muzlash harorati esa mos ravishda pasayadi. Bu o'zgarishlar muz ajralish egri chizig'idagi nuqtalar bilan ifodalanadi. Muz ajralish va namokob konsentrasiyasining ortish jarayoni sovutiluvchi namokob kriogidrat nuqta haroratiga erishguncha davom

etadi. Namokob kriogidrat nuqta haroratiga erishgach, muz va tuz kristallaridan iborat – gidrat bir jinsli massa ko' rinishida muzlaydi.

Xuddi shunga o' xshash jarayon kriogidrat nuqta konsentrasiyasidan ancha katta konsentrationali namokobni masalan, 100 qism suvda 35 qism NaCl tuzi eritilgan namokobni sovutilganda kuzatiladi. Bu holda sovutish konsentrationi o' zgarmagan holda -7°C haroratgacha, ya' ni egri chiziqning o' ng shoxigacha davom etadi.

Sovutish davom ettirilsa, namokob muzlaydi. Bu tuz kristallari ajralishi bilan xarakterlanadi. Shuning uchun egri chiziqning o' ng tomondagi shoxlari tuz ajralish egri chiziqdagi deb ataladi. Qolgan suyuq eritmaning konsentrationi sovutish davom ettirilganda kriogidrat nuqtasigacha pasayadi. Bu jarayon muz ajralish chizig' ida joylashgan nuqtalar bilan ifodalanadi.

Kriogidrat nuqtasiga mos keluvchi konsentrationali namokob sovutilganda eritmadan muz ham, tuz ham ajralmaydi. Namokob kriogidrat nuqta haroratiga erishgach esa etirma muz va tuz kristallaridan iborat bir jinsli aralashma ko' rinishida muzlaydi. Bunday aralashmalar evtetik aralashmalar deb yuritiladi.

Kriogidrat nuqta holatlari NaCl ning suvdagi eritmasi uchun $-21,2^{\circ}\text{C}$ harorat va 100 qism suvga 29,0 qism tuz miqdori bilan, CaCl_2 eritmasi uchun -55°C harorat va 42,7

qism tuz miqdori bilan, $MgCl$ eritmasi uchun - $33,6^{\circ}C$ harorat va $27,6$ qism tuz bilan belgilangan.

Yuqorida aytilganlardan ma'lum bo'ladi, namokobning muzlash harorati tuzning turi va haroratiga bog'liq. Konsentrasiya ortishi bilan namokobning zichligi ortib, issiqlik sig'imi kamayadi, bu esa namokobni sistemada xaydash uchun lozim bo'ladigan energiya sarfini oshiradi. Demak, iqtisodiy jihatdan namokob konsentrasiyasini tanlash kriogidrat nuqta bilan chegaralangan.

Namokob konsentrasiyasi uni bug'latgichda muzlab qolmasligi uchun etarli bo'lishi zarur. Shu bilan birga konsentrasiya haddan tashqari katta bo'lmay kerak, aks holda nasos ishlashi uchun energiya sarfi ko'payadi. Namokob konsentrasiyasini tanlash unnig ishchi haroratiga bog'liq. Konsentratsiya shunday tanlanadiki, muzlash harorati sovutish agentining qaynash haroratidan $6-8^{\circ}C$ past bo'ladi. Bu shart turli xil namokoblarni ishlatish chegaralarini belgilaydi, masalan, $NaCl$ tuzi sovutish agentining qaynash harorati $-16^{\circ}C$ dan yuqori bo'lganda, undan past haroratlarda ($-50^{\circ}C$ gacha) $CaCl_2$ tuzi ishlatiladi.

Namokob konsentratsiyasi mahsus asbob – areometr bilan o'lchanadi. Buning uchun areometr namokobga botiriladi. Botirish chuqurligi namokobning zichligiga bog'liq.

Sovutish qurilmasini ishlatish davrida namokobning havo tarkibidagi namlikni yutishi natijasida konsentratsiya kamayadi. Shuning uchun namokobga vaqti-vaqti bilan tuz qo' shib turilishi shart.

Namokoblarning kamchiligi metallarga kuchli ta' sir etishidir. Ular metallarni kuchli korroziyaga uchratadi. Ular metall yuzalarni, masalan, bug' latgich, batareya, truboprovodlarni ediradi. Korroziya namokob sistemasini ishdan chiqaradi va trubalar, apparatlarni almashtirishni talab etadi, bu esa qo' shimcha xarajatlarni keltirib chiqaradi. Shuning uchun namokobni edirish xususiyatini kamaytirishga intilish zarur.

Metallar korroziyasi namokobda kislorod miqdori kamayishi bilan sekinlashadi. Demak, korroziyani kamaytirish uchun namokobga kislorod kam tushishi zarur. Kislorod namokobga ochiq yuzali idishlarda namokob havo bilan to' yishi oqibatida qo' shiladi. Bundan ma' lum bo' ladiki, namokobga kislorod kam qo' shilishi uchun namokob va havoning tutashuv yuzasi kichik bo' lishi lozim. Shu maqsadda ko' pincha yopiq namokob sistemalari ishlatiladi.

Korroziyani namokobga passivatorlarni, ya' ni korroziyani sekinlatuvchi moddalarni qo' shib kamaytirish mumkin. Passivatorlar sifatida bixromat natriy ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), natriy gidroksidi (NaOH) bilan ishlatiladi.

Sovuqlik tashuvchilar sifatida bir komponentli moddlar – etilenglikol va freon-30 ham ishlatiladi. Etilenglikol rangsiz va hidsiz suyuqlik. Atmosfera bosimidagi qaynash harorati $197,2^{\circ}\text{C}$. Etilenglikolning suvdagi konsentrasiyasiga mos holda muzlash harorati 0°C (suv) dan $-67,2^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan sovuqlik tashuvchini hosil qilish mumkin. Korroziyani sekinlatish uchun eritmaga trietanolaminfosfat qo'shiladi.

Freon-30 past muzlash harorati va kichik qovushqoqli bo'lgani uchun yaxshi sovuqlik tashuvchi hisoblanadi. U -40°C haroratgacha ishlatiladi; -90 – -100°C haroratlarda freon-11 ishlatiladi.

Nazorat savollari.

1. Bug' -kompression mashinasi qanday asosiy elementlardan tashkil topgan?
2. Bug' -kompression mashinasining nazariy ish sikli haqiqiy ish siklidan nima bilan farqlanadi?
3. Bug' -kompression mashinasini qanday ko'rsatgichlar bilan ifodalanadi?
4. Sovutish agentlari qanday talablarga javob berishi kerak?
5. Sovutish agentlarining afzallik va kamchiliklari nima iborat?

6. Sovuqlik tashuvchilar qanday talablarga javob berishi kerak?

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. «Кимёвий технология асосий жараён ва ўрилмалари». – Т.: Шарф – 2003. – 644 б. (554-561 betlar).

2. Áàðàíáíêî À.Â, Áóðàðèí Í.Í. Īãñèàðîâ Â.È àà áíøqàèàð. Õîëîäèèüíûâ ìàøèú - Ñ - Īá : Īëèèàðóíèèè, 1997 – 992 ñ. (27-78 betlar).

3. Рогов И.А., Кусакова В.Е., Филиппов В.И., Фролов С.В. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы). – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1999. – 176 с. (33-45 betlar).

4. Web site: [http:// iifiir.org](http://iifiir.org)

Asosiy atamalar

ammiak

bakteriya

bosim

bug' latgich

bug' latish

defrostasiya

detander

Freon

harorat

issiqlik oqimi

kompessor

kondensasiya

kondensator

konservalash

muzlatish

rostlash ventili

sovutish

sovutish koefitsienti

sovutish sikli

sovutish unumdorligi

entalpiya

entropiya

MUNDARIJA

- 1-ma' ruza. Sovutish mashinasining termodinamik
asoslari, ish tsikllari va sovutish agentlari
. 3
- 2-ma' ruza. Sovuqlik bilan konservalash va oziq-ovqat
mahsulotlarini saqlash 6

3-ma' ruza. Sovutish texnikasi va texnologiyasining mazmuni va tarixi	
.....	17
Asosiy atamalar	38

Sovutish texnikasi

Tuzuvchilar: Zokirov Sanat Gapurovich
 Karimov Quدراتilla Fuadovich
 Xudoyqulova Muxabbat Yo' Idoshevna

Muharrir: