

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

SOVITISH TEXNIKASI

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

«Mutaxassislikka kirish» fanidan ma'ruzalar matni

Toshkent 2005

UDK 621.56 /.59 (075.8)

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

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

Ma' ruzalar matni oziq-ovqat sanoatida sovitish texnikasining ahamiyati, vazifasi, past harorat olishning oddiy usullari bilan tanishtiradi. Sun'iy sovuqlikning mahsulotlarni saqlash va qayta ishlashdagi o' rni yoritilgan. Ma' ruzalar matnida eng oddiy sovitish mashinasining ishlash prinsipi tushuntirilgan.

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

«Sovitish mashinalari va qurilmalari» kafedrası

7 ta rasm. Adabiyot: 8 nomda.

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

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

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

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2005

1-ÏÀ' RUZÀ. SOVITISH TEXNIKASI VA TEKNOLOGIYASINING MAZMUNI VA TARIXI

Ma' ruza rejasi:

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

1. Fanning maqsadi va ko' riladigan masalalar.

Sun' iy sovuqlik hozirgi davrda qishloq xo' jaligining deyarli barcha tarmoqlarida ishlatiladi. Sovuqlik oziq-îvqat mahsulotlari tarkibida mikroorganizmlar ko' payishiga to' sqinlik qiladi. Mol va parranda go' shti, baliq va meva-sabzavotni qayta ishlash korxonalarida bu mahsulotlarni sovitish, muzlatish va past haroratlarda saqlash amalga oshiriladi; sut-yog' sanoatida sut, yog' va sut mahsulotlarini sovitish va saqlashda sîvuqlik ishlatiladi;

qàndolat fabrikalarida xom ashyo, pasta va tayyor mahsulot sovitiladi. Sovuqlik pivî pishirish texnologiyasi jarayonlarida (sulini sovitish, pivoni achitishda issiqlikni olish và pivoni sàqlàsh), vino ishlab chiqarishda hàì qo' llaniladi. Shuning uchun ham îziq-îvqàt sanoatida, qishlîq õo' jalik mahsulotlarini qàytà ishlash bilan shug' ullanuvchi barcha texnik xodimlar, muhandislar sovuqlik îlish va uni qo' llashni yaxshi bilishlari zarur.

Fanni o' qitishdan màqsàd – bo' lajak mutaxassislarga O' zbekiston Respublikasi sharoitida qishloq õo' jalik màhsulotlarini sàqlàsh hàmda qayta ishlash tâõnologiyasi jarayonlarida qàytà ishlashda ishlatiladigan sàqlash usullari, sovitish và ventilatsiya qurilmalarining tuzilishi, ishlash prinsiplari va ularni mahalliy sharoitlarga moslash, sozlash, tanlab ishlatishni va shu bilan birga chet el qurilmalarining ish jarayonlarini o' rganib, ulardan foydalanishni o' rgatishdir.

2. Issiqlik va sovuqlik õàqidà tushuncha.

Buuk rus olimi M.V. Lomonosov "Razmishleniya o prinsipax teploti i xoloda " dissertatsiyasida (1750 y.) molekulalar harakati issiqlik va sovuqlikning asl sababi ekanligini qayd etgan edi.

Issiqlik va sovuqlikning fizik mohiyati o' xshashdir, farqi fàqàt 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 harakati ichki energiyasidir.

Jismni sovitish – bu undan issiqlik olish va buning natijasida jism haroratining pasayishidir. Sovitishning eng oddiy usuli – sovitiluvchi 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 sovitish mumkin. Bunday sovitish – tabiiy sovitishdir. Jismni atrof-muhit haroratidan past haroratga pasaytirish – sun' iy sovitishdir.

Bunday sovitish uchun, asosan, yashirin issiqlik ishlatiladi.

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

3. Past harorat hosil qilishning fizik xossalari, prinsiplari.

Sun' iy sovuqlik olishning bir necha usullari mavjud. Ulardan eng soddasi – muz yoki qor bilan sovitishdir, qor va muz erishi ko' p miqdorda issiqlik yutilishi bilan kechadi. Atmosfera bosimida muz va qor 0 °C 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 sovitiluvchi 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' lgan, suvda eriyotgan, tuz yutuvchi yashirin issiqlik qo' shiladi; bu aralashma haroratning pasayishiga sabab bo' ladi. 1 kg muz - tuz aralashmasining sovitish unumdorligi 1 kg sof muz yoki qorning sovitish unumdorligidan kichikdir, chunki bunda sovuqlikning bir qismi muz yoki qorning va tuzli aralashmaning haroratigacha sovishiga 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' rsatilgan. Amalda esa komponentlarning 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 tayyorlash, ularni tashish va aralashtirish katta mehnat sarfini talab etadi, avtomatik rostlash va kerakli haroratni olish qiyin.

Jismlarni quruq muz (qattiq uglekislota) bilan ham sovitish mumkin. Quruq muz sovitiluvchi 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, sovitish qurilmasiga xizmat ko'rsatish yengil, sovitiluvchi xonalarda ancha past haroratlarni hosil qilish.

Sovitish mashinalarining ishi turli prinsiplarga asoslangan. Ulardan eng keng tarqalgani suyuq moddalarning qaynash prinsipiga asoslangan. Past qaynash haroratini hosil qilish 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.

Mashina bilan sovitish 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 energiyasi hisobiga bajariladi. Havo sovitish mashinalarining ishi ana shu prinsipga asoslangan.

Gazni, xususan, havoni kengaytirish yoʻli bilan sovitish boshqa usullardan farqlanadi. Havo bunda oʻzining agregat holatini muz, aralashmalar kabi oʻzgartirmaydi.

U sovitiluvchi jismdan issiqlikni olib, isiydi xolos. Past haroratlarni termoelektrik usul (Pelte effekti) bilan ham olish mumkin. Termoelektrik hodisalar issiqlik va elektr jarayonlarning oʻzaro bogʻliqligiga asoslangan. Agar termoparaga (ikki xil simdan iborat yopiq zanjir) oʻzgarish tok berilsa, u holda simlardan biri qiziydi, ikkinchisi esa soviydi.

Tok yoʻnalishi oʻzgartirilganda isigan va sovigan simlar oʻrni almashadi. Pelte effekti elektr zanjirdagi tokning oddiy issiqlik harakati (Joul issiqligi) bilan bogʻlanmagan, balki turli materialli simlardan elektronlar oqimining oʻtish xususiyatiga asoslangan. Bu hodisa 1834 yilda kashf etilgan boʻlsa-da, lekin uzoq yillar amaliy qoʻllanmay kelingan.

Soʻnggi yarim asr davomida Pelte effekti uy-roʻzgʻor sovitgichlari va konditsionerlarida yarim oʻtkazgichlar ishtirokida qoʻllanilmoqda.

Yarim oʻtkazgichlar (metall oksidlari, oltingugurt birikmalari, kimyoviy elementlar – germaniy, kremniy, tellur, selen hamda ularning birikmalari) elektr oʻtkazuvchanlik boʻyicha oʻtkazgichlar va izolyatorlar orasidagi sinfdir.

Nazorat savollari:

Issiqlik va sovuqlikning sabablari nima?

Sun'iy sovitishning muz, qir va ularning tuzlar bilan aralashmasi yordamida haroratni pasaytirish usuli.

Sovitishning qanday turlari bor?

Quruq muz bilan sovitish.

Sun'iy sovitish mashinaviy usulining afzalliklari nimalar?

6. Sun'iy mashinaviy sovitish qanday prinsiplarga (fizik hodisa, texnik qurilma) asoslangan?

Foydalanilgan adabiyotlar:

×åðäÿéîâ Ñ.Ñ, Êóëàëîâñëëé À.È. Îñîîâ Õîëîäëëüîîâî ääëà - Ì.: Âûñøäÿ øëîëà – 1988 ä. – 144 ñ. (3-30 betlar).

Ïëðîâñëëé Í.Ê. Õîëîäëëüîâ àøëîù è óñàîîâëë. – Ì.: Ìëùîðîëëäàò, 1960 - 556 ñ. (3-10 betlar).

Áàðáîíîî À.Â, Áóðððëí Í.Í. Ìâëàðëâ À.È. и др. Õîëîäëëüîâ àøëîù - Ñ – Ìá.: Ìëëëàðîëëëà, 1997 – 992 ñ. (3-26 betlar).

Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. «Кимёвий технология асосий жараён ва šурилмалари». – 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 sovitish.
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.

Mahsulotlarning aynishiga 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 xil o'zgarishlarga sabab bo'ladi.

Mahsulotlar uzoq saqlash davomida aynimasligi uchun maxsus ishlanadi – konservalanadi. Konservalashning asosiy vazifasi mikroorganizm va to'qima fermentlarining aynitish

ta' sirini sekinlatishdir. Konservlash usullari ichida (pasterizatsiya, sterilizatsiya, 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 sovitish rejimini tanlash kabi masalalar oziq-ovqat texnologiyasining sovuqlik texnologiyasi bo' limida o' rganiladi.

1. Konservlash

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

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

Mahsulotlarni sovitishda harorat asosiy o' rinni egallaydi. Muzlatishda, bundan tashqari, to' qimalarning suvsizlanishi ham sodir bo' ladi, unda suv qattiq holatga o' tadi. Havoning yetarli 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 strukturasida zararlanishi natijasida halok bo' ladi. Bakteriyalarning ayrim turlari $-5 - -8^{\circ}\text{C}$ 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°C) 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 bosishining oldini olish uchun sovitgich kameralari mikrobiologik nazorat qilinishi, sanitariya qoidalariga va texnologik ko'rsatmalarga qat'iy amal etilishi lozim.

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

Ultrabinafsha nurlarining 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. Sovitish kameralarini, idish, qurilmalarni ham ultrabinafsha nurlar bilan ishlash tez buziluvchi mahsulotlarning saqlanish muddatini uzaytiradi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik va ionlovchi nurlar bilan ishlash (radiopasterizatsiya) nisbatan yangi va kelajagi porloq usullardan hisoblanadi. Radiopasterizatsiya

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 maxsus 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 sovitgichlarda saqlash uchun ularni qabul qilishdan avval kameralarda ozon vositasida dezinfeksiyanadi. 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 maxsus xavfsizlik niqoblari tarqatilgandan so'nggina amalga oshiriladi. Ozon statsionar yoki harakatlanuvchi qurilmalarda yuqori kuchlanishli elektr tokining razryadlanishidan olinadi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda idish va o'rovchi materiallar muhim ahamiyatga ega. Polimer materiallardan tayyorlangan idishlar eng istiqbolidir.

2. Sovitish.

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

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

Sovitish tezligi ham mahsulot turiga bog'liq. Tezlik yetarli darajada katta bo'lmasa, mahsulotning mikroorganizmlar va fermentlanish ta'sirida aynishi sodir bo'laveradi. Tajribalarning ko'rsatishicha, yangi keltirilgan mahsulotlar qanchalik tez va chuqur sovitilsa, ularning dastlabki sifati va massasi shunchalik yaxshi saqlanadi.

Mahsulotlarni sovituvchi muhit sifatida havo, sovuq suv yoki namakob, muz yoki qor ishlatilishi mumkin.

Havo vositasida sovitish. Havo eng keng tarqalgan sovitish agenti. U hidsiz, mahsulotlarga zararsiz (tarkibidagi kislorodning oksidlash xususiyati bundan mustasno). Havo vositasida sovitishning 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 sovitiluvchi mahsulot o'rtasidagi haroratlar farqi orttiriladi. Buning uchun havo sovitgichlar, ventilyatorlar, batareyalar ishlatiladi.

Sovuq suv yoki namokob vositasida sovitish. Bu usul kontaktli yoki kontaktsiz bo'lishi mumkin. Kontaktli sovitishda mahsulot suyuq sovitish muhitiga joylashtiriladi, bunda sovitish havo muhitidagiga nisbatan jadal boradi, chunki havoga nisbatan suyuqlikka issiqlik berish koeffitsiyenti ancha katta. Lekin bunday sovitishda mahsulot o'zining tashqi ko'rinishini o'zgartiradi, cho'kadi va h.k. Kontaktsiz sovitishda mahsulot namlikka bardoshli qobiq ichiga solinadi, natijada issiqlik berish pasayadi va texnologik jarayon murakkablashadi, suyuq sovitish muhitidan foydalanish keng tarqalmagan.

So'nggi vaqtlarda parranda go'shtini 4 – 6 °C gacha sovitish uchun sovuq (muzdek) suvdan foydanilyapti.

Parranda go' shti suvli vannaga solinadi, yoki forsunka yordamida suv purkaladi.

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

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

Fermalarda sut bevosita yoki bilvosita sovitish mashinalari, tank-sovitgichlar vositasida sovitiladi. Zavodlarga keltirilgan sut saqlash oldidan 4 – 5°C gacha plastinali issiqlik almashinish apparatlarida sovitiladi. Bu apparatlarda ikki kanal bor: birida sut, ikkinchisida sovituvchi suv yoki namokob oqadi. Yog', pishloq, smetana, qatiq, kefir kabi sut mahsulotlari ishlab chiqarish jarayoni yoki tayyor holatida sovitiladi. Bunda sutni sovitishdagi qurilmalarning o'zi yoki sovitish 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 sifatining 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 $\frac{3}{4}$ qismi va meva, kartoshkalardagi suvning $\frac{1}{2}$ 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 mexanizatsiyalash, 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 sovitish agentlarida.

Havoda kontaktli muzlatish. Bu usul keng tarqalgan bo' lib, havo tabiiy (kameralarda) va majburiy harakatlanishi (tunnel muzlatgichlar, gravitatsion-konveyerli va flyuidizatsion muzlatish apparatlari) mumkin. Havo erkin harakatlanuvchi usulining afzalligi uning soddaligidadir, chunki bunda maxsus 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 maxsus 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 flyuidizatsion muzlatish deyiladi. U muzlatish jarayonini ancha

jadallashtiradi. Mahsulotlar muallaq holda muzlatiluvchi apparatlar flyuidizatsion muzlatish apparatlari deyiladi.

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

Flyuidizatsion muzlatish apparatlari mahsulotni transportirovka qilishga ko'ra lotokli va konveyerli turlarga bo'linadi. Lotokli apparatlarda muzlatiluvchi mahsulot havo harakati va lotok yoki tirgovichning nishabi hisobiga harakatlanadi. Mahsulotning konveyerli apparatlarda harakatlanishi to'g'ri 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 flyuidizatsiya usuli yordamida muzlatish lozim. Lotokli flyuidizatsion 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 ishlatib bo'lishi mumkin.

Konveyerli flyuidizatsion tezmuzlatgichi korpus, to'rtta havo sovitgich (vozduxoohladiyel) va ventilyatorlar, turli konveyer, kamera, yuklash va tushirish qurilmalaridan iborat.

Flyuidizatsion 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 eritmalari misol bo'la oladi (osh tuzi). Bir qator afzallik tomonlari bilan birga (soddaligi va arzonligi, jaranyonning 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 namakobda $2 - 3^{\circ}\text{C}$ 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 almashinishiga bo' lgan termik qarshilik oshib ketadi va muzlatish texnologiyasi murakkablashadi.

Qaynayotgan sovitish 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 sovitish agenti "qaynaydi" . Kontaktli muzlatishda suyuq azot yoki freonlar (xlodon) 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-sovitish agentidan" farqlaydilar).

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

Muzlatish kameralari qalin, puxta, issiqlik izolyatsiyali sovitgich kameralaridir. Bevosita sovitish kameralarining batareyalari nisbatan past havo haroratlarini hosil qilishga mo' ljallangan (30 °C atrofida), qo' shimcha sirkulyatsiya ventilyatorlar yordamida amalga oshiriladi. Mahsulotni

joylash va tashish uchun kameralarda turli xil qurilmalar o' rnatiladi. Muzlatish kameralarining asosiy kamchiligi mahsulotni davriy ravishda yuklash va tushirishdir.

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

4. Saqlash.

Yuqorida ko' rib o' tilgan mahsulotlarni sovitish va muzlatish jarayonlari sovuqlikda saqlashga tayyorgarlik bosqichlari hisoblanadi. Mahsulotlar sovitilgan (muzlatilgan) kameralarning o' zida saqlanadi yoki maxsus saqlash kameralariga jo' natiladi.

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 buziluvchi 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' zgarmasligi.

Sovitish 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 izolyatsiyasi qoplanadi, tashqi devorlarda "havo rubashkasi" qilinadi, hamda mahsulotlar zich taxlanadi yoki havo sun' iy namlanadi (havo bilan sovitishda).

Sovitilgan, o' ta sovitilgan, muzlash holigacha va muzlatilgan mahsulotlarni saqlash sharoitlari turlichadir.

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

Saqlash davrida havo harorati o' zgarmasligi lozim, chunki uning o' zgarishi namlikning mahsulot yuzida kondensatsiyalanishiga 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 idish havo almashinishiga, mahsulotdan issiqlik tez olinishiga to' sqinlik qilmasligi lozim. Turli xilda taglik va konteynerlardan foydalanish, yuklash-tushirish va transport ishlari mexanizatsiyalash imkonini beradi.

Mahsulotlarni saqlash rejimlari Xalqaro sovuqlik instituti (XSI) tavsiyasiga 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. Sovitilgan go' shtni saqlash kamerasidagi havoning nisbiy namligi 85-95%, baliq mahsulotlari uchun 100% bo' lishi kerak (tuzlangan baliq mahsulotlari uchun ruxsat etilgan nisbiy namlik 75-90% quritilgan, o' ralmaganlari uchun esa -50% atrofida).

O' ta sovitilgan va muzlashga yaqin holatdagi mahsulotlarni saqlash. Bular sovitilgan 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 sovitilgan go' shtlardan farq qiladi.

Muzlatishga yaqin holatni o' rtacha hajmiy harorati - $1,2^{\circ}\text{C}$ 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 ($t = -2^{\circ}\text{C}$) saqlanish muddati 3 – 4 hafta, $+4^{\circ}\text{C}$ da bir hafta.

Muzlatilgan mahsulotlarni saqlash. Muzlatilgan mahsulotlarni saqlashda yetarli darajada past harorat ushlab turiladi. Sovitilgan 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°C dan yuqori bo'lmagan haroratda va havoning nisbiy namligi 95% dan kam bo'lmaganda saqlashni tavsiya etadi. Saqlash muddatlari harorat rejimlariga bog'liq. Masalan, parranda go'shtini -12°C da 3 oy, -18°C da 6 – 8 oy saqlash mumkin.

Go'sht mahsulotlari korxonalarida, texnologik ko'rsatmalarga ko'ra, kamera havosi tezligi kichik qilib olinadi ($-0,2$ – $-0,3$ m/s). Saqlash muddatini uzaytirish uchun pastroq haroratlar olinadi (-25°C).

Muzlagan baliq -18 – -30°C , baliqning yog'li turlari -30 – -35°C da saqlanadi. -15 – -20°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°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 "terlamlasligi", ya'ni ular sirtida havo namligi kondensatsiyalanmasligi uchun eritiladi (defrostatsiya). Kondensat mikroorganizmlar rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi. Ayrim mahsulotlar uchun (sariyog', smetana, baliq mahsulotlari) ular yuzasida kondensatsiyalangan namlik xavfsizdir.

Eritish konditsiyalangan havo kuchli sirkulyasiya qilinadigan maxsus 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.

Mahsulotlarni iste' mol qilish yoki qayta ishlashdan oldin eritiladi. Mahsulotdagi muz kristallari suyuqlanadi va 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 konditsioner yoki kaloriferlar va havo kanallari sistemalari bilan ta' minlanadi. Sirkulyatsiya 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 yetganda 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, gigiyenik 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 sovitish qanday amalga oshiriladi?
4. Muzlatish qanday haroratlarda amalga oshiriladi?
5. Sovitilgan 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., Умурзофов Э. Ёишлоъ хоежалик маъсулотларини саълаш ва ёайта ишлаш технологияси, - Т.: Меънат, 1991. – 296 б. (95-177 betlar).
3. Юсупбеков Н.Р., Нурмукамедов Х.С., Зокиров С.Г. «Кимёвий технология асосий жараён ва ёурилмалари». – Т.: Шапё – 2003. – 644 б. (554-561 betlar).

**3-MA' RUZA. SOVITISH MASHINASINING
TERMODINAMIK ASOSLARI, ISH SIKLLARI VA SOVITISH
AGENTLARI**

Ma' ruza rejasi.

1. Bug' -kompression sovitish mashinasi.

2. Sovitish agentlari.
3. Sovuqlik tashuvchilar.

1. Bug' -kompression mashinasi

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

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

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

Bug'lanuvchi suyuqlik haroratining kamayishi bosimni pasaytirish evaziga bo'ladi. Masalan: suv atmosfera bosimida 100°C haroratda qaynaydi, bosimning 0,006 ata gacha pasayishi qaynash haroratini 0°C gacha pasaytiradi. Ammiak (NH_3) atmosfera bosimida ($760 \text{ mm.sim.ust.}=1 \text{ ata}$) $-33,4^{\circ}\text{C}$ da qaynaydi; bosimning 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 sovituvchi muhitdan issiqlik olib, o'z haroratini oshiradi.

Mashina bilan uzluksiz sovitishda sovitiluvchi muhit (masalan: sovitgich kamerasing havosi) issiqligini ishchi jismga beradi. Ishchi jism issiqligini yuqori haroratli atrof-muhitga (masalan: suv yoki havo) uzatadi.

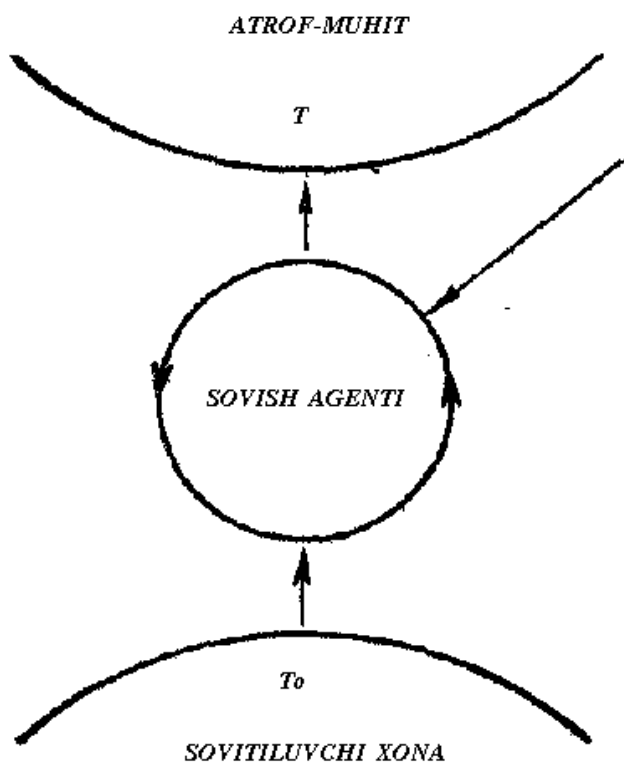
Termodinamikadan ma'lumki, past haroratli jismdan issiqlik olib, yuqori haroratli jismga uzatish uchun ish bajarish zarur; bu ish sovitish mashinasi yuritmasidagi ishdir.

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

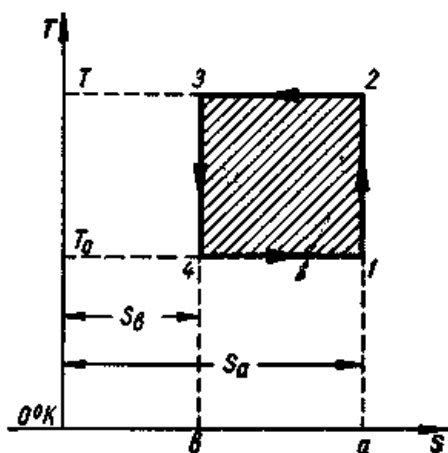
Mashina yordamida uzluksiz sovitish uchun ishchi jism (sovitish agenti) sovitish siklini bajarishi kerak. Shunday sikllardan biri – Karno sikli 2-rasmda ko'rsatilgan.

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'zgarmaydi. 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. Sovitish 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 jarayonlarining borishi uchun ikkita cheksiz katta jismlarning bo'lishi zarur (issiqlik beruvchi va oluvchi); bu jism haroratlari issiqlik almashinish jarayonida o'zgarmaydi.

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 adiabatik 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 ishdur:

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

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 sovitiluvchi 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 yerda: q_0 - sovitiluvchi 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.

Sovitish siklining unumdorligi eksergetik F.I.K. bilan baholanadi. Eksergetik F.I.K. sovitish obyektidan olinayotgan va sistemaga uzatilayotgan issiqlik oqimining sarflangan ishga nisbatiga teng:

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

η_e kattalik, ko' pincha F.I.K. deb emas, balki sovitish koef-fitsienti deb ataladi va ε bilan belgilanadi. Lekin eksergetik F.I.K. va ε sovitish koefitsientlarining fizik ma' nosi boshqa-boshqadir [1].

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

Sovitiluvchi muhit harorati T_o qanchalik yuqori va sovituvchi suv yoki havo harorati T qanchalik past bo' lsa, sovitish koefitsienti ε va foydali ish koefitsienti shunchalik

yuqori bo' ladi. ε va η_e larning katta qiymatlari sovitish mashinasi unumi katta ekanligini bildiradi.

Karno siklida sovuqlik eng kam ish bajarish hisobiga olinadi.

Real sharoitlarda issiqlik beruvchining, ya' ni sovitiluvchi muhitning harorati ishchi jism haroratidan yuqori bo' lishi lozim. Shunda 4-1 jarayonida issiqlik ishchi jismga o' z-o' zidan o' tadi. Issiqlik qabul qiluvchining harorati, ya' ni suv yoki havo harorati, ishchi jismlardan 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 sovitish 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' lmasligi 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 sovitish mashinalarini ikki guruhga bo' lish mumkin.

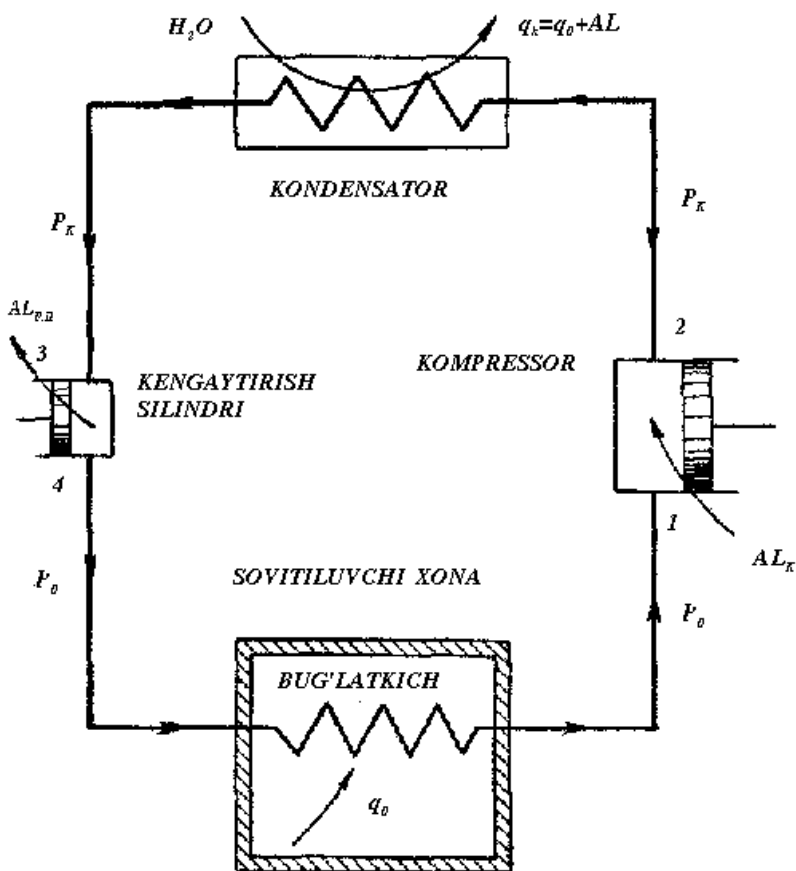
Birinchi guruhga kompression sovitish mashinalari kiradi. Bularning o' zi ham sovutuvchi agent turiga ko' ra ikkiga: havo va bug' sovitish mashinalariga bo' linadi. Hozirgi davrda bug' kompression mashinalari keng tarqalgan. Ularning ishchi jismi atmosfera bosimida past qaynash haroratiga ega. Bu ishchi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

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

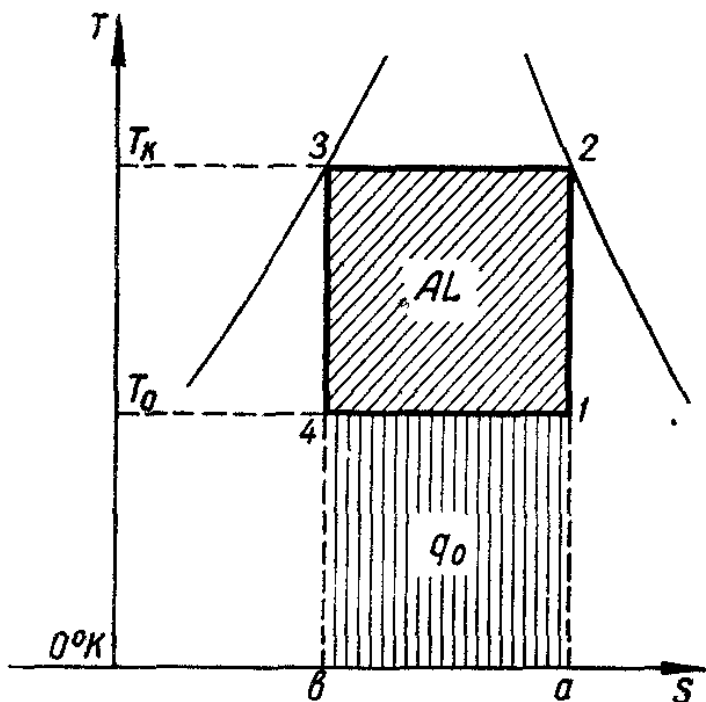
*

“Energiya yo' qolishi” atamasi energiyaning 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. Sovitish mashinasining sxemasi



4-rasm. Bug' sovitish mashinasining nam bug' oblastidagi sikli

Bu kitobda bug' kompression sovitish mashinasi o'rganiladi.

3-rasmda kompressor, kondensator, kengaytirish silindri va bug' latgichdan iborat sovitish mashinasining

prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Mashinaning barcha elementlari trubalar bilan tutashtirilgan.

Bu mashinaning sovitish sikli nam bug' oblastida amalga oshiriladi (bunday sikl 4-rasmda ko'rsatilgan).

Kompressor bug' latgichdan sovitish agentining nam bug' larini 1 holatda R_o bosim bilan so'rib oladi va adiabatik tarzda yuqori bosimgacha R_k siqadi. Bug' ning harorati ham T_o dan T_k gacha ko'tariladi. Kodensatorda siqish uchun I ish sarflanadi. Siqilgan bug' lar kondensatorga quruq to'yingan bug' holatida 2 haydaladi. Kondensatorda sovitish agenti suv yoki havo bilan sovitiladi, natijada u to'yingan bug' holatidan suyuqlikka o'tadi, ya'ni 2-3 jarayonda kondensatsiyalanadi. Kondensatsiyalanish jarayoni ham qaynash kabi o'zgarmas harorat va bosimda sodir bo'ladi. Suyuq sovitish agenti 3 holatda kengaytirish silindriga kiradi, bu yerda esa adiabatik tarzda 4 holatgacha kengayadi. Kengayish jarayonida 3-4 bosim R_k dan R_o ga pasayadi, sovitish agentining harorati ham T_o ga kamayadi. 4 holatda past haroratli sovitish agenti bug' latgichga qaytadi. Bug' latgichda sovitish agentiga sovitiluvchi muhitdan issiqlik o'tadi va u o'zgarmas bosim R_o va haroratda T_o 4 holatdan 1 holatga o'tadi. 1 holatda

sovitish agenti kompressorga yana so'riladi va sikl uzluksiz takrorlanadi.

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

2. Sovitish agentlari.

Sovitish agenti – bu sovitish mashinasida sovitiluvchi muhitdan issiqlikni olib, uni suv yoki havoga uzatuvchi ishchi jismdir.

Sovuqlik tashuvchi namokobli sovitish sxemalarida ishlatilib, bug' latgichlarda sovitish agentining qaynashi hisobiga soviydi va o'zi kamera havosini sovitadi.

Sovitish 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: sovitish agenti atmosfera bosimida past qaynash haroratiga ega bo'lishi kerak. Porshen kompressorli sovitish mashinlarida past bosim hosil qilish uchun agentning normal qaynash harorati (760 mm.sim.ust.) -10°C dan yuqori bo'lishi shart.

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

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

Sovitish agentining nisbiy og' iriligi va qovushqoqligi iloji boricha kichik bo' lishi maqsadga muvofiqdir. Shunda

ishchi agentini mashinada sirkulyatsiya qilinganda qarshilik kamayadi, chunki nisbiy og'irlik va qovushqoqlik qarshilikka to'g'ri proporsional.

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

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

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

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

Bunda sovitish mashinasida muz probkalar paydo bo' lmaydi.

Sovitish agentlari mashina yasalgan metallga ta' sirsiz bo' lishi lozim. Ular kimyoviy mustahkam, kompressordagi yuqori haroratlarga bardoshli, yong' indan va portlashdan xavfsiz bo' lishi kerak.

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

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

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

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

Sovitish 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

“Sovitish mashinalari va qurilmalari” kafedrası hamda “Issiqlik nasoslari” Muhandislik markazi hamkorlikda yangi sovitish agenti – propan va butan gazlari aralashmasini yaratdilar.

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

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

Ammiakning hajmiy sovuqlik unumdorligi nisbatan katta bo'lgani uchun sovitish mashinasida nisbatan kam agent sirkulyatsiya qilinadi.

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

Ammiak qora metallarga (cho' yan, po' lat) ziyonsiz, mis va uning qotishmalarini, namlik ishtirokida, kuchli darajada oksidlaydi. Shuning uchun ammiakli sovitish qurilmalarida mis detallar qo' llanilmaydi. Ammiak nozichliklardan chiqib ketganda, buni uning hididan aniqlasa bo' ladi. Ammiakning chiqqan joyini aniqlash uchun lakmus qog' ozchalar ishlatiladi. Lakmus qog' ozchalar ammiak ta' sirida to' q pushti rangga kiradi.

Ammiak o' tkir hidli bo' lib, inson organizmiga zararli. Agar xona havosida 1% ammiak bo' lsa, odam zaharlanadi. Ammiak yonuvchan bo' lib, havoning 13,1–26,8% hajmini tashkil etsa, portlash hodisasi ro' y beradi. Gazsimon ammiak havodan yengil.

Ammiakda ishlovchi sovitish mashinalaridan foydalanganda texnika xavfisizlik qoidalariga qat' iy rioya qilinishi lozim. Ammiak oson ishlab chiqariladi va arzon.

Sovitish agentlarining fizik xususiyatlari

1-jadval

Sovitish agenti	Kimyoviy formulasi	Molekulyar massasi	0,1MPa da qaynash harorati, °C	Kritik harorat, °C	Kritik bosim MPa	Muzlash harorati, °C
1	2	3	4	5	6	7
Ammiak	NH ₃	17,03	-33,6	+132,4	11,30	-77,7
Oltingugurt 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

Oltingugurt angidridi (SO₂). Atmosfera bosimidagi qaynash harorati -10 °C. Qaynash harorati -10 °C dan pasayganda, bosim atmosfera bosimidan kichik bo' lib qoladi. Natijada sistemaga havo so' riladi va havo tarkibidagi namlik oltingugurt oksidi bilan reaksiyaga kirib, kislalani hosil qiladi.

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

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

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

Oltingugurt angidridi juda zaharli, u eng zaharli sovitish agentidir. Uning oqib chiqqan joyi nashatir spirti yordamida aniqlanadi. Hozirgi davrda oltingugurt angidridi deyarli qo' llanilmaydi.

Freonlar (xladonlar). Freonlar – bu to' yingan uglevodorodlarnig, xususan, etanning S_nH_{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 sovitish agenti kimyoviy formulasiga bog' liq ravishda o' zining sonli belgisiga ega, masalan, freon -12 (diflordanmetan CF_2Cl_2), freon-22 (diflordanmetan CHF_2Cl) va boshqalar. Sovitish agentini sonli belgilash quyidagicha bajariladi. Kichik razryadda, ya' ni oxirgi sonda (masalan: freon -12 uchun 2) molekuladagi flarning 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, sovitish agentining qisqartilgan belgilanishi $R-N$ formula bo' yicha bajariladi. R sovitish 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 fluor 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. Sovitish 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 shoxobchalarida ishlatiluvchi sovitish 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' lmaganda metallarga ta' sir etmaydi, suvda erimaydi. Masalan: 20 °C freon massasining 0,003 % ulushi miqdorida suv eriydi. Shu tufayli rostlash ventilida muz probkasi paydo

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

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

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

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

Freon-12 ning hajmiy sovitish unumdorligi ammiaknikidan kichik. Shuning uchun, freon kompressorining 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°C) va kondensatsiyalanadi (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 erituvchi 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 sovitish agenti propan va butan gazlarining aralashmasi bo' lib (tarkibi mos ravishda aralashma massasining 70% va 30% ni tashkil etadi) atrof-muhitga zararsiz [2]:

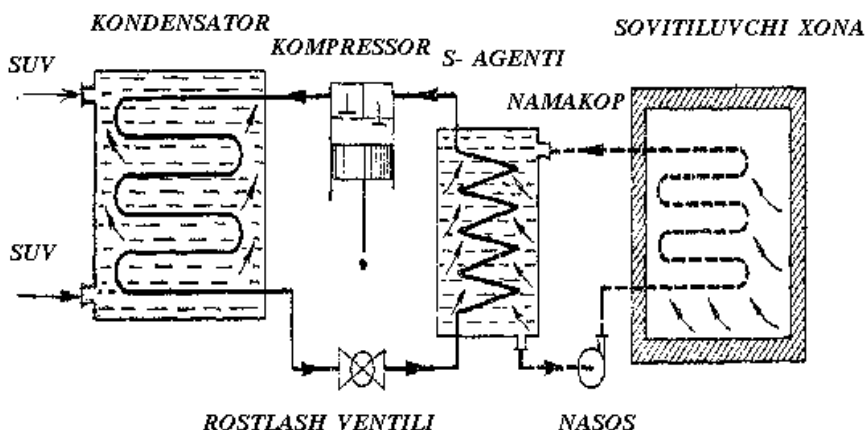
- atmosferaning ozon qatlamiga hech qanday salbiy ta' sir etmaydi;
- global issiqlik effektiga hech qanday ulush qo' shmaydi;
- freonda ishlovchi har qanday bug' -kompression sovitish mashinalarida konstruksiyasiga o' zgartirish kiritilmasdan yangi agent qo' llanilishi mumkin;
- aralashmani tayyorlash uchun xomashyo 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 sovitish mashinasi sarflavchi energiya miqdori xuddi shunday freon mashinalaridagiga nisbatan 50–65% kam.

3. Sovuqlik tashuvchilar.

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



5-rasm. Sovuqlik tashuvchi bilan sovituvchi qurilmaning sxemasi

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

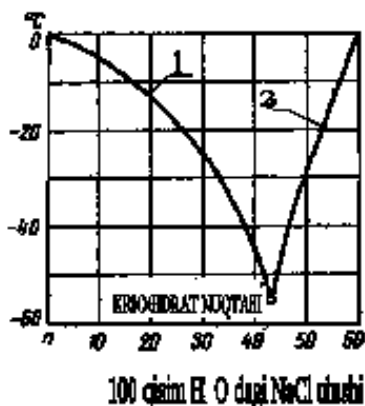
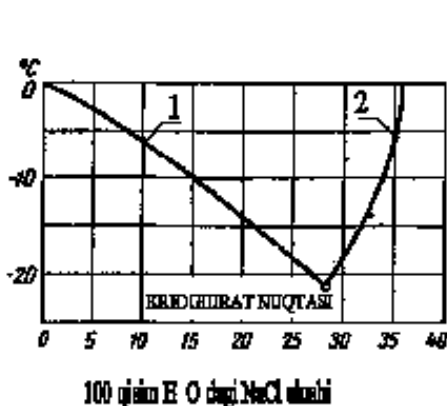
Sovuqlik tashuvchilar quyidagi talablarga javob berishi shart:

1. past muzlash haroratiga ega bo' lishi;
2. yuqori issiqlik sig' imiga 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 suvdir. Havo kamdan-kam hollardagina ishlatiladi, chunki uning issiqlik sig' imi juda kichik. Lekin havo bilan sovitishda 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 yuqori haroratlarda ishlatiladi.

0°C dan past haroratda sovuqlik tashuvchi sifatida tuzlarning suvdagi eritmalari (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 namakobning muzlash harorati suvdagi tuz konsentratsiyasiga bog' liq holda o' zgarishi ko' rsatilgan. Absissa o' qida tuzning suvdagi miqdori, ordinata o' qida esa namakob harorati joylashgan.

Egri chiziqlarning chap tomonidagi shoxi tuzning konsentratsiyasi ortishi bilan namakobning muzlash haroratining pasayishini ko'rsatadi. Bu pasayish kriogidrat nuqtasigacha davom etadi. Kriogidrat nuqta bu shunday nuqtaki, unga mos keluvchi haroratda namakob butunlay muzlaydi. Kriogidrat nuqta eng past muzlash haroratiga ega bo'lib, namakobning maksimal konsentratsiyasiga mos keladi. Konsentratsiyaning kriogidrat nuqta konsentratsiyasidan ortishi, aksincha, muzlash haroratini oshiradi. Bu egri chiziqning o'ng tomondagi shoxi bilan ifodalanadi.

Kriogidrat nuqta konsentratsiyasidan past konsentratsiyalarda namakob 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 namakob sovitilsa, -10°C haroratgacha konsentratsiya o'zgarmaydi, sovitish davom ettirilsa, muz ajralishi boshlanadi. Qolgan suyuq eritmaning konsentratsiyasi orta boshlaydi, muzlash harorati esa mos ravishda pasayadi. Bu o'zgarishlar muz ajralish egri chizig'idagi nuqtalar bilan ifodalanadi. Muz ajralish va namakob konsentratsiyasining ortish jarayoni sovitiluvchi namakob kriogidrat nuqta haroratiga erishguncha davom etadi. Namakob kriogidrat nuqta haroratiga erishgach, muz

va tuz kristallaridan iborat – gidrat bir jinsli massa ko' rinishida muzlaydi.

Xuddi shunga o' xshash jarayon kriogidrat nuqta konsentratsiyasidan ancha katta konsentratsiyali namakobni masalan, 100 qism suvda 35 qism NaCl tuzi eritilgan namakobni sovitilganda kuzatiladi. Bu holda sovitish konsentratsiya o' zgarmagan holda -7°C haroratgacha, ya' ni egri chiziqning o' ng shoxigacha davom etadi.

Sovitish davom ettirilsa, namakob muzlaydi. Bu tuz kristallari ajralishi bilan xarakterlanadi. Shuning uchun egri chiziqlarning o' ng tomondagi shoxlari tuz ajralish egri chiziqlari deb ataladi. Qolgan suyuq eritmaning konsentratsiyasi sovitish davom ettirilganda kriogidrat nuqtasigacha pasayadi. Bu jarayon muz ajralish chizig' ida joylashgan nuqtalar bilan ifodalanadi.

Kriogidrat nuqtasiga mos keluvchi konsentratsiyali namakob sovitilganda eritmadan muz ham, tuz ham ajralmaydi. Namakob kriogidrat nuqta haroratiga erishgach esa, eritma 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 - $33,6^{\circ}\text{C}$ harorat va $27,6$ qism tuz bilan belgilangan.

Yuqorida aytilganlardan ma' lum bo' ladiki, namakobning muzlash harorati tuzning turi va haroratiga bog' liq. Konsentratsiya ortishi bilan namakobning zichligi ortib, issiqlik sig' imi kamayadi, bu esa namakobni sistemada haydash uchun lozim bo' ladigan energiya sarfini oshiradi. Demak, iqtisodiy jihatdan namakob konsentratsiyasini tanlash kriogidrat nuqta bilan chegaralangan.

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

Namakob konsentratsiyasi maxsus asbob – areometr bilan o' lchanadi. Buning uchun areometr namakobga botiriladi. Botirish chuqurligi namakobning zichligiga bog' liq.

Sovitish qurilmasini ishlatish davrida namakobning havo tarkibidagi namlikni yutishi natijasida konsentratsiya kamayadi. Shuning uchun namakobga vaqti-vaqti bilan tuz qo' shib turilishi shart.

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

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

Korroziyani namakobga 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.

Soviqlik tashuvchilar sifatida bir komponentli moddalar – etilenglikol va freon-30 ham ishlatiladi. Etilenglikol rangsiz va hidsiz suyuqlik. Atmosfera bosimidagi qaynash harorati $197,2^{\circ}\text{C}$. Etilenglikolning suvdagi konsentratsiyasiga mos holda muzlash harorati 0°C (suv) dan $-67,2^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan sovuqlik tashuvchini hosil qilishi 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 mashinasi qanday ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi?
4. Sovitish agentlari qanday talablarga javob berishi kerak?
5. Sovitish agentlarining afzallik va kamchiliklari nimadan 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. Áàðàíâîê À.Â, Áóõàðèí Í.Í. Ìâèàðeâ Â.È и др. Õîëîäèüüâ ìàðèü – Ñ-Ìá. : Ìëèðàõíèèà, 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

adiabatik kengayish

ammiak

bakteriya

bosim

bug' latgich

bug' latish

defrostatsiya

desorbsiya

detander

eksergetik F.I.K.

entalpiya

entropiya

fluidizatsion muzlatish

freon

gravitatsion-konveyerli muzlatish apparatlari

harorat

ishchi jism

issiqlik oqimi

kompressor
kondensator
kondensatsiya
konservalash
kriogidrat nuqtasi
muzlatgich
muzlatish
namakob
quruq muz
rostlash ventili
soviqlik tashuvchi
sovitish
sovitish koeffitsienti
sovitish sikli
sovitish unumdorligi
termoelektrik effect
teskari sikl
tezmuzlatgich

MUNDARIJA

1-ma'ruza. Sovitish mashinasining termodinamik asoslari, ish sikllari va sovitish agentlari	3
2-ma'ruza. Sovuqlik bilan konservalash va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash	6
3-ma'ruza. Sovitish texnikasi va texnologiyasining mazmuni va tarixi	17
Asosiy atamalar	38

Zokirov Sanat Gapurovich
Karimov Qudratilla Fuadovich
Xudoyqulova Muhabbat Yo' Idoshevna

Sovitish texnikasi

Muharrir: M.M. Botirbekova