

U. T. Safarov, A. H. Yusupov

CHORVACHILIK MAHSULOTLARINI SAQLASHDA SOVUTISH USKUNA VA JIHOZLARI



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI,
CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI**

U.T.Safarov, A.H.Yusupov

**CHORVACHILIK MAHSULOTLARINI
SAQLASHDA SOVUTISH USKUNA
VA JIHOZLARI**

O'QUV QO'LLANMA

60811600 – Chorvachilik mahsulotlarini qayta
ishlash texnologiyasi bakalavriat ta'lim yo'nalishlari
talabalari va shu sohaga qiziquvchi kehg jamoatchilik
uchun mo'ljallangan

**Toshkent - 2023
"Fan ziyosi" nashriyoti**

UO'K: 324.438.235.10
KBK: 36.95(5O'zb)

637:641
S-34

**CHORVACHILIK MAHSULOTLARINI SAQLASHDA SOVUTISH
USKUNA VA JIHOZLARI: Safarov U.T. , Yusupov A.H. O'quv
qo'llanma / – Toshkent, "Fan ziyosi" nashriyoti, 2023, 236 bet.**

O'quv qo'llanmasi "Chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi" bakalavriat ta'lim yo'nalishi o'quv rejasining maxsus fanlar bloki o'quv adabiyotlari turkumiga kiradi hamda davlat ta'lim standartlari va o'quv dasturi mazmuniga mos. Unda fanning texnikaviy yo'nalishi ta'limoti sifatida rivojlanishi, fanning maxsus bilimlar beruvchi muayyan yo'nalishi sifatidagi o'ziga xos xususiyatlari aks ettirilgan. O'quv qo'llanmasida chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish hamda sovuqlik bilan ishlov berish uskuna va jihozlarining nazariy asoslari, sovuqlik tashuvchi moddalar va sovutish agentlarining tavsifnomalari, sovutish mashinalarining ishchi sikllari va hisoblash asoslari, sovutish qurilmalarining tuzilishi va ishlashi, sovutgichlarning loyihalanishida hisoblash metodikasi asoslari, sohada keng tarqalgan sovutish uskuna, qurilma va jihozlarining turlari izchil yoritib berilgan. Zero, iqtisodiyotning hozirgi kundagi rivojlanishida va global ekologik muammolar yechimi izlanayotgan davrda mahsulotlarni sifatli hamda xavfsiz saqlash, shuningdek ishlov berish uchun ilmiy tahlilga asoslanib, zamonaviy sovutgich qurilmalarni ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Taqrizchilar :

R.Normahmatov – SamISI professori, t.f.d.

A.Yu.Xudoyberdiyev –SamDVMCHBU dotsenti, t.f.n.

ISBN: 978-9910-743-6-5-8



ANNOTATSIYA

O'quv qo'llanmasi "Chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi" bakalavriat ta'lim yo'nalishi o'quv rejasining maxsus fanlar bloki o'quv adabiyotlari turkumiga kiradi hamda davlat ta'lim standartlari va o'quv dasturi mazmuniga mos. Unda fanning texnikaviy yo'nalishi ta'limoti sifatida rivojlanishi, fanning maxsus bilimlar beruvchi muayyan yo'nalishi sifatidagi o'ziga xos xususiyatlari aks ettirilgan. O'quv qo'llanmasida chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish hamda sovuqlik bilan ishlov berish uskuna va jihozlarining nazariy asoslari, sovuqlik tashuvchi moddalar va sovutish agentlarining tavsifnomalari, sovutish mashinalarining ishchi sikllari va hisoblash asoslari, sovutish qurilmalarining tuzilishi va ishlashi, sovutgichlarning loyihalashida hisoblash metodikasi asoslari, sohada keng tarqalgan sovutish uskuna, qurilma va jihozlarining turlari izchil yoritib berilgan. Zero, iqtisodiyotning hozirgi kundagi rivojlanishida va global ekologik muammolar yechimi izlanayotgan davrda mahsulotlarni sifatli hamda xavfsiz saqlash, shuningdek ishlov berish uchun ilmiy tahlilga asoslanib, zamonaviy sovutgich qurilmalarni ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'quv qo'llanmasi "Chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi" ta'lim yo'nalishi, shuningdek barcha oziq-ovqat texnologiyasi yo'nalishi talabalari, o'qituvchilari va mutaxassislari uchun foydali qo'llanma bo'lib, shu bilan birgalikda shu sohaga qiziquvchi keng jamoatchilikka mo'ljallangan.

АННОТАЦИЯ

Учебное пособие входит в состав учебной литературы блока специальных дисциплин учебного плана направления бакалавриата «Технология переработки продукции животноводства», и соответствует государственным образовательным стандартам и учебной программе дисциплины. В ней отражены развитие предмета в качестве научно – технического направления, а также его особенности как определенного направления специальных дисциплин. В учебном пособии последовательно рассмотрены теоретические основы холодильной техники для хранения и обработки продукции животноводства и пищевых продуктов, характеристики хладоносителей и холодильных агентов, рабочие циклы холодильных машин и основы их расчета, устройство и работа холодильных установок, основы методики расчета при

проектировании холодильников, широко распространенные в отрасли холодильные установки и оборудование. Ибо, в нынешнем уровне развития экономики и в период, когда ведется поиск решений глобальных экологических проблем, важное значение приобретает основанная на научном анализе разработка современной холодильной техники для качественного и безопасного хранения и обработки продуктов.

Учебное пособие предназначено для студентов направления образования «Технология переработки продукции животноводства», также оно является полезным пособием для всех студентов, преподавателей и специалистов направлений пищевой технологии. Кроме того, пособие предназначается для широкого круга лиц, интересующихся данной отраслью.

ABSTRACT

The textbook is part of the educational literature of the block of special disciplines of the undergraduate curriculum “Technology for processing livestock products”, and corresponds to state educational standards and the curriculum of the discipline. It reflects the development of the subject as a scientific and technical direction, as well as its features as a certain direction of special disciplines. The textbook consistently examines the theoretical foundations of refrigeration equipment for storing and processing livestock products and food products, the characteristics of coolants and refrigerants, operating cycles of refrigeration machines and the basics of their calculation, the design and operation of refrigeration units, the basics of calculation methods for designing refrigerators, which are widespread in refrigeration and equipment industries. Because, at the current level of economic development and at a time when solutions to global ecological problems are being sought, the development of modern refrigeration technology based on scientific analysis for high – quality and safe storage and processing of products becomes important.

The textbook is intended for students in the field of education “Technology for processing livestock products”; it is also a useful tool for all students, teachers and specialists in food technology. In addition, the textbook is intended for a wide range of people interested in this industry.

SO‘Z BOSHI

O‘zbekiston Respublikasida hozirgi vaqtda iqtisodiy sohadagi muhim vazifalardan biri chorvachilik mahsulotlari ishlab chiqarishni ko‘paytirish va xalqning shu soha mahsulotlariga bo‘lgan talabini maksimal qondirishdan iborat. Bu vazifa yechimining topilishida chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlashni tubdan yaxshilash va aynan bu mahsulotlarni sovuqlik ta’sirida saqlash hamda ishlov berishni takomillashtirish muhim ahamiyatga egadir. Shu sababli ushbu soha uchun o‘qitilayotgan bo‘lajak mutaxassislariga chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda, shuningdek ularni qayta ishlashda sovutish texnologiyasini, shu bilan bir qatorda zamonaviy sovutish uskuna va jihozlarini qo‘llashni o‘rgatish oliy ta’lim tizimidagi muhim masalalardan biridir.

Taqdim qilinayotgan o‘quv qo‘llanmasi 60811600 – “Chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi” va “Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi” bakalavriat ta’lim yo‘nalishlari talabalari hamda qiziquvchilar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, “Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda sovutish uskuna va jihozlari” fanining o‘quv dasturlari asosida tayyorlandi.

O‘quv qo‘llanmadagi mavzularida sovutish jarayonlarining nazariy, termodinamik asoslari; oziq-ovqat va chorvachilik mahsulotlarining sovutish texnologiyasi nuqtai-nazaridan o‘ziga xos xususiyatlari; sovutish texnikasini hisoblashning nazariy asoslari; chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun sovutish uskuna hamda jihozlarining tuzilishi va ishlash prinsipi; shuningdek ushbu guruh mahsulotlarini sovutish texnologiyasining amaliy asoslari o‘rganilgan. Shu bilan birga, oziq-ovqat va chorvachilik mahsulotlarini saqlash uchun mo‘ljallangan sovutgichli omborxonalarining texnologik asosdagi hisoblashlari ham ko‘rib chiqilgan. O‘quv qo‘llanmasi sovutish texnikasi va texnologiyasining nazariyasi, sovutish uskuna va jihozlari, shuningdek ularni hisoblash uslublari xususida bakalavr kompetentsiyasi darajasida va keng jamoaga bilim olishga mo‘ljallangan .

Kirish. Mahsulotlarga sovuqlik bilan ishlov berish texnologiyasining ahamiyati va paydo bo'lishining tarixiy asoslari

Mamlakatimiz aholisining turmush farovonligini o'ttirish O'zbekiston Respublikasi hukumati, jumladan Prezidentimiz Sh.M.Mirziyoyev tomonidan belgilangan respublika rivojlanishi iqtisodiy strategiyasining ustuvor yo'nalishlaridan biridir. Bunda aholining yuqori sifatli va yetarli miqdordagi iste'mol tovarlari, shu jumladan oziq-ovqat mahsulotlariga bo'lgan talab va ehtiyojini qondirish eng asosiy vazifalardan bo'lib hisoblanadi. Oziq-ovqat mahsulotlarining katta guruhini tashkil etuvchi chorvachilik mahsulotlarini ishlab chiqarishni tubdan yaxshilash, ularning sifat ko'rsatkichlarini o'ttirish, shu bilan birgalikda ishlab chiqarilgan mahsulotlarning yo'qotilishlarini kamaytirish chorvachilik sohasi oldiga qo'yilgan asosiy vazifalardan biri deb aytsek to'g'ri bo'ladi.

Ma'lumki chorvachilik mahsulotlarining katta qismi va oziq-ovqat mahsulotlarining anchagina ulushini tashkil etuvchi meva, sabzavotlar, ko'katlar kabi mahsulotlar odatdagi sharoitlarda uzoq saqlanmaydigan tez buziluvchi mahsulotlar hisoblanadi. Bu qatorga baliq va baliqchilik mahsulotlarini hamda yuqori iste'mol qiymatiga ega bo'lgan asal kabi mahsulotlarni ham kiritish o'rinlidir. Mana shunday tez buziluvchi chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini uzoq muddat sifati pasaymagan holda saqlash vazifasining bajarilishida ularning sovuqlik bilan ishlov berilishi juda katta va muhim ahamiyatga egadir.

Chorvachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish va qayta ishlash sohasining rivojlanishini sun'iy sovuqliksiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Xususan hozirgi paytda sovuqlik yetarli darajada ishlatilmayotganligi sababli butun dunyo bo'yicha ishlab chiqarilgan tez buziluvchan oziq-ovqat mahsulotlarining 25% ga yaqin qismi yaroqsiz holga kelmoqda. Buning katta qismini chorvachilik mahsulotlari tashkil etadi.

Bundan tashqari sun'iy sovuqlik ishlab chiqarish, ya'ni atrof-muhit haroratidan pastroq harorat olish xalq xo'jaligining ko'p tarmoqlarida har xil texnologik jarayonlarni amalga oshirishda keng ko'lamda qo'llaniladi. Sovutish texnikasi inson faoliyatining aksariyat sohalaridagi zaruriy muhitga aylanib bo'ldi.

Shu o'rinda sovtutish uskunalari va jihozlari paydo bo'lishi hamda rivojlanishining tarixidan qisqacha ma'lumotlarni ko'rib chiqish o'rinlidir. Chorvachilik mahsulotlarini saqlashda sovtutish uskunalari va

jihozlari hamda sovutish texnologiyasining mustaqil bilim sohasi sifatida rivojlanishi sovuqlikning oziq-ovqat sanoati va savdo tarmog'ida qo'llanilishidan boshlandi. Sun'iy sovuqlikning oziq-ovqat mahsulotlarini konservalash uchun qo'llanilishi 100 yildan ortiqroq tarixga ega.

Dunyoda birinchi sovutish mashinasi 1834 yil Londonda Djekob Parkinsning loyihasi asosida qurilgan. Bu mashina etil efiri asosida ishlardi. 1871 yil fransuz olimi Sharl Gel'ye esa metil efirida ishlovchi, 1878 yilda esa angliyalik Boyl ammiak asosidagi sovutish mashinalarini yaratdilar. Mashina yordamida sovutishga asoslangan birinchi yirik sovutgich AQShning Boston shahrida 1881 yilda bunyod etildi. O'zbekistonga yaqin bo'lgan mamlakatlardan Rossiyada birinchi sovutgichlar 1877 yil Murmansk qirg'og'idagi baliq ovi bilan shug'ullanuvchi kichik xo'jaliklarda qurilgan edi. Keyinchalik bunday sovutgichlar 1888 yilda Astraxan qirg'og'idagi shu turdagi xo'jaliklarda, undan keyinroq esa Maxachkala va boshqa shaharlarda ham tarqaldi. Sanoat miqyosidagi birinchi sovutgich esa 1895 yilda Belgorodda bunyod etildi, uning sig'imi 250 tonnani tashkil etardi.

XIX asr o'rtalarida absorbsion jarayonli sovutish mashinalari paydo bo'ldi. Lekin ularning qo'llanilish chegaralari uncha katta emas edi.

Xorijiy mamlakatlarda sovutish mashinalarining keng qo'llanilish davrining boshlanishi XIX asrning 80 yillari, ya'ni doktor Karl Linde tomonidan ammiak asosida ishlovchi kompression sovutish mashinasi modelining yaratilish vaqti deb hisoblanadi. Ular asosan go'shtni sovutish va muzlatish uchun keng qo'llanila boshlangan. Go'shtlarni muzlatish esa ularni uzoq yurtlarga jo'natish, masalan: Avstraliya, Argentina va Yangi Zelandiyadan Yevropaga olib kelinadigan go'shtlarni refrijeratorli kemalarda sovutish va muzlatish yo'li bilan tashish imkoniyatini berardi. Bundan tashqari sovutish mashinalari pivo tayyorlash sanoatida, konditer fabrikalarida, sut zavodlarida va boshqa oziq-ovqat korxonalarida ishlatiladigan bo'ldi. Sun'iy sovutish mashinalaridan oziq-ovqat va qishloq xo'jalik mahsulotlarini tayyorlashda, ishlab chiqarishda va tashishda foydalaniladigan bo'lindi.

Yuqorida zikr etilgan yo'nalishlar bilan bir qatorda sun'iy sovutish mashinalaridan kimyo, metallurgiya, tog' jinslari, tekstil, qurilish, neftni qayta ishlash va boshqa sanoat tarmoqlarida foydalaniladigan bo'lindi. Undan qishloq xo'jaligida, chorvachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish va qayta ishlashda, refrijeratorli transportlarda, tibbiyotda, sportda,

maishiy xizmatlarda aynan sun'iy muz olishda va havoni kondensatsiyalashda keng foydalanila boshlandi. Hozirgi vaqtda sun'iy sovutish uskunalarisiz xalq xo'jaligining biror bir tarmog'ini tasavvur qilish qiyin.

Sovutish uskuna va jihozlari, shuningdek oziq-ovqat texnologiyasida sun'iy sovutishdan foydalanish sohasidagi ilmiy izlanishlar hamda ilmiy–texnik ishlanmalarning boshlanishiga Rossiyada 1918 yilda F.S.Kasatkin asos qo'ydi. Shundan keyin amaliy fanning yangi sohasi – oziq-ovqat mahsulotlarining sovutish texnologiyasi va shu asosda ularni saqlashning asosiy yo'nalishlari belgilangan edi. 1926 yildan boshlab G.V.Plexanov nomli Rossiya iqtisodiy akademiyasi (sobiq Moskva xalq xo'jaligi instituti) da oziq-ovqat mahsulotlarining sovutish uskunolari va sovutish texnologiyasi bo'yicha muntazam ravishda oliy malakali mutaxassislar tayyorlash yo'lga qo'yildi.

Sovutish uskunolari va texnologiyasi fanining rivojlanishiga, shu fan sohasidagi ilmiy izlanishlarni hamda sovutgich korxonalarining ish tajribasini umumlashtirishga sobiq Sovet mamlakati olimlaridan M.V.Tuxshnayd, D.A.Xristodulo, Ya.Ya.Nikitinskiy, D.G.Ryutov, F.V.Tserevitinov, N.A.Golovkin, G.B.Chijov, E.I.Kauxchevili va boshqalar yirik hissa qo'shishdi.

Shu qatorda O'zbekiston Respublikasida ham o'tgan davr, hozirgi kunda hamda kelajakda sovutgichlardan foydalanish keng qo'llanilganligi sababli hududlarda sovutgich ishlab chiqaruvchi korxonalar qurildi va qurilmoqda. Masalan, shular jumlasidan Samarqanddagi "Sino" va "Xolod" qo'shma korxonalari (ishlab chiqarish hissadorlik jamiyati) so'zlarimizning isboti bo'lishi mumkin.

I BO'LIM. CHORVACHILIK VA OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARINI SOVUTISH HAMDA ULARGA SOVUQLIK BILAN ISHLOV BERISH USKUNA VA JIHOZLARINING NAZARIY ASOSLARI

1. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish uskuna va jihozlari hamda sovuqlik bilan ishlov berish texnologiyasi fan sifatida

Tayanch iboralar:

Jismlarni sovutish, tabiiy sovutish, sun'iy sovutish, texnologik jarayon, konservalash, konservalash usullari, sovuqlik bilan ishlov berish, sovutish jarayoni, sovutish uskunasi, sovutish jihozi.

Chorvachilik mahsulotlarini saqlashda sovutish uskuna va jihozlari fanining maqsadi hamda vazifalari. Oziq-ovqat mahsulotlari, shu jumladan chorvachilik mahsulotlarini ishlab chiqarishning muhim o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, bu ishlab chiqarilgan mahsulotlar bizlarning har birimizga har kuni kerakdir. Aholini ovqatlanish mahsulotlari bilan ta'minlashdagi uzilishlar jamiyat hayotining barcha jabhalarida salbiy tomondan o'z aksini ko'rsatadi. Shu sababli oziq-ovqat sanoatining to'xtovsiz, talabdagidek ishlashini xom ashyo va yarim tayyor, tayyor mahsulotlarning yetarli zahiralarisiz tasavvur etish mumkin emas. So'nggi omil esa sovutish vositasidagi konservalashsiz mavjud bo'la olmaydi.

Sovutish uskuna va jihozlari fanining maqsadi sun'iy sovuqlik olishning turli usullarini, shuningdek sovuqlik olish hamda uni qo'llashning texnikaviy vositalarini tadqiq etish va shu asosda yangi usullar, vositalarni ishlab chiqishdan iborat.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish texnologiyasi fanining maqsadi oziq-ovqat sanoatida sovuqlikni qo'llashning ratsional hamda ilmiy asoslangan uslublarini o'rganish va shuning asosida xom ashyo hamda mahsulotlarni sovuqlik vositasida saqlash, shuningdek yarim tayyor va tayyor mahsulotlarni ishlab chiqarishda sovuqlikni qo'llash masalalarining yechimini izlashdan iborat.

Sovutish texnologiyasining fan sifatidagi vazifalari :

chorvachilik, oziq-ovqat mahsulotlarining o'ziga xos xususiyatlari va ularga xos o'zgarishlarni hisobga olgan holda sovuqlik bilan ishlov berish hamda saqlashning shu mahsulotlarga ta'sirini o'rganib, texnologik jarayonlarni (sovutish, muzlatish, saqlash va boshq.) o'tkazish-

ning eng qulay (optimal) sharoitlarini aniqlash;

sovuqlik bilan ishlov berish va saqlashda mahsulotlar massasi yo'qotilishini kamaytirishning ilmiy asoslangan uslublarini ishlab chiqish;

sovuqlik bilan ishlov berish va saqlashning mavjud texnologiyalarini mukammallashtirish hamda mahsulotlar xossalari o'zgarishlarini, shuningdek ularning massa yo'qotilishini minimallashtirish imkonini beruvchi boshqa konservalash usullari bilan uyg'unlashtirilgan yangi innovatsion sovutish texnologiyalarini yaratishdan iborat.

Sovuqlik bilan ishlov berish uskunalari, jihozlari va texnologiyasining yaqin kelajakdagi umumiy rivojlanish yo'nalishlari. Sovuqlik bilan ishlov berish uskunalari, jihozlari va texnologiyasining yaqin kelajakdagi umumiy rivojlanish yo'nalishlari hozirgi asrga xos bo'lgan ekologik muammolarning hal etilishi bilan bog'langan. Atmosferada himoya qatlamining mavjudligi tufayli ming yillar davomida Yerdagi hayot saqlanib kelinmoqda. Bu qatlam ozon moddasidan tashkil topgan bo'lib, Yerni quyoshning zararli ul'trabinafsha nurlaridan saqlaydi. Bu bizning sayyoramizning ajoyib xususiyati ekanligini bilamiz. Agar himoya qatlami buziladigan bo'lsa, quyoshning ul'trabinafsha nurlari Yer yuzasiga ta'sir qilib, tirik organizmlarning katta qismini nobud qilishi mumkin.

O'tgan yuz yillikning 80-yillarida Xlorftoruglerod (XFU) va Hidroxlorftoruglerod (GXFU) larning Yer atmosferasi ozon qatlamiga salbiy ta'siri borligi isbotlandi, holbuki stratosferaning ozon qatlami quyoshning zararli ul'trabinafsha nurlaridan Yerning flora va fauna dunyosini himoya qiladi. 1985 yilda tashkil topgan "Ozon qatlamini himoya qilish" bo'yicha Vena konvensiyasi va 1987 yilda tuzilgan ozonni yemiruvchi moddalar (OEM) ga qarshi kurashish bo'yicha Monreal bayonnomasi (protokoli) ga muvofiq XFUni ishlatishga rivojlangan mamlakatlar uchun 1996 yilgacha, rivojlanayotgan mamlakatlar uchun esa 2010 yilgacha, GXFUni ishlatishga esa rivojlangan mamlakatlar uchun 2020 yilgacha va rivojlanayotgan mamlakatlar uchun 2030 yilgacha ruxsat berildi.

Sovutish agentlarining Yer atmosferasiga bo'lgan ikkinchi salbiy ta'sir faktori bu issiqxona ta'siridir (parnikoviy effekt). Bu faktor hamma sovutish agentlariga tegishli, bu qatorga hatto ozonga xavfsiz bo'lgan GFU (Gidroftoruglerod) lar guruhiga kiruvchi sovutish agentlari ham

kiradi. Bu jarayon, ya'ni "issiqxona effekti" ma'lum gazlarning infraqizil nurlarni o'ziga yutib, Yer atmosferasida saqlab qolishi natijasida hosil bo'ladi. Buning natijasida Yer yuzasida hayotning bunyod bo'lishi va rivojlanishi uchun yaroqli bo'lgan harorat saqlanib qoladi. Bunday yutish (gigroskoplík) qobiliyatiga suv bug'i, uglerod dioksidi va boshqa gazlar qodir. Ularning mo'tadil konsentratsiyasi Yer yuzasidagi normal haroratni ta'minlaydi. Atmosferada issiqxona gazlarining, chunonchi sovutish agentlari miqdorining ortishi bilan "issiqxona effekti" kuchayadi va buning oqibatida Yer yuzasining harorati haddan ziyod ortib boradi. Natijada planetamiz uchun jiddiy bo'lgan o'zgarishlar : tabiiy falokatlar, hayvonot dunyosining qirilib ketishi, ocharchilik va boshqa og'ir oqibatlarga olib keluvchi o'zgarishlarga zamin yaratiladi.

O'tgan asrning 90 – yillaridan boshlab xalqaro tabiatni muhofaza qilish tashkilotlari stratosferadagi ozon qatlami yemirilishining oldini olish va issiqxona ta'siriga qarshi kurashish maqsadida havoni konditsionerlash va sun'iy sovuqlik olish texnologiyalarini tubdan o'zgartirish bo'yicha qarorlar qabul qildilar.

Shunday qilib, sovutish uskuna va jihozlarining yaqin kelajakdagi rivojlanishi, birinchi navbatda ushbu qurilmalarning ekologik nuqtai – nazardan xavfsiz bo'lishini ta'minlashga qaratilishi, Yer atmosferasi, inson va o'simlik hamda hayvonot dunyosiga zarar yetkazmasligini ta'minlashi talabi asosida amalga oshirilmog'i lozim.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash hamda konservalashning umumiy prinsiplari. *Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini ularning sifati buzilmagan holda uzoq muddat saqlash uchun maxsus ishlov berish konservalashdan iborat.* Bunda ishlov berish oziq-ovqat mahsulotlarida fermentlar ta'sirida sodir bo'luvchi biokimyoviy jarayonlarning sekinlashuvi va to'xtatilishini ta'minlaydi. Konservalash tez buziluvchi oziq-ovqat mahsulotlarining iste'mol qilinishida mavsumiylikni yo'qotish, tayyor va yarim tayyor mahsulotlar assortimentini kengaytirish, hamda ularning iste'molga yaroqlilik darajasini orttirish imkonini beradi. Bundan tashqari konservalashning ayrim usullari boshqacha xossalarga ega bo'lgan mahsulotlarni olish, ya'ni mohiyatiga ko'ra boshqa tovarlar ishlab chiqarish uchun ham qo'llaniladi.

Konservalashning fizikaviy, fizik-kimyoviy, biokimyoviy va kimyoviy usullari mavjud. Fizikaviy usullar ichida keng tarqalgan usullardan biri past haroratlar ta'sirida konservalashdan iborat. Past

haroratlar oziq-ovqat va chorvachilik mahsulotlarini sovutish va muzlatish uchun qo'llaniladi.

Tovarshunoslik nuqtai nazaridan, saqlash – bu tovarlarning minimal yo'qotishlar bilan miqdoriy va sifat ko'rsatkichlari saqlanishini ta'minlaydigan xizmatdan iborat. Tovarlarini samarali saqlashning yakuniy natijasi – bu ularni oldindan belgilangan muddat mobaynida yo'qotishlarsiz yoki minimal yo'qotishlar bilan saqlashdir. Saqlash ko'rsatkichlari deyilganda – standart mahsulotlarning chiqishi, yo'qotishlar miqdori va saqlash muddati tushuniladi. Standart mahsulotlarning chiqishi va yo'qotishlar miqdori o'zaro teskari proportsionallik bilan bog'langan. Yo'qotishlar miqdori qanchalik yuqori bo'lsa, standart mahsulotlarning chiqishi shunchalik past bo'ladi. Saqlanuvchanlikning ikkala ko'rsatkichi saqlash sharoitlari va muddatlariga bog'liq bo'ladi.

Saqlash vaqtida mahsulotlarda sifatning pasayishiga va shu sababli ular tannarxining pasayishiga olib kelishi mumkin bo'lgan turli jarayonlar sodir bo'ladi. Mahsulotlarni ishlab chiqaruvchidan iste'molchiga yetkazib berish jarayoni mobaynida ishlab chiqariladigan va sotiladigan mahsulotlarning sifatini pasaytiruvchi ko'plab omillarning ta'siri mavjud bo'lishi mumkin. Bu omillarning ta'siri ba'zi hollarda ularning bir-biri bilan o'zaro munosabati xarakterida bo'ladi, ba'zi hollarda esa ular alohida – alohida ta'sir ko'rsatadi.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining sifati hamda miqdorining saqlanishiga quyidagi omillar ta'sir qiladi. 1. Mahsulotlarning asl (boshlang'ich) sifati; 2. qadoqlash; 3. belgilash (markirovka); 4. tashish sharoitlari; 5. saqlash sharoitlari; 6. sotish va foydalanish (ekspluatatsiya) sharoitlari.

Sifatning saqlanishiga birinchi navbatda chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining asl sifati ta'sir qiladi. Mahsulotlarni saqlash sharoitlari va muddatlari, sotilish navbati avvalambor mahsulotlarning asl sifati bilan aniqlanadi. Asl sifati deyilganda, birinchi navbatda, ishlatiladigan xom ashyo sifatining ta'siri tushuniladi. Barcha turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun faqat sifatli xom ashyolardan foydalanish kerak (masalan, agar sariyog' ishlab chiqarishda past sifatli xom ashyo – sut ishlatilsa, saqlash vaqtida sariyog'da oksidlanish jarayonlari kuchayadi). O'z navbatida, xom ashyoning sifati va xavfsizligiga atrof-muhit hamda inson omili ham ta'sir ko'rsatadi.

Xom ashyo omilidan tashqari, mahsulotlarning asl sifati texnologik ishlab chiqarish jarayonida shakllanadi. Mahsulotlarning sifati ko'p

jihtadan texnologik ishlab chiqarishga bog'liq. Bunda retsepturaning to'g'riligi, ayrim texnologik operatsiyalarning rejimi, mexanizatsiyalanganlik darajasi, ishlovchi kadrlar malakasi, ishlab chiqarish madaniyati kabilar ko'zda tutiladi. Ishlab chiqarish jarayonlari noto'g'ri tashkil qilingan yoki buzilgan taqdirda yaxshi xom ashyodan past sifatli mahsulotlar ishlab chiqarilishi mumkin. Masalan, kefir ishlab chiqarishda achitqi dozasining oshirilishi kefirning saqlanishi paytida kislotaviylikni oshiradi.

Saqlash texnologiyasining to'g'ri tashkil etilishi va yo'qotishlarni kamaytirishda qadoqlash jarayoning hamda qadoqlash vositalarining turi va sifati muhim ahamiyatga ega. Qadoqlash mahsulotlarning sifatini saqlab qolish, ularni tashish, saqlash va sotish qulayligini ta'minlash uchun zarur. To'g'ri qadoqlash nafaqat mahsulotlar massasi yo'qotilishining oldini oladi, balki ularni ifloslanishdan, shikastlanishdan himoya qiladi.

Qadoqlash vositasi – bu mahsulotni shikastlanish va yo'qotilishdan himoya qiladigan, shuningdek savdo va texnologik jarayonlarni osonlashtiradigan vosita yoki vositalar majmuasidir. Qadoqlash elementlari – bu mahsulotlarni joylashtirish uchun mo'ljallangan idishlar (idish, konteynerlar) dan iborat.

Belgilash (markirovka) – bu mahsulot bilan bog'liq bo'lgan va qadoqdagi har qanday so'zlar, belgilar, savdo belgilari, firma belgilari, tovarga tegishli bo'lgan va qadoqda, hujjatlarda, xabarnomalarda, teglar (etiketka) da va shu kabilarda tasvirlangan har xil materiallardan iboratdir. Oziq-ovqat mahsulotlarini belgilash (markalash) dagi majburiy talab umumiy talablarga qo'shimcha ravishda sotiladigan mahsulotning saqlanish sharoitlari va muddatlari to'g'risidagi ma'lumotlarni ko'rsatishdan iboratdir.

Tashish – bu mahsulotlarni saqlashning o'ziga xos bir turi bo'lib, u keyinchalik saqlash paytida ham mahsulotlar sifatining saqlanishiga ta'sir qiladi. Bu yerda ko'plab omillar rol o'ynaydi, ularga transport vositalarini to'g'ri tanlash va shu vositalarda mahsulotlarni joylashtirish, tashish tartibi va muddatlari, transportdan mahsulotlarni tushirish muddatlari, mahsulotlarning doimiy saqlanish omborlarida o'z vaqtida joylashtirilishi kiradi.

Saqlash sharoitlari ko'plab omillar bilan belgilanadi. Eng muhim omillarga saqlash rejimlari, omborda (saqlash joyida) joylashtirish qoidalari va saqlash uchun mo'ljallangan xonalarning sanitariya holati kiritilishi kerak.

Sotish va foydalanish (ekspluatatsiya) sharoitlari mahsulotlarni saqlash va ulardan foydalanish jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi. Sotish sharoitlari oziq-ovqat mahsulotlariga xosdir, foydalanish (ekspluatatsiya) muddati esa – nooziq-ovqat mahsulotlaridan foydalanish muddatiga xosdir, bunda u iste'mol xususiyatlarini sezilarli darajada yo'qotmaslik maqsadiga muvofiq kelishi zarur. Mahsulotni sifatli saqlashda sotuvchi sotiladigan tovarlar sifatining turli jihatlari buzilmasligi uchun talab etilgan shart-sharoitlarni yaratishi kerak. Bu tez buziladigan chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash hamda sotishda o'ta muhim ahamiyatga ega.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining saqlanish nuqtai-nazaridan o'ziga xos xususiyatlari ko'p jihatdan ularning kimyoviy tarkibi bilan belgilanadi.

Organizmga zarur va oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida mavjud bo'lgan barcha moddalarni shartli ravishda 3 guruhga (odamning energiyaga bo'lgan ehtiyojini qondiradigan energetik moddalar; hujayralar va to'qimalar tuzilishiga sarflanadigan plastik moddalar; almashinuv jarayonlarida qatnashadigan idora etuvchi moddalar) bo'linadigan bo'lsa, u holda sutda shu moddalarning birinchi toifasi (uglevodlar va qisman yog') ham, ikkinchi toifasi (oqsil va mineral moddalar) ham, uchinchi toifasi (mikroelementlar, vitaminlar, fermentlar) ham bor deb xulosa chiqarish mumkin.

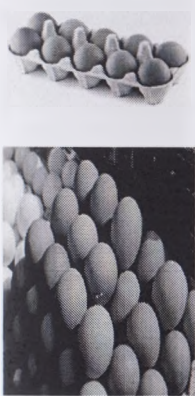
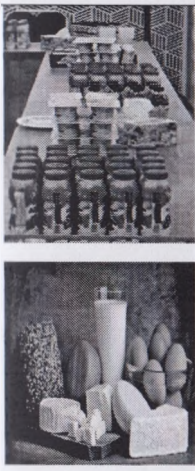
Go'sht va sut sanoatida asosiy xom ashyoni qoramol, cho'chqa, qo'y va echki go'shtlari, sigir va echki suti tashkil etadi. Ba'zi bir viloyatlarda esa ot go'shti va tuya go'shtidan ham go'sht mahsulotlari ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifati, asosan unga ishlatilayotgan xom ashyo sifatiga bog'liq bo'lgan holda, shuningdek u qanday hayvon go'shtidan, zotidan, jinsidan, yoshidan tayyorlanganligi ham muhim rol o'ynaydi.

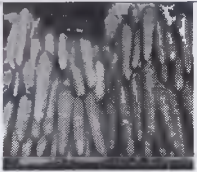
Meva va sabzavotlarning tarkibi uglevod, organik kislotalar, xushbo'y komponentlarga boy. Ularning ko'pchiligi mikro va makroelementlar, vitamin va boshqa qimmatli komponentlarga boy bo'ladi.

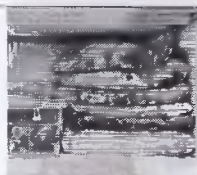
Quyida har xil chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovtugich va muzlatgichlarda saqlashning an'anaviy rejimlari hamda muddatlari to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan (1 – jadval).

1 – jadval

Sovutgich va muzlatgichda oziq-ovqat mahsulotlarining saqlanish muddatlari

Oziq-ovqat mahsuloti turi va uning ayrim tavsifi		Sovutgichda 40°F, 4.5°C da	Muzlatgichda 0°F, – 18°C da
	Tuxum		
	Yangi, qobig'ida	4 – 5 hafta	Muzlatmang
	qattiq qaynatilgan	1 hafta	Qattiq muzlatmang
	Tuxum bir–birini bosuvchi, ochiq	3 kun	Muzlatmang
	Ochilmagan	10 kun	1 yil
	Sut mahsulotlari		
	Sut	1 hafta	3 oy
	Uy pishlog'i (suzma)	1 hafta	Qattiq muzlatmang
	Yogurt	1 – 2 hafta	1 – 2 oy
	sanoatda ishlab chiqarilgan mayonez	2 hafta	Muzlatmang
	(ochiq holda muzlatgichda saqlang)		
	Sabzavotlar	Xom (Ho'l)	So'litilgan / qaynatilgan

	Loviya, yashil yoki mumlangan	3 – 4 kun	8 oy
	Sabzi	2 hafta	10 – 12 oy
	Selderey	1 – 2 hafta	10 – 12 oy
	Salat, barglar	3 – 7 kun	Muzlatmang
	Salat, bosh	1 – 2 hafta	Muzlatmang
	Ismaloq	1 – 2 kun	10 – 12 oy
	Gastronomiya mahsulotlari		
	Gazaklar, sovuq yoki issiq	3 – 4 kun	2 – 3 oy
	Tayyor va uyda tayyorlangan salatlar	3 – 5 kun	Muzlatmang
	Paketdagi kolbasa va go'shtli ikkinchi taom – nonushtalar		
	Kolbasa, ochiq paketda	1 hafta	
	Ochilmagan qadoqda	2 hafta	Muzlatgichda 1 – 2 oy



Go'shtli ikkinchi taom – nonushtalar , ochiq	3 – 5 kun	1 – 2 oy
	2 hafta	1 – 2 oy
Muzlatilgan ovqatlar va muzlatilgan pishiriqlar		
Muzlatgichda saqlang va pishirishdan oldin oching		3 – 4 oy
Yangi go'sht		
Bifshteks , qovurilgan go'sht	3 – 5 kun	6 – 12 oy

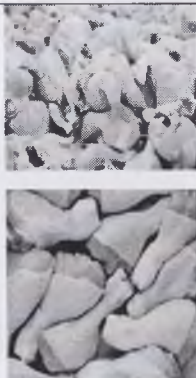
SDVU

resurs

Inv №

markazi

343 285 17

	Maydalangan va urilgan go'sht (otbivnoye)	3 – 5 kun	4 – 6 oy
	Qo'zining urilgan (otbivnoye) va qovurilgan go'shti	3 – 5 kun	6 – 9 oy
	Qovurilgan tana go'shti	3 – 5 kun	4 – 6 oy
	yangi parranda go'shti		
	Tovuq yoki kurka , butun tana go'shti	1 – 2 kun	1 yil
	Tovuq yoki kurka , bo'laklar	1 – 2 kun	9 oy
	Yangi baliq		
	Yupqa baliq (treska , kambala va boshqalar)	1 – 2 kun	6 oy
	Yog'li baliq (losos va boshqalar)	1 – 2 kun	2 – 3 oy

			
	Dudlangan cho'chqa go'shti Konservalangan cho'chqa go'shti (paketda "Sovutgichda saqlang" – "Muzlatgichda saqlang" deb yozilgan)	6 – 9 oy	Muzlatmang
	cho'chqa go'shti, pishirilgan (butun va bo'laklangan)	3 – 5 kun	1 – 2 oy
	Bekon va kolbasa		
	Bekon	1 hafta	1 oy
	Kolbasa , xom (cho'chqa go'shti , mol go'shti yoki kurka go'shti)	1 – 2 kun	1 – 2 oy
	Oldindan pishirilgan dudlangan kolbasa / kotletlar	1 hafta	1 – 2 oy
	Oziq-ovqat qoldiqlari Pishirilgan go'sht , go'shtli ovqatlar , tuxumli ovqatlar , sho'rvalar , pishiriqlar va sabzavotlar	3 – 4 kun	2 – 3 oy
	Souslar va go'shtli bul'yonlar (qaylalar)	1 – 2 kun	2 – 3 oy

	Pishirilgan parranda va baliq	3 – 4 kun	4 – 6 oy
	Yangi meva va sabzavotlar		
	Xom mevalarni xona haroratida saqlash mumkin, ammo pishganidan keyin ular mog'orlanadi va tezda buziladi . Eng yaxshi sifatni ta'minlash uchun pishgan mevalarni sovutgichda yoki quritilgan va muzlatilgan holda saqlash yaxshiroqdir . Issiqlik bilan ishlov berishdan keyin ikki soatdan kechiktirmasdan mevalar sovutgichga yoki muzlatgichga joylashtirilishi kerak .		
			
	Ba'zi qattiq , xom sabzavotlar , masalan , kartoshka yoki piyoz , past xona haroratida saqlanishi mumkin . Boshqa xom sabzavotlarni uzoqroq saqlash uchun muzlatgichda saqlash kerak . Issiqlik bilan ishlov berishdan keyin ikki soatdan kechiktirmasdan sabzavotlar sovutgich yoki muzlatgichga joylashtirilishi kerak .		

Izoh: 1 – jadvalda keltirilgan ma'lumotlarning bir qismi "Funding provided by FDA's Center for Food Safety & Applied Nutrition in conjunction with the Seattle District Office. Text – Food and Drug Administration (FDA) www.fda.gov Brochure "To Your Health! Food Safety for Seniors" dan olindi.

Nazorat savollari

1. Tabiiy sovutish nima va u qanday amalga oshadi ?
2. Sun'iy sovutish nima va u qanday amalga oshadi ?
3. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berishning xalq xo'jaligi uchun ahamiyatini tushuntirib bering .
4. Sovutish uskunolari va jihozlari paydo bo'lishi hamda rivojlanishining tarixini aytib bering .
5. Sun'iy sovutish mashinalaridan qanday sohalarda foydalaniladi ?
6. Sovutish uskuna va jihozlari fanning qanday sohasidan iborat ?

7. Sovutish texnologiyasining fan sifatidagi vazifalarini aytib bering.
8. Sovuqlik bilan ishlov berish uskunalari, jihozlari va texnologiyasi yaqin kelajakda qanday yo'nalishlarda rivojlanadi?
9. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini konservalash deyilganda nimani tushunasiz, undan ko'zlangan maqsad nima?
10. Konservalashning qanday usullarini bilasiz?
11. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining sifati hamda miqdorining saqlanishiga qanday omillar ta'sir qiladi?
12. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining saqlanish nuqtai nazaridan o'ziga xos xususiyatlari deyilganda nimani tushunasiz?

2. Sovutish va mahsulotlarga sovuqlik bilan ishlov berish uskuna va jihozlarining nazariy asoslari

Tayanch iboralar:

Issiqlik, sovuqlik, harorat, tabiiy sovuq, sun'iy sovuq, muz yoki qor bilan sovuq, drossellash, entropiya, izoentropik kengayish, batareyali sovuq, havo sovuqgichli masina, sovuqlik tashuvchi, freon, ammiak, uyurma effekti, uyurmaviy quvur, sikl (aylanma davr), kompressor, kondensator, TRV.

Sovutish (sovuqlik olish) usullari, ularning fizik mohiyati va turlanishi. *Issiqlik va sovuqlikning* fizikaviy tabiati bir xil bo'lib, farqi molekula va atomlarning harakat tezligidadir. Issiqroq jism zarrachalarining harakat tezligi sovuqroqnikiga nisbatan kattaroq bo'ladi. Jismga issiqlik uzatilishi natijasida zarrachalarning harakat jadalligi ortib boradi va aksincha, issiqlik jismdan olib ketilsa harakat jadalligi pasayadi. Shunday qilib, issiqlik energiyasi bu molekula va atomlar harakatining ichki energiyasi hisoblanadi.

Jismni sovuq – bu undan issiqlikni olish va shu bilan uning haroratini pasaytirishdan iborat. Sovutishning eng oddiy usuli – sovuqayotgan jism bilan atrof-muhit – tashqi havo, daryo yoki dengiz suvlari orasida issiqlik almashinishidir. Lekin bu usulda, issiqlik almashinish yuqori darajada bo'lsa ham, sovuqayotgan jismning haroratini atrof-muhit haroratidan pasaytirish mumkin emas. Bunday sovuq *tabiiy sovuq* deb ataladi. Jismni atrof-muhit haroratidan past haroratgacha sovuq *sun'iy sovuq* deb ataladi. Buning uchun,

amaliyotda asosan issiqlik tashuvchining agregat holati o'zgarishi bilan kechadigan yashirin issiqlik ishlatiladi.

Sun'iy sovuqlik olishning bir necha usullari mavjud. Bularning ichida eng oddiysi *muz yoki qor bilan sovutish*. Muz yoki qorning erishi natijasida ko'p miqdorda issiqlik olib ketiladi. Agar tashqaridan kiruvchi issiqlik oqimlari kam bo'lib, qor yoki muz bilan issiqlik almashinish yuzasi katta bo'lsa, sovutilayotgan muhit haroratini 0°C gacha pasaytirish mumkin. Lekin amaliyotda qor yoki muz bilan sovutilayotgan xonalardagi havo haroratini $5 - 8^{\circ}\text{C}$ darajada ushlab turish mumkin. Muz bilan sovutishda suv muzi yoki qattiq karbonat kislotasi (quruq muz) ishlatilishi mumkin. Lekin ta'kidlab o'tish lozimki, chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini muz yoki qor bilan sovutish usulini O'zbekistonning iqlimiy sharoitlarida qo'llash katta qiyinchiliklar bilan bog'langandir. Shu sababli bu sohada asosan sun'iy sovutishning mashina yordamida amalga oshiriladigan usuli qo'llaniladi.

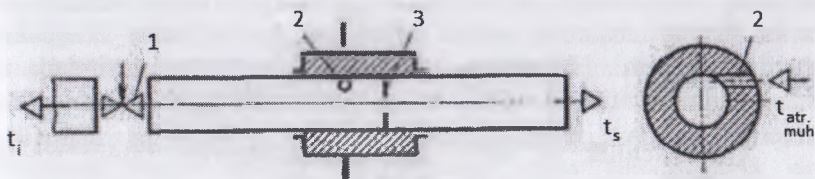
Shuningdek sun'iy sovuqlik olish uchun, bug'-kompessorli sovutish mashinalarida drossellash, gazli sovutish mashinalarida esa izoentropik kengayish orqali tashqi ish olish, hamda girdob (uyurma) effekti (Rank-Xilsh effekti) kabi usullar ishlatiladi. *Drossellanish* (suyuqlik oqimining ezilishi) jarayoni deyilganida, tashqi foydali ishni amalga oshirmasdan va atrof-muhit bilan issiqlik almashinmasdan gaz yoki suyuqlikning yuqoriroq bosimdan pastroq bosimga o'tishi tushuniladi. Drossellanish quyidagicha amalga oshadi: gaz yoki suyuqlik oqimi yo'lga diafragma, ventil yoki biror qarshilik qo'yiladi. Bu qarshiliklarni yengish uchun oqim birdaniga torayib, so'ng yana kengayadi va harakatini davom ettiradi. Moddaning bosimi drossellanish vaqtida pasayadi, hajmi esa ortadi. Drossellanish effekti Joul-Tomson effekti deb ham ataladi.

Gazli sovutish mashinalarida foydali ish oluvchi *izoentropik kengayish* amalga oshiriladi. Bunda ishchi modda oqimi yuqori bosim sohasidan past bosim sohasiga o'tganda, foydali tashqi ish bajarishi mumkin. Drossellanishda bu ishni amalga oshiruvchi omil yo'q. Bunday foydali ishni turbodetander (tashqi foydali ishni olishda ishchi moddani kengaytiruvchi mashina) yordamida amalga oshirish mumkin. Turbodetanderda oqimning kinetik energiyasi drossellanish jarayonidagi singari issiqlikka aylanmay, foydali ish sifatida tashqariga olinishi mumkin. Shunday qilib, izoentropik kengayishda, nafaqat foydali ish olish imkoni mavjud, balki yuqoriroq sovutish samaradorligiga ham

erishish mumkin. Bu jarayonni faqat turbodetanderlarda emas, balki detanderlarning boshqa turlarida ham amalga oshirish mumkin.

Uyurma effekti (Rank–Xilsh effekti) uyurma quvuri orqali amalga oshiriladi va jarayonda foydali tashqi ish bajarilmaydi (1-rasm). Gazning uyurmaviy (girdobli) harakati bilan sovutishni Fransiyalik injener Rank 1931 yilda taklif qilgan. Buning uchun u 1-rasmdagidek maxsus uyurmaviy quvur qurilmasidan foydalandi. Kompressorda siqilgan havo atrof-muhit haroratigacha sovitilib, soploga (2) keladi va kengaytirilib, katta tezlik bilan erkin uyurmaviy harakat hosil qilib chiqadi. Bunda aylanma burchak tezligi quvur chetida kam, markazga yaqinlashgan sari ortib boradi. Drossel' ventiliga (1) qarab harakatlanayotgan havo oqimi, gaz qatlamlari orasida ishqalanish kuchi borligi uchun o'zgarmas aylanma burchak tezligiga ega bo'ladi, bunda ichki qatlamlarda tezlik kamayadi, tashqarida ortadi.

Boshlang'ich vaqtda gazning aylanma burchak tezligi quvur o'qi atrofida katta bo'lganligi tufayli ortiqcha kinetik energiya hosil bo'ladi. Bu energiya tashqi qatlamlarga uzatilib gazning haroratini oshiradi; gazning ichki qatlamlari bu vaqtda soviydi. Natijada gazning tashqi qatlamlari drossel ventil (1) orqali qizigan t_i holda chiqadi, ichki qatlamlar [diafragmadagi teshik (3) orqali] esa sovib t_s haroratda chiqadi. Tajribalar bunday qurilma yordamida sovuq oqim harorati $t_s = -10 \div -50^\circ\text{C}$, issiq oqim harorati $t_i = 100 \div 130^\circ\text{C}$ olish mumkinligini ko'rsatadi. Uyurmaviy quvurda sovutish jarayoni juda katta elektr quvvati sarflashni talab qiladi, va bu uning kamchiligi hisoblanadi. Afzalligi esa konstruktiv jihatdan sodda, ishlash qobiliyati esa yuqori.



1 rasm. Uyurmaviy quvur

Sovutish mashinalarining yana bir guruhini ishchi moddasi sifatida ikki yoki bir necha moddalarning aralashmalari qo'llaniladigan mashinalar tashkil etadi. Aralashmalarda ishlaydigan mashinalarda, aralashmalarning konsentratsiyasi davr mobaynida o'zgarib turadi, bu esa issiqlik ta'sirining o'zgarishiga olib keladi.

Sovutish mashinasining ishini, tashqi energiya sifatida mexanik, issiqlik yoki elektr energiyasi qo'llash orqali amalga oshirish mumkin. Oxirgi ikkita turda ishlaydigan mashinalar, ya'ni issiqlik energiyasini qo'llovchi mashinalar – issiqlik ishlatuvchi va elektr energiyasini qo'llovchi mashinalar – termoelektrik deb ataladi.

Sovutish mashinasining siklik ishi jarayonida mexanik yoki issiqlik energiyasining sarfi, asosan, ishchi moddani siqishga sarflanadi. Bu jarayonni amalga oshirishda mexanik agregatlar, kompressorlardan foydalanilsa *kompressorli* mashinalar deb ataladi. Agar siqish jarayonida ejektor ishlatilsa *ejektorli*; agar kimyoviy absorbsiya printsiplari bo'yicha ishlovchi termokimyoviy kompressorlar ishlatilsa, *absorbsiyaviy* mashinalar deb ataladi.

Absorbsiyaviy sovutish mashinalari sun'iy sovuqlik talab etiladigan turli sohalarida qo'llaniladi. Bu mashinalarning samaradorligi ko'p jihatdan uni ishlatishga sarflanayotgan issiqlik miqdoriga bog'liq. Shuning uchun absorbsiyaviy mashinalarni arzon issiqlik manbai bor bo'lgan hollarda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Bu manbalar issiq suv, suv bug'i, gaz tutuni, (suyuq, gaz yoki qattiq holdagi yoqilg'i yonishida hosil bo'lgan) yoki kimyoviy reaksiyalar issiqligi va boshqalardir. Agar bu mashinalar bir vaqtda sovuqlik olish va korxona tashlamalari issiqligi hisobiga issiqlik olish uchun ham foydalanilsa, bu mashina samaradorligi sezilarli darajada ortadi. Absorbsiyaviy sovutish mashinalarida bug'–ejektor mashinalaridek to'g'ri va teskari sikllarning birgalikdagi ishlashi natijasida sun'iy sovuqlik olinadi. Ularning sikl va jarayonlarini amalga oshirish uchun ikki va uchta komponentdan iborat bo'lgan eritmalaridan foydalaniladi. Hozirgi vaqtda absorbsiyaviy sovutish mashinalarida eritma sifatida keng ko'lamda ammiakning suvdagi eritmasi, bromli litiy qo'llanilmoqda. Birinchi eritmada ammiak, ikkinchi aralashmada esa suv – sovutish agenti hisoblanadi.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlariga tabiiy sovutish usullarining qo'llanilishi. Chorvachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish va qayta ishlash korxonalarida ushbu mahsulotlarni tabiiy sovutishning ham, sun'iy sovutishning ham turli usullari qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda chorvachilik mahsulotlarini tabiiy sovutish ko'pincha ularni ayrim texnologik operatsiyalardan keyingi sovutish, qisqa muddatli saqlash va ba'zi mahsulotlar ishlab chiqarish texnologik zanjirining tarkibiy qismi sifatida qo'llaniladi. Chorvachilik mahsulotlarini tabiiy sovutishning *ayrim texnologik operatsiyalardan keyingi sovutish* sifatida qo'llani-

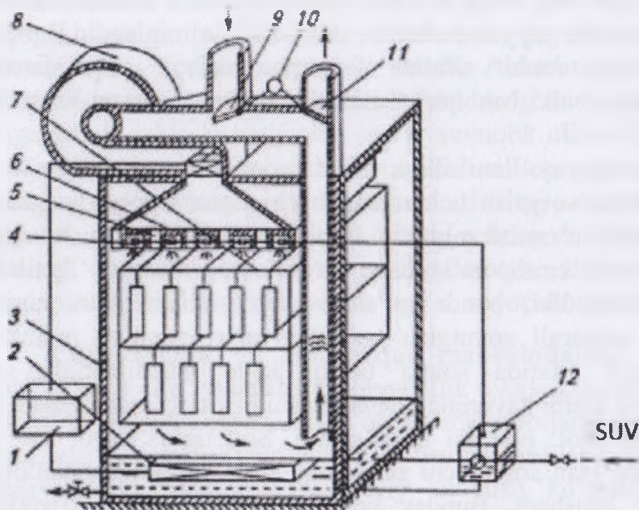
lishiga yirik shoxli va mayda shoxli mollar tanasining, yilqi va tuya tanasining, parrandalar tanachasining so'yilganidan keyingi sovutilishi misol bo'la oladi. Bunda tana, nimta (yarim tana, chorak tana), tanacha ko'rinishidagi go'sht mahsulotlari atrof-muhit (tashqi havo) bilan bevosita kontakti hisobiga odatda o'sha atrof-muhitning haroratigacha ($\sim 20^{\circ}\text{C}$) sovutiladi.

Tabiiy sovutishning *qisqa muddatli saqlash* sifatida qo'llanilishiga yangi sog'ib olingan sutning idishda tashqi atrof-muhit haroratida sovutilishini misol qilib ko'rsatish mumkin. Bunda shuni e'tiborga olish lozimki, yangi sog'ilgan sutda ba'zi biokimyoviy jarayonlar davom etayotgan bo'ladi, va shu sababli yangi sutni darhol sovutgich uskunasi yoki jihozi ichiga joylashtirib sovutish, tugallanayotgan bu jarayonlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi, buning oqibatida esa sutning sifati buzilishi mumkin.

Chorvachilik mahsulotlarini tabiiy sovutishning ushbu mahsulotlar *ishlab chiqarish texnologik zanjirining tarkibiy qismi sifatida* qo'llanilishi yetarlicha keng tarqalgan bo'lib, unga misol sifatida kolbasa mahsulotlari ishlab chiqarishda, issiqlik ishlovi berish yo'li bilan tayyorlangan mahsulotlarni sovutishni ko'rsatish mumkin. Bunda sovutish jarayoni texnologik zanjirning tarkibiy qismi bo'lib, u standart talablariga javob beruvchi tayyor mahsulot olinishini ta'minlaydi. Bunday hollarda sovutuvchi muhit sifatida faqatgina tashqi muhit havosi qo'llanilib qolmay, balki boshqacha muhitlar (suv, muzli suv va sh.k.) ham qo'llaniladi.

Ushbu usulning qo'llanilishiga misol tariqasida qaynatilgan kolbasa mahsulotlarini sovutish uchun ishlab chiqilgan tajribaviy-sanoat modulini (2-rasm) ko'rsatish mumkin. Ushbu qurilmada sovutish uchun faqat havoning o'zi emas, balki havo va suv birgalikda qo'llaniladi. Tadqiqotlar ko'rsatadiki, bunda go'shtni qayta ishlash korxonasida qo'llaniladigan samarali sovutgich texnologiyalari yaratish mumkin. Sovituvchi muhit sifatida sovuq tashqi havo ishlatilganida suv tomchilarining bir qismi havoning qisman isishi hisobiga kristallanadi va bunda kristall aerosol' oqimini hosil qiladi. Shu tariqa havo, suv va muzdan iborat bo'lgan sovutuvchi aralashma sovutiladigan mahsulotlar bilan kontaktga kirishadi. Bunday kontakt oqibatida muz kristallarining bir qismi sovutilayotgan mahsulot sirtida eriydi, bir qismi esa aralashma oqimida eriydi, bu o'z navbatida issiqlik almashinuvining intensivlashishini ta'minlaydi.

Qaynatilgan kolbasa mahsulotlarini sovutish uchun ishlab chiqilgan modul (2-rasm) quyidagicha ishlaydi. Sovuqlik bilan ta'minlash tizimining (1) yoqilgan holatida suv va havo aralashmasi bug'latgich (2) ni yuvib o'tib, soviydi va tegishli ravishda forsunkalar (4) hamda halqasimon yoriq teshiklar (5) orqali kamera (3) ga beriladi. Forsunkalar (4) va halqasimon yoriq teshiklar (5) havo taqsimlovchi panel (6) da joylashtirilgan. Havo, suv va muzdan iborat bo'lgan sovutuvchi aralashma rama (7) da joylashtirilgan sovutiladigan mahsulotlar bilan kontaktga kirishadi. Bu kontakt natijasida muz kristallari qisman sovutilayotgan mahsulot sirtida eriydi, qolgan qismi esa aralashma oqimida eriydi, buning evaziga issiqlik almashinuvining intensivlashishi ta'minlanadi. Kameradan ventilyator (8) yordamida olib ketilayotgan havo burilma zaslonka (11) orqali qisman atmosferaga chiqarib yuboriladi, qisman esa atmosferadan (9) zaslonka orqali kirib kelayotgan toza havo portiysiyasi bilan aralashib, ventilyatorga kiradi. (9) va (11) zaslonkalar mexanizmi (10) bilan bog'langan. Aylanma suvning tozalanishi va uning forsunkalarga berilishi suv tayyorlash bloki (12) yordamida amalga oshiriladi.



2-rasm.
Qaynatilgan
kolbasa
mahsulotlarini
sovutishni tadqiq
etish uchun
tajribaviy-
sanoat moduli

Yilning sovuq paytida ushbu modul past haroratli tashqaridagi havoni qaynatilgan kolbasalarni sovutish uchun qo'llash imkonini beradi.

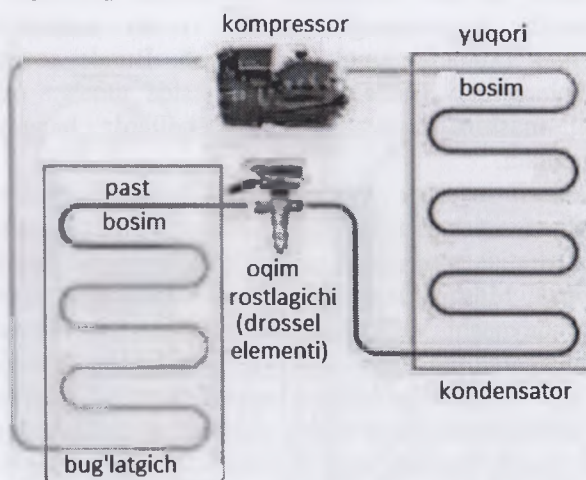
Batareyali sovutishda jihozlarning turlari va ularni joylashtirish. Iqtisodiyotda chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sun'iy sovutish ularni tabiiy sovutishga qaraganda o'nlab martalab kengroq ko'lamda qo'llaniladi. Bunda shuni ta'kidlab o'tish lozimki, mahsulotlarni sun'iy sovutish eng avvalo ularni sovuqlik bilan ishlov berishdan bo'lgan asosiy maqsad – tez buziluvchi mahsulotlarni uzoq muddat saqlash vazifasini bajarish uchun yo'naltirilgan. O'zbekistonning iqlimiy sharoitlarida bu sohada asosan sun'iy sovutishning mashina yordamida amalga oshiriladigan usuli qo'llaniladi.

Mashinali sovutish. Eng ko'p tarqalgan va ekspluatatsiya nuqtai-nazaridan qulay bo'lgan sovutish usuli – mashinali sovutish usuli hisoblanadi. 1930 yillarda xlorforuglerodlar, gidroxlorforuglerodlar va kichik o'lchamli elektrodvigatellar o'ylab topilganidan so'ng, texnikada hamda turmushda mexanik sovutish mashinalari ishlatila boshlandi. Mashinali sovutishda sovuqlik olish sovutish agentining agregat holati o'zgartirilishi bilan amalga oshiriladi. U past haroratda qaynaydi, natijada sovutilayotgan jism yoki muhitdan issiqlik olib ketiladi. Sovutish agentining bug'i kondensatsiyalanishi uchun uning harorati va bosimini ko'tarish zarur bo'ladi. Mashinali sovutishda chorvachilik mahsulotlarini sovutish jarayonining aynan o'zi bu mahsulotlar saqlanadigan kamerada (xonada) amalga oshiriladi. Bunda sovutish jarayoni sovutish batareyalari (radiatorlari) vositasida amalga oshiriladi. Shu sababli mashinali sovutish ayrim hollarda batareyali sovutish deb ham ataladi.

Bug' – kompressorli sovutish sxemasining sikli (aylanma davri). Bug' – kompressorli sovutish mashinasining ishlash prinsipini sodda qilib 4 ta jarayonga ajratish mumkin: *qaynash, siqish, kondensatsiyalanish va drossellanish.* Mashinada sovutish jarayoni sovutish agentining yopiq tizimda qaynashi va kondensatsiyalanishi bilan amalga oshiriladi. Sovutish agentining qaynashi past harorat va bosimda, kondensatsiyalanishi esa yuqori harorat va bosimda amalga oshiriladi. Bug' – kompressorli sovutish sikli 4 ta asosiy elementdan tashkil topgan mashinani ko'zda tutadi: kompressor, kondensator, drossel-ventil, bug'latgich (3-rasm). Bu elementlar yopiq tizimda quvurlar orqali biri-biri bilan ulanadi va ularda sovutish agenti aylanma harakat – sirkulyatsiya qiladi. Kompressor sirkulyatsiyani amalga oshiradi, bug'latgichda past, kondensatorida esa yuqori bosim (20 – 23 atm) bo'lishini ta'minlaydi.

Bug'latgichdan chiqayotgan bug' holatidagi sovutish agenti past bosim va haroratda bo'ladi. Kompessor bug'ni so'rib oladi va taxminan 20 atm bosimgacha siqadi, harorati esa 70 – 90°C gacha ko'tariladi. Shundan so'ng qizigan bug' kondensatorga haydaladi, u yerda soviydi va kondensatsiyalanadi. Kondensatorda sovutish uchun havo yoki suv ishlatiladi. Kondensatordan chiqishda suyuq sovutish agenti yuqori bosim va kondensatsiya haroratiga ega bo'ladi. Kondensator ichida bug' to'liq suyuq holatga o'tishi kerak. Shundan keyin sovutish agenti termorostlovchi ventil' (TRV) ga boradi. TRV dan o'tishda sovutish agenti bosimi keskin tushadi va qisman bug'lanish amalga oshadi.

Bug'latgichga kirish vaqtida sovutish agenti suyuq va bug' aralashmali holatda bo'ladi. Bug'latgichda sovutish agenti to'liq bug' holatiga (3–rasm) o'tishi zarur. Shuning uchun bug'latgichdan chiqishda sovutish agenti berilgan bosimdagi qaynash haroratidan yuqoriroq (5 – 8°C) harorat (o'ta qizigan holat) da bo'ladi. Bu kompressorga suyuq sovutish agenti tomchilari tushmasligi uchun zarur, aks holda kompressor ishdan chiqishi mumkin. Bug'latgichda hosil bo'lgan sovutish agenti bug'lari kompressor tomonidan so'riladi va jarayon takrorlanadi.



3 – rasm.
Bug' –
kompessorli
sovutish
mashinasining
sxemasi

Shunday qilib, sovutish agenti sovutish mashinasida davriy ravishda bosimi va haroratini o'zgartirgan holda aylanma siklik harakatda bo'ladi. Bug' – kompressorli sovutish mashinasi siklini tushunish uchun unga kiradigan har bir jarayonlarni alohida o'rganish kerak bo'ladi. Bu jarayonlarni o'rganishda siklining diagramma yoki grafik chizmalaridan

foydalanish maqsadga muvofiqdir. Sovutish sikllarini grafik chizmalarda o'rganish jarayon davomida kechayotgan o'zgarishlarni ko'rish imkonini beradi va bunda siklga bog'liq bo'lgan har bir kattaliklarning son jihatidan o'zgarishini qayd qilish mumkin bo'ladi.

Hozirgi zamonda mahsulotlarni sun'iy sovitishda keng qo'llanilayotgan sovitish mashinalarining ishchi va termodinamik jarayonlari.

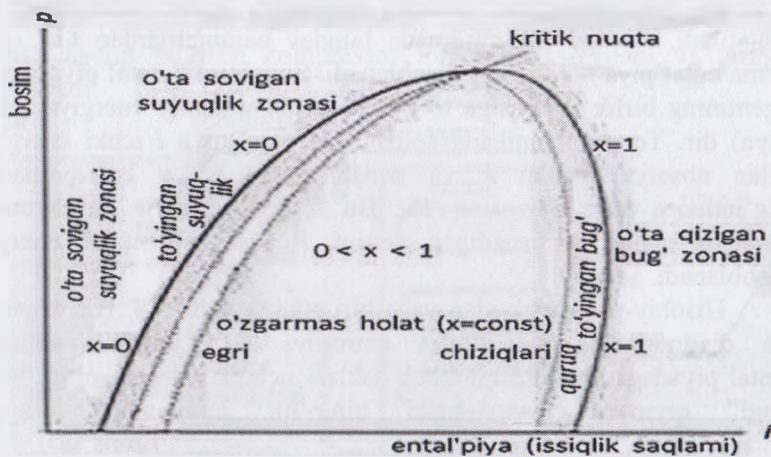
Sovitish mashinalarining ishchi siklini tahlil qilishda eng muhim diagrammalardan biri $i - lgP$ (solishtirma ental'piya – bosim) bo'lib, u keyingi hisoblarni amalga oshirish imkonini beradi. Har qanday termodinamik holatda bo'lgan sovitish agentining holatini diagrammada nuqta orqali ko'rsatish mumkin. Buni aniqlash uchun yuqoridagi holatga to'g'ri keladigan 2 ta parametr yetarli bo'ladi. Buning uchun oddiy o'lchanuvchi parametrlar ishlatilishi mumkin: harorat ($^{\circ}C$ yoki K), bosim (Pa); solishtirma hajm (m^3/kg) yoki zichlik (kg/m^3). Oddiy o'lchash parametrlaridan tashqari murakkab hisob parametrlari ham ishlatiladi. $i - lgP$ diagrammada bunday parametrlardan biri solishtirma ental'piya – i (kJ/kg) hisoblanadi. Solishtirma ental'piya sovitish agentining birlik massasiga to'g'ri keluvchi umumiy energiya (ental'piya) dir. Termodinamikada solishtirma ental'piya i ichki energiya u bilan absolyut bosim P va solishtirma hajm v ko'paytmasining yig'indisiga teng: $i = u + Pv$. Bu formuladagi Pv ko'paytma ish bajarish uchun sarflanadigan bosim P ning potentsial energiyasi hisoblanadi.

Hisobiy parametrlardan yana biri entropiyadir – S . Hisoblashlarda va diagrammada solishtirma entropiya s ($KJ/kg^{\circ}K$) ishlatiladi. Ental'piyadagi kabi, hisob-kitob ishlari uchun entropiyaning “nuqtadagi” qiymati emas, balki biror-bir jarayondagi o'zgarishi ahamiyatlidir.

Diagramma (4-rasm) bilan ishlashda uning 3 ta sohaga bo'linishini inobatga olish zarur: 1. o'ta sovigan suyuqlik sohasi – to'yingan suyuqlik egri chizig'idan chap tomonda, bu yerda bug'ning quruqlilik darajasi $x = 0$ bo'ladi; 2. suyuqlik–bug' aralashmasi sohasi – $x = 0$ va $x = 1$ – to'yingan bug' egri chiziqlari orasida joylashadi; 3. o'ta qizigan bug' sohasi – $x = 1$ dan o'ng tomonda. To'yingan suyuqlik chizig'i ($x = 0$) chap, yoki quyi chegaraviy chiziq, quruq to'yingan bug' chizig'i ($x = 1$) esa o'ng, yoki yuqori chegaraviy chiziq deb ataladi. O'zgarmas bosim – izobara chiziqlari diagrammada gorizontal

qilib, o'zgarmas ental'piya – izoental'piya chiziqlari esa vertikal qilib berilgan. Bir jinsli sovutish agentlarining qaynash va kondensatsiya-lanish jarayonlari o'zgarmas bosimda, to'yinish haroratiga to'g'ri keladigan o'zgarmas haroratda chegaraviy egri chiziqlar orasida kechadi.

Sovutish mashinasining barcha kompressiyaviy sikllari ikkita bosim oralig'ini o'z ichiga oladi. Ular orasidagi chegara bir tomondan kompressorning haydash klapani, ikkinchi tomondan TRV (yoki kapillyar naycha) dan chiqishda yotadi. Kompressorning haydash klapani va TRV dan chiqish nuqtalari sovutish mashinasida yuqori va past bosimlarni ajratuvchi nuqtalar hisoblanadi. Yuqori bosim tomonida sovutish mashinasining kondensatsiya bosimida ishlovchi elementlari joylashgan. Past bosim tomonidagi elementlar esa qaynash bosimida ishlaydi. Kompressorli sovutish mashinalarining har xil turlari mavjud bo'lishiga qaramay, ulardagi prinsipial sikl sxemasi bir xilda bo'ladi.



4 - rasm. Solishtirma ental'piya (Issiqlik saqlami) -- bosim diagrammasi

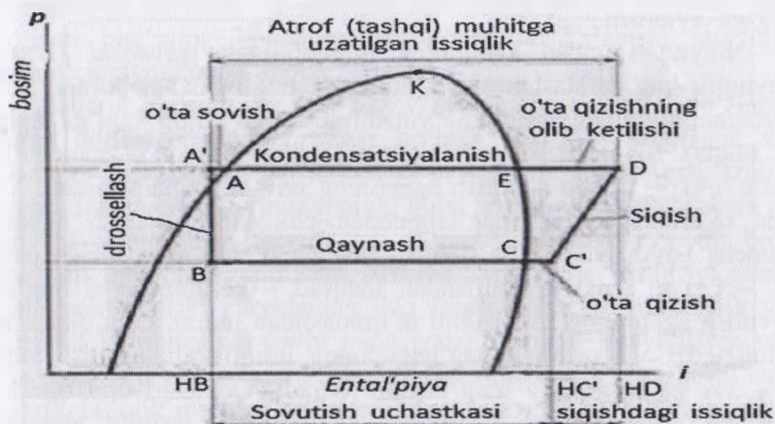
Sovutish sikli. Diagrammada (4-rasm) sovutish agentining quruq to'yingan bug' va to'yingan suyuqlik holatlarini tasvirllovchi egri chiziqlari "Kritik nuqta" deb ataladigan joyda kesishadi. Bu yerda sovutish agenti ham suyuq, ham bug' holatida bo'lishi mumkin. Egri chiziqlarning chap va o'ng tomonlarida mos ravishda o'ta sovigan suyuqlik hamda o'ta qizigan bug' yotadi. Egri chiziqlar ichida esa suyuqlik va bug' aralashmasi bo'ladi.

Sovutishning nazariy (ideal) siklini ko'rib chiqamiz (5-rasm). Bunday sikldagi asosiy jarayonlar quyidagilardan iborat.

Kompressorda bug'ning siqilishi. Sovutish agentining sovuq to'yingan bug'i kompressorga C' nuqtada so'riladi. Siqish jarayonida uning bosim va harorati ortadi (D nuqta). Sovutish agenti ental'piyasi (issiqlik saqlami) $HD - HC'$ kesmaga teng miqdorda ortadi, ya'ni C' – D chiziqlining gorizontal' o'qdagi proyeksiyasiga teng bo'ladi.

Kondensatsiyalanish. Siqish so'ngida (D nuqta) issiq bug' kondensatorga uzatiladi. Bu yerda u gaz holatdan suyuq holatga o'tadi, ya'ni kondensatsiyalanadi. Bu jarayon o'zgarmas bosim va haroratda kechadi. Sovutish agenti ental'piyasi jarayon davomida kamayadi. Kondensatsiya jarayoni uch bosqichda amalga oshadi: o'ta qizishning yo'qolishi (D – E), kondensatsiyalanish (E – A) va suyuqlikning o'ta sovishi (A – A'). Ularning har birini qisqacha ko'rib chiqamiz.

O'ta qizishning yo'qolishi (D – E). Bu bosqichda bug' harorati o'ta qiziganlik haroratidan to'yinish yoki kondensatsiya haroratigacha pasayadi. Bu jarayonda olib ketilgan issiqlik umumiy kondensatsiya issiqligining 10 – 20% ni tashkil etadi.



5-rasm. Sovutish nazariy tsiklining i (ental'piya (issiqlik saqlami)) -- $lg P$ (bosim) diagrammasidagi tasviri

Kondensatsiyalanish (E – A). Jarayon davomida kondensatsiya harorati o'zgarmas holatda saqlanib turadi (bir nechta moddalardan tashkil topgan sovutish agentlari kondensatsiyalanganda ularning harorati pasayadi). To'yingan bug' to'yingan suyuqlikka aylanadi. E –

A qismdan olingan issiqlik umumiy kondensatsiya issiqligining 60 – 80% ni tashkil etadi.

Suyuqlikning o'ta sovishi ($A - A'$). Bu jarayonda to'yingan suyuqlik o'ta sovigan holatga o'tadi, ya'ni harorati kondensatsiya haroratidan pasayadi.

Suyuqlikning o'ta sovitilishi energetik samaradorlik beradi. Bir xil elektr energiyasi sarflangan holda sovutish agenti haroratining bir gradusga pasayishi sovuqlik unumdorligining 1% ga ortishiga olib keladi.

Kondensatorda ajralgan issiqlik miqdori ($D - A'$) kesma, kondensatorda sovutish agenti ental'piyasining o'zgarishini xarakterlaydi. Kondensatorda ajralgan issiqlik miqdorini aniqlash uchun ushbu ental'piya o'zgarishini sovutish agentining massaviy sarfiga ko'paytirish kerak.

Sovutish agenti oqimining TRV (kapillyar naycha) da *drossellani*shi ($A' - B$). O'ta sovitilgan suyuq sovutish agenti A' nuqtadagi holatda oqim rostlagich (kapillyar naycha yoki TRV) ga kiradi. U yerda sovutish agenti bosimi keskin pasayadi. Jarayonning borishida ental'piya o'zgarmaydi, ichki ishqalanish hisobiga bir qism suyuqlik bug'ga aylanadi.

Suyuq sovutish agentining bug'latkichda *qaynashi* ($B - C$). Suyuqlik-bug' aralashmasi (B nuqtada) bug'latkichga kiradi, sovutlayotgan muhitdan issiqlikni yutishi hisobiga to'liq bug'ga aylanadi (C nuqta). Bir jinsli sovutish agentlari uchun jarayon o'zgarmas haroratda boradi, hamda sovutish agentining issiqlik saqlami ortadi. Yuqorida ta'kidlanganidek, bug'latgichdan chiqishda sovutish agenti bir muncha isiydi, ya'ni o'ta qizigan holatga o'tadi. O'ta qizish jarayoni ($C - C'$) ni amalga oshirishdan maqsad – kompressorga bug'simon sovutish agentining so'rilishini ta'minlashdan iborat. O'ta qizish haroratini $0,5^{\circ}\text{C}$ ga orttirish bug'latgichning issiqlik almashinish yuzasini 2 – 3% ga orttirishga teng samara beradi. Odatdagi o'ta qizish $5 - 8^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etgani uchun bug'latgichning issiqlik almashinish yuzasi 20% gacha orttirilgandagi kabi natijaga erishish mumkin. Sovutish unumdorligining ortishi tufayli bunday ortiqcha xarajat o'zini oqlaydi.

Bug'latgichda yutiladigan issiqlik $HB - HC'$ kesmaga teng bo'lib, u bug'latgichda sovutish agenti issiqlik saqlamining o'zgarishini xarakterlaydi. Ushbu ental'piya o'zgarishi sovutish agenti massaviy

sarfiga ko'paytirilsa, bug'latgichda yutilgan issiqlikning qiymatini beradi.

Izotermik, izobarik va adiabatik jarayonlar. Bug'—kompressorli sovutish uskunasining ishchi siklida termodinamik jarayonlar guruhiga kiruvchi izotermik, izobarik va adiabatik jarayonlar asosiy o'rin egallaydi. Shuning uchun ushbu termodinamik jarayonlarning mohiyatini qisqacha ko'rib chiqamiz.

Izotermik jarayon yunoncha *izo* — bir xil, teng va *termos* issiqlik so'zlaridan olingan bo'lib, o'zgarmas haroratda fizik sistemada ro'y beradigan fizik yoki kimyoviy jarayondan iborat, ya'ni $t = const$ sharoitida. Masalan, o'zgarmas bosimda suyuqlikning qaynashi, qattiq jismning erishi va sh.k. Qaytar va qaytmas izotermik jarayonlar mavjud. Izotermik jarayonda ideal gaz bosimi bilan uning hajmi o'zaro teskari proportsional holda o'zgaradi. Izotermik jarayon issiqlik mashinalarida ham ro'y beradi, xuddi shuningdek izotermik jarayonlar tarkibiy qism sifatida to'g'ri va teskari Karno sikli tarkibiga ham kiradi. Uning grafigi izoterma deyiladi.

Sovutish mashinasining ishchi siklida suyuq sovutish agentining bug'latgichda qaynashi va sovutish agentining yuqori haroratli quruq to'yingan bug'ining kondensatorda kondensatsiyalanishi jarayonlari izotermik jarayonlardan iborat.

Izobarik jarayon *izo* va *baros* (yunoncha og'irlik) so'zlaridan olingan bo'lib, bosim o'zgarmas bo'lgan sharoitda sistemada sodir bo'ladigan fizik jarayondan iborat, ya'ni $p = const$ sharoitida. Izobarik jarayon sistemaning termodinamik holat diagrammasida izobara deb ataluvchi chiziq bilan tasvirlanadi. Atmosfera bosimida sodir bo'ladigan fizik jarayonlar, jumladan, suvning isishi, ochiq idishdagi gazning qizishi yoki sovishi, moddaning ikki fazali holatidagi izotermik jarayonlar va ko'pgina kimyoviy reaksiyalar izobarik jarayonlarga misol bo'la oladi. Yuqori va past bosimlarda moddalarning xossalari tadqiq qilishda, issiqlik mashinalarida (masalan Joul', Dizel' sikllari) izobarik jarayondan foydalaniladi.

Sovutish mashinasining ishchi siklidagi moddaning ikki fazali holatidagi izotermik jarayonlar, ya'ni suyuq sovutish agentining bug'latgichda qaynashi va sovutish agentining yuqori haroratli o'ta qizigan va quruq to'yingan bug'ining kondensatorda kondensatsiyalanishi jarayonlari bir vaqtning o'zida izobarik jarayonlardan ham

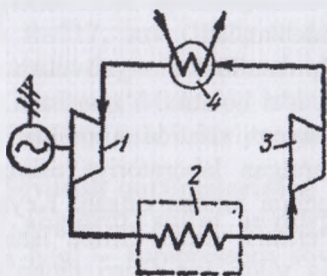
iborat. Bu jarayonlarda modda – sovutish agenti tomonidan olinayotgan yoki berilayotgan issiqlik hisobiga uning agregat holati o'zgaradi.

Adiabatik jarayon yunoncha *adiabatos* – o'tib bo'lmas so'zidan olingan bo'lib, tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvisiz o'tadigan termodinamik jarayondan iborat, ya'ni $s = \text{const}$ sharoitida. Adiabatik jarayon sodir bo'ishi uchun jism butunlay issiqlik o'tkazmaydigan qatlam (chegara) bilan ajratilgan bo'lishi kerak. Tashqi muhit bilan sezilarli miqdorda issiqlik almashinib ulgura olmaydigan darajada tez o'tadigan jarayonlar ham adiabatik jarayonga juda yaqin bo'ladi. Tovushning gazlar va boshqa jismlarda tarqalishi bunga misol bo'la oladi. Jism adiabatik jarayon davomida ish bajarganda uning ichki energiyasi kamayadi. Ideal gaz adiabatik jarayon davomida ish bajarganda (kengayganda) uning harorati pasayadi. Aynan shu hodisadan gazlarni suyultirishda foydalaniladi. To'yingan bug' adiabatik kengayganida ho'llanadi. Atmosferada sodir bo'ladigan ko'pgina jarayonlarni adiabatik jarayon deb qarash mumkin.

Sovutish mashinasining ishchi siklida kompressorda past haroratli sovutish agenti to'yingan bug'ining siqilishi jarayoni adiabatik jarayondan iboratdir. Bunda jism – sovutish agenti ustida ish bajarilishi hisobiga uning ichki energiyasi ortadi (harorati ko'tariladi). Havoli sovutish mashinasida issiq havoning detanderda adiabatik kengayishi uning bosimi va haroratining pasayishiga olib keladi (ichki energiyasi kamayadi).

Havo sovutgichli sovutishda jihozlarni joylashtirish. Havoli sovutish qurilmasi amalda ishlaydigan gazli sovutish qurilmasi turlaridan eng birinchisi bo'lgan. Bunday qurilmani amerikalik muhandis Garri 1845 yili ixtiro qilgan. Havoli sovutish qurilmasining sxemasi 6-rasmda ko'rsatilgan. Havo detander 1 da p_1 bosimdan p_2 bosimgacha kengayib ish bajaradi; bu ishni detander tashqi iste'molchiga (masalan, elektr generatoriga) beradi. Detanderda adiabatik kengayish natijasida T_3 haroratdan T_4 haroratgacha ($\approx -60^\circ\text{C}$) sovutilgan havo sovutish xonasi 2 ga kirib, unda issiqlik berish jarayoni o'zgarmas havo bosimida ($p_2 = \text{const}$) sodir bo'ladi. Havo sovutiladigan xonadan chiqqanidan keyin kompressor 3 ga yuboriladi, bu yerda havo bosimi p_2 dan p_1 gacha oshiriladi (bunda havo harorati T_1 dan T_2 gacha ortadi). Kompressorda siqilgan havo sovutgich 4 ga kiradi. Sovutgich issiqlik almashtirgich bo'lib, unda sovutuvchi suvga issiqlik berilishi natijasida havoning harorati pasayadi. Sovutgichda jarayon o'zgarmas havo

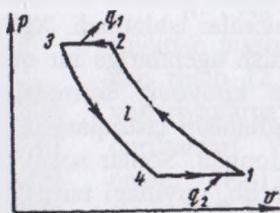
bosimida ($p_1 = \text{const}$) sodir bo'ladi. Sovutgichda $T_3 < T_2$ haroratgacha izobarik sovutilgan havo yana detanderga keladi va yuqoridagi sikl qaytariladi.



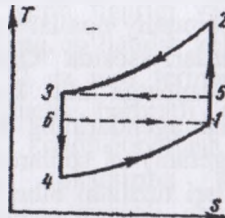
6 - rasm. Havoli sovutish qurilmasining sxemasi

Havoli sovutish qurilmasi siklining $p - v$ va $T - s$ diagrammasidagi tasviri 7 - va 8 - rasmlarda keltirilgan. Bu yerda 1-2 - kompressorda siqish jarayoni; 2-3 - havoni sovuvtgichda izobarik sovutish jarayoni; 3-4 - havoning detanderga adiabatik kengayishi; 4-1 - sovutiladigan xonadan izobarik issiqlik olish jarayoni. Bu diagram-

malarda 1-2-3 - siqish chizig'i, 3-4-1 - kengayish chizig'idan iborat. 8 - rasmdagi $T - s$ - diagrammada siklda sarflangan l ish 1-2-3-4-1 - yuza bilan tasvirlanadi. Siklni amalga oshirish uchun sarflangan ish q_1 va q_2 issiqliklar farqiga teng.



7 - rasm



8 - rasm

Sovuqlik tashuvchilar , ularning xususiyatlari va qo'llanilish sohasi. Sovutish mashinalarida sovuqlik olish ishchi modda - sovutish agentlari yordamida amalga oshiriladi. Sovutish agentlari sifatida bug', gaz, suvli yoki metalli aralashmalar ishlatilishi mumkin. Gazli yoki havoli sovutish mashinalarining o'ziga xos xususiyati shundaki, ularda ishchi modda o'zining agregat holatini o'zgartirmaydi. Bug'-kompressorli sovutish mashinalarida esa ishchi moddalar agregat holatini o'zgartiradi. Aralashmalarda ishlaydigan mashinalarda, aralashmalar - ning konsentratsiyasi davr mobaynida o'zgarib turadi, bu esa issiqlik ta'sirining o'zgarishiga olib keladi.

Sovutish mashinasining ishini, tashqi energiya sifatida mexanik, issiqlik yoki elektr energiyasini qo'llash orqali amalga oshirish mumkin. Oxirgi ikki turda ishlaydigan mashinalar, ya'ni issiqlik energiyasini qo'llovchi mashinalar – issiqlik ishlatuvchi va elektr energiyasini qo'llovchi mashinalar – termoelektrik deb ataladi.

Sovutish mashinalarining ishchi moddolari – sovutish agenti, sovutish konturining har xil qismida o'z holatini o'zgartiradi. Birinchilardan bo'lib 1755 yilda sovutish agenti sifatida suv ishlatilgan. U Villyam Gulen (William Gullen) yaratgan laboratoriya uskunalarida "manfiy" kaloriya (sovuqlik) olish uchun xizmat qilgan. Keyinchalik amerikalik Yakov Perkins (Jacob Perkins) dietil efirida ishlaydigan kompression mashinani yaratdi. 1844 yilda Jon Gorri (John Gorrie) havoning siqilishi va kengayishi bilan ishlaydigan mashinani o'ylab topdi. 1859 yilda fransuz olimi Ferdinand Garri (Ferdinand Garre) ammiakda ishlaydigan absorbsiyaviy sovutish mashinasini barpo qildi. To'rt yil o'tib Charliz (Charles) metil spirti efiri bilan ishlaydigan kompressorni ishga tushirdi. XIX asrning oxirigacha yana ikki yangi sovutish agenti: karbonat angidrid gazi (CO_2) va oltingugurt angidridi (SO_2) ishlatildi.

Sovutish agenti belgilanishi uchun organik kimyoda qo'llaniladigan umumiy nomlar va maxsus nomlar ishlatiladi. Xalqaro ISO-817 standartlari asosida "Organik sovutish agentlariga bir qancha belgilar: savdo-sanoatga oid, kimyoviy va kimyoviy formulalar" kiritilgan. Sovutish agentlarining maxsus belgilanishi tasdiqlangan bo'lib, u «R» (Refrigerant) va sonlardan tashkil topgan. Sonlar sovutish agenti molekullari tuzilishi bilan bog'liq bo'lib, quyidagi tartibdagi mazmunni belgilaydi. Oxirgi son molekuladagi fluor atomlari soniga teng, undan bitta oldingi son – vodorod atomlari soniga 1 raqamining qo'shilganligi, o'ngdan uchinchi son esa – uglerod atomlari sonidan 1 raqamining ayrilganligiga teng. Metan asosidagi sovutish agentlari uchun bu son nol'ga teng, shu sababli metan (CH_4) asosidagi sovutish agentlari ikkita raqam bilan belgilanadi (masalan, R-12 – CCl_2F_2 ; R-22 – CHClF_2). Etan, propan, butan asosidagi sovutish agentlari esa uchta raqam bilan belgilanadi (masalan, R-134 – $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$). Brom tarkibli sovutish agentlarida son belgilariga B harfi va molekuladagi brom atomlari soni qo'shiladi. Masalan, R-13B1 – CF_3Br . Etandan boshlab galogen hosilali izomerlar hosil bo'ladi. Simmetrik izomerlar faqat sonlar kombinatsiyasi bilan belgilanadi. Sonlar kombinatsiyasiga taalluqli bo'lgan izomerda asimmetriyaning ortishi bilan, unga «a» harfi qo'shiladi,

yanada ko'proq asimmetriya uchun «b» harfi bilan almashtiriladi. Masalan, R-134 – (CHF_2-CHF_2) , R-134a – (CF_3-CH_2F) .

Anorganik kelib chiqishli sovutish agentlarida molekulyar massasiga 700 soni qo'shilgan raqamlar ishlatiladi. Masalan, ammiak (NH_3) R-717, suv (H_2O) R-718, uglerod oksidi (CO_2) R-744 deb belgilanadi. Organik kelib chiqishli sovutish agentlariga 600 chi seriyasi berilgan. Masalan, izobutan R-600a, bunda har bir sovutish agenti raqami ushbu seriya ichida ixtiyoriy belgilanadi.

Sovutish qurilmalarining ishchi jismi: ammiak, freonlar, karbonat angidrid, sulfat angidrid va boshqalar to'g'risida. Hozirgi vaqtda bug' – kompressorli sovutish mashinalarining sovutish agenti sifatida borgan sari ko'proq R-134a qo'llanilmoqda. **R-134a** – birinchi xlorisiz gidroftoruglerod, har taraflama tekshirilgan sovutish agentidir (9-rasm). Hozirgi kunda butun dunyo bo'ylab ko'pchilik sovutish mashinalarida va havoni konditsionerlash tizimida yaxshi natijalar bilan ishlatilib kelinmoqda. Toza ko'rinishda ishlatishdan tashqari, R-134a ko'pgina aralashmali sovutish agentlarida komponent sifatida ham ishlatilmoqda. R-134a ning kimyoviy tuzilish formulasi CF_3-CH_2F dan iborat.



9-rasm. R-134a
sovutish agenti

R-134a sovutish agenti ilgari vaqtlardan sovutish mashinalarida keng qo'llanilib kelinayotgan freon-12, ya'ni R-12 ga mos termodinamik xususiyatlarga ega. O'rta haroratli sovutish qurilmalari va havoni konditsionerlash tizimi uchun R-134a ning solishtirma sovuqlik unumdorligi va sarflanadigan quvvati, shuningdek termodinamik xossalari va bosim darajasi R-12 bilan bir xil. Shuning uchun ko'p hollarda R-134a, R-12 ning o'rniga ishlatilishi mumkin. Ayrim qurilmalarda hattoki R-22 (freon-22) R-134a ga almashtirilganligi ma'qul. Chunki R-22 ni yangi qurilmalarda ishlatish cheklangan. Lekin R-134a ning R-22 ga qaraganda solishtirma sovuqlik unumdorligi ko'rsatkichining pastligi yuqori unumdorlikli kompressor ishlatishni talab qiladi, shuningdek qurilmadagi past bug'lanish haroratlarini ham hisobga olish kerak. Tajribalar R-134a ning unumdorligi kompressorlarning keng ish diapazonida ko'pgina amaliy bashorat ma'lumotlaridan ortiq ekanligini ko'rsatdi. Moy va haydash haroratlari qiymati R-12 ga

qaraganda ancha past, demak R-22 dan ham past. Shunday qilib, o'r-tacha haroratli uskunalar va havoni konditsionerlash tizimida uning ishlatilishi bir qancha afzallikka olib keladi.

R-152a va R-134a ning solishtirma sovuqlik unumdorligi (farq ~5%), bosim darajasi (10%) va energiya sarfi bir-biriga juda yaqin. Massaviy sarfi, bug'lar zichligi va bosim o'zgarishi hatto yaxshiroq (40% atrofida). Hozir R-152a aralashma sifatida ishlatib kelinmoqda. Asosan global isish qobiliyati past bo'lgani uchun ishlatilishi maqsadga muvofiqdir. Yuqori siqish darajasidagi kamchiligi kompressor-dagi haydash haroratining balandligi hisoblanadi. Bu konturdagi kimyoviy talablar va moylovchi materiallardagi ekstremal talablarga qo'shimcha qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. R-152a ning kimyoviy tuzilish formulasi $\text{CH}_3 - \text{CHF}_2$ dan iborat.

R-125, R-143a va R-32 lar ham tarkibida xlorsiz, oxirgi ikki agentning tez yonuvchanligiga qaramasdan, ular al'ternativ sovutish agentlari hisoblanadi. Shuning uchun xorli sovutish agentlariga to'g'ridan-to'g'ri almashtirib bo'lmaydi. Shuningdek, R-32 yuqori bosim va yuqori haydash haroratiga egadir. R-125 – yonmaydigan, qaynash harorati – 48,5°C, adiabatik ko'rsatkichi past sovutish agentidir. Shu nuqtai nazardan qaraganda u avvaldan ishlatilgan R-502 bilan o'xshashdir. R-125 ning kamchiligi baland siqish darajasini talab qiluvchi va past kritik haroratli (66°C) bo'lishi hisoblanadi. Shu sababli u havo bilan sovutiladigan kondensatorlarda ishlatilmaydi, baland kondensatsiya haroratida ishlashi lozimligidan energiya sarfining samaradorligi past bo'ladi. Shuning uchun yuqorida ko'rsatilgan sovutish agentlari toza ko'rinishda faqatgina ayrim hollarda ishlatiladi. Boshqa tomondan qaraganda, ular R-134a bilan aralashma sifatida yaxshi natijalar beradi. Ularning kimyoviy formulalari: R-125 – $\text{CF}_3 - \text{CHF}_2$; R-143a – $\text{CH}_3 - \text{CF}_3$; R-32 – CH_2F_2 .

SUVA MP 39 va SUVA MP 66 (R-401a va R-401b) – al'ternativ sovutish agentlari, o'rtacha harorat rejimida ishlovchi tizimlardagi R-12 ni almashtirish uchun ishlab chiqarilgan, kichik ozon qatlamini yemirish qobiliyatiga ega. SUVA MP servis aralashmalarining seriyasi R-12 da ishlaydigan sovutish tizimlarida retrofitni o'tkazish uchun kam xarajat talab etadi. Bu aralashmalarning yechimi shunday tanlanganki, aralashmaning har xil ishchi xossalari aniq amal qiladi. Servis aralashmasining tanlanishi R-12 ning bug'latgichdagi qaynash haroratiga bog'liq.

SUVA MP 39 va SUVA MP 66 (R-401a va R-401b) sovutish agentlari qaynash harorati -20°C va undan baland bo'lgan tizimlarda yaxshi samara beradi. Bunday tizimlarda solishtirma sovuqlik unumdorligi xuddi R-12 dagidek bo'ladi, ba'zi hollarda hatto 10% gacha oshadi. Tizimning foydali ish koeffitsiyenti SUVA MP 39 va SUVA MP 66 ga o'tish jarayonida bir qancha ko'tariladi. SUVA MP 39 va SUVA MP 66 larni kichik sovutish kameralarida, oziq-ovqat do'konlari vitrinalarida, maishiy sovutgichlarda ishlatish mumkin. Ular kimyoviy tuzilishiga ko'ra azeotrop aralashmalardan iborat bo'lib, MP 39 ning tarkibi 53 % R-22, 13 % R-152a va 34 % R-124 dan iborat; MP 66 esa 61 % R-22, 11 % R-152a va 28 % R-124 dan tuzilgan.

Ammiak R-717 (NH_3) 100 yildan oshiq vaqt mobaynida, sanoat va boshqa yirik sovutish qurilmalarida ishlatib kelinmoqda. Uning ozon qatlamiga va global isish qobiliyatiga ta'siri nolga teng. Uning samadorligi R-22 ga qaraganda kam emas, ba'zi hollarda hatto yuqori. Shuning uchun global isib ketishga bilvosita ta'siri ham kam. Bundan tashqari uning narxi ancha past. NH_3 ning kamchiligi – baland adiabatik ko'rsatkichi bo'lib, ($\text{NH}_3=1,31$; R-22=1,18; R-12=1,14) R-22 dan ham baland bo'lgan haydash haroratida ko'rinadi. Shuning uchun 10°C dan past bo'lgan bug'lanish haroratida bir bosqichli siqish jarayonida ishlatilmaydi, ikki bosqichli siqish jarayonini qo'llash kerak bo'ladi. Moylarni tanlashda hosil bo'ladigan muammolar ham mavjud bo'lib, bu kichik uskunalarda moyning sovutish agenti bilan juda yomon aralashishidir. Ilgari qo'llanilgan moylar sovutish agentida erimasdi. Ularning ajratilishi alohida qo'shimcha texnologiya talab qiladi va issiqlik uzatishda sifat o'zgarishi tufayli to'g'ridan-to'g'ri kengayuvchi bug'latkichlarning ishlatilishini chegaralaydi. Yuqori haydash harorati bo'lgani uchun termostabil moylashni talab qiladi. Bu, ayniqsa, moy o'z xususiyatini yillar davomida o'zgartirmasdan konturda saqlanishi kerak bo'lgan, avtomat tarzda ishlash uchun kerak. Ammiak fazalari-ning o'zgarishi paytida juda katta ental'piyalar farqiga ega bo'ladi va tsirkulyatsiya vaqtidagi solishtirma hajm sarfi kam (R-22 bilan solishtirilganda 13 dan 15 % gacha). Bu xususiyat katta uskunalar uchun afzal hisoblanadi. Lekin kichik uskunalaridagi sovutish agentining harakatini boshqarishni qiyinlashtiradi.

R-290 (propan) – bu organik modda bo'lgani uchun, ozon qatlamiga ta'sir potentsialiga ega emas, shuningdek global isib ketishga ham to'g'ridan-to'g'ri ta'siri mavjud emas. Siqish darajasi va solishtirma sovuqlik unumdorligi R-22 va R-502 ga o'xshashdir, harorat

ko'rsatkichlari esa, R-12 va R-502 larniki kabi juda qulaydir. Materiallar bilan hech qanday muammolar mavjud emas. Ammiakdan farqli ravishda mis materiallarini qo'llash mumkin. Shuning uchun uni germetik va yarim germetik kompressorli mashinalarda ishlatish mumkin. Uglevodorodlarning kamchiligi tez yonuvchanligidir. Tijorat uskunalarida ishlatiladigan sovutish agentining ishlatish darajasi shuni ko'rsatadiki, tizimlar portlash va yong'in xavfsizligi qoidalariga asosan loyihalaniishi kerak.

R-744 (*karbonat angidrid* – CO_2) – uning ozon qatlamiga ta'sir qiluvchi potentsiali yo'q, shuningdek global isib ketishga qobiliyati ham juda kichik. U kimyoviy inert, yonmaydigan va zaharsiz gazdir. Shuni ham hisobga olish kerakki, uning havodagi ruxsat etilgan miqdori gidroftoruglerodlarga nisbatan kam. Yopiq joylar uchun bu holat maxsus xavfsizlik choralarini talab qiladi. R-744 (CO_2) arzon va foydalanishda qayta tiklashga ehtiyoji yo'q. Undan tashqari, karbonat angidrid juda yuqori solishtirma sovuqlik unumdorligiga ega, taxminan R-22 va R-717 (NH_3) ga qaraganda 5–8 marta ko'proq. Uning birinchi galda keng tarqalishiga asosiy sabab, xavfsizlik xossalaridir. «Xavfsiz sovutish agentlari» tushunchasi kiritilgandan keyin CO_2 ning mashhurlik darajasi tushdi va 50–yillardan keyin deyarli bozordan chiqib ketdi. Bunga asosiy sabab sovutish va konditsionerlash qurilmalarining termodinamik xossalariga salbiy ta'sir qiladigan xususiyatlaridir. Karbonat angidridning haydash bosimi juda baland, kritik harorati esa juda past (74 bar da 31°C ga teng). Kondensator tomondagi haroratdan kelib chiqib, 100 bar bosimdan yuqori, kritik nuqtadan yuqori rejimda ishlash talab qilinadi. Bundan tashqari energiyaviy samaradorlik an'anaviy sxemalarda past. CO_2 ning solishtirma massaviy sovuqlik unumdorligi juda yuqori bo'lgani uchun talab qilingan massaviy sarfi kichik bo'ladi. Bu holat kichik diametrlilik quvurlarini ishlatish imkonini beradi hamda sirkulyatsiyalovchi nasoslarga sarflanadigan quvvatni kamaytiradi.

Sovuqlik tashuvchilarga qo'yiladigan talablar. Hozirgi paytda sovutish agentlariga qo'yilayotgan talablar quyidagilardan iborat:

- atrof-muhitga zarar yetkazmaslik;
- zaharsizligi, yong'in va portlashga xavfsizligi;
- atrof-muhit bosimi ostida past qaynash haroratiga ega bo'lishi;
- yuqori bo'lmagan kondensatsiya bosimi;
- gaz holatidagi yuqori bo'lmagan solishtirma hajmi;

- moylarining yonib ketishining oldini olish uchun kompressorning siqish oxiridagi haroratining yuqori bo‘lmasligi;
- suyuq holda solishtirma issiqlik sig‘imining past ko‘rsatkichli bo‘lishi;
- arzon bo‘lishi.

Monreal bayonnomasi (protokoli) imzolanganligiga qadar sovu-tish agenti xususiyatlarining talab qilingan parametrlari soni kam edi. Shundan keyin birinchi o‘ringa surilgan, atrof–muhitga ta‘sirini hisobga oluvchi xususiyatlari parametrlari qo‘shildi, shuningdek zeotrop va azeotrop aralashmalar hamda transkritik jarayonlar qo‘shildi.

Sovutish uskuna , jihozlari va texnologiyasida keng ko‘lamda ishlatiladigan terminlar mavjud bo‘lib , ular quyidagilardan iborat :

Sovutish. Jism yoki mahsulotning haroratini pasaytirish.

Bosim. Yuza birligiga tik ta‘sir etuvchi kuch. O‘lchov birliklari: $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$, (mm.sm.ust.).

Absolyut bosim. Absolyut, ya‘ni to‘la vakuumdan yuqori bo‘lgan bo–sim. Manometrik va barometrik bosimlarning yig‘indisi.

Partial bosim. Gaz aralashmasining umumiy bosimidagi bitta komponentga tegishli bo‘lgan bosim.

Absolyut harorat. Issiqlik energiyasi yo‘q bo‘ladigan termodinamik nol’ “–273,15°C” haroratdan yuqori bo‘lgan haroratga aytiladi. Ab–solyut harorat Kelvin (K) da o‘lchanadi. 0 Kelvin shkalasida = –273,15 °C.

To‘yinish harorati. Suyuq fazaning ma‘lum bir bosimga to‘g‘ri ke–luvchi harorati. Moddaning suyuq va bug‘ komponentlarining termodinamik muvozanat holatidagi harorati.

Bug‘. Bu termin to‘yinish nuqtasiga yaqin bo‘lgan qiymatdagi harorat va bosimga ega bo‘lgan gazga nisbatan qo‘llaniladi. Odatda, harorati kritik nuqtadan past bo‘lgan gazlarga qo‘llaniladi.

Absorbtsiya. Gaz va suyuqlikning to‘qnashishi natijasida gaz aralashmasidan bir yoki bir nechta komponentlarning suyuqlikka yutilishiga aytiladi. Jarayon komponentlarning fizik va kimyoviy holati o‘zgarishi bilan kechadi.

Absorbtsiyaviy sovutish tizimlari. Sovutish agentini siqish jarayoni ter–mik amalga oshiriladigan tizimlardan iborat. Bu jarayon bug‘lana–yotgan sovutish agentining absorbtsiyaviy suyuqlik bilan yutilishi va sovutish agenti hajmining kamayishi orqali amalga oshiriladi.

Zichlik. Birlik hajmga to'g'ri keladigan modda massasi. O'lchov birligi : kg/m^3 .

Energiya. Qandaydir bir jarayon yoki ishni amalga oshira olish qobiliyati. Energiya Joul da o'lchanadi, J.

Ichki energiya. Moddani tashkil etgan zarrachalarning kinetik va potentsial energiyalarining yig'indisi.

Issiqlik. Aniq bir haroratga ega bo'lgan jismdan undan harorati pastroq bo'lgan boshqa jismga o'z-o'zidan o'tish qobiliyatini xarakterlaydigan energiyaning asosiy formasiga aytiladi. Odatda his qilinadigan va yashirin issiqlik turlari sifatida namoyon bo'ladi, Joul (J) da ifodalanadi.

Yashirin issiqlik. O'zgarmas harorat va bosimda moddaning agregat holati o'zgarishi tufayli uzatilgan yoki yutilgan issiqlik energiyasi. Bu harorat inson tomonidan his qilinmagani uchun yashirin issiqlik deb ataladi.

His qilinadigan issiqlik. Harorat o'zgarishi bilan bog'liq va inson tomonidan qabul qilinadigan issiqlik energiyasi.

Kondensatsiya issiqligi. Kondensatsiya jarayonida sovutish agenti tomonidan beriladigan issiqlik energiyasi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Har xil haroratga ega bo'lgan bir muhitda issiqlik energiyasining issiqroq sohadan sovuqroq sohaga haroratlar tenglashguniga qadar o'tishi. *Solishtirma issiqlik o'tkazuvchanlik* koefitsiyenti bilan tavsiflanadi va u λ harfi bilan belgilanadi, o'lchov birligi : $\text{Wt/m}^*\text{K}$. Odatda λ oddiyroq tarzda issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyenti deb yuritiladi. Masalan: issiqlik izolyatsiyasi materiali – poliuretaning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyenti 0,017 – 0,027 $\text{Wt/m}^*\text{K}$ ga teng.

Konveksiya. Isitilgan gaz, bug' va suyuqliklarning harakati tufayli issiqlik berish jarayoniga aytiladi.

Issiqlik sig'imi. Materialning haroratini bir gradusga o'zgartirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi.

Ental'piya. Issiqlik saqlami deb ham ataladi. Bosim va hajmning ko'paytmasi bilan ichki energiyaning yig'indisiga aytiladi. Ental'piyaning o'zgarishi sovutish uskunasi dan o'tayotgan suyuq ishchi modda yo'qotgan yoki qabul qilgan energiyani o'lchaydi. Solishtirma ental'piya kJ/kg da o'lchanadi va i harfi bilan belgilanadi.

Absolyut namlik. Birlik hajmga ega bo'lgan bug'–havo aralashmasidagi suv bug'ining og'irligi. O'lchov birligi kg/m^3 (zichlik singari).

Nisbiy namlik. Havodagi suv bug'i partial bosimining shu haroratdagi to'yingan suv bug'ining partial bosimiga bo'lgan nisbatiga aytiladi. Bu nisbat atmosfera bosimiga bog'liq emas.

Azeotrop aralashma. Azeotrop aralashma deb, aniq tarkibga ega bo'lgan ikkita, uchta yoki undan ko'p individual moddalardan tashkil topgan, fazalar almashinishi jarayonida o'zining tarkibini o'zgartirmaydigan aralashmaga aytiladi. Aralashma faqat bitta haroratda azeotrop bo'lishi mumkin. Amaliy maqsadlarda (sovitishda), azeotrop aralashma tarkibining biror bir haroratda o'zgarishi uncha katta bo'lmasa, uni bir jinsli suyuqlik deb qabul qilish mumkin.

Zeotrop / noazeotrop aralashma. Har xil haroratda bug' va suyuq holatda o'z tarkibining o'zgarishi bilan xarakterlanadigan aralashma. Bug'lanish va kondensatsiyalanish haroratlari o'zgaruvchan bo'ladi. Bu holat qurilma hisoblanayotganda va loyihalanishida inobatga olinishi kerak. Bundan tashqari bunday aralashma "ko'p qaynovli aralashma" deb ham ataladi.

Eritma. Biror bir moddaning suyuqlikda erishidan hosil bo'lgan modda. Toza suvning muzlash haroratidan past haroratda muzlaydigan suv esa tuz eritmasidir. Undan tashqari sovitish tizimida issiqlikni tashish uchun ishlatiladigan har qanday suyuqliklar eritmadir.

Evtektik eritma. Past haroratda muzlaydigan, bir yoki bir nechta moddalarning suvdagi eritmasidan tashkil topgan modda. Evtektik tuz eritmasi tarkibida 23,3% NaCl tuzi bo'lib, u -25°C da muzlaydi. Kaltsiy xloridli evtektik eritma tarkibida esa 29,6% CaCl_2 bo'lib, u -51°C haroratda muzlaydi.

CH birliklar tizimi. Metrik birliklar tizimi o'rnini bosgan xalqaro birliklar tizimi hisoblanadi.

Holat o'zgarishi. Bir agregat holatdan boshqasiga o'tish jarayoni. Misol uchun, qattiq holatdan suyuq holatga o'tish yoki suyuq holatdan gaz yoki bug' holatiga o'tish jarayonlari.

Sovutish unumdorligi. Sovutish tizimining unumdorligi. Vaqt birligi ichida sovitilayotgan ob'yektdan olib ketilayotgan issiqlik miqdori. Vatt (Vt) yoki kilovatt (kVt) larda o'lchanadi.

Bug' – kompressorli sovitish tizimi. Bug' holatidagi sovitish agenti kompressor yordamida bug'latgichdan so'riladigan, siqiladigan, so'ng kondensatorga uzatiladigan tizim.

Kompressor. Gaz holatidagi moddalarni, xususan, sovitish agentlarini so'rish, siqish va haydash uchun mo'ljallangan mexanik mashina.

Issiqlik almashtirgich. Harorati yuqoriroq suyuqlik (gaz) dan harorati pastroq bo'lgan boshqa suyuqlik (gaz) ga issiqlikni o'tkazish uchun mo'ljallangan apparat.

Kondensator. Sovutish agenti issiqligini atrof-muhitga berishi natijasida uning bug' holatidan suyuq holatga o'tishi jarayonini ta'minlovchi issiqlik almashinish apparati.

Bug'latkichli kondensator. Kondensatsiyalanayotgan yuzadan suvni uzluksiz bug'latish natijasida sovutiluvchi kondensator.

Bug'latgich. Sovutilayotgan muhitdan suyuq sovutish agenti tomonidan issiqlikning olib ketilishini ta'minlovchi issiqlik almashinish apparati.

Cho'ktirilgan bug'latgich. Issiqlik almashinish yuzasi doim suyuq sovutish agenti bilan yuvilib turuvchi bug'latgich.

Issiqlik uzatish koeffitsiyenti. Bo'ylama yoki ko'ndalang birlik yuzadan birlik vaqt davomida o'tayotgan issiqlik miqdori, bunda harorat gradienti (farqi) ko'ndalang kesim yuzasi bo'yicha bir birlikka teng, odatda $Vt/m^2 \cdot K$ da o'lchanadi va *k* harfi bilan belgilanadi.

Kritik nuqta. Suyuqlik va bug' bir xil xususiyatga ega bo'lgan holat.

Kritik bosim. Moddaning kritik nuqtadagi bosimi.

Kritik harorat. Moddaning kritik nuqtadagi harorati.

Dal'ton qonuni. Yopiq idishdagi gaz aralashmasining umumiy bosimi har bir gazning potentsial bosimlari yig'indisiga teng.

O'ta qizish harorati. Biror bir bosimdagi bug' harorati bilan shu bosimga to'g'ri keladigan to'yingan bug' haroratlari orasidagi farq.

Erish harorati. Berilgan bosimda qattiq moddaning suyuq holatga o'tish harorati.

Faza. Moddaning fizik holatini belgilaydi. Misol uchun qattiq, suyuq yoki gaz fazasi.

Quvvat. Vaqt birligi ichida bajarilgan ish. O'lchov birligi: Vatt (Vt), kilovatt (kVt), ot kuchi (HP – inglizcha, л.с. – ruscha).

Ot kuchi. Bir ot kuchi 745,7 Vt ga teng.

Quruqlilik darajasi. Suyuqlik va bug' aralashmasidagi bug'ning birlik qiymatlarida yoki foizda ifodalangan massa bo'yicha ulushi.

To'yingan bug'. Bug'ning berilgan harorat va bosimda suyuq fazasi bilan muvozanatda bo'lishi.

O'ta sovutish. Suyuqlikni kondensatsiya va to'yinish haroratidan past haroratgacha sovutish jarayoni.

Sublimatsiya. Qattiq holatdan (suyuq holatni chetlab) bug' holatiga o'tish jarayoni.

O'ta qizigan bug'. Ma'lum bosimda to'yinish haroratidan yuqori haroratga ega bo'lgan bug'.

Termodinamik xususiyat. Turli sharoitlarda moddalarning harorati, bosimi, solishtirma hajmi, entalpiyasi va entropiyasi orasidagi o'zaro bog'liqlik.

TRV. Termorostlovchi ventil' yuqori bosimdagi sovutish agentini past bosimga o'tkazuvchi, sarfni rostlovchi sovutish mashinasining drossellovchi elementi.

Sovutish koeffitsiyenti. Sarflangan birlik quvvatga to'g'ri kelgan sovutish unumdorligi. Sovutish unumdorligining kompressor iste'mol qilgan quvvatga nisbatidan iborat.

Nazorat savollari

1. Issiqlik va sovuqlikning fizikaviy tabiati qanday?
2. Sun'iy sovuqlik olishning qanday usullari mavjud?
3. Drossellanish (suyuqlik oqimining ezilish) jarayoni tushunchasini yoritib bering.
4. Izoentropik kengayish nima va u qanday sovutgich mashinalarida qo'llanilishini aytib bering.
5. Uyurma effekti (Rank-Xilsh effekti) nima va uning qanday xususiyatlarini bilasiz?
6. Mashinali sovutish tushunchasini yoritib bering.
7. Bug'-kompressorli sovutish sikli qanday asosiy elementlardan tashkil topgan? Sxemasini chizing va tushuntirib bering.
8. Havoli sovutish qurilmasining tuzilishi va ishlash prinsipini aytib bering.
9. Havoli sovutish qurilmasi siklining $p-v$ va $T-s$ diagrammasidagi tasvirini chizing va tushuntirib bering.
10. Sovutish agentlari nima va ularning qanday turlarini bilasiz?
11. Xalqaro ISO-817 standartlari asosida sovutish agentlari qanday belgilanadi?
12. Turli xildagi sovutish agentlarining afzalliklari va kamchiliklari nimalardan iborat?
13. Hozirgi paytda sovutish agentlariga qanday talablar qo'yilmoqda?
14. Sovutish uskuna, jihozlari va texnologiyasida keng ko'lamda ishlatiladigan terminlarni o'rganing va aytib bering.

3. Sovuqlik bilan ishlov berishning haroratga bog'liqligi

Tayanch iboralar:

Krioskopik harorat, krioskopik nuqta, suv va quruq moddalar, ularning o'zaro bog'lanishi, mexanik bog'lanish, fizik-kimyoviy bog'lanish, kimyoviy bog'lanish, ktitik harorat, kritik nuqta, muzlatish, sovutish usullari, muzlatish usullari.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining haroratga hamda sovuqlik bilan ishlov berishning xarakteriga qarab turlanishi. Sovuqlik bilan ishlov berishni belgilovchi faktorlar to'g'risida fikr yuritganda avvalambor chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining buzilish sabablarini aniqlab olishimiz lozim.

Barra (yangi) o'simlik va hayvonot mahsulotlarining *ta'mi va ozuqaviy xususiyatlari* yuqori. Ularning kundalik iste'moli har xil sabablarga ko'ra har doim ham mumkin emas, bundan tashqari, ularning ba'zilar mavsumiy yig'im-terim mahsulotlari hisoblanadi. Ko'plab mahsulotlar normal sharoitda uzoq muddatli saqlash vaqtida yomonlashmaydi, lekin ko'pchilik chorvachilik va ayrim oziq-ovqat mahsulotlarining sifati yomonlashadi: rangi, tuzilishi, hidi va ta'mi o'zgaradi. Bunday mahsulotlar tez buziladi va ularni saqlash uchun maxsus sharoitlar talab qilinadi. Ularda ko'p miqdordagi suv, organik birikmalarning mavjudligi turli mikroorganizmlarning rivojlanishi hamda hayoti va fermentlarning ta'siri uchun qulay sharoit yaratadi.

Ma'lumki oziq-ovqat mahsulotlari, shu jumladan o'rganiladigan chorvachilik mahsulotlari (go'sht, sut, tuxum, baliq va sh.k.) kimyoviy nuqtai-nazardan "sof, toza" moddalardan iborat emas, balki ular ko'plab organik hamda anorganik moddalarning tabiiy birlashuvidan iborat bo'ladi. Bunda shu moddalar orasida kuchli fizik-kimyoviy bog'lanishlar mavjud bo'lib, bu bog'lanishlarning tashqi ta'sirlar, shu jumladan biz uchun ahamiyatga ega bo'lgan – oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlari ta'sirida o'zgarishi ushbu mahsulotlarning qayta ishlash jarayonida qay darajada o'zgarishini belgilaydi. Ikkinchi muhim belgi shundan iboratki, barcha oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida eng asosiy tarkibiy qismlardan biri suv (H_2O) dan iborat. Suvning materialning boshqa tarkibiy qismlari bilan bog'lanishi ham oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash, saqlash, shu jumladan sovutish jarayonlari vaqtida katta o'zgarishlarga uchraydi, shuningdek bu o'zgarishlar ko'pchilik hollarda mahsulotlarning pirovard iste'mol sifatini hamda

mol-tovarlik xususiyatlarini belgilaydi. Shu sababli oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish jarayonida ularning tarkibidagi suvning o'zgarishlarini, shuningdek suvning materialning boshqa tarkibiy qismlari (ya'ni quruq moddalari) bilan bog'lanishini o'rganish asosida ushbu mahsulotlarni sovutish jarayonining eng qulay, optimal bo'lgan rejimlari, boshqacha aytganda sharoitlari ishlab chiqiladi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berish va sovutgichlarda saqlash rejimlari deyilganda biz ishlov berish hamda saqlash sharoitlarini tavsiflovchi parametrlarning muayyan to'plamini, majmuini tushunamiz. Bular sovutgichdagi havoning harorati, nisbiy namligi, uning aylanish (sirkulyasiya) intensivligi va ventilyatsiya intensivligidir. Bu parametrlar ichida eng asosiysi, shu bilan birgalikda nisbatan oson sozlanadigan, ya'ni boshqariladigan parametr, bu sovituvchi havoning haroratidan iborat.

Mahsulotlarning buzilishiga olib keladigan faktorlar quyidagilardan iborat:

- havo kislorodi va quyosh nurining ta'siri;
- havoning juda past yoki juda yuqori namligi ta'siri;
- biokimyoviy faktorlar;
- mikrobiologik faktorlar.

Oziq-ovqat mahsulotlariga mikroorganizmlar va to'qima fermentlarining ta'sirida, ularda :

- oqsillarning parchalanishi;
- yog'larning gidrolizlanishi;
- uglevodlarning chuqur o'zgarishi;
- va boshqa o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining ozuqaviy qiymati hamda yuqori sifatini uzoq vaqt saqlab qolish *turli konservalash usullari* yordamida amalga oshiriladi. Bunda konservalash, mahsulotlarga mikroorganizmlarning shu mahsulotlar sifatini buzuvchi ta'sirini cheklash yoki yo'q qilishga va to'qima fermentlari faolligining pasayishiga olib keladi. Konservalash usullari ichida *fizikaviy usullar* keng tarqalgan bo'lib, ulardan biri, ya'ni *mahsulotlarni past haroratlar ta'sirida ishlov berish* eng muhim usullardan hisoblanadi.

Konservalashning u yoki bu usulini tanlash, mahsulotni konservalash jarayonining oxirida uning sifati hamda ozuqaviy qiymati va konservalash uchun sarflanadigan energiya bilan belgilanadi. Eng yaxshi usullar iqtisodiy jihatdan tejimli va oziq-ovqat mahsulotining asl xususiyatlarini maksimal darajada saqlaydigan usullardir. Tez buziladigan oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik ta'sirida ishlov berish eng samarali usullardan hisoblanadi.

Sovutish texnikasining rivojlanishi bilan oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash va saqlash uchun sovuqlikdan foydalanish usullari va rejimlari o'rganildi. Natijada, oziq-ovqat texnologiyasining bir tarmog'i – oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish texnologiyasi paydo bo'ldi. Bu texnologiyaning vazifalari:

- mahsulotlarda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganish va haroratning hamda boshqa tashqi omillarning ta'sirini o'zgartirish hisobiga bu jarayonlarning to'g'ri yo'nalishda borishini ta'minlashni o'rganish;

- mahsulotning ma'lum bir turining xususiyatlarini va saqlash vaqtida unga xos bo'lgan o'zgarishlarni hisobga olgan holda shu mahsulotlarni sovuqlik bilan ishlov berish hamda saqlashning oqilona (ratsional) usullarini ishlab chiqish, shuningdek bunday jarayonlarni amalga oshirishning eng samarali rejimlarini ishlab chiqish;

- ishlab chiqilgan usullarni amalga oshirish uchun texnik vositalarni yaratish, hamda bu vositalarning ko'rsatilgan jarayonlarni amalga oshirish uchun yaroqli ekanligini tahlil qilish va baholashdan iborat.

Sovutish texnologiyasining mohiyati sun'iy sovuqlik yordamida chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining sifatini saqlash uchun sharoit yaratishdir.

Sovuqlik ta'sirida oziq-ovqat mahsulotlarida sodir bo'ladigan hodisalarning dastlabki izlanishlari, sovutish texnologiyasi rejimlarining ishlab chiqilishi o'tgan asrning oxirlariga, sovutish mashinalari paydo bo'lgan davrga to'g'ri keladi. Sovutish texnologiyasi rivojlanishi bilan oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash va saqlash uchun sovuqlikdan foydalanish usullari hamda rejimlari o'rganildi va takomillashtirildi. Natijada oziq-ovqat texnologiyasining alohida tarmog'i – oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish texnologiyasi paydo bo'ldi.

Sovutish texnologiyasining vazifalari quyidagilardan iborat:

1. Oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibini, xususiyatlarini, tuzilishini o'rganish; mahsulotlarda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganish; harorat va boshqa omillarning o'zgartirilishi hisobiga bu jarayonlarning kerakli yo'nalishda sodir bo'lishini samarali tartibga solish.

2. Mahsulotlarga sovuqlik bilan ishlov berish va saqlashning oqilona usullarini ishlab chiqish; shuningdek, mahsulotning har bir turining o'ziga xos xususiyatlarini va saqlash vaqtida unda boradigan o'ziga xos o'zgarishlarni e'tiborga olgan holda bunday jarayonlarni amalga oshirishning eng qulay rejimlarini ishlab chiqish.

3. Ishlab chiqilgan usullarni amalga oshirish uchun texnik vositalarni yaratish; bu vositalarning ko'rsatilgan jarayonlarni amalga oshirish uchun yaroqli ekanligini tahlil qilish va baholash.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibi hamda tuzilish xususiyatlari to'g'risida. O'simlik va hayvonot mahsulotlaridan olingan oziq-ovqat mahsulotlari – bu oddiy yoki murakkab birikmalar, dispersiyalar yoki turli xil organik va mineral moddalarning aralashmalari bo'lib, ular inson salomatligiga zararsizdir va organizm tomonidan so'riladi. Oziq-ovqat mahsuloti suv va quruq moddadan iborat. Quruq moddalar deyilganida asosiy moddalar (oqsillar, yog'lar, uglevodlar, makro- va mikroelementlar, ta'm beruvchi va rang beruvchi moddalar) va biokatalizatorlar (vitaminlar, fermentlar) ko'zda tutiladi.

Xom ashyo va tayyor oziq-ovqat mahsulotlarining asosiy tarkibiy qismi suvdur. Oziq-ovqat mahsulotlarida suv eritmalar shaklida bo'ladi. Uning holati va mahsulotning erigan tarkibiy qismlari (dispers faza) bilan bog'lanish kuchi mahsulotning mustahkamligi hamda tuzilishini belgilaydi, bu esa o'z navbatida mahsulotni sovuqlik bilan ishlov berish va keyingi saqlash sharoitlariga ta'sir qiladi.

So'nggi fizik nazariyalarga ko'ra, bitta kislorod atomi va ikkita vodorod atomidan iborat suv zarralari tetraedr hosil qiladi, bunda bir zarrachaning uchlaridagi ikkita musbat zaryadlangan atomlari (vodorod) boshqa zarrachadagi manfiy zaryadlangan kislorodning ikkita elektronidan birini tortib turadi.

Oziq-ovqat mahsulotidagi suv miqdori uning turiga va agregat holatiga bog'liq. Oziq-ovqat mahsulotlaridagi suv miqdori har xil: o'simlik mahsulotlarida – 80 dan 95% gacha; har xil turdagi go'shtlarda: buzoq go'shtida – 53 dan 75% gacha, parranda go'shtida – g'oz go'shti uchun 53 dan tovuq go'shti uchun 75% gacha ; baliqda – 55 dan 80% gacha bo'ladi.

Suv – erituvchi bo'lib, diffuziyaviy jarayonlarning, shuningdek kimyoviy va biokimyoviy reaksiyalarning borishini belgilaydi. Suvning fazaviy holatining o'zgarishi bu jarayonlarni sekinlashtirishning asosiy omilidir.

To'qimadagi namlik mahsulotning tarkibiy qismlari bilan bog'liq. Mahsulotning tarkibiy qismlari bilan to'qima namligining orasidagi bog'lanish quyidagi shakllarda mavjud bo'ladi: kimyoviy, fizik-kimyoviy va mexanik.

Kimyoviy bog'langan namlik – aniq miqdoriy nisbatlarda baholalanadigan namlikdir. Bunday bog'langan namlik mahsulotning tarkibiy

qismlari bilan mustahkam bog'langan bo'ladi va uni kimyoviy ta'sir natijasida yoki juda qattiq issiqlik bilan ishlov berish jarayonida mahsulotdan chiqarib yuborish mumkin. *Fizik–kimyoviy bog'lanish* – namlikni aniqlanmagan miqdorlarda saqlab turishdir. Bu shaklga quyidagi turdagi bog'lanishlar mos keladi: adsorbtsiyaviy bog'langan namlik, osmotik tutib turiladigan namlik. *Fizik–mexanik bog'lalanish* – bu ham namlikni noaniq miqdorlarda saqlab turishdir, u makrokapillyarlardagi namlik va mikrokapillyarlardagi namlikdan iborat.

Amalda ko'pincha bog'langan va erkin namlik (suv) tushunchalari qo'llaniladi. *Bog'langan suv* – oqsillar va polisaxaridlar tuzilmasida kolloidlar bilan bog'langan suvdur. Mahsulotlardagi bog'langan suvning miqdori mahsulot tarkibidagi namlikning 10% ni tashkil qiladi. U tashqi ta'sirlarga tobe emas, masalan fazaviy o'zgarishlarda qatnashmaydi. Oziq–ovqat mahsulotlarini (ayniqsa go'shtni) muzlatganda, kolloidlar va ular bilan bog'langan suv konsistensiyaning buzilmasligini ta'minlaydi, muzdan tushirish paytida esa ular sharbat va oziqaviy moddalarining yo'qolishini kamaytirishga yordam beradi. *Erkin suv* hujayralararo va tolalararo bo'shliqda joylashgan bo'lib, umumiy biologik, fizik–kimyoviy almashinuv jarayonlarida bevosita ishtirok etadi. Bunday suv tashqi omillar ta'sirida mahsulotdan osongina ajralib chiqadi.

Oziq–ovqat mahsulotlarining tuzilish xususiyatlari xususida. Hayvonot mahsulotlarining gistologik xususiyatlari quyidagilardan iborat: to'qima tizimiga epiteliy, bog'lovchi, asab, mushak (muskul) to'qimalari kiradi. Bunda mushak to'qimalari bog'lamlar ko'rinishidagi mushak tolalaridan iborat bo'ladi.

O'simlik hujayrasida esa quyidagilar mavjud bo'ladi: hujayra membranasi, yadro, vakuol va tsitoplazma.

Mikroblar hujayralarining past haroratlar ta'siriga chidamligi to'g'risida. Past haroratlar ta'sirida, ayniqsa muzlatishda, mikroorganizmlarning soni va faolligi kamayadi, lekin ularning to'liq yo'q qilinishiga erishish mumkin emas. Ularning yo'q qilinish darajasi quyidagilarga bog'liq bo'ladi:

- mikroorganizmlarning turi,
- ularning rivojlanish bosqichlari,
- yashash muhiti,
- mahsulotni muzlatish (sovitish) tezligi va harorati.

Krioskopik harorat va krioskopik nuqta, kritik harorat va kritik nuqta tushunchalari. Yuqorida keltirilgan mulohazalarga

asoslanib, chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibi hamda tuzilish xususiyatlarining izlanishlari shuni ko'rsatadiki, ulardagi suvning mahsulotning boshqa tarkibiy qismlari bilan bog'lanishi shu mahsulotlarni ishlov berish, saqlash va qayta ishlash jarayonlarida, shu jumladan sovutish jarayonlarida katta o'zgarishlarga uchraydi. Bu o'zgarishlar barcha hollarda shu mahsulotlarning pirovard iste'mol sifatini hamda tovar xususiyatlarini belgilovchi eng asosiy omillardan biri hisoblanadi. Shu sababli oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish jarayonida ularning tarkibidagi suvning miqdoriy va sifat o'zgarishlarini, shuningdek suvning mahsulotning boshqa tarkibiy qismlari bilan bog'lanishining o'zgarishlarini o'rganish asosida shu mahsulotlarni sovutish jarayonining eng qulay, optimal bo'lgan rejimlari, boshqacha aytganda sharoitlari ishlab chiqiladi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berish va sovutgichlarda saqlash rejimlari deyilganda biz ishlov berish hamda saqlash sharoitlarini tavsiflovchi parametrlarning muayyan to'plamini, majmuini tushunamiz. Bular sovutgichdagi havoning harorati, nisbiy namligi, uning aylanish (sirkulyatsiya) intensivligi va ventilyatsiya intensivligidir. Bu parametrlar ichida eng asosiysi (shu bilan birgalikda nisbatan oson boshqariladigan parametr) – bu sovutuvchi muhitning (havoning) haroratidan iborat.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berish va sovutgichlarda saqlash rejimlarining harorati krioskopik harorat va kritik haroratlari qiymatlari bilan chegaralanadi.

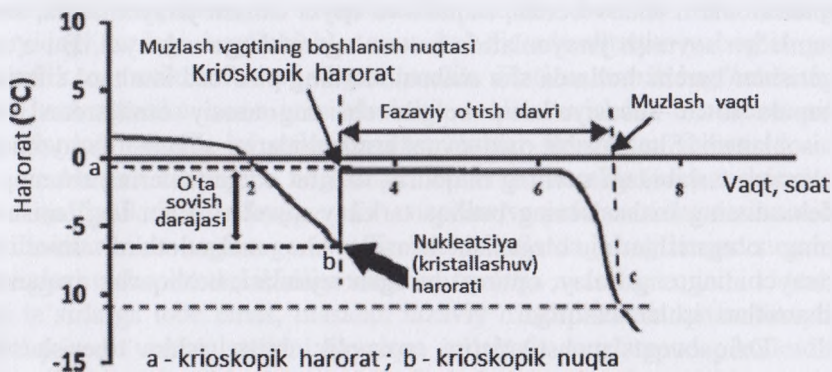
Krioskopik harorat deb oziq-ovqat mahsulotlarida muz hosil bo'lishi boshlanadigan haroratga aytiladi. Qiymati 0°C dan krioskopikkacha bo'lgan haroratlar krioskopikka yaqin haroratlar deb ataladi. Krioskopikdan past haroratlar esa subkrioskopik haroratlar deb ataladi. Tabiiyki krioskopik harorat manfiy qiymatga egadir.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berish va sovutgichlarda saqlashda muhim nisbiy chekllovchi omil krioskopik nuqtadan iborat. *Krioskopik nuqta* bu mahsulotdagi suvning nukleatsiya (kristallasuv) haroratidan iborat. Krioskopik harorat va krioskopik nuqta qiymatlari orasidagi farqni 10-rasmdagi grafik yaqqol ko'rsatadi.

10-rasmdan ko'rinib turibdiki, krioskopik nuqta harorati krioskopik haroratdan past bo'ladi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berish va sovutgichlarda saqlash haroratining krioskopik darajadan past nuqttagacha pasaytirilishi ularning muzlab qolishiga sababchi bo'ladi. Natijada

bunday holatdagi oziq-ovqat mahsulotlari o'zining iste'mol sifatini va yangi barra mahsulotlarga xos bo'lgan tovar xususiyatlarini yo'qotadi.



10 - rasm. Treska balig'i filesi haroratining muzlatish jarayonida o'zgarishi grafigi

Lekin boshqa tomondan qaraydigan bo'lsak, barcha oziq-ovqat mahsulotlari va ayniqsa chorvachilik mahsulotlari odatda juda ko'p miqdorda mikroorganizmlar bilan zararlangan bo'ladi. Bu mikroorganizmlarning ichida anchagina patogen (kasallik tarqatuvchi) mikroblar ham bo'ladi. Chunki oziq-ovqat mahsulotlari ularni zararlagan mikroorganizmlar uchun yashash (hayot kechirish) muhitidan iborat. Shu sababli sovutgichdagi haroratning pasayishi bilan bu mikroorganizmlarning hayot faoliyati sekinlashladi va to'xtatib qo'yiladi, ba'zi hollarda hattoki mikroorganizmlar halok bo'ladi ham. Bu esa sovutgichdagi havoning harorati pasaytirilishi bilan oziq-ovqat mahsulotlarining saqlanish muddatini orttirish imkonini beradi.

2-jadvaldagi ma'lumotlarni o'rganib chiqish asosida har xil oziq-ovqat mahsulotlarining, shu jumladan baliq mahsulotlarining krioskopik harorati to'g'risida tasavvurga ega bo'lish mumkin.

Shunday qilib, biz sovutgichdagi havoning haroratini pasaytirish zaruratiga ega bo'lgan holda, bu haroratning shunday qiymatini belgilashimiz lozimki, unda oziq-ovqat mahsuloti ichidagi harorat krioskopik harorat darajasidan past bo'lmasligi kerak. Bu qarama-qarshilik, ya'ni dilemmaning to'g'ri hal etilishi ilmiy yondashuvga asoslanib bajarilishi lozim, shunda biz oziq-ovqat mahsulotlarini sovitiladigan muhitda, xususan sovutish xonasida saqlashning optimal haroratini aniqlash imkoniga ega bo'lamiz.

Ayrim oziq-ovqat mahsulotlarining krioskopik harorati qiymatlari

T / r	Mahsulot turi	t_{kr} , °C
1	Brokkoli karami	- 2.1
2	Rangli karam	- 1.5
3	Sarimsoq piyoz	- 2.7
4	Porey piyози	- 1.9
5	Sel'd' balig'i (<<herring>>)	- 3.6
6	Atlantika sel'd' balig'i (Clupea harengus)	- 1.6
7	Treska balig'i (<<cod>>)	- 1.4
8	Atlantika treska balig'i (Gadus morhua)	- 1.1
9	Skumbriya balig'i (<<Mackerel>>)	- 2.2
10	Atlantika skumbriya balig'i (Scomber scombrus)	- 1.6
11	Losos' balig'i (<<Salmon>>)	- 2.2
12	Atlantika losos' balig'i (Salmo salar)	- 1.5

Kritik nuqta tushunchasiga keladigan bo'lsak, shuni ta'kidlash lozimki, bu tushuncha termodinamikaga tegishli bo'lib, moddalarning holat diagrammasidagi muayyan bir nuqtani bildiradi. Bizning fanimiz nuqtai-nazaridan bu moddalar sovutish agentlari va sovuqlik tashuvchi moddalardan iborat. Termodinamikada *kritik nuqta* (aniqrog'i *fazalar muvozanatining kritik nuqtasi*) holat diagrammasidagi *kritik holatga* to'g'ri keluvchi nuqta bo'lib, ikki (yoki undan ortiq) fazalarning birgalikda mavjud bo'lishi va muvozanati egri chizig'ining oxirgi nuqtasidir. Bunga eng yorqin misol *suyuqlik* – *bug'ning kritik nuqtasi* bo'lib, unda bosim – harorat egri chizig'ining oxirgi nuqtasi suyuqlik va uning bug'i birgalikda bir idishda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan sharoitlarni aniqlaydi. Bosim va harorat ortib borgan sari termodinamik muvozanatda bo'lgan suyuqlik va bug' fazalari bir-biriga o'xshash bo'lib boradi, kritik nuqtada (yoki kritik holat) da esa fazaviy chegaralar yo'qoladi. Kritik nuqtadagi holat (kritik holat) *kritik harorat* T_k va *kritik bosim* p_k bilan aniqlanadi. Shuningdek kritik nuqta uchun *kritik solishtirma hajm* v_k va *kritik zichlik* ρ_k qiymatlari ham xosdir.

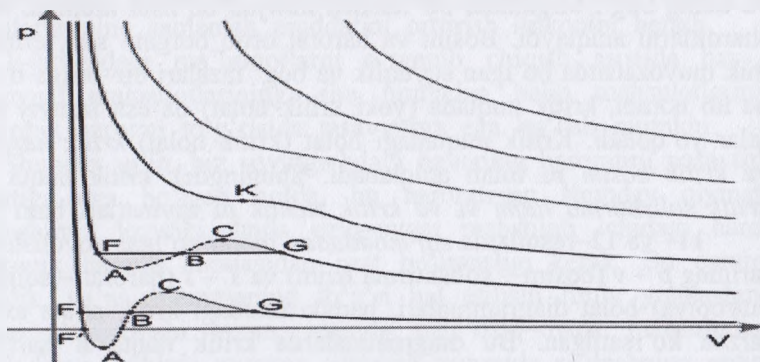
11– va 12–rasmlarda *sof moddadan* iborat bo'lgan sovutish agentlarining $p - v$ (bosim – solishtirma hajm) va $T - s$ (harorat – solishtirma entropiya) holat diagrammalari, hamda ulardagi kritik nuqta sxematik tarzda ko'rsatilgan. Bu diagrammalarda kritik nuqta K harfi bilan belgilangan. 12– rasmdan ko'rinib turibdiki, suyuqlik – bug' chegarasi oxirgi nuqta bo'lgan kritik nuqtada (K), ya'ni *kritik harorat* T_k va

kritik bosim p_k da tugaydi. Kritik nuqtaga yaqin joyda suyuqlik va bug'ning fizik xossalari keskin o'zgaradi, ikkala faza ham o'xshash bo'ladi. Masalan, normal sharoitda suyuq suv deyarli siqilmaydi, past issiqlik kengayish koeffitsiyentiga ega, yuqori dielektrik o'tkazuvchanlikka ega va elektrolitlar uchun ajoyib erituvchidir. Kritik nuqtaga yaqin joyda bu xususiyatlarning barchasi teskarisiga o'zgaradi: suv siqiladigan, kengayadigan, yomon dielektrik, elektrolitlar uchun yomon erituvchi bo'lib, qutbsiz gazlar va organik molekulalar bilan aralashtirishni afzal ko'radi.

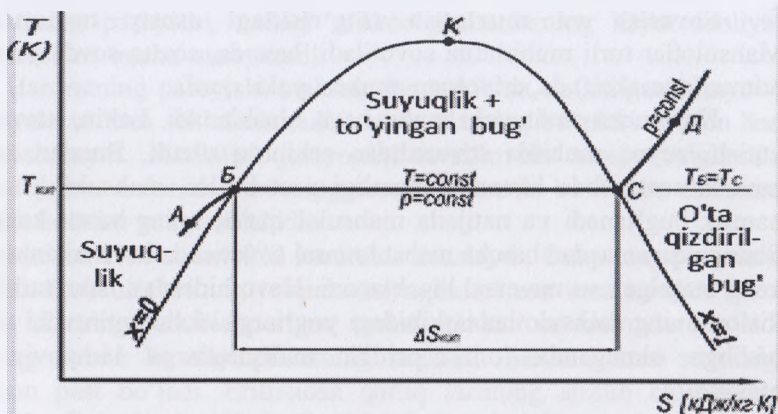
11-rasmda $T=const$ izotermalari ko'rsatilgan bo'lib, tabiiyki ulardan faqat birida, ya'ni $T_k = const$ izotermasida kritik holat nuqtasi K mavjud bo'ladi. Bu izoterma rasmda qizil rangda chizilgan. Shunga ko'ra ko'k rangli izotermalar kritik haroratdan past haroratlarga tegishli izotermalardan, havorang izotermalar esa kritik haroratdan yuqori haroratlarga tegishli izotermalardan iborat. F nuqta suyuqlikning qaynash nuqtasi bo'lib, F nuqtadan chapda normal suyuqlik sohasi joylashgan, FG to'g'ri chiziq esa ikki fazali soha ichidagi suyuqlik va bug' fazalarining muvozanati izotermasi (12-rasmdagi BC izoterma) dan iborat. G nuqta shudring nuqtasi bo'lib, G nuqtadan o'ngda normal gaz (bug') sohasi joylashgan.

3-jadvalda ayrim moddalarning va sovutish agentlarining kritik nuqtasi uchun holat parametrlari keltirilgan.

Shunday qilib, kritik nuqta va kritik harorat tushunchalarining fizik mohiyati, shuningdek sovutish agentlarining 11-rasmdagi $p - v$ va 12-rasmdagi $T - s$ holat diagrammalarini tahlil qilish shuni ko'r-



11-rasm. $p - v$ diagrammada $T = const$ izotermalari va kritik nuqta



12 – rasm. $T-s$ holat diagrammasida kritik nuqta

3 – jadval

Ayrim moddalar uchun suyuqlik – bug'ning kritik harorati va bosimi

Modda	Kritik harorat	Kritik bosim (absolyut qiymat)
Suv (H_2O)	373.946 °C (647.096 K)	217.7 atm (22,060 kPa)
Ammiak (NH_3)	132.4 °C (405.5 K)	111.3 atm (11,280 kPa)
R-134a	101.06 °C (374.21 K)	40.06 atm (4,059 kPa)
R-410a	72.8 °C (345.9 K)	47.08 atm (4,770 kPa)
Brom	310.8 °C (584.0 K)	102 atm (10,300 kPa)
Xlor	143.8 °C (416.9 K)	76.0 atm (7,700 kPa)
Ftor	-128.85 °C (144.30 K)	51.5 atm (5,220 kPa)
Vodorod	-239.95 °C (33.20 K)	12.8 atm (1,300 kPa)
Metan (CH_4)	-82.3 °C (190.8 K)	45.79 atm (4,640 kPa)
Azot	-146.9 °C (126.2 K)	33.5 atm (3,390 kPa)
Kislorod	-118.6 °C (154.6 K)	49.8 atm (5,050 kPa)
Uglerod dioksid (CO_2)	31.04 °C (304.19 K)	72.8 atm (7,380 kPa)

satadiki, 3–rasmda tasvirlangan bug'–kompressorli sovutish mashinasining 5–rasmdagi termodinamik siklini amalga oshirish uchun, sovutish agentining eng yuqori ishchi harorati, xususan uning kondensatordagi harorati kritik haroratdan ancha past darajada bo'lishi lozim ekan. Sovutish mashinasining loyihalaniishi va ishlashida ushbu shartdan kelib chiqqan holda sovutish agentining ishchi parametrlari: harorati hamda bosimining qiymatlari tanlanadi. Bu shartning bajarilishi ham ilmiy yondashuvga asoslanib yechiladi.

Sovutish va muzlatish to'g'risidagi asosiy tushunchalar. Mahsulotlar turli muhitlarda sovutiladi: havoda, sovuq suvda yoki tuzli eritma (namakob) da, eriyotgan muzda yoki qorda.

Ko'pincha sovutuvchi muhit havo hisoblanadi. Lekin, havoda sovutish, suyuq muhitda sovutishdan sekinroq o'tadi. Bundan tashqari havoda sovutishda havoning namligi past bo'lsa, mahsulot yuzasidan namlik bug'lanadi va natijada mahsulot qurib, uning vazni kamayadi. Shunga qaramasdan barcha mahsulotlarni sovutishda havo bilan sovutish keng tarqalgan va universal hisoblanadi. Havo hidsiz va havo tarkibidagi kislorodning mahsulotlar tarkibidagi yog'larga oksidlantiruvchi ta'sirini hisobga olmaganda, u ko'pchilik mahsulotlarga kimyoviy ta'sir etmaydi.

Havoda sovutishni tezlashtirish maqsadida turli usullar qo'llaniladi. Birinchi navbatda havoning harakat tezligini oshiradilar va havo bilan sovutiladigan mahsulot o'rtasidagi haroratlar farqini oshiradilar.

Go'sht va go'sht mahsulotlari, parranda go'shti, tuxum, yog' va sut mahsulotlari, mevalar, sabzavotlar, rezavor mevalar, qandolat mahsulotlari, pazandalik mahsulotlari va boshqa mahsulotlar havoda sovutiladi.

Mahsulotlar tuzli eritmada (namakobda) sovutilganda ular eritma ichiga solinadi. Ko'pincha sovutishdan oldin mahsulotni namlik o'tkazmaydigan qobiqlar bilan o'raydilar. Bunday sovutish kontaktli usul deyiladi. Suyuq muhitlarda sovutish, havoda sovutishga nisbatan tezroq bo'radi. Chunki suyuq muhitda issiqlik uzatish koeffitsiyenti yuqori bo'lganligi sababli texnologik jarayon tezlashadi, lekin bunda jarayonni amalga oshirish oz bo'lsada murakkablashadi.

Amaliyotda suyuq muhitda sovutishni qo'llash chegaralangan. Keyingi yillarda parranda go'shtlarini sovutish uchun sovuq (muzli) suv ishlatilmayapti. Eriyotgan muz suvi baliq, ba'zi sabzavot va ko'katlarni sovutishda ishlatilmoqda.

Oziq-ovqat va qishloq xo'jalik mahsulotlarining haroratini krioskopik haroratdan past darajagacha tushirish natijasida mahsulot tarkibidagi suvning muzga aylanish jarayoni muzlatish jarayoni deb ataladi. Mahsulotlarni muzlatishdan maqsad ularning tarkibidagi foydali sifat xususiyatlarini va miqdoriy ko'rsatkichlarini saqlashdir. Mahsulotlarni muzlatish jarayoni natijasida ularda boradigan fizikaviy, biokimyoviy va mikrobiologik o'zgarishlar minimal darajaga tushadi. Bu esa mahsulot tarkibidagi suvning asosiy qismining muzga aylanishi tufayli ro'yobga chiqadi. Mahsulot to'qimasidagi suv va suyuqlik

haroratining pasayishi, undagi mikroorganizmlarning hayot faoliyati rivojlanishini ancha susaytiradi.

Haroratning pasayishi mahsulotlar tarkibida bo'ladigan kimyoviy reaksiyalarni ham sekinlashtiradi, ammo ularning ba'zilari shunda ham sekinlashmaydi. Muzlatish jarayonini tavsiflovchi asosiy belgilardan biri – to'qima tarkibidagi suvning muzga aylanishi bo'lib, bu esa uning normal holatini o'zgartirishidir.

Ma'lumki toza suv 0°C haroratda muzlaydi. Oziq-ovqat va chorvachilik mahsulotlarining to'qima suyuqliklari esa toza suvdan iborat emas. Ularning tarkibida erigan tuzlar, shakar va kislotalar bo'ladi. Shuning uchun bu suyuqliklarning muzlash harorati toza suvnikiga nisbatan past bo'ladi. Eritmadan qattiq fazaning ajralib chiqishidagi harorati *muzlash nuqtasi* deyiladi.

To'qima suyuqligi tarkibida erigan moddalar miqdori qancha ko'p bo'lsa, uning muzlashi ham shunchalik past haroratda sodir bo'ladi. Masalan, tarkibida shirinlik miqdori yuqori bo'lgan ba'zi uzumlarining muzlash nuqtasi -5°C gacha yetadi. Mahsulotning suvsizlanishidan uning tarkibidagi moddalarning hammasi qotishi tufayli hosil bo'lgan massa *evtektik massa*, bu jarayon sodir bo'luvchi harorat *evtektik harorat*, eritmalarining bunday konsentratsiyasi esa *evtektik konsentratsiya* deyiladi. Mahsulotlarning evtektik harorati eng past harorat bo'lib hisoblanadi, bu harorat krioskopik nuqta haroratidan ham past bo'ladi (10-rasmga qarang). Lekin, har xil moddalar uchun bu harorat bir xil emas, masalan: osh tuzi uchun -21°C , kalsiy xlorid uchun esa -55°C . Oziq-ovqat to'qima suyuqliklarining evtektik harorati -60°C atrofida bo'ladi. Mahsulot tarkibidagi suvning muzga aylangan qismi *muzlatilgan suv* deb ataladi. Uning miqdori muayyan haroratdagi suvning muzga aylangan qismining to'liq suyuqlik miqdoriga bo'lgan nisbati kabi aniqlanadi.

Go'sht, parranda, baliq va tuxum tarkibidagi suvning to'rtidan uch qismining qotish harorati -4°C dan boshlanadi. Sabzavotlar va kartoshkada esa bu haroratda suv miqdorining yarmi qota boshlaydi. Haroratning yanada pasaya borishi natijasida muzlashi kerak bo'lgan suv miqdori tezda kamayadi.

Mahsulotlarni muzlatishda fazaviy o'zgarishlar sodir bo'lishi natijasida ularning issiqlik fizikaviy xususiyatlari ham o'zgaradi, chunki suv va muzning xususiyatlari bir-biridan farq qiladi. Mahsulotlar tarkibidagi quruq moddalarning muzlash jarayonidagi o'zgarishlari sezilarsiz bo'lgani uchun uni o'zgarmas deb hisoblash mumkin. Shuning

uchun mahsulotlarning issiqlik–fizikaviy xususiyatlarining o‘zgarishiga asosiy va yagona sabab, ularning tarkibidagi suvning muzga aylanishidir.

Nazorat savollari

1. Oziq–ovqat va chorvachilik mahsulotlarining sovutish uskunalari va texnologiyasi nuqtai-nazaridan o‘ziga xos xususiyatlari nimadan iborat ?
2. Qanday faktorlar mahsulotlarning buzilishiga olib keladi ?
3. Oziq–ovqat mahsulotlariga mikroorganizmlar va to‘qima fermentlarining ta’sirida qanday o‘zgarishlar sodir bo‘ladi ?
4. Sovutish texnologiyasining mohiyati nimada ?
5. Xom ashyo va tayyor oziq–ovqat mahsulotlarining asosiy tarkibiy qismi nima va uning qanday xususiyatlarini bilasiz ?
6. Mahsulotning tarkibiy qismlari bilan to‘qima namligining orasidagi bog‘lanishning qanday shakllarini bilasiz ?
7. Krioskopik harorat tushunchasi to‘g‘risida nimalarni bilasiz ?
8. Krioskopik nuqta nima va krioskopik haroratdan farq qiladimi ?
9. Kritik harorat va kritik nuqta tushunchalarini yoritib bering .
10. Kritik nuqta (holat) parametrlari (kritik harorat, kritik bosim) bizga amalda qanday maqsadlarda kerak ?
11. Mahsulotlar qanday muhitlarda sovutiladi ?
12. Oziq–ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berish va sovutgichlarda saqlash haroratining qiymatlarini tanlashda qanday omillarni hisobga olish lozim ?
13. Muzlash nuqtasi, evtektik massa, evtektik harorat va evtektik konsentratsiya tushunchalarini yoritib bering.

4. Sovutish qurilmalarining ishchi sikllari va ularning tahlili

Tayanch iboralar:

Havoli sovutish, bug‘–kompressorli sovutish, absorbtsiyali sovutish qurilmasi, bug‘–ejektorli sovutish, issiqlik nasoslari, issiqlik almashinuvi, issiqlik o‘tkazuvchanlik, konvektsiya, nurlanish, ischi sikl, Karno sikli, sovutish sikli, holat diagrammasi, sovutish koeffitsiyenti, $P - V$, $T - S$, $i - \lg P$ diagrammalari.

Sovutish qurilmalarining turlari va tuzilishi. Jismlarni atrof-muhit haroratidan past haroratgacha sovutish issiqlik qurilmalari sikliga teskari bo'lgan sikl bo'yicha ishlaydigan sovutish qurilmalari yordamida amalga oshiriladi. Siqish ishi kengayish ishidan ortiq bo'lgan va keltirilgan ish hisobiga issiqlik past haroratli manbadan yuqori haroratli manbaga uzatiladigan sikl *teskari sikl* deb ataladi.

Past haroratlar turli usullar bilan hosil qilinadi. Ba'zi moddalarda fazaviy o'tish (erish, bug'lanish, sublimatsiya) paytida past haroratlarda ham ko'p miqdorda issiqlik o'tadi. Bu esa ulardan sovuqlik olish uchun foydalanish imkonini beradi.

Muzli eritma usulidan $t > 0^{\circ}\text{C}$ haroratda sovutishda foydalaniladi. Yana ham pastroq haroratlar olish uchun muz yoki qorga tuz qo'shiladi. Masalan, muz bilan natriy xlor aralashmasi ($-21,2^{\circ}\text{C}$ gacha) va muz bilan kaltsiy xlor aralashmasi (-55°C gacha) sovutish uchun keng qo'llanilmoqda. Ma'lumki, bug' hosil bo'lishi jarayoni suyuqlikka issiqlik keltirilganda ro'y beradi. Sovutish uchun atmosfera bosimida *qaynash harorati past*, qaynash va bug' hosil qilish issiqligi esa yuqori bo'lgan suyuqliklardan foydalaniladi. Suyuqlikning bug'lanish jarayoni bug'li sovutish mashinalarida keng qo'llaniladi.

Moddalarning qattiq holatdan suyuq holatga o'tmasdan gaz holatiga o'tishi *sublimatsiya* deyiladi. Sovutish uchun sublimatsiyalanadigan qattiq CO_2 , ya'ni «quruq muz» qo'llaniladi. Quruq muzning sublimatsiya harorati p_{atm} da $-78,9^{\circ}\text{C}$ ga teng.

Ma'lumki, siqilgan gaz *adiabatik kengayganda* uning harorati pasayadi, chunki tashqi ish ichki energiyaning kamayishi hisobiga bajariladi. Bunday past haroratlar olish usuli havoli sovutish mashinalarida qo'llaniladi. Real gazlar *drossellanganda* harorati pasayadi (Joul – Tomson effekti). Ushbu usul ham past haroratlar olishda keng qo'llanilib kelmoqda.

Yuqorida keltirilgan usullardan tashqari frantsuz muhandisi ixtiro qilgan «uyurmali ta'sir» va Palptole ixtiro qilgan termoelektrik sovutish usullari ham sovutish texnikasida qo'llanilib kelinmoqda.

Havoli sovutish qurilmasining ishchi sikli va uning $p - v$ hamda $T - S$ diagrammalari asosidagi tahlili. Havoli sovutish qurilmasi amalda ishlaydigan gazli sovutish qurilmasi turlaridan eng birinchisi bo'lgan. Bunday qurilmani amerikalik muhandis Garri 1845 yili ixtiro qilgan. Havoli sovutish qurilmasining sxemasi 13-rasmda ko'rsatilgan. Havo detander 1 da p_1 bosimdan p_2 bosimgacha kengayib

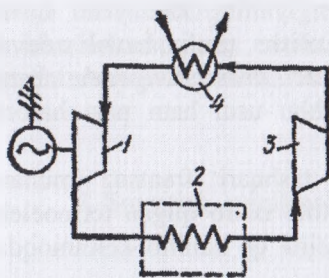
ish bajaradi; bu ishni detander tashqi iste'molchiga (masalan, elektr generatoriga) beradi. Detanderda adiabatik kengayish natijasida T_3 harorati T_4 haroratgacha ($\approx -60^\circ\text{C}$) sovutilgan havo sovutish xonasi 2 ga kirib, unda issiqlik berish jarayoni o'zgaras havo bosimida ($p_2 = \text{const}$) sodir bo'ladi. Havo sovutiladigan xonadan chiqqanidan keyin kompressor 3 ga yuboriladi, bu yerda havo bosimi p_2 dan p_1 gacha oshiriladi (bunda havo harorati T_1 dan T_2 gacha ortadi). Kompressorda siqilgan havo sovutgich 4 ga kiradi. Sovutgich issiqlik almashtirgich bo'lib, unda sovutuvchi suvga issiqlik berilishi natijasida havoning harorati pasayadi. Sovutgichda jarayon o'zgaras havo bosimida ($p_1 = \text{const}$) sodir bo'ladi.

Havoli sovutish qurilmasi siklining p-v va T-s diagrammalari dagi tasviri 14- va 15-rasmlarda keltirilgan. Bu yerda 1-2 - kompressorda siqish jarayoni; 2-3 - havoning sovutgichda izobarik sovutilish jarayoni; 3-4 - havoning detanderda adiabatik kengayishi; 4-1 - sovutiladigan xonadan (masalan mahsulotlardan) izobarik issiqlik olinishi jarayoni. Bu diagrammada 1-2-3 - siqish chizig'i, 3-4-1 - kengayish chizig'i. 15-rasmdagi T-s diagrammada siklda sarflangan l ish 1-2-3-4-1 - yuza bilan tasvirlanadi. Siklni amalga oshirish uchun sarflangan ish q_1 va q_2 issiqliklar farqiga teng.

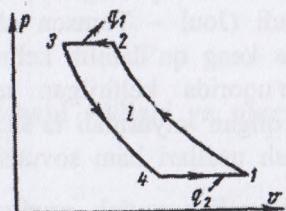
Issiqlik sig'imini o'zgaras deb hisoblab, quyidagiga ega bo'lamiz.

$$q_1 = C_p(T_2 - T_3), \quad q_2 = C_p(T_1 - T_4), \quad (4.1)$$

$$l = q_1 - q_2 = C_p(T_2 - T_3) - C_p(T_1 - T_4) \quad (4.2)$$

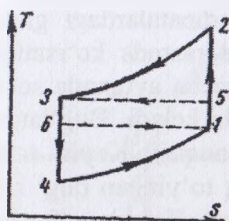


13- rasm. Havoli sovutish qurilmasining sxemasi



14 - rasm. p - v diagramma

U holda siklning sovutish koeffitsiyenti quyidagiga teng bo'ladi :



15-rasm. T-s diagramma

$$\varepsilon = \frac{q}{l} = \frac{T_1 - T_4}{(T_2 - T_3) - (T_1 - T_4)} = \frac{1}{[(T_2 - T_3)/(T_1 - T_4)] - 1} \quad (4.3)$$

1-2 va 3-4 adiabatik jarayonlardan

$$T_2/T_1 = (P_2 - P_1)^{(X-1)/X} \quad \text{va} \quad T_3/T_4 = (P_3 - P_4)^{(X-1)/X} \quad (4.4)$$

biroq $P_2 = P_3$ va $P_1 = P_4$, shuning uchun $T_2/T_1 = T_3/T_4$ (4.5)

yoki $(T_2 - T_3)/(T_1 - T_4) = T_2/T_1 = T_3/T_4$ (4.6)

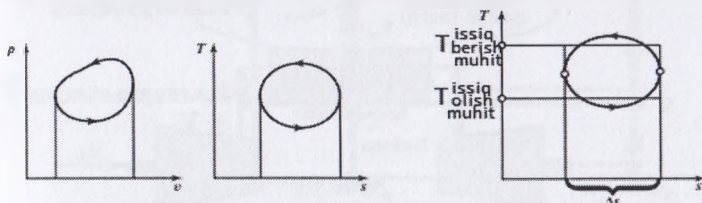
bo'ladi. Shunday qilib $\varepsilon = \frac{1}{(T_2/T_1) - 1} = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$ (4.7)

bunda T_1 - sovutiladigan xona harorati yoki kompressoraga so'rilayotgan havo harorati, K; T_2 - siqilgan havo harorati, K.

Bug'-kompressorli sovutish qurilmalari nazariy ishchi siklining negizi. Karnoning teskari (sovutish) sikli.

Sovituvchi modda sifatida biror suyuqlikning, ya'ni atmosfera bosimida qaynash harorati $t \leq 0^\circ\text{C}$ bo'lgan suyuqlikning nam bug'idan foydalanilsa, sovutish qurilmasida issiqlik berish va olishni izotermalar bo'yicha amalga oshirish mumkin. Bu ma'noda mazkur sikl **Karno sikliga** yaqinlashadi va shu sababli bunday qurilmaning samaradorligi eng yuqori va ular eng ko'p tarqalgandir.

Karno sikli mantiqan ustuvor va mazmunan sodda bo'lib, u ikkita izoterma va ikkita adiabatadan tashkil topgan (16- va 19-rasmlar).



16-rasm. Teskari Karno siklining paydo bo'lishi asoslari

Amaliy hisoblashlarning mantiqan oddiydan murakkabga o'tishini tushunib olish uchun avvalambor bug'-kompressorli sovutish uskunasi teskari nazariy Karno siklining qo'llanilishi imkoniyatini ko'rib chiqamiz. Bunday qurilmaning tuzilish sxemasi 17-rasmda,

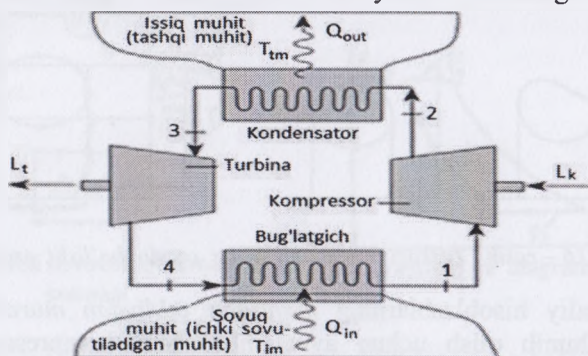
unga tegishli sovutish agentining $T - s$ koordinatalardagi grafigida yasalgan ishchi siklning holat diagrammasi 18-rasmda ko'rsatilgan.

Ishchi jism – sovutish agenti (yoki boshqacha aytganda sovuqlik tashuvchi modda) bug'latgich ichiga (4) holatda keladi. Bug'latgichda sovutish agentining bir qismi bug'lanadi (1–nuqta). Keyin sovutish agenti kompressorda adiabatik jarayonda quruq to'yingan bug' holatiga siqiladi (2–nuqta). Bunda uning harorati T_{im} dan T_{tm} gacha ko'tariladi. Diagrammaning 2 – 3 uchastkasida sovutish agenti izobarik–izotermik jarayonda kondensatsiyalanadi. Shundan so'ng sovutish agenti turbina orqali o'tadi va unda adiabatik tarzda kengayadi. Shu bilan ishchi sikl tutashadi (4–nuqta).

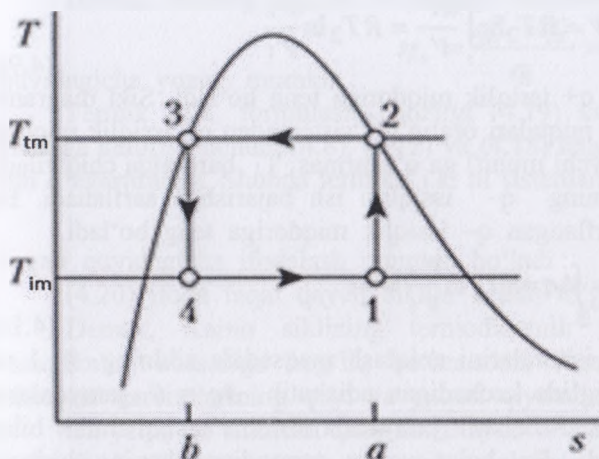
Sistemada, undagi T_2 harorat isitgich (issiqlik manbai, bizning holda sovutiladigan mahsulotlar, kamera havosi) dan q_1 (17-rasmda Q_{in}) issiqlik miqdori uzluksiz keltirilib turishi hisobiga o'zgarmas saqlanadi. Sistemadagi kechadigan jarayon o'zgarmas ($T_2 = \text{const}$) haroratda sodir bo'ladi. Qoldiq (ish bajarmagan) issiqlik miqdori q_2 (17-rasmda Q_{out}) sistemadan uzluksiz ravishda tashqi muhit – sovitgichga (bizning holda kondensatorni sovituvchi suv yoki havoga) chiqariladi. q_2 issiqlik miqdori ham $T_1 = \text{const}$ haroratda uzatiladi. Shuning uchun q_1 ning ishorasi musbat, q_2 niki esa manfiy deb qabul qilinadi.

Sistema holati keskin o'zgarganida (gaz kengayganida yoki siqilganida), u tashqi muhitdan mutlaqo izolyatsiyalangan, ya'ni $dq = 0$ bo'lishi shart. Shu shart bajarilsa, sistemada kechadigan jarayon adiabatik bo'ladi.

Karno siklining diagrammasi 19-rasmda tasvirlangan. Fransuz injeneri Karno Nikola Leonar Sadi 1824 yilda "Olovning harakatlan-



17 - rasm. Teskari nazariy Karno tsikliga asoslanib ishlovchi sovutish qurilmasining sxemasi



18 - rasm. 17-rasmdagi qurilma siklining $T - s$ diagrammasi

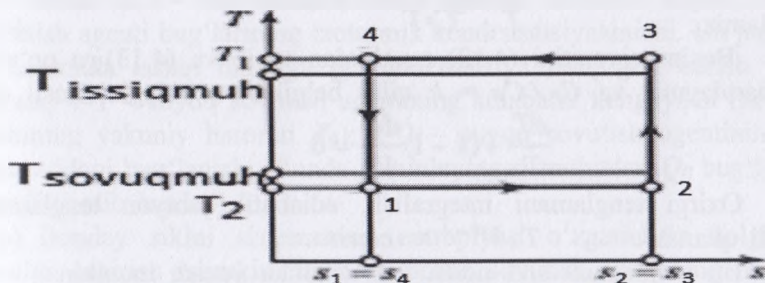
tiruvchi kuchi haqida mulohazalar” asarida issiqlik va ishning o‘zaro bir-biriga o‘zgarishi to‘g‘risidagi masala yechimini to‘g‘ri topgan. Hozirgi kunda ham bu yechim natijasi o‘z kuchini yo‘qotgan emas.

Termodinamika fani qonuniyatlariga ko‘ra, 19-rasmdagi diagrammadan ma‘lumki, 1 va 2 nuqtalar oralig‘ida sistemaga keltirilgan

$$q_1 = \int_1^2 \delta q = \int_1^2 \Delta U + \int_1^2 P \cdot dV = R T_2 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (4.8)$$

issiqlik miqdori

bo‘lsada, sistema sifatida ideal gaz olinganda, uning izotermik jara-



19 - rasm. Teskari Karno tsikli

yonda ichki energiyasining o‘zgarishi $du = u_1 - u_2 = 0$ bo‘ladi. Shuni e‘tiborga olib, gazning bajargan ishi

$$A_1 = \int_1^2 P \cdot dV = RT_2 \ln \int_1^2 \frac{dV}{V} = RT_2 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (4.9)$$

sistemaga kiritilgan q+ issiqlik miqdoriga teng bo'ladi. Sikl diagrammasining 3 va 4 nuqtalari oralig'ida sistemadan q- issiqlik miqdori tashqi muhit (sovituvchi muhit) ga o'zgaras T₁ haroratda chiqariladi. Bu holatda sistemaning q- issiqligi ish bajarishga sarflanadi. Bu ishning kattaligi sarflangan q- issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.

$$Q_2 = \int_3^4 q = RT_1 \ln \frac{V_4}{V_3} = A_2 \quad (4.10)$$

Bajarilgan ish ishoralarini aniqlash maqsadida siklning 4, 1 va 2, 3 nuqtalari oralig'ida kechadigan adiabatik $\Delta q = 0$ jarayonlarni ham qarab chiqamiz. Adiabatik jarayonda sistema tashqi muhit bilan issiqlik almashmaydi. Bu holat uchun termodinamikaning birinchi qonuni ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

$$C_V \cdot dT + P \cdot dV = 0 \quad (4.11)$$

Ishchi modda sifatida ideal gaz olinib, shu gaz adiabatik siqilsa (2 – 3 nuqta), uning ichki energiyasi va absolyut harorati ortadi.

Ideal gazning holat tenglamasidan T ni topamiz:

$$T = \frac{PV}{R} = \frac{PV}{C_P - C_V} \quad (4.12)$$

Soddalashtirish uchun (4.11) tenglikni hadma-had $C_V \cdot T$ ga

$$\frac{dT}{T} + \frac{P}{C_V T} dV = 0$$

bo'lamiz:

$$(4.13)$$

Bosim qiymatini (4.12) tenglikdan topib va (4.13) ga qo'yib, ixchamlaymiz va $C_P / C_V = k$ qilib belgilab, quyidagini hosil qila-

$$\frac{dT}{T} + (k - 1) \frac{dV}{V} = 0$$

miz:

$$(4.14)$$

Oxirgi tenglamani integrallab, adiabatik jarayon tenglamasini hosil qilamiz:

$$T \cdot V^{k-1} = \text{const} \quad (4.15)$$

Bu tenglamani sikl uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$T_2 V_2^{k-1} = T_1 V_3^{k-1}; \quad T_2 V_1^{k-1} = T_1 V_4^{k-1} \quad (4.16)$$

(4.16) tenglamani hadma – had bo'lib, quyidagi tengliklarni olamiz:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4} \quad (4.17) \quad \ln \frac{V_2}{V_1} = \ln \frac{V_3}{V_4} \quad (4.18)$$

Demak, siklning f.i.k. ni yuqoridagi tenglamalardan foydalanib,

$$\eta_s = \frac{q_1^* - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad (4.19)$$

quyidagicha yozish mumkin:
Termik f.i.k. formulasini hozirgi (4.19) ko'rinishdan oddiyroq shaklga keltirish uchun, (4.8), (4.12) va (4.18) tenglamalarga asoslanib, uni o'zgartiramiz. Shunda termik f.i.k. ni sistemaning absolyut harorati

$$\eta_s = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (4.20)$$

orqali quyidagicha ifodalash mumkin bo'ladi:

(4.20) ifoda faqat qaytar sikllar uchun to'g'ri.

Demak, Karno siklining termodinamik f.i.k. ishlatilayotgan issiqlikning xossasiga bog'liq bo'lmasdan, faqat issiqlik manbalari absolyut haroratlarining quyi va yuqori qiymatlariga bog'liqdir.

Bu yerda qo'shimcha qilib shuni aytib o'tish lozimki, termodinamika fani ta'limotiga ko'ra sovuqlik manbaining sovug'isiz ishlovchi issiqlik dvigateli, ya'ni issiq manbadan olingan hamma issiqlikni ishga aylantiruvchi dvigatel' ikkinchi turdagi abadiy dvigatel' deb ataladi.

Shunday qilib, yuqoridagi tenglamalarga asoslanib, *termodinamikaning 2 – qonuni quyidagicha ta'riflanadi*: "ikkinchi turdagi abadiy dvigatel' yaratish mumkin emas".

Sovutish mashinalarining sovutish koeffitsiyenti va sovuqlik unumdorligi. Sovutish mashinasi issiqlik mashinasidan farqli ravishda teskari sikl bo'yicha ishlaydi. Bu sikl (20–rasm) quyidagi jarayonlardan iborat: 2–3 – bug'simon sovutish agentini adiabatik siqish; 3–4 – sovutish agenti bug'larining izotermik kondensatsiyalanishi. Bu jarayon T haroratda tashqi muhitga Q kondensatsiya issiqligini berish bilan boradi; 4–1 – suyuq sovutish agentining adiabatik kengayishi (kengayishining yakuniy harorati T_0); 1–2 – suyuq sovutish agentining T_0 haroratidagi bug'lanishi. Bunda sovutilayotgan muhitdan Q_0 bug'lanish issiqligi olib ketiladi.

Bunday siklni sistemaning entropiyasi o'zgarishsiz qolganida amalga oshirish mumkin. Shuning uchun sovutish agentining bug'lanishida sovutilayotgan muhit entropiyasi siqishda Q_0 / T_0 miqdorga kamaysa, issiqligi hamda sovutish agentini siqishda sarflangan L_k ishga ekvivalent issiqligini o'ziga olayotgan issiqroq muhit (masalan, suv) ning entropiyasi ham shunday darajada ortishi kerak. Natijada issiqroq muhit entropiyasining ortishi quyidagicha bo'ladi:

$$(Q_0 + L_k) / T \quad (4.21)$$

Energetik balansga muvofiq :
$$\frac{Q_0}{T_0} = \frac{Q_0 + L_k}{T} \quad (4.22)$$
 bundan , Karno teskari sikli bo'yicha ishlayotgan sovutish qurilmasida

sarflangan ish
$$L_k = Q_0 \left(\frac{T - T_0}{T_0} \right) \quad (4.23)$$



20-rasm . Karnoning teskari (sovutish) tsikli

Sovutish agenti tomonidan $T_0 < T$ haroratda sovutilayotgan muhitdan olib ketilayotgan Q_0 issiqligi siklning yoki sovutish qurilmasining **sovuqlik unumdorligini** belgilaydi. T - S diagrammada (20-rasmga qarang) sovuqlik unumdorligi 1-2-6-5 yuza orqali ko'rsatilgan, 3-4-5-6 yuza esa issiqroq muhitga berilayotgan issiqlikka ekvivalent. 3-4-5-6 va 1-2-6-5 yuzalarning ayirmasi sarf etilgan ish L_k ni beradi (1-2-3-4 yuza).

Shunday qilib , Karno teskari sikli misolida har qanday sovutish mashinasining energetik balansini ko'rsatish mumkin :

$$Q_0 + L = Q \quad (4.24)$$

bunda L – haqiqiy siklning ishi.

Sovutish sikllarining termodinamik samaradorligini **sovutish ko'effitsiyenti** ε ifodalaydi. Sovutish ko'effitsiyenti sovuqlik unumdorligi Q_0 ning sarflangan ish L ga nisbati orqali topiladi :

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{L} = \frac{Q_0}{Q - Q_0} \quad (4.25)$$

Bu ko'effitsiyent sarflangan birlik ishga nisbatan sovutish agenti olgan sovuqlik unumdorligini ko'rsatadi.

T - S diagrammaga ko'ra, $Q_0 = T_0 (S_2 - S_1)$ va $Q = T (S_2 - S_1)$. Q_0 va Q larni (4.25) formulaga qo'yib, Karno sikli uchun quyidagini

olamiz :

$$\varepsilon_k = \frac{Q_c}{Q - Q_0} = \frac{T_c(S_2 - S_1)}{T(S_2 - S_1) - T_c(S_2 - S_1)} = \frac{T_c}{T - T_c} \quad (4.26)$$

Sovutish ko'effitsiyenti sun'iy sovuqlik olish uchun mexanik ishdan foydalanish darajasini ko'rsatadi va (4.26) formuladan ko'rinib turganidek, sovutish agentining xususiyatlari hamda sovutish qurilmasining ishlash sxemasiga bog'liq emas, balki T_0 va T haroratlarning funksiyasidir. Bunda T va T_0 haroratlari farqi qanchalik kichik bo'lsa, sovutish ko'effitsiyenti shunchalik katta bo'ladi.

Sovutish ko'effitsiyentini sovutish mashinasining foydali ish ko'effitsiyenti sifatida qabul qilib bo'lmaydi. Foydali ish ko'effitsiyenti issiqlikning ishga aylanishi mumkin bo'lgan qismini tavsiflaydi, shuning uchun u doim birdan kichik bo'ladi. Yuqoridagi holatda esa sarflanayotgan ish issiqlikka aylanmaydi, balki past haroratli muhitdan yuqori haroratli muhitga issiqlikni o'tkazish (ko'tarish) da vositachi vazifasini bajaradi. Shuning uchun ko'pincha Q_0 miqdor ish L dan katta, natijada $\varepsilon > 1$. (4.23) va (4.26) formulalarga muvofiq, T_0 haroratning pasayishi sarflanayotgan ishning keskin ortishiga olib keladi, natijada olinayotgan sovuqlikning ham narxi ortadi. Boshqa tomondan qaralganda, bu haroratning pasayishi (4.20) ga ko'ra termodinamik foydali ish ko'effitsiyentining ham kamayishiga olib keladi. Bu ko'effitsiyent η haqiqiy siklning sovutish ko'effitsiyenti ε ning Karno sikli

$$\eta = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_k} \quad (4.27)$$

sovutish ko'effitsiyenti ε_k ga nisbati bilan aniqlanadi :

η ning pasayishi haqiqiy jarayonlarda T_0 harorat kamayganda sovuqlikning qaytmas yo'qotilishlarining ortishi bilan tushuntiriladi.

Sovutish mashinalarining sovutish ko'effitsiyenti va sovuqlik unumdorligidan iborat bo'lgan parametrlarining tahlili bizga havoli sovutish qurilmasi va bug'-kompressorli sovutish qurilmasini o'zaro taqqoslash imkonini beradi. Demak, tashqi ko'rinishidan (4.7) tenglama Karno qaytar siklining sovutish ko'effitsiyenti tenglamasi (4.26) ga mos keladi. Lekin bu o'xshashlik faqat chetdan shunday ko'rinadi.

Haroratning havoli sovutish mashinasida amalda bo'ladigan bir xil oralig'ining o'zida amalga oshiriladigan qaytar Karno sikli uchun (bu sikl 15-rasmga ko'ra 1-5-3-6-1 nuqtalari bilan belgilanadi) sovutish ko'effitsiyentini aniqlaymiz.

$$\varepsilon_K = \frac{Q_0}{L} = \frac{Q_0}{Q - Q_0} = \frac{T_0}{T - T_0}, \quad (4.28)$$

lekin 15-rasmga ko'ra $T_0 = T_1$ va $T = T_3$ bo'lishini e'tiborga olsak, Karno sikli uchun $\varepsilon_K = \frac{T_1}{T_3 - T_1}$, havoli sovutish mashinasi sikli uchun esa $\varepsilon_H = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$ ni hosil qilamiz. Bunda $T_3 < T_2$ bo'lganligi sababli, $T_3 - T_1 < T_2 - T_1$ va natijada $\varepsilon_K > \varepsilon_H$ bo'lib chiqadi.

Bu esa bir xil sharoitlarda havoli sovutish qurilmasining samaradorligi bug'—kompressorli mashinanikidan past ekanligini isbotlaydi.

Bug'—kompressorli sovutish qurilmasining haqiqiy ishchi sikllari, ularning T – S diagrammada ko'rinishi. Sovituvchi modda sifatida biror suyuqlikning, ya'ni atmosfera bosimida qaynash harorati $t < 0^\circ\text{C}$ bo'lgan suyuqlikning nam bug'idan foydalanilsa, sovutish qurilmasida issiqlik berish va olishni izotermalar bo'yicha amalga oshirish mumkin. Bu ma'noda mazkur sikl Karno sikliga yaqinlashadi va shu sababli bunday qurilmaning samaradorligi eng yuqori bo'lib, ular eng ko'p tarqalgan.

Efir bug'lari bilan ishlaydigan bug'—kompressorli sovutish qurilmalari dastavval 1834 yildayoq yaratilgan edi. So'ngra bu xil qurilmalarda sovituvchi modda sifatida metil efiri va sul'fat anhidrididan foydalaniladigan bo'ldi. Nemis muhandisi K.Linda 1874 yilda ammiakli, 1881 yilda karbonat anhidridli bug'—kompressorli qurilma yaratdi. XX asrning 30–yillarida bunday qurilmalarda freonlar sovituvchi modda sifatida ishlatila boshlandi. Shu vaqtlargacha bunday qurilmalarda porshenli kompressorlar ishlatishdi, so'ngra rotatsion, vintli va turbokompressorlarni ishlatish boshlandi.

Nazariy siklda barcha jarayonlar qaytar jarayonlar deb hisoblanganligi uchun T – s diagrammadagi shakllarning yuzasini uzatilgan issiqlik miqdoridan iborat deb hisoblash mumkin. Xususan, 18-rasmdagi siklda 1–a–b–4–1 shaklning yuzasi ishchi jismning birlik massasiga to'g'ri keluvchi sovutiladigan hajmdan sovutish agentiga berilgan issiqlik miqdorini xarakterlaydi. 2–a–b–3–2 shaklning yuzasi esa sovutish agentidan tashqi muhitga olib ketilayotgan issiqlik miqdorini xarakterlaydi. O'z navbatida 1–2–3–4–1 shakl yuzasi siklda bajarilgan ishni xarakterlaydi, bu ish kompressorda bajarilgan tashqi ish L_k va turbinada bajarilgan ichki ish L_t ning ayirmasiga teng.

Ideal Karno siklida sovutish koeffitsiyentining qiymati maksimal bo'ladi va u quyidagiga teng (17– va 18–rasmlar)

$$\epsilon_{\max} = \frac{Q_{in}/m}{L_k/m - L_t/m} = \frac{Yuza1-a-b-4-1}{Yuza1-2-3-4-1} = \frac{T_{im}(s_a - s_b)}{(T_{tm} - T_{im})(s_a - s_b)} = \frac{T_{im}}{T_{tm} - T_{im}}$$

bu yerda m – ishchi jism – sovutish agentining massasi, kg.

18-rasmdagi sikl nazariy sikl bo'lib, haqiqatda hattoki Karno siklidan foydalanilganda ham haroratlar 2 xil bo'lmaydi, ya'ni 4 xil bo'ladi. Bunda bug'latgichdagi harorat sovuq muhit haroratidan past bo'ladi, ya'ni $T_{im}' < T_{im}$, kondensatordagi harorat esa issiq muhit haroratidan yuqori bo'ladi, ya'ni $T_{tm}' > T_{tm}$ bo'ladi (21-rasm).

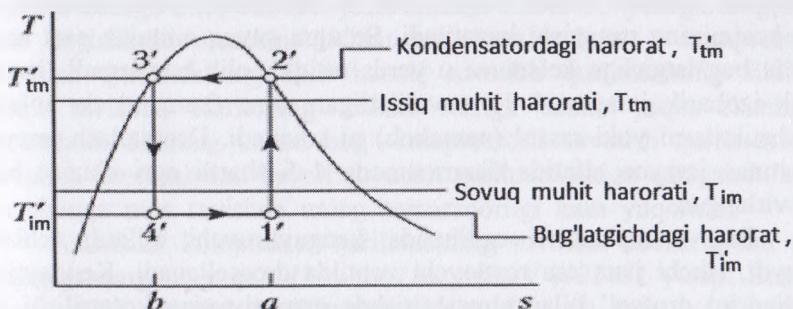
Haqiqatdan ham, sovutish agenti o'z issiqligini atrof-muhitga bera olishi uchun uning harorati atrof-muhit haroratidan biroz bo'lsada yuqori bo'lishi kerak, va xuddi shunday sovutiladigan mahsulotlar joylashtirilgan xona havosi o'z issiqligini sovutish agentiga bera olishi uchun uning harorati ham sovutish agenti haroratidan biroz bo'lsada yuqori bo'lishi kerak. Bunda haroratlar farqi bir necha gradusni tashkil etishi mumkin. Shunga ko'ra, *haqiqiy Karno siklining sovutish*

koeffitsiyenti

$$\epsilon = \frac{Yuza\ 1'-a-b-4'-1'}{Yuza\ 1'-2'-3'-4'-1'} = \frac{T_{im}'}{T_{tm}' - T_{im}'} < \epsilon_{\max}; \quad (4.29)$$

ya'ni bu holda ushbu koeffitsiyent nazariy holdagi koeffitsiyentdan kichikroq bo'lib chiqadi.

18- va 21-raslardan ko'rinib turibdiki, Karno sikli asosida sovutish qurilmasi ishlatilganida kompressorga sovutish agentining nam to'yingan bug'i so'rib olinadi ($X < 1$, mos ravishda 1 va 1' nuqtalar).



21 - rasm. Haqiqiy Karno tsiklida haroratlar orasidagi farqlar

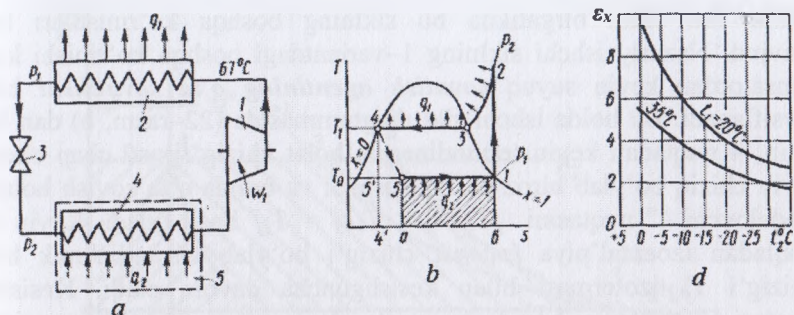
Siqilayotgan aralashmada suyuqlik tomchilarining mavjud bo'lishi kompressorning ishlash sharoitlarini yomonlashtiradi, chunki bu hol

metallning tez korroziyaga uchrashiga sababchi bo'ladi. Shu sababli haqiqiy sovutish qurilmalarida kompressor quruq to'yingan bug'larning yoki hatto o'ta qizdirilgan bug'larning so'rib olinishi amalga oshiriladi. Shu bilan birgalikda 17-rasmdagi qurilmada turbinada sovutish agenti bajaradigan kengayish ishi L_1 ancha kichik bo'lib (21-rasmdagi 3'-4' uchastkasi), bu hol haqiqiy sovutgich qurilmalarida *turbinaning drossel klapani bilan almashtirishiga* sababchi bo'ldi. Oxirgi keltirilgan ikki sabab tufayli konstruksiyasi o'zgartirilgan bug'-kompressorli sovutish qurilmasining tuzilish sxemasi 22-rasmda (a), shu mashinaning ishchi sikli 22-rasm (b) da ko'rsatilgan. 22-rasm (d) da esa bug'-kompressorli sovutish qurilmasi sovutish ko'effitsiyentining o'zgarishi ko'rsatilgan.

Sovutish agentining to'yingan bug'i kompressor 1 da siqiladi (22-rasm, a) va kondensator 2 ga uzatiladi, u yerda q_1 issiqlikni atrof-muhitga berib, to'liq (real sharoitda qisman) kondensatsiyalanadi. Ushbu real sharoitdagi suyuqlik-bug' aralashmasi yoki ideal sharoitdagi bug', rostlovchi (drosselli) ventil 3 ga yuboriladi, u yerda uning bosimi va harorati pasayadi. Quruqlik darajasi yuqori bo'lmagan past haroratli nam bug' sovutish xonasi 5 da joylashgan bug'latgich 4 ga keladi va xonaning q_2 issiqligi hisobidan bug'lanadi.

Kompressorda sovutish agenti, masalan ammiakning quruq to'yingan bug'i yoki quruqlik darajasi yuqori bo'lgan nam bug'i 1-2 adiabat bo'yicha o'ta qizigan bug' holati 2 gacha siqiladi (22-rasm, b). Kompressordan bug' kondensatorga haydaladi, u yerda bug' to'liq suyuq holga keladi (izobara 2-3-4). Suyuq ammiak kondensatordan chiqqach, drossel ventili orqali o'tib drossellanadi, ya'ni haroratining va bosimining pasayishi kuzatiladi. So'ngra suyuq ammiak past haroratda bug'latgichga keladi va u yerda issiqlik olib bug'lanadi (izotermik-izobarik jarayon 5-1), sovutiladigan xona (kamera) da aylanib, mahsulotlarni yoki rassol (namakob) ni sovutadi. Drossellash jarayoni qaytmas jarayon sifatida diagrammada 4-5 shartli egri chiziqli bilan tasvirlangan.

Bug'-kompressorli qurilmada kengaytiruvchi tsilindr ishlatilmaydi, ishchi jism esa rostlovchi ventilda drossellanadi. Kengaytirish tsilindrini drossel bilan almashtirishda entropiyaning ko'tarilishi kuzatiladi, bu sovutish sikli unumdorligining birmuncha yo'qotilishiga olib keladi, biroq qurilmani soddalashtiradi, bosimni oson sozlashga va bug'latgichda past haroratni olishga imkon beradi.



22 – rasm. Bug‘ – kompressorli sovutish qurilmasining sxemasi, sikli va sovutish koeffitsiyentining o‘zgarishi: a - qurilma sxemasi; b - siklning $T-s$ diagrammasi; d – bir bosqichli ammiakli qurilmada ε_x ning t_1 va t_2 ga bog‘liq ravishda o‘zgarishi

Kengaytirish tsilindri bo‘lganda jarayon adiabatga 4–5’ bo‘yicha kechar edi. Kengaytirish tsilindrini drossel’ ventili bilan almashtirishdagi sovutish unumdorligining yo‘qotilishi $a55'4'a$ yuza bilan o‘lchanadi, shuning uchun sovutiladigan jismdan 1 kg ammiak oladigan q_2 issiqlik miqdori kamayadi va $ab15a$ yuza bilan tasvirlanadi ($i_1 - i_5$) = ($i_1 - i_4$). Kondensatordagi sovutuvchi suvga berilgan issiqlik miqdori q_1 $ab12345a$ yuza bilan tasvirlanadi. Siklni bajarish uchun sarflangan ish $l' = q_1 - q_2 = 123451$ yuza = $i_2 - i_1$. Ammiakni drossellash natijasida 5 nuqtadagi ental’piya 4 nuqtadagi ental’piyaga teng bo‘lishi shartini hisobga oladigan bo‘lsak va shu bilan birgalikda drossellanish jarayoni ma’lum ma’noda (taqriban) adiabatik, ya’ni $s \approx \text{const}$ ekanligini e’tiborga olib, 123451 yuza amalda $12345'51$ yuzaga teng bo‘ladi deyishimiz mumkin. Ushbu mulohazalar bug‘ – kompressorli sovutish qurilmasining sikli havoli sovutish qurilmasining siklidan farqli ravishda Karnoning teskari sikliga ancha yaqin ekanligini ko‘rsatadi. Shuning uchun bug‘–kompressorli sovutish qurilmasining sovutish koeffitsiyenti havoli sovutish qurilmasinikiga qaraganda katta va shunga mos ravishda uning samaradorligi ham yuqoridir.

Ammiakli kompressor qurilmasining sovutish koeffitsiyenti quyidagiga teng $\varepsilon = q_2 / l' = (ab15a \text{ yuza}) / (123451 \text{ yuza})$. Bundan qurilmaning sovutish koeffitsiyenti $\varepsilon = (i_1 - i_4) / (i_2 - i_1)$. (4.30)

Biz ko‘rib chiqqan bug‘–kompressorli sovutish mashinasining ishchi sikli (22–rasm, b), ushbu turdagi mashinalarning amaliyotda ishlatilishida keng o‘rin egallagan asosiy sikli bo‘lib, u bug‘–kompressorli sovutish mashinasining *nazariy ishchi sikli* deb nomlanadi.

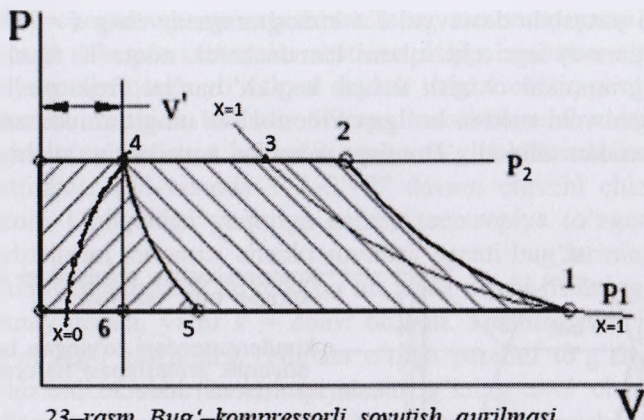
Lekin shu bilan birgalikda bu siklning boshqa ko'rinishlari ham mavjud. Nazariy ishchi siklning 1-variantdagi boshqa ko'rinishi kondensatordan keyin suyuq **sovutish agentining o'ta sovutilishi** bilan tavsiflanadi. Bu holda ishchi sikl diagrammasida (22-rasm, b) dan farq qilib, 4 nuqtadan keyin termodinamik holat chizig'i $x=0$ chap chegaraviy chiziq bo'ylab biroz pastga tushadi va bunda o'ta sovish holatini ifodalovchi 4'' nuqtasini $[T(4'') < T(4) = T_1]$ hosil qiladi. Keyin shu nuqtadan izoental'piya $i=const$ chizig'i bo'ylab termodinamik holat chizig'i T_0 izotermasi bilan kesishguncha davom etadi. Kesishish nuqtasi 5'' nuqtasini beradi, bu nuqta o'ta sovigan sovutish agentining bug'latgichga kirish holatini $[x(5'') < x(5)]$ ifodalaydi. Odatda sovutish agentining o'ta sovutilishi jarayonini amalga oshirish uchun sovutish mashinasi qo'shimcha issiqlik almashtirgich bilan jihozlanadi. Kondensatordan chiqqan sovutish agentining o'ta sovutilishi sovutish koeffitsiyenti ϵ ni o'ttirish imkonini beradi.

Nazariy ishchi siklning yana bir boshqa variantdagi ko'rinishi **kompessorning quruq yurishi** bilan tavsiflanadi. Ushbu holda diagrammada termodinamik holat chizig'i 1 nuqtadan keyin p_1 izobara bo'ylab o'ta qizdirilgan bug' sohasida yuqoriga biroz ko'tariladi va hosil qilingan 1' nuqtadan $[T(1') > T(1)]$ kompressorda siqish chizig'i 1'-2 adiabatasi $[s(1') = s(2) = const]$ bo'ylab davom etadi. Kompessorning quruq yurishi uning ishlash sharoitini yaxshilaydi.

23-rasmda bug'-kompessorli sovutish qurilmasining **ishchi sikli** sovutish agenti - freon (ammiak) ning $p - v$ *koordinatali holat diagrammasida* keltirilgan. Bunda 22-rasm, b va 23-rasmlardagi tugun nuqtalarning bir xil belgilanishi ko'zda tutilgan.

Hozirgi vaqtda bug'-kompessorli sovutish qurilmalari mo''tadil sovutish haroratlari sohasidagi ko'pchilik hollarda, boshqa sovutish qurilmalariga qaraganda eng samarali qurilmalar bo'lib qoldi, shu sababli ulardan sanoat va turmushda keng foydalaniladi.

Bug'-kompessorli sovutish mashinasining ishchi siklini $T - s$ diagrammada yasash. Shunday qilib, biz oldingi bo'limda bug'-kompessorli sovutish qurilmasining ishchi siklini o'rganib chiqib, unda 5 ta asosiy tugun nuqtalar mavjudligini ko'rdik. Bu *tugun nuqtalar 1, 2, 3, 4, 5* raqamlari bilan belgilangan bo'lib, bu nuqtalar ishchi siklning ham $T - s$ koordinatalardagi, ham $p - v$ koordinatalardagi holat diagrammasida mavjud bo'ladi (22-rasm, b va 23-rasm).



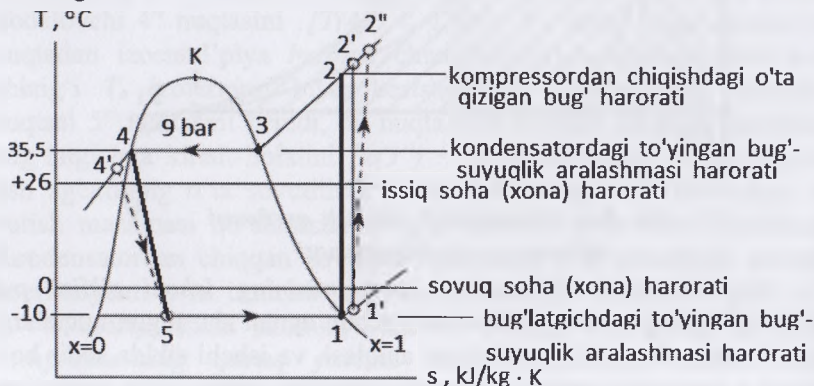
23-rasm. Bug'-kompressorli sovutish qurilmasi tsiklining $p-v$ diagrammasi

Bug'-kompressorli sovutish mashinasining ishchi siklini $p-v$ hamda $T-s$ diagrammalarda yasash uchun aynan shu tugun nuqtalarga tegishli termodinamik kattaliklarni aniqlash va ishchi siklda sodir bo'luvchi : izotermik-izobarik qaynash, adiabatik siqish, o'ta qizdirilgan bug'ning izobarik sovishi, izotermik-izobarik kondensatsiyalanish, o'zgarimas ental'piya sharoitida o'tuvchi drossellanish jarayonlarining chiziqlarini $p-v$ hamda $T-s$ diagrammalarda o'tkazish talab etiladi. Shu asosda bug'-kompressorli sovutish mashinasining ishchi tsiklini $p-v$ hamda $T-s$ diagrammalarda yasashimiz mumkin. Bug'-kompressorli sovutish mashinasining ishchi siklini $T-s$ diagrammada yasashni quyidagi misolda ko'rib chiqamiz.

Misol (namuna). Bug'-kompressorli sovutish mashinasida sovu-tish tsiklida ishchi jism, ya'ni sovuqlik tashuvchi modda sifatida *Freon-134a* ishlatiladi. Sovutish kamerasida havoning harorati 0°C darajasida saqlab turiladi, sovutgich mashinasi joylashgan, ya'ni kondensator sovutiladigan xonadagi harorat $+26^{\circ}\text{C}$. Sovutish agentining to'yingan bug'lari kompressorga -10°C haroratda kirib keladi, freonning to'yingan suyuqligi esa kondensatordan 9 bar bosimda oqib chiqib ketadi. Sovutish agentining massaviy tezligi 70 g/sek ga teng.

Keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra bug'-kompressorli sovutish mashinasining $T-s$ diagrammada yasalgan ishchi sikli 24-rasmda ko'rsatilgan. Bunda ishchi siklning ideal variantdagi ko'rinishi va real, ya'ni haqiqiy sharoitlarda qanday o'zgarishlarga uchrashi bir-biridan farq qiluvchi ko'rinishlarda berilgan.

Siklni yasashda dastavval $T-s$ diagrammada chap $x=0$ va o'ng $x=1$ chegaraviy egri chiziqlarni hamda kritik nuqta K ni chizamiz. Bunda diagrammani chizish uchun kerakli barcha fizik ma'lumotlar sovuqlik tashuvchi modda bo'lgan Freon-134a ning termodinamik holat jadvallaridan olinadi. Bunday jadvallar texnikaviy adabiyotlarda keltirilgan.



24 - rasm. Bug'–kompressorli sovutish mashinasining $T-s$ diagrammadagi ishchi tsikli: ideal holatda (1-2-3-4-5-1) va real holatda (1-1'-2''-2'-3-4'-5-1)

Shundan keyin chap $x=0$ va o'ng $x=1$ chegaraviy egri chiziqlar orasida bug'latgichdagi to'yingan bug'–suyuqlik aralashmasi harorati -10°C ga to'g'ri keluvchi izotermni (abssissalar o'qiga parallel to'g'ri chiziq) o'tkazamiz. Bu to'g'ri chiziqning $x=1$ chegaraviy egri chiziq bilan kesishish nuqtasi izlanayotgan bug'–kompressorli sovutish mashinasining $T-s$ diagrammadagi ishchi siklining 1 nuqtasidan iborat bo'ladi.

Keyingi bosqichda chap $x=0$ va o'ng $x=1$ chegaraviy egri chiziqlar orasida kondensatordagi to'yingan bug'–suyuqlik aralashmasi bosimi 9 bar ga to'g'ri keluvchi izobarani o'tkazamiz. Bunda shuni e'tiborga olish lozimki, to'yingan bug'–suyuqlik aralashmasi sohasida izobarik jarayonlar bir vaqtning o'zida izotermik jarayonlardan iborat bo'ladi. Shu sababli chap $x=0$ va o'ng $x=1$ chegaraviy egri chiziqlar orasida bosim 9 bar ga to'g'ri keluvchi izobara ham abssissalar o'qiga parallel to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. Sovuqlik tashuvchi modda bo'lgan Freon-134a ning termodinamik holat jadvallaridan 9 bar bosimda to'yingan bug'–suyuqlik aralashmasining harorati $+35,5^{\circ}\text{C}$ bo'lishini aniqlab olamiz (24–rasm).

$x=1$ chegaraviy egri chiziqdan o'ng tomonda, ya'ni o'ta qizdirilgan bug' sohasida izobaralar abstsissa o'qiga nisbatan o'tkir burchak ostida yuqoriga qarab yo'nalgan deyarli to'g'ri chiziqqa o'xshash egri chiziqlar ko'rinishida bo'ladi. Shunga asoslanib $x=1$ chegaraviy egri chiziqdan o'ng tomonga bosim 9 bar ga to'g'ri keluvchi izobarani davom ettiramiz (24-rasmda 3-2-2'-2" davom etuvchi chiziq).

Endi 1 nuqtadan yuqoriga qarab izoentropiya (o'zgarmas entropiya) chizig'ini tortamiz, chunki sovutish agenti bug'larining kompressorda siqilishi adiabatik jarayon bo'lib, unda ishchi jismning entropiyasi o'zgarmay qoladi, ya'ni $s = const$ bo'ladi. Tushunarliki, izoentropiya to'g'ri chizig'i grafikning ordinata o'qiga parallel to'g'ri chiziq sifatida chiziladi. Ushbu izoentropiya chizig'ining $x=1$ chegaraviy egri chiziqdan o'ng tomondagi bosim 9 bar ga to'g'ri keluvchi izobara bilan kesishish nuqtasi sovutish mashinasi ishchi siklining 2 nuqtasidan iborat bo'ladi. $x=0$ va $x=1$ chegaraviy egri chiziqlar orasidagi bosim 9 bar ga to'g'ri keluvchi izobaraning $x=1$ egri chiziq bilan kesishish nuqtasi sovutish mashinasi ishchi siklining 3 nuqtasidan iborat bo'ladi.

4 nuqtani aniqlash. $x=0$ va $x=1$ chegaraviy egri chiziqlar orasidagi bosim 9 bar ga to'g'ri keluvchi izobaraning $x=0$ egri chiziq bilan kesishish nuqtasi sovutish mashinasi ishchi siklining 4 nuqtasidan iborat bo'ladi. Buning sababi shundaki, ideal variantdagi ishchi siklda sovutish agentining nam to'yingan bug'lari kondensatorda to'liq kondensatsiyalanib, to'yingan suyuqlik holatiga o'tadi, ya'ni kondensatsiyalangach, suyuqlik qo'shimcha ravishda sovimaydi va shu holatida drossel ventilya (yoki TRV ga) o'tadi.

Oxirgi bosqichda 4 nuqtadan pastga qarab izoental'piya (o'zgarmas ental'piya) chizig'ini tortamiz, chunki suyuq sovutish agentining drossellanish jarayoni ideal variantda tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvisiz sodir bo'ladi, unda ishchi jismning ental'piyasi o'zgarmay qoladi, ya'ni $i = const$ bo'ladi. Bu izoental'piya chizig'i abssissa o'qiga nisbatan o'tmas burchak ostida pastga qarab yo'nalgan deyarli to'g'ri chiziqqa o'xshash egri chiziq ko'rinishida bo'ladi. Izoental'piya egri chizig'ining chap $x=0$ va o'ng $x=1$ chegaraviy egri chiziqlar orasidagi to'yingan bug'-suyuqlik aralashmasi harorati -10°C ga to'g'ri keluvchi izoterma bilan kesishish nuqtasi sovutish mashinasi ishchi siklining 5 nuqtasidan iborat bo'ladi. Shunday qilib, biz bug'-kompressorli sovutish mashinasining ishchi siklini $T - s$ diagrammada ideal variant uchun yasadik (24-rasmdagi 1-2-3-4-5-1 yopiq sikl).

Absorbtsiyali va bug'–ejektorli sovutish qurilmalari, ularning ishchi sikllari. Bug'–ejektorli sovutish qurilmasi sikli, bug'–kompressorli qurilma sikliga o'xshash, nam bug' tarzidagi sovutish agenti vositasida amalga oshiriladi. Ular orasidagi asosiy farq quyidagilardan iborat: agar bug'–kompressorli qurilma siklida sovutilayotgan hajmdan chiqqan sovutish agenti bug' kompressori yordamida siqilsa, bug'–ejektorli qurilmada bu maqsadda bug' ejektoridan foydalaniladi.

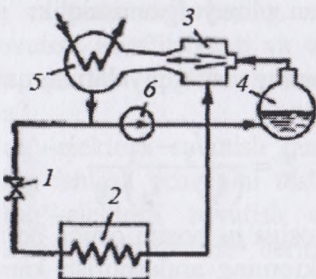
Ejektor – gaz, bug' va suyuqliklarni siquvchi va harakatlantiruvchi qurilmadir. Bug'ni ejektor yordamida siqish uchun qozonda hosil bo'ladigan bug'ning kinetik energiyasidan foydalaniladi.

Kompressor o'rniga bug' ejektori ishlatilishining sababi nimada? Sovutish qurilmalarida uncha past bo'lmagan, taxminan 3°C dan 10°C gacha bo'lgan haroratlar olish uchun sovutuvchi modda sifatida suv bug'idan foydalanish mumkin. Lekin 0°C ga yaqin haroratlarda bug'ning solishtirma hajmi juda katta bo'ladi (masalan, $t = 5^{\circ}\text{C}$ da $v = 147,2 \text{ m}^3/\text{kg}$). Zichligi bunchalik kichik bug'ni siquvchi porshenli kompressor juda katta mashina bo'ladi. Xuddi shuning uchun suv bug'i bilan ishlaydigan sovutish qurilmasi siklida, uncha takomillashgan bo'lmasada, ancha ixcham apparat – bug' ejektori ishlatiladi va unda parametrlari past, arzon bug'dan foydalaniladi. Bug'–ejektorli qurilma sovutish mashinalarining eng eski turlaridan biridir.

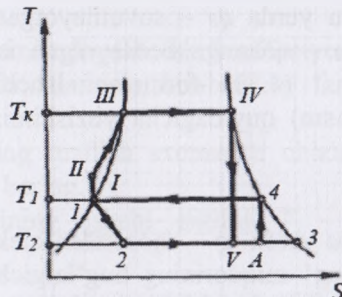
Bug'–ejektorli sovutish qurilmasining sxemasi va sikli mos ravishda 25– va 26–rasmlarda tasvirlangan. To'yingan suv drossellash ventili 1 da p_1 bosimdan p_2 bosimgacha kengayganda hosil bo'lgan suv bug'i sovutiladigan hajmda joylashgan bug'latgich 2 ga kiradi. Sovutiladigan hajmdagi ob'yektlardan (masalan mahsulotlardan) is-siqlikning olinishi hisobiga suv bug'ining quruqlik darajasi x ortadi. Quruqlik darajasi yuqori bo'lgan bug' p_2 bosimda bug'latgichdan bug' ejektorining aralashtirish kamerasi 3 ga yuboriladi. Ejektor soplosiga qozon 4 dan p_k bosimli bug' beriladi. Bug'latgichdan ejektorning aralashtiruvchi kamerasiga beriladigan bug' va qozondan ejektor soplosiga keladigan bug' sarflari shunday tanlanadiki, bug'ning ejektor diffuzoridagi chiqishdagi bosimi p_1 ga teng bo'ladi. To'yingan quruq bug' ejektordan kondensator 5 ga yuboriladi. Bu yerda u o'z issiqligini sovutuvchi suvga berib kondensatsiyanadi. Bosim p_1 da kondensatordan chiqayotgan kondensat oqimi ikki qismga bo'linadi. Suvning ko'proq qismi sovutish konturiga, ya'ni drossellash ventili 1 ga, oz qismi esa nasos 6 ga yuboriladi. Nasosda suv bosimi p_k

gacha ortadi. Nasos 6 suvni qozonga yuboradi. Qozonga beriladigan issiqlik hisobiga yana bug' hosil bo'ladi.

Bug' – ejektorli qurilma sikli 26-rasmda $T-s$ diagrammada tasvirlangan. Bu diagrammada 1–2 chiziq to'yingan suvning drossellash ventilida adiabatik drossellanish jarayonini, 2–3 chiziq esa bug'latgichdagi izotermik – izobarik jarayonni ifodalaydi (aniqlik uchun bug'latgichdan quruq to'yingan bug' chiqadi deb hisoblaymiz).



25-rasm. Bug'–ejektorli sovutish qurilmasining sxemasi



26-rasm. Bug'–ejektorli sovutish qurilmasining ishchi tsikli

Shu diagrammaning o'zida bug'ning «qozon – ejektor – kondensator – qozon» konturida aylanayotgan qismi bajaradigan sikl ham tasvirlangan. Bu siklning tasvirlanishi shartli ekanligini esdan chiqar-maslik kerak. Shartli deyilganda shuni e'tiborga olishimiz lozimki, qurilmaning ikkala konturining har birida bug' sarfi turlicha bo'ladi. $T-s$ diagrammada esa ikkala sikl 1 kg bug' hisobidan tasvirlangan. Bu diagrammada (26-rasm): $I - II$ nasosda suv bosimining ortishi jarayoni; $II - III - IV$ $p_k = const$ izobara bo'yicha qozonda issiqlik berish jarayoni ($II - III$ qaynashga yetguncha qizdirish, $III - IV$ bug' hosil bo'lish jarayoni); $IV - V$ ejektor soplosida bug'ning kengayish jarayoni. Soplodagi bug' p_2 bosimgacha (V nuqta) kengayadida, keyin bug'latgichdan ejektorga aynan shu bosimning o'zida keladigan ($3-nuqta$) bug' bilan aralashadi. V holatdagi nam bug'ning 3 holatdagi to'yingan quruq bug' bilan aralashuvi natijasida quruqlik darajasi V va 3 orasida bo'lgan bug' hosil bo'ladi, bu diagrammada A nuqtadan iborat. $A - 4$ chizig'i ikkala bug' oqimlari bosimining ejektor diffu-zorida p_2 dan p_1 gacha ko'tarilishi jarayoniga mos keladi, $4 - I$ chizig'i esa shu miqdordagi bug'ning sovutish qurilmasining kondensatorida kondensatsiyalanish jarayoniga mos keladi.

Sovutish qurilmasi siklida chetdan ish kiritilmaganligi (bunda suvni qozonga yetkazib beruvchi nasosning ishini, u juda ham oz bo'lganligi sababli e'tiborga olmaymiz, ya'ni $i_I = i_{II}$ deb olamiz) va uning o'rni esa qozonda issiqlik berilishi tufayli, bunday qurilma siklining samaradorligi quyidagi formuladan aniqlanadigan issiqlikdan foydalanish koeffitsiyenti bilan baholanadi:

$$\xi = q_2 / q_1 \quad (4.31)$$

bu yerda q_2 – sovutilayotgan hajmdan olinayotgan issiqlik;

q_1 – qozonga berilayotgan issiqlik.

(4.31) formulani ishchi moddaning ental'piyalari orqali (26–rasm) quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\xi = \frac{i_3 - i_2}{(i_{IV} - i_I) \cdot g} \quad (4.32)$$

bu yerda g – qozondan ejektor soplosiga p_k bosim ostida beriladigan bug' miqdorining bug'latgichdan ejektorning aralashtirish kamerasiga kirib keluvchi bug' miqdoriga nisbati.

Sovutish qurilmalarining yana bir turi absorbsiyaviy sovutish qurilmalaridir. Bunday sovutish qurilmalarida ham mexanik kompressorning ishi o'rni esa issiqlik energiyasidan foydalaniladi. Bir jism – gaz yoki bug'ning ikkinchi jism – suyuqlikda yutilishi *absorbtsiya* deb ataladi. Bunday sovutish qurilmalari boshqa qurilmalardan konstruktivasiyasining soddaligi bilan ajralib turadi. Absorbsiyaviy sovutish qurilmalari 14–mavzuda batafsil o'rganib chiqiladi.

Nazorat savollari

1. Testkari termodinamik sikl deb nimaga aytiladi?
2. Muzli eritma usuli nima va undan qanday sovutishda foydalaniladi?
3. Sublimatsiya jarayonini tavsiflab bering. Mahsulotlarni sovuqlik bilan ishlov berishda sublimatsiyaning ahamiyati nimada?
4. Siqilgan gazning adiabatik kengayishida va drossellashida haroratining pasayishi, bu jarayonlarning sovutish texnikasida qo'llanilishidagi farqi nimada?
5. Testkari Karno siklining paydo bo'lishi asoslarini tushuntirib bering.
6. Testkari Karno siklining $T-s$ diagrammasini chizing va uning mohiyatini tushuntirib bering.
7. Testkari Karno siklining $T-s$ diagramma asosidagi differentsial tenglamalar bo'yicha tahlilini ko'rsatib bering.

8. Karno siklining termodinamik f.i.k. formulalarini yozing va ularning mohiyatini tushuntirib bering.
9. Sovutish mashinalarining sovitish koeffitsiyenti tushunchasini yoritib bering.
10. Karno teskari sikli bo'yicha ishlayotgan sovitish qurilmasida sarflangan ish formulasini yozing va tushuntirib bering.
11. Har qanday sovitish mashinasining energetik balansi tenglamasini yozing va tushuntirib bering.
12. Sovutish koeffitsiyenti va termodinamik foydali ish koeffitsiyenti orasida qanday bog'lanish bor, hamda ularning bir-biridan farqi nimada?
13. Bug'–ejektorli sovitish qurilmasining tuzilish sxemasini chizing va uning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
14. Bug'–ejektorli sovitish qurilmasining ishchi siklini $T - s$ diagrammada tushuntirib bering.

II BO'LIM. BUG' – KOMPRESSORLI SOVUTISH MASHINALARIDA ASOSIY JARAYONLAR VA QURILMALAR HAMDA ULARNI HISOBLASH ASOSLARI

5. Sovutish mashinalarida gazlarni siqish jarayonlari va qurilmalari

Tayanch iboralar:

Gaz va bug', siqish jarayoni, izotermik siqish, adiabatik siqish, kompressor, solishtirma ish, kompressorlar : porshenli, rotatsion, spiral', vintli ; haydash, so'rish, klapanlar, tirsakli val, silindr, porshen', germetik , yarim germetik , plastina rotorli , dumalovchi rotorli.

Hozirgi zamonda sovutish texnologiyasi va sovutish uskuna hamda jihozlari xalq xo'jaligining juda ko'p sohalarida qo'llaniladi. Barcha sohalarda mavjud bo'lgan sovutish uskuna va jihozlarining ko'pchilik qismini (90% dan ortiq qismini desak xato bo'lmaydi) bug'–kompressorli sovutish mashinalari asosida ishlab chiqilgan uskuna va jihozlar tashkil etadi. Chorvachilik va oziq–ovqat mahsulotlarini qayta ishlash sohasi bundan mustasno emas. Binobarin, hozirda chorvachilik va oziq–ovqat mahsulotlarini sovutish hamda sovuqlik bilan ishlov berish uskuna va jihozlarining deyarli barchasi bug'–kompressorli mashinalardan iborat ekan, bug'–kompressorli sovutish mashinalarining asosiy fizik va termodinamik jarayonlarini bilish, bu jarayonlarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan qurilmalarni tahlil qilish, ularni hisoblash va loyihalash asoslarini o'rganish imkonini beradi. Ushbu bo'limda aynan shu masalalar qarab chiqiladi.

Gazlarni siqish jarayonlari, izotermik va adiabatik siqish.

Gazlarni (ya'ni sovutish agentining to'yingan yoki to'yinmagan bug'–larini) siqish natijasida uning hajmi va bosimi o'zgarishi bilan harorati ko'tarilib, issiqlik ajralib chiqadi. Nazariy jihatdan gaz ikki xil jarayonda siqiladi. Siqish vaqtida ajralib chiqqan issiqlik tashqi muhitga tortib olinsa *izotermik*, agar faqat gazni isitish uchun sarflansa *adiabatik siqish jarayoni* deyiladi. *Izotermik jarayonda* issiqlik ajratib olinib turilgani uchun, gazning va jarayonning harorati o'zgarmas bo'ladi. *Adiabatik jarayonda* tashqi muhit bilan issiqlik almashinmaydi. Haqiqatda esa siqish vaqtida ajralgan issiqlikning bir qismi tashqi muhitga tarqaladi va qolgan qismi gazni isitishga sarflanadi. Bunda gaz *politropik jarayonda* siqiladi. Gazlarni kompressorlarda siqish

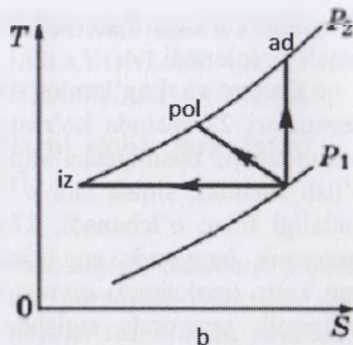
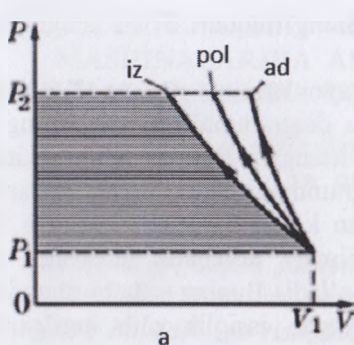
jarayonlarida bajarilgan solishtirma ishning miqdori $T - s$ diagramma orqali aniqlanadi.

Gazlar va bug'larning siqish jarayonlarining $p-v$ va $T-s$ diagrammalari 27-rasmda ko'rsatilgan. Bu diagrammalarda gazlarning p_1 bosimdan p_2 bosimgacha siqilishi tasvirlangan. Bunda shuni ta'kidlab o'tish lozimki, siqish ishi $p - v$ diagrammada shtrixlangan yuzaning kattaligi bilan o'lchanadi. 27a-rasmdan ko'rinib turibdiki, siqish ishi izotermik jarayonda eng kichik (minimal), adiabatik jarayonda esa eng katta (maksimal) qiymatga ega bo'ladi. Buning sababi shundaki, izotermik jarayonda siqishda ajralayotgan issiqlik olib ketilganligi tufayli gazning harorati o'zgarmaydi va uni siqishga kamroq ish sarflanadi (bu holda siqishga qarshilik ko'rsatuvchi gazning ichki energiyasi, ya'ni molekulalarning jamlangan kinetik energiyasi nisbatan ozligicha qolaveradi). Siqishdagi jarayonlarni tahlil qilish uchun qulay bo'lgan $T-s$ diagramma 27b-rasmda ko'rsatilgan.

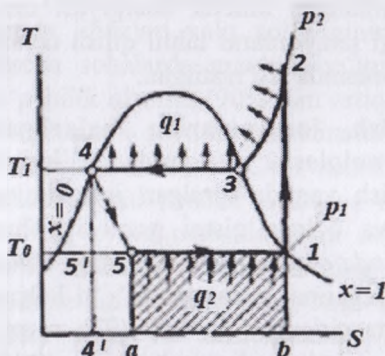
Gazlarni kompressorda siqish jarayonlarida bajarilgan solishtirma ishning miqdorini aniqlash. Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, ko'pchilik hollarda siqish vaqtida ajralgan issiqlikning bir qismi tashqi muhitga tarqaladi va qolgan qismi gazni isitishga sarflanadi, ya'ni gaz *politropik jarayonda* siqiladi (27- rasmdagi oraliq siqish chiziqlari). $T-s$ diagrammada o'zgarmas haroratga to'g'ri kelgan qiymatlar gorizontaal chiziqlar bilan tasvirlangan bo'ladi (27b-rasm). Agar diagrammada izotermik jarayonni ko'radigan bo'lsak, siqish davomida gazning harorati o'zgarmas bo'lib, bosimning p_1 dan p_2 gacha o'zgarishi 1 va 2 nuqtalarini tutashtiruvchi gorizontaal chiziq orqali ifodalanadi. Agar diagrammada adiabatik jarayonni qaraydigan bo'lsak, siqish davomida gazning entropiyasi o'zgarmas ($s = const$) bo'lib, bosimning p_1 dan p_2 gacha o'zgarishi 1 va 2 nuqtalarini tutashtiruvchi vertikal chiziq orqali ifodalanadi.

Bug'-kompressorli sovutish mashinasining ishchi siklida izotermik siqish sovutish agenti to'yingan bug'larining kondensatorda kondensatsiyalanishi jarayonida o'rin tutadi (28-rasm). Bunda to'yingan bug' holatiga tegishli sohada ($0 < x < 1$) o'zgarmas bosim va haroratda sovutish agenti bug'lari kondensatsiyalanib siqiladi, ya'ni bug' holatidan suyuqlik holatiga o'tadi (28-rasmdagi 3-4 gorizontaal to'g'ri chizig'i).

Bug'-kompressorli sovutish mashinasining ishchi siklida adiabatik siqish muhim o'rin egallaydi. Bu jarayon sovutish agenti bug'-



27 - rasm. Gazlarni va bug'larni siqish jarayonlari: a) $p-v$ diagrammada; b) $T-s$ diagrammada; iz - izotermik, ad - adiabatik, pol - politropik siqish



28-rasm. Bug'-kompresorli mashinaning ishchi tsikli diagrammasi

larini kompressorida siqish jarayoni bo'lib, unda sovutish agentining nam yoki quruq to'yingan bug'lari yoxud ozroq darajadagi o'ta qizdirilgan bug'lari yuqori darajadagi o'ta qizdirilgan bug'lar holatiga o'tadi (28-rasmdagi 1 - 2 vertikal to'g'ri chizig'i).

Sovutish agenti bug'larini kompressorida siqish jarayonida bajarilgan solishtirma ishning miqdori quyidagicha aniqlanadi (28-rasm):

$$l' = q_1 - q_2 = 123451 \text{ yuza} = i_2 - i_1 \quad (5.1)$$

Sovutgichlar kompressorlarining asosiy turlari va ularning klassifikatsiyasi. Kompressor – sovutish agentlarini bug'latgichdan so'rib olish, siqish va o'ta qizdirilgan holda kondensatorga haydab berish uchun mo'ljallangan mexanizmdir. Sovutish mashinalari tizimida porshenli, spiralli, vintli, rotorli kompressorlar hamda dinamik prinsipda ishlovchi turbokompressorlar qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda oziq-ovqat mahsulotlarini, jumladan chorvachilik mahsulotlarini sovutish va saqlash sohasida eng ko'p qo'llanilayotgan sovutish mashinalari – bug'-kompressorli mashinalarning ko'pchiligidan porshenli kompressorlar tarqalgan bo'lib, porshenli kompressorlar o'z navbatida quyidagi belgilarga ko'ra turlanadi:

1) sovuqlik tashuvchi modda (sovuqlik agenti) turiga ko'ra – ammiakli, freonli va sh.k.;

2) sovuqlik unumdorligi qiymatiga ko'ra – kichik kompressorlar (sovuqlik unumdorligi 12 kVt gacha), o'rtacha kompressorlar (sovuqlik unumdorligi 12 dan 120 kVt gacha) va yirik kompressorlar (sovuqlik unumdorligi 120 kVt dan ortiq);

3) kompressor korpusining germetiklik (zich berkitilganlik) darajasiga ko'ra – germetik (zich berkitilgan), yarim germetik (qisman berkitilgan) va germetik bo'lmagan (ochiq) kompressorlar;

4) siqish bosqichlari soniga ko'ra – bir bosqichli, ikki bosqichli va uch bosqichli kompressorlar;

5) kompressor silindrlarining ishchi hajmlariga ko'ra – oddiy ishlovchi kompressorlar (bunda bug'larni siqish jarayoni porshenning faqat bir tomonida amalga oshiriladi) va ikki tomonlama ishlovchi kompressorlar (bunda bug'larni siqish jarayoni navbat bilan porshenning har ikkala tomonida amalga oshiriladi);

6) bug'larning kompressor silindri ichidagi harakatiga ko'ra – to'g'ri oqimli kompressorlar (bunda silindr ichida bug'lar bir yo'nalishda harakatlanadi) va to'g'ri bo'lmagan oqimli kompressorlar (bunda silindr ichida bug'larning harakat yo'nalishi o'zgarib turadi);

7) silindrlar o'qlarining joylashishiga ko'ra – gorizontal', vertikal' va V-, W-, V V-simon kompressorlar;

8) silindrlar soniga ko'ra – bir silindrli va ko'p silindrli (ularning soni 16 tagacha bo'lishi mumkin) kompressorlar;

9) kompressor tirsakli valining aylanishlar soniga ko'ra sekin yuruvchi kompressorlar (aylanishlar soni 500 min^{-1} gacha) va tez yuruvchi kompressorlar (aylanishlar soni 500 min^{-1} dan ortiq).

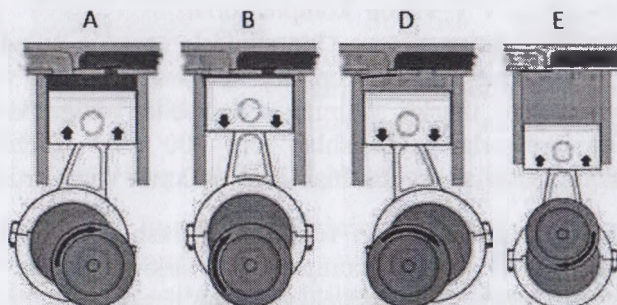
Porshenli kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi va asosiy modifikatsiyalari. Porshenli kompressorlar asosan kichik va o'rtacha sovuqlik ishlab chiqarish mashinalarida qo'llaniladi. Ko'p hollarda blok – karterli qilib ishlab chiqariladi.

Porshenli kompressorning ishlash prinsipini tushuntiruvchi sxema 29-rasmda keltirilgan. Uning ishlash tartibi quyidagicha. Porshen' yuqoriga harakatga kelishi bilan silindr bo'ylab sovutish agenti siqila boshlaydi. Porshen' elektrodvigatel', tirsakli val va shatun yordamida harakatga keltiriladi. Bug' bosimi ta'sirida kompressorning so'rish va haydash klapanlari ochilib yopiladi (29-rasm). "B" va "D" sxemada kompressorga so'rish jarayoni tasvirlangan. Porshen' yuqori

nuqtadan pastga harakat qilganida silindr ichidagi bosim pasayadi va so'ruvchi klapan ochiladi. Past harorat va bosimga ega sovutish agenti silindrga so'riladi. "E" va "A" sxemada siqish va haydash jarayoni tasvirlangan. Porshen' yuqoriga harakatlanadi va bug'ni siqadi. Shundan so'ng haydash klapani ochiladi va yuqori harorat hamda bosimga ega bo'lgan bug' kompressordan chiqariladi.

Porshenli kompressorlarning asosiy modifikatsiyalari: germetik, yarim germetik va ochiq kompressorlar (konstruksiyasi, dvigatel' turi va qay maqsadda ishlashi bilan farqlanadi). Germetik kompressorlar kichik quvvatli sovutish mashinalari, xususan uy-ro'zg'or sovutgichlarida qo'llaniladi (1,5 – 3,5 kVt). Ularda germetik korpusning ichida elektrodvigatel' joylashgan. Elektrodvigatel' so'rilayotgan sovutish agenti bug'lari yordamida sovutiladi.

Yarim germetik kompressorlar o'rtacha quvvatli (30 – 300 kVt) sovutish mashinalarida qo'llaniladi. Yarim germetik kompressorlarda elektrodvigatel' va kompressor to'g'ridan-to'g'ri bog'langan va bitta korpusda joylashgan. Ushbu kompressorning afzallik tomoni shundaki, ishdan chiqqan holatida elektrodvigatelni, klapanlarni, porshen' va boshqa detallarni qayta ta'mirlash uchun korpusdan chiqarib olish mumkin. Ularda ham elektrodvigatel' so'rilayotgan sovutish agenti bug'lari yordamida sovutiladi.



29 – rasm. Porshenli kompressorning ishlash prinsipi

Ochiq kompressorlar elektrodvigatel' bilan ajratilgan holda bo'ladi va ularning vallari mufta yoki uzatkichlar yordamida bog'lanadi. Ko'pchilik sovutish mashinalarining unumdorligi *invertorlar* – kompressor aylanish chastotasini (aylanishlar sonini) o'zgartiruvchi maxsus uskunalar yordamida o'zgartiriladi.

Yarim germetik kompressorlarda unumdorlikni o'zgartirishning boshqa yo'li ham mavjud bo'lib, bunda haydalayotgan bug'ning bir qismi qayta so'riladi yoki ba'zi so'rish klapanlarining ishlatilmasligini ta'minlaydi (30-rasm).

Porshenli kompressorlarning asosiy kamchiliklari:

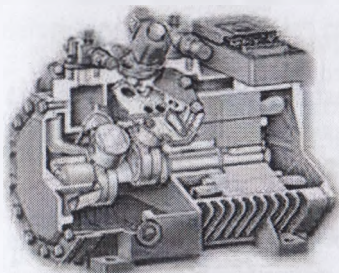
– yuqori darajada shovqinni keltirib chiqaruvchi sovutish agenti bug'lari bosimining pul'satsiyalanishi;

– katta quvvatni talab qiladigan va kompressorning yemirilishiga olib keladigan ishga tushirishdagi katta yuklama.

30-rasmda yarim germetik kompressor qirgimda tasvirlangan. Bunday kompressorlarning konstruktiv asosi cho'yandan quyilgan, fasonli quyilgan cho'yandan yoki alyuminiy qotishmalardan yasalgan bo'ladi. Bloklarning maxsus ajratilgan joylariga cho'yandan quyilgan yupqa devorli silindrlarning vtulka – gil'zalari presslangan. Quyma qopqoqlar silindrni yoki silindr guruhlarining ustini yopadi va klapan plitkalarini qotirib turadi.

Kompressorlarda silindrlarning sovutilishi uchun suv yoki havodan foydalaniladi. Suv bilan sovutish uchun bloklarda sovutish yuzalari qo'llaniladi. Havo bilan sovutish kompressorlarida blok yuzalari tepada joylashgan bo'lib, uning bosh qismi, asosan, tashqi qovurg'ali ko'rinishda bo'ladi.

Kichik va o'rta quvvatli sovutish kompressorlarida moylashning kombinatsiyalangan turi qo'llaniladi. Yuzaning bir qismidagi ishqalanishni moy nasosi hosil qiladigan bosim ostidagi moylanish bilan amalga oshiriladi. Qolgan qismi moyning har tomonga sachrashidan,

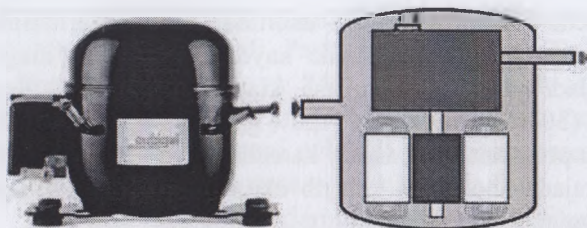


30 – rasm. Yarim germetik kompressor qirgimi

ishqalanish yuzasida qolib ketadigan moylar bilan amalga oshiriladi. Moy nasosga kirishda yirik, chiqishda esa mayin tozalanish filtrida tozalanadi. Ba'zan chiqishda yirik filtrda metall qoldiqlaridan tozalanish uchun magnitli filtr o'rnatiladi.

Uy-ro'zg'or va maishiy sovutgichlari hamda muzlatgichlarida elektrodvigatel' va

kompressor bitta korpusda joylashgan germetik kompressorlar ishlatiladi (31-rasm).



31 – rasm. Uy –
ro‘zg‘or va
maishiy sovut-
gichlarining
kompressorlari

Rotatsion kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi va asosiy modifikatsiyalari. Rotatsion kompressorlarning ishlash prinsipi rotorlarning aylanishi natijasida sodir bo‘ladigan gazning so‘rilishi va siqilishidan iborat. Ularning porshenli kompressorlardan afzalligi ishga tushirish paytida elektr tokining va bosim pul‘atsiyasining kamligidan iborat.

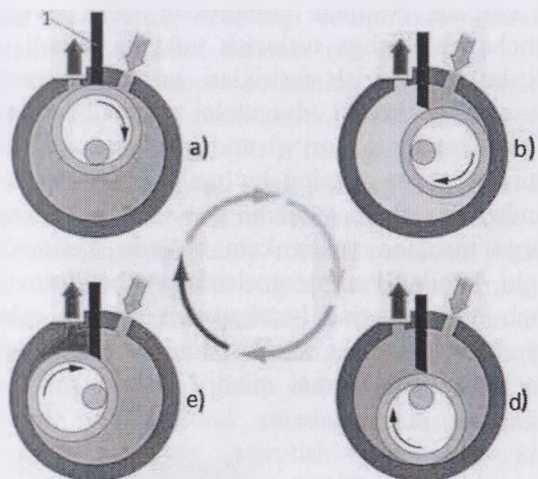
Rotatsion kompressorlarning ikki xil modifikatsiyasi mavjud: plastina rotorli va dumalovchi rotorli. *Dumalovchi rotorli kompressor* (32–rasm) sovutish agenti rotor dvigatelida o‘rnatilgan eksentrik yordamida siqiladi. Rotorning aylanish jarayonida eksentrik kompressor silindrining ichki yuzasida harakatlanadi va uning oldidagi sovutish agenti bug‘lari siqiladi.

Dumalovchi rotorli kompressorning ishlash prinsipini tushuntiruvchi sxema 32–rasmda keltirilgan. Dumalovchi rotorli kompressorda plastina (1) kompressor silindri ichidagi sovutish agenti bug‘larini yuqori va past bosim sohalarga ajratadi. Bu kompressorning 4 ta ishlash bosqichlari quyidagilardan iborat: a) bug‘ to‘liq hajmni to‘ldiradi; b) kompressor ichida siqish boshlanadi va sovutish agentining yangi miqdori so‘riladi; d) siqish va so‘rish davom etadi; e) siqish to‘xtaydi, bug‘ kompressor silindri ichidagi butun bo‘shliqni to‘ldiradi.

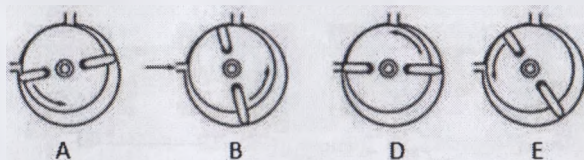
Plastina rotorli kompressor. Plastinali aylanuvchi rotorli kompressorlarda sovutish agentlarining siqilishi aylanuvchi rotorlarga o‘rnatilgan plastinalar yordamida amalga oshadi. Rotorning o‘qi kompressor silindrining o‘qiga nisbatan siljirilgan bo‘ladi. Plastinalarning chetlari silindr yuzasiga yopishib turadigan bo‘lib, shuning evaziga plastinalar silindr ichida yuqori va past bosim sohalarini ajratib turadi.

33–rasmda plastina rotorli kompressorda bug‘ni so‘rish va haydash jarayonlari tasvirlangan. Bunda: A) bug‘ to‘liq hajmni egallaydi; B) kompressor ichida siqish boshlanadi va sovutish agentining yangi

miqdori soʻriladi ; D) siqish va soʻrish tugaydi ; E) yangi siqish va soʻrish sikli boshlanadi.



32 – rasm . Dumalovchi rotorli kompressorning ishlash prinsipi



33 – rasm. Plastina rotorli kompressorning ishlash prinsipi

Kompressor valida ikkita rotor joylashtirilgan boʻlsa, bunday kompressorlar ikki rotorli deb ataladi.

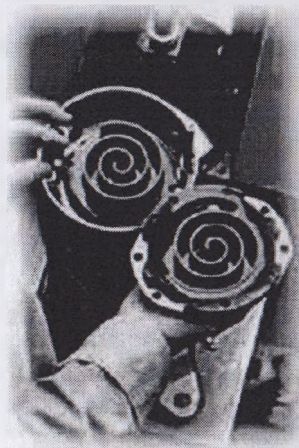
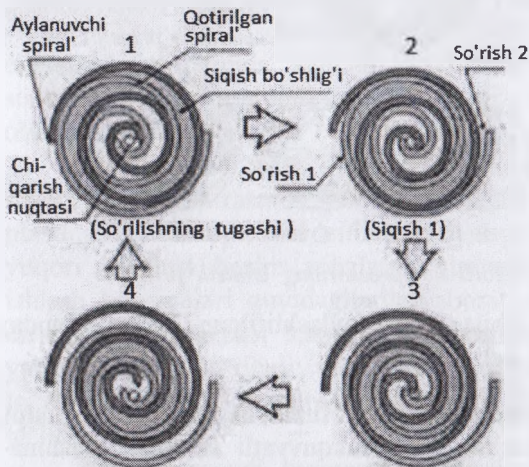
Spiral' va vintli kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi.

Spiral' kompressorlar – kichik va oʻrta quvvatli sovutish mashinalarida qoʻllaniladi. Bunday kompressorlar (34–rasm) ikkita poʻlat spiraldan iborat. Ularning biri ikkinchisining ichida joylashgan boʻlib, kompressor silindri oʻrtasidan chetiga qarab kengayadi. Ichki spiral' harakatlanmaydigan qilib qotirilgan , tashqisi esa uning atrofida aylanadi.

Spirallar sirgʻanmasdan harakatlanish imkoniyatini yaratuvchi maxsus profilga ega. Kompressorning harakatlanuvchi spirali ekssentrikda oʻrnatilgan boʻlib, boshqa spiralning ichki yuzasi boʻylab harakatlanadi. Bogʻlanish chizigʻi oldidagi sovutish agenti bugʻlari siqiladi va kompressor qopqogʻining oʻrta teshigidan chiqib ketadi.

Bog'lanish nuqtalari ichki spiralning har bir aylanasiida joylashgan. Shuning uchun bug' boshqa kompressorlarga qaraganda kam portsiyalarda va ancha tekis siqiladi. Natijada kompressor elektrodvigateligiga tushadigan qo'shimcha yuk, ishga tushirish yuki kamayadi.

Sovutish agentlari bug'lari kirish teshiklari orqali kompressor qoplamasining silindrik qismiga keladi, dvigatelni sovutadi, spirallar orasida siqiladi va kompressorning yuqori qismidagi chiqish teshiklari orqali chiqib ketadi. Bunday tizim gazning bir me'yordagi harakatini ta'minlab beradi. Bunday harakatda tebranish, shovqin darajasi porshenli kompressorlarga nisbatan ancha kam bo'ladi. Yana shuni alohida ta'kidlash lozimki, bunday kompressorlarda porshenli sovutish kompressorlariga o'xshab ortga qaytish harakatlarini amalga oshiradigan elementlar yo'q. Ishqalanuvchi detallar soni kamligi tufayli spiral' kompressorlar ko'proq vaqt xizmat qiladi (34-rasm).



34 – rasm. Spiral' kompressorning ishlash prinsipi

Spiral' kompressorlarning kamchiliklari: ishlab chiqarishdagi qiyinchiligi, narxining balandligi, spirallarining aniq hisoblashlarni va chetki qismlarining germetikligini talab qilishi, hamda ta'mirlanmasligi.

Vintli kompressorlar. Bu mashinalarda gaz harakatining yo'naltirilishi to'xtovsiz aylanma harakatli yo'nalish bilan amalga oshiriladi. Bu harakat bo'rtib chiqqan tishlar va egri chuqurlikli rotorlar yordamida vujudga keladi. Vintli kompressorlarda siqish

jarayoni egri chiziqli silindrda bo'ladi, uning ichidan gaz egri chiziqli porshen' yordamida ko'chiriladi. Bunday mashinalarda har bir rotor tishlarining orasidagi chuqurliklar silindr vazifasini, tishlar esa porshen' vazifasini bajaradi (35-rasm).

Bunday kompressorlarning ikki xil modeli mavjud: bir vintli va ikki vintli. Bir vintli modellarda rotor chetlariga ulangan bir yoki ikki shesternya – satellit o'rnatilgan bo'ladi.

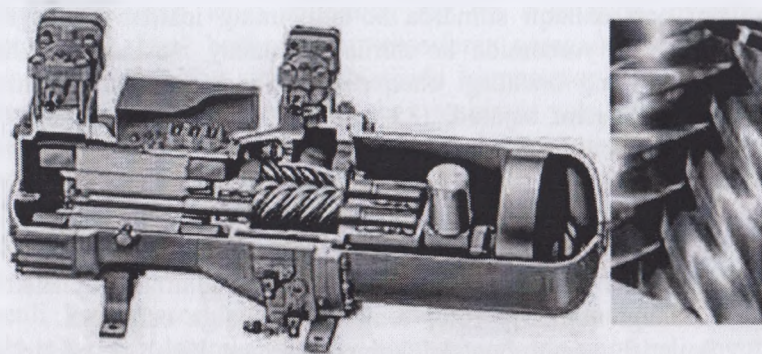
Sovutish agenti bug'larining siqilishi har xil tomonga aylanuvchi rotorlar yordamida amalga oshiriladi. Ularning aylanishi vint ko'rinishidagi markaziy rotor tomonidan amalga oshiriladi.

Sovutish agenti bug'lari kompressorning kirish teshiklari orqali kiradi va elektrodvigatelni sovutadi. Keyin aylanuvchi rotor shesternyalarining tashqi sektoriga keladi, siqiladi va sirpanuvchi klapan orqali chiqish teshigidan chiqib ketadi. Kompressor vintlari germetik ulangan bo'lishi kerak, shuning uchun moylash materiallari ishlatiladi, keyin esa moy sovutish agentidan kompressorning maxsus separatorida ajratiladi.

Ikki vintli modellar (35-rasm) ikkita rotor ishlatilishi bilan ajralib turadi: asosiy va uzatmali rotorlar. Bunday kompressorlarning yetaklovchi va yetaklanuvchi rotorlari sirpanuvchi tirkak podshipniklariga o'rnatiladi, ulardan biri tirkak vazifasini bajaradi. Konstruktsiyasida o'qqa tushadigan og'irlikni qabul qilish uchun yetaklovchi rotorda tushurish porsheni o'rnatilgan bo'ladi. Rotor vintlari katta modulli egri tishli (shesternya) ko'rinishida bo'lib, doimiy o'q qadamga ega tishli bo'ladi. Vintlarni tayyorlash uchun maxsus uskuna va anjomlar kerak.

Vintli kompressorlarda so'rish va haydash klapanlari mavjud emas. Sovutish agentining so'rilishi har doim kompressorning bir tomonidan, haydalishi esa boshqa tomonidan amalga oshadi. Bug'lar siqilishining bunday usulida shovqin darajasi porshenli kompressorlarga qaraganda ancha past. Vintli kompressorlarda dvigatel' aylanish tezligining o'zgartirilishi yordamida sovutish mashinasining unumdorligi bir tekisda sozlanadi.

Vintli kompressorlar 3 xil konstruktiv ko'rinishga ega: quruq va nam siqilish, shuningdek moy bilan to'ldirilgan ko'rinishlari. Quruq siqilishli kompressorlarning rotorlari va korpus orasida kafolatlangan tirqish ta'minlanadi. Bunday kompressorlarda sovutish agenti moy bilan ifloslanmaydi. Kamchiligi yuqori siqish darajasini hosil qilib bo'lmasiligidan iborat.



35 – rasm. Ikki rotorli vintli kompressor

Nam siqilishli kompressorlarda siqilayotgan sovutish agentining haroratini pasaytirish uchun ishchi bo'shliqqa suyuqlikning bir qismi purkaladi, bu holat siqish darajasini ancha oshiradi va siqish jarayonini izotermik ko'rinishga olib keladi.

Moy bilan to'ldirilgan kompressorlarning sovutish texnikasidagi afzallik tomonlari shundaki, yetaklovchi rotor bilan bog'lanib turadigan yetaklanuvchi rotor orasidagi bo'shliqqa nasos bilan moy tizimidan yuqori bosim ostida to'xtamasdan moy berib turiladi. Bu moy rotorlarda kinematik aloqani hosil qilib kontakt yuzasini moylab turadi va sovutish agenti haroratini tushuradi, harakatlanishini yaxshilaydi. Moy bilan to'ldirilgan kompressorlarning birinchi pog'onasida siqish darajasi 12–16 ga chiqishi mumkin. Mashinaning texnologik sxemasiga moy ajratgich va moy sovutgichlar qo'yiladi.

Vintli kompressorlarning porshenli kompressorlardan afzalligi, unda ilgari lanma–qaytarma harakatlanuvchi detallarning yo'qligi. Ushbu omil mashinaning tezligini, og'irlik va gabarit o'lchamlari bo'yicha solishtirma ratsional ko'rsatkichlarini va ko'p vaqt xizmat qilish xususiyatini oshiradi. Vintli kompressorlar yuqori kapital va ekspluatatsion xarajatlar talab qilmaydi.

Vintli kompressorlarning mavjud kamchiliklari quyidagilardan iborat: 1) o'zgarmas geometrik siqish darajasiga ega bo'lganligi uchun ichki siqish bosimini sozlab bo'lmazligi; 2) kichik unumdorlikdagi mashinalarda orqaga oqib o'tishning va buning natijasida unumdorlik pasayishining mavjudligi.

Nazorat savollari

1. Sovutish mashinalarida gazlarni siqish jarayonlari deganda nimani tushunasiz ?
2. Izotermik va adiabatik siqish nima ekanligini tushuntiring, ularning farqi nimada ?
3. Gazlarning siqish jarayonlarini T-s diagramma orqali tavsiflab bering.
4. Gazlarning siqish jarayonlarini p-v diagramma orqali tavsiflab bering.
5. Gazlarni siqish jarayonlarida, jumladan kompressorda siqishda bajarilgan ish qanday aniqlanadi ?
6. Porshenli kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi, turlari, kamchiliklari va afzalliklarini tavsiflab bering.
7. Rotatsion kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi, turlari, kamchiliklari va afzalliklarini tavsiflab bering.
8. Plastina rotorli kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi, turlari, kamchiliklari va afzalliklarini tavsiflab bering.
9. Spiral' kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi, turlari, kamchiliklari va afzalliklarini tavsiflab bering.
10. Dumalovchi rotorli kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi, turlari, kamchiliklari va afzalliklarini tavsiflab bering.
11. Vintli kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi, turlari, kamchiliklari va afzalliklarini tavsiflab bering.
12. Turli xildagi kompressorlarni qiyoslang va konkret amaliyotdagi sharoitlarda (ya'ni chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlash sohasi korxonalari sharoitlarida) sovutish texnikasida qaysi turdagi kompressor qo'llanilishi maqsadga muvofiq ekanligini asoslab bering.

6. Sovutish mashinalarida issiqlik almashinuv jarayonlari va qurilmalari

Tayanch iboralar:

Issiqlik almashinuv jarayoni, issiqlik almashinuv qurilmasi, plastinali, qirrali, g'iloqli, maxsus issiqlik almashinuv qurilmalari, bug'latgich, kondensator, sovutgich, havo sovutgich, suyuqlikli sovutgich, truba qobiqli kondensator va bug'latgich, bug'latkichli kondensator, kompressor – kondensator agregati.

Issiqlik almashinuv jarayonlari va qurilmalari to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi jarayonlarida issiqlik almashinuvi jarayonlari keng qo'llaniladi. Ko'pchilik asosiy hollarda issiqlik almashinuvi jarayonlari qizdirgichlar, sovutgichlar, qozonlar, qaynatgichlar, bug'latgichlar, kondensatorlar va shu kabilar vazifasini bajaruvchi apparatlar yordamida amalga oshiriladi. Issiqlik almashinuv jarayonlari rektifikatsiya, sorbtsiya va desorbtsiya, bug'latish, ekstraktsiya va boshqa qurilmalar ishining asosida yotadi.

Issiqlik almashinuvi deb har xil haroratli jismlar o'rtasida issiqlikning o'z-o'zidan bir jismdan boshqasiga o'tishiga aytiladi. Issiqlik almashinuvida issiqlik bir jismdan boshqasiga issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektsiya va issiqlik nurlanishi bilan uzatilishi mumkin. Issiqlik uzatishning qayd etilgan bu uch turi bir-biridan prinsipial farq qilib, ularning har qaysisi alohida mavjud bo'lishi, va xuddi shuningdek ularning barchasi bir vaqtning o'zida sodir bo'lishi mumkin. Issiqlik almashinuv tushunchasini va unda issiqlik uzatish turlarini yaqqol namoyish qiluvchi chizma 36-rasmda ko'rsatilgan. Yuqorida ta'kidlanganidek, issiqlik uzatish turlari bir vaqtning o'zida mavjud bo'lishi mumkin va bu hol 36-rasmda o'z ifodasini topgan.

Issiqlik almashinuv qurilmalarini hisoblashda *issiqlik uzatishning asosiy tenglamasi* deb ataluvchi kinetik tenglama keng qo'llaniladi.

Ushbu tenglama quyidagi ko'rinishga ega: $Q = KF\Delta t_o \tau$, (6.1)

bu yerda Q – issiqlik oqimi, ya'ni bir jismdan ikkinchisiga uzatilgan issiqlik miqdori, J;

K – issiqlik uzatish tezligini xarakterlovchi kinetik koeffitsiyent, ya'ni issiqlik uzatish koeffitsiyenti, $Vt/m^2 \cdot grad$ ($Vt/m^2 \cdot K$);

F – issiqlik uzatilayotgan yuza, m^2 ;

Δt_o – issiqlik uzatish yuzasi bo'ylab o'rtacha harakatlantiruvchi kuch, ya'ni issiqlik berayotgan va issiqlik o'tayotgan jismlarning haroratlari orasidagi farq (o'rtacha harorat nabori), $^{\circ}C$, K ;

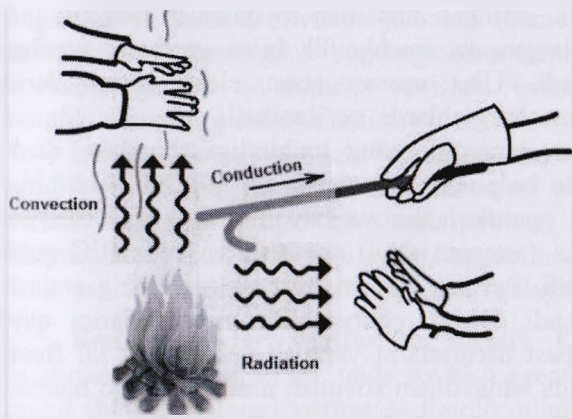
τ – issiqlik uzatish davomiyligi (vaqt), s (soniya).

Uzluksiz kechadigan issiqlik uzatish jarayonlari (statsionar jarayonlar) uchun (6.1) formula oddiyroq ko'rinishni egallaydi, ya'ni

$$Q = KF\Delta t_o \tau \quad (6.2)$$

Bu yerda Q Vatlarda o'lchanadi. Ta'kidlab o'tish lozimki, fanda o'rganilayotgan sovutish jihozlari va uskunalarning hisoblashlarida

issiqlik uzatish jarayonlari muayyan shartlashlarga asoslanib, uzluksiz kechadigan – statsionar jarayonlar deb qaraladi. Shunga mos ravishda hisoblashlarda (6.2) formula qo‘llaniladi.



36-rasm. Issiqlik almashinuvi tushunchasi va issiqlik uzatish turlari tasnifiga doir. Bu yerda: convection – konveksiya (inglizcha); conduction – konduksiya, ya'ni issiqlik o'tkazuvchanlik (ingl.); radiation – radiatsiya, ya'ni issiqlik nurlanishi (ingl.)

Issiqlik almashinuvi jarayonlari issiqlik tashuvchilar yordamida amalga oshiriladi, ular manbaning issiqligini o'zida to'playdi va uni issiqlik almashinish apparatlariga beradi. Issiqlik tashuvchi moddalar cheklangan harorat oralig'iga ega, ya'ni ularning har biridan muayyan sharoitlarda, aniq belgilangan harorat diapazonlarida foydalanish mumkin.

Issiqlik tashuvchilarni tanlashda ularning narxi, xavfsiz ishlash imkoniyati, ular ta'minlaydigan issiqlik almashinuvining intensivligi, korroziyaga chidamliligi va boshqa omillar hisobga olinadi. Asosiy issiqlik tashuvchilar bu – suv, bug' va tutun gazlaridan iborat; ba'zi hollarda bu maqsadlar uchun yuqori haroratlarda qaynaydigan suyuqliklar, erigan tuzlar, metallar va boshqa moddalar ishlatiladi. Ba'zi jarayonlar elektr toki bilan qizdirishdan foydalanish hisobiga amalga oshiriladi.

Issiq suv 100°C ga qadar isitish uchun ishlatiladi. O'ta qizdirilgan bug' 200°C va undan yuqori haroratni osongina ta'minlaydi, ammo bu harorat taxminan $0,2\text{ MPa}$ bug' bosimida erishiladi, ya'ni bu xavfsizlikka bo'lgan talablarni orttiradi. 400°C ga qadar qizdirish kerak bo'lganda, yuqori qaynovchi suyuqliklardan foydalanish mumkin. Bundan ham ko'proq isitish (550°C gacha) eritilgan tuzlar bilan ta'minlanadi, ammo ulardan foydalanish uskunaning yuqori zichligini va ikkinchi tomondan uskunani inert gaz bilan himoya qilishni talab

qiladi. Eritilgan metallar va qotishmalar 300 – 800°C haroratlarda ishlatilishi mumkin. Issiqlik tashuvchilar sifatida litiy, natriy, kaliy, simob, qo'rg'oshin va bir qator qotishmalar ishlatiladi. Eritilgan metallardan, shuningdek, eritilgan tuzlardan foydalanish maxsus, inert gaz vositasida himoyalangan va sinchkovlik bilan germetik yopilgan uskunalarni talab qiladi. Ular asosan atom elektr stansiyalarida ishlaydigan issiqlik almashtirgichlarda qo'llaniladi.

Issiqlik almashinuv jarayonlarining muhimligi shundaki, qizdirishdan tashqari, ulardan ko'pincha sovutishda foydalanadi. Eng birinchi va oddiy sovutish agentlari suv va havodir. Suv 4°C dan past bo'lmagan haroratgacha (artezian suvi) sovutish va muz 0°C gacha sovutish imkonini beradi. Pastroq harorat muz va tuzlarning aralashmalari bilan ta'minlanadi. Biroq, chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlash korxonalarida past haroratlarni yaratish uchun turli xil freonlardan foydalangan holda ishlaydigan sovutish mashinalari qo'llaniladi. Chuqurroq kriogen sovutish suyuq gazlar yordamida amalga oshiriladi, xususan, suyuq azot -193°C haroratgacha sovutish imkonini beradi.

Issiqlik almashinuv qurilmalarining vazifasi va konstruktiv xususiyatlariga ko'ra turlanishi. *Issiqlik almashinuv apparatlari* deyilganida ikki yoki undan ortiq muhit o'rtasida issiqlik almashinuvi sodir bo'ladigan har qanday qurilmalar tushuniladi. Ular isitgichlar, bug'latgichlar, kondensatorlar, bug' qozonlari, qaynatgichlar, skrubberlar va boshqalardir. Ishlash prinsipiga ko'ra, sirtli, aralashtirish va regenerativ issiqlik almashinuv apparatlari farqlanadi. Eng keng tarqalgani sirtli issiqlik almashinuv apparatlari bo'lib, ularda issiqlik apparat devori orqali uzatiladi. Bunday apparatlar qatoriga qobiq trubali, sug'oruvchi, botirilgan ilonsimon trubali, plastinali, spiral' ko'rinishdagi, qobirg'ali, blokli, shnekli issiqlik almashinish apparatlari, shuningdek, ko'ylakli issiqlik almashtirgichlar kiradi.

Issiqlik almashinish qurilmalari ishchi muhitining turiga ko'ra gaz, bug'–gaz, gaz–suyuqlik, bug', bug'–suyuqlik, suyuqlik–suyuqlik qurilmalariga bo'linadi. Issiqlik almashinish qurilmalari va muhitlarining yo'nalishiga qarab ham ular klassifikatsiyalanadi. Bunday belgiga ko'ra to'g'ri yo'nalishli, qarama–qarshi va bir–birini kesib o'tuvchi yo'nalishli qurilmalar farqlanadi.

Issiqlik almashtirgichlar, bug‘latgichlar, sovutgichlar va kondensatorlar. Sovutish mashinasining asosiy issiqlik almashinuv qurilmalari qatoriga kondensatorlar, suyuq muhitlarni sovituvchi bug‘latgichlar va kamera sovitish jihozlari (kamera batareyalari va havo sovutgichlar), shuningdek bug‘latgichdan kompressorga yo‘naltirilgan sovitish agentini qo‘shimcha ravishda isitish uchun mo‘ljallangan issiqlik almashtirgichlar kiradi.

Issiqlik almashinuv qurilmalariga quyidagi talablar qo‘yiladi: issiqlik uzatishning jadalligi, issiqlik oqimi birligiga to‘g‘ri keluvchi metall sarfining ozligi, konstruksiyasining sodda va ixchamligi, ishlatishda xavfsizligi va qulayligi, apparatni iflosliklardan tozalashning osonligi, tashish va o‘rnatishning qulayligi, arzonligi.

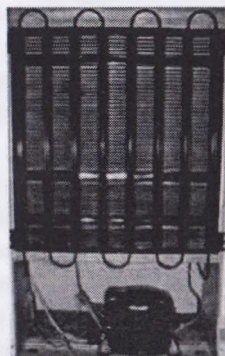
Kondensatorlar, vazifasi va turlari. Kondensator issiqlik almashinuv qurilmasi bo‘lib, unda sovitish agentining bug‘laridan atrof-muhit (havo yoki suv) vositasida issiqlik olinishi natijasida sovish va kondensatsiyalanish jarayonlari amalga oshiriladi. Sovituvchi muhit turiga ko‘ra : havo bilan (qovurg‘a – zmeyevikli va list trubali, havo erkin va majburiy harakatlanadigan), suv bilan (gorizontal va vertikal qobiq-trubali, qobiq-zmееvikli) va suv – havo bilan (sug‘orish va bug‘latuvchi) kondensatorlar mavjud.

Suv bilan sovitiluvchi kondensatorlarda issiqlik almashinish jadal boradi, ular ixcham konstruksiyali qilib yasalgan. Havo bilan sovitiluvchi kondensatorlarni o‘rnatish, ishlatish sodda, oson va suv iqtisod qilinadi.

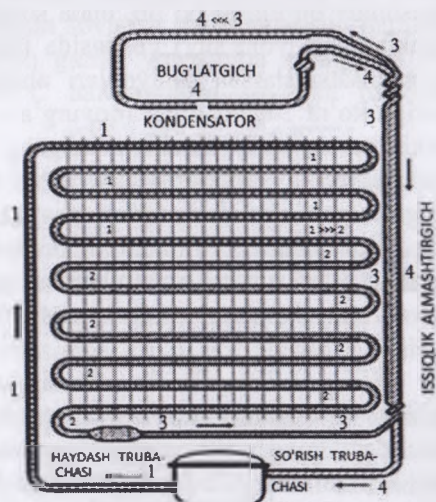
Havo bilan sovitish havo harakatlanishining tavsifiga ko‘ra tabiiy va majburiy bo‘lishi mumkin. Havoning tabiiy harakatlanish usulidagi kondensator vertikal joylashgan po‘lat yoki mis qovurg‘ali trubalardan iborat bo‘ladi. Bunday kondensatorlar uy-ro‘zg‘or elektrik-sovitish mashinalarida ishlatiladi (37-rasm). 38-rasmda esa ushbu agregatning sxemasi ko‘rsatilgan. Unda bu agregatning qaysi qismida sovitish agenti jismi qanday fizikaviy holatda bo‘lishi ham 1 dan 4 gacha bo‘lgan raqamlar vositasida ko‘rsatib berilgan. Bu sxemadan ko‘rinib turibdiki, bug‘latgichdan farqli ravishda kondensator trubalari ichida yuqori bosimli sovitish agenti bug‘lari yoki suyuqligi harakatlanadi.

Ko‘pgina sovitish mashinalarining havoli kondensatorlarida havoning majburiy harakati amalga oshiriladi. Bunday kondensatorlarning (39-rasm) trubalari to‘g‘ri yoki ilonsimon (zmeyevik) shaklda bo‘lishi

mumkin. Kondensatorning issiqlik almashinish yuzasini tashqi qovurg'alangan trubalar tashkil etadi. Qovurg'alar dumaloq yoki spiralli, hamda to'g'ri burchakli plastinalardan iborat bo'lishi mumkin. Spiral' va tekis plastinali qovurg'alangan sirt yuzasining trubalar yuzasiga nisbati – qovurg'alanish darajasi deb atalib, bu ko'rsatkich 20 ga yetishi mumkin. Truba va qovurg'a po'lat, alyuminiy, mis va latundan tayyorlanishi mumkin. Qovurg'alar nakatka (g'urralash) yoki kavsharlash yo'li bilan tayyorlanilishi mumkin. Zanglashni kamaytirish maqsadida po'lat truba va ularning qovurg'alari rux bilan qoplanadi. Qovurg'alarni trubalar bilan yaxlit qilib yoki alohida tayyorlab, so'ngra truba yuzasiga zich qilib o'rnatish mumkin. Qovurg'alar o'rnatilganda ular bilan truba devori orasida tirqishlar qolmasligi zarur, aks holda ularning tutashuv joyida katta termik qarshilik paydo bo'ladi.



37-rasm. Uy-ro'zg'or sovutish mashinasi kompressor – kondensator agregatining tashqi ko'rinishi

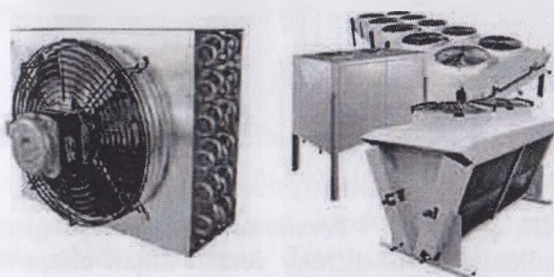


- 1 ————— Sovutish agentining yuqori bosimli bug'lari
- 2 ~~~~~ Yuqori bosimli suyuq sovutish agenti
- 3 ||||| Past bosimli bug' – suyuqlik aralashmasi
- 4 ##### Sovutish agentining past bosimli bug'lari

38-rasm. Sovutish mashinasi kompressor – kondensator agregatining va unda sovutish agentining harakatlanishi sxemasi

Majburiy havo harakatlanishi bilan sovutiladigan kondensatorlar (39–rasm) 2 asosiy qismdan iborat: issiqlik almashinuv seksiyasi va ventilyator – diffuzor seksiyasi. Bunday kondensatorlarda issiqlik al-
almashinuvi jadal kechadi, lekin ventilyator shovqinni keltirib

chiqaradi.



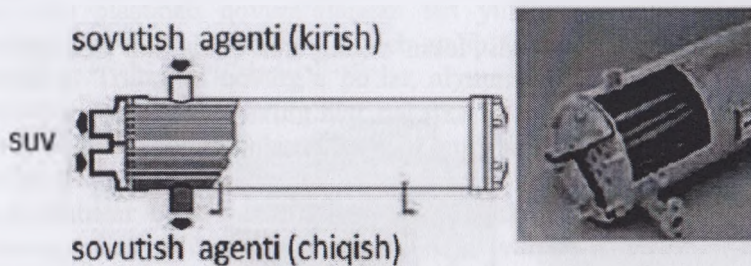
39 – rasm. Majburiy havo harakatli kondensatorlar

Suv bilan sovutiluvchi kondensatorlar qobiq trubali, qobiq zme-yevikli va ikki trubali bo‘ladi. Bunday kondensatorlar ancha ixcham, lekin ularda metall sarfi yuqori. Suv bilan sovutiluvchi gorizontaal qobiq trubali va qobiq zme-yevikli kondensatorlarning 1 m^2 issiqlik almashi– nish yuzasiga to‘g‘ri keluvchi massa 40 - 45 kg ni tashkil etadi. Ular– ni barcha unumdorlikdagi sovutish mashinalarida ishlatish mumkin.

Qobiq trubali kondensator (40–rasm). Ular tsilindrsimon po‘lat qobiq ichiga o‘rnatilgan trubalardan iborat. Truba ichida sovutuvchi suv oqadi. Qobiqning ikki chekka tomoniga trubalar to‘ri payvandlangan. To‘rning teshiklariga trubalar qo‘yilib, uchlari razval’tsovka qilingan. To‘rlar to‘siqli qopqoqlar bilan berkitilgan. Qopqoqlar qobiqqa boltlar yordamida qotirilgan. Suv kondensator qopqog‘ining pastki shtutseridan kirib, trubalar ichidan o‘tadi va qopqoqdagi yuqorigi shtutserdan chi–qadi. Suv trubalardan bir nechta yo‘l orqali o‘tadi. Yo‘llar qopqoqdagi to‘siqlar vositasida hosil qilinadi. Yo‘llar suvning harakat tezligini va issiqlik uzatish koeffitsiyentini oshiradi, sovutuvchi suv sarfini esa kamaytiradi.

Trubalararo bo‘shliqqa yuqoridan uzatiluvchi sovutish agenti bug‘lari gorizontaal suv trubalarining sovuq yuzasi bilan to‘qnashib kondensatsiyalanadi. Hosil bo‘lgan suyuqlik – kondensat qobiqning quyi qismiga tushadi. Suyuq sovutish agenti kondensatordan resiverga yoki bevosita drossel’ rostdash elementiga uzatiladi. Suyuq sovutish

agentining kondensatordagi sathi sath ko'rsatkich yordamida nazorat qilinadi.

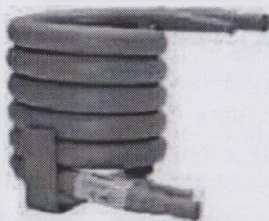
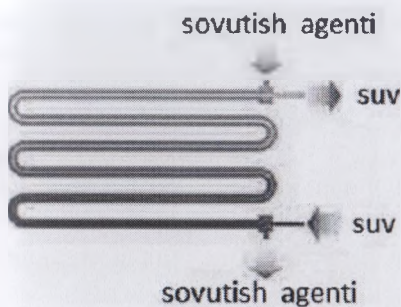


40 – rasm. Qobiq trubali kondensator

Ammiakli sovutish qurilmalari kondensatorining quyi qismiga moy yig'gich payvandlangan. Undan moy ventil' orqali chiqariladi. Qobiqning yuqorisiga tashqi tomondan manometr, himoya klapani resiver bilan bug'ni tenglash uchun shtutser, bug'–havo aralashmasini havo ajratgichga chiqarish shtutseri o'rnatilgan. Bug'–havo aralashmasini havo ajratgichga chiqarish shtutseri ammiak bug'i kiritiluvchi shtutserdan uzoqroq joyga o'rnatiladi. (Bug' qobiqning bir uchidan be-rilsa, bug'–havo aralashmasi boshqa uchidan olinadi.) Qopqoqlardan birining yuqori qismida truba ichidagi havoni chiqarish uchun kran bor. Shu qopqoqning pastida esa suvni chiqarib olish uchun kran mavjud. Gorizontal qobiq–trubali ammiakli kondensatorlarda suvning harakat tezligining kattaligi (1,5 – 2 m/s) va issiqlik uzatish yuzasidan kondensatning olib ketilishi issiqlik uzatilishining jadallashuviga sabab bo'ladi.

GXFU va GFU da ishlovchi gorizontal kondensatorlar ammiakli kondensatorlardan ichki trubalarning po'latdan ham, misdan ham tayyorlanishi va trubalarga sovutish agenti yo'li tomonidan qovurg'a o'rnatilishi bilan farqlanadi.

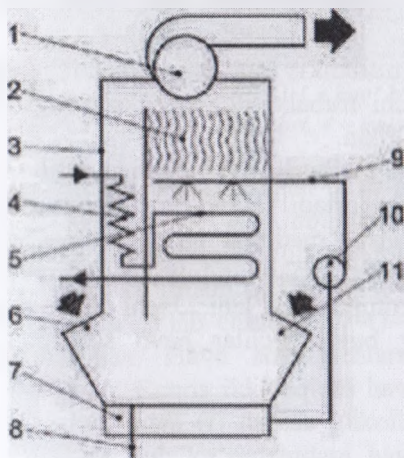
Ikki trubali kondensatorlarda (41–rasm) sovutish agenti bug'lari trubalar orasidagi bo'shliqqa kelib tushadi va pastga harakatlanib so-viydi. Suv sovutish agentiga qarama–qarshi yo'nalishda trubalar ichida harakatlanadi.



41 – rasm .
Ikki trubali
konden-
sator

Sovitayotgan suv miqdorini kamaytirishga zarurat tug‘iladigan bo‘lsa, bug‘latkichli kondensatorlar ishlatiladi (42–rasm). Bu kondensatorlarda sovutish agenti harakatlanuvchi zmeyeviklar zich holda qobiq ichida joylashgan. Zmeyeviklar (5) suv bilan sug‘oriladi. Suv harakatiga qarama–qarshi yo‘nalishda havo ventilyator (1) vositasida haydaladi. Havo purkalishi tufayli suv jadal bug‘lanib, harorati ko‘tarilmaydi, chunki suv o‘z issiqligini havoga berishi hisobiga sovib turadi. Shuning uchun qobiqning pastki qismiga (taglikka) to‘kiluvchi suv yana nasos vositasida kondensator zmeyeviklarini sug‘orish uchun purkash qurilmasiga uzatiladi. Suvning bir qismi kondensatorda bug‘lanadi, boshqa qismini havo olib ketadi. Suvning olib ketilishini kamaytirish uchun kondensatorga tomchi tutgich o‘rnatilgan. Toza

suv sarfi tsirkulyasiya qilinuvchi suvning 3% ni tashkil etadi. Sathni saqlash ventili orqali taglik vannaga toza suv kiritilib, undagi suv sathi o‘zgartirilmay saqlab turiladi.



42 – rasm . Bug‘latkichli kondensator : 1 – ventilyator; 2 – qiya plastinalar; 3 – tashqi issiqlik izolyatsiyasi; 4 – forkondensator; 5 – asosiy kondensator (zmeyeviklar); 6, 7 – taglik vanna; 8 – to‘kish trubasi; 9 – sochuvchi truba; 10 – suv nasosi; 11 – havo kirishi .

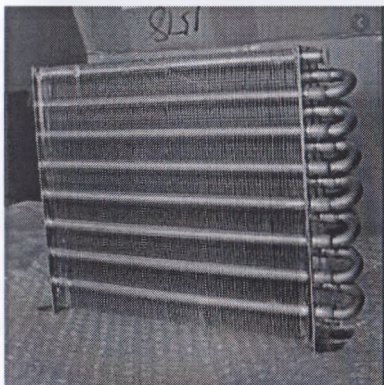
Bug‘latgichlar, vazifasi va turlari . *Bug‘latgichlar* – sovutilayotgan muhitdan issiqlik qabul qilish hisobiga qaynovchi sovutish agentlari uchun mo‘ljallangan issiqlik almashinuv apparatlaridir. Sovutiluvchi muhitning tavsifiga ko‘ra bug‘latgichlar quyidagi turlarga bo‘linadi: suyuq sovuqlik tashuvchilarni – suv, namakob yoki boshqa muzlamaydigan suyuqliklarni sovutish uchun mo‘ljallangan bug‘latgichlar va kamera havosini bevosita sovutish uchun batareyalar (havo erkin harakatlanuvchi) hamda havo sovitgichlari (havo majburiy harakatlanuvchi).

Sovuqlik tashuvchi modda bilan to‘ldirilish darajasiga ko‘ra bug‘latgichlar quyidagi turlarga bo‘linadi: sovuqlik tashuvchi moddaning ma‘lum bir sathi ushlab turiluvchi “cho‘ktirilgan bug‘latgichlar” va bunday sath mavjud bo‘lmagan “cho‘ktirilmagan” yoki “quruq” bug‘latgichlar. Bunday bug‘latgichlar ko‘pchilik hollarda kriogen texnikasi uskuna va jihozlarida qo‘llaniladi.

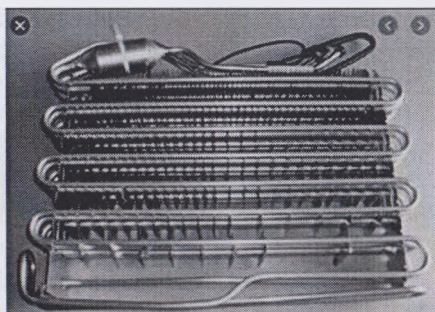
Bug‘latgichdagi sovutish agenti sovitiluvchi muhitdan issiqlikni issiqlik almashinuv yuzasi orqali qabul qiladi. Bug‘latgichdagi issiqlik uzatish jadalligi issiqlik almashinish jadalligiga, hamda yuzaning termik qarshiligiga bog‘liq. Havo tabiiy aylanuvchi kamera batareyalarining issiqlik uzatish koeffitsiyenti kichik bo‘lganligi tufayli, ular borgan sari kam qo‘llanilmoqda. Eski modeldagi batareyalar silliq trubalar bilan ta‘minlangan. Hozir asosan qovurg‘a trubali bug‘latgichlar ishlatilmoqda. 43– va 44–rasmlarda havoning tabiiy sirkulyatsiyasiga asoslangan kamera batareyalarining ikki xili misol tariqasida ko‘rsatilgan.

Bunda 43–rasmdan ko‘rinib turibdiki, bug‘latgich batareyalarida ham sovutish agenti harakatlanuvchi trubalar kondensatorlardagi singari misdan yasalgan bo‘lishi mumkin.

Ventilyator yordamida havoni majburiy aylantirishga o‘tilganida bug‘latgichning unumdorligi keskin ortadi. Havo tezligining ortishi bilan, havo va bug‘latgich trubalari o‘rtasidagi issiqlik almashinuvi ham jadallashadi, shu sababli bunday apparat tabiiy havo batareyasiga nisbatan yasalishiga ko‘ra kompakt bo‘ladi. Jadval havo sovutishni amalga oshiruvchi bunday bug‘latgichlar havo sovitgichlari deb ataladi (45–rasm).

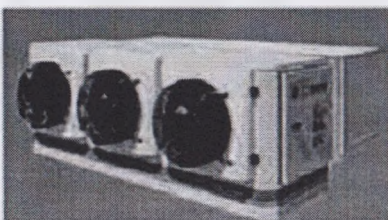
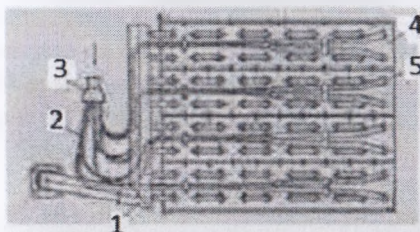


43 – rasm. Polda oʻrnatiladigan bugʻlatgich batareyasi



44 -- rasm. Devorda oʻrnatiladigan bulgʻatgich batareyasi

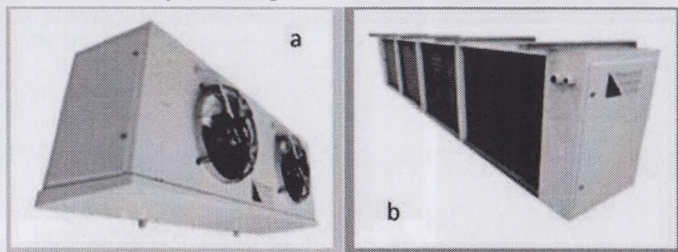
Konstruktiv koʻrinishiga koʻra havo sovutgichlari ularning bajaradigan vazifasiga qarab yasaladi va qoʻllaniladi, bundan maqsad mahsulotlarni toʻgʻri sovutish va muzlatishdan iboratdir. Sovutish tizimlaridagi havo sovutgichlari *shipga oʻrnatiladigan* va *polga oʻrnatiladigan* boʻlishi mumkin. 45–rasmda polga oʻrnatiladigan havo sovutgichi koʻrsatilgan.



45–rasm. Havo sovutgich: 1 – bugʻ kollektori, 2 – suyuqlik kollektorining trubalari, 3 – suyuqlik kollektori, 4 – issiqlik almashinish seksiyasi, 5 – bugʻlatgich trubalari

Shipga oʻrnatiladigan havo sovutgichlari *kub koʻrinishdagi*, *yassi koʻrinishdagi* va *ikki oqimli* sovutgichlarga boʻlinadi. 46–rasmda shipga oʻrnatiladigan kub koʻrinishdagi havo sovutgichlari koʻrsatilgan. Kub koʻrinishdagi havo sovutgichlari polga oʻrnatiladigan variantda ham ishlab chiqariladi. 47–rasmda ana shunday havo sovutgich koʻrsatilgan. Havo sovutgichlarning boshqa variantlari 48–rasmda keltirilgan. Bunda ikki oqimli havo sovutgichi 48–rasm (e) da koʻrsatilgan. 48–rasm (f) da esa glikolli havo sovutgichi keltirilgan. Hozirgi vaqtda kub koʻrinishdagi havo sovutgichlari juda koʻp tarqalgan va keng ishlatilmoqda. Buning sababi ularning yuqori koʻrsatkichlari

va optimal narxlaridir. Bunday havo sovutgichlari har qanday o'l-chamli sovutish kameralarida qo'llanilmoqda va ularda talab etilgan mikroiklimni yaratmoqda.

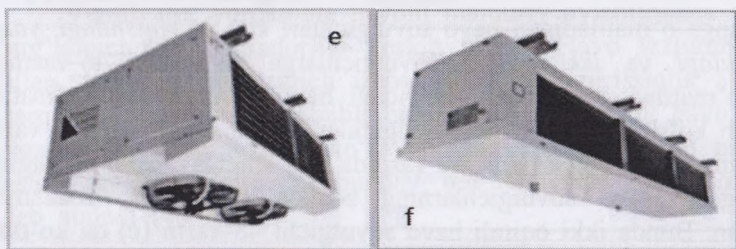


46 – rasm. Shipga o'rnatiladigan kub ko'rinishdagi havo sovutgichlari : a – chorvachilik mahsulotlarini saqlash kameralari uchun ; b – meva-sabzavotlar saqlanadigan kameralar uchun

*Suyuq sovuqlik tashuvchi modda (rassol) larni sovituvchi bug**



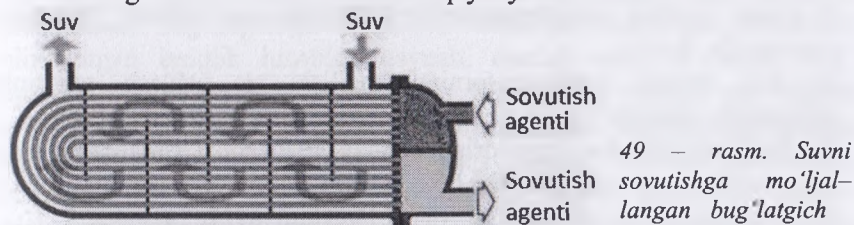
47–rasm . Polga o'rnatiladigan kub ko'rinishdagi havo sovutgichlari : c – shok-frosterlar (mahsulotlarni muzlatish uchun) ; d – past haroratli (-80 °C gacha) havo sovutgichlar



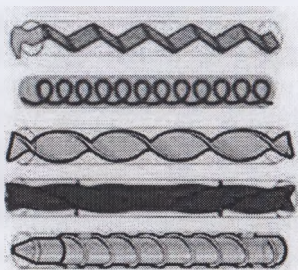
48– rasm . Shipga o'rnatiladigan kub ko'rinishdagi : e – ikki oqimli havo sovutgichi ; f – glikolli havo sovutgichlari .

latgichlar. Shu o'rinda aytib o'tish lozimki, sovuqlik tashuvchilar deb sovitilayotgan muhit (sovitish kamerasi havosi va mahsulotlar) dan bug'latgichdagi sovitish agentiga issiqlik uzatuvchi suyuqliklar tushuniladi. Sovuqlik tashuvchining to'ldirilishiga ko'ra ochiq va yopiq turdagi bug'latgichlar mavjud. Ochiq turdagi bug'latgichlarda namakob havo bilan tutashadi, kontaktda bo'ladi. Ochiq turdagi bug'latgichdan namakob nasos bilan so'rilib, bosim ostida kamera batareyalariga (yoki havo sovitgichlarga) uzatiladi, ulardan yana bug'latgichlarga keladi. Bu turdagi bug'latgichlarga panelli apparatlar misol bo'ladi.

Yopiq turdagi bug'latgichlarda sovuqlik tashuvchi modda havo bilan tutashmaydi, kontaktda bo'lmaydi. Suyuqlik bug'latgichga nasos yordamida uzatiladi. Bug'latgichlardan sovutilgan suyuqlik kameralardagi sovitish jihozlariga boradi. Bu turdagi bug'latgichlarga *qobiq trubali*, *qobiq-zmeyevikli* va *zmeyevikli* apparatlar kiradi. Sovuqlik tashuvchi moddalar past muzlash haroratiga, katta issiqlik sig'imiga ega bo'lishi, hamda xavfsiz, zararsiz, arzon bo'lishi talab etiladi. Eng keng tarqalgan va arzon sovuqlik tashuvchi modda albatta suvdur. Suv katta issiqlik sig'imiga ega, lekin uning muzlash harorati ancha yuqori. Shuning uchun uni sovutiladigan muhit harorati 0°C dan yuqori bo'lgandagina ishlatish mumkin. Bunday bug'latgichlarda (49-rasm) sovutilayotgan suv trubalar orasidagi bo'shliqqa uzatiladi, sovitish agenti esa trubalar ichida qaynaydi.



Bug'latgichlarning maxsus quvurlari. Bug'latgichlarda issiqlik almashinishni jadallashtirish uchun trubalar maxsus shakllarda tayyorlanadi. Bunday shakllarda (50-rasm) oqim harakati uyurma holatiga keltirilganligi tufayli issiqlik berish koeffitsiyenti (α) ortadi. 0°C dan past haroratlarda sovuqlik tashuvchi modda sifatida tuzlarning suvdagi eritmalari (namakoblar) ishlatiladi. Eng keng tarqalgan namakoblar natriy xlor (osh tuzi) NaCl va kal'tsiy xlordir CaCl_2 .



50 – rasm . Bug'latgichlarning maxsus trubalari

Nazorat savollari

1. Issiqlik almashinuv jarayonlari qanday qurilmalar ishining asosida yotadi ?
2. Issiqlik almashinuv jarayonlari deyilganida nimani tishunasiz ?
3. Issiqlik tashuvchi moddalarga qanday talablar qo'yiladi ?
4. Turli issiqlik tashuvchi va sovuqlik tashuvchi moddalarni tavsiflab bering , ularning qo'llanilish sohalarini aytib bering .
5. Sovutish uskuna va jihozlarning issiqlik almashinuv apparatlariga nimalar kiradi ?
6. Kondensatorlarning vazifasi va turlanishini aytib bering .
7. Havoning tabiiy harakatlanish usulidagi kondensatorlarning tuzilishi , ishlash prinsipi , qo'llanilishi , afzalliklari va kamchiliklari .
8. Majburiy havo harakatlanishi bilan sovutiladigan kondensatorlarning tuzilishi , ishlash prinsipi , qo'llanilishi , afzalliklari va kamchiliklari .
9. Qobiq trubali kondensatorning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering .
10. Ikki trubali kondensatorning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering .
11. Bug'latkichli kondensatorlar qanday maqsadda ishlatiladi , ularning tuzilishi va ishlash prinsipi qanday ?
12. Bug'latgichlarning vazifasi va turlanishini aytib bering .
13. Bug'latgich batareyasi nima , qanday tuzilishga ega va uning qo'llanilish sohasi ?
14. Havo sovuqtgichlarining vazifasi , turlanishi , afzalliklari va kamchiliklarini aytib bering .
15. Suyuq sovuqlik tashuvchi (rassol) larni sovituvchi bug'latgichlarning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering .

7. Sovutish mashinalarida yordamchi jarayonlar va qurilmalar

Tayanch iboralar :

Drossel'–rostlash elementi, qurilmasi, termorostlovchi ventil (TRV), resiver, filtr, kapillyar naycha, drossellash jarayoni, sovitish agenti kondensati, bug' filtri, moy filtri, filtr – quritkich .

Drossel'–rostlash qurilmalarining vazifasi va xususiyatlari, termorostlovchi ventil (TRV), uning o'rnatilishi. Sovutish uskuna, jihozlari va mashinalarida sovitish agentining qaynashi, bug'lanishi, siqilishi va kondensatsiyalanishi jarayonlari bilan bir qatorda asosiy jarayonlardan biri bu sovitish agenti – sovuqlik tashuvchi moddaning *drossellanishi jarayonidir*. Bu jarayon kondensatsiyalanish va qaynash jarayonlari o'rtasidagi oraliq holatni egallaydi. Drossellanishda yuqori p_k bosimli va yuqori t_k haroratli suyuq sovitish agenti past p_0 bosimli va past t_0 haroratli qisman bug'–suyuqlik aralashmasi holatidagi modda ko'rinishiga keladi. Drossellanish jarayonida ajralayotgan is–siqlik hisobiga sovitish agenti qisman bug'lanadi va quruqlilik darajasi $x = 0,05....0,1$ bo'lgan bug'–suyuqlik aralashmasi holatiga keladi.

Drossellanish jarayoni termodinamik tavsifiga ko'ra adiabatik jarayonga yaqin bo'lgan holatni egallaydi va bunda sovitish agentining ental'piyasi o'zgarmas bo'lib qoladi, ya'ni $i = const$ sharoitida jarayon kechadi. Bu jarayondan chiqqan sovitish agentining bug'–suyuqlik aralashmasi bug'latgichga o'tadi va unda sovitilayotgan muhitdan olinayotgan issiqlik hisobiga qaynab, dastlab nam to'yingan bug' holatiga, keyin quruq to'yingan bug' holatiga va oxirida esa ozgina o'ta qizdirilgan bug' holatiga keladi. Drossellanish jarayonining amalga oshirilishi uchun sovitgich mashinalari drossel'–rostlash qurilmalari bilan ta'minlanadi. Shunday qilib, drossel'–rostlash qurilmalari sovitgich mashinalarining yuqori bosimli va past bosimli sohalari ajratib turuvchi elementlaridan biri hisoblanadi.

Drossel'–rostlash qurilmalarining asosiy vazifasi sovitish mashinasining yuqori va past bosim sohalari orasida yetarlicha bosimlar farqini ta'minlab berishdir. Bunga erishishning eng oddiy usuli – bug'latgich va kondensator orasiga kapillyar naycha (51–rasm) o'rnatishdir. Kapillyar naychaning kondensatorga ulangan uchi orqali uning ichiga kondensatordan sovitish agentining yuqori bo–simli suyuqligi yoki ozgina bug'li aralashmasi kelib kiradi. Kapillyar naychadan o'tishda sovitish agenti drossellanadi, yoki boshqacha

aytilganda eziladi. Oqibatda sovutish agentining bosimi (va mos ravishda harorati) pasayib, past bosim sohasidagi darajasigacha tushadi. Kapillyar naychadan chiqishda sovutish agentining tezligi va hajmi ortadi. Bunda ajraladigan issiqlik hisobiga sovutish agenti suyuqligining ozgina qismi bug'ga aylanadi, shuning uchun drossellanish jarayonidan sovutish agenti quruqlilik darajasi ozgina ortgan holda chiqadi. Lekin kapillyar naycha katta sovuqlik unumdorligiga ega bo'lgan mashinalarda drossellanish jarayonining normal tarzda kechishini ta'minlay olmaydi. Shu sababli kapillyar naychalar faqat uy-ro'zg'or va kichik savdo-maishiy sovutgich hamda muzlatgichlarida qo'llaniladi, chunki ular katta mashinalarda bug'latgichga yuboriladigan suyuqlik miqdorini rostlay olmaydi.

Bu vazifani faqat termorostlovchi ventil' (TRV) uddalashi mumkin. TRV turli konstruksiyalarining umumiy ko'rinishi 52-rasm (a) va (b) larda ko'rsatilgan, 52-rasm (d) da esa TRV ning qirqimdagi ko'rinishi keltirilgan. 53-rasmda TRV ning tuzilishi sxematik tasvirlangan. TRV maxsus ventil' bo'lib, kapillyar naycha va sovutish agenti bug'lari bilan to'ldirilgan termoballondan tashkil topgan. Ventil' korpusi ichida tor kesimli klapanli qism o'rnatilgan bo'lib, u sistemada aylanayotgan sovutish agentini drossellash va bug'latgichdagi freon hajmini rostlash (sozlash) imkonini beradi. Shuning uchun ventil' shtutser yordamida kondensator tomoniga, ya'ni suyuqlik liniyasiga ulanadi. Shuningdek TRV korpusi ichida elastik metall membrana ham o'rnatilgan bo'lib, u bosimlar farqining o'zgarishiga sezgirliги hisobiga shtokni siljitish vazifasini bajaradi (53-rasm). Shtok vertikal yo'nalishda pastga siljib, unga biriktirilgan klapan vositasida sovutish agentining yo'lini ochadi va kondensatordan (yoki resiverdan) bug'latgichga suyuq freonning oqib o'tishi ta'minlanadi. O'z navbatida membrananing bukilishi bug'latgichning chiqish trubasiga qotirilgan termoballondan kelayotgan sovutish agenti bug'lari ta'sirida sodir bo'ladi. Shtokning siljish chegarasi va mos ravishda bug'latgichga o'tadigan freon hajmi maxsus vint va rostlovchi prujina yordamida nazorat qilinadi hamda sozlab qo'yiladi. TRV ventilining korpusi va termoballon bir-biriga kapillyar naycha vositasida ulangan. Shunday qilib, termorostlovchi ventil' sovutish agentining bug'latgichga bir me'yorda uzatilishini ta'minlaydi, suyuq sovutish agentini purkab, uning bosimini kondensatsiya bosimi darajasidan qaynash bosimi darajasigacha pasaytiradi.

Latun va misdan foydalanib yasalganligi hisobiga [52–rasm (a), (b), 53–rasm] TRV lar xizmat qilish muddatining kattaligi va korroziyaga chidamliligi bilan tavsiflanadi. Kapillyar naycha va termoballon esa vibratsiyaga chidamliligi bilan ajralib turadi.



51 – rasm. Kapillyar naycha

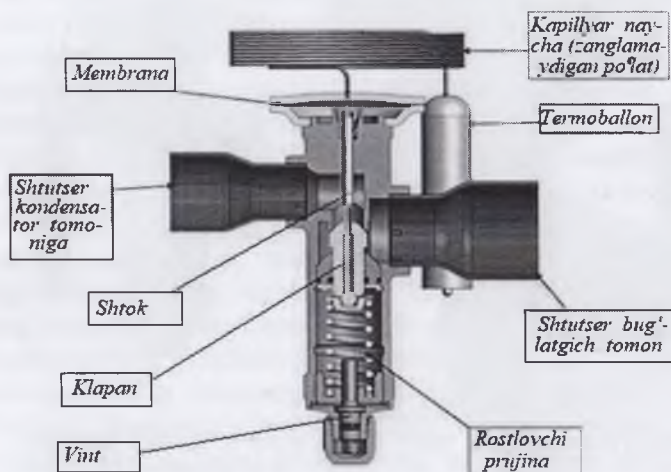
52 – rasm. Termorostlovchi ventil' (TRV): a va b – tashqi ko'rinishi; d – qirgimda ko'rinishi

Sovutish mashinalarining energiya iqtisodi ko'p jihatdan termorostlovchi ventillarining to'g'ri rostanishiga bog'liq. Bug'latgichga suyuq sovutish agentining ortig'i bilan berilishi kompressorning nam yurishini hosil qilib, gidravlik zarbaga olib kelishi mumkin. Bug'latgichga suyuq sovutish agentining kam berilishi esa bug'latgich

yuzasining to'liq ishlamasligiga, mashina normal ish rejimining buzilishiga va qaynash haroratining pasayishiga olib keladi.

TRV ning ochilish darajasi (53– va 54–rasmlarga qarang) termoballondagi gaz hosil qilib, membrananing ustki yuzasiga ta'sir qiladigan p_1 bosimga (bu bosim bug'latgichdan chiqayotgan sovutish agentining harorati t_0 ga proporsional bo'ladi); qaynash p_2 bosimiga (bu bosim bug'latgichdagi sovutish agentining bosimi p_0 dan iborat); membranaga pastdan ta'sir qiluvchi prujinaning tortish kuchi p_3 ga (bu kuch kattaligi maxsus vint yordamida sozlanadi) bog'liq.

Normal holda ishlayotgan qurilmalarda, bug'latgichdan chiqishdan biroz oldin sovutish agentining qaynashi tugaydi. To'yingan bug', bug'latgichning qolgan qismini bosib o'tib, o'ta qizdirilishi boshlanadi. Shunday qilib, bug'latgichdagi sovutish agentining harorati termoballon harorati bilan bir xil bo'ladi. Agar bug'latgichga kam miqdorda sovutish agenti kelib tushayotgan bo'lsa, bug' ko'proq qiziydi va bug'latgichning chiqishdagi trubalari harorati oshib ketadi.



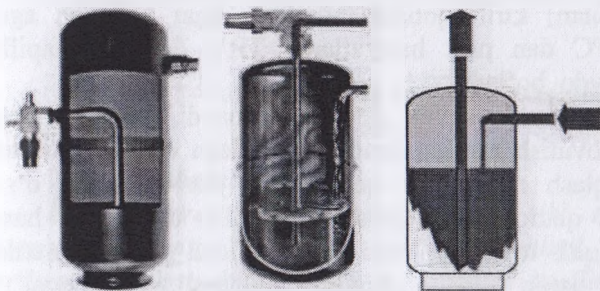
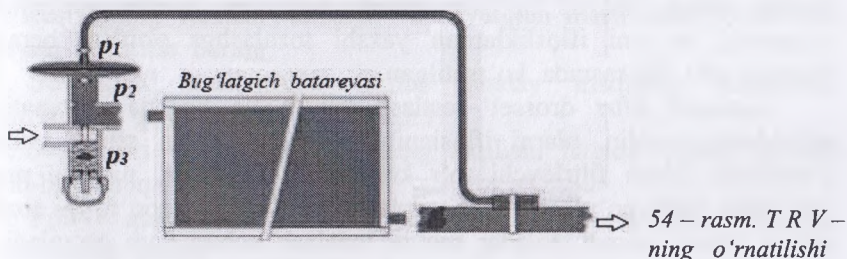
53 – rasm . TRV ning tuzilish sxemasi

Shu sababli bu holda, termoballon harorati ham osha boshlaydi, haroratning jadallik bilan oshishi termoballondagi bug' bosimining ham oshishiga olib keladi. Bosim oshishi bilan membrana pastga tusha boshlaydi va ventil' ochilib, bug'latgichga ko'proq suyuqlik kira boshlaydi (54–rasm). Natijada bug'latgichning harorati pasayadi,

va unga mos ravishda termoballon ham soviydi. Shunday qilib, termoballon harorati pasayishi bilan ventillning ochilish darajasi yana qayta kamayib, bug'latgichda sovutish agentining hajmi keraklicha bo'lishi ta'minlanadi.

Termorostlovchi ventillar 52-rasmlarda ko'rsatilganidan farq- luvchi boshqa konstruksiyalarda ham ishlab chiqariladi va albatta, klapanlarning ham boshqa rusumlari bor. Lekin ularning chuqur tushunchasi bilan ushbu o'quv qo'llanmasi doirasida tanishib chiqmaymiz.

Resiver, uning vazifasi va o'rnatilish joyi. Resiver kondensat (suyuq sovutish agentini) yig'ish va uning zahirasini hosil etishga mo'ljallangan idishdir. U yuqori bosim tomonida kondensatordan keyin o'rnatiladi. Resiver (55-rasm) TRV va bug'latgichga sovutish agentining bir me'yorda borishini ta'minlash, gidravlik napor (bosim) hosil qilish, hamda kichik mashinalarni ta'mirlash ishlari vaqtida sovutish agentini saqlab turish uchun mo'ljallangan.



Xavfsizlik qoidalariga ko'ra resiverning hajmi bug'latish tizimi (barcha batareya va havo sovutgichlar) hajmining 30% ni tashkil etishi zarur. Bu sovutish agenti jihozlarga yuqoridan beriluvchi tizim-

larga tegishli bo'lgan talab. Sovutish agenti pastdan beriluvchi tizimlar uchun esa – 60%. Resiver ishlash vaqtida hajmining 50% igacha suyuqlik bilan to'ldiriladi.

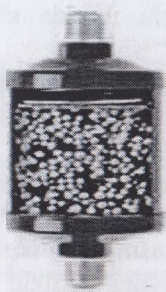
Filtrlar, vazifasi va turlari, ularning o'rnatilish joylari. Sovutish mashinasining ichki bo'shliqlari zang, qum va boshqalar bilan ifloslanishi mumkin. Ifloslanishga sabab quyma detallarning zavodda yetarli darajada tozalanmaganligi, o'rnatish va ta'mirlashdan so'ng yuzalarning yaxshi yuvilmaganligi, ekspluatatsiya talablarining buzilishi (mexanik aralashmali sovutish agentining quyilganligi, iflos moy quyilganligi) bo'lishi mumkin. Sovutish mashinasi ishlayotganda mexanik iflosliklarni tutib qolish uchun bug' va suyuq sovutish agentlari harakatlanadigan trubalarga filtrlar o'rnatiladi.

Bug' filtri so'rish tomonda kompressordan oldin yoki so'rish kollektorida o'rnatilib, kompressor silindri va klapanlarini ishdan chiqishdan asraydi. Bug' filtri tsilindrik korpusga o'rnatilgan filtrlovchi to'rdan iborat. Ifloslik tutgichning ajraluvchi qopqog'i bo'lsa, to'rni tozalab turish imkoni bo'ladi. Filtrda bug'ning harakat yo'nalishi o'zgaradi, bu uni iflosliklardan yaxshi tozalashga yordam beradi. Bunday filtr 56-rasmda ko'rsatilgan.

Suyuqlik filtri drossel'-rostlash ventili va boshqa avtomatika asboblardan oldin, ularni ifloslanib to'lib qolishidan asrash uchun o'rnatiladi. Unda filtrlovchi to'r korpusda joylashgan, pastdan prujina bilan siqib qo'yilgan. Olib qayta qo'yiluvchi qopqoq to'rni tozalashga imkon beradi. Filtrlar moyni tozalash uchun ham qo'yiladi.

Sovutish qurilmasiga mexanik iflosliklardan tashqari namlik (masalan, havo bilan) kirib qolishi mumkin. Agar sovutish agenti suvda erimasa, 0°C dan past haroratlarda TRV da yoki kapillyar naychada muz paydo bo'ladi.

GXFU va GFU lar suvda deyarli erimaydi, shuning uchun ularda ishlovchi sovutish mashinalarida drossellash qurilmasini muzlab qolishdan saqlash maqsadida qo'shimcha *filtr-quritkich* o'rnatiladi. Quritkichlar qattiq modda (adsorbent) bilan to'ldiriladi hamda mashinaning suyuqlik trubasida rostlash ventilidan oldin o'rnatiladi. Namlik yutuvchi qattiq modda sifatida silikagel', alyumogel' va tseolitlar ham ishlatiladi.



56 – rasm . Bug‘ filtri



va filtr – quritkich

Nazorat savollari :

1. Drossellash jarayonining mohiyatini aytib bering.
2. Yordamchi qurilmalar : maqsadi, tasnifi, sovutish tizimidagi joylashuvi.
3. Termorostlovchi ventilning ishlash prinsipi, TRV ning sovutgich mashinasida o‘rnatilishi.
4. Resiverning vazifasi , tuzilishi va sovutgich mashinasida o‘rnatilish joyini ko‘rsatib bering.
5. Sovutgich mashinasida filtrlar qanday maqsadda ishlatiladi, filtrlarning qanday turlarini bilasiz ?
6. Bug‘ filtri va suyuqlik filtrining tuzilishi hamda ishlash prinsipi bir–biridan qanday farq qiladi ?
7. Filtr – quritkichning vazifasi , tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering .
8. TRV ning rasmini chizing va tuzilishini aytib bering.

8. Bug‘ – kompressorli sovutish mashinasini hisoblash asoslari

Tayanch iboralar:

Bug‘–kompressorli sovutgich, nazariy sikl, teskari Karno sikli, izoterma, adiabata, $T - s$, $p - v$ diagrammalari, ichki energiya, bajarilgan ish, termodinamik f. i. k., sovutish koeffitsiyenti, kompressor quvvati , issiqlik almashinuv yuzasi .

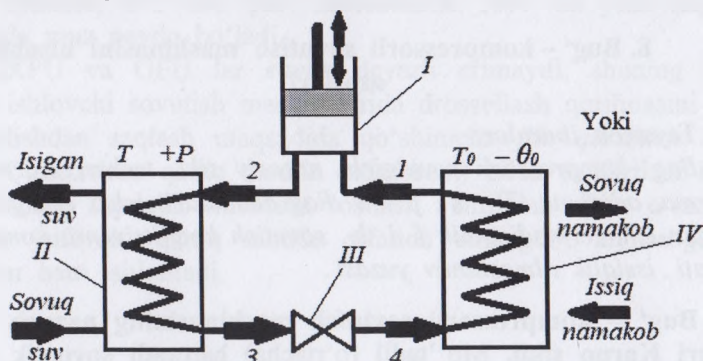
Bug‘ – kompressorli sovutish mashinasining nazariy sikli , teskari Karno sikli. Mo‘‘tadil (o‘rtacha) haroratli sovuqlik olishda bug‘–kompressorli sovutish mashinalari keng qo‘llaniladi. Bunday

mashinalarda sovutish agenti – sovuqlik tashuvchi modda sifatida past haroratda qaynaydigan suyuqliklar ishlatiladi.

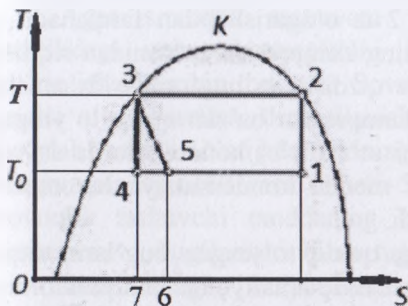
Ideal mashina sikli (nazariy sikl). Karnoning teskari sikli bo'yicha ishlaydigan ideal kompressorli sovutish mashinasida (57–rasm) kompressor I sovuqlik tashuvchi bug'larini so'rib, ularni suv bilan sovutganda suyuqlikka aylanishi mumkin bo'lgan bosim darajasi-gacha siqadi, va shundan keyin kondensator II ga haydaydi.

Bunday mashinaning $T - s$ diagrammasi 58–rasmga ko'rsatilgan. $T - s$ diagrammada bug'larni adiabatik siqish jarayoni vertikal adiabatik chiziq 1–2 bilan tasvirlangan. Siqish bug' haroratining T_0 (1 nuqta) dan T (nuqta 2) gacha ko'tarilishiga olib keladi. Kondensator II da suyuqlanish jarayoni o'zgaras T haroratda borishi uchun, siqish jarayoni suyuqlik – bug' muvozanat chizig'i bilan chegaralangan sohada amalga oshirilishi kerak, mashinada kompressordan chiqayotgan bug' quruq to'yingan holatda P bosimda bo'ladi.

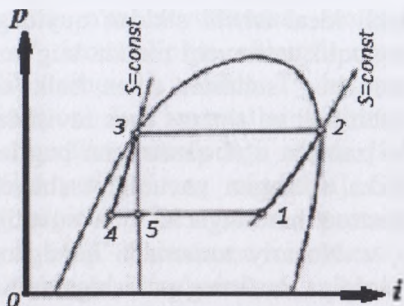
Kondensator II dagi suyuqlanish (kondensatsiyalanish) jarayoni T haroratda izotermik ravishda boradi (gorizontal 2–3 chizig'i). Kondensatordan suyuq sovuqlik tashuvchi modda kengaytiruvchi silindrga keladi (kengaytiruvchi silindrning qo'llanilishi ideal yoki nazariy siklga tegishlidir). Real siklda esa kengaytiruvchi silindr o'r-niga drossel ventili III ishlatiladi (57–rasm, III element). U yerda sovuqlik tashuvchi adiabatik kengayib, qaynash bosimiga to'g'ri keladigan T_0 haroratga ega bo'ladi (3–4 adiabatik chizig'i). So'ng suyuq sovuqlik tashuvchi modda bug'latgich IV da bug'lanib (qay-nab), sovutilayotgan muhit (sovutish kamerasidagi havo va mahsulotlar) dan issiqlikni oladi. T_0 haroratdagi bug'lanish jarayoni 4–1 izoterma chizig'i bilan ifodalanadi.



57 – rasm. Bug' – kompressorli sovutish mashinasining sxemasi



58 – rasm. Bug' – kompressorli sovutish mashinasining $T-s$ diagrammasi



59 – rasm. $i - \lg p$ diagrammada mashinaning nazariy sikli

Bug' – kompressorli sovutish mashinasining ikkinchi variantida sovuqlik tashuvchi bug'latgich IV da bug'lanib (qaynab), sovutila-yotgan namakobdan issiqlikni oladi. Ko'pincha bunday bilvosita sovutish sxemasi katta sovuqlik unumdorligiga ega bo'lgan ammiakli sovutish mashinalarida qo'llaniladi.

T_0 haroratdagi bug'larni (nuqta 1) kompressor so'rib oladi va sikl takrorlanadi. Shunday qilib, butun jarayon 2 ta adiabat (1 – 2 va 3 – 4 kesmalar) hamda ikkita izoterma (2 – 3 va 4 – 1 kesmalar) dan iborat.

59-rasmda $i - \lg p$ diagrammada kompressorli sovutish mashinasining ideal sikli ko'rsatilgan. Bu diagrammada sovuqlik unumdorligi Q_0 va sarflangan ish L $T - s$ diagrammadagi kabi yuzalar orqali emas, balki to'g'ri chiziq kesmalari orqali aniqlanadi. 1 – 2 kesma kompressor I da sovuqlik tashuvchi modda bug'larining adiabatik siqilishi; 2 – 3 kesma shu bug'larning kondensator II da izobarik suyuqlanishi; 3 – 4 kesma suyuq sovuqlik tashuvchining kengaytirish silindrida adiabatik kengayishi; 4 – 1 kesma suyuq sovuqlik tashuvchi moddaning bug'latgich IV da izotermik – izobarik bug'lanishi.

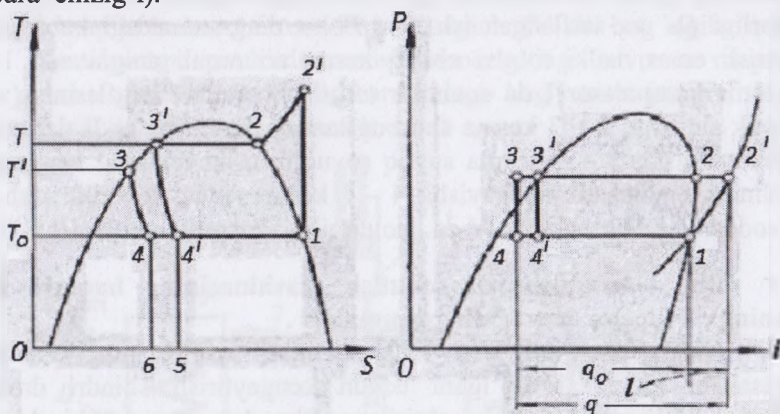
Bug' – kompressorli sovutish mashinasining haqiqiy sikli , uning $T-s$ va $p-v$ diagrammalari .

Haqiqiy mashina sikli. Ideal sovutish mashinasining konstruktiv yasalishi murakkab bo'lgani uchun kengaytirish silindri drossel' – rostlovchi ventill bilan almashtirilgan. Shunday o'zgarish hisobiga biz ideal sovutish mashinasi o'rniga haqiqiy (real) bug' – kompressorli sovutish mashinasini hosil qilamiz. Bundan tashqari, $T - s$ va $i - \lg p$ diagrammalaridagi (60-rasm) sovutish mashinasining haqiqiy ishchi

sikli ideal ishchi sikldan quyidagi 2 ta o'zgarish bilan farqlanadi: a) sovuqlik tashuvchi modda bug'larining kompressor tomonidan siqilishi nam bug' sohasida emas, balki o'ta qizdirilgan bug' sohasida amalga oshiriladi va shunga mos ravishda kompressor ba'zan quruq to'yingan, ba'zan esa o'ta qizdirilgan bug'larni so'radi; b) kondensatorda suyuqlikka aylangan sovuqlik tashuvchi modda kondensatsiya haroratidan pastroq haroratgacha o'ta sovutiladi.

Nazariy tomondan qaralganda, quruq to'yingan bug'larni siqish energiya sarfining oshishiga olib kelsada, amaliyotda kompressorning «quruq yurishi» foydaliroqdir. Bug' quruq to'yingan holatda so'riladi (1-nuqta) va berilgan bosimgacha adiabatik siqiladi (2'-nuqta). Bunda kompressor silindri devorlari bilan nam bug' orasidagi intensiv issiqlik almashinishiga asoslangan sovuqlik yo'qotilishi kamayadi. Bundan tashqari, kompressorning «nam yurishida» sovuqlik tashuvchi modda silindr ichida bug'lanadi, bu esa kompressorning foydali ish hajmining va massaviy uzatish koeffitsiyentining kamayishiga, oxirgi qayd etilgan sabablar esa o'z navbatida siklning sovuqlik unumdorligi pasayishiga olib keladi.

Kondensatorga kirayotgan sovuqlik tashuvchi moddaning o'ta qizdirilgan bug'lari o'zgarmas bosimda kondensatsiya haroratigacha soviydi (2'-2 izobara chizig'i), so'ng ishchi bosim va o'zgarmas T haroratda kondensatsiyalanadi (2 - 3' gorizonta, ya'ni izoterma - izobara chizig'i).



60 - rasm. Bug' - kompressorli sovutish mashinasi haqiqiy siklining $T-s$ va $i-lg p$ diagrammalardagi ko'rinishi

Agar sovuqlik tashuvchi modda o'ta sovutilmasa, drossel' ventilidagi uning kengayishini 3'-4' izoental'piya chizig'i orqali ko'rsatish mumkin bo'ladi. Sovuqlik tashuvchi modda T' harorat-gacha o'ta sovutilsa, drossellinish jarayoni 3-4 izoental'piya chizig'i bo'ylab boradi. Natijada siklning sovuqlik unumdorligi ortadi [$T-s$ diagrammadagi (60-rasm) 4-4'-5-6-4 yuzaga teng miqdorda]. Sikl sovuqlik tashuvchi moddaning bug'latgichda $T_0 = \text{const}$ haroratda qaynashi va bug'lanishi bilan tugaydi (4-4'-1 izoterma - izobarasi).

Sistemadagi jarayonlarni hisoblash tenglamalari, siklning foydali ish ko'effitsiyenti. $T - S$ va $i - lg p$ diagrammalar orqali haqiqiy sovutish siklini tavsiflovchi asosiy kattaliklarni aniqlash mumkin: kompressordagi siqish ishi, kondensatorning issiqlik yuk-lamasi va sovutish ko'effitsiyenti. $i - lg p$ diagrammada 1 kg sovuqlik tashuvchi modda bug'larini siqish uchun kompressorda sarflangan solishtirma ish quyidagicha ifodalanadi:

$$l = i_2' - i_1 \quad (8.1)$$

bunda: i_2' , $i_1 - 2'$ va 1 nuqtalardagi ental'piyalar.

Kondensatorga tushayotgan solishtirma issiqlik yuklamasi:

$$q = i_2' - i_3 \text{ yoki } q = i_2' - i_3' \quad (8.2)$$

bunda: i_3 , i_3' - sovuqlik tashuvchining 3 va 3' nuqtalardagi ental'piyasi.

q ning miqdoriga qarab, kondensatorning issiqlik almashinish yuzasi, hamda sovuqlik tashuvchi modda bug'larini kondensatsiyalash uchun kerak bo'lgan suvning sarflanish miqdori aniqlanadi.

Siklning solishtirma sovuqlik unumdorligi q_0 jarayondagi sovuq-lik tashuvchi modda ental'piyasining quyidagi o'zgarishiga teng:

$$q_0 = i_1 - i_4 \text{ yoki } q_0 = i_1 - i_4' \quad (8.3)$$

bunda: i_4 , i_4' - sovuqlik tashuvchi moddaning 4 va 4' nuqtalardagi ental'piyasi.

Haqiqiy sovutish siklining sovutish ko'effitsiyenti quyidagicha bo'ladi: $\varepsilon = \frac{q_0}{l} = \frac{(i_1 - i_4)}{(i_2' - i_1)}$ (8.4)

$$\text{yoki } \varepsilon = \frac{q_0}{l} = \frac{(i_1 - i_4')}{(i_2' - i_1)} \quad (8.5)$$

Sovutish mashinasi tomonidan ta'minlanayotgan sovuqlik unum-dorligi shu mashinaning harorat rejimiga bog'liq bo'ladi.

Kompressorli sovutish mashinalarining nominal sovuqlik unum-dorligi muayyan bir harorat darajasiga nisbatan olinadi. Xalqaro amaliyotda shunday «standart» yoki «normal» rejim sifatida (bunda

kompressor quruq to'yingan bug'larni so'radi deb qabul qilinadi): bug'lanish harorati $t_0 = -15^\circ\text{C}$, suyuqlanish (kondensatsiya) harorati $t_k = +30^\circ\text{C}$, o'ta sovish harorati $t_\pi = +25^\circ\text{C}$ qabul qilingan.

Haqiqiy sovutish mashinalarining ishchi sikl diagrammalari 60-rasmdagi mashina diagrammasiga qaraganda ham bir muncha murakkablashgan bo'ladi. Masalan, suyuq sovuqlik tashuvchi modda kondensatorda o'ta soviy olmasa, drossel'-ventildan oldin sxemaga qo'shimcha issiqlik almashinish qurilmasi – o'ta sovutgichlar o'rnatiladi. Kompressorning "quruq yurish"ini ta'minlash uchun bug'latgich va kompressor orasiga suyuqlik ajratgich (filtr – tomchi tutgich) qo'yilib, sovuqlik tashuvchi modda bug'idan ajratilgan suyuqlik bug'latgichga qaytariladi, quruq bug' esa kompressorga yo'naltiriladi.

Sovutish ko'effitsiyentini sovutish mashinasining foydali ish ko'effitsiyenti sifatida qabul qilib bo'lmaydi. Foydali ish ko'effitsiyenti issiqlikning ishg'a aylanishi mumkin bo'lgan qismini tavsiflaydi, shuning uchun u doim birdan kichik bo'ladi. Sovutish mashinasida esa sarflanayotgan ish issiqlikka aylanmaydi, balki past haroratli muhitdan yuqori haroratli muhitga issiqlikni o'tkazish (ko'tarish) da vositachi vazifasini bajaradi. Shuning uchun ko'pincha q_0 miqdor ish l dan katta, natijada $\varepsilon > 1$. T - s diagrammaga (60-rasm) ko'ra T_0 haroratning pasayishi sarflanayotgan ishning (1-2'-2-3'-3-4-4'-1 yuza) keskin ortishiga olib keladi, natijada olinayotgan sovuqlikning ham narxi ortadi. Undan tashqari, bu haroratning pasayishi termodinamik foydali ish ko'effitsiyentining kamayishiga olib keladi. Shu sababli foydali ish ko'effitsiyenti η haqiqiy siklning sovutish ko'effitsiyenti ε ning Karno sikli sovutish ko'effitsiyenti ε_k ga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\eta = \varepsilon / \varepsilon_k \quad (8.6)$$

η ning kamayishi haqiqiy jarayonlarda T_0 harorat pasayganda sovuqlikning qaytmas yo'qotilishlari ortishi bilan tushuntiriladi.

Nazorat savollari:

1. Nazariy (ideal) sikl bo'yicha va haqiqiy (real) sikl bo'yicha ishlovchi bug'–kompressorli sovutish mashinalarining tuzilishida qanday asosiy farq bor?
2. Bug'–kompressorli sovutish mashinalarining nazariy (ideal) sikli va haqiqiy (real) sikli diagrammalarida qanday asosiy farqlar bor?

3. Bug'–kompessorli sovutish mashinasining ideal va haqiqiy variantdagi sxemalarini chizing va tushuntirib bering .
4. Bug'–kompessorli sovutish mashinasining $T - s$ diagrammasini nazariy (ideal) va haqiqiy (real) sikllar uchun chizing va tushuntirib bering .
5. Bug'–kompessorli sovutish mashinasining $i - lg p$ diagrammasini nazariy (ideal) va haqiqiy (real) sikllar uchun chizing va tushuntirib bering .
6. Kompessorning «quruq yurishi» nima va u nega foydali hisoblanadi ?
7. Sovuqlik tashuvchi modda o'ta sovitilsa, sovutish mashinasi siklining sovuqlik unumdorligi qanday o'zgaradi ?
8. Nega sovutish koeffitsiyentini sovutish mashinasining foydali ish koeffitsiyenti sifatida qabul qilib bo'lmaydi ?
9. $T - s$ va $i - lg p$ diagrammalar orqali haqiqiy sovutish siklini tavsiflovchi asosiy kattaliklar qanday aniqlanadi ?
10. Xalqaro amaliyotda bug'–kompessorli sovutish mashinasining «standart» yoki «normal» rejimi sifatida qanday parametrlar qabul qilingan ?

III BO'LIM. CHORVACHILIK VA OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARINI SAQLASH UCHUN KAMERALAR VA SOVUTGICHLARNI HISOBLASH

9. Sovutish kameralarining yuzasi va sovutgichlarning hajmini hisoblash

Tayanch iboralar:

Sovutiladigan inshootlar, sanoat sovutgichlarining turlari, mayda, kichik, o'rtacha, yirik, o'ta yirik sovutgichlar, kamera yuzasi, kamera hajmi, issiqlik balansi, Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 , Q_5 kiruvchi issiqlik oqimlari.

Sovutiladigan inshootlar, ya'ni sanoat sovutgichlari to'g'ri-sidagi umumiy ma'lumotlar.

Sovutiladigan inshootlar, ya'ni sanoat sovutgichlari deyilganda maxsus jihozlangan sanoat binolari ko'zda tutiladi. Bunda ular kompressorli sovutgich qurilmalari bilan jihozlangan bo'ladi, va bu qurilmalar bino ichida oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash yoki ishlab chiqarish uchun texnologik me'yorlar bilan talab qilinadigan harorat – namlik rejimi amalda bo'lishini ta'minlaydi.

Sanoat sovutgichlarida havoning past harorati (+4 dan -30°C gacha) va yuqori nisbiy namligi (80 — 95 %) saqlab turiladi. Bunday parametrlarni yaratish va doimiy saqlab turish uchun ular derazasiz qilib yasaladi, tomi, ichki hamda tashqi to'sinlari, eshiklari kuchli issiqlik izolyatsiyasiga ega bo'ladi, shuningdek bu binolar xonalarni sovutish uchun mo'ljallangan jihozlar va bino asosi (pol osti) dagi tuproqni muzlashdan saqlovchi qurilmalar bilan ta'minlanadi.

Sanoat sovutgichlarining turlanishi. Vazifasiga ko'ra bunday sovutgichlar quyidagi turlarga bo'linadi: tayyorlov, ishlab chiqarish, taqsimlovchi, bazaviy, sabzavot va mevalarni saqlash uchun, oziq-ovqat bazalari, portlar, qayta yuklash, chakana savdo va umumiy ovqatlanish korxonalari, aralash turdagi sanoat sovutgichlari.

Tayyorlov sanoat sovutgichlari tez buziluvchi oziq-ovqat mahsulotlari tayyorlanadigan hududlarda barpo etiladi. Ular tayyorlanadigan oziq-ovqat mahsulotlarini birlamchi sovuqlik ishlovi berish, qisqa muddatli saqlab, savdo korxonalariga yoki taqsimlovchi hamda boshqa turdagi sanoat sovutgichlariga yuklab yuborish uchun mo'ljallangandir.

Ishlab chiqarish sanoat sovutgichlari oziq-ovqat korxonalari (go'sht kombinatlari, baliq kombinatlari, konserva, sut zavodlari va sh.k.) ning tarkibiy qismidir. Ular ishlab chiqarish texnologik jara-

yonlarini sovuqlik bilan ta'minlashni amalga oshiradi, shu sababli xom ashyo va tayyor mahsulotlarni sovutish, muzlatish va saqlash uchun qo'llaniladi.

Taqsimlovchi sanoat sovutgichlari tez buziluvchi xom ashyo va tayyor mahsulotlarning zahiraviy, mavsumiy, joriy hamda sug'urtaviy hajmlarini yaratish, shuningdek ularni uzoq saqlash uchun mo'ljallangan. Bunday zahiralari oziq-ovqat ishlab chiqarish tarmoqlarining to'xtovsiz ishlashiga va aholining yil mobaynida oziq-ovqat mahsulotlari bilan bir tekisda ta'minlanishiga imkoniyat yaratadi.

Taqsimlovchi sanoat sovutgichlari saqlaniladigan yuklarning tur-lariga ko'ra universal yoki maxsus turdagi bo'lishi mumkin. Taqsimlovchi sanoat sovutgichlari tarkibiga, ayniqsa ularning sig'imi 7000 dan 20000 tonnagacha bo'lsa, muzqaymoq yoki tez muzlatiladigan oziq-ovqat mahsulotlari (o'rmon mevalari va shunga o'xshashlar), quruq muz va suv muzi, sariyog'ni o'rash – qadoqlash, yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqarish sexlari kirishi mumkin. Bunday sanoat sovutgichlari sovuqlik kombinatlari (xladokombinat) deb ataladi.

Bazaviy sanoat sovutgichlari tez buziluvchi mahsulotlarning zahiralarini (davlat zahiralarini) uzoq muddat saqlash uchun mo'ljallangan. Bunday sanoat sovutgichlari aholi yashaydigan joylardan uzoqda barpo etiladi va ishonchli tarzda himoyalangan bo'ladi.

Sabzavot va mevalarni saqlash uchun mo'ljallangan sanoat sovutgichlari mustaqil korxonalar bo'lishi mumkin yoki meva-sabzavot va oziq-ovqat bazalari tarkibiga kirishi mumkin. Ular qishloq joylarida joylashgan bo'ladi va tayyorlovchi korxonalar rolini bajaradi, yoki mahsulotlar keng iste'mol qilinadigan joylar (shaharlar, aholi qo'rg'onchalari – posyolok) da joylashtiriladi. Oziq-ovqat bazalarining sanoat sovutgichlari kichik shaharlar savdo tarmog'i korxonalariga xizmat ko'rsatish uchun mo'ljallangan. Ularga oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish va taqsimlovchi sanoat sovutgichlaridan kelib turadi.

Portlarning sanoat sovutgichlaridan suv transportida tashiladigan oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun foydalaniladi. Ularda oziq-ovqat mahsulotlarini refrijerator suv kemalaridan temir yo'l va avtomobil transportiga qayta yuklash, shuningdek buning teskari – temir yo'l va avtomobil transportidan mahsulotlarni refrijeratorli suv kemalariga qayta yuklash amalga oshiriladi. Shu sababli portlarning sanoat sovutgichlari transport – ekspeditsiyaviy guruhga kiritiladi.

Qayta yuklash sanoat sovutgichlari ham yuklarni bir turdagi transportdan boshqa turdagisiga, masalan temir yo'l transportidan avtomobil transportiga yoki aksincha uzatishda mahsulotlarni qisqa muddatli saqlash uchun mo'ljallangandir.

Chakana savdo va umumiy ovqatlanish korxonalarining sovutgichlari shu korxonalarda bir necha kun mobaynida sotiladigan oziq-ovqat mahsulotlari zahiralarni saqlash uchun mo'ljallangan.

Aralash turdagi sanoat sovutgichlari bir necha vazifalarni bajaradi. Masalan, yirik shaharlarda ishlab chiqarish va portlar sanoat sovutgichlari bir vaqtning o'zida taqsimlovchi sanoat sovutgichlari vazifasini bajarib borishi mumkin. Baliqchilik portlaridagi port sanoat sovutgichlari esa baliq kombinatlarining ishlab chiqarish sanoat sovutgichlari vazifasini o'tashi mumkin.

Sovutish kameralari va sovutgichlarning o'lchamlarini hisoblash. Sovutish kameralarining yuzasi va sovutgichlarning hajmini hisoblash birinchi navbatda ularning yuk sig'imiga asoslanadi. Shuning uchun bunday hisoblashda yuk sig'imi asosiy ko'rsatkich hisoblanadi. *Sanoat sovutgichlarining yuk sig'imiga ko'ra turlanishini ko'rib chiqamiz.* Yuk sig'imiga ko'ra sanoat sovutgichlari mayda (100 t gacha), kichik (300 t gacha), o'rtacha (500 t gacha), yirik (10000 t gacha) va o'ta yirik (10000 t dan yuqori) sovutgichlarga bo'linadi.

Sanoat sovutgichlarining yuk sig'imi (sig'imi) shartli yukning tonnalardagi miqdorida ifodalanadi. Shartli yuk deyilganida polga shtabel' ko'rinishida joylashtirilganida hajmiy massasi $0,35 \text{ t/m}^3$ bo'ladigan nimtalar ko'rinishidagi, yoki osma yo'llarda joylashtirilganida yuklamasi osma yo'lning 1 metriga $0,25 \text{ t}$ bo'ladigan (bundan taqsimlovchi yo'llar va strelkalar mustasno) nimtalar ko'rinishidagi go'sht qabul qilinadi. Yukning xarakteriga, uning o'ralganligi – qadoqlanganligi hamda joylashtirish turiga bog'liq tarzda yukning hisoblangan hajmi massasi yuqorida keltirilgan qiymatlardan ortiq yoki kam bo'lishi mumkin.

Sanoat sovutgichining shartli yuk sig'imi quyidagi formula bilan topiladi

$$E_x = E_{k.s} + E_{k.m} + E_{k.o}, \quad (9.1)$$

bu yerda $E_{k.s}$ va $E_{k.m}$ – oziq-ovqat mahsulotlari saqlanadigan barcha kameralarning shartli yuk sig'imi: mos ravishda sovutilgan va muzlatilgan yuklar uchun, tonnalarda;

$E_{k.o}$ – barcha osma yo'llar bilan jihozlangan sovutilgan go'sht saqlanadigan kameralarning shartli yuk sig'imi, tonna;

$$E_{k.s} = 0,35 V_{yu.s}; E_{k.m} = 0,35 V_{yu.m}; E_{k.o} = 0,25 L, \quad (9.2)$$

bunda $V_{yu.s}$, $V_{yu.m}$ – mos ravishda sovutilgan va muzlatilgan yuklar uchun saqlash kameralarining yuk hajmi, m^3 ;

L — osma yo'llarning yuk uchun ishlatiladigan (foydali) uzunligi, m.

Shartli yuk sig'imini haqiqiy (muayyan bir yuk uchun) yuk sig'imiga aylantirish mumkin, buning uchun uni qayta hisoblash koeffitsiyentiga bo'lish lozim. Qayta hisoblash koeffitsiyenti, masalan karton qutilardagi tuxumlar uchun 1,35 ga, karton qutilardagi sariyog' uchun 0,44 ga teng olinadi.

Sanoat sovutgichining yuk sig'imini aniqlashda mahsulotlarni sovutish va muzlatish uchun mo'ljallangan kameralarning, mahsulotlarni saqlash uchun mo'ljallanmagan, lekin sovutiladigan xonalarning (ekspeditsiyalar, yig'ish kameralari, yuklash va tushirish xonalari, muzxonalar), shuningdek sovutilmaydigan xonalarning (yordamchi xonalar, koridorlar, vestibyullar, lift shaxtalari va zinapoya kataklari) hajmi hisobga olinmaydi.

Sovutish kamerasi hajmini va uning zaruriy maydonini aniqlash tenglamalari . *Sovutgich kamerasining sovutiladigan qurilish hajmi*, m^3 larda, quyidagi formuladan topiladi

$$V_q = FH, \quad (9.3)$$

bunda F – kamera polining yuzasi, m^2 ; H – kameraning poldan shipgacha bo'lgan balandligi, m.

Kameraning yuk hajmi V_{yu} uning qurilish hajmidan kichik :

$$V_{yu} = F_{yu} H_{yu} < V_q, \quad (9.4)$$

bunda F_{yu} – yuk joylashtirilgan kamera polining yuzasi, m^2 ; H_{yu} – xonaning yuk uchun balandligi, m; $F_{yu} = F - \sum f$,

$\sum f$ – polning ustunlar (kolonnalar), o'tish yo'laklari va yo'laklari, sovutish jihozlari tomonidan egallangan umumiy yuzasi, m^2 ;

$$H_{yu} = H - h, \quad (9.5)$$

bu yerda h – shtabel'ning ustidan shipgacha yoki balkalar-gacha, sovutish asboblari va havo kanallarigacha bo'lgan masofa (0,2 – 0,3 m).

Sanoat sovutgichlarining binolari bir qavatli va ko'p qavatli qilib quriladi, ba'zan ularda yerto'la (podval) qavatli ham bo'ladi.

Bir qavatli sovutgichlarda yuklarni qavatma-qavat vertikal ko'chirish zarurati yo'q, shu sababli bunday hollarda binoning yuk ko'taruvchi konstruksiyalari uzunligini 20 – 30 m gacha orttirish

imkoni tug'iladi. Misol sifatida ko'p qavatli sanoat sovutgichlarida ustunlar to'ri $6 \times 6 \text{ m}^2$ qilib olinadi. Ushbu sabab, ya'ni uzun konstruksiyalar, polga beriladigan foydali yuklamani ham 2 – 3 marta orttirishga imkon beradi, chunki pollar tuproqda joylashgandir, natijada yuklarni katta balandlikka (10 – 20 m) taxlab joylashtirish mumkin bo'ladi. Shu bilan birgalikda, bir qavatli sanoat sovutgichlarining ko'p qavatli larga nisbatan 20 – 40% ga ko'p miqdorda tashqi to'sinlar orqali kiruvchi issiqlik oqimlariga ega bo'lishini ham aytib o'tish lozim. Bu ularning kamchiligidir, ayniqsa tom orqali (tom hissasiga barcha tashqi to'sinlar yuzasining 70% igacha ulushi to'g'ri keladi) juda ko'p sovuqlik yo'qotiladi.

Ko'p qavatli sanoat sovutgichlarida bino ostidagi tuproqni muzlashdan himoya qilish masalasi oson hal etiladi. Ularda pol yuzasi kichik bo'lib, shunga mos tom yuzasi ham kichik bo'ladi. Bu esa sovutgichga kiruvchi issiqliklarning umumiy balansida tom orqali kiruvchi issiqlikning hissasi bir qavatli sanoat sovutgichlaridagiga nisbatan kichik bo'lishini ta'minlaydi.

Sovutish uchun zarur sovuqlikni hisoblash tenglamasi.

Zikr etilgan tenglama *sovutiladigan xonalarning issiqlik balansiga asoslanadi*. Sovutiladigan xonada issiqlik balansi unga kirayotgan issiqlik oqimlari Q_1 va undan olib ketilayotgan issiqlik miqdori Q_0 bir-biriga tenglashgan holda yuz berishini ko'zda tutadi, ya'ni $Q_1 = Q_0$ bo'lishi shartidan sovutish uchun zarur sovuqlik hisoblanadi.

Bunda xonada muvozanat harorati deb ataluvchi ma'lum bir t_m harorat o'rnatiladi.

Issiqlik balansi tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin, Vt – da : $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = Q_0$, (9.6)

bu yerda Q_1 — xonaning to'sinlari orqali kiruvchi issiqlik, bu issiqlik kirishi to'sinning ikkala tomonidagi haroratlar farqi va quyosh radiatsiyasi tufayli paydo bo'ladi;

Q_2 — yuklarning sovutilishi va muzlatilishida ulardan chiqadigan issiqlik;

Q_3 — xonaning ventilyatsiyasida (shamollatilishida) tashqi havo bilan kiruvchi issiqlik;

Q_4 — xonaning ekspluatatsiyasi bilan bog'langan issiqlik kirishi;

Q_5 — o'simlik mahsulotlaridan mavjud bo'ladigan issiqlik chiqishi, bunday issiqlik o'simlik oziq-ovqat mahsulotlarining nafas olishi tufayli paydo bo'ladi.

Kiruvchi issiqliklar vaqt mobaynida o'zgarmas bo'lmaydi. Issiqlik balansida eng katta hissaga ega bo'lgan kiruvchi issiqliklarni Q_1 va Q_2 tashkil etadi. Q_1 va Q_3 issiqliklar miqdori sovutish kamerasi tashqarisidagi tashqi havo haroratining o'zgarish dinamikasini takrorlaydi, shuning uchun ularning maksimal qiymatlari yilning eng issiq davriga to'g'ri keladi. Q_2 ning o'zgarishlari yuklarning sanoat sovutgichiga keltirilish grafigiga bog'liq. Agar issiqlik yuklamasi sutka mobaynida katta miqdordagi o'zgarishlarga uchraydigan bo'lsa, kiruvchi issiqliklarning sutka davomida o'zgarish grafiklari yasaladi va uning asosida hisoblaniladigan vaqt aniqlanib, issiqlik hisoblashlari bajariladi.

Hisoblashlarda kompressorga tushadigan yuklama va kameradagi jihozlarga tushadigan yuklama bir-biridan ajratiladi. Kompressorning unumdorligini shunday tanlash kerakki, u xizmat ko'rsatiladigan xonalarga issiqlik kirishlari yig'indisining maksimumiga teng bo'lishi lozim. Lekin bunda shuni e'tiborga olish kerakki, kompressor tomonidan xizmat ko'rsatiladigan har bir sovutish kamerasidagi maksimal yuklama har xil bo'lishi mumkin, ya'ni vaqt bo'yicha boshqa kameralardagi maksimal yuklama bilan ustma-ust tushmasligi mumkin.

Q_4 issiqlik kirishlari xonalarining ekspluatatsiyasi bilan bog'langan bo'lib, bu elektr yoritish, ishlab turgan elektrodvigatellar, odamlar, shuningdek eshiklarning ochilib – yopilishidan hosil bo'luvchi yig'indi issiqlik kirishlaridir.

O'simlik mahsulotlaridan mavjud bo'ladigan issiqlik kirishi Q_5 mevalar va sabzavotlarning sovutilish hamda saqlash davridagi nafas olish issiqligini e'tiborga olib aniqlanadi.

Har bir alohida olingan xona uchun hisoblangan issiqlik kirishlarining yig'indisiga ko'ra kamera jihozlariga tushadigan yuklama (Q_{um}), sovutish asboblarning talab etiladigan sirti yuzasi (bug'latgichlarning issiqlik yuklamasi), har qaysi kameradagi havoni taqsimlash tizimi aniqlanadi va tanlanadi.

Nazorat savollari :

1. Sanoat sovutgichlari deyilganda nimani tushunasiz ?
2. Sanoat sovutgichlarining qanday turlari mavjud ? Ularni izohlab bering.
3. Taqsimlovchi sanoat sovutgichlari va aralash turdagi sanoat sovutgichlari orasida qanday farqlar bor ?
4. Sanoat sovutgichining shartli yuk sig'imi qanday aniqlanadi ?

5. Nega $E_{k.s} = 0,35 V_{yu.s}$; $E_{k.m} = 0,35 V_{yu.m}$, $E_{k.o}$ esa $E_{k.o} = 0,25 L$, ya'ni koeffitsiyentlar nega farq qiladi?
6. Kameraning yuk hajmi V_{yu} qanday hisoblanadi va u kameraning qurilish hajmidan qanchalik kichik?
7. Bir qavatli va ko'p qavatli sanoat sovutgichlarining afzalliklari hamda kamchiliklari nimada?
8. Sovutiladigan xonalarning issiqlik balansi tenglamasini yozing.
9. Issiqlik balansi tenglamasining tarkibiy qismlarini sharhlab bering.
10. Issiqlik balansi tenglamasi asosida qanday parametrlar aniqlanadi?

10. Chorvachilik mahsulotlarini saqlash uchun sovutish uskuna va jihozlarini rejalash hamda loyihalash

Tayanch iboralar:

Yuk sig'imi, hajmiy – rejaviy yechim, texnologik yo'riqnomalar, harorat va nisbiy namlik, qurilish – izolyatsiya konstruksiyalari, issiqlik izolyatsiyasi materiali, issiqlik izolyatsiyasining qalinligi.

Saqlanishi rejalashtirilgan mahsulotlarning turiga ko'ra sovutish kameralari sonini va ularning hajmini hamda yuzasini aniqlash. U yoki bu vazifa uchun mo'ljallangan sovutish kameralarining soni (yuk sig'imi strukturasi) va hajmiy – rejaviy yechimi oziq-ovqat mahsulotlariga sovuqlik bilan ishlov berishning hamda saqlashning ilg'or texnologiyalarini joriy etish, binoda ratsional yuk oqimlarini tashkil etish, yuklash – tushirish va transport – omborxonalarining yuqori darajada mexanizatsiyalashuviga erishish, issiqlik kirishlarining va sovuqlik sarfining minimal bo'lishi imkoniyatini yaratmog'i lozim. Mahsulotlarning turlariga bog'liq holda sovutiladigan xonalar go'sht, moy, tuxum, yog', submahsulotlar, kolbasalar va shu kabilarni saqlash kameralariga bo'linadi. Har xil mahsulotlarni bir kamerada birgalikda saqlashga faqat o'ta zarurat tug'ilgan hollarda (masalan, sanoat sovutgichiga qabul qilingan va sovutish kameralaridan tashqarida turgan oziq-ovqat mahsulotlarining aynib qolish ehtimoli tahdid solayotgan, sovutgich maydonlari yetishmay turgan paytda, hamda sovutgich maydonlaridan to'liqroq foydalanish maqsadlarida manyovrlar qilish paytida) ruxsat beriladi. Shunda ham bir kamerada faqat bir xil harorat – namlik rejimini talab etuvchi

oziq-ovqat mahsulotlari saqlanilishi mumkin.

Qadoqlanmagan, o'ralmagan muzlatilgan har xil oziq-ovqat mahsulotlarini birgalikda saqlash uchun havosining harorati -15°C dan yuqori bo'lmagan kameralardan foydalanish lozim. Yuqoriroq haroratlarda mahsulotlarga xos bo'lgan hidlar intensivroq tarqaladi va shuning oqibatida bir mahsulotdan boshqasiga oson o'tib qoladi. Harorati bunga nisbatan yuqoriroq bo'lgan muzlatilgan oziq-ovqat mahsulotlari birgalikda saqlashga qo'yilishidan oldin muzlatish kameralarida yana qo'shimcha muzlatiladi. Qo'shimcha muzlatishni mahsulotlar birgalikda saqlanadigan kameralarda amalga oshirilishiga yo'l qo'yilmaydi. Kolbasa mahsulotlari va dudlangan go'sht mahsulotlarini, barcha turdagi pishloqlarni, (barra va muzlatilgan) mevalar va sabzavotlarni, non yopish uchun mo'ljallangan achitqilarni boshqa mahsulotlar bilan birgalikda saqlashga yo'l qo'yilmaydi.

Sovuqlik ta'sirida saqlashga oziq-ovqat mahsulotlari sovutilgan, muzlatilgan va sirti muzlatilgan holatda keladi. Bunda ularning o'rta-cha oxirgi harorati saqlash haroratiga teng bo'lishi lozim. Agar sanoat sovutgichiga keltirilgan oziq-ovqat mahsulotlarining, ularning qalin joyidagi harorati belgilangan darajadan yuqori bo'lsa, bunday mahsulotlar qo'shimcha sovutish va qo'shimcha muzlatishga qo'yiladi. Texnologik yo'riqnomalar isitilgan mahsulotlarni ham kameraga yuklashga ruxsat beradi, lekin bunda shunday mahsulotlarning bir sutka mobaynida keltirilish miqdori yuk sig'imi 200 tonnagacha bo'lgan kameralar uchun ular sig'imining 8% i bilan, 200 tonnadan ortiq yuk sig'imli kameralar uchun esa shu kameralar sig'imining 6% i bilan cheklab qo'yilgan.

Bir xil harorat rejimli kameralardan bo'linmalar (bloklar) gorizontal bo'yicha (bino qavatlarida) va vertikal bo'yicha (bino ichida) shakllantiriladi. Binoning podvalida harorati -3°C dan past bo'lmagan kameralar joylashtiriladi, buning sababi pol ostidagi tuproqning muzlashiga yo'l qo'ymaslikdir. Ko'p qavatli sanoat sovutgichlari eni 40 m gacha, bir qavatliari esa eni 20 – 72 m qilib yasaladi. Sanoat sovutgichining uzunligi, asosan yuklash – tushirish ishlarining fronti bilan belgilanadi, ya'ni temir yo'l va avtomobil platformalarining uzunligiga bog'liq bo'ladi. Bu omillar esa o'z navbatida sanoat sovutgichi sig'imiga hamda uning yuk aylanmasiga bog'liq bo'ladi. Sig'imi 3000 tonnadan ortiq bo'lgan sanoat sovutgichlari uchun temir yo'l platformasining uzunligi kamida 120 m bo'lishi kerak, bu 5 vagonli refrijerator seksiyasidan yuk tushirish uchun yetarlidir. Go'shtni sovu-

tish uchun 3 tagacha kamera, muzlatish uchun 5 – 7 ta kamera, sovutilgan go'shtni saqlash uchun 1 – 2 ta kamera (maydoni 200 – 300 m²), muzlatilgan go'shtni saqlash uchun 3 – 4 ta kamera (maydoni 300 – 1000 m²) lardan foydalaniladi. Zarurat bo'lishiga qarab sovuqlik bilan ishlov berish va saqlash uchun universal kameralar (1 tadan 3 tagacha) ishlatiladi.

Harorat va nisbiy namlikning hisoblash qiymatlarini qabul qilish . Harorat va nisbiy namlikning hisoblash qiymatlarini aniqlash uchun ularning sovutgichda saqlash rejimlarini bilish lozim.

Sovutgichda saqlash rejimlari. Sovutish texnologiyasida oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashning 3 ta asosiy rejimlari farq qilinadi: sovutilgan, sirti muzlatilgan va muzlatilgan mahsulotlar uchun. Saqlashning umumiy tamoyillari xossalari bo'yicha turlicha bo'lgan mahsulotlarni saqlash texnologiyalarini umumlashtirishdan iboratdir. Sovutilgan mahsulotlar havoning harorati krioskopik haroratdan 0,5 – 2°C ga yuqori, nisbiy namligi 85 – 90 %, hamda harakat tezligi 0,1 – 0,2 m/s bo'lgan rejimlarida saqlanadi. Mahsulotlarning qadoqlanganligi – o'ralganligi mavjud bo'lishi va uning ko'rinishi hamda xarakteriga bog'liq holda mahsulotlar to'liq bo'lmagan shtabellar ko'rinishida (kameraning 1 m² ga tushadigan yuklamani hisobga olgan holda) joylashtiriladi, bunda qatorlar orasida reykalari qo'yiladi, shuningdek mahsulotlar osma yo'llardagi ilgaklarga osib qo'yiladi yoki qatpoyalarda shunday joylashtiriladiki, bunda havo mahsulotlar atrofida erkin harakatlana oladigan bo'lishi lozim.

Sirti muzlatilgan mahsulotlar havoning harorati krioskopik haroratdan 1 – 2°C ga past, nisbiy namligi 92 – 95%, hamda harakat tezligi 0,1 – 0,2 m/s bo'lgan rejimlarida saqlanadi. Sirti muzlatilgan go'sht, baliq va parranda go'shti sovutilgan shunday mahsulotlarga qaraganda 2 – 3 marta uzoqroq saqlanadi.

Muzlatilgan mahsulotlarni saqlash rejimlari ularning turi, qadoqlanganligi – o'ralganligi, talab etilgan saqlanish muddatiga qarab belgilanadi. Xalqaro sovuqlik institutining tavsiyalariga ko'ra muzlatilgan oziq-ovqat mahsulotlarini havoning harorati –18°C dan yuqori bo'lmagan va nisbiy namligi 100% bo'lgan rejimda saqlash lozim. Muzlatilgan mahsulotlar zich qatorlar ko'rinishida terib qo'yiladi, bundan maqsad shtabel' ichida havoning sirkulyatsiyasini yo'qotishdir. Saqlash kameralariga bir turdagi yoki bir xil saqlash rejimli (iloji boricha saqlanish muddatlari ham bir xil bo'lgan) mahsulotlar

yuklanadi.

Kamera to'sinlarining qurilish – izolyatsiya konstruksiyalarini tanlash. Sovutgichlarning tuzilishidagi qurilish konstruksiyalari 2 xil bo'ladi : yuk ko'taruvchi konstruksiyalar va to'sin – konstruksiyalar. To'sin – konstruksiyalarning bir turi tashqi devorlar, qoplab turuvchi konstruksiyalar va tom to'sinlari bo'lib, ular binoni tashqi muhit ta'siridan himoya qiladi. To'sin – konstruksiyalarning ikkinchi turi ko'p qavatli sanoat sovutgichlarining qavatlararo qoplamasi (ichki pol qoplamasi), pollar va ichki devorlar bo'lib, ular mahsulotlar va boshqa yuklarni qo'shni xonalar ta'siridan saqlab turadi. Bunda shuni e'tirof etish lozimki, ko'p qavatli sanoat sovutgichlarining to'sin – konstruksiyalariga qavatlararo qoplamalar, pollar, ichki devorlar va tom to'sini kiradi.

Bir qavatli va ko'p qavatli sanoat sovutgichlarining yuk ko'taruvchi konstruksiyalari har xil bo'ladi. Ko'p qavatli sanoat sovutgichlarida yuk ko'taruvchi konstruksiyalar sifatida bino karkasi xizmat qiladi, bunda tashqi devorlar o'z-o'zini ko'tarib turuvchi bo'ladi. Karkas vertikal yig'ma temir–beton ustunlar (kolonnalar) (ularning to'ri $6 \times 6 \text{ m}^2$), yig'ma kapitellar, kolonna usti balkalari va osilib turadigan plitalardan iborat. Karkas konstruksiyalar o'z massasini, tomdagi qor massasini, shamol yuklamasini, saqlanadigan oziq–ovqat massasini, shuningdek mexanizm–uskunalar massasini qabul qiladi va bu yuklamani bino poydevori (fundament) orqali uning asosiga, ya'ni sovutgich joylashgan yerga (tuproqqa) uzatadi.

Tashqi devorlar o'zining massasidan hosil bo'ladigan yuklamani ko'tarib turadi, ya'ni ular karkasdan mustaqil bo'ladi (bog'langan emas), shuning uchun inshoot qurilishida tashqi devorlar karkasga biriktiriladi. Ular ichi to'la g'ishtdan issiqlik izolyatsiyasi qatlamini qo'shib yasaladi yoki maxsus yig'ma – devor panellari ko'rinishida bajarilgan bo'ladi.

Bir qavatli sanoat sovutgichlarida yuk ko'taruvchi konstruksiyalar yig'ma temir–beton elementlar : ustunlar, tom balkalari va plitalardan montaj qilinadi. Ustunlar to'ri $6 \times 12 \text{ m}^2$, devorlar o'zini ko'tarib turuvchi bo'ladi. Sovutgichda saqlanayotgan oziq–ovqat mahsulotlarining massasi va mexanizm–uskunalardan tushadigan yuklama yerda (tuproqda) joylashgan pollar tomonidan qabul qilinadi, ya'ni bu yuklama sovutgichning yuk ko'taruvchi konstruksiyasiga tushmaydi. Bu esa o'z navbatida polga tushadigan yuklamani

4000 kg/m² gacha orttirish imkonini beradi.

Oxirgi vaqtlarda bir qavatli sovutgichlar yengillashtirilgan qurilish konstruksiyalaridan yasalamoqda. Ularda ustunlar va balkalar ferma ko'rinishiga keltirilib, po'lat profillardan yasalamoqda. Ustunlar to'ri 6*24 m², 6*36 m² o'lchamlarga ega. Tashqi devorlar va tomoning elementlari yengillashtirilgan uch qatlamli panellardan montaj qilinmoqda. Bu panellar "sendvich" nomini olgan. Bunday hollarda katta sovutish kameralari ichki ustunlarsiz yasalishi mumkin. Bu turdagi sovutgichlar ikki xil bo'ladi: ichki yoki tashqi karkasli. Agar karkas tashqi bo'lsa, ustunlar va ferma binoning tashqarisida qoladi, ular profillangan po'lat qoplama (yoyilma konstruksiya – nastil') bilan yopiladi. Oxirgi element – po'lat qoplama tashqi karkasdan 50 – 60 sm chetga chiqib turadi, bu devorlar bo'ylab uzluksiz o'tish yo'lkasini hosil qiladi. "Sendvich" turidagi panellar karkasga ichkariidan montaj qilinadi.

Tashqi to'sin konstruksiyalari. Binolarning tashqi devorlarida uch asosiy qatlamni ajratish mumkin. Birinchi qatlam yuk ko'taruvchi qatlam bo'lib, u g'ishtdan yasaladi hamda bir tomoni yoki ikki tomonidan suvoq qilinadi. Shuningdek, tashqi to'sin konstruksiyalari g'ishtdan tashqari ko'p qavatli sanoat sovutgichlarida temir–beton paneldan, bir qavatli sanoat sovutgichlarida esa keramzit paneldan yasaladi. Bu qatlam devorning barcha qatlamlari massasidan hosil bo'ladigan yuklamani va shamol yuklamasini qabul qiladi, issiqlik izolyatsiyasini mexanik ta'sirlardan hamda ob–havo omillaridan himoya qiladi, shuningdek bino fasadining umumiy ko'rinishini belgilaydi. G'ishtli devorlar bino karkasiga qavatlararo qoplamalar sathida yoki binoning tomi sathida po'lat ankerlar bilan qotiriladi (biriktiriladi).

Tashqi to'sin konstruksiyalarining o'rta qatlami issiqlik izolyatsiyasi materiallaridan yasalgan konstruksiyadan iborat. Tashqi qatlam va issiqlik izolyatsiyasi qatlami orasida bug' (namlik) izolyatsiyasi bo'ladi, u issiqlik izolyatsiyasini ho'llanishdan saqlaydi.

Uchinchi qatlam ichki qatlam bo'lib, u suvoqlangan bo'ladi va sovutgichdagi yuklash – tushirish ishlari paytida issiqlik izolyatsiyasini yemirilishdan saqlash uchun xizmat qiladi, shuningdek bu qatlam izolyatsiyaviy materiallarning oziq–ovqat mahsulotlari bilan tegishib ketmasligini ta'minlaydi.

"Sendvich" turidagi yengillashtirilgan panellardan yasalgan tashqi va ichki qatlamlar varaq ko'rinishidagi metallardan (silliq yoki

profillangan) – alyuminiy yoxud po‘latdan yasaladi. O‘rtadagi issiqlik izolyatsiyasi qatlami penoplastdan bo‘ladi. Bunda bug‘ izolyatsiyasi bo‘lmaydi, uning vazifasini panel‘ yuzidagi metall varaqlar bajaradi. Panellar bino karkasiga biriktiriladi, bunda ular orasidagi yoriqlar sinchkovlik bilan germetizatsiyalanadi.

Issiqlik izolyatsiyasi qalinligini hisoblash .

Issiqlik izolyatsiyasi materiallari. Asosiy issiqlik izolyatsiyasi konstruksiyalarining issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti $0,03 - 0,05 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$, zichligi esa $30 - 250 \text{ kg/m}^3$ ga teng. Bunday materiallar mayda g‘ovak ichki tuzilishga ega bo‘lib, g‘ovaklarining hajmi $90 - 98\%$ bo‘lishi kerak, shu bilan birgalikda ular gidrofoblik xususiyatiga ega bo‘lishi (suv tekkanida yomon ho‘llanishi), yetarlicha egilishga (kamida 150 kPa) va qisilishga (40 kPa) qarshi mustahlikka ega bo‘lishi kerak. Shu bilan birgalikda issiqlik izolyatsiyasi materiallari sovuqqa chidamli, kemiruvchilar va mikroorganizmlar bilan zararlanmaydigan bo‘lishi, hidga ega bo‘lmasligi hamda zararli uchuvchan tarkibiy qismlarni ajratmasligi lozim. Ular yomon yonuvchan yoki yonsa, o‘z-o‘zidan so‘nuvchan (olov uzoqlashtirilganda yonmasligi) bo‘lishi kerak.

Ilgari bitumli bog‘lovchi birikma asosidagi mineral–momiqlitlar (mineral po‘kak), ko‘pik–beton va ko‘pik–shishali bloklar hamda plitalar, shuningdek sintetik ishlab chiqarilgan organik materiallar – penoplastlar va poroplastlar, penopolistirol ПС–1, ПС–4, ПСБ va ПСБ–С, penopoliuretan ППУ–3Н, ППУ–3С, fenol–rezolli penoplast ФПП–1 va ФПП–2, penopolivinilxlorid ПВХ–1 va shu kabilar qo‘llanilar edi. Ularning ichida istiqbollisi penopoliuretandir. Uning zichligi $20 - 80 \text{ kg/m}^3$, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti $0,025 - 0,04 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$, egilishda mustahkamlik chegarasi $70 - 190 \text{ kPa}$ ga teng.

Penopoliuretan tayyor plitalar ko‘rinishidagi izolyatsiyaviy konstruksiyalarni yaratish, shuningdek bunday konstruksiyalarni qurilish ishlari bajariladigan joyda materialning suyuq tarkibiy qismlaridan izolyatsiyalanadigan bo‘shliqqa quyib tayyorlash imkonini beradi. Oxirgi holda, masalan izolyatsiyani devorning tashqi va ichki to‘sinlari orasiga quyib yasash mumkin. Bunday izolyatsiyani “sendvich” turidagi yengillashtirilgan panellar ishlab chiqarishda ham qo‘llaydilar.

Binolarning, sovutiladigan xonalarning issiqlik izolyatsiyasi konstruksiyasi hisoblash asosida qabul qilinishi kerak, bunda issiq–

lik uzatish koeffitsiyentlari СНИП 3.11–87 «Холодильники. Нормы проектирования» asosida qabul qilinadi. Issiqlik uzatish koeffitsiyentlarining talab etilgan qiymatlari har xil to'sinlar uchun namlikning kamera ichidagi to'sinlar sirtida kondensatsiyanmasligi shartidan kelib chiqqan holda belgilangan.

Issiqlik izolyatsiyasi qalinligini hisoblash uchun boshlang'ich ma'lumotlar quyidagilardan iborat:

- sovtgich – korxona joylashgan iqlim zonasi;
- binoning qurilish konstruksiyalari: ularning tuzilishi va qalinligi (issiqlik izolyatsiyasi konstruksiyasi bundan mustasno);
- g'isht devor konstruksiyasi, temir – beton devor konstruksiyasi.

Izolyatsiyani hisoblash izolyatsiya qatlami qalinligini hisoblashdan iboratdir. Issiqlik izolyatsiyasi qatlamining talab etilgan qalinligi (metrda) quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left[\frac{1}{k} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \right], m \quad (10.1)$$

bu yerda k – to'sinning issiqlik uzatish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 \cdot K)$. Bu koeffitsiyentning qiymati to'sinning turiga va uning ikki tomonidagi haroratlarga bog'liq holda ma'lumotnoma jadvallardan olinadi;

$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ – to'sin konstruksiyasi qatlamlarining qalinligi, m ;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ – to'sin konstruksiyasini tashkil etuvchi qurilish materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $Vt/(m \cdot K)$. Bularning qiymati ham ma'lumotnoma jadvallardan olinadi;

$\lambda_{из}$ – issiqlik izolyatsiyasi materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $Vt/(m \cdot K)$. Issiqlik izolyatsiyasi materiallarining xossalari keltirilgan maxsus jadvallardan olinadi;

α_1, α_2 – to'sin (devor) ning tashqi va ichki tomonidan issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 \cdot K)$. Bu koeffitsiyentlarning qiymati ham ma'lumotnoma jadvallardan olinadi.

To'sin uchun issiqlik uzatish koeffitsiyentining (k) me'yoriy qiymatini tanlash va qabul qilib olish uchun loyihalanayotgan korxona joylashgan iqlim zonasining o'rtacha yillik haroratini va shu geografik joy uchun tashqaridagi havoning yozgi hisoblanadigan haroratini bilish lozim. Bunday ma'lumotlar ham ma'lumotnoma jadvallardan olinadi.

$1/\alpha$ va δ/λ kattaliklar issiqlik qarshiliklari (termik qarshiliklar),

$1/k$ esa umumiy issiqlik qarshiligi (termik qarshiligi) deb ataladi.

Nazorat savollari :

1. Texnologik talablar nuqtai-nazaridan qanday hollarda har xil mahsulotlarni bir kamerada birgalikda saqlashga ruxsat beriladi ?
2. Qanday oziq-ovqat mahsulotlarini boshqa mahsulotlar bilan birgalikda saqlashga yo'l qo'yilmaydi ?
3. Oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashning sovutish texnologiyasida qanday asosiy rejimlari farq qilinadi ?
4. Sovutilgan mahsulotlarning saqlash rejimlarini aytib bering.
5. Sirti muzlatilgan mahsulotlarning saqlash rejimlarini aytib bering.
6. Muzlatilgan mahsulotlarning saqlash rejimlarini aytib bering.
7. Sovutgichlarning tuzilishidagi qurilish konstruksiyalari qanday turlarda bo'ladi ?
8. Karkasli qurilish konstruksiyalarining tuzilishi, afzalliklari va kamchiliklarini ko'rsatib bering.
9. Bir qavatli sovutgichlarning yengillashtirilgan qurilish konstruksiyalaridan yasalishi, uning afzalliklari va kamchiliklarini ko'rsatib bering.
10. Issiqlik izolyatsiyasi materiallarining tavsifini bering, ularga qanday talablar qo'yiladi ?
11. Issiqlik izolyatsiyasini hisoblash uchun qanday boshlang'ich ma'lumotlar kerak ?
12. Issiqlik izolyatsiyasi qatlami qalinligini hisoblash formulasini yozing va uni izohlab bering.

11. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun sovutish mashinasining kalorik hisoblanishi

Tayanch iboralar :

Kalorik hisoblash, kameraning to'sinlari orqali kiruvchi issiqlik, yuklardan chiquvchi issiqlik, kamera ventilyatsiyalanganida tashqi havo bilan kiruvchi issiqlik, ekspluatatsiyaviy issiqlik kirishi, to'liq kiruvchi issiqlik oqimi.

Kalorik hisoblashning maqsadi va vazifalari. *Kalorik hisoblash* sovutiladigan kameralardagi harorat-namlik rejimining o'zgarishiga sabab bo'luvchi issiqlik oqib kirishlarini hisobga oladi.

Bunday hisoblash har qaysi kamera uchun alohida o'tkaziladi, bu esa o'z navbatida har qaysi kamera uchun alohida sovutish jihozlarini tanlab olish imkonini beradi. Kalorik hisoblashda har qaysi sovutiladigan kamera uchun quyidagi kiruvchi issiqlik miqdori hisobga olinadi :

Q_1 – kameraning to'sinlari orqali kiruvchi issiqlik miqdori. Bunday kiruvchi issiqlik oqimi ikki sababga ko'ra sodir bo'ladi: 1) shu kameraga nisbatan tashqi bo'lgan muhitdan o'sha muhit harorati va kamera ichidagi havo harorati orasidagi farq hisobiga kiruvchi issiqlik oqimi Q^I_1 ; 2) quyosh radiatsiyasi tufayli kiruvchi issiqlik oqimi Q^{II}_1 .

Q_2 – yuklardan, ya'ni chorvachilik hamda oziq-ovqat mahsulotlari va tara-idishlardan, ular sovutilganida (sovuqlik ishlovi berilganida) chiquvchi issiqlik miqdori. Mevalar saqlanadigan sanoat sovutgichlari uchun Q_2 o'rniga Q_5 – mevalarning nafas olishi tufayli chiquvchi issiqlik miqdori hisoblanadi.

Q_3 – sovutish kamerasi ventilyatsiyalanganida tashqi havo bilan kiruvchi issiqlik miqdori.

Q_4 – ekspluatatsiyaviy kiruvchi issiqlik miqdorlari. Ular sovutiladigan kamera eshiklari ochilganida, yoritish lampochkalari yoqilganida, kamerada odamlar bo'lganida va shunga o'xshash hollarda kiruvchi issiqlik oqimlaridan iborat.

Qayd etib o'tilgan kiruvchi issiqliklar miqdori yilning fasliga, mahsulotlarning keltirilish mavsumiyligiga va boshqa sabablarga bog'liq holda o'zgarib turadi. Shuning uchun hisoblashlarda barcha kiruvchi issiqliklar miqdorlarining maksimumlari bir vaqtga to'g'ri keladi deb olamiz. Bu esa o'z navbatida sovutgich mashinasi hamda jihozlarining shunday tanlanishini ta'minlaydiki, unda kameralarga kirgan issiqliklar miqdorining eng noqulay sharoitda, ya'ni kiruvchi issiqlik oqimlari maksimum qiymatlariga ega bo'lganida, ularning olib ketilishi, ya'ni yo'qotilishi amalga oshadi.

Shunday qilib, jami kiruvchi issiqliklar miqdori quyidagicha aniqlanadi

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad \forall t \quad (11.1)$$

Kalorik hisoblash har qaysi sovutiladigan kamera uchun alohida bajariladi. Bu hisoblash uchun quyidagi ma'lumotlar asos bo'ladi : sovutiladigan kameralarning, ular bo'limlarining rejasi va o'lchamlari;

- to'sinlarning issiqlik izolyatsiyasini hisoblash bo'limida aniq-

langan issiqlik uzatish ko'effitsiyentlari qiymati;

- tashqi havoning, sovutilmaydigan qo'shni xonalardagi havoning, tuproqning (yerning) harorati va ularning nisbiy namligi;
- keluvchi yuklarning (mahsulotlar va idishlar) harorati va miqdori (og'irligi).

Kameraga kiruvchi issiqlik miqdorlarining turlari va ularni hisoblash.

To'sinlar orqali kiruvchi issiqliklar miqdori, birinchi bo'limda qayd etilganidek, quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_1 = Q^I_1 + Q^{II}_1, Vt \quad (11.2)$$

bu yerda Q^I_1 – to'sinning ikki tomonidagi muhitlar haroratlarining farqi tufayli sodir bo'luvchi, issiqlik uzatish yo'li bilan kiruvchi issiqlik miqdori, Vt ;

Q^{II}_1 – quyosh radiatsiyasi issiqligining yutilishi hisobiga sodir bo'luvchi kiruvchi issiqlik miqdori, Vt .

To'sin orqali haroratlar farqi tufayli uzatiladigan issiqliklar miqdori o'z navbatida quyidagicha aniqlanadi:

$$Q^I_1 = K_{hk} \cdot F (t_m - t_h), Vt \quad (11.3)$$

bu yerda K_{hk} – to'sinning hisoblash issiqlik uzatish ko'effitsiyenti, $Vt/m^2 \cdot K$. Bu ko'effitsiyentning qiymati oldingi hisoblashlarda, ya'ni issiqlik izolyatsiyasini hisoblash bo'limida aniqlangan;

F – to'sinning issiqlik uzatish yuzasi, m^2 ;

t_m – to'sinning tashqi tomonidagi muhit harorati, $^{\circ}C$;

t_h – sovutiladigan kamera ichidagi havoning harorati, $^{\circ}C$.

Agar sovutiladigan kameralarning tashqi devorlari va tom to'sinlariga qo'shimcha ravishda quyosh nurlari ham tushadigan bo'lsa, quyosh radiatsiyasi issiqligining yutilishi hisobiga sodir bo'luvchi kiruvchi issiqlik miqdorini quyidagicha hisoblaymiz:

$$Q^{II}_1 = K_{haq} \cdot S \cdot \Delta t_q, Vt \quad (11.4)$$

bunda K_{haq} – quyosh nurlari tushadigan to'sinning haqiqiy issiqlik uzatish ko'effitsiyenti, $Vt / m^2 \cdot K$;

S – quyosh nurlari tushadigan to'sinning yuzasi, m^2 ;

Δt_q – yoz paytidagi quyosh radiatsiyasi ta'sirini xarakterlovchi qo'shimcha haroratlar farqi, $^{\circ}C$. Bu qo'shimcha haroratlar farqining qiymati maxsus hisoblangan bo'lib, ma'lumotnoma jadvallardan olinadi.

To'sinlar orqali kiruvchi issiqliklar miqdorining hisoblashlari natijalari (xuddi shunday boshqa kiruvchi issiqliklar miqdorlarini

hisoblash natijalari ham) quyidagi jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

Q^I_1 – ni hisoblash jadvali

Kameralar to'sinlarning nomlari	va	K_{hk} $Vt / m^2 \cdot K$	F, m^2	$t_m, ^\circ C$	$t_h, ^\circ C$	Q^I_1, Vt
Go'sht xom ashyosini saqlash kamerasi						
Tashqi devor						
va hokazo						
Jami						
Barcha kameralar bo'yicha jami						

Quyosh radiatsiyasi issiqligining yutilishi hisobiga sodir bo'luvchi, kiruvchi issiqlik miqdori Q^{II}_1 faqat quyosh nurlari tushadigan tashqi to'sinlar uchun hisoblanadi. Bunday to'sinlarga tom to'sini va janubiy, hamda janubi-g'arbiy yo'nalishga qaratilgan tashqi devorlar kiradi. (Izoh: odatda ko'pchilik hollarda sovutish kameralari, xonalari va bo'limlari chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash korxonalari binosining shimolga yoki shimoli – sharqiy yo'nalishga qaratilgan tomonida loyihalanadi).

Yuklardan, ya'ni chorvachilik hamda oziq-ovqat mahsulotlari va tara-idishlardan, ular sovutilganida chiquvchi issiqliklar miqdori quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Q_2 = \left(G_{ms} \cdot C_{ms} + G_{ti} \cdot C_{ti} \right) \cdot (t_{ms1} - t_{ms2}) \cdot \frac{1}{\tau_{sov} \cdot 3600}, Vt \quad (11.5)$$

bu yerda G_{ms} , G_{ti} – sovutiladigan kameraga bir sutkada kelib tushuvchi oziq-ovqat mahsulotlarining va tara-idishlarning miqdori, kg/sut;

C_{ms} , C_{ti} – mos ravishda oziq-ovqat mahsulotlarining va tara-idishlarning solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg*grad;

t_{ms1} , t_{ms2} – mos ravishda mahsulotning kameraga kelib tushishidagi harorati va uning sovuqlik ishlovi berilganidan keyingi oxirgi harorati, $^\circ C$;

τ_{sov} – mahsulotni t_{ms2} haroratgacha sovutilish davomiyligi, soat.

Ayrim hollarda sovutiladigan kameraga bir sutkada kelib tu-

shuvchi oziq-ovqat mahsulotlarining miqdori G_{ms} shu mahsulotlarning saqlanish muddatidan kelib chiqqan holda qabul qilinadi. Agar ularning saqlanish muddati 1 – 2 kun bo'lsa, G_{ms} shu mahsulotlarning kameradagi maksimal miqdori G – dan 100% ; agar 3 – 4 kun saqlanadigan bo'lsa – 50...60% ; bundan ko'proq muddat saqlanadigan bo'lsa – 50...40% deb qabul qilib olinadi. Bunda mahsulotlarning kameradagi maksimal miqdori G mahsulotning bir sutkalik zahira (sarfi) miqdori G_{zs} – ning saqlash davomiyligi τ – ga ko'paytmasi sifatida aniqlanadi .

Tara-idishlarning bir sutkada keltirilish miqdori ularning turiga bog'liq holda aniqlanadi. Jumladan po'lat tara uchun G_t ; mahsulotlarning sutkabay miqdori G_{ms} – dan 20% , plastmassa tara uchun 15% , karton tara uchun 10% , polietilen o'rash materiallari uchun 5% , shisha idishlar uchun 100% olinadi.

Agar sovutilgan oziq-ovqat mahsulotlari kameraga izotermik transportda yetkazib beriladigan bo'lsa, mahsulotning kameraga kelib tushishidagi harorati t_{ms1} shimoliy va o'rta iqlim zonalari uchun $t_{ms1} = 6...8^{\circ}C$, janubiy iqlim zonasi uchun $t_{ms1} = 10...12^{\circ}C$ olinadi . Agar mahsulot sovutilmagan holatda keltiriladigan bo'lsa, t_{ms1} tashqi havoning hisoblash harorati t_{th} – dan $5...7^{\circ}C$ past olinadi . Mahsulotning sovuqlik ishlovi berilgandan keyingi oxirgi harorati t_{ms2} kameradagi havo haroratidan $1...2^{\circ}C$ ortiq olinadi. Mahsulotning sovutilish davomiyligi τ_{sov} ko'pchilik hollarda 24 soat deb olinadi . Ammo chorvachilik mahsulotlari (masalan , go'sht) kamerada dastlab maxsus sovutiladigan bo'lgan hollar bundan mustasno. Bunday holda τ_{sov} – ning qiymati hisoblash yo'li bilan aniqlanadi .

Q_1 – ni hisoblaganimizdagi kabi , Q_2 – ning hisoblashlari ham jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi .

Q_2 – ni hisoblash jadvali (misol tariqasida)

Mahsulotning nomi, tara – idishning turi	G_{ms} , kg / sut	C_{ms} , J / kg.grad	G_{ti} , kg / sut	C_{ti} , J / kg.grad	t_{ms1} , $^{\circ}C$	t_{ms2} , $^{\circ}C$	τ_{sov} , soat	Q_2 , Vt
Go'sht xom ashyosini saqlash kamerasi								

Go'sht nimta va tanalari								
Go'sht (sut) mahsulotlari								
Metall (alyu- miniy) idishlar								
va hokazo								
Jami								
<i>Barcha kameralar bo'yicha jami</i>								

Kamera ventilyatsiyalanadigan bo'lganda tashqi havo bilan kiruvchi issiqlik miqdori Q_3 quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_3 = \frac{V a \rho}{24 \cdot 3600} \cdot (i_{th} - i_{lh}), Vt \quad (11.6)$$

bu yerda V – ventilyatsiyalanuvchi sovutish kamerasining hajmi, m^3 ;

a – havo almashinuvi karraligi, sutkasiga marta hisobida;

ρ – kameradagi havoning harorati va nisbiy namligiga to'g'ri keluvchi havo zichligi, kg/m^3 ;

i_{th} – tashqaridagi havoning solishtirma ental'piyasi, J/kg ;

i_{lh} – kameradagi havoning solishtirma ental'piyasi, J/kg .

Havo almashinuvi, ya'ni ventilyatsiya karraligi sovutiladigan kameralar uchun odatda sutkasiga 1 martadan 4 martagacha olinadi.

Havoning zichligi birinchi navbatda uning haroratiga bog'liq bo'lib, quyidagi formula bilan aniqlanadi: $\rho = 1,293 \cdot \frac{273}{273 + t}$, kg/m^3 ;
bu yerda t – havoning harorati bo'lib, bizning holda $t = t_h$, $^{\circ}C$ olinadi. Agar kamerada ventilyatsiya ko'zda tutilmagan bo'lsa $Q_3 = 0$ olinadi.

Ekspluatatsiyaviy kiruvchi issiqliklar miqdori Q_4 ko'pchilik hollarda, shu jumladan chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun mo'ljallangan sovutgichlarni, umumiy ovqatlanish va savdo korxonalari sovutgichlarini loyihalashdagi kalorik hisoblashlarda aniq usullar bilan hisoblab topilmaydi. Bunday kiruvchi issiqlik oqimlari miqdori Q_1 ga nisbatan foizlarda olinadi. Masalan, polining yuzasi $20 m^2$ – dan katta bo'lgan kameralar uchun Q_4 ning qiymati

Q_1 ning qiymatidan 20 % olinadi .

Kalorik hisoblashlar natijalari quyidagi ko‘rinishdagi jadvalga kiritiladi.

Kameralar nomlari	Q_1, Vt	Q_2, Vt	Q_3, Vt	Q_4, Vt	Q, Vt
Go'sht xom ashyosini saqlash kamerasi					
va hokazo					
Barcha kameralar bo'yicha jami , $\sum Q_{KM}$					

To'liq kiruvchi issiqliklar miqdorini hisoblash va sovutish uskunasi tanlash . Sovutgich mashinaning talab etilgan sovuqlik unumdorligi sovuqlikning yo'qotilishi hamda ishchi vaqt koeffitsiyentini hisobga olgan holda aniqlanadi.

$$Q_{0brutto} = \frac{\psi \sum Q_{km}}{b}, Vt \quad (11.7)$$

bu yerda $\sum Q_{km}$ – barcha kameralarga kiruvchi jamlangan issiqlik miqdorlari, Vt . Bu kattalik sovutgich mashinaning kompressoriga tushadigan foydali yuklamadan iborat ;

ψ – sovuqlikning uskuna (jihoz) da yo'qotilishini hisobga oluvchi koeffitsiyent. Masalan kameralarni bevosita sovutish qo'llaniladigan tizimlar uchun $\psi = 1,07$; namakob (sho'r suv, rassol' – ruscha) bilan sovutish qo'llaniladigan tizimlar uchun $\psi = 1,12$ deb qabul qilinadi ;

b – kompressorning ishchi vaqt koeffitsiyenti, 0,75 ga teng olinadi .

Sovutgich mashinani tanlash uchun sovutish agentining qaynash harorati va kondensatsiyalanish harorati, shuningdek sovutgich mashinani o'rab turgan muhit havosining harorati aniqlanadi .

Freonli sovutgich mashinalar uchun sovutish agentining qaynash harorati kameradagi havo haroratidan 14...16°C past olinadi. Havo bilan sovutish kondensatorlari qo'llaniladigan sovutgich mashinalari uchun kondensatsiyalanish harorati mashina bo'limidagi havo haroratidan 10...12 °C yuqori olinadi. Shunday qilib, sovutish agentining qaynash harorati $t_0 = t_h - (14...16)$, °C va sovutish agentining kondensatsiyalanish harorati $t_k = t_{havo} + (10...12)$, °C.

Shundan keyin grafiklar ko'rinishidagi xarakteristikalarga asoslanib, sovutish agentining qaynash harorati, kondensatsiyalanish harorati va $Q_{obrutto}$ qiymati bo'yicha sovutgich mashinasi, uskuna yoki jihozi tanlab olinadi. $Q_0 = f(t_0, t_{havo})$ ko'rinishidagi grafik xarakteristikalaridan foydalanib, tanlangan sovutgich mashinasi, uskuna yoki jihozining ishchi sovuqlik unumdorligi Q'_{oish} aniqlanadi. Hisoblashlar oxirida tanlangan sovutgich mashinasi, uskuna yoki jihozining dastlabki ishchi vaqt ko'effitsiyenti quyidagi formula bi-

$$b' = \frac{\psi \cdot \sum Q_{km}}{Q'_{oish}}$$

lan aniqlanadi : (11.8)

bu yerda $\sum Q_{km}$ – kompressorga tushadigan foydali yuklamadan iborat bo'lgan va kalorik hisoblashlar natijasida aniqlangan barcha kameralarga kiruvchi jamlangan issiqlik oqimlari, Vt ;

ψ – sovuqlikning uskuna (jihoz) da yo'qotilishini hisobga oluvchi ko'effitsiyent;

Q'_{oish} – tanlangan mashina ta'minlay oladigan va uning grafik xarakteristikalaridan aniqlangan ishchi sovuqlik unumdorligi, Vt .

Sovutgich mashinalarining ishchi vaqt ko'effitsiyenti b – ning qiymati 0,4 dan 0,8 gacha oraliqda bo'lishi lozim. Bu barcha hisoblashlarning to'g'riligidan dalolat beradi.

Nazorat savollari :

1. Kalorik hisoblashning maqsadi va vazifalarini aytib bering.
2. Jami kiruvchi issiqliklar miqdori qanday formula bilan aniqlanadi ? Uni to'liq izohlab bering.
3. To'sinlar orqali kiruvchi issiqliklar nimadan iborat va uning miqdori qanday aniqlanadi ?
4. To'sin orqali haroratlar farqi tufayli uzatiladigan kiruvchi issiqlik nimadan iborat va uning miqdori qanday aniqlanadi ?
5. Quyosh radiatsiyasi issiqligining yutilishi hisobiga sodir bo'luvchi, kiruvchi issiqlik nimadan iborat va uning miqdori qanday aniqlanadi ?
6. Yuklardan , ular sovutilganida chiquvchi issiqlik miqdori nimadan iborat va u qanday aniqlanadi ?
7. Q_2 – ni aniqlash formulasidagi ayrim ko'rsatkichlar qanday aniqlanadi yoki ularning qiymati qanday asosda tanlab olinadi ?
8. Kamera ventilyatsiyalanganida kiruvchi issiqlik miqdori nimadan iborat va u qanday aniqlanadi ?

9. Eksploatatsiyaviy kiruvchi issiqliklar nimadan iborat va ularning miqdori qanday aniqlanadi ?
10. Sovutgich mashinaning talab etilgan sovuqlik unumdorligi qanday aniqlanadi?
11. Sovutgich mashinalar uchun sovutish agentining qaynash harorati va kondensatsiyalanish harorati bu hisoblashlarda qanday maqsadda kerak ? Xususan freonli mashinalar uchun bu ko'rsatkichlar qanday aniqlanadi ?
- 12 . Sovutgich mashinasi , uskuna yoki jihozi qanday tanlab olinadi ?
13. Sovutgich mashinasi , uskuna yoki jihozining dastlabki ishchi vaqt koeffitsiyenti qanday aniqlanadi ? Uning qiymati qanday kattalikda bo'lishi lozim ?

IV BO'LIM. CHORVACHILIK VA OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARINI SAQLASHDA QO'LLANILAYOTGAN SOVUTISH USKUNA VA JIHOZLARINING BOSHQA TURLARI

12. Kichik qayta ishlash korxonalari uchun tayyor bug' – kompressorli sovutish jihozlari va uskunalari

Tayanch iboralar:

Yig'ma sovutish kamerasi, konstruktiv xususiyatlar, standart o'lcham qatori, sovutish shkafti, sovutiluvchi vitrina, sovutiluvchi prilavok, maishiy (uy-ro'zg'or) sovutgichlari, issiqlik uzatish koefitsiyenti .

Tijorat sovutgich jihozlari to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar.

Chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlash kichik korxonalarida oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun statsionar sovutgichlar bilan birgalikda *tijorat sovutgich jihozlari* ham keng ko'lamda qo'llaniladi. Bunday sovutgichlar sovutilgan yoki muzlatilgan ovqatlar, yarim tayyor mahsulotlar va tayyor ovqatlarni saqlash, ularni sotish uchun qisqa muddatli saqlash hamda namoyish qilish uchun mo'ljallangan.

Tijorat sovutish jihozlari quyidagilarni o'z ichiga oladi : tayyor sovutgich kameralari, sovutgich shkaflari, sovutgichli vitrinalar, prilavkalar va prilavka – vitrinalar.

Tayyor sovutgich kameralari xom ashyo va oziq-ovqat zahirasini bir necha kun saqlash uchun ishlatiladi. Sovutgich shkaflari esa odatda bir kunlik zahirani saqlash uchun ishlatiladi. Sovutgichli prilavkalar ish joyidagi mahsulotlarni sotish maydonida saqlash uchun mo'ljallangan. Sovutgichli vitrinalarning asosiy maqsadi sotilayotgan mahsulotlarni namoyish qilishdir.

Tijorat sovutgich jihozlarining ayrim turlari ikkita versiyada ishlab chiqariladi. Mo'tadil iqlimli bo'lgan hududlar uchun maksimal muhit harorati 32°C, janubiy viloyatlar uchun esa maksimal 40°C haroratda ishlashi kutiladigan jihozlar. Janubiy viloyatlar uchun jihozlar mo'tadil iqlimli mintaqalarga qaraganda yuqori sovutish quvvatiga ega bo'lgan mashinalar bilan jihozlangan va mustahkamlangan gidrozolyatsiya hamda metall qismlarning korroziyaga qarshi qoplamasi bilan yaxshi ta'minlangan versiyada bo'ladi.

Sovutgich hajmining ichidagi havo harorati jihozning turiga ,

undagi mahsulotlarning xilma-xilligi va saqlash davomiyligiga qarab belgilanadi. Sovutgichli tijorat jihozlari sovutish hajmidagi haroratga qarab quyidagilarga bo'linadi: o'rta haroratli – musbat haroratli, ular sovutilgan mahsulotlarni saqlash uchun mo'ljallangan; muzlatilgan ovqatlarni saqlash uchun mo'ljallangan past haroratli; ham sovutilgan, ham muzlatilgan mahsulotlarni saqlash uchun mo'ljallangan birlashtirilgan turdagi jihozlar. Sovutilgan mahsulotlar uchun mo'ljallangan qurilmalarda ichki havo harorati quyidagicha qabul qilinadi: yig'ma kameralarda 0 dan 2°C gacha, shkaflarda 1 dan 3°C gacha; 2 dan 4°C gacha bo'lgan harorat – prilavkalarda va 4 dan 6°C gacha bo'lgan harorat vitrinalarda. Past haroratli kameralar va shkaflar uchun bu ko'rsatkich -18°C ga , past haroratli prilavkalar va vitrinalarda esa -15 dan -13°C gacha teng deb olinadi.

Sovutgichli tijorat jihozlarida sovutish jarayonini amalga oshirish uchun asosan kompressorli sovutish mashinalari, ayrim hollarda absorbsiyaviy–diffuziyaviy mashinalar ishlatiladi. Ba'zi hollarda esa bu maqsadda quruq muz ishlatiladi. Sovutgich shkaflari, prilavka va vitrinalarni sovutish uchun kompressor – kondensator agregatlari ularning ichida o'rnatilgan bo'ladi yoki ularga yonma-yon o'rnatiladi. Kameralar esa odatda alohida agregatlar yordamida sovutiladi.

Tijorat sovutgich jihozlari uchun amaldagi Texnik shartlar va GOST talablariga muvofiq agregatlarning ish vaqti koeffitsiyenti 0,75 dan oshmasligi kerak. Bunda belgilangan ish vaqti koeffitsiyenti qiymatida va atrof-muhit harorati 32 yoki 40°C bo'lganida sovutiladigan hajmlarda ko'zlangan haroratning ta'minlanishi uchun, o'sha amaldagi standartlar talablari bilan musbat haroratli jihozlar izolyatsiyalangan konstruksiyalarining issiqlik uzatish koeffitsiyentlarining qiymati $0,7 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{°C)}$ dan yuqori bo'lmasligi va past haroratli jihozlarning izolyatsiyalangan konstruksiyalari uchun esa $0,5 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{°C)}$ dan oshmasligi lozimligi belgilab berilgan. Sovutgichli tijorat jihozlarida issiqlik izolyatsiyasi sifatida asosan penoplastlar va mipora qo'llaniladi. Kamroq hollarda bu maqsadda shisha momig'i va ba'zi boshqa materiallar ishlatiladi.

Yig'ma sovutish kameralari, ularning konstruktiv xususiyatlari va standart o'lcham qatori. Yig'ma sovutish kameralari alohida panellardan tayyorlanadi. Hozirgi vaqtda chiqarilayotgan kamera modellarining panellari unifikatsiyalangan. Ular boltlar va burchakli po'lat profillar vositasida, o'rnatiladigan joyida, yagona

sovutish qurilmasini yig'ish bilan tayyorlanadi. Shu sababli yig'ma sovutish kameralari deb ataladi. Agar kamerani siljitish zarur bo'lsa, uni qismlarga ajratish va boshqa joyga qaytadan o'rnatish mumkin.

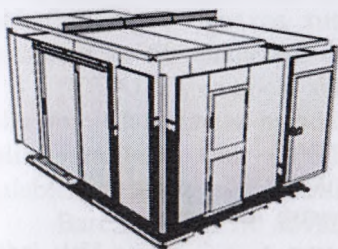
Kameralar ichida, yon devorlarda, mahsulotlarni saqlash uchun mo'ljallangan yog'och panjarali tokchalari bor qatpoyalar (stellajlar) o'rnatilgan. Ship ostida ilgaklarga ega ilgichlar bor, ular saqlanadigan mahsulotlarni osib qo'yish uchun mo'ljallangandir. Polda esa idishlar (quti, bochka, savat) dagi mahsulotlarni joylashtirish uchun yog'ochdan yasalgan panjara – tagpoya (podtovarnik) qo'yilgan.

61–rasmda keltirilgan sxematik tasvir yig'ma sovutish kameralarining o'rnatiladigan joyida qanday yig'ilishini ko'rsatadi. 62–rasmda hozirgi vaqtda ishlab chiqarilayotgan yig'ma sovutish kameralarining bir turi – Polair kamerasining tashqi ko'rinishi ko'rsatilgan. 63–rasmda esa uning ichki hajmi tasvirlangan.

Polair tipidagi yig'ma sovutish kameralari 2 variantdagi ko'rinishda ishlab chiqariladi. Birinchi variantdagi kameralar o'rta haroratli Polair kameralari bo'lib, ularning ishchi hajmida havoning harorati -5°C gacha darajada o'rnatilishi mumkin. Ikkinchi variantdagilari past haroratli Polair kameralari, bularda ishchi harorat -25 dan -5°C gacha oraliqda tutib turilishi mumkin.

Shunday zamonaviy yig'ma sovutish kameralaridan yana bir turi KXH–6,6 kamerasi (64–rasm) bo'lib, uning tarkibiga sovutgich monobloki ALS 117 kiradi. Ushbu yig'ma sovutish kamerasi sovutilgan va muzlatilgan mahsulotlarni saqlash uchun, shu jumladan bu mahsulotlarni sotuv joylarida saqlash uchun mo'ljallangan. Uning texnik xarakteristikasi quyidagicha : ichki hajmi $6,6\text{ m}^3$, gabarit o'lchamlari $1960*1960*2200\text{ mm}$, panellar qalinligi 80 mm , iste'mol qilinadigan quvvati 2 kVt , harorat rejimi $-18...-16^{\circ}\text{C}$, elektr kuchlanishi 220 V , massasi 350 kg . KXH – 6,6 yig'ma sovutish kamerasi Ariada kompaniyasi tomonidan ishlab chiqariladi. (Izoh: KXH abreviaturasi ruscha kamera xolodil'naya nizkotemperaturnaya so'zlaridan olingan).

Past haroratli Ariada monobloki ALS 117 sovutgich qurilmasi bo'lib, u hajmi 4 dan 10 m^3 gacha bo'lgan kameralar uchun to'g'ri keladi. Sovutish agenti sifatida R–404 ishlatiladi, kompressorning quvvati $1,1\text{ kVt}$, havo bilan sovutiladigan kondensator, ventilyator quvvati $0,1\text{ kVt}$. Bug'latgichni avtomatik eritish tizimiga ega. Sovutish agenti R – 404 kimyoviy aralashma bo'lib, R125, ya'ni



61-rasm. Yig'ma sovutish kame-
rasining o'rnatilish joyida tayyor-
lanishini ko'rsatuvchi sxematik
tasviri



62-rasm. Polair tipidagi yig'ma sovu-
tish kamerasing tashqi ko'rinishi

CHF_2CF_3 ; R143a , ya'ni CH_3CF_3 va R134a , ya'ni CH_2FCF_3 larning massa bo'yicha $44\% + 52\% + 4\%$ aralashmasidan iborat. (Izoh: ALS abbreviaturasi inglizcha Ariada Low System so'zlaridan olingan).

Yig'ma sovutish kameralarining standart o'lcham qatori deyilganida bir tipdagi kameralarning turli ishchi hajmlarda ishlab chiqarilgan modifikatsiyalari ko'zda tutiladi. Masalan Polair tipidagi yig'ma sovutish kameralari 3 kub m dan 100 kub m gacha ishchi hajmlarda ishlab chiqariladi. Bunda barcha modellar bir xil tuzilishga ega bo'lib, ular gabarit o'lchamlari, kamera tarkibiga kiruvchi bug'-kompressorli sovutish agregatining sovuqlik unumdorligi, quvvati va boshqa texnik ko'rsatkichlari bilan bir-biridan farq qiladi. Muayyan bir turdagi yig'ma sovutish kameralarining standart o'lcham qatori 12.1-jadvalda keltirilgan.



63-rasm. Polair tipidagi yig'ma
sovutish kamerasing ichki
ko'rinishi

sovutish qurilmasini yig'ish bilan tayyorlanadi. Shu sababli yig'ma sovutish kameralari deb ataladi. Agar kamerani siljitish zarur bo'lsa, uni qismlarga ajratish va boshqa joyga qaytadan o'rnatish mumkin.

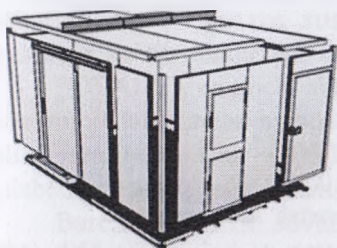
Kameralar ichida, yon devorlarda, mahsulotlarni saqlash uchun mo'ljallangan yog'och panjarali tokchalari bor qatpoyalar (stellajlar) o'rnatilgan. Ship ostida ilgaklarga ega ilgichlar bor, ular saqlanadigan mahsulotlarni osib qo'yish uchun mo'ljallangandir. Polda esa idishlar (quti, bochka, savat) dagi mahsulotlarni joylashtirish uchun yog'ochdan yasalgan panjara – tagpoya (podtovarnik) qo'yilgan.

61-rasmda keltirilgan sxematik tasvir yig'ma sovutish kameralarining o'rnatiladigan joyida qanday yig'ilishini ko'rsatadi. 62-rasmda hozirgi vaqtda ishlab chiqarilayotgan yig'ma sovutish kameralarining bir turi – Polair kamerasining tashqi ko'rinishi ko'rsatilgan. 63-rasmda esa uning ichki hajmi tasvirlangan.

Polair tipidagi yig'ma sovutish kameralari 2 variantdagi ko'rinishda ishlab chiqariladi. Birinchi variantdagi kameralar o'rta haroratli Polair kameralari bo'lib, ularning ishchi hajmida havoning harorati -5°C gacha darajada o'rnatilishi mumkin. Ikkinchi variantdagilari past haroratli Polair kameralari, bularda ishchi harorat -25 dan -5°C gacha oraliqda tutib turilishi mumkin.

Shunday zamonaviy yig'ma sovutish kameralaridan yana bir turi KXH–6,6 kamerasi (64-rasm) bo'lib, uning tarkibiga sovutgich monobloki ALS 117 kiradi. Ushbu yig'ma sovutish kamerasi sovutilgan va muzlatilgan mahsulotlarni saqlash uchun, shu jumladan bu mahsulotlarni sotuv joylarida saqlash uchun mo'ljallangan. Uning texnik xarakteristikasi quyidagicha : ichki hajmi $6,6\text{ m}^3$, gabarit o'lchamlari $1960*1960*2200\text{ mm}$, panellar qalinligi 80 mm , iste'mol qilinadigan quvvati 2 kVt , harorat rejimi $-18...-16^{\circ}\text{C}$, elektr kuchlanishi 220 V , massasi 350 kg . KXH – 6,6 yig'ma sovutish kamerasi Ariada kompaniyasi tomonidan ishlab chiqariladi. (Izoh: KXH abreviaturasi ruscha kamera xolodil'naya nizkotemperaturnaya so'zlaridan olingan).

Past haroratli Ariada monobloki ALS 117 sovutgich qurilmasi bo'lib, u hajmi 4 dan 10 m^3 gacha bo'lgan kameralar uchun to'g'ri keladi. Sovutish agenti sifatida R–404 ishlatiladi, kompressorning quvvati $1,1\text{ kVt}$, havo bilan sovutiladigan kondensator, ventilyator quvvati $0,1\text{ kVt}$. Bug'latgichni avtomatik eritish tizimiga ega. Sovutish agenti R – 404 kimyoviy aralashma bo'lib, R125, ya'ni



61-rasm. Yig'ma sovutish kame-
rasining o'rnatilish joyida tayyor-
lanishini ko'rsatuvchi sxematik
tasviri



62-rasm. Polair tipidagi yig'ma sovu-
tish kamerasing tashqi ko'rinishi

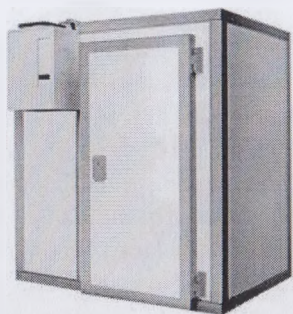
CHF_2CF_3 ; R143a, ya'ni CH_3CF_3 va R134a, ya'ni CH_2FCF_3 larning massa bo'yicha 44% + 52% + 4% aralashmasidan iborat. (Izoh: ALS abbreviaturasi inglizcha Ariada Low System so'zlaridan olingan).

Yig'ma sovutish kameralarining standart o'lcham qatori deyilganida bir tipdagi kameralarning turli ishchi hajmlarda ishlab chiqarilgan modifikatsiyalari ko'zda tutiladi. Masalan Polair tipidagi yig'ma sovutish kameralari 3 kub m dan 100 kub m gacha ishchi hajmlarda

ishlab chiqariladi. Bunda barcha modellar bir xil tuzilishga ega bo'lib, ular gabarit o'lchamlari, kamera tarkibiga kiruvchi bug'-kompressorli sovutish agregatining sovuqlik unumdorligi, quvvati va boshqa texnik ko'rsatkichlari bilan bir-biridan farq qiladi. Muayyan bir turdagi yig'ma sovutish kameralarining standart o'lcham qatori 12.1-jadvalda keltirilgan.



63-rasm. Polair tipidagi yig'ma
sovutish kamerasing ichki
ko'rinishi



64-rasm. KXH-6,6 yig'ma
sovutish kamerasi

12.1-jadval

Yig'ma sovutish kameralarining standart o'lcham qatori

Texnik ko'rsatkichlarning nomi	KXH-2,94	KXH-4,41	KXH-6,61
Gabarit o'lchamlari, mm	1360 * 1360 * 2200	1960 * 1360 * 2200	1960 * 1960 * 2200
Hajmi, m ³	2,94	4,41	6,61
Atrof-muhit havosining harorati, °C	- 30...+ 40	- 30...+ 40	- 30...+ 40

12.1-jadval (davomi)

KXH-7,71	KXH-8,81	KXH-11,02	KXH-11,75	KXH-1,44 Minicella MM
2260 * 1960 * 2200	2560 * 1960 * 2200	3160 * 1960 * 2200	2560 * 2560 * 2200	1000 * 1150 * 2615
7,71	8,81	11,02	11,75	1,44
- 30...+ 40	- 30...+ 40	- 30...+ 40	- 30...+ 40	Ishchi haroratlar oralig'i -5...+ 5 °C

Sovutgich shkaflari, ularning konstruktiv xususiyatlari. Yig'ma sovutish kameralari chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlash sohasidagi kichik quvvatli korxonalarda bemaolol xom ashyo, yarim tayyor va tayyor mahsulotlarni saqlash uchun omborxonalar vazifasini bajarishi mumkin. Shu bilan birgalikda bunday mahsulotlarni oz miqdorda ishlab chiqarish tsexlari doirasida saqlash, tayyor va yarim tayyor mahsulotlarni sotuv nuqtalari – do'konlarida qisqa muddatli saqlash zarurati ham bor. Bu muammoning hal etilishi uchun tijorat sovutgich jihozlari ichida *sovutgich shkaflari* mavjud bo'lib, ular sovutgich qurilmalari safida muhim o'rin egallaydi.

Hozirgi vaqtda sovutgich shkaflari jahonning bir necha mamlaka-

katlarida har xil kompaniyalar tomonidan ishlab chiqariladi. Tijorat maqsadlarida ishlab chiqariladigan va bozorda keng tarqalgan sovutgich shkaflaridan bir turi POLAIR sovutgich shkaflaridir. Sovutgich shkaflarining o'ziga xos xususiyatlarini aynan shu POLAIR jihozlari misolida ko'rib chiqamiz.

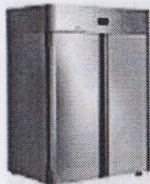
POLAIR sovutgich shkaflari amaldagi mavjud barcha talablar, shu jumladan davlat hamda soha talablari va me'yorlarini e'tiborga olib yaratilgan. Ular GOST 23833-95 "Savdo sovutgich jihozlari" talablariga to'liq mos keladi va barcha zaruriy sertifikatlarga ega.

Barcha POLAIR sovutgich shkaflari 4 seriyada ishlab chiqariladi: POLAIR Standard, POLAIR Grande, POLAIR Bravo va POLAIR Professionale. POLAIR sovutgich shkaflarining turlari 65-rasmda ko'rsatilgan.

POLAIR Standard va POLAIR Grande bir xil xossalarga, xarakteristikalariga hamda xususiyatlarga ega. Ularning orasidagi farq korpusni yopib turuvchi materiallarda va eshiklar turida. POLAIR Standard sovutgich shkaflari polimer qoplamali po'latdan yasalgan (65a-rasm). POLAIR Grande sovutgich shkaflari esa zanglamaydigan po'latdan yasalgan (65b-rasm). POLAIR Bravo kompakt sovutgich shkaflari model' qatori bo'lib, ular oynali eshiklar bilan jihozlangan (65d-rasm). POLAIR Professionale sovutgich shkaflari seriyasi ham oynali eshiklarga ega, lekin POLAIR Bravo seriyasidan farq qilib maxsus ichimliklar uchun ishlab chiqarilgan. Shunga mos ravishda POLAIR Professionale shkaflari ichimliklar saqlanishini e'tiborga oluvchi keng ko'lamdagi opsiyalar va aksessuarlarga ega.



a



b



d

65-rasm. POLAIR sovutgich shkaflarining ayrim turlari : a – metall eshikli , b – zanglamaydigan po'latdan yasalgan , d – oyna eshikli

POLAIR sovutgich shkaflarining bir guruhi, shu jumladan R290 (propan) sovutish agentida ishlaydigan variantda ishlab chiqariladi, bu o'z navbatida 50% gacha elektr energiyaning iste'mol qilinishini kamaytirish imkonini beradi. Xususan, aniqlanganki R134a sovutish

agentida ishlovchi sovutgich shkafi bir sutkada 4,7 kVt.soat elektr energiyasini iste'mol qiladi, R290 sovutish agentida ishlovchi xuddi shunday shkaf esa bir sutkada 2,1 kVt.soat elektr energiyasini iste'mol qiladi, ya'ni iqtisod 55% ni tashkil etadi. Sovutgich shkaflari bir tavaqali va ikki tavaqali eshiklar bilan ishlab chiqariladi, ularning ishchi hajmi 80 dan 1500 litrgacha ($1,5 \text{ m}^3$ gacha) bo'ladi.

Sovutgich shkaflarining tuzilishi. Sovutgich shkaflarining (66-rasm) barchasi, (juda katta hajmli modellar bundan istisno) shkafning maxsus mashina bo'limida joylashtirilgan freonli germetik agregatlar bo'lgan sovutish mashinalari bilan sovutiladi. POLAIR sovutgich shkaflarida mashina bo'limi shkafning ustki qismida joylashtirilgan.

Tuzilishiga ko'ra, ularning barchasi karkasli konstruksiyaga ega. Shkafning sovutiladigan qismida, kamerada, karkas har tomondan ikki qavatli: tashqi tomondan varaq po'latdan, ichki tomondan alyuminiy yoki zanglamaydigan po'latdan yasalgan qoplamaga ega. Qoplamalar orasiga issiqlik izolyatsiyasi qo'yiladi. Mashina bo'limi izolyatsiya qilinmagan. Bu bo'lim tashqi tomonlaridan qoplamaga ega bo'lib, bu qoplama sovutish kamerasining tashqi qoplamasi bilan birlashib ketadi.



66 – rasm . Polair CV110–Gm Alu
sovutgich shkafi

Sovutgich kamerasining eshiklari ham ikki qavatli qoplamaga ega va issiqlik izolyatsiyasi bilan ta'minlangan. Eshikning zich yopishib turishi profilli rezina qistirma va maxsus qistirgich (zatvor) yordamida ta'minlanadi. Sovutgich shkaflarining tashqi tomoni to'g'risida yuqorida ma'lumot berilgan edi.

Shkaflarning sovutish kameralarida mahsulotlarni joylashtirish uchun mo'ljallangan panjarali metall tokchalar o'rnatiladi. Kameraning ichki qismi cho'g'lanish yoki lyuminestsent lampalari bilan yoritiladi. Kamera eshiklari ochilganida lampalar avtomatik ravishda yonadi.

Muayyan bir kompaniya tomonidan ishlab chiqariladigan sovut-

gich shkaflarining standart o'lcham qatori to'g'risida 12.2-jadval ma'lumotlari asosida fikr yuritish mumkin.

12.2 – jadval

POLAIR sovutgich shkaflarining standarti o'lcham qatoriga misol

Texnik ko'rsatkichlarining nomi	Polair CV110–Gm Alu	Polair ШХФ–1,4 ДС	Polair ШХФ–0,7 ДС	Polair ШХФ–1,4 (0,7–0.7)	Polair ШХФ–1,4
Hajmi, dm ³	1000	1400	700	700 + 700	1400
Gabarit o'lchamlari, mm	1474x695x2028	1402x945x2028	697x945x2028	1402x895x2028	1402x895x2028
Sovutgich agregatining joylashishi	Yuqorida joy – lashgan	Yuqorida joy – lashgan	Yuqorida joy – lashgan	Yuqorida joy – lashgan	Yuqorida joy – lashgan
Ishchi haroratlar, °C	–5...+ 5	+ 1...+ 15	+ 1...+ 15	+ 1...+ 15 / + 1...+ 15	+ 1...+ 15
Devorlarning qalinligi, mm	43	43	43	43	43
Sovutish agenti	Freon–R134A	Freon–R134A	Freon–R134A	Freon–R134A	Freon–R134A
Jihozning ishlash tashqi muhitining tavsifi	Harorat +40°C gacha nisbiy namlik 80 % gacha	Harorat +32°C gacha nisbiy namlik 60 % gacha	Harorat +32°C gacha nisbiy namlik 60 % gacha	Harorat +40 °C gacha nisbiy namlik 80 % gacha	Harorat +40 °C gacha nisbiy namlik 80 % gacha
Eshiklarining va korpusining turi	2 tavaqali zanglamaydigan po'latdan	2 tavaqali oynali ehsik polimer qoplamali po'lat korpus	Eshik 1 tavaqali oynali, polimer qoplamali po'lat korpus	2 tavaqali polimer qoplamali po'lat eshik va shunday korpus	2 tavaqali polimer qoplamali po'lat eshik va shunday korpus

Sovutiluvchi vitrina va prilavkalar, ularning konstruktiv xususiyatlari. Sovutiluvchi vitrina va prilavkalar sovutilgan yoki muzlatilgan ovqatlar, yarim tayyor mahsulotlar va tayyor mahsulotlarni sotuv joyida qisqa muddatli saqlash hamda namoyish qilish uchun mo'ljallangandir. Sovutgichli vitrinalar uchta turda ishlab chiqariladi: sotuvchilar bilan savdo qilish, o'z–o'ziga xizmat ko'rsatish do'konlari uchun va kombinatsiyalangan – har ikkala savdo shakli uchun. Sovutgichli prilavkalar esa ikki turda ishlab chiqariladi: yopiq turdagi va shaffof eshikli prilavkalar. Yopiq turdagi

prilavkalar sotuvchining ish o'rnida tez buziluvchi mahsulotlarning mavjud zahirasini saqlash uchun mo'ljallangan. Shaffof eshikli prilavkalar mahsulotlarning zahirasini saqlash, namoyish etish va sotish uchun mo'ljallangan, shu sababli ular savdo zallarida, xonalarida, ya'ni sotuvchi bevosita bo'lmagan joylarda qo'yiladi.

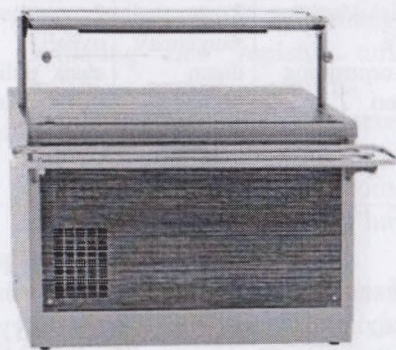
Sovutiluvchi vitrina va prilavkalarida mahsulotlarni saqlash rejimlari sovutgich shkaflaridagi rejimlardan farq qilmasligi mumkin. Bu sovutgich qurilmalari tarkibiga sovutish agregati mujassamlashtirilgan yoki alohida montaj qilinadigan sovutish agregati bilan komplektatsiya qilinishi mumkin. Shu bilan birgalikda ular markazlashgan sovuqlik bilan ta'minlash tizimiga ulanishi ham mumkin.

Sovutiluvchi vitrina va prilavkalar bir necha sektsiyalardan iborat bo'lishi mumkin. Bu holda ular o'rnatilish joyida yon tomonlari bilan bir-biriga ulanadi. Tashqi tomonidan har bir sektsiya oq emal' qoplamali po'lat varaqlar bilan yopilgan, ichki tomonidan esa alyuminiy varaqlar bilan qoplangan. Po'lat va alyuminiy varaqlar orasidagi qatlam issiqlik izoyatsiyasi vazifasini bajaruvchi penoplast bilan to'ldirilgan. Prilavkalarining chetlari silliqlangan zanglamaydigan po'lat bilan qirralangan.

Sovutiluvchi vitrina va prilavkalarining tashqi ko'rinishi 67–69 rasmlarda ko'rsatilgan.



67 – rasm . Sovutiluvchi vitrina
Veneto VS – 1,3 Cube



68 – rasm . Sovutiluvchi prilavka
Abat

Sovutilgan mahsulotlarni prilavka ichidan olish va unga qo'yish uning ustki ochiladigan devorchasi orqali amalga oshiriladi. Prilavka-ning ichki hajmi yoritgich bilan ta'minlangan tokcha vositasida yo-

ritiladi. Yoritgichli tokchanning gorizontali sirti bir vaqtning o'zida mahsulotlarni qo'yish uchun ham ishlatiladi.

Sovutiluvchi vitrina-prilavka (69-rasm) bu kompleks jihoz bo'lib, u mahsulotlar zahirasi saqlanadigan prilavkadan va prilavka ustiga o'rnatilgan vitrinadan iborat. Vitrina mahsulotlarni namoyish qilish va sotish uchun xizmat qiladi. Zaruratiga qarab mahsulotlar prilavka ichidan vitrinaga o'tkaziladi.

Vitrinalarning muhim xususiyati shundaki (67, 69-rasmlar), ular hamma tomondan oynalangam bo'ladi. Bunda xaridorga qaratilgan peshona tomonidan va yon tomonidan vitrina ikki qavatli oynalar bilan qoplangan, sotuvchi tomonidan esa suriluvchi oynali eshikcha va ishchi stol bilan ta'minlangan. Yoritish lyuminessent lampalar vositasida amalga oshiriladi.

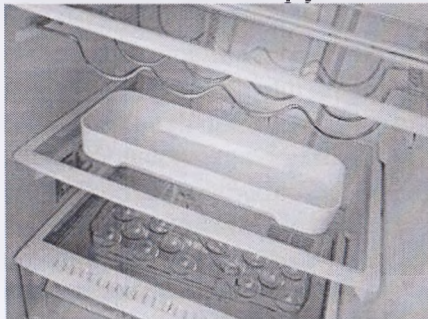
Maishiy (uy-ro'zg'or) sovutgichlari, ularning konstruktiv xususiyatlari . *Maishiy (uy - ro'zg'or) sovutgichlari* umumiy va maxsus maqsaddagi sovutgichlarga bo'linadi. Umumiy maqsaddagi sovutgichlar turli tez buziluvchi oziq-ovqat mahsulotlarini, yarim tayyor mahsulotlarni hamda tayyor ovqatlarni sovutish va sovutilgan holatda saqlash uchun qo'llaniladi. Shu bilan birgalikda umumiy maqsaddagi sovutgichlar ko'p bo'lmagan miqdordagi muzlatilgan mahsulotlarni saqlash va oziq-ovqat muzi kubiklarini tayyorlash imkonini ham beradi.

Maxsus maqsaddagi sovutgichlar - bu sovutgich - muzlatgichlar bo'lib, ular uy-ro'zg'or sharoitida oziq-ovqat mahsulotlarini muzlatish va mahsulotlarni muzlatilgan holda saqlash uchun qo'llaniladi. Ta-biiyki, maxsus sovutgich - muzlatgichlar faqat

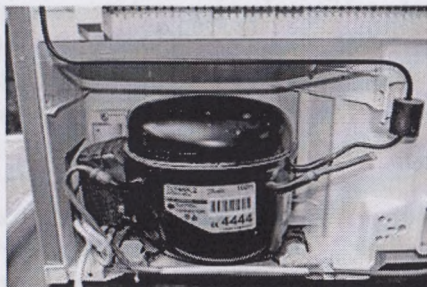


69 - rasm . Sovutiluvchi vitrina - prilavok

oldindan muzlatilgan mahsulotlarni saqlash uchun ham ishlatilishi mumkin. Buning uchun ular faqat saqlash rejimida ishlatiladi. Maxsus maqsaddagi sovutgichlar boshqa variantda muzlatilgan va sovutilgan oziq-ovqat mahsulotlarini alohida saqlash uchun ishlab chiqariladi. Bu holda ular ikkita kameraga ega bo'ladi: sovutilgan mahsulotlarni saqlash kamerasi va muzlatilgan mahsulotlarni saqlash kamerasi. Bunda har qaysi kamera o'zining eshikchasiga ega.



A



B

70 – rasm. Maishiy (uy-ro'zg'or) sovutgichi kamerasining (A) va kompressorli sovutish qurilmasining (B) umumiy ko'rinishi

Maishiy (uy-ro'zg'or) sovutgichlarining konstruktiv xususiyatlari “Uy-ro'zg'or kompressorli sovutish shkafining ekspluatatsiyaviy ko'rsatkichlarini tajribada aniqlash” mavzusidagi amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida batafsil o'rganib chiqiladi. Shu sababli bu yerda biz maishiy sovutgichlarning umumiy tavsifini ko'rib chiqish bilan cheklanamiz. Maishiy sovutgichlardan bir turining ikki tomonlama : old va orqa tomonidan umumiy ko'rinishi 70-rasmda ko'rsatilgan.

Nazorat savollari :

1. Tijorat sovutish jihozlari qanday turlarga bo'linadi ?
2. Sovutgichli tijorat jihozlari sovutish hajmidagi haroratga qarab qanday turlarga bo'linadi va ularda haroratning qiymati qanday qabul qilinadi ?
3. Tijorat sovutgich jihozlariga amaldagi Texnik shartlar va GOST me'yorlariga ko'ra qanday talablar qo'yiladi ?
4. Yig'ma sovutish kameralarining tuzilishi, yasalishi va ishlash prinsipini tavsiflab bering .
5. KXH – 6,6 yig'ma sovutish kamerasi (sovutgich monobloki ALS

117) ning to'liq texnik ko'rsatkichlarini tavsiflab bering .

6. Yig'ma sovutish kameralarining standart o'lcham qatori deyilganida nimani tushunasiz ?

7. POLAIR sovutgich shkaflari qanday seriyalarda ishlab chiqariladi ? Ularning bir-biridan farqlari nimada ?

8. Sovutgich shkaflarining tuzilishi va ishlash prinsipini tavsiflab bering .

9. POLAIR sovutgich shkaflarining standart o'lcham qatoridagi shkaflar bir-biridan qanday belgilariga ko'ra farq qiladi ?

10. Sovutiluvchi vitrina va prilavkalarining tuzilishi va ishlash prinsipini tavsiflab bering .

11. Sovutiluvchi vitrina, prilavka va prilavka – vitrinalarning bir-biridan farq qiluvchi belgilari hamda texnik ko'rsatkichlari .

13. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini tashishda sovutgichli transportlar

Tayanch iboralar:

Temir yo'l transporti, avtomobil transporti, suv transporti, havo transporti, sovutgichli konteynerlar, izotermik, muzli, refrijeratorli, isitiluvchi transport vositalari, oddiy, kuchaytirilgan izolyatsiyali, A, B, C, D, E, F sinflari .

Sovutgichli transportning zarurligi, qisqacha tavsifi va uning turlanishi . Sovutgichli transport vositalari uzluksiz sovutish zanjiri tarmoqlarini birlashtiruvchi element bo'lib, ular tez buziluvchi mahsulotlarni yigib-terib olish joylaridan saqlash joylariga, saqlash kameralariga, omborxonalariga, qayta ishlash korxonalariga va iste'molchiga tashib , yetkazib berish uchun xizmat qiladi.

Sovutgichli transportning asosiy maqsadi tashilayotgan mahsulotlarning sifati saqlangan holda, ularni ko'rsatilgan manzilga yetkazishdir.

Sovutgichli transport vositalari quyidagi turlarga bo'linadi : a) temir yo'l sovutgichli transporti; b) avtomobil' sovutgichli transporti; d) sovutgichli suv transporti; e) sovutgichli havo transporti; f) sovutgichli konteynerlar. Bu transport turlari o'z navbatida sovutilish jarayonining texnologiyasiga qarab: 1) izotermik transport

vositalari; 2) muzli transport vositalari; 3) refrijeratorli transport vositalari; 4) isitiluvchi transport vositalariga bo'linadi.

Kuzovlari issiqlik izolyatsiyali, ya'ni tashqi muhitdagi issiqlik va sovuqlik oqimlarini ichkariga kiritmaydigan yoki kirishini kamaytiradigan materiallardan yig'ilgan transport vositalari *izotermik transport* deb ataladi. Ular izolyatsiya materialining issiqlik uzatish koeffitsiyentiga qarab oddiy izolyatsiyali va kuchaytirilgan izolyatsiyali izotermik transportga bo'linadi. To'sinlarining issiqlik uzatish koeffitsiyenti $0,7 \text{ Vt/(m}^2\cdot\text{K)}$ ga teng yoki undan kichik qiymatga ega bo'lgan transport *oddiy*, issiqlik uzatish koeffitsiyenti $0,4 \text{ Vt/(m}^2\cdot\text{K)}$ ga teng va undan kichik bo'lgani esa *kuchaytirilgan* izolyatsiyali transport bo'lib hisoblanadi.

Sovutgichli qurilmalarsiz, mashinalarsiz sovutiladigan transport vositalari *muzli transport* deb ataladi. Bunday transportda sovutish muhitlari sifatida muz, muz va tuzli aralashma, quruq muz hamda siqilgan gazlar qo'llaniladi.

Muzli transportda sovutish muhitlari uchun maxsus idishlar (rezervuarlar) o'rnatilgan bo'lib, bunday transport vositalari sovitilayotgan kuzovning ichidagi havo haroratiga qarab 3 sinfga bo'linadi :

1. Havo harorati 7°C dan yuqori bo'lmasa A sinfga ;
2. Havo harorati -10°C dan yuqori bo'lmasa B sinfga ;
3. Havo harorati -20°C dan yuqori bo'lmasa C sinfga taalluqli bo'ladi .

Sinflarning belgilanishida muhim shart shundan iboratki, bunda tashqi muhit harorati $+30^{\circ}\text{C}$ dan ortiq bo'lmasligi lozim. Muzli transportda sovutish agentining (masalan, muz, muz+tuz aralashmasi, quruq muzning va h.k.) qo'shimcha 12 soatga yetadigan miqdori olib yuriladi. Bunday transportning B va C sinfga taalluqlilarining issiqlik uzatish koeffitsiyenti ham $0,4 \text{ Vt/(m}^2\cdot\text{K)}$ dan oshmasligi kerak.

Refrijeratorli transportga sovutish mashinalari yoki sovutish qurilmalari yordamida sovutiladigan izotermik transport vositalari kiradi. Bu turdagi transportning kuzovlari ichidagi havoning harorati sovutish mashinalari yoki sovutish qurilmalari yordamida boshqarilib turiladi. Bunday transport vositalari quyidagi sinflarga bo'linadi : A sinfi refrijeratorlarida harorat $+12^{\circ}\text{C}$ dan 0°C gacha; B sinfi refrijeratorlarida harorat $+12^{\circ}\text{C}$ dan -10°C gacha; C sinfi refrijeratorlarida harorat $+12^{\circ}\text{C}$ dan -20°C gacha; D sinfi refrije-

ratorlarida harorat $+2^{\circ}\text{C}$ dan oshmaydi, E sinfi refrijeratorlarida harorat -10°C dan oshmaydi va F sinfi refrijeratorlarida harorat -20°C dan oshmaydi. Bu turdagi transportning ham B, C, D, E va F sinflari uchun issiqlik uzatish koeffitsiyenti $0,4 \text{ Vt}/(\text{m}^2.\text{K})$ dan ortiq bo'lmashligi kerak.

Isitiluvchi transport deb kuzov ichidagi havo isitish qurilmalari yordamida isitiladigan izotermik transportga aytiladi. Bu turdagi transport kuzovi ichidagi havoning harorati isitish qurilmalari yordamida 12 soatdan o'z bo'lmagan vaqt mobaynida $+12^{\circ}\text{C}$ dan past bo'lmagan darajada saqlab turiladi. Isitiluvchi transport ham haroratning sozlanishiga qarab quyidagi sinflarga bo'linadi: 1. Tashqi muhitining harorati -10°C dan past bo'lmaganlari A sinfiga; 2. Tashqi muhitining harorati -20°C dan past bo'lmaganlari B sinfiga tegishli. B sinfiga taalluqli isitiluvchi transportning izolyatsiya to'sinlarining o'rtacha issiqlik uzatish koeffitsiyenti ham asosan $0,4 \text{ Vt}/(\text{m}^2.\text{K})$ dan oshmasligi kerak.

Sovutilgan chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini tashishda harorat $+2^{\circ}\text{C}$ dan $+7^{\circ}\text{C}$ gacha bo'ladi, lekin ularni tashish vaqtining davomiyligi chegaralangan bo'ladi. Masalan sovutilgan sut va sut mahsulotlarini tashish 2 sutkadan oshmasligi kerak.

Sovutilgan mahsulotlarni sovutgichli transportda tashishda yuqning har qanday nuqtasidagi harorat quyidagi qiymatlardan oshmasligi kerak: a) sovutilgan va konsentrlangan meva-sabzavot sharbatlari uchun -20°C ; b) baliq uchun -18°C ; d) yog'lar uchun -14°C ; e) uy parrandalari, yovvoyi o'rdak, melanj, submahsulotlar uchun -12°C ; f) go'sht uchun -10°C ; g) boshqa muzlatilgan mahsulotlar uchun -10°C .

Temir yo'l sovutgichli transportining tavsifi, afzalliklari va kamchiliklari. Hozirgi paytda tez buzuluvchi mahsulotlarning 90% dan ko'prog'i sovutgichli temir yo'l transporti bilan tashilmoqda. Bu turdagi transport vositalari: a) muzli vagonlar, b) avtonom vagon-refrijeratorlar, d) 5 va 12 ta vagondan iborat bo'lgan sek-siyali refrijeratorlar, e) 21 va 23 vagonli poyezd-refrijeratorlar va f) sut, tirik baliq tashuvchi maxsus izotermik vagonlardan iboratdir.

Muzli vagonlar. Muzli vagonlar sovutish qurilmasining joylashuviga qarab sovutish qurilmasi yon devorda joylashtirilgan va sovutish qurilmasi shipda joylashtirilgan vagonlarga bo'linadi.

Sovutish qurilmasi yon devorda joylashtirilgan muzli vagonlarni

«choʻntakli» vagonlar deb ham atash mumkin. Vagonning devorlaridagi «choʻntaklarga» muz joylashtirilib, ular ishchi hajmdan sirkulyatsiyaviy poʻlat panjaralar bilan chegaralanadi. Muzli vagonning ikkala choʻntagiga 6,4 tonna muz sigʻadi. Muz «choʻntaklarga» vagonning tomidagi qopqoq–lyuklardan solinadi. Muzning erishidan hosil boʻlgan suv va tuzli eritmalar sifon orqali yoʻlga toʻkib boriladi. Bu turdagi vagonlarning kamchiligi shundaki, yuk hajmida havo harorati bir tekisda tarqalmaydi. Bu harorat $-9...-12^{\circ}\text{C}$ chegarada boʻladi.

Sovutish qurilmasi shipda joylashtirilgan muzli vagonlarda yuk hajmida havo harorati ancha tekis tarqaladi. Vagonlarning 6 ta bir-biriga birlashtirilgan va 5,5 tonna muz sigʻadigan baklardan iborat sovutish qurilmasi shiplarda joylashtirilgan boʻladi. Bu sovutish qurilmasi yordamida tashqaridagi havoning harorati $+35^{\circ}\text{C}$ boʻlganda vagonidagi yuk hajmidagi harorat $-6,5^{\circ}\text{C}$ dan oshmasligi taʼminlanadi. Vagonlarning sovutish baklariga tomdagi qopqoq–lyuklardan muz va tuzli eritmalar solinadi. Baklardan eriyotgan muz suvi va tuzli eritmalar oʻtkazgich – trubalar va sifon orqali yoʻlga oqib tushadi.

Vagonning yon tomonidagi sirkulyatsiyaviy toʻsin (shit) lar yordamida uning ishchi hajmida havoning koʻndalang yoʻnalishda harakatlanishi taʼminlanadi. Agar mahsulotlarni tashishda isitish kerak boʻlsa, buning uchun vagonlarda pechka oʻrnatilishi koʻzda tutilgan. Bu turdagi vagonlarga muz va tuz solish uchun yoʻlning har 350 – 400 km oraligʻida maxsus punktlar joylashtiriladi.

Poyezd – refrijerator va vagon – refrijeratorlar. 23 vagonli poyezd refrijeratorda 20 ta sovutgichli vagon boʻlib, ular poyezdning har ikki chetidan 10 tadan joylashtirilgan. Poyezd oʻrtasida 1 ta vagon – mashina boʻlimi, 1 ta xizmatchilar vagoni va 1 ta dizelʼ–elektrostantsiyali energetik vagon joylashtirilgan. Sovutgichli vagonlarning sovutilishi kaltsiy xloridning suvli eritmasidan foydalanish hisobiga amalga oshiriladi. Poyezd refrijeratorlar har qanday tez buziluvchi mahsulotlarni tashishga moʻljallangan boʻlib, tashqi havoning harorati $+30$ dan -45°C gacha boʻlganida, ularning tarkibidagi energetik, sovutish va isitish jihozlari yordamida sovutgichli vagonlarning yuk hajmlaridagi havoning harorati -10 dan $+6^{\circ}\text{C}$ gacha darajada boʻladi.

Sovutish vagonlari maxsus metallardan yasilib, issiqlik izolyatsiyasi mipora deb ataluvchi materialdan qilinadi. Vagonning shipiga joylashtirilgan sovutuvchi qobirgʻali batareyalardagi tuzli eritma

nasos yordamida sirkulyatsiyalanadi. Vagondagi harorat avtomatik ravishda boshqarilib turiladi. Mashina bo'limi vagonida ikkita ammiakli sovutish unumdorligi 90 000 Vt bo'lgan mashina o'rnatilgan. Bu mashinalarning har biri vertikal 4 silindrli kompressor, havo kondensatori, qobiq trubali bug'latgich, yordamchi jihozlar, nazorat va avtomatika asboblari bilan komplektatsiyalangan.

Energetik vagonida ikkita asosiy dizel-generatorlar o'rnatilgan bo'lib, ularning har biri 60 kVt quvvatli uch fazali elektr tokini beradi. Bundan tashqari vagonida yana bir yordamchi dizel-generator bor, uning quvvati 30 kVt. Poyezddagi yoqilg'i zahirasi dizellarning 8 sutka mobaynida ishlashini ta'minlaydi.

21 vagonli poyezd refrijeratorda 18 ta sovutgichli vagon bo'lib, ularning o'rtasida yuqorida aytib o'tilgandek 3 ta vagon joylashtirilgan bo'ladi. Bu refrijeratorlarda tashqaridagi havo harorati +40 dan -45°C gacha bo'lganida sovutish vagonlarining ishchi hajmlarida harorat -10 dan +14°C gacha bo'lishi ta'minlanadi. Vagonning issiqlik izolyatsiyali to'sinlarining o'rtacha issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti 0,3 dan 0,5 Vt/(m².°C) gacha bo'ladi. Havoning sirkulyatsiyasini yaxshilash maqsadida ventilyatorlar o'rnatilgan.

Bulardan tashqari 12 vagonli, 5 vagonli va avtonom vagonli refrijeratorlar ham bor. *12 vagonli refrijerator seksiyasida* 10 ta sovutish vagoni va o'rtasida o'rnatilgan 1 ta vagon-mashina bo'limi va 1 ta vagonida energetik bo'lim hamda xizmatchilar xonasi joylashtirilgan bo'lib, tashqaridagi harorat +30 dan -40°C gacha bo'lganida sovutish vagonlarining yuk hajmlaridagi harorat -15 dan +12°C gacha sozlanib turiladi.

5 vagonli refrijerator seksiyasida esa 4 ta sovutish vagoni va energetik bo'lim bilan xizmatchilar xonasi joylashgan 1 ta vagon bo'ladi.

12 vagonli refrijeratorli seksiyaning mashina bo'limida 2 ta ikki bosqichli ammiakli sovutish qurilmasi joylashgan bo'lsa, 5 vagonli refrijeratorli seksiyada esa har bir sovutish vagonida 2 tadan freonli sovutish mashinalari joylashgan. Hozirgi paytda poyezd-refrijeratorlar va 12 vagonli refrijeratorli seksiyalar chiqarilmay qo'yilgan. Vagon-refrijerator jamlanmalari 5 vagonli refrijerator seksiyalar va avtonom vagonli refrijeratorlar bilan to'ldirilmoqda.

Avtonom vagonli refrijeratorlar sovutilgan va muzlatilgan har qanday tez buziluvchi mahsulotlarni tashish uchun mo'ljallangan. Vagonlar maxsus metallardan yasalgan bo'lib, issiqlik izolyatsiyasi

esa piaterma deb ataluvchi materialdan qilingan. Vagon poliga rezina to'shalgan. To'sinlarning o'rtacha issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti $0,46 \text{ Vt/(m}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$ ga teng bo'lib, vagonda ikkita freonli sovutish mashinasi o'rnatilgan.

Sovutgichli avtomobil transportining tavsifi, afzalliklari va kamchiliklari . Sovutgichli avtomobil transporti: a) izotermik kuzovli avtomobillar, b) muzli avtomobillar va d) refrijeratorli avtomobillarga bo'linadi.

Izotermik kuzovlar yengil yoki yuk tashuvchi avtomobillarning shassilariga o'rnatiladi. Ular ko'pincha kichik partiyadagi mahsulotlarni qisqa masofalarga tashishga mo'ljallangan bo'ladi. Izotermik kuzov yogoch yoki metall karkaslardan yasilib, tashqi va ichki yuzalari metall qatlamlari bilan qoplanadi. Tashqi va ichki qoplamalarning orasidagi bo'shliq issiqlik izolyatsiyasi materiali (mipora yoki penoplast) bilan to'ldiriladi. Izotermik kuzovga yukning ortilishi va tushirilishi ishlarining qulayligiga qarab, ma'lum o'lchamli eshik qilinadi. Eshik ham issiqlik izolyatsiyali bo'lib, unga maxsus qulf o'rnatilgan bo'ladi. Bunday kuzovli avtomobillar ГАЗ, ЗИЛ, Polshadagi «Nisa» va «Juk» avtomobil zavodlarida ishlab chiqariladi.

Muzli avtomobillar kuzovlarining sovutish qurilmalari ham muzli vagonlar singari sovutgich mashinasiz ishlaydi, ular muz – tuzli aralashmalar, quruq muz va suyuq azot bilan sovutiladi.

Muz – tuzli aralashma bilan sovutiladigan izotermik kuzovning yon va oldingi devorlariga aralashma bilan to'ldirilgan idishlar joylashtiriladi. Bu usulning samaradorligi past bo'lganligi uchun u ko'p qo'llanilmaydi.

Izotermik kuzovning ishchi hajmini *quruq muz* bilan sovutish samaradorligi yuqori bo'lgan usul bo'lib, bu usul mahsulot va havo haroratini ancha past saqlab turish imkonini beradi, bunda sovuqlik miqdorining oshishi esa mikroorganizmlarning rivojlanishiga, biokimyoviy jarayonlarga, mog'orlanishga to'sqinlik qiladi. Lekin quruq muz qimmat bo'lganligi sababli undan cheklangan miqdorda foydalaniladi. Bu usul asosan muzqaymoq tashishda qo'llaniladi. Bu usulda avtomobil' kuzovidagi harorat $-25...-20^{\circ}\text{C}$ darajasida bo'ladi.

Izotermik kuzovni sovutish usulining jadalligi eng yuqori bo'lgan varianti uni suyuq gaz, ya'ni *suyuq azot* bilan sovutishdir. Suyuq azot kuzovning ishchi hajmiga sepiladi, uning bug'lanishi natijasida kuzov hajmi soviydi. Bu turdagi avtomobillarda azot saqlanadigan

maxsus rezervuarlar bo'lib, ularni kuzovga uzatish tizimi ham bo'ladi. Azot bundan tashqari, bakteriya va mog'or zamburug'larining ko'payishiga to'sqinlik qiladi. Azot bilan sovutishning asosiy afzalligi kuzov hajmini va mahsulotni juda tez sovutishidir. Masalan: u mahsulotlarni sovutgichli mashina bilan sovutish tezligidan 25 marta katta tezlikda sovitadi.

Katta partiyadagi sovitilgan yoki muzlatilgan tez buziluvchi mahsulotlarni tashishda *avtomobil – refrijeratorlardan* foydalaniladi. Shaharlararo tashishda esa ko'p tonnali avtomobil – refrijeratorlar qo'llaniladi. Ular tyagach va izotermik kuzovli polupritseplardan, shuningdek avtonom sovutish va isitish mashinalaridan iborat bo'ladi. Kuzovdagi havoning harorati +4 dan -22°C gacha sozlanib turiladi. Sovutish qurilmasi sifatida freonli sovutish mashinasi qo'llaniladi. 7, 10, 12 tonnali polupritsepli tyagachlar Chexiyada ishlab chiqariladi (ular ALKA nomi bilan mashhur).

Sovutgichli transport boshqa turlarining qisqacha tavsifi.

Sovutgichli suv transporti. Dengizdagi refrijeratorli transport hamma turdagi mahsulotlarni tashishga mo'ljallangan bo'lib, asosan tashqi savdoda qo'llaniladi. Refrijeratorli kemalar maxsus, muayyan (konkret) mahsulotlar uchun va universal, har xil tez buziluvchi mahsulotlarni tashishga mo'ljallangan kemalarga bo'linadi. Kema sovutish xonasining to'sini izolyatsiyalari maxsus materiallardan, masalan : penopolistirollar yoki penopoliuretanlardan yasali, ularning o'rtacha issiqlik uzatish koeffitsiyenti $0,35 - 0,38 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{°C)}$ chegarada bo'ladi. Sovutish xonasining harorati -20 dan +15°C gacha bo'ladi. Dengiz refrijeratorli transportlaridan tashqari daryo refrijeratorli transportlari ham keng tarqalgan. Ularning yuk ko'tarishi 150 dan 1000 tonnagacha bo'lib, sovutish xonasining harorati -12 dan +2°C gacha bo'ladi. Bularda freonli sovutish mashinalari, havo bilan sovutish va isitish tizimlaridan foydalaniladi.

Sovutgichli havo transporti – bu transportda yuk tashish juda qimmat bo'lganligi sababli, u keng tarqalmagan. Bunday transportning asosiy afzalligi uning harakat tezligining balandligidir. Bu transportdan uzoq saqlanishi mumkin bo'lmagan mahsulotlarni : rezavorlarni, gullarni va boshqa shunga o'xshash mahsulotlarni tashishda foydalaniladi. Ular maxsus sovutish qurilmalari bilan jihozlanmagan.

Keyingi yillarda tez buziluvchi mahsulotlarni konteynerlarda ta-

shish keng tarqalmoqda. Refrijeratorli konteynerlar avtonom sovutish mashinasi yoki markazlashtirilgan sovutish usuliga asoslangan, issiqlik izolyatsiyali idishlar bo'lib, ular yukni yetkazishda har xil transportlar vositasida tashishga mo'ljallangan, masalan : temir yo'l, avtomobil, dengiz transporti va boshqalar vositasida. Mahsulotlar konteynerlarga yuklangandan so'ng ularni tashish, tushirish, ortish ishlari kamayadi, harorat va namlik belgilangan rejimda saqlanadi va yukni yetkazish tezlashadi. Dengizda kema-konteyner tashuvchi, temir yo'lda temir yo'l platformalari va polupritsepli avtomobillar yordamida konteynerlar tashiladi.

Nazorat savollari :

1. Sovutgichli transport vositalari qanday vazifalarni bajaradi ?
2. Sovutgichli transport vositalari qanday turlarga bo'linadi ?
3. Sovutish jarayonining texnologiyasiga qarab sovutgichli transport vositalari qanday turlarga bo'linadi ?
4. Izotermik transport vositalari tushunchasini ta'riflab bering .
5. Muzli transport vositalari tushunchasini ta'riflab bering .
6. Refrijeratorli transport vositalari tushunchasini ta'riflab bering .
7. Isitiluvchi transport vositalari tushunchasini ta'riflab bering .
8. Bir turdagi sovutgichli transport vositalarining har xil sinflarga bo'linishida asosiy farq qiluvchi ko'rsatkich nimadan iborat ?
9. Sovutilgan mahsulotlarni sovutgichli transportda tashishda yukning har qanday nuqtasidagi haroratning qiymati qanday bo'lishi kerak ?
10. Temir yo'l sovutgichli transportining qanday turlarini bilasiz ?
11. Sovutgichli avtomobil' transportining qanday turlarini bilasiz ?
12. Sovutgichli suv transporti to'g'risida nimalarni bilasiz ?
13. Sovutgichli havo transporti to'g'risida nimalarni bilasiz ?

14. Absorbsiyaviy sovutish uskuna va jihozlari

Tayanch iboralar:

Absorbtsiya, adsorbtsiya, desorbtsiya, absorbsiyaviy sovutish mashinasi (ASM), absorber, qaynatgich, drossel'-ventil', bug'latgich, kondensator, ammiak – suv eritmasi, absorbsiyaviy – diffuziyaviy, brom – litiyli sovutgich mashinasi .

Absorbsiya jarayoni to'g'risidagi umumiy tushunchalar. Gaz hamda bug' – gaz aralashmalaridagi bir yoki bir necha komponentlarning suyuqlikda tanlab yutilish jarayoni absorbsiya deb ataladi. Yutilayotgan gaz absorbtiv, yutuvchi suyuqlik absorbent deyiladi. Absorbtiv bilan absorbentning o'zaro ta'siriga ko'ra absorbsiya jarayoni ikki xil bo'ladi: fizik absorbttsiya va kimyoviy absorbsiya (xemosorbttsiya). Fizik absorbsiyada yutilayotgan gaz bilan absorbent o'zaro bir-biri bilan kimyoviy birikmaydi. Agar yutilayotgan gaz absorbent bilan o'zaro birikib, kimyoviy birikma hosil qilsa, xemosorbsiya deyiladi.

Fizik absorbsiya ko'pincha qaytar jarayondir, ya'ni suyuqlikka yutilgan gazni ajratib olish mumkin bo'ladi, bu hol desorbsiya deyiladi. Absorbsiya bilan desorbsiya jarayonlarini uzluksiz olib borish natijasida yutilgan gazni toza holda ajratib olish va yutuvchi absorbentni bir necha marta qayta ishlatish imkoni tug'iladi.

Sanoatda absorbsiya jarayoni turli maqsadlarda qo'llaniladi: 1) gaz aralashmalaridan qimmatbaho komponentlarni ajratib olishda; 2) komponentlarni har xil zaharli moddalardan tozalash uchun; 3) tayyor mahsulotlar olishda; 4) shu turdagi sovutgich mashinalarida va hokazo. Har bir konkret sharoit uchun tegishli absorbent tanlab olinadi; bunda yutilishi lozim bo'lgan komponentning absorbentdagi eruvchanligi hisobga olinadi.

Tajriba yo'li bilan aniqlanganki, absorbsiya jarayonida har doim issiqlikning ajralib chiqishi yuz beradi. Gazlarning suyuq holatdagi absorbentlardagi eruvchanligi quyidagi omillarga bog'liq bo'ladi: 1) gaz va suyuq fazalarning fizikaviy va kimyoviy xossalari; 2) harorat; 3) gazning aralashmadagi bosimi.

Sovutish mashinasining siklik jarayonida mexanik yoki issiqlik energiyasining sarfi, asosan, ishchi moddani siqishga sarflanadi. Bu jarayonni amalga oshirishda kimyoviy absorbsiya printsiplari bo'yicha ishlovchi termokimyoviy kompressorlar ishlatilsa, absorbsiyaviy mashinalar deb ataladi.

Absorbsiyaviy sovutish mashinalari (ASM) sun'iy sovuqlik talab etiladigan turli sohalarda qo'llaniladi. Bu mashinalarning samardorligi ko'p jihatdan uni ishlatishga sarflanayotgan issiqlik miqdoriga bog'liq. Shuning uchun absorbsiyaviy mashinalarni arzon issiqlik manbai mavjud bo'lgan hollarda qo'llash maqsadga muvofiq. Bu manbalar issiq suv, suv bug'i, gaz tutuni, (suyuq, gaz yoki qattiq holdagi yoqilg'i yonishidan hosil bo'lgan) yoki kimyo-

viy reaksiyalar issiqligi va boshqalar bo'lishi mumkin. Agar bu mashinalar bir vaqtda sovuqlik olish va korxona tashlanmalari issiqligi hisobiga issiqlik olish uchun ham foydalanilsa, bunday mashinaning samaradorligi sezilarli darajada ortadi.

Uzluksiz ishlovchi absorbsiyaviy sovutish mashinasining tuzilishi va ishlash prinsipi . Absorbsiyaviy sovutish mashinalarida oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun barcha sohalarida keng qo'llanilib kelayotgan bug'-kompessorli sovutgich mashinalaridan farqli o'laroq, to'g'ri va teskari sikllarning birgalikdagi ishlashi natijasida sun'iy sovuqlik olinadi. Absorbsiyaviy sovutish mashinalarida sikl va jarayonlarni amalga oshirish uchun ikki va uch komponentdan iborat bo'lgan eritmalardan foydalaniladi. Hozirgi vaqtda absorbsiyaviy sovutish mashinalarida eritma sifatida keng ko'lamda ammiakning suvdagi eritmasi, bromli litiy qo'llanilmoqda. Birinchi eritmada ammiak, ikkinchi aralashmada esa suv – sovutish agenti hisoblanadi.

Absorbentlar (gazni yutuvchi suyuqlik) ga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilardan iborat :

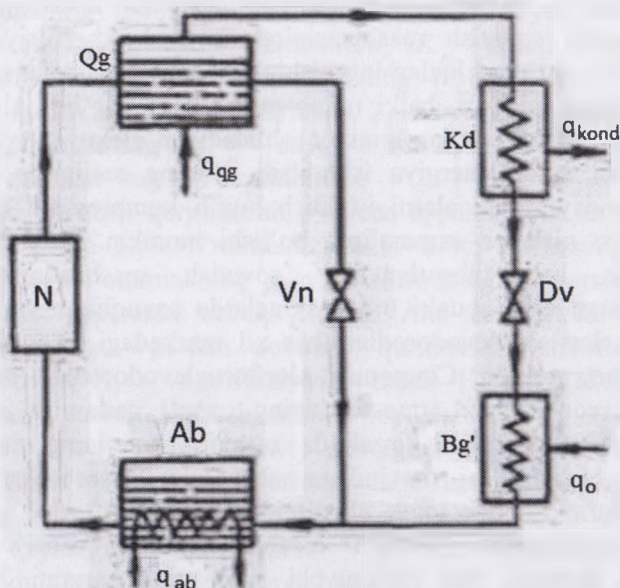
1. Unda sovutish agenti tez va to'laroq erishi lozim .
2. Sovutish agentiga nisbatan absorbentning normal qaynash harorati iloji boricha yuqoriroq bo'lishi lozim .

Absorbsiyaviy sovutish mashinasi quyidagicha ishlaydi (71-rasm) : Qg generator (qaynatgichda) tashqi manbadan q_{qg} – issiqlik uzatilishi hisobiga (sovutish agenti bo'yicha) kuchli eritma qaynaydi. Qaynash jarayoni o'zgarmas p_k bosimda va eritma konsentratsiyasining uzluksiz kamayishi hamda qaynash haroratining ortishi bilan amalga oshadi. Bunda hosil bo'lgan sovutish agenti bug'i va absorbent kondensator Kd ga o'tadi, va bu yerda tashqi muhit haroratiga ega bo'lgan manba yordamida q_{kond} issiqligi olib ketiladi, sovutish agenti kondensatsiyalanadi. Kondensatorda bug'ning kondensatsiyalanishi p_k bosimida o'tadi, bu eritmaning kondensatsiya haroratiga mos keladi. Kondensatordagi suyuqlik drossel'-ventil Dv da p_k bosimdan bug'latkichdagi p_o bosimgacha drossellanib, bug'latgich Bg' ga keladi. Bug'latgichdagi bosim sovutish agentining qaynash haroratiga bog'liq bo'lib, qaynash jarayoni sovutilayotgan muhitdan q_o issiqlik olinishi natijasida amalga oshiriladi. Hosil bo'lgan bug' absorber Ab ga keladi.

Absorberda sovutish agenti , ya'ni ammiak bug'larining absor-

bent – suvga yutilishi jarayoni sodir bo‘ladi. Shu bilan birgalikda ammiakning kuchsiz eritmasi generatordan Vn drossel’–ventil’ orqali ham absorberga uzatiladi. Mashina generatorida p_k bosim, absorberda esa p_o bosim saqlanadi. Absorberda kuchsiz eritma bug‘ga to‘yinadi, buning natijasida uning konsentratsiyasi ortadi va konsentratsiya generatordagi boshlang‘ich qaynash jarayonidagi qiymatga yetadi. Absorbsiya jarayoni q_{ab} absorbsiya issiqligining ajralishi bilan boradi va bu issiqlik atrof–muhit haroratiga ega bo‘lgan manba orqali olib ketiladi. Absorbsiya jarayoni natijasida hosil bo‘lgan ammiakning kuchli eritmasi nasos N bilan absorber Ab dan qaynatgich–generator Qg ga haydaladi. Shunday qilib, to‘g‘ri va teskari sikllar birlashadi va uzluksiz mashinaning ishlashi amalga oshiriladi.

Absorbsiyaviy sovutish mashinalarida generator Qg , drossel’–ventil’ Vn , absorber Ab va nasos N da to‘g‘ri termodinamik sikl; kondensator Kd , drossel’–ventil’ Dv , bug‘latgich Bg' , absorber Ab , nasos N va generator Qg da teskari termodinamik sikl amalga oshiriladi.



71 – rasm. Absorbsiyaviy sovutgich mashinasi sxemasi

Absorbsiyaviy sovutish mashinasining issiqlik balansi, issiqlik ko'effitsiyenti va samaradorligi .

Absorbsiyaviy sovutish mashinasining issiqlik balansi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega :

$$Q_{qg} + Q_o = Q_{kond} + Q_{abs} \quad (14.1)$$

bu yerda Q_{qg} – issiqlik tashuvchi modda tomonidan qaynatgichda suv – ammiak aralashmasiga keltirilgan issiqlik ;

Q_o – bug'latgichda sovuq issiqlik tashuvchi modda tomonidan qabul qilingan issiqlik miqdori, ya'ni qurilmaning sovutish unumdorligi ;

Q_{kond} – sovuq suv tomonidan kondensatorda olib ketilayotgan issiqlik miqdori ;

Q_{abs} – sovuq suv tomonidan absorberda olib ketilayotgan issiqlik miqdori .

Absorbsiyaviy sovutish mashinasining sovutish ko'effitsiyenti quyidagi ifodadan topiladi : $\varepsilon = Q_o / Q_{qg}$. (14.2)

Absorbsiyaviy sovutish mashinasining sovutish ko'effitsiyenti bug'–kompressorli sovutish mashinasining sovutish ko'effitsiyentidan kichik. Lekin bu mashinalarning nisbiy samaradorligi nafaqat sarflangan energiyaning miqdori, balki uning turiga ham bog'liq. Absorbsiyaviy sovutish mashinasida kompressor ishlatadigan elektr energiya o'rniga, ikkilamchi arzon energiya ishlatiladi. Buning natijasida ayrim hollarda bunday mashinalarni ishlatish bug'li–kompressorli mashinalarni ishlatishga nisbatan samaraliroq bo'lishi mumkin. Ekologiya nuqtainazaridan ham absorbsiyaviy sovutish mashinalarini qo'llash afzalliklarga ega, chunki bu mashinalarda sovuqlik tashuvchi modda sifatida xlorftoruglevodorodlar (har xil markadagi freonlar) ni ishlatishga zarurat yo'q. Chunonchi xlorftoruglevodorodlar (har xil markadagi freonlar) yer atmosferasining ozonli qatlamiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birgalikda mashina moyining atrof–muhitga chiqarib tashlanilishi mavjud emasligi ham absorbsiyaviy sovutish mashinalarining ekologik afzalligidir.

Absorbsiyaviy sovutish mashinalarining asosiy kamchiligi shundan iboratki, ular qizdiruvchi manbaning harorati 70 – 180°C (ko'pincha 155 – 180°C) oralig'ida bo'lganida ishlaydi, shu sababli 70°C gacha bo'lgan oraliqdagi haroratlardan foydalanilmaydi. Boshqacha aytganda, 70°C gacha bo'lgan haroratlar issiqligi ko'p hollarda atmosferaga chiqarib tashlanadi, bu esa absorbsiyaviy sovutish

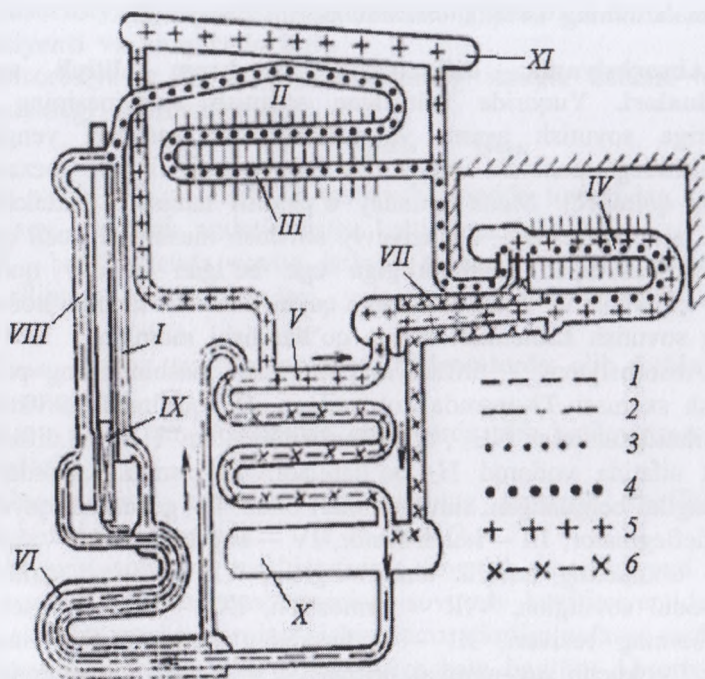
mashinalarinining issiqlik samaradorligini pasaytiradi.

Absorbsiyaviy – diffuziyaviy va brom – litiyli sovutish mashinalari. Yuqorida keltirilgan sovutish mashinasining ishchi konturiga sovutish agenti va absorbentdan tashqari yengil gaz ko‘rinishidagi uchinchi muhit kiritilsa, nasos singari mexanizmga ehtiyoj qolmaydi. Mana shunday o‘zgarish natijasida uzluksiz ishlovchi absorbsiyaviy – diffuziyaviy sovutish mashinasi hosil qilinadi. O‘rtacha sovuqlik unumdorligiga ega bo‘lgan bunday qurilmalar ham chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlash kichik korxonalarining sovutish kameralari uchun qo‘llanilishi mumkin.

Absorbsiyaviy – diffuziyaviy sovutish mashinasining prinsipial tuzilish sxemasi 72–rasmda ko‘rsatilgan. Bu qurilmada sovutish agenti sifatida ammiak NH_3 , absorbent sifatida suv H_2O va diffuziyaviy muhit sifatida vodorod H_2 qo‘llaniladi. 72–rasmda raqamlar bilan quyidagilar belgilangan: rim raqamlari bilan: I – generator–qaynatgich, II – deflegmator, III – kondensator, IV – bug‘latgich, V – absorber, VI – eritmaning issiqlik almashtirgichi, VII – suyuq ammiak va vodorodni sovutgich, VIII – termosifon, IX – tashqi isitgich, X – absorberning resiveri, XI – vodorodning resiveri; arab raqamlari bilan: 1 – kuchli suv–ammiak eritmasi, 2 – kuchsiz suv–ammiak eritmasi, 3 – ammiak bug‘lari, 4 – suyuq ammiak, 5 – vodorod, 6 – vodorod va ammiak bug‘lari aralashmasi.

Ushbu sovutish qurilmasining barcha apparatlarida bir xil bosim $p = 1,44 - 1,6 \text{ Mpa}$ o‘rnatiladi. Lekin to‘liq bosimning tarkibiy qismlari bo‘lgan ammiakning p_a va vodorodning p_v parsial bosimlari har qaysi apparatda turlicha bo‘ladi. Ana shu partsial bosimlarning ayirmasi $p_a - p_v$ dan sovutish qurilmasida sovutish agenti NH_3 , absorbent H_2O va diffuziyaviy muhit H_2 ni harakatga keltiruvchi asosiy yurituvchi kuch sifatida foydalaniladi.

Absorbsiyaviy – diffuziyaviy sovutgich mashinasi quyidagicha ishlaydi. Kuchli suv–ammiak eritmasi absorberning resiveri X dan eritmaning issiqlik almashtirgichi VI ga keladi, unga shuningdek generator–qaynatgich I dan absorber V ga borayotgan kuchsiz eritma ham keladi. Issiqlik almashtirgichda bu ikki oqimlar bir–biriga qarama–qarshi yo‘nalishlarda harakat qilib, unda issiq kuchsiz eritmadan sovuq kuchli eritmaga issiqlik uzatiladi. Shuning hisobiga isitilgan kuchli eritma termosifon VIII ga keladi. Termosifon tashqi isitgich IX yordamida qizdiriladi. Tashqi isitgich xo‘jalikda mavjud



72 – rasm. Absorbsiyaviy – diffuziyaviy qurilmali sovutgich mashinasining prinsipial tuzilish sxemasi

bo'lgan arzon (keraksiz) energiya manbaidan qizdiriladi. Xususiyl holda u, masalan quyosh energiyasi bilan qizdirilishi mumkin. Termosifon VIII da kuchli eritma qisman qaynaydi va emulsiya ko'rinishida generator I ga keladi, bu yerda uning qaynashi davom ettiriladi. Generator ham tashqi isitgich bilan birgalikda xo'jalikdagi arzon energiya manbai (xususan quyosh energiyasi) hisobiga qizdiriladi. Generator-qaynatgich I dan eritmaning qaynashida ajralgan ammiak bug'lari (ularning tarkibiga ozroq absorbent – suv aralashgan bo'ladi) deflegmator II ga keladi. Deflegmator tashqi muhit yordamida sovutiladi va shuning hisobiga unda flegmaning qisman ajralishi hamda bug'larning sovutish agenti – ammiak bilan to'yinishi sodir bo'ladi.

Deflegmator II dan chiqqan sovutish agenti bug'lari kondensator III ga keladi va kondensatsiyalanadi. Kondensat – suyuq sovutish agenti avval ammiak va vodorodni sovutgich VII ga kelib, bunda qo'shimcha ravishda sovutiladi. Buning uchun sovutgich VII issiqlik almashtirgich

tarzida yasalgan bo'lib, undan bug'latgich IV dan kelayotgan sovutish agentining sovuq bug'lari ham oqib o'tadi. Mana shuning hisobiga kondensat qo'shimcha soviydi va bug'latgich IV ga keladi. Bug'latgichda ammiak bug'lari NH_3 va vodorod H_2 aralashmasi umumiy $1,4 - 1,6 \text{ Mpa}$ bosim ostida bo'ladi. Bu aralashmadagi ammiakning parsial bosimi $0,3 - 0,4 \text{ Mpa}$ ni tashkil etadi. Ammiak parsial bosimining keskin pasayishi tufayli bug'latgichda sovutish agenti qaynaydi. Shunday qilib sovutish agentining qaynash harorati uning bug'latgichdagi parsial bosimiga mos tarzda o'rnatiladi.

Bug'latgichga sovutish kamerasidagi mahsulotlardan havo orqali issiqlik berilishi natijasida undagi suyuq ammiak bug'lanadi. Ammiak bug'lari bug'latgich IV da unga nisbatan yuqori joylashgan resiver XI dan sovutgich VII orqali kelayotgan vodorod bilan aralashadi. Ammiak bug'lari va vodorodning aralashmasi bug'latgich IV dan yana o'sha sovutgich VII orqali absorber V ga olib ketiladi. Bir vaqtning o'zida absorberga generator I dan kuchsiz eritma ham keladi va unda ammiak bug'larining kuchsiz eritmaga yutilishi sodir bo'ladi. Kuchsiz eritma o'z yo'lida eritmaning issiqlik almashtirgichi VI orqali o'tganligi sababli, u biroz sovutilgan bo'ladi. Shuning hisobiga absorber V da absorbsiya jarayonining jadalligi ortadi.

Absorbsiya jarayoni ekzotermik bo'lib, unda issiqlik ajraladi. Bu issiqlik absorberning kengaytirilgan tashqi sirtining yuzasi orqali atmosferaga olib ketiladi. Hosil qilingan ammiakning kuchli eritmasi absorberning resiveri X ga keladi va unda to'planadi. Bunda ajralgan vodorod esa absorberning yuqori qismidan sovutgich VII ga o'tadi va undan bug'latgich IV ga kirib boradi. Resiver X dan kuchli suv-ammiak eritmasi issiqlik almashtirgich VI ga keladi va shu bilan sikl yana qaytariladi.

Absorbsiyaviy – diffuziyaviy sovutish mashinasining afzalligi unung tuzilishining oddiyligidadir, chunki bu mashina harakatlanuvchi qismlarga ega emas. Bu esa o'z navbatida mashina ishlashining ishonchliligini orttiradi. Bundan tashqari generator va tashqi isitgichning xo'jalikdagi arzon energiya manbai hisobiga qizdirilishi absorbsiyaviy – diffuziyaviy mashinaning energetik nuqtai-nazardan tejamlilikini ta'minlaydi. Xususiy hollarda buning uchun deyarli tekinga tushadigan quyosh energiyasidan foydalanish ham mumkin. Bunday qurilmaning kamchiligi shundaki, katta sovuqlik unumdorligi olish vazifasi juda ko'p texnik qiyinchiliklarni hal etishni talab etadi. Shu sababli absorbsiyaviy – diffuziyaviy sovutish mashinalarining,

mavzuning oldingi qismida ko'rib o'tilgan sof absorbsiyaviy mashinalar singari, chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash kichik korxonalarida qo'llanilishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan suv-ammiakli absorbsiyaviy va absorbsiyaviy – diffuziyaviy sovutish mashinalari nisbatan past (-70°C gacha) bo'lgan haroratlarni olish imkonini beradi. Lekin shu bilan birga yuqoriroq ($+5...+10^{\circ}\text{C}$ gacha) haroratlarni olish imkonini beruvchi absorbsiyaviy mashinalar ham mavjud. Bunday mashinalar **brom-litiyli sovutish mashinalari** bo'lib, ularning ishlash prinsipi sovutish agenti va absorbentning shunday xossalariga asoslanganki, bu xossalar issiqlikning olib ketilishi, sovutish va kerakli harorat rejimining saqlanishini ta'minlaydi.

Brom-litiyli absorbsiyaviy sovutish mashinalarida sovutish agenti sifatida suv qo'llaniladi, absorbent sifatida esa litiy bromid *LiBr* ning konsentrlangan eritmasi ishlatiladi. Bu suyuqliklar zaharli emas, shu sababli brom-litiyli absorbsiyaviy sovutish mashinalari qo'llanilishi nuqtai-nazaridan juda ham xavfsizdir. Brom-litiyli absorbsiyaviy mashinalar "*chiller*" nomi bilan mashhur bo'lib, shunday mashinalarni, xususan *Thermax* kompaniyasi ishlab chiqaradi. *Thermax*ning absorbsiyaviy chillerlari ko'p sohalarida: havoni konditsiyalash tizimlarida ham, sanoatda sovuqlik bilan ta'minlash tizimlarida ham qo'llaniladi. Oziq-ovqat ta'minoti tizimlarida brom-litiyli absorbsiyaviy sovutish mashinalarini meva, sabzavot va ko'katlarni, shuningdek sharbatlarni sovutish hamda saqlash omborxonalarida va korxonalarida keng ko'lamda qo'llash mumkin.

Nazorat savollari :

1. Qanday jarayon absorbsiya deb ataladi ?
2. Fizik absorbsiya va kimyoviy absorbsiya (xemosorbtsiya) tushunchalarini ta'riflab bering.
3. Sanoatda absorbsiya jarayoni qanday maqsadlarda qo'llaniladi ?
4. Gazlarning suyuq holatdagi absorbentlarda eruvchanligi qanday omillarga bog'liq bo'ladi ?
5. Absorbsiyaviy sovutish mashinalarining ishlashi qanday prinsiplarga asoslangan ?
6. Absorbsiyaviy sovutish mashinasining sxemasini chizing va uning ishlash prinsipini aytib bering .
7. Absorbsiyaviy sovutish mashinalaridagi to'g'ri va teskari termodinamik sikllarni ta'riflab bering .

8. Absorbentlar (gazni yutuvchi suyuqlik) ga qanday talablar qo'yiladi ?
9. Absorbsiyaviy sovutish mashinasining issiqlik balansi tenglamasini yozing va uni ta'riflab bering.
10. Absorbsiyaviy sovutish mashinasining sovutish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi ?
11. Absorbsiyaviy sovutish mashinasining kamchiliklarini tushuntirib bering .
12. Absorbsiyaviy – diffuziyaviy sovutish mashinasining sxemasini chizing va uning ishlash prinsipini aytib bering .
13. Absorbsiyaviy – diffuziyaviy mashinaning o'ziga xos xususiyatlari nimada va unda harakatga keltiruvchi asosiy yurituvchi kuch nima-dan iborat ?
14. Brom–litiyli absorbsiyaviy sovutish mashinalarini qisqacha tav-siflab bering .
15. Barcha turdagi absorbsiyaviy sovutish mashinalarining bug'–kompressorli sovutish mashinalari oldidagi afzalliklari nimada ?
16. Har xil turdagi absorbsiyaviy sovutish mashinalarini oziq–ovqat ta'minoti tizimlarida qanday sohalarda qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi ?

15. Alternativ sovutish tizimlari va sovuqlik tashuvchi moddalar

Tayanch iboralar :

Sovutish agenti, suv, havo, dietil efiri, ammiak, metil spirti, karbonat angidrid, oltingugurt angidridi, freon guruhi moddalari, ekologik talablar, Monreal' bayonnomasi, ozon qatlami, muz bilan sovutish , tuzli muz bilan sovutish , muzliklar .

Sovutish agentlari : suv, havo va kompressopli mashina uchun – dietil efiri, ammiak, metil spirti, karbonat angidrid CO_2 va oltingugurt angidridi SO_2 , ularning ayrim xossalari .

Sovutish mashinalarining ishchi moddalari – sovutish agenti, sovutish konturining har xil qismida o'z holatini o'zgartiradi. Birinchilardan bo'lib 1755 yilda sovutish agenti sifatida suv ishlatilgan. U Villyam Gulen (William Gullen) yaratgan laboratoriya uskunalarida manfiy kaloriya olish uchun xizmat qilgan. Keyinchalik amerikalik Yakov Perkins (Jacob Perkins) dietil efirida ishlaydigan

kompression mashinani yaratdi. 1844 yilda Jon Gorri (John Gorrie) havoning siqilishi va kengayishi bilan ishlaydigan mashinani o'ylab topdi. 1859 yilda fransuz olimi Ferdinand Garri (Ferdinand Garre) ammiakda ishlaydigan absorbsion sovutish mashinasini barpo qildi. To'rt yil o'tib Charliz (Charles) metil spirtining efiri bilan ishlaydigan kompressorni ishga tushirdi. XIX asrning oxirigacha yana ikki yangi sovutish agenti: karbonat angidrid gazi (CO_2) va oltingugurt angidridi (SO_2) ishlatildi.

Sovutish agentlari bo'lgan moddalarning ayrim xossalari xususida. Suv (vodorod oksidi) – R-718, H_2O — vodorod (11,19%) va kislorod (88,81%) dan iborat eng sodda kimyoviy birikmadir. Suv rangsiz, hidsiz suyuqlik (qalin qatlamda zangori rangli). Molekulyar massasi 18,0160. Suv – nihoyatda barqaror birikma. Uning molekullari 1000°C dan yuqori haroratda nihoyatda oz darajada vodorod va kislorodga ajraladi (termik dissotsiatsiya). Toza suvning solishtirma issiqlik sig'imi barcha suyuq va qattiq moddalarnikidan katta (4,19 kJ/kg.grad) ; demak, 1 g suvni isitish uchun boshqa moddalarni isitishga sarflanadigan issiqlikka nisbatan ko'proq issiqlik talab qilinadi. Bu suvning issiqlik sig'imi anomaliyasi deb ataladi. Shu sababli suv oddiy sharoitlarda oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish uchun keng qo'llanilishi mumkin. Shu bilan birgalikda suv boshqa xossalarga ham ega: sirt tarangligi yuqori, qovushqoqligi kichik, *suyuqlanish va qaynash harorati yuqori*, suyuq holatdagi zichligi qattiq holatidagidan katta. Ya'ni 4°C dan yuqori haroratda ham, undan past haroratda ham suvning zichligi 1000 kg/m^3 dan past bo'ladi (zichlik anomaliyasi). Suvning qayd etib o'tilgan bu xossalari uni sovutgich mashinalarida sovuqlik tashuvchi modda sifatida qo'llashga imkon bermaydi.

Uglerod dioksidi (CO_2) yoki *karbonat angidrid* – yuqori solishtirma hajmiy unumdorlikka ega, bu o'z navbatida kompressor silindrlarining ixcham bo'lishiga olib keladi. R-744 deb belgilanuvchi karbonat angidrid, suv kabi tabiiy modda bo'lib, sovutgichlar sanoati uchun muhim bo'lgan afzalliklarga ega. Qayd etilgan yuqori sovuqlik unumdorligidan tashqari karbonat angidrid zaharli emas, ishlatishda xavfsiz, sovutish jihozlari ishlab chiqarishda qo'llaniladigan turli materiallarga nisbatan inert, arzon va uning miqdori cheklangan emas. Bundan tashqari yopiq konturlarda ishlatilganida butun jahonning isitilishi nuqtai-nazaridan ("issiqxona effekti") juda ham kichik potentsialga ega. Lekin u ishchi haroratlar nuqtai-

nazaridan muhim kamchiliklarga ham ega. Bular uning juda past kritik haroratga va yuqori kondensatsiyalanish harorati hamda bosimiga ega ekanligidir. Bu kamchiliklar o'z navbatida CO_2 bilan ishllovchi sovutish jihozining konstruksiyasiga maxsus (yuqori mustahkamlik) talablarini qo'yadiki, pirovard oqibatda hozirgi vaqtda karbonat angidridning ishlatilish sohasi chegaralangan bo'lib qolmoqda. Bu xususiyatlarni "quruq muz" ni sovutish jarayoni uchun qo'llash, tashish va saqlashda ham e'tiborga olish lozim.

Xlorli metil (CH_3Cl) R-40 va *oltingugurt angidridi* (SO_2), R-764 ning asosiy kamchiliklari past bug'lanish bosimi (atmosfera bosimidan) hamda zaharlilikidir. Bundan tashqari oltingugurt angidridi korrozion faollikka ham ega. Xlorli metil esa havodan og'ir gazsimon moddadir. Mana shunday kamchiliklari tufayli R-40 va R-764 hozircha sovutish agentlari sifatida keng qo'llanilmay kelmoqda.

Ammiak (NH_3 – belgilanishi R-717), normal sharoitda xarakterli o'tkir hidga ega bo'lgan (nashatir spirtining hidi) rangsiz gaz bo'lib, havodan qariyb 2 marta yengil, zaharlidir. Ammiakning suvda eruvchanligi juda ham yuqori, xususan bir hajm suvda 0°C haroratda 1200 hajm, 20°C haroratda esa 700 hajm NH_3 eriydi. Shu sababli ammiakli sovutish mashinasida ishchi konturga ozgina suvning kirib qolishi mashinaning ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi. Freonlar undan farqli o'laroq suvda deyarli erimaydi. Ammiakning afzalliklariga bundan tashqari, uning past qaynash harorati -70°C da kichik solishtirma hajmga ega ekanligi, katta bug'lanish issiqligi, moyda yomon erishi va sh.k.lar kiradi. Ammiak absorbsiyaviy sovutish qurilmalarida 1859 yildan beri va kompressorli sovutish mashinalarida 1876 yildan beri qo'llaniladi. Ammiakning kamchiliklari uning zaharliliigi, yonuvchanligi va havodagi konsentratsiyasi 16 – 26,8% bo'lganida portlovchanlik xavfining mavjudligidan iboratdir.

Dietil efiri yuqori qaynash haroratiga ega bo'lgan organik erituvchidan iborat. Kimyoviy formulasi $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}_3$ bo'lib, molekulyar massasi 162 ga teng. Dietil efiri shaffof rangsiz qovushqoq suyuqlikdan iborat, zichligi 25°C haroratda $0,91 \text{ g/sm}^3$ ni tashkil etadi. Qaynash haroratining ($186 - 188^\circ\text{C}$) yuqori ekanligi va qotish haroratining ($-44,3^\circ\text{C}$) yetarlicha past emasligi tufayli, uni sovutish qurilmalarida qo'llash ishchi konturda vakuumga yaqin bo'lgan juda past bosimni yaratishni talab etadi. 1834 yilda Djeykob Parkins ishlab chiqqan kompressorli sovutish mashinasida sovutish agenti sifatida dietil efiri

qo'llanilganida, bu mashina ishchi konturida vakuum yaratilgan bo'lgan. Bu esa o'z navbatida sovutish mashinasi konstruksiyasining mustahkamliligiga juda yuqori talablarni qo'yadi. Bundan tashqari dietil efiri oson alangalanuvchidir, uning reaksiya muhit ekanligi esa har qanday metallarni ishlatish imkonini bermaydi.

Ishlab chiqarish sharoitlarida sovutish qurilmalari boshqa bir qancha qurilmalarga xizmat ko'rsatishi mumkin va bu qurilmalar oraliq sovuqlik tashuvchilar orqali sovutiladi. Oraliq sovuqlik tashuvchilar sifatida *past haroratda muzlaydigan eritmalar* – natriy xlorid, kalsiy xlorid yoki magniy xlorid tuzlarining suvdagi eritmaları qo'llaniladi. Sovutish eritmaları nasos yordamida sovutish mashinasining bug'latgichi va qurilmalar orasida aylanma harakat (sirkulyatsiya) qiladi. Bug'latgichda eritma soviydi va qurilmalarda issiqlikni o'ziga olib isiydi. Eritma va uning konsentratsiyasini tanlash talab qilinayotgan sovutish haroratiga bog'liq. Bu harorat eritmaning muzlash harorati – kriogidrat nuqta haroratidan yuqori bo'lishi kerak.

Sovuqlik tashuvchi moddalarga qo'yiladigan texnik talablar va bu talablarga maksimal mos keluvchi ammiak hamda freonlar .

“Chorvachilik mahsulotlarini saqlashda sovutish uskuna va jihozlari” o'quv qo'llanmasining oldingi mavzulari asosidagi tahlillar shuni ko'rsatadiki, sovutish koeffitsiyentining kattaligi sovuqlik tashuvchi moddaning xususiyatlariga bog'liq emas. Lekin, sovutish mashinasining o'lchamlari, konstruksiyaviy materialning turi, ishchi bosimlar sovuqlik tashuvchining xususiyatlariga bog'liq. Shuning uchun sovuqlik tashuvchi moddalarga quyidagi talablar qo'yiladi :

1) kondensatorda sovuqlik tashuvchi bug'larini tabiiy sovutuvchi moddalar (suv, havo) bilan suyultirishga imkon bo'lishi uchun, sovuqlik tashuvchi yuqori kritik haroratga ega bo'lishi kerak;

2) yuqori bug'lanish issiqligiga ega bo'lishi kerak. Bu sovutish unumdorligi yuqori bo'lishi, hamda sovuqlik tashuvchi sarfining kamayishiga olib keladi;

3) kichik solishtirma hajmga ega bo'lishi kerak. Bu o'z navbatida sovutish mashinasining o'lchamlarini kamaytiradi;

4) bug'lanish (so'rish) bosimi atmosfera bosimidan ozgina yuqoriroq bo'lgani ma'qul. Chunki sovuqlik tashuvchining yo'qotilishini to'xtatish havo so'rilishini to'xtatishdan osonroq. Sistemaga so'rilgan havo bug'latgich, kondensatorda issiqlik almashinuv jara-

yonini yomonlashtiradi, suv bug'lari kirgani sababli rostlovchi ventilda muzlab qolish xavfi hamda kimyoviy faol birikmalarining hosil bo'lishiga sabab bo'ladi;

5) Suyuqlanish (kondensatsiyalanish) bosimi juda yuqori bo'lmasligi kerak. Aks holda qurilma konstruksiyasi murakkablashadi va narxi ortib ketadi.

Undan tashqari, sovuqlik tashuvchi kimyoviy agressiv bo'lmasligi va inson organizmiga zararli ta'sir ko'rsatmasligi kerak; olovga hamda portlashga xavfsiz, olinishi (tayyorlanishi) oson va arzon bo'lishi kerak.

Qo'yilgan talablarning ikkinchisi faqat porshenli kompressorlarga tegishli bo'ladi. Turbokompressor qurilmalari uchun sovuqlik tashuvchilar kichik bug'lanish issiqligiga ega bo'lishi kerak. Chunki turbokompressorlar ko'p miqdordagi sovuqlik tashuvchini siqish uchun mo'ljallangan.

Hozirgi paytda yuqoridagi talablarning ko'pchiligiga muvofiq keluvchi sovuqlik tashuvchilar – bu ammiak va freonlardir. Juda kam hollarda sovuqlik tashuvchi sifatida uglerod ikki oksidi, oltingugurt angidridi va xlorli metil ishlatiladi. Propan, etan va etilen moddalari -70°C dan past haroratlarni olish uchun ishlatiladi.

Ammiak (NH_3) ning sovutish agenti sifatidagi xususiyatlari yuqoridagi qismda va o'quv qo'llanmasining 2-mavzusida batafsil ko'rib chiqilgan edi. Bu yerda shuni ta'kidlab o'tamizki, uning afzalliklari quyidagilardan iborat: yuqori bug' hosil bo'lish issiqligi, bug'latgichdagi uncha katta bo'lmagan (atmosfera) ortiqcha bosim va yuqori bo'lmagan kondensatsiya bosimi. Shuning uchun ammiakning samaradorligi keng qo'llanilayotgan freonlardan, jumladan R-22 dan past emas, ba'zi hollarda hatto yuqori. Shu bilan birga NH_3 ning muhim kamchiligi baland adiabatik ko'rsatkichi bo'lib, bu hol ammiakli sovutish qurilmalarida freonlardan baland bo'lgan haydash harorati va bosimini taqozo etadi. Bunga qo'shimcha ravishda ammiak yonuvchan, zaharli, havo bilan aralashib portlovchi aralashma hosil qilishi mumkin va namlik bo'lganida mis hamda uning qotishmalarini yemirilishi (korroziya) mumkin. Mana shularni e'tiborga olsak, ammiak sovutish agenti sifatida yanada kengroq qo'llanilishi uchun sovutish qurilmalarining ishchi sikllarida va konstruktiv tuzilishida ilmiy-tadqiqotlar asosida muhim o'zgarishlar amalga oshirilishi lozim. Chunonchi, bizning fikrimizcha shunday o'zgarishlar chorvachilik mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash uchun

mo'ljallangan sovutish texnikasini yaratish hamda takomillashtirishning kelajakdagi asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib qoladi.

Freonlarning ham sovutish agenti sifatidagi xususiyatlari o'quv qo'llanmasining 2-mavzusida batafsil ko'rib chiqilgan edi. Qayd etib o'tish joizki, freonlar (R-12 va R-22) metanning ftorxlor birikmalaridan iborat. Freonlar (umumiy ko'rinishda $C_xH_yCl_zF_tBr_u$ deb yozish mumkin) yuqori bo'lmagan suyuqlanish va bug'lanish bosimiga ega, inson uchun to'g'ridan-to'g'ri zararsiz, yong'in va portlashga xavfsiz, konstruksiyaviy materiallarni yemirmaydi. Freonlarning kamchiliklari esa sovuqlik tashuvchining yo'qotilishiga (bug'lanib yo'qotilishiga) sabab bo'luvchi juda kichik qovushqoqligi va moylar bilan yaxshi aralashishidan iborat. Lekin bunda freonlarning yo'qotilishi sababli yer atmosferasining ozon qatlamiga zarar yetkazishi hozirgi zamonda ularning eng muhim va o'ta ta'sirchan kamchiligi bo'lib qolmoqda.

Hozirgi paytda sovutish agentlariga qo'yilayotgan ekologik talablar, Monreal bayonnomasi (protokoli).

Hozirgi paytda sovutish agentlariga mavzuning oldingi qismida keltirib o'tilgan talablar bilan bir qatorda qo'shimcha ravishda quyidagi talablar qo'yilmoqda:

- atrof - muhitga zarar yetkazmaslik;
- zaharsizligi, yong'in va portlashga xavfsizligi;
- atrof - muhit bosimi ostida past qaynash haroratiga ega bo'lishi;
- yuqori bo'lmagan kondensatsiya bosimi;
- gaz holatidagi yuqori bo'lmagan solishtirma hajmi;
- moylar yonib ketishining oldini olish uchun kompressorning siqish yakunidagi haroratining yuqori bo'lmaligi;
- suyuq holatda solishtirma issiqlik sig'imining past ko'rsatkichli bo'lishi;
- arzon bo'lishi.

Monreal bayonnomasi (protokoli) imzolanganligiga qadar sovutish agenti xususiyatlarining parametrlari kam miqdorda edi. Shundan keyin birinchi o'ringa chiqqan, atrof-muhitga ta'sirini hisobga oluvchi xususiyatlari qo'shildi, shuningdek zeotrop va azeotrop aralashmalar va transkritik jarayonlar qo'shildi.

Yerning ozon qatlami haqida umumiy tushunchalar. Ozon - kislorodning odatdagi ikkita atomi o'rniga uchta atomdan tashkil topgan

molekula (O_3) hisoblanadi. Qo'shimcha atom havodagi kislorodni shunday holatga olib keladiki, uning insonlar tomonidan yutiladigan oz miqdordagi dozasi ham zaharli va o'limga olib kelishi mumkin. Ozon molekulari tabiiy atmosfera jarayonlari hisobiga hosil bo'ladi va parchalanadi. Ozon barqaror gaz hisoblanmaydi va uning yemirili-shiga olib keladigan, tarkibida azot, vodorod va xlor bo'lgan tabiiy komponentlarga ta'sirchan hisoblanadi. Ozon yer yuzasi (troposfera) da fotokimyoviy zaharli gaz – "smog" (ifloslangan tutun) va ishqoriy yomg'irni keltirib chiqaruvchi ifloslantiruvchi modda sifatida namoyon bo'ladi. Lekin stratosferaning xavfsiz bo'lgan balandligi – Yerdan 10 dan 50 km gacha yuqorida, bu havorang o'tkir hidli gaz inson hayoti uchun kislorod kabi juda muhimdir.

Ozon nisbatan zaif, lekin hayratlanarli samara beruvchi himoya qatlamini hosil qiladi. Bu qatlam shu qadar yoyilganki, agar 40 km qalinlikdagi stratosferada uni yig'ib siqilsa, u yer aylanasi bo'ylab tufli poshnasidan qalin bo'lmagan qatlamni hosil qiladi (taxminan 3 mm). Ozonning konsentratsiyasi balandlik bo'ylab o'zgarib turadi, lekin uning ulushi o'rab turgan atmosferaning 100000 dan 1 qismidan oshmaydi. Biroq ushbu fil'tr quyoshning barcha zaharli bo'lgan ul'trabinafsha nurlarini o'zida juda yaxshi ushlab qoladi. Katta miqdordagi zararli bo'lgan ul'trabinafsha UV-B nurlanishning har qanday miqdordagi ortishi bizni o'rab turgan atrof-muhitga va yerdagi hayotga potensial xavf tug'diradi.

Ozon qatlamini yemiruvchi "zararli" moddalar qatoriga galo-genuglerodlar, ayniqsa xlorftoruglerodlar, ya'ni freonlar ham kiradi. Xlorftoruglerod-12 (freon-12) ning ozon qatlamiga ta'siri, karbonat anhidridi CO_2 ning 16000 molekulasining ta'siri bilan bir xilda ekan. Bu raqamning qanchalik katta ekanligini tasavvur etish uchun aytib o'tish joizki, xususan metan CH_4 molekulasining ta'sir samaradorligi CO_2 ning ta'siridan 21 marta ko'proq, lekin bunda uning yashash muddati ham kamroqdir.

Ozon qatlamini himoya qilish bo'yicha ko'rilayotgan choralar yetarli emasligi tufayli 1987 yilda ozon qatlamini yemiruvchi moddalarni ishlatishni kamaytirish va to'xtatish bo'yicha Monreal bayon-nomasi qabul qilindi. Bayonnomada ozonni yemiruvchi moddalar ro'yxati, ozon qatlamini yemiruvchi moddalarni ishlatishni va ishlab chiqarishni kamaytirish choralari ko'rsatib o'tilgan. Bayonnoma 1987 yil 1 yanvardan kuchga kirdi.

1997 yildagi 9 – yig'ilishda Kioto (Yaponiya) da Tomonlar Mon-

real bayonnomasiga tuzatishlar kiritishdi va unga ko'ra rivojlana-yotgan davlatlarda qo'shimcha chora-tadbirlarni ko'rish va rivojlangan davlatlarda ozonni yemiruvchi moddalarni ishlatishni to'xtatish mud-datini tezlashtirish kabi vazifalar qo'yildi. Bu tuzatish ozon yemi-ruvchi moddalarni va tarkibida ular mavjud bo'lgan mahsulotlarni import / eksport tizimlarini va ularni ishlab chiqarishning nazoratini ko'zda tutgan .

Hozirgi kunda Monreal bayonnomasiga 197 ta davlat a'zo bo'-lib, bu davlatlar ozonni yemiruvchi moddalarni ishlatishni va ishlab chiqarishni bosqichma-bosqich kamaytirish shartlarini qabul qilgan. Hozirgi paytgacha Monreal bayonnomasiga jami 4 ta tuzatish va 5 ta qo'shimcha kiritildi. Bu tuzatishlarda qo'shimcha XFU lar (jumladan freonlar) ro'yxatiga, xususan, tetraxlormetan, metilxloroform kiritildi va ularni nazorat choralari belgilanib qo'yildi. Shu bilan birga, qabul qilingan qo'shimchalar ro'yxatidagi va mavjud moddalarni bekor qi-lish, shuningdek Monreal bayonnomasiga a'zo rivojlangan hamda rivojlanayotgan davlatlardagi ko'rilayotgan chora-tadbirlarni amalga oshirishning jadal grafigi qabul qilindi. Ayrim rivojlangan mamla-katlarda, xususan Rossiya Federatsiyasida ozon qatlamini yemiruvchi moddalarni ishlab chiqarish 2000 yil 20 dekabrda boshlab to'xtatilgan.

Shunday qilib, Monreal bayonnomasi iqtisodiyotning barcha sohalarida, shu jumladan sovtgich mashinalari va uskunalarini ishlab chiqish hamda qo'llash sohalarida freonlardan foydalanishni kamay-tirish, keyinchalik bora-bora esa freonlardan foydalanishni butunlay to'xtatishni nazarda tutadi.

Muz va tuzli muz vositasida sovutish .

Muz bilan sovutish . Sovutishning eng oddiy va eng mashhur usuli – bu suvning muzi bilan sovutishdir. Shu maqsadda, odatda, past haroratda olingan tabiiy muz, shuningdek sovutish mashinalari yordamida ishlab chiqarilgan suv muzi ishlatiladi.

Tabiiy muz tarixda juda uzoq vaqt ishlatilgan, bir necha asrlar davomida u sun'iy sovuqlikning yagona manbai bo'lgan. Muzning sovutish vositasi sifatidagi ahamiyati hozirgi vaqtda, ayniqsa, tabiiy qishki sovuq tufayli muz ko'p miqdorda olinishi mumkin bo'lgan joy-larda yo'qolgani yo'q. Muz bilan sovutish qurilmalarining afzalliklari quyidagilardan iborat : dizaynning soddaligi , arzonligi va energiya xarajatlarining yo'qligi .

Oddiy atmosfera bosimidagi suv muzi quyidagi asosiy fizik xususiyatlarga ega : erish harorati 0°C ;

termoyadroviy issiqlik 335 kJ / kg (80 kkal / kg) ;

issiqlik quvvati $2,1 \text{ kJ / (kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$ [$0,5 \text{ kkal / (kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$] ;

issiqlik o'tkazuvchanligi (o'rtacha) $2,2 \text{ Wt / (m} \cdot ^{\circ}\text{C)}$ [$2 \text{ kkal / (m} \cdot \text{soat} \cdot ^{\circ}\text{C)}$] ;

monolit massivining zichligi (bo'shliqlarsiz) 917 kg / m^3 .

Muzning erish harorati 0°C bo'lganda, sovutish qurilmalarida havo harorati odatda taxminan 6°C darajasida saqlanadi. Past harorat tez-tez talab qilinmaydi, masalan, tez buziladigan oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish va qisqa muddatli saqlash, bir qator texnologik jarayonlar, pivo, suv, sharbatlar va boshqa ichimliklarni sovutish jarayonlari uchun. Muz bilan sovutish qurilmalarining bir necha turlari mavjud. Ularning asosiylari muzliklardir.

Muzliklarning turlari va tuzilishi. Muzliklar – butun mavsum davomida muz zahirasi bo'lgan, oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish va qisqa muddatli saqlash uchun mo'ljallangan statsionar qurilmalardan iborat .

Muzlikda mahsulotlarni sovuqda saqlash xonalari, muzni saqlash xonalari va yordamchi xonalar mavjud. Muzni saqlash xonalari sovutish kamerasiga nisbatan turlicha joylashtirilgan. Shuning uchun muzliklar pastki ,yuqori va lateral muzlar bilan ajralib turadi.

Pastki muzli muzliklar – eng ibtidoiy va nomukammal sovutish moslamalaridan iborat , shuning uchun muzlikning bu turi mantiqsizdir .

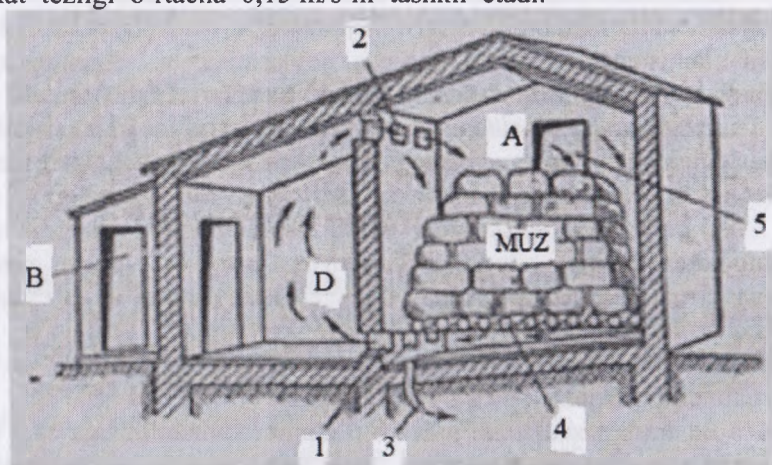
Yuqori muzli muzliklarda yaxshi havo aylanishi va erigan suvning drenajlanishi ta'minlanadi. Sovuq havo oziq-ovqat xonasiga tushadi va u yerdan yuqoriga yo'nalgan issiq havoni siqib chiqaradi. Issiq havo esa o'z navbatida yuqoriga ko'tarilib, u yerda muz bilan sovutiladi. Muzning erishidan hosil bo'lgan suv drenaj trubkasi orqali oqib ketadi.

Bu turdagi muzliklar juda ko'p muhim kamchiliklarga ega. Ularning asosiylari quyidagilardir : muzxonani muz bilan to'ldirishning noqulayligi; muzning barcha massasini ko'tarib tura oladigan mustahkam qoplamali qurilmaga bo'lgan ehtiyoj; havodagi namlikning shiftda kondensatsiyalanishi mumkinligi, keyinchalik esa bu suv tomchilari mahsulotlar sirtiga tushadi.

Ishlatishda texnik jihatdan eng ilg'or va qulay – bu muzlari yon tomonda joylashtirilgan muzliklardir. Bunday muzlik (73–

rasm) – yer yuzasida yasaladigan qurilmadan iborat. Oziq–ovqat mahsulotlari uchun kamera muz saqlanadigan bo‘linma yonida joylashgan bo‘ladi va undan havo aylanishini ta‘minlash uchun pastida hamda tepasida teshiklari bo‘lgan izolyatsiyalangan devor bilan ajratilgan qilib yasaladi. Eriyotgan muzdan tushadigan suv yerda yasalgan qiyaliklar va drenaj trubachasi orqali chiqariladi. Bunda drenaj trubachasi oxirida gidravlik muhr bilan jihozlangan, shuning oqibatida iliq tashqi havoning muzliklarga kirishi bartaraf etiladi.

Sovutish kamerasida balandlik bo‘ylab havoning zichligi farq qiladi, shu sababli unda tabiiy havo aylanishi amalga oshadi. Muz yuzasi bilan tegishib sovigan havo muz omborining pastiga tushadi, u yerdan devorning pastki teshiklari orqali sovutish kamerasiga kiradi. Kamerada havo mahsulotlarni sovutib, o‘zi isiydi va shiftga ko‘tariladi, bu yerdan esa sovutish kamerasi va muz omborini ajratib turuvchi devordagi teshiklarning yuqori qatoridan muzxonaga o‘tadi. Muz omborida havo qayta soviydi va shu tarzda sovutish jarayoni qayta takrorlanadi. Bu holda, iliq va sovuq havo o‘rtasidagi harorat farqi taxminan 5°C ni, bo‘linmaning pastki teshiklarida havoning harakat tezligi o‘rtacha $0,15\text{ m/s}$ -ni tashkil etadi.



73 – rasm. Muzlari yon tomonda joylashtirilgan muzlik - sovutgich :
 A - muz joylashtiriladigan bo‘lim; B - tambur; D - mahsulotlar uchun sovutish kamerasi; 1 - kameraga sovutilgan havo kirishi uchun qo‘yilgan teshiklar; 2 - isigan havoning qaytishi uchun qo‘yilgan teshiklar; 3 - muzning erishidan hosil bo‘lgan suvning olib ketilishi; 4 - muz uchun g‘ildirakli transportyor; 5 - muz yuklanadigan eshik.

Muzlik normal ishlayotganda , havoning nisbatan yaxshi aylanishi tufayli kameradagi harorat mavsum davomida deyarli o'zgarmaydi (o'rtacha 6°C atrofida), bu ko'pchilik mahsulotlarni qisqa muddatli saqlash uchun yetarli. Shu bilan birgalikda muzlari yon tomonda joylashtirilgan muzliklarda saqlashning sanitariya sharoitlari ham yaxshi .

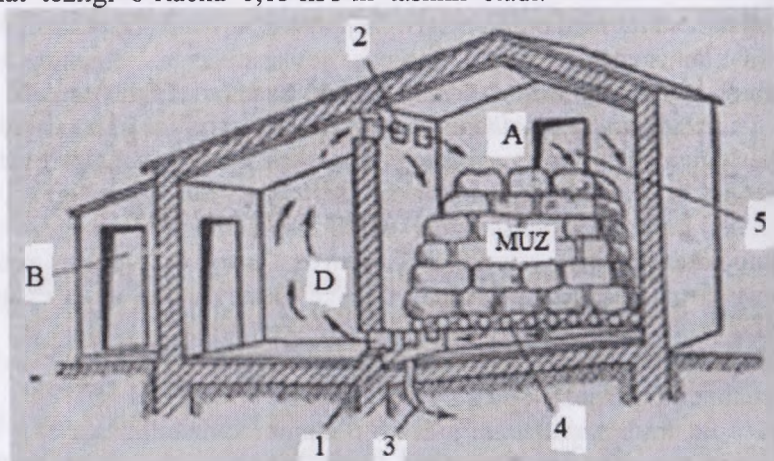
Bu turdagi muzliklarning asosiy kamchiliklari – qurilishga sarflanadigan boshlang'ich xarajatlarning nisbatan yuqori ekanligi va qurilish hamda izolyatsiya materiallarining ko'p sarflanishidir. Bu holat muzni saqlash xonasining o'lchamlari mahsulotlarni sovutish kameralari o'lchamidan ancha katta ekanligi bilan izohlanadi.

Nazorat savollari :

1. Sovutish mashinalarining ishchi moddalari nima va ular qanday xususiyatlariga ko'ra tavsiflanadi ?
2. Suvning sovutish agenti sifatidagi xossalarini tavsiflab bering .
3. Uglerod dioksidining sovutish agenti sifatidagi xossalarini tavsiflang .
4. Xlorli metil va dietil efiri qanday xossalari bilan boshqa sovutish agentlaridan ajralib turadi ?
5. Ammiakning sovutish agenti sifatidagi xossalarini tavsiflab bering.
6. Oraliq sovuqlik tashuvchilar tushunchasini yoritib bering .
7. Sovuqlik tashuvchilarga qanday talablar qo'yiladi ?
8. Ammiakning afzalliklari va kamchiliklarini tavsiflab bering .
9. Freon guruhi moddalarining afzalliklari va kamchiliklarini tavsiflang .
10. Hozirgi paytda sovutish agentlariga qanday qo'shimcha talablar qo'yilmoqda ?
11. Monreal bayonnomasi (protokoli) ning mohiyati va maqsadi nimada ?
12. Muz bilan va tuzli muz bilan sovutishning mohiyati hamda ahamiyatini tushuntirib bering .
13. Muzliklar qanday turlarga bo'linadi ?
14. Muzlari yon tomonda joylashtirilgan muzliklarning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering .

rasm) – yer yuzasida yasaladigan qurilmadan iborat. Oziq-ovqat mahsulotlari uchun kamera muz saqlanadigan bo‘linma yonida joylashgan bo‘ladi va undan havo aylanishini ta’minlash uchun pastida hamda tepasida teshiklari bo‘lgan izolyatsiyalangan devor bilan ajratilgan qilib yasaladi. Eriyotgan muzdan tushadigan suv yerda yasalgan qiyaliklar va drenaj trubachasi orqali chiqariladi. Bunda drenaj trubachasi oxirida gidravlik muhr bilan jihozlangan, shuning oqibatida iliq tashqi havoning muzliklarga kirishi bartaraf etiladi.

Sovutish kamerasida balandlik bo‘ylab havoning zichligi farq qiladi, shu sababli unda tabiiy havo aylanishi amalga oshadi. Muz yuzasi bilan tegishib sovigan havo muz omborining pastiga tushadi, u yerdan devorning pastki teshiklari orqali sovutish kamerasiga kiradi. Kamerada havo mahsulotlarni sovutib, o‘zi isiydi va shiftga ko‘tariladi, bu yerdan esa sovutish kamerasi va muz omborini ajratib turuvchi devordagi teshiklarning yuqori qatoridan muzxonaga o‘tadi. Muz omborida havo qayta soviydi va shu tarzda sovutish jarayoni qayta takrorlanadi. Bu holda, iliq va sovuq havo o‘rtasidagi harorat farqi taxminan 5°C ni, bo‘linmaning pastki teshiklarida havoning harakat tezligi o‘rtacha $0,15\text{ m/s}$ -ni tashkil etadi.



73 – rasm. Muzlari yon tomonda joylashtirilgan muzlik - sovutgich :
 A - muz joylashtiriladigan bo‘lim; B - tambur; D - mahsulotlar uchun sovutish kamerasi; 1 - kameraga sovutilgan havo kirishi uchun qo‘yilgan teshiklar; 2 - isigan havoning qaytishi uchun qo‘yilgan teshiklar; 3 - muzning erishidan hosil bo‘lgan suvning olib ketilishi; 4 - muz uchun g‘ildirakli transportyor; 5 - muz yuklanadigan eshik.

Muzlik normal ishlayotganda , havoning nisbatan yaxshi aylanishi tufayli kameradagi harorat mavsum davomida deyarli o'zgarmaydi (o'rtacha 6°C atrofida), bu ko'pchilik mahsulotlarni qisqa muddatli saqlash uchun yetarli. Shu bilan birgalikda muzlari yon tomonda joylashtirilgan muzliklarda saqlashning sanitariya sharoitlari ham yuqshi .

Bu turdagi muzliklarning asosiy kamchiliklari – qurilishga sarflanadigan boshlang'ich xarajatlarning nisbatan yuqori ekanligi va qurilish hamda izolyatsiya materiallarining ko'p sarflanishidir. Bu holat muzni saqlash xonasining o'lchamlari mahsulotlarni sovutish kameralari o'lchamidan ancha katta ekanligi bilan izohlanadi.

Nazorat savollari :

1. Sovutish mashinalarining ishchi moddalari nima va ular qanday xususiyatlariga ko'ra tavsiflanadi ?
2. Suvning sovutish agenti sifatidagi xossalarini tavsiflab bering .
3. Uglerod dioksidining sovutish agenti sifatidagi xossalarini tavsiflang .
4. Xlorli metil va dietil efiri qanday xossalari bilan boshqa sovutish agentlaridan ajralib turadi ?
5. Ammiakning sovutish agenti sifatidagi xossalarini tavsiflab bering.
6. Oraliq sovuqlik tashuvchilar tushunchasini yoritib bering .
7. Sovuqlik tashuvchilarga qanday talablar qo'yiladi ?
8. Ammiakning afzalliklari va kamchiliklarini tavsiflab bering .
9. Freon guruhi moddalarining afzalliklari va kamchiliklarini tavsiflang .
10. Hozirgi paytda sovutish agentlariga qanday qo'shimcha talablar qo'yilmoqda ?
11. Monreal bayonnomasi (protokoli) ning mohiyati va maqsadi nimada ?
12. Muz bilan va tuzli muz bilan sovutishning mohiyati hamda ahamiyatini tushuntirib bering .
13. Muzliklar qanday turlarga bo'linadi ?
14. Muzlari yon tomonda joylashtirilgan muzliklarning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering .

V BO'LIM. CHORVACHILIK VA OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARINI SAQLASH VA SOVUQLIK BILAN ISHLOV BERISH TEXNOLOGIYASI ASOSLARI

16. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berishning an'anaviy texnologiyalari va yangi istiqbolli yo'nalishlari

Tayanch iboralar:

An'anaviy texnologiya, sovutish, muzlatish, evtektik massa, evtektik harorat, evtektik konsentratsiya, go'sht va go'sht mahsulotlari, baliq va baliq mahsulotlari, fizik-kimyoviy ta'sirlar, ul'trabinafsha nurlar, ionlashtiruvchi nurlanish, ozon, karbonat angidrid, antibiotik.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berishning an'anaviy texnologiyalari : sovutish va muzlatish .

Ishlab chiqilgan usullarni tatbiq etish uchun texnik vositalarni yaratish, tanlangan jarayonning borishi uchun qo'llanilayotgan texnik vositalarni qo'llash mumkinligini tahlil qilish va baho berish lozim.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun maxsus sharoit talab qilinadi. Shunday maxsus sharoitni sun'iy sovuqlik vositasida yaratish sovutish texnikasining mohiyati hisoblanadi. Sovuqlik ta'sirida oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi mahsulotlarida sodir bo'ladigan hodisalar ustida izlanishlar, sovutish jarayonlarining optimal rejimlaridagi texnikasi va texnologiyasi rivojlanishi natijasida ko'pgina ilmiy izlanishlar o'tkazilmoqda. Buning natijasida oziq-ovqat, chorvachilik va qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash rejimlari hamda uslublari joriy qilinmoqda. Bu izlanishlar asosida esa oziq-ovqat sanoatida sovutish texnologiyasi tarmogi kelib chiqdi. Oziq-ovqat mahsulotlarining uzoq vaqt saqlashda buzilishining oldini olish maqsadida maxsus qayta ishlash jarayonlariga, xususan sovuqlik bilan konservalash usuli kiradi.

Xulosa qilib aytish mumkinki, sovutish texnikasi va texnologiyasi rivojlanib borgan sari oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash hajmi hamda muddati uzaydi. Aholini sifatli oziq-ovqat mahsulotlari bilan uzluksiz ta'minlash imkoni yaratildi.

Mahsulotlar har xil faktorlarning ta'siri ostida buzilishi mumkin. Masalan: havo kislorodi va quyosh nuri ta'sirida, havo tarkibining past va yuqori darajadagi namligi natijasida, mahsulotning

qurishi va namlanishi natijasida. Lekin mahsulotlarning buzilishiga asosiy sabab — bu mikrobiologik va biokimyoviy faktorlarning o'zgarishidir. Mikroorganizmlar va to'qima fermentlari oqsillarning parchalanishiga, yog'larning gidrolizlanishiga, uglevodlarning chuqur o'zgarishiga va boshqa o'zgarishlarga yordam beradi. Shuning uchun chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashning asosiy vazifasi ularning tarkibidagi mikroorganizmlarning va to'qima fermentlarining ta'sirini chegaralash yoki butunlay yo'q qilishdir.

Chorvachilik mahsulotlariga ishlov berish (konservalash) ning quyidagi usullari mavjud : quritish, so'ldirish (vyaleniye), tuzlash (soleniye, kvasheniye), dudlash, maxsus antiseptik moddalar qo'llash va shakarning yuqori konsentratsiyasi, pasterizatsiyalash, sterilizatsiyalash va boshqalar. Bu usullarning hammasi (konservalash) mahsulotlarning sifatiga ta'sir qilib, ularning tashqi ko'rinishini, rangini, ta'mini o'zgartiradi va ba'zi hollarda sifatini pasaytiradi, ba'zida esa vitaminlarni parchalaydi.

Hozirgi davrda oziq-ovqat mahsulotlarining sifatini umuman o'zgartirmasdan ularni uzoq vaqt saqlash usullari yo'q, lekin unda bo'ladigan o'zgarish jarayonlarini sekinlashtiradigan usullar va muayyan miqdordagi ishonchli moddalar mavjud.

Tez buzuluvchi oziq-ovqat mahsulotlarini konservalash usullarining eng foydalilaridan biri, ularni sovuqlik bilan ishlov berishdir. Bu usulni qo'llaganimizda, mahsulotlarning boshlang'ich holati juda kam o'zgarishini kuzatamiz. Boshqa usullarga qaraganda uning shunday afzalligi bor.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berish (konservalash) usuli quyidagiga asoslangan : haroratning pasayishi natijasida mikroorganizmlarning hayot faoliyati sekinlashadi, to'qima fermentlarining aktivligi pasayadi, natijada esa mahsulotlarda boradigan reaksiyalar sekinlashadi. Masalan, go'shtning avtolizi, mevalarning nafas olishi hamda pishib o'tib ketishi va sh.k., mikroorganizmlarning hayot faoliyati oqibatida boradigan reaksiyalar ham sekinlashadi.

Oziq-ovqat va chorvachilik mahsulotlarini harorat va sovuqlik bilan ishlov berishning xarakteriga qarab quyidagilarga bo'lish mumkin : sovutilgan, unda mahsulot markazidagi harorat 0°C dan $+4^{\circ}\text{C}$ gacha; muzlatilgan, bunda harorat -6°C dan past bo'ladi; defrostirlangan, ya'ni to'liq eritilgan, bunda harorat muzlash boshlangan nuqtadan baland bo'ladi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini sovutishda asosiy faktor past harorat bo'ladi, muzlatishda esa bundan tashqari mahsulot tarkibidagi suvning qattiq (muz) holatga o'tishi, bunda to'qimaning suvsizlanishi ham ishtirok etadi. Mahsulotlarning muzlatilgan holatga o'tishida suvning bir qismi muzlamaydi va bu suv mikroorganizmlarning hayot faoliyatiga yordam beradi, shuning uchun ham ma'lum muddatdan keyin ularning buzilishi yana kuzatiladi.

Mikroorganizmlarning hayot faoliyati turlicha bo'ladi. Masalan: ba'zi bir mikroorganizmlar sovuq muhitda yashaydi, ba'zilari esa o'ladi. Sovuqlikka chidamlilari achitqichlar va zamburug'lardir. Bakteriyalar esa sovuqqa chidamsiz bo'lib, ular muhitni muzlatganimizda juda tez o'ladi, lekin ularning to'liq o'limi kam hollarda uchraydi. Bakteriyalarning o'limi ular yashab turgan muhitning qattiq holatgacha muzlashi bilan darhol ro'yobga chiqadi. Agarda muhit faqat sovutilgan va suyuq holatda bo'lsa, bakteriyalar sekin o'la boshlaydi.

Mahsulotlar turli muhitlarda sovutiladi: havoda, sovuq suvda yoki tuzli eritmada, eriyotgan muzda yoki qorda.

Ko'pincha sovituvchi muhit havo hisoblanadi. Lekin, havoda sovutish, suyuq muhitda sovutishdan sekinroq o'tadi. Bundan tashqari havoda sovutishda havoning namligi past bo'lsa, mahsulot yuzasidan namlik bug'lanadi va natijada mahsulot vazni kamayadi. Shunga qaramasdan barcha mahsulotlarni sovutishda havo bilan sovutish keng tarqalgan va universal hisoblanadi. Havo hidsiz va havo tarkibidagi kislorodning mahsulotlar tarkibidagi yog'larga oksidlantiruvchi ta'sirini hisobga olmaganda, ko'pchilik mahsulotlarga u kimyoviy ta'sir ko'rsatmaydi.

Havoda sovutishni tezlashtirish maqsadida turli usullar qo'llaniladi. Birinchi navbatda havo tezligini oshiradilar va havo bilan sovutilayotgan mahsulot o'rtasidagi harorat farqini oshiradilar.

Oziq-ovqat va chorvachilik mahsulotlari haroratini krioskopik nuqtagacha va undan ham past darajagacha pasaytirish natijasida mahsulot tarkibidagi suvning muzga aylanish jarayoni muzlatish jarayoni deb ataladi.

Mahsulotlarni muzlatishdan maqsad ularning foydali xususiyatlarini va sifatini saqlashdir. Mahsulotlarni muzlatish jarayoni natijasida ularda boradigan fizikaviy, biokimyoviy va mikrobiologik o'zgarishlar minimal darajagacha tushadi. Bu esa mahsulot tarkibidagi suvning asosiy qismining muzga aylanishi tufayli sodir bo'ladi. Mah-

sulot to'qimasidagi suyuqlik haroratining pasayishi, undagi mikro-organizmlarning hayot faoliyatini ancha susaytiradi.

Haroratning pasayishi mahsulotlar tarkibida boradigan kimyoviy reaksiyalarni ham sekinlashtiradi, ammo ulardan ba'zilar past saqlash haroratlari ham to'xtamaydi. Shunday qilib, muzlatish jarayonining asosiy belgilaridan biri – bu to'qima tarkibidagi suvning muzga aylanishi bo'lib, u esa o'z navbatida mahsulotning normal holatini o'zgartiradi.

Ma'lumki, toza suv 0°C haroratda muzlaydi. Oziq-ovqat va chorvachilik mahsulotlarining to'qima suyuqligi esa toza suvdan farqlidir. Ularning tarkibida erigan tuzlar, shakar va kislotalar bo'ladi. Shuning uchun bu suyuqliklarning muzlash harorati toza suvnikiga nisbatan past bo'ladi. Eritmadan qattiq fazaning ajralib chiqish harorati muzlash nuqtasi deyiladi.

To'qima suyuqligi tarkibida erigan moddalar miqdori qancha ko'p bo'lsa, uning muzlashi shuncha past haroratda bo'ladi. Masalan: tarkibida shirinlik miqdori yuqori bo'lgan ba'zi uzumlarning muzlash nuqtasi -5°C gacha yetadi. Mahsulot tarkibidagi moddalar hammasining qotishi natijasida hosil bo'lgan massa *evtektik massa* deyiladi, bundagi harorat esa *evtektik harorat*, eritmalarining bunday konsentratsiyasi *evtektik konsentratsiya* deyiladi. Mahsulotlarning evtektik harorati eng past harorat bo'lib hisoblanadi. Lekin barcha moddalar uchun bu harorat bir xil emas, masalan: osh tuzi uchun -21°C , kalsiy xlorid uchun esa -55°C . Oziq-ovqat mahsulotlari to'qima suyuqliklarining evtektik harorati -60°C atrofida bo'ladi. Mahsulot tarkibidagi muzga aylangan suv *muzlatilgan suv* deb ataladi. Uning miqdori to'g'risida muayyan haroratdagi muzga aylangan suvning mahsulotdagi barcha suyuqlik miqdoriga bo'lgan nisbati asosida fikr yuritiladi.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish va saqlash texnologiyasi asoslari.

Go'sht va go'sht mahsulotlari, parranda go'shti, tuxum, yog' va sut mahsulotlari, mevalar, sabzavotlar, rezavor mevalar, qandolat mahsulotlari, pazandalik mahsulotlari va sh.k. havoda sovutiladi.

Mahsulotlar tuzli eritmada sovutilganda ular eritma ichiga solinadi. Ko'pincha sovutishdan oldin mahsulotni namlik o'tkazmaydigan qobiqlar bilan o'raydilar. Bunday sovutish kontaktli usul deb ataladi. Suyuq muhitlarda sovutish, havoda sovutishga nisbatan tezroq boradi. Chunki suyuq muhitda issiqlik uzatish koeffitsiyenti ortadi,

lekin bunda texnologik jarayon murakkablashadi.

Amaliyotda suyuq muhitda sovutish cheklangan. Keyingi yillarda parranda go'shtlarini sovutish uchun sovuq (muzli) suv ishlatilmayapti. Eriyotgan muz suvi baliq, ba'zi sabzavot va ko'katlarni sovutishda ishlatilmoqda.

Go'sht va submahsulotlarni sovutish. Tana va nimta (yarim tana) ko'rinishidagi go'shtlar kameralarda osma yo'llarda osib sovutiladi.

Bu kameralar sun'iy sovutish va havoni aylantiruvchi qurilmalar bilan jihozlanadi. Qoramol go'shti tana, nimta yoki chorak tana ko'rinishida, qo'y va cho'chqa go'shtlari tana yoki nimta ko'rinishida sovutiladi. Osma yo'llarning ilgaklariga mol va cho'chqa tanalari har biri alohida osib qo'yiladi.

Qo'y tanasi maxsus ramkalarda bir yoki ikki qavatli qilib osib qo'yiladi. Har bir qavatga 10 ta qo'y tanasi joylashtiriladi.

Har bir osma yo'lga iloji boricha bir xil kategoriyadagi va o'rtaicha bir xil vazndagi mol tanalari joylashtiriladi. Katta mol tanalarini kameraning shamol harakati intensivroq va eng sovuq zonalariga (joylariga) osib qo'yadilar.

Osma yo'lining har bir metrda 2 – 3 ta mol yarim tanasi, 4 ta cho'chqa yarim tanasi yoki qo'y tanasi osilgan ramalar joylashtiriladi. Osma yo'lining har bir metriga 200 kg mol, 250 kg qo'y va cho'chqa go'shti og'irligi to'g'ri keladi.

Go'sht qanchalik tez sovutilsa, vaznining kamayishi shuncha oz bo'ladi. Masalan, mol go'shti 24 soat davomida sovutilsa, vazni 1,08% kamayadi, 48 soat sovutilganda 1,30% va 72 soat sovutilganda 1,40% kamayishi aniqlangan.

Tez sovutishning afzalligi yana shundaki, bunda go'shtning sanitariya holati yaxshi saqlanadi, chunki tez sovutish natijasida mikroorganizmlarning ko'payishi to'xtatiladi; yangi so'yilgan go'shtning rangi va uning yog'ining oq rangi saqlanadi; sovutish muddati kamayadi.

Go'sht tanalari go'shtga birlamchi ishlov berish sexlari bilan bog'langan konveyerlarda sovutiladi.

Sovutish jarayonini tezlashtirish maqsadida sovutish boshlanishida harorat -5°C va undan ham past darajaga tushirilishi bilan birga kameradagi havo harakati tezligi oshiriladi. Bu usul bosqichma-bosqich sovutish usuli bo'lib, bunda sovutish boshlanishida jarayon tezlashtiriladi, keyin esa sovutish harorati va havoning ha-

rakat tezligi kamaytiriladi. Natijada, tana va yarim tananing butun hajmida go'shtning harorati bir xil bo'ladi.

Hozirgi vaqtda yangi so'yilgan mol go'shtini maxsus jihozlangan kamera yoki tunnellarda bir bosqichli yoki ikki bosqichli usulda sovutish jarayoni qo'llanilmoqda. Bir bosqichli sovutish usulida go'sht sovutish kameralarida 4°C gacha sovutiladi. Ikki bosqichli usulda sovutish kameralarida go'sht ichki qavatlarida $10 \div 20^{\circ}\text{C}$ gacha va yuzasida -1°C gacha sovutiladi. Ikkinchi bosqichda sovutish kameralarida go'sht -1 dan -5°C gacha sovutiladi. Natijada yarim tana go'shtlarning butun hajmida harorat 4°C gacha bo'ladi.

Go'sht 4 – 7 soat davomida o'ta tez usul bilan sovutilganda, go'shtning qurishi natijasida vazn yo'qotilishi 40 – 50% ga kamayadi, ishlab chiqarish maydonlari 2 – 3 marta kamayadi, texnologik ko'rsatkichlari yaxshilanadi. Sovutish jarayonini go'shtni birlamchi ishlov berish kameralari bilan bog'langan konveyerlarda o'tkazish mumkin. O'ta tez sovutishning asosiy sharti, sovutuvchi havoni ratsional tarqatish hisoblanadi. Buni amalga oshirish uchun sovuq havo oqimi yuqoridan vertikal ravishda yo'naltirilishi kerak.

Osma yo'llarga osilgan go'sht nimtalarini maxsus metall havo o'tkazgich trubalarga o'rnatilgan soplo (tuynuk) dan yuqoridan pastga qarab yo'naltiriladi. Havo oqimi soplodan chiqib, atrofdagi havoni so'rishi natijasida kamera hajmida yoyiladi. Havo oqimi katta tezlik bilan nimtaning biqin qismini va biroz sekinlashib, keyin kurak qismi (lopatka) va oldingi oyoq qismini sovitadi.

Havo uzatgich qurilmasi osma yo'l tepasida yoki o'rtasida joylashgan havo o'tkazish trubalaridan va unga o'rnatilgan soplo hamda ventilyatordan iborat. Havo batareyalar yoki havo sovutgichlar yordamida sovutiladi. Kameralardagi havo ventilyator yordamida so'riladi va havo o'tkazgichlar soplosi orqali yuqoridan pastga go'sht nimtalariga yo'naltiriladi. Ba'zi hollarda havo bilan sovutishda havo sovutgichlar, havo o'tkazgichlar va ularning soplosi hamda ventilyatorlar ostida qovurg'ali yoki tekis yuza shaklidagi sovutuvchi zmeyeviklar o'rnatilishi mumkin. Bunda sovuq havo kameradan ventilyator yordamida sovutuvchi zmeyeviklarga va undan go'sht nimtalariga yo'naltiriladi.

Soviqlik bilan ishlov berish uchun keltirilgan *submahsulotlar*, mollarning turi va submahsulotlarning xiliga qarab alohida protivenlarga joylashtiriladi.

Protivenlar osma etajerkalarga yoki g'ildirakli telejkalarga joy-

lashtirilib, osma yo'llar bilan yoki ko'p yarusli (qavatli) stasionar stellajlar bilan jihozlangan sovutish xonalariga keltiriladi. Submahsulotlar ichki qavatida 4°C bo'lguncha sovutiladi. Sovutish kamerasining harorati $+2 \div -1^{\circ}\text{C}$ darajasida, nisbiy namligi – 90% kattalikda saqlanadi. Sovutilgan submahsulotlar sotuvga, qayta ishlov berishga yoki muzlatishga yuboriladi.

Go'sht va go'sht mahsulotlarini saqlash. Harorati $0...+4^{\circ}\text{C}$ bo'lgan sovutilgan go'sht havoning harakat tezligi $0,2 - 0,3$ m/sek bo'lgan, ya'ni havo sirkulyatsiyasi tabiiy bo'lgan sovutish kameralarida osilgan holatda saqlanadi. Saqlash muddati $0 ...-1,5^{\circ}\text{C}$ da 7 – 12 kun, $-1 ... -2^{\circ}\text{C}$ haroratda esa sovutilgan go'sht 15 – 17 kun saqlanadi. Sovutilgan go'sht saqlanganda unda yetilish jarayoni davom etadi. Bunda, ya'ni yetilish davrida go'shtda kompleks fermentativ va biokimyoviy jarayonlar sodir bo'lib, natijada go'shtning muskul to'qimalari yumshayli, ta'mi va hidi yaxshilanadi. Go'shtning qotishi davrida *pH* muhiti $4,8 - 5,0$ dan $5,7 - 5,8$ gacha ko'tariladi. Go'shtning yetilishi jarayoni havo haroratiga bog'liq. 0°C haroratda go'sht 8 – 10 sutkada, 10°C da – 5 sutkada va 17°C da – 3 sutkada yetiladi.

Noqulay sharoitda saqlanganda go'shtda mikrobiologik o'zgarishlar sodir bo'lib, ular go'sht tarkibidagi birikmalarning parchalanishiga sababchi bo'ladi va erkin ammiak hamda oltingugurt vodorodi H_2S hosil bo'ladi. Saqlash paytida yog' to'qimalarida ham o'zgarishlar sodir bo'lib, kislotalilik soni oshadi.

Submahsulotlar sovutilgan holatda 2 kun saqlanishi mumkin, uzoq muddat saqlash uchun ular muzlatiladi.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini muzlatish texnologiyasi asoslari . Muzlatishda go'sht, parranda, baliq va tuxum tarkibidagi suvning to'rt dan uch qismining qotish harorati -4°C dan boshlanadi. Sabzavotlar va kartoshkada esa suv miqdorining yarmi qota boshlaydi. Haroratning yanada pasaya borishi natijasida muzlashi kerak bo'lgan suv miqdori tezda kamayadi.

Mahsulotlarni muzlatishda fazaviy o'zgarishlar sodir bo'lishi natijasida ularning issiqlik fizikasi xususiyatlari ham o'zgaradi, chunki suv va muzning xususiyatlari bir-biridan farq qiladi. Mahsulotlar tarkibidagi quruq moddalarning muzlash jarayonidagi o'zgarishlari sezilsiz darajada bo'lganligi uchun uni o'zgarmas deb hisoblash mumkin. Shuning uchun mahsulotlarning issiqlik fizikasi xususi-

yatlari o'zgarishiga asosiy va yagona sabab, ularning tarkibidagi suvning muzga aylanishidir.

Muzlatish jarayonida mahsulotlarning solishtirma issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti va zichligi o'zgaradi. Mahsulotlarning solishtirma issiqlik sig'imi muzlatish jarayonida kamayadi, chunki muzning solishtirma issiqlik sig'imi suvnikiga qaraganda 2 marta kamdir. Shu bilan bir vaqtda mahsulotlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti esa ortadi. Bu muzning issiqlik o'tkazuvchanligi suvnikiga nisbatan 4 marta kattaligi bilan tushuntiriladi.

Mahsulotlarning harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti ham oshadi, bu hol muzning suvga nisbatan harorat o'tkazuvchanligi 8 marta kattaligi bilan tushuntiriladi. Mahsulotlar zichligining kamayishiga sabab ham suvning muzga aylanishi bilan kengayishidir. O'rta hisobda mahsulotlarning zichligi muzlash jarayonida 5 – 6 % ga kamayishi mumkin.

Mahsulotlarni muzlatish jarayonida sarflangan sovuqlik deyilganda uch bosqichda, ya'ni : 1) mahsulotlarni boshlang'ich haroratidan krioskopik haroratgacha; 2) muz hosil bo'lishiga va 3) haroratning shundan keyingi pasayishiga sarflangan sovuqlik miqdorlari yig'indisi ko'zda tutiladi.

Mahsulotlarning geometrik shakli va boshqa shartlar bir xil bo'lganida, ularning muzlash davomiyligi quyidagicha o'zgaradi: plastina shaklidagi mahsulotning muzlash davomiyligiga qaraganda silindr shaklidagi mahsulotning muzlashi 2 marta, shar shaklidagi mahsulotniki esa 3 marta qisqaradi.

Muzlatish jarayonining asosiy ko'rsatkichlaridan biri uning tezligidir. Mahsulotlarni muzlatish jarayonida, ularning sanitariyagigiyena holatini, jarayonning chuqurlashuvini, muz kristallari miqdorini, bu kristallarning to'qimalarda bir xilda tarqalishini muzlatish jarayonining tezligi belgilaydi. Muzlatish jarayonini mexanizatsiyalashtirish, rejimlarni boshqarishni avtomatlashtirish va jarayonning iqtisodiy ko'rsatkichlari ham muzlatish jarayonining tezligiga bog'liq. Muzlatish jarayonining tezligi sm/soat birligida o'lchanadi. Mahsulotlarni muzlatish uchun asosan sovituvchi muhitning harorati -20°C dan -40°C gacha, juda kam hollarda esa -50°C haroratli muhitlardan foydalaniladi. Muzlatish intensivligi mahsulot qalinligini kamaytirish hisobiga oshiriladi. Mahsulot qalinligining eng kichik qiymati 5 – 6 sm bo'ladi. Qalinligi 10 – 12 sm bo'lgan mahsulotlarni muzla-

tishda, muzlatish davomiyligini kamaytirishga issiqlik berish koef-fitsiyenti juda yaxshi ta'sir ko'rsatadi. Mahsulot qalinligi qancha katta bo'lsa, issiqlik berish koeffitsiyentining jarayon davomiyligiga ta'siri shunchalik kamayadi. Masalan: qalinligi 15 – 20 sm bo'lgan mahsulotni muzlatishda issiqlik berish koeffitsiyentini 70 – 90 $\text{Vt}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ dan yuqori darajaga ko'tarsak ham, bu muzlatish jarayoniga sezilmas darajada ta'sir qiladi.

Har xil mahsulotlarning muzlatish tezligi 0,1 dan 100 sm/soat gacha oraliqda o'zgarishi mumkin. Sekin muzlatish jarayoni 0,1 sm/soat tezlik bilan omborxona ichida uyib qo'yilgan mahsulotlarni intensiv havo harakati bilan muzlatish uchun; tezlashtirilgan muzlatish 0,5 – 3 sm/soat tezlikda qadoqlangan mahsulotlarni havoli va plitali muzlatish jihozlarida muzlatishda; tez muzlatish 3 – 10 sm/soat tezlikda osilgan holatdagi katta o'lchamli ba'zi bir mahsulotlarni muzlatishda; juda tez muzlatish 10 – 100 sm/soat tezlikda kriogen suyuqliklarga (suyuq azot, suyuq freon) botirish yoki mahsulot ustidan ularni sepish usuli bilan muzlatishda qo'llaniladi.

O'simliklardan olingan oziq-ovqat mahsulotlarining gistologik tuzilishini bir-biri bilan bogliq hujayrali va hujayrasiz birikmalar holida tasavvur qilishimiz mumkin. Chorva mollari go'shti, parrandalar, baliqlar esa tolali tuzilishga ega. Ularda hujayralar ingichka tolali muskul to'qimalarini hosil qiladi, bular esa biriktiruvchi to'qimalar orqali kattaroq tolalarni, keyingilar o'z navbatida birikib, bo'g'imlarni hosil qiladi. Oziq-ovqat mahsulotlaridagi to'qimalar suyuqligi hujayralar orasidagi bo'shliqda, tolalar orasida va bo'g'imlar orasida hamda hujayralar ichida bo'ladi. Bu suyuqlik joylashgan qatlamiga qarab konsentrlangan bo'ladi. Shuning uchun mahsulotni muzlatishda birinchi kristallar mahsulot tarkibidagi eng past konsentratsiyali suyuqlikda hosil bo'ladi. Bu hodisa tolalar va bo'g'imlar orasida juda qiyin sodir bo'ladi. Shu sababli go'sht va baliq, hamda ulardan olingan mahsulotlar pastroq muzlash harorati bilan ajralib turadi. Meva va sabzavotlarda esa hujayralar orasidagi bo'shliqda muz kristallari nisbatan oson hosil bo'ladi. Meva va sabzavotlardagi suv, mahsulotning ichki qatlamlarida bo'ladi. Meva va sabzavot tarkibidagi suvning katta qismi erkin holatda, 20% ga yaqin qismi esa birikma holatida bo'ladi. Erkin suv, birikma holidagi suvga nisbatan tez muzlaydi.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlariga sovuqlik bilan ishlov berishda foydalaniladigan hozirgi zamon fizik-kimyoviy ta'sirlar; bu ta'sirlarni qo'llashning afzalliklari hamda muammolari.

Hozirgi vaqtda oziq-ovqat mahsulotlarining sifatini umuman o'zgartirmasdan ularni uzoq vaqt saqlash usullari mavjud emas, lekin ularda bo'ladigan o'zgarish jarayonlarini sekinlashtiradigan muayyan ishonchli usullar mavjud.

Mahsulotlarga ishlov berishning hozirgi zamon qo'shimcha vositalariga ionlashtiruvchi va ultrabinafsha nurlar bilan ishlov berish, maxsus idishlar va o'rash (niqoblovchi) materiallari, ozon, karbonat anhidrid, antibiotiklar hamda antioksidlovchilardan foydalanish va boshqalar kiradi. Bu vositalarning barchasi mahsulotlarni saqlashda sovuqlik bilan birga ishlatiladi.

Ultrabinafsha nurlar. Ultrabinafsha nurlar (UBN) ta'sirida mahsulotlarni saqlash bu nurlarning bakteritsidligi, ya'ni mikroblarni o'ldirish xususiyatiga asoslangan. UBN bu xossaga 313 dan 200 mmk (millimikron) gacha to'liq uzunligida ega bo'ladi. Mikroorganizmlarning o'lishi ko'proq darajada 254 dan 265 mmk gacha bo'lgan to'liq uzunligida sodir bo'ladi. UBN ta'sirida ham yuqorida aytganimizdek mahsulotlarning buzilishida ishtirok etuvchi mikroorganizmlarning hayot faoliyati butunlay yoki qisman to'xtaydi. UBN bilan nurlantirish davomiyligi kerakli samaraga erishilgunicha har xil bo'ladi. Nurlantirish davomiyligi asosan mahsulotlardagi mikrofloraga va bu mikrofloraning rivojlanishi uchun kerak bo'lgan (tashqi) muhitga bog'liq bo'ladi.

Mikroorganizmlar turlicha bo'lganligi sababli, ular nurlanishning ham har xil to'liqida o'ladi. Masalan: bakteriyalarni o'ldirish uchun zamburug'larga nisbatan ancha kam miqdordagi nurlar energiyasi kerak bo'ladi. Nurlantirish davomiyligi bundan tashqari mahsulotlarning zararlanish darajasiga, miqdoriga bog'liq. Agar mahsulotda mikroorganizmlar urug'larining soni qancha ko'p bo'lsa, bu holda shuncha katta nurlantirish energiyasi kerak bo'ladi.

Nurlantirishni davriy va uzluksiz olib borish mumkin. Bunda UBN ning bir xil miqdordagi energiyasidan foydalanilganda, jarayon oxirida davriy va uzluksiz ta'sirning natijasi bir xil bo'ladi. Bu hol esa UBN ning mikroorganizmlar, bakteriyalarga ta'sirining kumulyativligidir, ya'ni mikroorganizmlarning o'lishi boshlangandan keyin ta'sir etish davriy bo'lsa, undagi tanaffusda o'lish jarayoni davom

etadi va keyingi nurlanishni berguncha davom etadi, natijada davriy va uzluksiz ta'sir bir xil bo'ladi.

Mahsulotlarni saqlashda UBN sovuqlik bilan birga ta'sir ettirilganda juda yaxshi samara beradi. Bunda past harorat ta'sirida mikroorganizmlarning rivojlanishi qiyin va o'lishi osonlashgan bo'ladi. Tajribalar va izlanishlar natijasida UBN ning foydali ta'siri haroratning past musbat qiymatlarida yuqori bo'lishi aniqlangan. Manfiy haroratda, ayniqsa -5°C dan past bo'lgan haroratdagi muhitda nurlantirish samarasi juda kam bo'ladi. Shuning uchun UBN bilan nurlantirish haroratning manfiy qiymatlarida maqsadga muvofiq emas.

Ko'p mahsulotlarda UBN ta'sirida bakteriostatik xossalar paydo bo'ladi va ma'lum bir vaqtgacha mikroorganizmlarga qarshi antiseptik ta'sir ko'rsatish qobiliyatiga ega bo'ladi. Nurlantirilgan mahsulotga tushgan mikroorganizmlar kuchsiz rivojlanadi va sekin o'sadi, natijada o'ladi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, nurlantirish natijasida bakteriostatik xossaga ega bo'lgan mahsulotlarning saqlanish muddati ancha ortadi.

UBN ni olish uchun maxsus bakteritsid lampalardan foydalaniladi. Bular o'zi qiziydigan katodli, past bosimli gaz razryadli lampalar bo'lib, ular UBN ni o'tkazuvchi oynadan yasalgan.

UBN tez buzuluvchi mahsulotlarning saqlanish muddatini uzaytirishda ularga bevosita ta'sir qilibgina qolmay, balki mahsulotlarga ishlov berish, dezinfektsiyalab, muhit havosini zararsizlantirishda, texnologik jarayonda ishlatiladigan suvni zararsizlantirishda, jihozlarni (idishlarni), ishchilarning maxsus kiyimlarini, hamda sovutish kameralarining devorlari va shiplarini zararsizlantirib ham mahsulotlarning saqlanish muddatini oshirishga yordam beradi.

Ionlantiruvchi nurlanishlar. Ionlantiruvchi nurlanish qishloq xo'jaligida oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun ishlov berishning yangi va eng mukammal usullaridan biri bo'lib hisoblanadi. Bu turdagi nurlanish natijasida mikroorganizmlarning o'lish jarayoni hozircha to'liq o'rganilmagan. Tirik to'qimalarning parchalanishini esa zaryadlangan zarrachalarning ta'siri deb qaraladi. Bundan tashqari, nurlanish natijasida hosil bo'lgan kuchli bakteritsid ta'sirli ionlashtirilgan muhit, mikroorganizmlarga ta'sir qiladi.

Ionlantiruvchi nurlanish natijasida fermentativ jarayonlar sekinlashadi yoki batamom to'xtaydi. Lekin fermentlar bu usulga mikroorganizmlarga qaraganda ancha barqarordir. Fermentlarning

parchalanishi yoki faolligini yo'qotishi uchun mikroorganizmlarga ta'sir ettirilganidagiga nisbatan bir necha marta katta dozadagi nurlantirish kerak bo'ladi.

Izotoplar radioaktivligining o'lchov birligi Kyuri yoki Kilo-kyuri bo'lib, nurlanish miqdori esa – Ferlarda o'lchanadi. 1 Fer – bu rentgenning fizik ekvivalenti yoki 1 g material yutgan nurlanish energiyasi miqdoriga teng bo'lgan fizik kattalik bo'lib, u 83 ergga tengdir.

Nurlanish energiyasi miqdorini tanlashda nurlantirilgan mahsulotlarda boradigan intensiv jarayonlar ta'sirida bo'ladigan o'zgarishlarni hisobga olish kerak. Masalan : go'shtda qora rang, o'ziga xos hid va ta'm, baliqda esa yoqimsiz ta'm paydo bo'ladi. Bunda ayniqsa yoglarda ko'p salbiy o'zgarish ro'y beradi.

Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini kichik ionlantiruvchi dozalarda (masalan, 10^5 Ferga yaqin) ishlov berish – radiopasterizatsiya deyiladi. Radiopasterizatsiya jarayoni sovutish yoki muzlatish jarayonlari bilan birga qo'llanilganda juda yaxshi natijalar beradi.

Karbonat angidrid CO_2 . Chorvachilik mahsulotlarini saqlashda karbonat angidridni sovuqlik bilan birga qo'llanilganda yaxshi natijalar bergani uchun undan ko'pincha qo'shimcha vosita sifatida foydalaniladi. CO_2 havoning har xil konsentratsiyali aralashmalarida gaz holida ishlatiladi. Havoning harorati va CO_2 ning konsentratsiyasini to'g'ri sozlash natijasida mahsulotlarning saqlash muddati $1,5 \div 2$ marta oshirilishi mumkin. Karbonat angidrid mikroorganizmlarning, asosan mog'or zamburuglari (плесневые грибы) va bakteriyalarning hayot faoliyatini to'xtatadi.

Yog'larda CO_2 ning yuqori eruvchanlik xossasi tufayli muhit tarkibidagi kislorod miqdori kamayadi va bu bilan oksidlanish jarayoni sekinlashadi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, CO_2 ning oz miqdordagi konsentratsiyalarida ham yog'larning oksidlanish jarayoni sezilarli darajada sekinlashadi. Saqlash xonalaridagi CO_2 miqdorining ortishi mahsulotlarning nafas olishiga ham bog'liq. Buning natijasida xonalardagi kislorod miqdori kamayadi va mahsulotlarning nafas olishi qiyinlashadi. Mahsulotlarning buzilishida sodir bo'ladigan jarayonlar, kimyoviy tarkibining o'zgarishi va saqlanishi ularning nafas olishiga bog'liq. Mahsulotlarning nafas olishiga to'siqinlik qilishi natijasida CO_2 ularning saqlanish muddatini orttiradi.

Mahsulotlarni saqlashda karbonat angidrididan quyidagicha foy-

dalaniladi. Mahsulotlar maxsus omborxona, konteynerlar yoki idishlarga joylanadi va ularga maxsus ballonlarda saqlanadigan karbonat anhidrid gazi yoki qattiq holatdagi CO_2 – “quruq muz” solinadi. Qattiq holatdagi CO_2 saqlash davrida gazga aylanadi. Statsionar omborxonalar germetik qilib quriladi. Konteyner va idishlar ham germetik, gaz o'tmaydigan qilib tayyorlanadi. Konteyner va idishlar har xil materiallardan: metall, yog'och, plastmassa, karton va shu kabilardan yasaladi. Ular germetik bo'lishi uchun gaz o'tkazmaydigan plyonkalar bilan yoki maxsus tarkib bilan qoplanadi. Mahsulotlarni temir yo'llarda tashish uchun izotermik konteynerlardan foydalaniladi.

Karbonat anhidridli muhitdan oddiy muhitga chiqarilganda mahsulotlardan CO_2 gazi ajraladi, ya'ni desorbsiya hodisasi yuz beradi.

Ozon. Ma'lumki ozon molekulasida uchta kislorod atomidan iborat bo'ladi. Bulardan biri osonlik bilan ajralib chiqib, kuchli oksidlash qobiliyatiga ega bo'ladi. Ozonning bu xususiyatidan turli texnik maqsadlarga foydalaniladi, shu jumladan sovutish kameralarida oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda ham bakteriostatik effekt hosil qilishda ishlatiladi. Bu yo'nalishdagi ko'p izlanishlar va tajribalar shuni ko'rsatadiki, ko'pgina hollarda ozondan foydalanish sovutish kameralaridagi yomon hidlarning zararsizlanishi va yo'qolishi uchun yaxshi natija beradi. Ozonning ma'lum konsentrat-siyalaridan foydalanilganda mahsulotdagi va u saqlanayotgan xonalar havosidagi bakteriyalar hamda zamburuglarning rivojlanishi kamayadi va yo'qoladi.

Tajribada ozondan asosan mahsulotlarni saqlash kameralarini tayyorlash maqsadida foydalaniladi. Kamera avval ayrim kimyoviy moddalar yordamida dezinfektsiyalanadi, keyin esa ozon yordamida har xil hidlar yo'qotiladi. Dezinfektsiyalashning asosiy choralaridan biri ozon bilan ishlov berishdir. Bu holda uning konsentrat-siyasini oshirish kerak. Bo'sh kameralarni dezinfektsiyalashdagina ozondan foydalaniladi. Bo'sh kameralarni ozonlashda havo harorati 0°C , nisbiy namligi 90% va ozonning konsentrat-siyasi $20 - 25 \text{ mg/m}^3$ bo'lishi kerak. Bu sharoitda mikroorganizmlardan to'liq tozalash uchun 3 sutka kerak bo'ladi. Agar ozonning konsentrat-siyasi 40 mg/m^3 ga yetkazilsa, havoni tozalash vaqti 2 sutka-gacha kamayadi.

Ozonning konsentrat-siyasi havoda 2 mg/m^3 dan oshsa, u

odam organizmi uchun zararlidir. Shu sababli ozon bilan ishlov beriladigan joylarda odam bo'lmisligi kerak, yoki ozondan himoyalovchi niqob bo'lishi shart. Demak 2 mg/m^3 dan ortiq bo'lgan konsentratsiyali kameralarga niqobsiz kirmaslik lozim. Ozonni ishlatish maqsadida maxsus ozonatorlar olinadi. Ozonatorda uchqun (iskra) bermaydigan tinch elektr zaryadi hosil qiluvchi yuqori kuchlanish ta'sirida havo kislorodidan ozon olinadi. Sovutish tajribalarida va unda ozondan foydalanishda ikki xil ozonator qo'llaniladi: statsionar va harakatlanuvchi ozonatorlar.

Antibiotiklar . Hozirgi paytda yuzlab har xil antibiotiklar mavjud. Tibbiyotda antibiotiklardan keng va samarali foydalaniladi. Ulardan ba'zi birlarini oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun qo'llash maqsadga muvofiqdir. Ko'plab ishlanishlar natijasida antibiotiklarni qo'llash, masalan biomitsindan foydalanish baliq, go'sht, parrandalar va boshqa tez buzuluvchi mahsulotlarning saqlanish muddatini oshirishda yaxshi natijalar berishi aniqlangan.

Antibiotiklarning ozgina miqdorini qo'llash bakteriyalarning rivojlanishini to'xtatadi, shu sababli konservalashda ular sovuqlik bilan birga qo'llaniladi. Bu sharoitda, ya'ni antibiotiklar sovuqlik bilan birga qo'llanilganida mahsulotlarning saqlanish muddatini uzaytirishi mumkin, lekin qo'llanilayotgan antibiotiklar miqdorini kamaytirish talab etiladi. Chunki antibiotiklarning qimmat ekanligi va mahsulotlarning mikroblar buzilishi sababli, ularni qo'llash sanitariya-gigiyena nuqtai nazaridan chegaralab qo'yilgan. Buning sabablaridan biri ko'pchilik antibiotiklarning yuqori haroratga barqarorligidir. Shuning uchun ular mahsulot tarkibida bo'lib, harorat ta'sirida parchalanmaydi, ammo tarkibida antibiotik bo'lgan mahsulotlarni uzluksiz iste'mol qilish inson sog'lig'iga zarar yetkazishi mumkin. Masalan, oshqozonning buzilishi va avitaminoz hamda boshqa kasalliklarga olib kelishi mumkin.

Nazorat savollari :

1. Oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish texnologiyasining asosiy jarayonlari.
2. Oziq-ovqat mahsulotlarining sifati va oziqaviy qiymatining o'zgarishiga ta'sir qiluvchi asosiy jarayonlar .
3. Oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish usullari va muhitlari. Sovutish jarayonining davomiyligi va unga ta'sir qiluvchi omillar .
4. Oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish usullari va muhitlari . Muz-

- latish jarayonining davomiyligi va unga ta'sir qiluvchi omillar .
5. Sovutilgan va muzlatilgan oziq-ovqat mahsulotlarini statsionar sovutgichlar va savdo sovutgichlarida saqlash sharoitlari va usullari .
 6. Oziq-ovqat mahsulotlarining tez buzilishiga olib keluvchi faktorlarni tavsiflab bering .
 7. Konservlashning qanday usullarini bilasiz ?
 8. Evtektik massa, evtektik harorat, evtektik konsentratsiya tushunchalarini yoritib bering .
 9. Eng universal sovutish usuli qanday usul ?
 10. Go'sht, parranda, tuxum, baliq va sut mahsulotlarini sovutish qanday rejimlarda amalga oshiriladi ?
 11. To'la muzlash haroratning qanday qiymatlarida amalga oshadi ?
 12. Mahsulotlarga ishlov berishning hozirgi zamon qo'shimcha vositalari deyilganida nimalarni tushunasiz ?
 13. Ultrabinafsha nurlar ta'sirida mahsulotlarni sovuqlik bilan ishlov berish va saqlashning o'ziga xos xususitatlari .
 14. Ionlantiruvchi nurlanish bilan ishlov berish usulining mohiyati .
 15. Oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda karbonat angidridni sovuqlik bilan birga qo'llashning o'ziga xos xususitatlari .
 16. Mahsulotlarni ozon ta'sirida ishlov berish va sovuqlik bilan saqlashning mohiyati .

17. Oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda innovatsion texnologiyalarni qo'llash

***Tayanch iboralar :** iste'molchilar, sovutish, muzlatish, saralash, qadoqlash , rekonstruksiya , modernizatsiya , sovutgichli omborlar .*

Respublikamiz bozorlarida mevalar ko'paygan sari, uni nobud qilmasdan, sifatini pasaytirmasdan, iste'molchilarga yetkazib berish hozirgi kunda ham dolzarb masalalardan biri bo'lib kelmoqda. Bu masala mevalarni o'z vaqtida sifatli terib olishni, saralash, qadoqlash va innovatsion texnologiyalarni qo'llab, sifatli saqlash hamda iste'molchilarga yetkazish jarayonlarini o'z ichiga oladi. Ma'lumotlarga ko'ra rivojlanayotgan mamlakatlarda yetishtirilayotgan hosilning 25 dan 40 % gacha qismi nobud bo'lishi aynan shu jarayonlarning to'g'ri tashkil etilmaganligidan deb hisoblanmoqda.

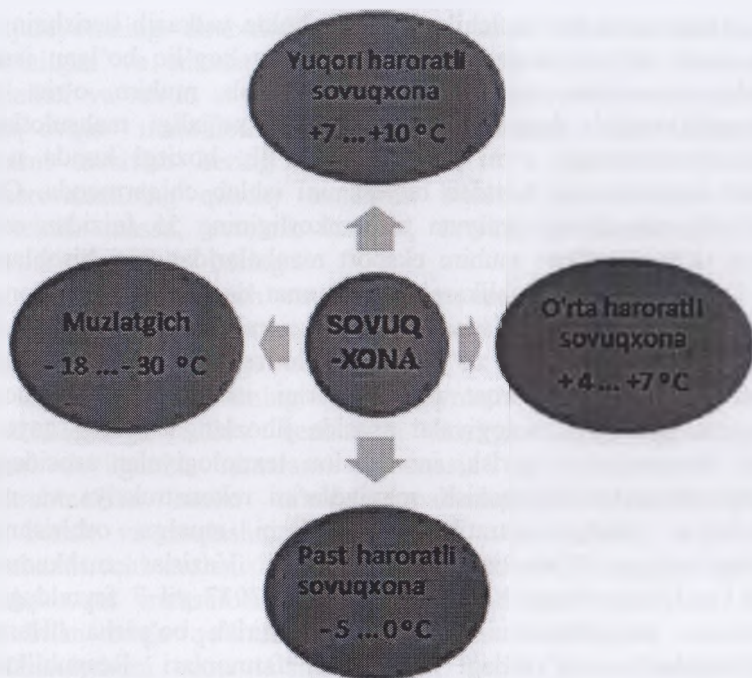
Mevalarni iste'molchilarga sifatli holda yetkazib berishning asosiy omili bo'lgan saqlash va saqlash bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarda innovatsion texnologiyalarni qo'llash muhim o'rin tutadi. Respublikamizda bugungi kunda qishloq xo'jaligi mahsulotlarining iqtisodiyotimizdagi o'rni juda katta bo'lib, hozirgi kunda u yalpi ichki mahsulotning to'rtidan bir qismini ishlab chiqarmoqda. Qishloq xo'jalik mahsulotlari valyuta tushumkorligining 55 foizidan ortiqrog'ini ta'minlaydigan muhim eksport manbalaridan biri hisoblanadi.

Bu borada respublikamizda hukumat darajasida bir qator ishlar olib borilmoqda, jumladan davlatimiz rahbarining kelgusi 5 yil muddat ichida qishloq xo'jalik mahsulotlarini chuqur qayta ishlash, yarim tayyor oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish bo'yicha eng zamonaviy texnologiyalar asosida jihozlangan yangi qayta ishlash korxonalarini qurish, innovatsion texnologiyalar asosidagi sovutgichli omborlarni qurish, mavjudlarini rekonstruksiya va modernizatsiya qilishga qaratilgan loyihalarni amalga oshirishni o'z ichiga olgan O'zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasining 2011 yil 7 apreldagi 105 sonli qarori va 2017 yil 7 fevraldagi O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha "Harakatlar strategiyasi" to'g'risidagi Prezident farmonlari Respublikamizda innovatsion texnologiyalar qo'llangan zamonaviy turdagi sovuqxonalarni tashkil etish va qo'llanilayotgan ilmiy-uslubiy yondashuvlar ichki va tashqi bozorlarni bir maromda ta'minlashini amalga oshiradi.

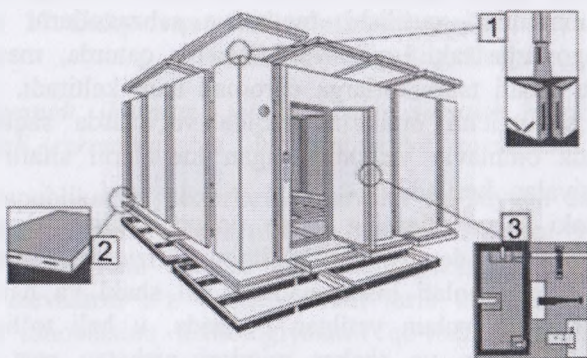
Innovatsion texnologiyalar asosida qurilgan sovutgichli meva va sabzavot omborlari qurilishi, meva va sabzavotlarni yil mobaynida talabgorlarga taklif qilinishi bilan bir qatorda, mavsumdan tashqari sotish orqali tadbirkorlarga daromad ham keltiradi.

Matnda sovutgichli omborlar haqida va ularda saqlanadigan respublikamizda ommaviy yetishtiriladigan mevalarni sifatli saqlash bo'yicha tavsiyalar beriladi.

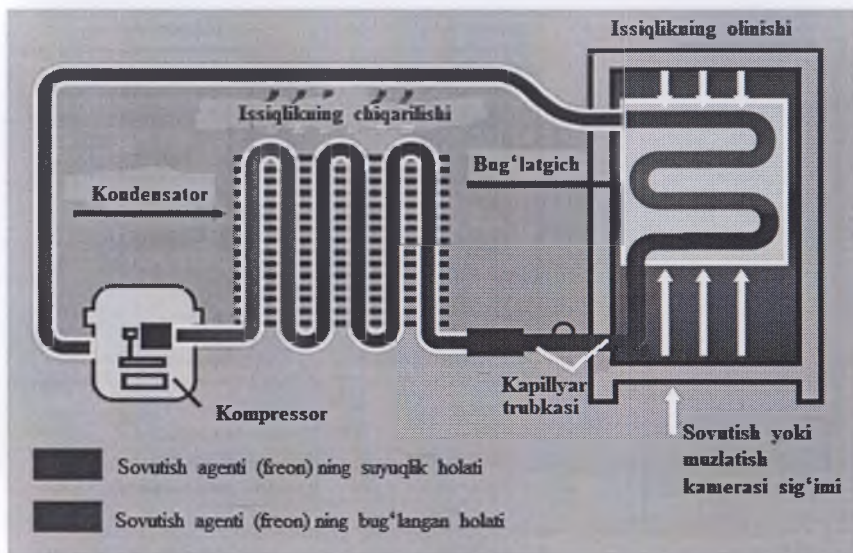
Meva yoki sabzavotlarning uzish uchun yetilishi davri (yoki "bozorbop" yetilishi) deyilganida hosilning "fiziologik" pishishiga 3 – 10 kun qolgan holati hisoblanadi. Hosil shakl va hajmi bo'yicha iste'mol qilish uchun yetilgan bo'lsada, u hali to'liq pishib yetilmagan, o'zi qattiq va shakar miqdori nisbatan past bo'ladi. Ayrim mahsulotlarda, bozorbop pishish fiziologik pishishi davri bilan mos kelishi mumkin.



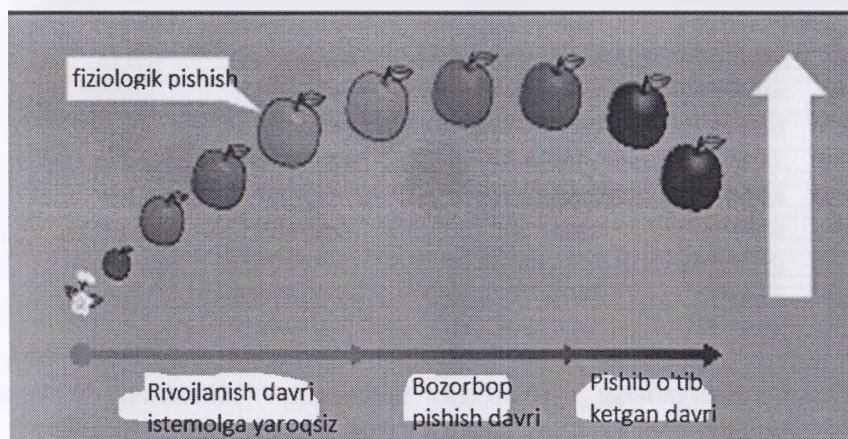
17.1 – chizma. Sovuqxona turlari



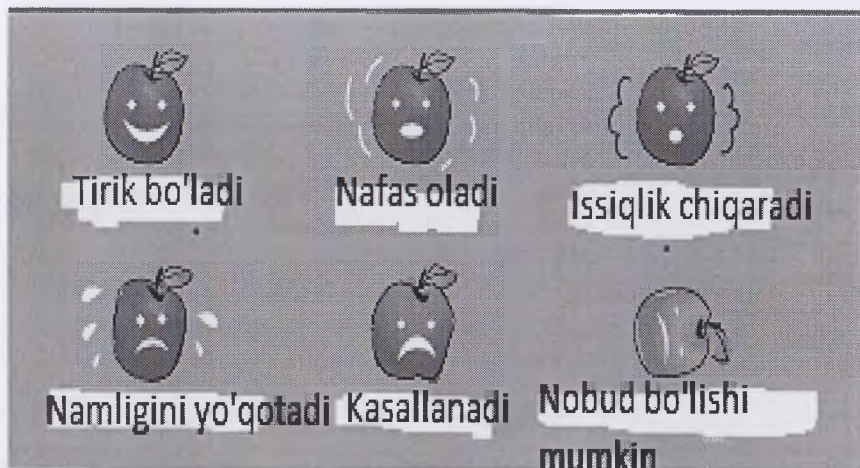
17.2 – chizma. Sovuqxonaning umumiy ko'rinishi



17.3 – chizma. Sovutish agregatlarining ishlash jarayonlari



17.4 – chizma. Meva va sabzavotlarning pishish davri



17.5 – chizma. Meva va sabzavotlarning pishish davridagi xususiyatlari

Quyidagi jadvalda mahsulotlarning etilen ajratib chiqarishi va etilenga nisbatan ularning ta'sirchanlik darajasi keltirilgan.

17.1 – jadval

Ayrim mahsulotlarning etilen va hid chiqarish darajasi, hamda etilen va hidga ta'sirchanligi darajasi					
t/r	Mahsulot turi	Etilen chiqarish darajasi	Etilenga ta'sirchanligi	Hid chiqarish darajasi	Hidga ta'sirchanligi
1	Gilos	Past	Past	Past	Yuqori
2	O'rik	Yuqori	Yuqori	Past	Past
3	Shaftoli	Yuqori	Yuqori	Yuqori	Past
4	Olma	Yuqori	Yuqori	Yuqori	Yuqori

Uzilgandan so'ng, yetilish, rivojlanish davom etib pishadigan xususiyatlarga ega bo'lgan mevalarni – klimakteriy mevalar va faqat daraxt (o'simlik) shoxida rivojlanib pishadigan mevalarni – no-klimakteriy mevalar deb ataladi. Bizdagi mahsulotlar 2 guruhga ajraladi :

17.2 – jadval

Klimakteriy va no-klimakteriy mahsulotlar	
Klimakteriy	No-klimakteriy
O'rik	Gilos
Shaftoli	Uzum

Olma	
Xurmo	
Manba:FAO Agricultural Services Bulletin 151:Manual for the preparation and sale of fruits and vegetables : From field to market , 2004	

GILOS

(Gilos haqida boshqa manbalarda yetarlicha ma'lumot berilganligi bois, bu yerda faqat uning xaridorgir ko'rsatkichlari haqida ma'lumot berilgan.)

Gilos dunyoning 60 dan ortiq issiq iqlimli o'lkalarida yetishtiriladigan mevali daraxtdir. 2011 yilda dunyoda 2,24 mln. tonna gilos yetishtirilgan. Turkiya, AQSH va Eron, shuningdek, MDH davlatlaridan Rossiya Federatsiyasi hamda Ukraina gilos yetishtiradigan davlatlar qatoriga kiradilar. 2011 yil natijalariga ko'ra O'zbekiston gilos yetishtirish bo'yicha dunyoda 7-o'rinni egallagan (jadval-17.3).

17.3 – jadval

Davlat	Ishlab chiqarish hajmi (ming tonna, %)		Davlat	Hosildorligi (tonna/gektar)
	2011			
Turkiya	438,550	19,6	Sloveniya	34,15
AQSH	303,363	13,5	Shveysariya	24,84
Eron	241,117	10,8	Ruminiya	11,94
Italiya	112,775	5,0	Turkiya	9,69
Ispaniya	101,729	4,5	O'zbekiston	9,43
Avstriya	92,520	4,1	AQSH	8,84
O'zbekiston	82,000	3,7	Eron	8,40
Ruminiya	81,842	3,7	Xorvatiya	8,19
Rossiya	76,000	3,4	Falastin	6,95
Ukraina	72,800	3,2	Armaniston	6,94
Suriya	62,195	2,8	Germaniya	6,94
Chili	61,088	2,7	Kanada	6,74
Fransiya	48,082	2,1	Belgiya	6,56
Gretsiya	44,200	2,0	Meksika	6,65
Qozog'iston	10,000	0,4	Belorussiya	5,83
Moldaviya	8,485	0,4	Ukraina	5,82
Armaniston	7,532	0,3	Qoizog'iston	5,59
Ozarbayjon	6,347	0,3	Rossiya	4,75

Qirg'iziston	6,000	0,3	Gruziya	3,86
Boshqalar	383,866	17,1	Ozarbayjon	3,84
Jami	2.240,491	100		

Ya'ni bu mamlakatlarning ob-havosi, iqlim sharoiti, yetishtirilayotgan hosilning hajmi mahsulotining narxini belgilashda katta ahamiyatga ega.

Gilos tez buziladigan mahsulotlar guruhiga kirib, u uzilgandan keyin tez orada xaridorgir xususiyatlarini yo'qotishni boshlaydi. Shu tufayli gilos saqlash uchun juda nozik mahsulot hisoblanadi.

O'zbekistonda yetishtiriladigan navlarning umumiy tavsifi va mahsulot sifatini belgilab beruvchi **tashqi omillar** quyidagicha (jadval-17.4).

17.4 – jadval

Navi	Diametri, mm			Massasi, gr.		Dana gi %	Bandi (plodo- nojka) %
	...dan ..gacha	O'rta- cha	kami- da	...dan ..gacha	O'rta- cha		
Qora Napoleon (o'rtapishar)	17 – 29	23,1	7	4,5 – 5,8	4,8	6,6	1,8
Bahor (ertapishar)	17 – 31	24,1	7	4,5 – 6,8	5,8	6,6	1,8
(kechki- pisharlari)	17 – 31	24,1	7	4,5 – 6,8	5,8	6,6	1,8

Gilos sifatini belgilab beruvchi **ichki omillar** quyidagicha (jadval-17.5).

17.5 – jadval

Navi	Quruq modda- si, %	Qand miqdo- ri, %	Umumiy kislotalik darajasi	Pektin modda- lari	P-aktiv modda- lar, mg %	Askor- bin kis- lotasi, mg %
Qora Napoleon (o'rtapishar)	16,0	10,84	0,62	-	-	22
Bahorgi (ertapishar)	19,1	13,8	0,33	-	-	15
(kechki- pisharlari)	15,7	16	0,61	-	-	-

Serquyosh O'zbekistonda yetishtirilayotgan gilolar shifo– baxsh shiraga boyligi va ularda qand miqdori yuqori bo'lganligi sababli, yetishtirilayotgan boshqa turdosh mevalardan ancha farq qiladi va bu bilan birga bozorda o'ziga xos o'rin egallaydi. Gilos– ning sifatini belgilab beruvchi omillarning eng asosiysiga uning bandi kiradi (saralangan turlarda u uzun bo'ladi). Gilosni bozorga olib chiqqanda uning bandi rangi ko'k, mevasi esa to'q qora yoki to'q qizil, pushti rangda, sersuvlik darajasi yuqori bo'lishi lozim.

Gilosning asosiy pishish davri may – iyun oylariga to'g'ri keladi. Bu davrda soyadagi ertalabki o'rtacha harorat +12,20°C, kun davomida esa +20,25°C haroratni tashkil etadi. Uzilgan mahsulot– ning o'rtacha harorati 24°C ni tashkil etadi. Hosilni yig'ish va yuklab, jo'natish uchun sarflanadigan vaqt va harorat nisbati e'tiborga olinib, unga sun'iy ravishda mikroiklim yaratiladi.

Gilosning etilen moddasini ajratishi va unga nisbatan ta'sirchanlik darajasi past bo'lsa ham, lekin hidga ta'sirchanligi yuqori bo'ladi.

O'zbekistonda yetishtiriladigan "Qora Napoleon" gilolar navi sovuqqa chidamliligi bilan ajralib turadi. Ammo gilolar uzoq muddatli saqlash xususiyatiga ega emas, uni faqat qisqa muddat saqlash mumkin xolos. Gilos "bozorbop" pishgan davrida bandi bilan uzib olinadi. Uni terminal (vaqtincha bir joyda yetarlicha hajmda yig'ib, saralab va sovitib chiqarib yuborish) usuli asosida 10 kun, ayrim holatlarda 2–3 haftagacha saqlab turish mumkin.

O'RIK

(O'rik haqida boshqa manbalarda yetarlicha ma'lumot berilgani bois, bu yerda o'rikning faqat xaridorgir ko'rsatkichlari haqida ma'lumot berilgan).

O'rik issiq iqlimli mintaqalarda o'sadigan mevali daraxt bo'lib, 60 dan ortiq davlatlarda yetishtiriladi.

2011 yilda dunyoda 3,83 mln. tonna o'rik yetishtirilgan. Turkiya, O'zbekiston va Italiya, shuningdek qo'shni davlatlar orasida Ukraina hamda Rossiya Federatsiyasi asosiy o'rik yetishtiruvchilar hisoblanadi. O'rik yetishtirish bo'yicha 2011 yil natijalariga ko'ra O'zbekiston dunyoda 3 – o'rinni egallaydi, MDH davlatlari orasida esa 1 – o'rinni egallaydi (jadval–17.6). Mamlakatimizda 2011 yil natijasiga ko'ra, o'rik yetishtirilishi 2005 yilga nisbatan 2 barobar oshgan (jadval – 17.6).

O'rik yetishtiriladigan davlatlardagi ob-havo mahsulot narxini belgilashda muhim ahamiyatga ega. O'rta Osiyoda yetishtirilayotgan o'rik mevasi hajmi jihatidan kichik bo'lsa ham (O'zbekiston bundan mustasno), tarkibida qand miqdori ko'pligi bilan ajralib turadi.

O'rik gilos kabi uzilganidan so'ng tez yetilib, tez ayniydigan mahsulotlar guruhiga kiradi. Mevalarni uzgandan so'ng, iloji boricha ularni o'z vaqtida sovutish maqsadga muvofiq bo'ladi. Uzilgan hosilning yetilishi, rivojlanishi va tez aynishi jarayonini nisbatan past haroratli iqlimda sekinlashtirish mumkin. O'zbekistonda yetishtiriladigan o'rik navlarining umumiy tavsifi yoki tashqi omillari quyidagicha (17.7 – jadval) :

17.6 – jadval

Davlat	Ishlab chiqarish hajmi (ming tonna, %)		Davlat	Hosildorligi (tonna gektariga)
	2011		2011	
Turkiya	676,138	17,6	Sloveniya	18,57
Eron	452,988	11,8	Misr	15,47
O‘zbekiston	356,000	9,3	Turkmaniston	15,34
Italiya	263,132	6,9	Gretsiya	13,80
Jazoir	205,000	5,3	Italiya	13,43
Pokiston	189,420	4,9	Ruminiya	13,24
Fransiya	154,980	4,0	Ukraina	12,89
Marokko	132,523	3,5	AQSH	12,31
Ukraina	119,900	3,1	Shveysariya	12,24
Yaponiya	106,900	2,8	Turkiya	11,33
Misr	96,643	2,5	Fransiya	11,15
Xitoy	88,010	2,3	Marokko	10,45
Ispaniya	86,889	2,3	O‘zbekiston	9,75
Gretsiya	82,800	2,2	Eron	9,03
Rossiya	60,000	1,6	Ozarbayjon	7,35
Armaniston	49,357	1,3	Yaponiya	6,44
Turkmaniston	36,091	0,9	Jazoir	6,41
Tojikiston	25,000	0,7	Pokiston	6,39
Ozarbayjon	18,680	0,49	Armaniston	6,38
Qirg‘iziston	18,200	0,47	Xitoy	3,67
Boshqalar	615,824	16,06	Ispaniya	4,64
Jami	3.834,475	100		

O'rik sifatini belgilab beruvchi tashqi omillar			
	Navi	Diametri, mm	
		...dan-...gacha	Kamida, mm
1	Subxoni (kech pishar)	23 – 31	17
2	Shalax (erta pishar)	17 – 25	17
3	Isfarak (o'rta pishar)	23 – 31	17
4	Yubileyniy Navoi (kech pishar)	38 – 46	17
5	Guliston (kech pishar)	40 – 46	17

Mahsulot sifatini belgilab beruvchi ichki omillar quydagicha:
17.8 – jadval

O'rik sifatini belgilab beruvchi ichki omillar							
T / r	Navi	Quruq mod-dasi, %	Qand miqdori	Umumiy kislotalik darajasi	Pektin moddalar	P-aktiv moddalar, mg %	Askor -bin kislotasi, mg %
1	Subxoni (kech pishar)	27,1	16,97	0,64			
2	Shalax (erta pishar)	13,7	09,8	0,70	0,54	50	
3	Isfarak (o'rta pishar)	26,6	15,48	0,90	0,96		

Mahsulotning sersuvlik miqdori va o'ta shirali, "bozorbop" pishgan paytida uzilganda rangi och sariq, pishganda to'q sariq rangda bo'ladi. Xaridorgir mahsulotlarda, dog'lar bo'lmasligi, mavjud qizil dog'lar esa umumiy miqdorining 5 foizidan oshmasligi kerak.

Pishish davri iyun oyining boshidan iyul oyining oxirigacha davom etadi. Mavsum boshida harorat soyada o'rtacha +25...+30°C va mavsum oxirida +30...+40°C ni tashkil etadi. Terimni ertalabdan, harorat soyada +20...+25 °C ga yetganda boshlash ma'qul. Mahsulotni yuklash va saqlash jarayonida, sun'iy mikroiqlim yaratilishida yuqorida qayd etilgan haroratlarni inobatga olish lozim. Saqlash paytida mahsulotning o'zidan etilen moddasi ajralishi va etilenga ta'sirchanligini inobatga olish, hamda bu omilni nazarda tutish kerak. O'rikning hid chiqarishi va hidga ta'sirchanlik darajasi past.

Shuni ta'kidlab o'tish joizki, yuqorida qayd etilgan o'rik navlaridan "shalax" navi o'z xususiyatlarini nisbatan uzoq saqlay oladi va uning mevasini pishganda uzib olib, eksport qilish mumkin. Bu davrda uzilgan mevani sun'iy sovutish uning yetilishini sekinlashtiriladi. Ichki bozorga kelsak, pishgan o'rik saharda uzilib, bozorga yetkazilsa va shu kuniyoq iste'mol qilinsa yaxshi bo'ladi. Chunki, sovutish kerakli natija bermasligi sababli meva o'z xususiyatlarini yo'qotishi mumkin. Umuman olganda o'rikning boshqa navlari ham uzoq saqlanish xususiyatiga ega emas. Hozirgi kunda ko'pi bilan terminal usuli asosida o'rik mevalarini 10 kungacha saqlab turish mumkin.

OLMA

(Olma haqida boshqa manbalarda yetarlicha ma'lumot berilganligi bois, bu yerda uning faqat xaridorgir ko'rsatkichlari haqida ma'lumot berilgan.)

Olma issiqsevar mevalar qatoriga kiradi va iliq iqlim sharoitidagi 93 mamlakatda, MDH hududida asosan O'rta Osiyo, Kavkaz, Moldaviya, Rossiyada (Qrimda) yetishtiriladi. Bu meva, jumladan O'zbekiston va Tojikistonda ham ko'plab yetishtiriladi.

17.9 – jadval

Davlat	Ishlab chiqarish hajmi (ming tonna, %)		Davlat	Hosildorligi (tonna / gektar)
	2011		2011	
Xitoy	35 987,221	47,6 %	Avstriya	90,36
AQSH	4 235,576	5,6 %	Yangi Zelandiya	48,67
Hindiston	2 874,141	3,8%	Fransiya	44,40
Turkiya	2 647,235	3,5%	Italiya	42,41
Polsha	2 495,964	3,3%	Isroil	40,83
Italiya	2 420,329	3,2%	Braziliya	35,17
Fransiya	1 890,882	2,5%	Chili	33,37
Eron	1 663,976	2,2%	AQSH	31,94
Braziliya	1 361,435	1,8%	Germaniya	28,42
Rossiya	1 210,164	1,6 %	Argentina	26,32
Chili	1 172,347	1,5%	Turkiya	18,82
Argentina	1 096,711	1,5%	Xitoy	17,54
Ukraina	983,259	1,3%	Eron	12,38
Germaniya	907,623	1,2 %	Turkmaniston	11,30
O'zbekiston	756,352	1,0 %	O'zbekiston	11,13

Avstriya	529,446	0,7 %	Ukraina	9,07
Ozarbayjon	226,905	0,3 %	Ozarbayjon	8,88
Tojikiston	189,088	0,2 %	Armaniston	8,66
Qirg'iziston	151,270	0,2 %	Rossiya	6,38
Qozog'iston	113,452	0,2%	Qirg'iziston	5,76
Boshqalar	12 706,727	16,80 %		
Jami	75 635,283	100 %		

O'zbekistonda olmaning ko'plab navlari yetishtiriladi. Ushbu qo'llanma doirasida biz kuzgi va qishki mavsumda saqlanadigan "Antonovka", "Simirenko", "Nafis", "Besh Yulduz" kabi olma navlarini ko'rib chiqamiz. Ko'rsatilgan navlar yuqori daromadliligi bilan ajralib turadi va eksportbop hisoblanadi. Ichki bozorda ham bu navlar o'z o'rnini topgan.

Ushbu olma navlari ikki guruhga bo'linadi. Birinchi guruhga daraxt shoxida yetiladigan yoki sifat ko'rsatkichlari shoxda shakllanadigan olma navlari kiradi, ikkinchi guruhga esa uzilgandan keyin yetiladigan olma navlari kiradi. O'zbekistonda yetishtiriladigan olma navlarining umumiy tasnifi quyidagilardan iborat.

17.10 – jadval

Olma sifatini belgilab beruvchi tashqi omillar :			
t/r	Navi	Diametri, mm	
		...dan – ...gacha	Kamida, mm
1	Simirenko (Kech pishar)	50 – 67	50
2	Nafis (O'rta pishar)	50 – 67	50
3	Red Delishes (Besh Yulduz) (Kech pisharlari)	50 – 67	50

Olma mahsulotining xaridorgir sifatini belgilab beruvchi ichki omillar quyidagicha .

17.11 – jadval

Navi	Quruq modda – lari , %	Qand miqdori	Umumiy kislotalik darajasi	Pektin modda- lari	P-aktiv modda- lar, mg %	Askorbin kislotasi, mg %
Simirenko (kech pishar)	4,0	9,65	0,48	0,90		13,5

Nafis (o'rta pishar)	4,1	9,37	0,61			
Red delishes (Besh Yulduz) (kech pishar)	5,0	2	1			

Olmalarni ham shoxidan uzayotganda bandi bilan uzish kerak. Uzoq vaqt saqlanishi ayni mevalarga bog'liq bo'ladi. Antonovka va Simirenko navli olmalarning sersuvlik darajasi yuqori va ta'mi juda shirinligi bilan ajralib turadi, rangi uzilganda och-sariq yoki yashil, to'liq pishganda to'q sariq bo'ladi. Saqlanadigan olmalarning qizil dog'lari bo'lmasligi kerak va umumiy hajmining 5 foizidan oshmasligi kerak.

Nafis va Red delishes mahalliy olma navlari uzilayotganda yarim yashil va qizil tusda bo'ladi. Saqlanishi o'rta muddatli, deyarli yangi yilgacha saqlanadi. Olmaning bu navlari kam suvli bo'lganligi uchun "Antonovka" va "Simirenko" olmalariga qaraganda pastroq narxda sotiladi.

Tanlab olingan olma navlarining pishish davri kechki bo'lib, avgust oyining oxiridan oktabr oyigacha cho'ziladi. Shu davrda mavsum boshida o'rtacha harorat soyada 15 – 25°C ni tashkil etganda uzish amalga oshiriladi. Shunda mahsulot sovuqxonaga keltirilganda uning harorati o'rtacha +25°C ni tashkil etadi. Mahsulotni saqlash va uning keyingi yuklab jo'natilishida hamda sun'iy mikroiklim yaratilishida yuqorida ko'rsatilgan haroratlarni inobatga olish lozim.

Olma uzoq muddat davomida saqlanish xususiyatiga ega. Uni kech kuz va qish davrida 90 – 100 kungacha saqlab turish mumkin. Amaliyotda mahsulotlarni may oyigacha saqlab sotilishiga guvoh bo'lish mumkin.

Olma tashqi ko'rinishi bejirim bo'lsada, o'zidan ko'p miqdorda etilen ajratishi va unga nisbatan ta'sirchanligi, hid chiqarish va unga ta'sirchanlik darajasi yuqoriligi bilan ajralib turadi.

Bundan tashqari, Xitoy va Erondan kelayotgan olma mahsulotlari bilan to'laqonli raqobatlashish uchun yuqorida ko'rsatilgan meva navlarini o'sish, ulg'ayish davrlarida to'g'ri parvarishlash kerak.

XURMO

(Xurmo haqida boshqa manbalarda yetarlicha ma'lumotlar berilganligi bois, bu yerda uning faqat xaridorgir ko'rsatkichlari haqida ma'lumot berilgan.)

Xurmo issiqsevar mevali daraxt bo'lib, Xitoy, Italiya, Yaponiya, Ozarbayjon, Isroil, O'rta Osiyo davlatlarida yetishtiriladi. BMT ning oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkiloti (FAO) ning ma'lumotiga ko'ra 2011 yilda eng ko'p xurmo yetishtirilgan davlat Xitoy bo'lgan, O'zbekiston esa 7 o'rinni egallagan.

17.12 – jadval

Davlat	Ishlab chiqarish hajmi, (ming tonna, %)		Davlat	Hosildorligi (tonna gektariga)
2011			2011	
Xitoy	3 259,334	76,0	Italiya	9,55
Koreya	390,820	9,1	Braziliya	18,52
Yaponiya	207,500	4,8	Ozarbayjon	18,47
Braziliya	154,625	3,6	Yangi Zelandiya	16,73
Ozarbayjon	146,084	3,4	Sloveniya	16,26
Italiya	50,236	1,2	Koreya	12,47
O‘zbekiston	41,000	1,0	Meksika	12,39
Isroil	29,271	0,7	O‘zbekiston	11,08
Yangi Zelandiya	2,526	0,1	Yaponiya	9,39
Eron	2,123	0,05	Isroil	9,05
Sloveniya	813	0,02	Eron	8,17
Nepal	757	0,01	Avstraliya	7,38
Avstraliya	642	0,01	Nepal	5,57
Meksika	223	0,01	Xitoy	4,47
Jami	4 285,954	100		

Mazkur davlatlardagi iqlim ob-havosi mahsulot narxining belgilanishiga ta'sir qiladi. MDH davlatlarining orasida ilk mavsumiy mahsulotlar O'zbekiston va Tojikistonda pisha boshlaydi.

Dunyoda xurmoning 200 dan ortiq navlari bor. Xurmo uzilganda qattiq bo'lsada, uzilgandan so'ng tez yetilib, yumshay bosh-

laydi. Buning oldini olish uchun sovuqxonalarda saqlash lozim bo'lgan mahsulotlardan hisoblanadi.

Xurmo o'zining tarkibidagi shiralik miqdori bilan ajralib turadi. Shartli ravishda xurmoni daraxt shoxida yetishtiriladigan va uzilganidan so'ng yetiladigan turlariga ham bo'lish mumkin. Qo'llanmada quyida keltirilgan xurmo navlari bo'yicha kuz va qishki mavsumda saqlash qoidalari bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Ushbu navlar daromadlilik bilan ajralib turadi va eksportbop hisoblanadi. Ichki bozorda ham iste'molchilar orasida ushbu navlar o'z o'mini topgan.

Xurmo navlarini belgilab beruvchi tashqi omillar :

17.13 – jadval

Navi	Diametri, mm	
	...dan – ...gacha	Kamida, mm
Zendji – Meru (“shokolad”) (kech pishar)	50 – 70	50
Xiakume (“Limon” kech pishar)	50 – 70	50

Mahsulot sifatini belgilab beruvchi ichki omillar :

17.14 – jadval

Navi	Quruq moddalar, %	Qand miqdori	Umumiy kislotalik darajasi	Pektin moddalar	P-aktiv moddalar, mg %	Askorbin kislotasi, mg %
Zendji – Meru (shokolad) (kech pishar)	14,3	6,64	0,21	0,22	23	10,7
Xiakume (Limon) (kech pishar)	14,5	9,84	0,12			

Xurmo sifatini belgilab beruvchi omillardan biri uning meva bandi hisoblanadi. Xurmoning bandi bo'lishi uni uzoq saqlashga yordam beradi va mahsulotning holati haqida ma'lumot beradi. Xurmoning **Zendji-Meru (“shokolad”) (kech pishar)** va **Xiakume (“Limon”) (kech pishar)** navlarining sersuvlik darajasi yuqori va o'ta shirinligi, “bozorbop” pishgan davrida uzilganda rangi olovrang (oranjeviy), to'liq pishganda esa to'q sariq rangda bo'lishi bilan tavsiflanadi. Saqlanadigan mevaning dog'lari bo'l-

masligi lozim. Saqlash davrida xurmoning rangi yanada to'qroq bo'ladi, agar mahsulot noto'g'ri saqlansa, meva yumshaydi.

Xurmoning saqlanish muddati o'rta hisoblanadi. Mahsulot yangi mavsumgacha sotilib, to'la iste'mol qilib bo'linadi. Mahsulot hozorga chiqqanda rangi to'q sariq bo'ladi.

Xurmoning pishish davri kechki bo'lib, sentabr oyidan noyabr oyigacha cho'ziladi. Xurmoning terimi davrida mavsum boshida harorat soyada $+20 \dots +25^{\circ}\text{C}$ bo'ladi.

Sovuqxonani tayyorlash

Mikroiqlim yaratilganda mahsulotlar havoning yuqori namligida saqlanishi sababli sovuqxonani doimiy ravishda profilaktika maqsadida tozalab va sterillab turish lozim. Yuqori namlik zararli mikroorganizmlarning (zamburug'larning) rivojlanishi uchun qulay muhit hisoblanadi. Bir mahsulotda paydo bo'lgan kasallik boshqa mahsulotlarga ham o'tib, saqlanayotgan butun hosilni nobud qilishi katta iqtisodiy zarar keltirishi mumkinligini doim esda tutish lozim.

Xona toza bo'lishi va doimiy ravishda shamollatib turilishi lozim. Har bir mahsulot o'zgartirilganda xonalar yuvilib, dezinfeksiya qilinishi shart. Bunda eng samarali va qulay ishlov berish – xonaning eng uzoq qismlaridan boshlab, orqa devorlardan eshik tomonga qarab yuviladi, so'ngra uskuna va oxirida pol yuvilib, uskuna yoqilgan va eshiklar ochiq holda qurutiladi.

Qadoqlarni mavsumga tayyorlashda ham ularni sterillash kerak.

Sovuqxonaning sovutish agregatlari doim ishlatib, ta'mirlab turiladi, shu bilan agregatning mavsumga tayyorligi tekshirib turiladi, bu esa ayni mavsum paytida agregatning buzilib qolishini oldini oladi.

Sovuqxona eshiklari oldiga doimiy ravishda polietilendan (PVX) yasalgan plastik pardalarni o'rnatish qat'iy tavsiya etiladi. Plastik pardalarning mavjudligi energiya tejaliy, xonaga turli xil hasharotlar va issiq havoning kirishiga to'sqinlik qiladi. Ayrim tatqiqodlarga ko'ra, plastik osma pardalarning o'rnatilishi eshikni ochib mahsulotni olib kirish, chiqish vaqtidagi sovuqlikning yo'qotilishini 80% ga kamaytiradi. Bu esa sovutish uchun ketadigan xarajatlarni kamaytirish demakdir. Eshiklarga plastik pardalar osilmagan bo'lsa, sovuq havo xonani bir zumda tark etib, o'rni issiq havoga bo'shatadi. PVX pardalar eni 15 – 20 sm tasmalar shaklida kesilib, har bir tasma yonidagisini 33 – 50% darajada qoplaydigan qilib, uzunasiga osib qo'yiladi.

Har bir mahsulot o'zining xususiyatiga ko'ra aniq harorat va namlik darajasini talab qiladi va saqlash muddatining chegarasiga ega. Shuning uchun mevaning xususiyatlarini e'tiborga olib, uni qisqa yoki uzoq muddat saqlash uchun tayyorlanadi. Bir haftadan kam bo'lgan qisqa muddatli saqlashdan tashqari boshqa hollarda, turli meva va sabzavotlarni birgalikda saqlash tavsiya etilmaydi.

Saqlash davrining davomiyligidan tashqari, saqlashda doimiy ravishda nazorat qilib boriladigan omillar mavjud. Ularga harorat, namlik va havoning harakat tezligi kiradi.

Haroratning ta'siri. Mahsulotning nafas olishi va yetilishi, rivojlanishini sekinlashtirish uchun havoning harorati pasaytiriladi va mahsulot past haroratda saqlanadi. Har bir mahsulot uchun belgilangan optimal (mos) harorat mavjud.

Namlikning ta'siri. Barcha turdagi mahsulotlarimiz tarkibida ko'p miqdorda suv mavjud bo'lganligi uchun, xonaga namlik darajasini to'g'ri tutib turish talab etiladi. Agar xonada namlik darajasi past bo'lsa, mahsulot suvsizlana boshlaydi va uning shakli o'zgarib, vazni va sersuvlik miqdori kamayib, u o'zining sifat xususiyatlarini yo'qota boshlaydi.

Havo oqimi tezligining ta'siri. Mahsulotni sovutib olib, uni saqlashda yetarlicha sovuq havo va namlik mavjud bo'lishi uchun, mahsulotni xonada imkon qadar havo aylanishiga xalaqit bermaydigan qilib joylashtirish lozim.

Oldindan (dastlabki) sovutish jarayoni

Mahsulotni sovuqxonaga saqlash uchun joylashtirishdan oldin uning haroratini tez pasaytirish tavsiya etiladi. Buning uchun mahsulotlar terib, qadoqlangandan so'ng, uni dastlabki 8 soat ichida maxsus moslamadan foydalanib sovutiladi.

Dastlabki sovutish juda muhim jarayon bo'lsa ham, afsuski bizning mamlakatimizda bu amaliyot keng qo'llanilmaydi. Dastlabki sovutish mahsulotning xususiyatlarini saqlab qolish davrini 7 – 14 kunga uzaytiradi.

Dastlabki sovutishdan asosiy maqsad, mahsulotni terib olib, sovuqxonaga joylashtirishdan oldin, uning tabiiy holatdagi haroratini qisqa vaqt ichida pasaytirishdan iborat. Dastlabki tez sovutish texnologiyalari turlicha bo'lib, ulardan biri sovuq havoni jadal aylantirishdir. Oldindan sovutilgan va daladan to'g'ridan-to'g'ri keltirilib, sovutilmay joylashtirilgan mahsulotlarning talab darajasidagi haroratga keltirilishiga ketadigan vaqtning farqi 4 – 10

martagacha bo'lishi mumkin. Gilosning terim paytidagi harorati $+26^{\circ}\text{C}$ bo'lsa, uni saqlash uchun talab qilinadigan harorat $0...+4^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi. Agar 500 kg gilosni daladan uzib, to'g'ridan-to'g'ri sovuqxonaga joylashtirilsa, uning harorati $0...+4^{\circ}\text{C}$ gacha shartli ravishda pasayishiga 48 soat vaqt sarflanadi. Dastlabki sovutish jarayoni qo'llanilganida esa gilos haroratini 12 soat ichida $+4...+6^{\circ}\text{C}$ ga tushirib, keyin uni sovuqxonaga joylashtirish mumkin.

Sovuq havoni jadal aylantirish hisobiga dastlabki sovutish qurilmasining ishlash prinsipi quyidagicha: mahsulot havoning aylanishiga to'sqinlik qilmaydigan qadoqlarda qurilmaga joylashtiriladi. Qurilma o'ta kuchli parraklar bilan jihozlangan bo'lib, u mahsulotdan chiqayotgan issiqlikni sovuq havo ta'sirida juda tez olib ketadi va mahsulot haroratini kerakli darajaga tushurib beradi. Bunda mahsulotdan chiqayotgan issiqlikni yutgan havo oqimi, ichida bug'latgichga ega bolgan havo sovutgichi orqali o'tib sovutiladi va shundan keyin sovuq havo yo'naltiruvchi tunnel orqali o'tib, sovuqxonaga qaytariladi. Shu tariqa sovuq havo yo'naltiruvchi tunnel orqali mahsulotga qaytib, issiqlikni o'ziga olib aylanaveradi, bu jarayon mahsulot yetarli darajagacha soviguniga qadar davom etadi.

Dastlabki sovutish jarayonidan foydalanishning 5 afzalligini ko'rsatib o'tish mumkin. Dastlabki sovutish jarayonining muhim afzalliklari :

1. Mahsulotning harorati tez tushirilishi evaziga uning nafas olish tezligi pasaytiriladi.
2. Mahsulot namligi, vazni ko'p miqdorda yo'qotilishining oldi olinadi.
3. Mikroorganizmlarning rivojlanishi sekinlashtiriladi.
4. Mahsulotlar sirtida suv kondensati paydo bo'lishining oldi olinadi.
5. Uskunalarining muntazam va barqaror ishlashiga erishiladi.

Yuqorida zikr etilganlarga asoslanib, mahsulotlarni saqlashdan oldingi – dastlabki sovutishni qo'llash qat'iy ravishda tavsiya etiladi.

Mahsulotning sovuqxonada joylashtirilishi

Qadoqlangan mahsulot sovutilgach, uning sovuqxonaga joylashtirilishi ham muhim ahamiyatga ega. Chunki to'g'ri joylashtirilgan mahsulot ishlov berilayotgan sovuqxona bo'ylab bir maromda taqsimlanib, kompressor, kondensator va bug'latgichning ratsional ishlashida yengillik yaratadi. Uskunalar tanaffus bilan, bir meyorda,

haddan yuqori bosimsiz ishlashi sababli elektr energiyasining sarfi kamayadi.

Mahsulotlar tagpoyalar (poddonlar, 80 x 100 sm, 100 mm balandlikda) ustiga joylashtirilib, sovuqxonanig devorlaridan 15 sm masofa va poddonlar oralig'ida 10 sm joy qoldiriladi. Changlatgich tagidan 10 sm joy qoldiriladi va havo oqimi ro'paradagi devorga uriladi, tagpoyalar osti va oralig'idan o'tib, so'ng qaytadi, va shu tarzda havo aylanishi yo'lga qo'yiladi. Qadoqlar har 150 sm balandlikda bir biriga qotiriladi. Bu yashiklardagi mahsulotlarning ag'darilib ketishini oldini oladi. Mahsulotlarni joylashtirishda bug'latgichga bemalol o'tish va qaytish va favqulotda zarur ta'mirlash ishlarini amalga oshirish uchun imkoniyat yaratilishi zarurligini nazarda tutish lozim bo'ladi.

Gilos, shaftoli va o'rikni saqlash va nazorat qilish ko'rsatkichlari :

17.15 – jadval

Oldindan sovutish			Sovutish		Saqlash		Mahsulot sifati			Namlik , %	Vazn yo'qotilishi , %
Harorat, °C		soat	Oxirgi harorat, °C	soat	Harorat , °C	davomiylik , sutka	standart	nostandart	Achishi		
boshlang'ich	Oxirgi										
Gilos											
6	-6	12			-4	14	4	3	3	0-94	2
Shaftoli											
6	-10	3			-4	80	0	7	3	0-95	3

Ikkinchi guruhga, ya'ni saqlash muddati katta, ichki va eksport bozoriga moslashgan mahsulotlar – olma, nok, xurmo va uzum kiradi. Mazkur mevalarning asosiy pishish davri kech yoz va kuz davriga to'g'ri keladi. Bu davrda o'rtacha harorat soyada +20...+30°C, terim davrida ertalab +15...+20°C ni tashkil etadi. Mahsulotlarning saqlash harorati 0...+4°C bo'lishi tavsiya etiladi. Demak, optimal saqlash va o'rta tashqi harorat orasidagi tafovut 10°C ni tashkil etadi. Mahsulotning saqlanish va sotuvga chiqarilish davri odatda sovuq mavsumga to'g'ri kelganligi sababli, shu davrda unga faqat yorug'lik omili ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun ixtisoslashgan

transport vositasida sovutgichli do'konga olib borish shart emas. Mahsulot bozorlarda bemaolol sotiladi.

Olma, uzum va o'rikni saqlash va nazorat qilish ko'rsatkichlari :

17.16 – jadval

Oldindan sovutish			Sovutish		Saqlash		Mahsulot sifati			Nam lik , %	Vazn yo'qo- tilishi , %
Harorat, °C		davomiylik , soat	Oxirgi harorat, °C	Davomiylik , soat	Harorat , °C	davomiylik , sutka	standart	nostandart	Achishi		
boshlang'ich	Oxirgi										
Olma											
6	-10	1,3			-4	80	4	3	3	94	8
Uzum											
6	-6	2			-4	2 hafta	4	3	3	0-94	2
O'rik											
6	-6	2			-4	2 hafta	4	3	3	0-94	2

Daladan mahsulotlarni sovuqxonaga vaqtincha yig'im-terim idishlarida (10 – 20 kg) olib kelinadi. Ular saralanib, qayta qadoqlarga joylanadi va oldindan (dastlabki) sovutgichlarga joylanadi. Mahsulotlar bir necha qatorda, qadoq ichiga to'shalgan mahsus qog'oz yoki dokaga, bir donalab qo'lda terib chiqiladi. Mahsulot vaqtincha qadoqda saqlanadi. Bu qadoqlardan keyinchalik sotuvga mo'ljallangan karton qutilarga olinadi. Sotuv qutilarini tanlash va qadoqlashda qutilarni tanlash hamda tayyorlashda qadoqlar bejirim va kichik, hamda sig'imi 10 kg dan oshmaydigan bo'lishi kerak. Shu yo'l bilan mahsulotga kamroq bosim tushib, uning shikastlanishining oldi olinadi.

Yuqorida ta'kidlaganimizdek, olma va uzum uzoq muddat saqlanishga moslashgan bo'lsa ham, ularning sotilishini aniq vaqtga rejalashtirib, xaridorni oldindan topib qo'yilsa yaxshi natija olinadi.

Xurmoni qadoqlaganda bir qator terib qo'yish lozim. Agarda ikki qavat terilsa, birinchi va ikkinchi qatorlar orasida ikki qavat

qog'oz joylashtirish lozim. Bunda birinchi qog'ozdan birinchi qatorda joylashtirilgan xurmoning bandi va bargini chiqarib qo'yish, va shundan so'ng yana bir qator qog'oz qo'yish maqsadga muvofiqdir.

An'anaviy sovuqxona

17.17 – jadval

O'lchamlari, m	4,5 x 6 x 3
Loyihalashtirilgan sig'imi, tonna	15
Loyihalashtirilgan harorat darajasi, °C	-1 ... 0
Izolyatsiya materiali	
Shiftda	Poliuretanli sendvich panel, qalinligi 10 sm
Devorlarda	Poliuretanli sendvich panel, qalinligi 10 sm
Yer (pol) da	Poliuretanli sendvich panel, qalinligi 10 sm
Sovutish tizimi :	
Kompressor – kondensator agregati	Bitzer.2DCY-40S, porshenli 19 HP, yarim ochiq; Sovituvchi agent: R-404a Nominal quvvati: 4,5 kVt Kondensator : Kaideli FNHM-0.22A, havo bilan sovutish, havoni aylantirish quvvati 1800 m ³ / soat; Kondensatsiya harorati : +40 °C Sovuqlik unumdorligi – 10 kVt Moy: Sintetik moy; Kuchlanish 380 V
Bug'latgich	LU-VE F27HC107-4 Havo oqimi: 2700 m ³ / soat Sovutish maydoni 21,9 m ² Ventilyator diametri 275 mm, soni 3 Plastinalararo masofa 4,5 mm Havo oqimining harorati +10...-25°C
Boshqaruv bloki	Mikroprosessor, kuchlanish monitori, himoya tizimi, havoni haroratini belgilangan darajada sozlab turish tizimi
Elektron past haroratli termodatchik	Eliwell ID 974 harorat diapazoni -20 ... +15 °C

Namlikni yaratish tizimi:

Namlik beruvchi uskuna	Avtomatlashtirilgan, namlik darajasi 0 – 98 % RH; Quvvati 40 – 80 m ³ / soat
Namlik o'lchagich	AZ 8716, namlik ko'rsatkichi : 0 – 100 % RH; O'lchov aniqligi : +/- 2,5 % RH

Tajribaviy sovuqxona

17.18 – jadval

O'lchamlari, m	4,5 x 6 x 3
Loyihalashtirilgan sig'imi, tonna	15
Loyihalashtirilgan harorat darajasi, °C	+3
Izolyatsiya materiali	
Shiftda	Sendvich panel – poliuretan , qalinligi 10 sm
Devorlarda	Sendvich panel – poliuretan , qalinligi 10 sm
Yer (pol) da	Poliuretan , qalinligi 10 sm , ustki qatlami beton , qalinligi 10 sm
Sovutish tizimi	
Maishiy konditsioner (BK turdagi)	General climate GCW – 09HRN1
Termoregulyator	Cool bot
Termodatchik	Eliwell ID 974 , harorat diapazoni – 20°C dan +15°C gacha
Namlik o'lchagich	AZ 8716 , namlik ko'rsatkichi : 0 – 100 % RH ; O'lchov aniqligi : + / – 2,5 % RH
Namlik beruvchi uskuna	Avtomatlashtirilgan , namlik darajasi 0 – 98 % RH ; Quvvati 40 – 80 m ³ / soat

Ayrim mahsulotlarning saqlash harorati, namlik darajasi va taxminiy saqlash muddati

17.19 – jadval

Mahsulot	Harorat, °C	Nisbiy namlik, %	Taxminiy saqlash muddati
Ananas	7 – 13	85 – 90	2 – 4 hafta
Anjir	–0,5 – 0	85 – 90	7 – 10 kun
Anor	5	90 – 95	2 – 3 oy
Apelsin (Amerika)	3 – 9	85 – 90	3 – 8 hafta
Apelsin , go'shti qizil (korolyok)	4 – 7	90 – 95	3 – 8 hafta
Apelsin , Yaffa	8 – 10	85 – 90	8 – 12 hafta
Baqlajon , Yaponiya	8 – 12	90 – 95	1 hafta
Baqlajon	12	90 – 95	1 hafta
Banan , yashil	13 – 14	90 – 95	1 – 4 hafta
Bodring , urug'siz	10 – 13	85 – 90	10 – 14 kun
Bodring	10 – 13	95	10 – 14 kun
Brokkoli	0	95 – 100	10 – 14 kun
Brokkoli Xitoy	0	95 – 100	10 – 14 kun
Brussel karami	0	95 – 100	3 – 5 hafta
Gilos	–1...–0,5	90 – 95	2 – 3 hafta
Greypprut	14 – 15	85 – 90	6 – 8 hafta

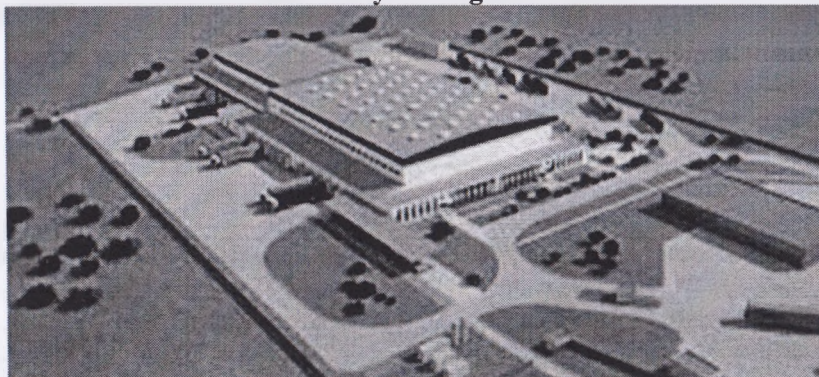
- Hozirgi kunda qishloq xo'jalik mahsulotlarini saqlashda sovutgichli omborlardan keng foydalanilmoqda. Sovutgichli omborlarni qo'llash orqali aholini yilning barcha fasllarida, xohlagan vaqtlarda Respublikamizda va xorijda yetishtirila- yotgan meva va sabzavotlar bilan ta'minlash imkoniyati yaratiladi.

- Sovutgichli omborlarda meva va sabzavotlar barra holida va qayta ishlangan tayyor mahsulotlar sifatida juda sifatli saqlanadi.

- Sovutgichli omborlarda saqlangan qishoq xo'jalik mahsulotlari tarkibining o'zgarmasligi, ulardagi inson organizmi uchun kerakli bo'lgan qimmatli komponentlarning sifatli saqlanishini ta'minlaydi.

- Sovutgichli omborlarda saqlangan barra mahsulotlardan iste'mol qilinishi odamlar sog'ligining birmuncha yaxshilani-shiga olib keladi.

Zamonaviy sovutgichli ombor



Omborning ichki ko'rinishi



Takliflar

Qishloq xo'jalik mahsulotlarini saqlash, chunonchi barra meva va sabzavotlarni saqlash juda katta iqtisodiy foyda berishi imkoniyatlari mavjudligini e'tiborga olib, ushbu maqsadda Respublikamizdagi har bir viloyat yoki tumanlarda emas, balki barcha fermer xo'jaliklarida sovutgich qurilmalari bilan jihozlangan statsionar omborlarning barpo etilishi tavsiya qilinadi.

18. Sovutib saqlashda qo'llaniladigan standartlar

17.20 – jadval

O'zDSt ISO 1973:2011	C 39	Piyoz. Sovuq sharoitda saqlash bo'yicha yo'riqnoma (ISO 1973:1991, IDT)
O'zDSt ISO 2165:2011	C 39	Kartoshka. Saqlash bo'yicha yo'riqnoma (ISO 2165:1981, IDT)
O'zDSt ISO 2166:2011	C 39	Sabzi. Saqlash bo'yicha yo'riqnoma (ISO 2166:1981, IDT)
O'zDSt ISO 2168:2011	C 39	Uzum. Saqlash bo'yicha yo'riqnoma (ISO 2168:1974, IDT)
O'zDSt ISO 2169:2011	C 39	Meva va sabzavotlar. Saqlash bo'yicha fizikaviy talablari ta'rif va o'lchov birliklari. (ISO 2169:1981, IDT)
O'zDSt ISO 2826:2010	C 39	O'rik. Sovuq sharoitda saqlash bo'yicha yo'riqnoma.
O'zDSt ISO 3631:2011	C 39	Sitrus mevalari. Sovuq sharoitda saqlash bo'yicha yo'riqnoma (ISO 3631:1978, IDT)
O'zDSt ISO 3659:2011	C 39	Meva va sabzavotlar. Sovuq havoda saqlashdan so'ng yetilish yo'riqnoma (ISO 3659:1977, IDT)
O'zDSt ISO 5525:2011	C 39	Pomidor. Sovuq havoda saqlash va transportirovka qilish.
O'zDSt ISO 6659:2011	C 39	Shirin qalampir. Sovuq havoda saqlash va sovutilgan holda transportirovka qilish bo'yicha yo'riqnoma.
O'zDSt ISO 6662:2011	C 39	G'aynali. Sovuq havoda saqlash bo'yicha yo'riqnoma (ISO 6662:1983, IDT)
O'zDSt ISO 7560:2011	C 39	Bodring. Sovuq havoda saqlash va transportirovka qilish (ISO 7560:1005, IDT)

Go'sht , baliq , sut mahsulotlarini saqlash , tashish , sotish tartibi tasdiqlandi

Jamiyat – 10 May 2019.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qarori bilan Hayvonotga mansub mahsulot va xomashyolarni ishlab chiqarish, saqlash va sotish bo'yicha veterinariya–sanitariya norma va qoidalari tasdiqlandi. Bu haqda Adliya vazirligi Matbuot xizmatida xabar berilgandi.

Hujjatga muvofiq, go'sht va go'sht mahsulotlarini tashish uchun mo'ljallangan transportlar poli, idishlari silliq va mahsulot xususiyatlariga hamda sog'liqqa ta'sir qilmaydigan materiallardan tayyorlangan bo'lishi , tozalash va dezinfeksiya qilish uchun qulay bo'lishi kerak.

Sutning harorati qayta ishlash joyigacha tashish paytida va qayta ishlash boshlanishigacha 8°C bo'lishi kerak.

Sut sisternalari har safar sutdan bo'shatilganidan so'ng yuvilishi va dezinfeksiyalanishi lozim.

Baliq ishlab chiqarish ob'yektlarida suv o'tkazmaydigan, tozalash, dezinfeksiya qilish, suv oqib chiqishi uchun qulay pol qoplamalari , suv oqib chiqishini ta'minlovchi qurilmalar bo'lishi shart.

Baliqchilik mahsulotlari toza sovutilgan suvda kema bortida uch kundan ortiq bo'lmagan muddatda saqlanadi.

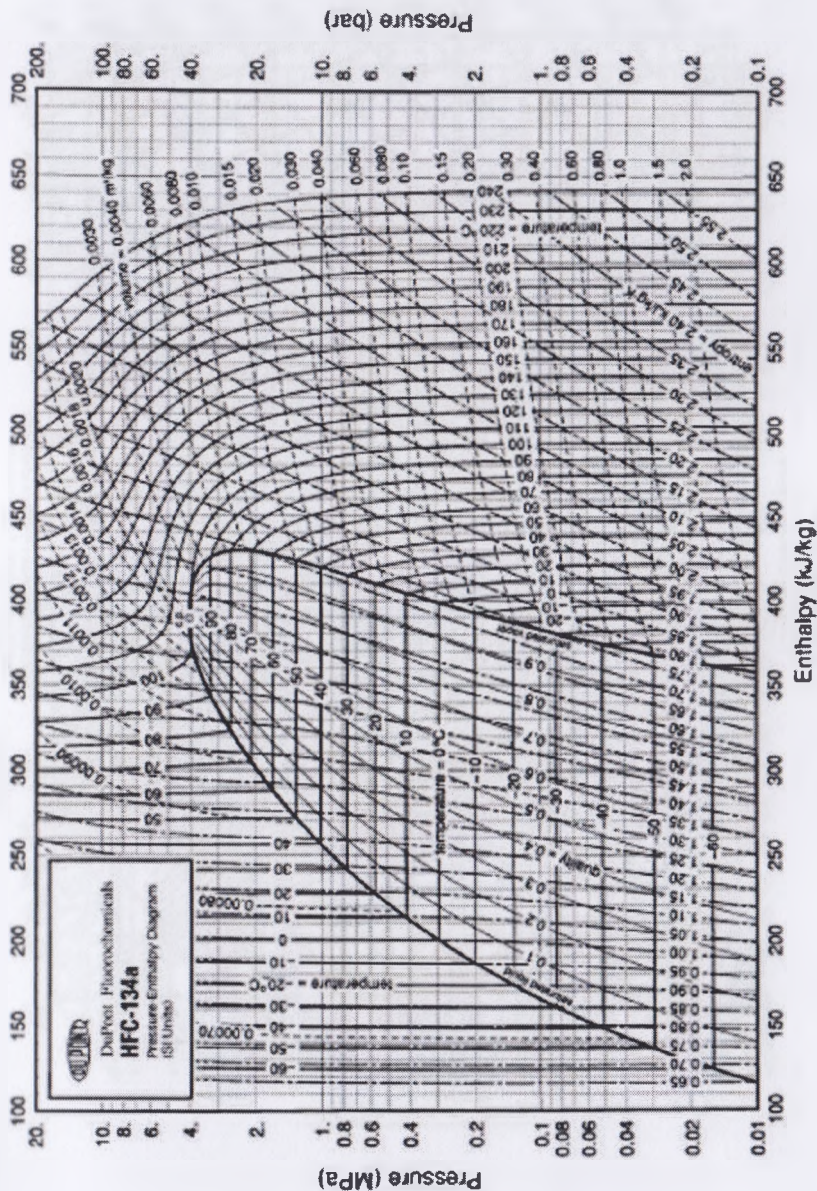
Quyidagi holatlarda go'sht mahsulotlarini sotishga ruxsat berilmaydi :

- so'yilishi ixtisoslashtirilgan va mini so'yish korxonalarida amalga oshirilmagan bo'lsa ;
- belgilanmagan transport vositalarida yetkazib berilgan bo'lsa ;
- veterinariya hujjatlari bo'lmasa ;
- ixtisoslashtirilgan so'yish korxonasining F-200 shakldagi ma'lumotnomasi bo'lmasa ;
- veterinariya–sanitariya ekspertizasining xulosasi bo'lmasa ;
- oyoqlari va bosh qismi jun bilan birga bo'lsa, parrandalarning patlari yulinmagan bo'lsa ;
- xona yoki ko'cha haroratida ilgakka osilgan yoki yerga (ochiq rasta ustiga) ochiq holda qo'yilgan bo'lsa ;
- veterinariya–sanitariya jihatidan xavfsizligi kafolatlangan go'shtlarning yagona elektron bazasiga kiritilmagan bo'lsa .

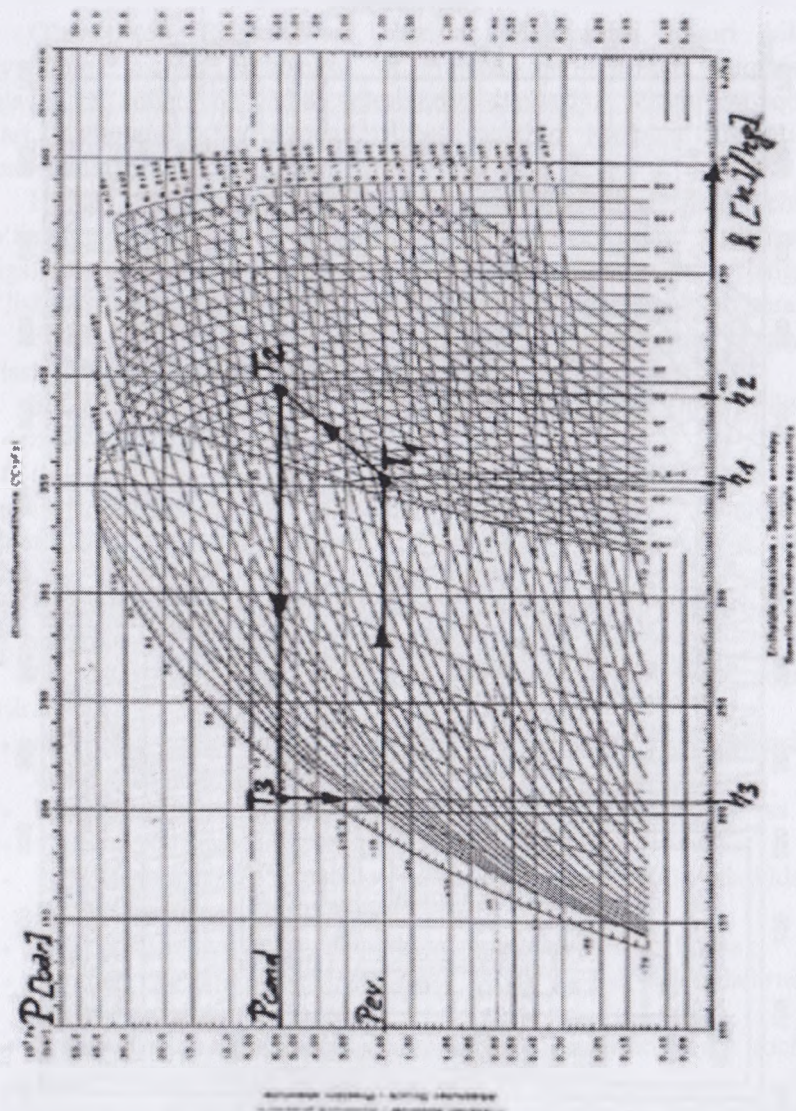
ILOVALAR :

1 – ilova

Freon-134a ning termodinamik ko'rsatkichlari orasidagi bog'lanish



2 – ilova
 Freon-12 ning termodinamik ko'rsatkichlari orasidagi bog'lanish va
 sovutgich mashinasi haqiqiy ishchi tsiklining diagrammasi





GLOSSARIY

<i>O'zbekcha</i>	<i>По русски</i>	<i>In English</i>	<i>Atama ma'nosi</i>
Sovutish	Охлаждение	Cooling	Jism yoki mahsulotning haroratini pasaytirish
Tabiiy sovutish	Естественное охлаждение	Natural cooling	Sovutilayotgan jism va uni o'rab turgan tashqi havo yoki suv orasidagi issiqlik almashinuvi tufayli jism haroratining pasayishi
Sun'iy sovutish	Искусственное охлаждение	Artificial refrigeration	Sovutish agenti deb ataluvchi oraliq muhitga jismdan ajralayotgan issiqlikning yutilishi, keyin esa bu issiqlikning tashqi muhitga uzatilishi
Konservalash	Консервирование	Canning	Oziq-ovqat mahsulotlarini ularning sifati buzilmagan holda uzoq muddat saqlash uchun maxsus ishlov berish
Saqlash	Хранение	Storage	Mahsulotlarning minimal yo'qotishlar bilan miqdoriy va sifat ko'rsatkichlari saqlanishini ta'minlash
Bosim	Давление	Pressure	Yuza birligiga tik ta'sir etuvchi kuch
Absolyut bosim	Абсолютное давление	Absolute pressure	Absolyut, ya'ni to'la vakuumdan yuqori bo'lgan bosim. Manometrik va barometrik bosimlar yig'indisi
Absolyut harorat	Абсолютная	Absolute temperature	Issiqlik energiyasi yo'q bo'ladigan termodinamik nol' "-273,15°C"

	темпера- тура		haroratdan yuqori bo'lgan harorat, Kelvin da (K) o'lchanadi
To'yinish harorati	Темпера- тура насы- щения	Satura- tion tempera- ture	Suyuq fazaning ma'lum bir bosimga to'g'ri keluvchi harorati. Mod- daniy suyuq va bug' komponentlarining ter- modinamik muvozanat holatidagi harorati
Kompressor	Компрес- сор	Com- pressor	Gaz holatidagi modda- larni, xususan, sovutish agentlarini so'rish, siqish va haydash uchun mo'ljallangan mexanik mashina
Bug' – kom- pressorli so- vutish tizimi	Пароком- прессион- ная холо- дильная система	Vapor compres- sion refri- geration system	Bug' holatidagi sovutish agenti kompressor yor- damida bug'latgichdan so'riladigan, siqiladigan, so'ng kondensatorga uzatiladigan tizim
Sovutish unumdorligi	Холодо- произво- дитель- ность	Cooling capacity	Sovutish tizimining unumdorligi, vaqt birligi ichida sovutilayotgan jismdan olib ketilayot- gan issiqlik miqdori
Issiqlik almashtirgich	Теплооб- менник	Heat exchan- ger	Harorati yuqoriroq suyuqlik (gaz) dan harorati pastroq boshqa suyuqlik (gaz) ga issiqlikni o'tkazish uchun mo'ljallangan apparat
Kondensator	Конденса- тор	Capa- citor	Sovutish agentini issiq- ligini atrof-muhitga berishi natijasida uning bug' holatidan suyuq

			holatga o'tishi jarayonini ta'minlovchi issiqlik almashinish apparati
Bug'latgich	Испаритель	Evaporator	Sovutilayotgan muhitdan suyuq sovutish agenti tomonidan issiqlikning olib ketilishini ta'minlovchi issiqlik almashinish apparati
Absorbsiya	Абсорбция	Absorption	Gaz va suyuqlikning to'qnashishi natijasida gaz aralashmasidan bir yoki bir nechta komponentning suyuqlikka yutilishi
Absorbsiyaviy sovutish tizimi	Абсорбционная холодильная система	Absorption refrigeration system	Sovutish agentini siqish jarayoni termik amalga oshiriladigan tizim. Bug'lanayotgan sovutish agentining absorbsiyaviy suyuqlik bilan yutilishi va sovutish agenti hajmining kamayishi orqali amalga oshiriladi
Energiya	Энергия	Energy	Qandaydir bir jarayon yoki ishni amalga oshira olish qobiliyati
Ichki energiya	Внутренняя энергия	Internal energy	Moddani tashkil etgan zarrachalarning kinetik va potensial energiyalarining yig'indisi
Issiqlik	Теплота	Heat	Aniq bir haroratli jismdan undan harorati pastroq boshqa jismga o'tish qobiliyatini tavsiflaydigan energiyaning asosiy formasi. His qilinadigan va yashirin

			issiqlik turlari sifatida namoyon bo'ladi
Yashirin issiqlik	Скрытая теплота	Latent heat	O'zgarmas harorat va bosimda moddaning agregat holati o'zgarishi tufayli uzatilgan yoki yutilgan issiqlik energiyasi
His qilinadigan issiqlik	Чувствeмая теплота	Felt warmth	Harorat o'zgarishi bilan bog'liq va inson tomonidan qabul qilinadigan issiqlik energiyasi
Kondensatsiya issiqligi	Теплота конденсации	Heat of condensation	Kondensatsiya jarayonida sovutish agenti tomonidan beriladigan issiqlik energiyasi
Konveksiya	Конвекция	Convection	Isitilgan gaz, bug' va suyuqliklarning harakati tufayli issiqlik berish jarayoni
Entalpiya	Энтальпия	Enthalpy	Bosim va hajmning ko'paytmasi bilan ichki energiyaning yig'indisi. Uning o'zgarishi sovutish uskunasi o'tayotgan suyuq ishchi modda yo'qotgan yoki qabul qilgan energiyani o'lchaydi
Absolyut namlik	Абсолютная влажность	Absolute humidity	Birlik hajmga ega bo'lgan bug'-havo aralashmasidagi suv bug'ining og'irligi
Nisbiy namlik	Относительная влажность	Relative humidity	Havodagi suv bug'i parsial bosimining shu haroratdagi to'yingan suv bug'ining parsial bosimiga nisbati. Bu

			nisbat atmosfera bosi- miga bog'liq emas
Holat o'zgarishi	Изменение состояния	State change	Bir agregat holatdan boshqasiga o'tish jarayoni
Kritik nuqta	Критичес- кая точка	Critical point	Suyuqlik va bug' bir xil xususiyatga ega bo'lgan holat
Kritik bosim	Критичес- кое давле- ние	Critical pressure	Moddaning kritik nuqtadagi bosimi
Kritik harorat	Критичес- кая темпе- ратура	Critical tempera- ture	Moddaning kritik nuqtadagi harorati
O'ta qizish harorati	Темпера- тура перегре- ва	Overhea- ting tem- perature	Biror bir bosimdagi bug' harorati bilan shu bosimga to'g'ri kela- digan to'yingan bug' haroratlari orasidagi farq
Erish harorati	Темпера- тура плав- ления	Melting tempera- ture	Berilgan bosimda qattiq moddaning suyuq holatga o'tish harorati
Faza	Фаза	Phase	Moddaning fizik holatini belgilaydi; qattiq, suyuq yoki gaz fazasi
Quruqlilik darajasi	Степень сухости	Dryness degree	Suyuqlik va bug' ara- lashmasidagi bug'ning massa bo'yicha ulushi
To'yingan bug'	Насыщен- ный пар	Satura- ted steam	Bug'ning berilgan ha- rorat va bosimda suyuq fazasi bilan muvoza- natda bo'lishi
O'ta sovutish	Переох- лаждение	Hypo- thermia	Suyuqlikni kondensa- tsiya va to'yinish haro- ratidan past haroratgacha sovutish jarayoni

Sublimatsiya	Сублимация	Sublimation	Qattiq holatdan bug' holatiga o'tish jarayoni
O'ta qizigan bug'	Перегретый пар	Super-heated steam	Ma'lum bosimda to'yinish haroratidan yuqori haroratga ega bo'lgan bug'
Termorostlovchi ventil' (TRV)	Терморегулирующий вентиль (ТРВ)	Thermostatic expansion valve (TEV)	Yuqori bosimdagi sovutish agentini past bosimga o'tkazuvchi, sarfni rostlovchi sovutish mashinasining drossellovchi elementi
Sovutish koeffitsiyenti	Холодильный коэффициент	Coefficient of performance	Sarflangan birlik quvvatga to'g'ri kelgan sovutish unumdorligi

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz . Toshkent , "O'zbekiston" NMIU , 2017 .
2. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz . "O'zbekiston" NMIU , 2017 .
3. Mirziyoyev Sh.M. "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi 2017 yil 7 fevral , PF-4947-son Farmoni . Toshkent , 2017 .
4. Nurmaxammedov X.S. Sovutish texnikasi / Ma'ruzalar matn-lari . – Toshkent , 2005 .
5. Azizov D. Sovutish texnikasi va sovutish tizimlariga xizmat ko'rsatish asoslari / O'quv qo'llanmasi . – Toshkent , 2017 .
6. Vasiyev M.G' . , Dadayev Q.O. , Isaboyev I.B. , Sapayeva Z. Sh. , G'ulomova Z.J. Oziq-ovqat texnologiyasi asoslari / Darslik . – Toshkent , "Voriz-nashriyot" , 2012 .
7. Normaxmatov R. , Pardayev G'.Ya. , Ismoilov Sh.I. Oziq-ovqat mahsulotlari ekspertizasi ob'yektlari / Darslik . – Toshkent , "Tafakkur" , 2019 .
8. Fatxullayev A. , Ismoilov T.A. , Raximjonov M.A. Go'sht – sut biokimyosi / Darslik . – Toshkent , "Cho'lpon" , 2014 .
9. Большаков С. А. Холодильная техника и технология продуктов питания / Учебник для студ. высш. учеб. заведений . — Москва , "Издательский центр "Академия" , 2003 .
10. Бараненко А.В. , Куцакова В.Е. , Борзенко Е.И. , Фролов С.В. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов / Часть 3. Теплофизические основы . – Москва , "КолосС" , 2004 .
11. Мещеряков Ф.Е. Основы холодильной техники и холодильной технологии / Учебник для высш. учеб. заведений . — Москва , "Пищевая промышленность" , 1975 .
12. Шалапугина Э.П. , Шалапугина Н.В. Технология молока и молочных продуктов / Учебное пособие . – Москва , "Альтек" , 2013 .

MUNDARIJA

Soʻz boshi ..	5
Kirish. Mahsulotlarga sovuqlik bilan ishlov berish texnologiyasining ahamiyati va paydo boʻlishining tarixiy asoslari ..	6
I boʻlim. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish hamda ularga sovuqlik bilan ishlov berish uskuna va jihozlarining nazariy asoslari .	9
1. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish uskuna va jihozlari hamda sovuqlik bilan ishlov berish texnologiyasi fan sifatida	9
Chorvachilik mahsulotlarini saqlashda sovutish uskuna va jihozlari fanining maqsadi hamda vazifalari ..	9
Sovuqlik bilan ishlov berish uskunalari, jihozlari va texnologiya- sining yaqin kelajakdagi umumiy rivojlanish yoʻnalishlari ..	10
Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash hamda konservalashning umumiy prinsiplari ..	11
2. Sovutish va mahsulotlarga sovuqlik bilan ishlov berish uskuna va jihozlarining nazariy asoslari	21
Sovutish (sovuqlik olish) usullari, ularning fizik mohiyati va turlanishi ..	21
Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini tabiiy sovutish usullarining qoʻllanilishi ..	24
Batareyali sovutishda jihozlarning turlari va ularni joylashtirish ..	27
Hozirgi zamonda mahsulotlarni sunʼiy sovutishda keng qoʻllanilayotgan sovutish mashinalarining ishchi va termodinamik jarayonlari ..	29
Izotermik, izobarik va adiabatik jarayonlar ..	33
Havo sovutgichli sovutishda jihozlarni joylashtirish ..	34
Sovuqlik tashuvchilar, ularning xususiyatlari va qoʻllanilish sohasi ..	35
Sovutish qurilmalarining ishchi jismi: ammiak, freonlar, karbonat angidrid, sulfat angidrid va boshqalar toʻgʻrisida ..	37
Sovuqlik tashuvchilarga qoʻyiladigan talablar ..	40
Sovutish uskuna, jihozlari va texnologiyasida keng koʻlamda ishlatiladigan terminlar ..	41

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz . Toshkent , "O'zbekiston" NMIU , 2017 .
2. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz . "O'zbekiston" NMIU , 2017 .
3. Mirziyoyev Sh.M. "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi 2017 yil 7 fevral , PF-4947-son Farmoni . Toshkent , 2017 .
4. Nurmaxammedov X.S. Sovutish texnikasi / Ma'ruzalar matn-lari . – Toshkent , 2005 .
5. Azizov D. Sovutish texnikasi va sovutish tizimlariga xizmat ko'rsatish asoslari / O'quv qo'llanmasi . – Toshkent , 2017 .
6. Vasiyev M.G' . , Dadayev Q.O. , Isaboyev I.B. , Sapayeva Z. Sh. , G'ulomova Z.J. Oziq-ovqat texnologiyasi asoslari / Darslik . – Toshkent , "Voriz-nashriyot" , 2012 .
7. Normaxmatov R. , Pardayev G'.Ya. , Ismoilov Sh.I. Oziq-ovqat mahsulotlari ekspertizasi ob'yektlari / Darslik . – Toshkent , "Tafak-kur" , 2019 .
8. Fatxullayev A. , Ismoilov T.A. , Raximjonov M.A. Go'sht – sut biokimyosi / Darslik . – Toshkent , "Cho'lpon" , 2014 .
9. Большаков С. А. Холодильная техника и технология продуктов питания / Учебник для студ. высш. учеб. заведений . — Москва , "Издательский центр "Академия" , 2003 .
10. Бараненко А.В. , Куцакова В.Е. , Борзенко Е.И. , Фролов С.В. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов / Часть 3. Теплофизические основы . – Москва , "КолосС" , 2004 .
11. Мещеряков Ф.Е. Основы холодильной техники и холодильной технологии / Учебник для высш. учеб. заведений . — Москва , "Пищевая промышленность" , 1975 .
12. Шалапугина Э.П. , Шалапугина Н.В. Технология молока и молочных продуктов / Учебное пособие . – Москва , "Альтек" , 2013 .

MUNDARIJA

Soʻz boshi ..	5
Kirish. Mahsulotlarga sovuqlik bilan ishlov berish texnologiyasining ahamiyati va paydo boʻlishining tarixiy asoslari ..	6
I boʻlim. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish hamda ularga sovuqlik bilan ishlov berish uskuna va jihozlarning nazariy asoslari .	9
1. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish uskuna va jihozlari hamda sovuqlik bilan ishlov berish texnologiyasi fan sifatida	9
Chorvachilik mahsulotlarini saqlashda sovutish uskuna va jihozlari fanining maqsadi hamda vazifalari ..	9
Sovuqlik bilan ishlov berish uskunalari, jihozlari va texnologiya- sining yaqin kelajakdagi umumiy rivojlanish yoʻnalishlari ..	10
Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash hamda konservalashning umumiy prinsiplari ..	11
2. Sovutish va mahsulotlarga sovuqlik bilan ishlov berish uskuna va jihozlarining nazariy asoslari	21
Sovutish (sovuqlik olish) usullari, ularning fizik mohiyati va turlanishi ..	21
Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini tabiiy sovutish usullarining qoʻllanilishi ..	24
Batareyali sovutishda jihozlarning turlari va ularni joylashtirish ..	27
Hozirgi zamonda mahsulotlarni sunʼiy sovutishda keng qoʻllanilayotgan sovutish mashinalarining ishchi va termodinamik jarayonlari ..	29
Izotermik, izobarik va adiabatik jarayonlar ..	33
Havo sovutgichli sovutishda jihozlarni joylashtirish ..	34
Sovuqlik tashuvchilar, ularning xususiyatlari va qoʻllanilish sohasi ..	35
Sovutish qurilmalarining ishchi jismi: ammiak, freonlar, karbonat angidrid, sulfat angidrid va boshqalar toʻgʻrisida ..	37
Sovuqlik tashuvchilarga qoʻyiladigan talablar ..	40
Sovutish uskuna, jihozlari va texnologiyasida keng koʻlamda ishlatiladigan terminlar ..	41

3. Sovuqlik bilan ishlov berishning haroratga bog'liqligi	46
Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarining haroratga hamda sovuqlik bilan ishlov berishning xarakteriga qarab turlanishi	46
Krioskopik harorat va kritik harorat , krioskopik nuqta va kritik nuqta tushunchalari	50
Sovutish va muzlatish to'g'risidagi asosiy tushunchalar	56
4. Sovutish qurilmalarining ishchi sikllari va ularning tahlili	58
Sovutish qurilmalarining turlari va tuzilishi	58
Havoli sovutish qurilmasining ishchi sikli va uning p – v hamda T – S diagrammalari asosidagi tahlili	59
Bug'–kompressorli sovutish qurilmalari nazariy ishchi siklining negizi. Karnoning teskari (sovutish) sikli	61
Sovutish mashinalarining sovutish koeffitsiyenti va sovuqlik unumdorligi	65
Bug'–kompressorli sovutish qurilmasining haqiqiy ishchi sikllari , ularning T – S diagrammada ko'rinishi	68
Bug'–kompressorli sovutish mashinasining ishchi siklini T – s diagrammada yasash	72
Absorbtsiyal va bug'–ejektorli sovutish qurilmalari , ularning ishchi sikllari	76
II bo'lim. Bug'–kompressorli sovutish mashinalarida asosiy jarayonlar va qurilmalar hamda ularni hisoblash asoslari	80
5. Sovutish mashinalarida gazlarni siqish jarayonlari va qurilmalari	80
Gazlarni siqish jarayonlari , izotermik va adiabatik siqish	80
Gazlarni kompressorda siqish jarayonlarida bajarilgan solishtirma ishning miqdorini aniqlash	81
Sovutgichlar kompressorlarining asosiy turlari va ularning klassifikatsiyasi	82
Porshenli kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi va asosiy modifikatsiyalari	83
Rotatsion kompressorlar: tuzilishi, ishlash prinsipi va asosiy modifikatsiyalari	86
Spiral' va vintli kompressorlar : tuzilishi , ishlash prinsipi	87
6.Sovutish mashinalarida issiqlik almashinuv jarayonlari va qurilmalari	91

Issiqlik almashinuv jarayonlari va qurilmalari to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar	92
Issiqlik almashinuv qurilmalarining vazifasi va konstruktiv xususiyatlariga ko'ra turlanishi	95
Issiqlik almashtirgichlar , bug'latgichlar , sovutgichlar va kondensatorlar	95
Kondensatorlar , vazifasi va turlari	95
Bug'latgichlar , vazifasi va turlari	100
Bug'latgichlarning maxsus quvurlari	103
7. Sovutish mashinalarida yordamchi jarayonlar va qurilmalar	105
Drossel' – rostlash qurilmalarining vazifasi va xususiyatlari , termorostlovchi ventil (TRV) , uning o'rnatilishi	105
Resiver , uning vazifasi va o'rnatilish joyi	109
Filtrlar , vazifasi va turlari , ularning o'rnatilish joylari	110
8. Bug' – kompressorli sovutish mashinasini hisoblash asoslari	111
Bug'–kompressorli sovutish mashinasining nazariy sikli, teskari Karno sikli	111
Bug'–kompressorli sovutish mashinasining haqiqiy sikli, uning T – s va p – v diagrammalari	113
Sistemadagi jarayonlarni hisoblash tenglamalari , siklning foydali ish ko'effitsiyenti	115
III bo'lim. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun kameralar va sovutgichlarni hisoblash	118
9. Sovutish kameralarining yuzasi va sovutgichlarning hajmini hisoblash	118
Sovutiladigan inshootlar , ya'ni sanoat sovutgichlari to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar	118
Sovutish kameralari va sovutgichlarning o'lchamlarini hisoblash	120
Sovutish kamerasi hajmini va uning zaruriy maydonini aniqlash tenglamalari	121
Sovutish uchun zarur sovuqlikni hisoblash tenglamasi	122
10. Chorvachilik mahsulotlarini saqlash uchun sovutish uskuna va jihozlarini rejalash hamda loyihalash	124
Saqlanishi rejalashtirilgan mahsulotlarning turiga ko'ra sovutish kameralari sonini va ularning hajmini hamda yuzasini aniqlash ..	124
Harorat va nisbiy namlikning hisoblash qiymatlarini qabul qilish	126

Kamera to'sinlarining qurilish – izolyatsiya konstruktsiyalarini tanlash	127
Issiqlik izolyatsiyasi qalinligini hisoblash	129
11. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun sovutish mashinasining kalorik hisoblanishi	131
Kalorik hisoblashning maqsadi va vazifalari	131
Kameraga kiruvchi issiqlik miqdorlarining turlari va ularni hisoblash	133
To'liq kiruvchi issiqliklar miqdorini hisoblash va sovutish uskunasi tanlash	137
IV bo'lim. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda qo'llanilayotgan sovutish uskuna va jihozlarining boshqa turlari	140
12. Kichik qayta ishlash korxonalari uchun tayyor bug' – kompressorli sovutish jihozlari va uskunalari	140
Tijorat sovutgich jihozlari to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar	140
Yig'ma sovutish kameralari, ularning konstruktiv xususiyatlari va standart o'lcham qatori	141
Sovutgich shkaflari, ularning konstruktiv xususiyatlari	144
Sovutiluvchi vitrina va prilavkalar, ularning konstruktiv xususiyatlari	147
Maishiy (uy-ro'zg'or) sovutgichlari, ularning konstruktiv xususiyatlari	149
13. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini tashishda sovutgichli transportlar	151
Sovutgichli transportning zarurligi, qisqacha tavsifi va uning turlanishi	151
Temir yo'l sovutgichli transportining tavsifi, afzalliklari va kamchiliklari	153
Sovutgichli avtomobil transportining tavsifi, afzalliklari va kamchiliklari	156
Sovutgichli transport boshqa turlarining qisqacha tavsifi	157
14. Absorbsiyaviy sovutish uskuna va jihozlari	158
Absorbsiya jarayoni to'g'risidagi umumiy tushunchalar	159
Uzluksiz ishlovchi absorbsiyaviy sovutish mashinasining tuzilishi va ishlash prinsipi	160
Absorbsiyaviy sovutish mashinasining issiqlik balansi, issiqlik koeffitsiyenti va samaradorligi	162
Absorbsiyaviy–diffuziyaviy va brom–litiyli sovutish mashinalari ...	163

15. Alternativ sovutish tizimlari va sovuqlik tashuvchi moddalar	167
Sovutish agentlari : suv , havo va kompressopli mashina uchun – dietil efiri , ammiak , metil spirti , karbonat angidrid CO_2 va oltingugurt angidridi SO_2 , ularning ayrim xossalari	167
Sovuqlik tashuvchi moddalarga qo'yiladigan texnik talablar va bu talablarga maksimal mos keluvchi ammiak hamda freonlar ...	170
Hozirgi paytda sovutish agentlariga qo'yilayotgan ekologik talablar , Monreal' bayonnomasi (protokoli)	172
Muz va tuzli muz vositasida sovutish	174
V bo'lim. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash va sovuqlik bilan ishlov berish texnologiyasi asoslari	178
16. Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berishning an'anaviy texnologiyalari va yangi istiqbolli yo'nalishlari	178
Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovuqlik bilan ishlov berishning an'anaviy texnologiyalari : sovutish va muzlatish	178
Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini sovutish va saqlash texnologiyasi asoslari	181
Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlarini muzlatish texnologiyasi asoslari	184
Chorvachilik va oziq-ovqat mahsulotlariga sovuqlik bilan ishlov berishda foydalaniladigan hozirgi zamon fizik-kimyoviy ta'sirlar; bu ta'sirlarni qo'llashning afzalliklari hamda muammolari	187
17. Oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda innovatsion texnologiyalarni qo'llash	192
Sovuqxonani tayyorlash	207
Oldindan (dastlabki) sovutish jarayoni	208
Mahsulotning sovuqxonada joylashtirilishi	209
18. Sovutib saqlashda qo'llaniladigan standartlar	215
Go'sht , baliq , sut mahsulotlarini saqlash , tashish , sotish tartibi tasdiqlandi	216
ILOVALAR	217
Glossariy	220
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	226
Mundarija	227

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	5
Введение. Значение холодильной обработки пищевых продуктов и исторические основы ее возникновения	6
Раздел I. Теоретические основы холодильной техники для хранения и обработки продукции животноводства и пищевых продуктов	9
1. Холодильная техника и технология холодильной обработки для хранения и переработки продукции животноводства и пищевых продуктов как наука	9
2. Теоретические основы холодильной техники для хранения и обработки пищевых продуктов	21
3. Влияние температуры на холодильную обработку	46
4. Рабочие циклы холодильных установок и их анализ .	58
Раздел II. Основные процессы и составные элементы парокомпрессионных холодильных машин и основы их расчета	80
5. Процессы и устройства для сжатия газов в холодильных машинах	80
6. Теплообменные процессы и устройства в холодильных машинах	91
7. Вспомогательные процессы и устройства в холодильных машинах	105
8. Основы расчета парокомпрессионной холодильной машины	111
Раздел III. Расчет камер и холодильных машин для хранения продукции животноводства и пищевых продуктов	118
9. Расчет площади и объема холодильных камер и холодильников	118
10. Планировка и проектирование холодильной машины и оборудования для хранения продукции животноводства ..	124
11. Калорический расчет холодильной машины для хранения продукции животноводства и пищевых продуктов	131

Раздел IV. Другие виды холодильной техники , применяемой для хранения продукции животноводства и пищевых продуктов	140
12. Готовые парокомпрессионные холодильные оборудование и установки для малых перерабатывающих предприятий	140
13. Холодильный транспорт для перевозки продукции животноводства и пищевых продуктов	151
14. Абсорбционная холодильная техника	158
15. Альтернативные холодильные системы и хладоносители	167
Раздел V. Основы технологии холодильного хранения и обработки продукции животноводства и пищевых продуктов	178
16. Традиционные технологии и новые перспективные направления холодильной обработки продукции животноводства и пищевых продуктов	178
17. Применение инновационных технологий при хранении пищевых продуктов	192
Подготовка охлаждаемого помещения	207
Процесс предварительного охлаждения	208
Размещение продукции в охлаждаемом помещении	209
18. Стандарты , применяемые в холодильном хранении	215
Утвержден порядок хранения, перевозки и реализации мясных, рыбных и молочных продуктов	216
ПРИЛОЖЕНИЯ	217
Глоссарий	220
Список использованной литературы	226
Оглавление	227

CONTENTS

Preface	5
Introduction. The importance of refrigerating food processing and the historical basis of its origin	6
Section I. Theoretical foundations of refrigeration equipment for storage and processing of livestock and food products	9
1. Refrigeration and refrigeration processing technology for storage and processing of livestock and food products as a science.....	9
2. Theoretical foundations of refrigeration technology for food storage and processing	21
3. The effect of temperature on refrigeration treatment ...	46
4. Operating cycles of refrigeration units and their analysis	58
Section II. The main processes and components of steam compression refrigerating machines and the basics of their calculation	80
5. Processes and devices for compressing gases in refrigerating machines	80
6. Heat exchange processes and devices in refrigerating machines	91
7. Auxiliary processes and devices in refrigerating machines	105
8. Fundamentals of calculation of steam compression refrigerating machine	111
Section III. Calculation of chambers and refrigerating machines for storage of livestock and food products	118
9. Calculation of the area and volume of refrigerating chambers and refrigerators	118
10. Planning and design of a refrigerating machine and equipment for storage of livestock products	124
11. Calorific calculation of a refrigerating machine for storing livestock products and food products	131
Section IV. Other types of refrigeration equipment used for storage of livestock products and food products	140
12. Ready-made steam compression refrigeration equipment and installations for small processing enterprises ...	140

13. Refrigerating transport for transportation of livestock products and food products	151
14. Absorption refrigeration equipment	158
15. Alternative refrigeration systems and refrigerants ...	167
Section V. Fundamentals of technology of refrigerating storage and processing of livestock and food products	178
16. Traditional technologies and new promising areas of refrigeration processing of livestock and food products	178
17. Application of innovative technologies in food storage	192
Preparation of the cooled room	207
Pre-cooling process	208
Placement of products in a cooled room	209
18. Standards applied in cold storage	215
The procedure for storage, transportation and sale of meat, fish and dairy products has been approved	216
APPLICATIONS	217
Glossaries	220
References	226
Contents	227

U.T.Safarov, A.H.Yusupov

**CHORVACHILIK MAHSULOTLARINI SAQLASHDA
SOVUTISH USKUNA VA JIHOZLARI**

O'QUV QO'LLANMA

Toshkent, "Fan ziyosi" nashriyoti, 2023, 236 bet

"Fan ziyosi" nashriyoti MCHJ

**Litsenziya № 3918, 18.02.2021.
Manzil: Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30**

**Nashriyot direktori
Muharrir
Texnik muharrir**

**I.Xalilov
N.Tojiqulova
L.Fayziyev**

Bosishga ruxsat etildi 29 dekabr 2023 yil.

Qog'oz bichimi 60x84 ^{1/16}.

Times New Roman garniturasida.

Shartli hisob tabog'i – 14,7. Nashriyot hisob tabog'i – 15,0

Adadi 100 nusxa. Buyurtma № 12/48

ISBN: 978-9910-743-6-5-8

**«Sogdiana ideal print» MCHJda chop etildi.
Samarqand sh., Tong k.,55**

