



## QISHLOQ XO‘JALIK MAHSULOTLARINI SAQLASH VA SOVUTISHDA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARIDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI

Ro‘ziqulov G.Yu, Uzoqova Yu.G‘., Ibragimov U.H., Amirqulov J.

*Qarshi muhandislik – iqtisodiyot instituti, Qarshi, O‘zbekiston*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada qishloq xo‘jalik mahsulotlarini saqlash va sovutishda qayta tiklanadigan energiya manbalari yordamida amalga oshirishning dolzarbligi, meva va sabzavotlarni saqlash va sovutishda qayta tiklanuvchi energiyadan foydalanishning afzalligi va kamchiliklari, meva va sabzavotlarni saqlashda O‘zbekistonda qilingan va qilinayotgan ishlar tahlili hamda chet el olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqot ishlarining tahlillari keltirilgan

**Kalit so‘zlar:** quyosh energiyasi, saqlash jarayoni, sovutish jarayoni, uyum, xandak, sabzavot ombori, sovutgich, muzlatgich.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ПРИ ХРАНЕНИИ И ОХЛАЖДЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Рузикулов Г.Ю., Узакава Ю.Г., Ибрагимов У.Х., Амиркулов Ж.

*Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан*

**Аннотация:** В данной статье рассмотрена актуальность использования возобновляемых источников энергии при хранении и охлаждении сельскохозяйственной продукции, преимущества и недостатки использования возобновляемых источников энергии при хранении и охлаждении овощей и фруктов, анализ проделанной и проводимой работы в Узбекистане в области хранения и охлаждения фруктов и овощей, а также зарубежные анализы исследовательских работ, проведенных учеными.

**Ключевые слова:** солнечная энергия, процесс хранения, процесс охлаждения, куча, траншея, овощехранилище, холодильник, морозильная камера.

## PROSPECTS OF USING RENEWABLE ENERGY SOURCES IN STORAGE AND COOLING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Ruzikulov G.Yu, Uzakova Yu.G., Ibragimov U.Kh., Amirkulov Dj.

*Karshi Engineering Economics Institutem Karshi, Uzbekistan*

**Abstract:** In this article, the relevance of using renewable energy sources in the storage and cooling of agricultural products, the advantages and disadvantages of using renewable energy in the storage and cooling of fruits and vegetables, the analysis of the work done and being done in Uzbekistan in the storage and cooling of fruits and vegetables, and the work carried out by foreign scientists analyzes of research works are presented

**Keywords:** solar energy, storage process, cooling process, pile, trench, vegetable storage, cooler, refrigerator.





O‘zbekiston Respublikasida agrosanoat majmuasining tarkibiy qismi bo‘lgan qishloq xo‘jaligida yetishtirilgan mahsulotlarni saqlash va qayta ishlash O‘zbekiston iqtisodiyotining muhim tarmoqlaridan biri xisoblanadi. E‘tibor qaratadigan bo‘lsak 2016 – 2020-yillarda jami 69,6 ming gektar maydonda intensiv mevali bog‘lar va 57 ming gektar tokzorlar barpo etildi. 2021 yilning bahor mavsumida 63,8 ming gektar (2016-yilga nisbatan 11 barobar ko‘p) mevali bog‘lar va 37,5 ming gektar tokzorlar (7 barobar ko‘p) barpo etildi [1].

2021-yil yakunlariga ko‘ra joriy yilda 22 mln tonnadan ortiq meva-sabzavotlar ishlab chiqarildi va o‘shish 106,1 foizni tashkil etdi. Jumladan, 11,6 mln.t. sabzavotlar, 3,3 mln.t. kartoshka, 2,3 mln.t. poliz, 3 mln.t. meva, 1,8 mln.t. uzum yetishtirildi [2]. Aynan mana shu yetishtirilgan meva va sabzavotlar xalqimiz tomonidan ko‘p iste‘mol qilinadigan mahsulotlar sarasiga kirib, ularni yil davomida dasturxonimizda bo‘lishi uchun saqlash tizimini rivojlantirish va saqlash usullarini keng ommalashtirish talab etiladi. Shu bilan birgalikda saqlash davrida mahsulotlar miqdorini tabiiy yo‘qotishlar tufayli kamayib borishi va sifatini pasayishi mahsulot turi, yil fasli, saqlash uslubi va sharoiti, hamda saqlash turi va texnologiyasiga uzviy bog‘liq [3; 1-10-b].

BMT Taraqqiyot Dasturining O‘zbekistondagi vakolatxonasi rivojlanayotgan mamlakatlarning ma‘lumotiga tayanib, QHMni yig‘ib olish va saqlash noto‘g‘ri tashkil etilishi tufayli yetishtirilgan mahsulotning 25-40% nobud bo‘lishini ta‘kidlagan [4]. Mahsulotlarni sifatli va uzoq muddat saqlash bo‘yicha izchil islohatlar o‘tkazilgan bo‘lib, “O‘zbekoziqovqatholding” kompaniyasi axborotiga ko‘ra, respublikada 2019-yil 1 yanvar holatida 1 ming 507 dona, umumiy sig‘imi 760,7 ming tonnalik sovtgichlar mavjud. Bu umumiy foizda juda kam ko‘rsatkich hisoblanadi. Rivojlangan davlatlarda bu 40-60% ni tashkil qiladi [4]. Bu muammoni hal etish uchun “Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlashni rivojlantirish borasida davlat-xususiy sheriklikni tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Prezident qarori loyihasida 2019-yil har bir viloyatda kamida 5 tadan, 2020 va 2021-yilda esa kamida 10 tadan qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash korxonalarini davlat-xususiy sheriklik asosida ishga tushirish ko‘rsatib o‘tilgan [4]. 2021-yil yakuni bo‘yicha meva-sabzavot mahsulotlarini saqlash, logistika quvvatlarini oshirish maqsadida 8 ta (quvvati 88000 t.) zamonaviy agrologistika markazlari, 56 ta (51500 t.) sovtgichli omborxonalar ishga tushirildi, natijada agrologistika korxonalari soni 59 taga, quvvati 826 ming tonnaga yetkazildi [4].

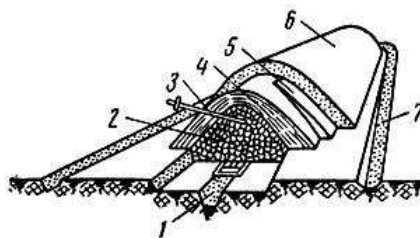
Ma‘lumki, mamlakatimizda deyarli barcha turdagi QHMni yig‘ishtirib olish mavsumi juda qisqa - atigi 3 – 4 oy (yoz va kuzda). QHMLarning ovqatlanishdagi ahamiyati shunchalik kattaki, ularni iste‘mol qilish mavsumini iloji boricha uzaytirish, ularni nafaqat kuzda, balki qish va bahorda ham iste‘mol qilish maqsadga muvofiqdir. QHMLarni saqlashni samarador texnikasi va texnologiyasi ularni imkon qadar uzoq vaqt davomida asl holatida saqlash imkonini beradi. QHMLarni uzoq muddat va sifatli saqlash uchun ular past haroratlarda maxsus omborlar va sovtgichlarda saqlanadi. QHM massasi yo‘qotishlarini kamaytirish uchun saqlash havosining harorati va namligi yetarli bo‘lishi kerak. QHMni saqlash uchun optimal haroratlar  $-1...+5^{\circ}\text{C}$ , nisbiy namlik esa 85...95% ni tashkil qiladi.

QHMLarni saqlash omborlari ikki xil: oddiy va kapital. Oddiy – bu bir martalik foydalanish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ularga uyum, xandaq va chuqurlarni kiritish mumkin. Kapital omborlar uzoq muddatli foydalanish uchun mo‘ljallangan.

Oddiy vaqtinchalik omborlar. 1-rasmda pastki qismida shamollatish kanali bo‘lgan oddiy uyumning ko‘ndalang qirqim sxemasi ko‘rsatilgan. Odatda uyumni hosil qilishda kartoshka yoki ildizli ekinlari yer yuzasiga yoki dumaloq yoki cho‘zinchoq uyum ko‘rinishidagi kichik chuqurlikka to‘kiladi, uyumni tepasi somon qatlami va tuproq bilan qoplanadi.

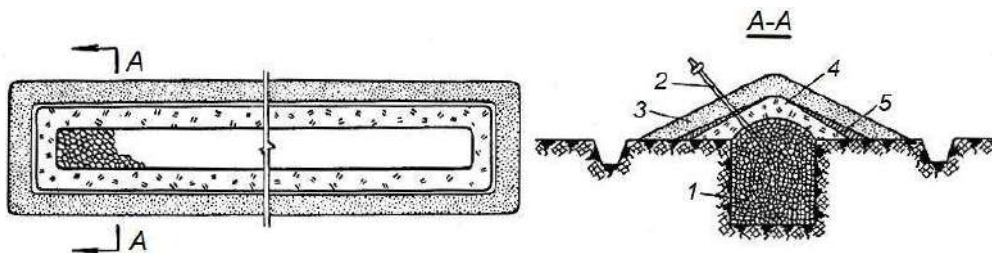
Chuqur - bu yerdagi dumaloq chuqurlik bo‘lib, u yerda kartoshka yoki ildiz ekinlari saqlanadi, ularning usti ham qoplama bilan yopiladi.

Xandaq - kartoshka yoki sabzavotlar bilan to‘ldirilgan ariq. Xandaq qurilmasi va unda kartoshkani saqlash usuli 2-rasmda ko‘rsatilgan.



1-pastki shamollatish kanali; 2-kartoshka; 3-uyum termometri uchun yog‘och quvurcha; 4-somon; 5-er qobig‘ining birinchi qatlami; 6-yakuniy qoplama; 7-drenaj ariqchasi

**1-rasm. Kartoshka va ildizli ekinlarni saqlash uchun uyumning ko‘ndalang qirqim sxemasi.**

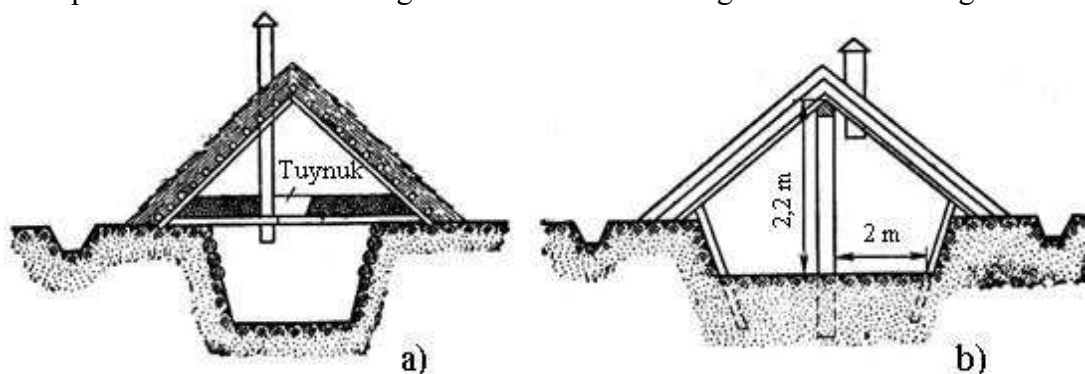


1-kartoshka; 2-uyum termometri; 3-yakuniy qoplama; 4-somon qoplama; 5-dastlabki qoplama

**2-rasm. Kartoshkani saqlash uchun yopiq xandaq.**

Ushbu vaqtinchalik oddiy omborlarning barchasi kapitalga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Ular kam qurilish materiallarini talab qiladi, arzon va mahalliydir. Tuproq juda nam bo‘lmasa va yer osti suvlari sabzavot qatlamiga yetib bormasa, ularni har qanday joyda joylashtirish mumkin. Bunday oddiy omborlarda sabzavotlarni havo bilan aloqasi osongina cheklanadi, natijada sabzavotlar orasidagi bo‘shliqda karbonat angidridning yuqori konsentratsiyasi hosil bo‘ladi va saqlash sharoitlari yaxshilanadi. Uyum va xandaqlar ham kamchiliklarga ega: saqlash vaqtida sabzavotlarni kuzatish mumkin emas, harorat va namlikni rostdash juda qiyin.

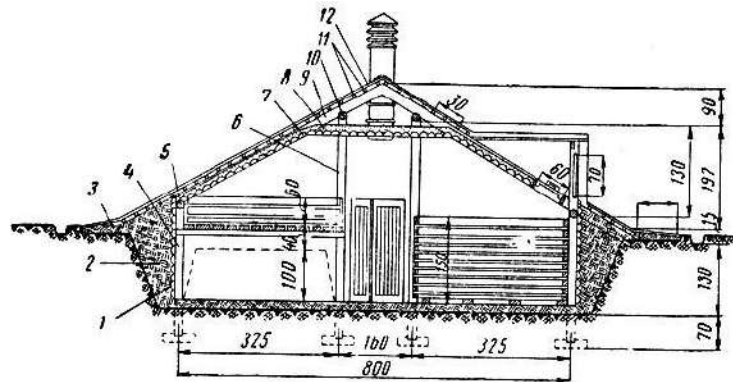
Kapital statsionar omborlarga turli xil yog‘och yoki g‘ishtli binolar va maxsus podvallar kiradi. Biroq saqlash uchun maxsus mo‘ljallangan omborlar keng tarqalgan. 3-rasmda kartoshkani qutilarsiz saqlash uchun soddalashtirilgan kartoshka omborining sxemasi ko‘rsatilgan.



a-izolyatsiyalangan va somon tomli yerto‘la; b-kartoshka va ildizli ekinlar uchun sopol devorlari bo‘lgan ombor

**3-rasm. Soddalashtirilgan kartoshka omborlari.**

Hozirgi vaqtda suv sathining balandligiga bog‘iq hola, yer usti, yarim tuproqli yoki tuproqli nisbatan arzon omborlar qurilgan. Barak turidagi omborlar (4-rasm) samarali bo‘lib, ularda kerakli harorat va nisbiy namlikni rostdash oson va kam harajat talab etadi. Bunday saqlash joylari sun‘iy isitishni o‘rnatishni talab qilmaydi.

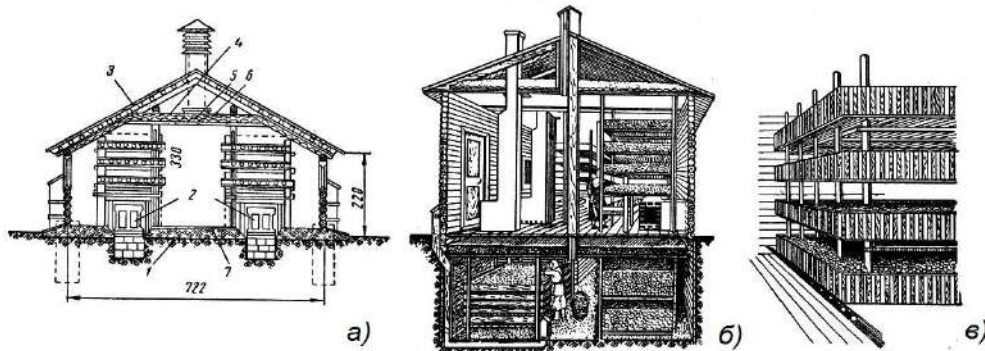


1-plastinali devor; 2-mustahkamlangan loy; 3-chim; 4-diametri 16 sm bo'lgan ustun; 5-diametri 16 sm bo'lgan bog'ich; 6-diametri 18 sm bo'lgan ustun; 7-qalinligi 6 sm bo'lgan plitalar; 8-qalinligi 10 sm bo'lgan to'ldiruvchi; 9-diametri 15 sm bo'lgan qurilish oyog'i; 10-diametri 16 sm bo'lgan ustun; 11-diametri 6 sm bo'lgan ustunlar; 12-tom

**4-rasm. Chuqur barak turidagi sabzavot ombori.**

Bunday ixtisoslashtirilgan sabzavot omborlarining sig'imi 50 dan 2000 tonnagacha bo'ladi. O'rta o'lchamdagi sabzavot omborlari (1000-1500 m<sup>2</sup>) bir qavatli, yog'och yoki toshdan yasalgan bo'lib, devorlari bo'yicha balandligi 2-4 m, tom dan polgacha masofa 5-7 m. Ombor bo'ylab transport vositalarining o'tishi uchun yo'lak mavjud. Bu sabzavotni yuklash va tushirishni mexanizatsiyalash imkonini beradi. Saqlash joylarida sun'iy shamollatish moslamalari mavjud.

Piyozni saqlash uchun ba'zan tokchalar va bug'li isitgichlari bo'lgan maxsus ikki qavatli piyoz omborlaridan foydalaniladi (5-rasm).



a-go'ngni yoqish bilan isitiluvchi piyoz omborining ko'ndalang qirgimi; 1-yoqiladigan massa; 2-chorva; 3-tom; 4-qalinligi 4 sm bo'lgan to'ldirgich; 5-qalinligi 5 sm bo'lgan loyli qoplama; 6-qalinligi 4 sm bo'lgan plitalar; 7-qalinligi 4 sm bo'lgan taxtalar; b-kombinatsiyalashgan piyoz omborining qirgimi; v-piyoz saqlanadigan tokchalar

**5-rasm. Piyoz saqlash ombori.**

Yozgi mevalar uchun omborlar odatda mavsumning qisqa muddatini, ularni yig'ish va saqlash vaqtini hisobga olgan holda quriladi. Ular vaqtincha saqlash, saralash va qadoqlash uchun mo'ljallangan vaqtinchalik inshootlardir. Zamonaviy yirik meva omborlari sun'iy sovuqlikni yetkazib beruvchi moslamalar bilan jihozlangan.

So'nggi yillarda qishloq xo'jaligida QHMLarni konteynerlarda, ya'ni katta (500 kg gacha) yog'och yoki metall to'rtburchak panjarali qutilarda saqlash keng qo'llanilmoqda. QHM yig'ib olingandan so'ng darhol avtomashinalar yordamida omborga etkazib beriladi va konteynerlarda saqlanadi. Bir konteynerdagi sabzavotlarga ta'sir qiladigan kasalliklar boshqasiga tarqala olmaydi. 6-rasmda QHMLarni saqlash uchun metal va yog'och konteynerlarning bir nechta turlari ko'rsatilgan [7; 3-4-b]. QHMLarni saqlashning bu usulida mahsulot qatlamidagi harorat va havo namligi to'liq nazorat qilinadi.





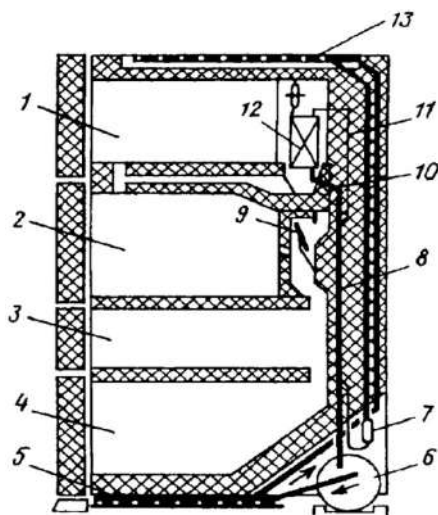
6-rasm. QHMni saqlash uchun metal va yog‘ochli konteynerlar.

QHMni saqlash, muzlatish va muzlatilgan mahsulotlarni tashish uchun sovuqlik zarur bo‘ladi. Sovuqlik sovutish qurilmalari va moslamalari yordamida hosil qilinadi. Sovutish qurilmalarida past haroratda qaynaydigan suyuqlikning bug‘lanish issiqligidan foydalanadi. Sovuqlik tashuvchilar sifatida ammiak, freon va xladonlar keng qo‘llaniladi.

Sovutgichlar sovutgich-muzlatgich va muzlatgich qurilmalariga ajratiladi: sovutgichlar – mahsulotlarni sovitilgan va muzlatilgan holatda saqlash, muzlatgichlar – mahsulotlarni  $-18...-12^{\circ}\text{C}$  haroratlarda muzlatish va muzlatilgan holatda saqlash [8; 364-b].

Sovutgichlarning sovutish mashinalarini turi bo‘yicha kompressorli, absorbtсион va yarim o‘tkazgichli (yarim o‘tkazgich batareya yordamida sovutiladigan) turlarga bo‘linadi, muzlatgichlar – kompressorli va absorbtсион.

Kompressorli sovutgichlar sovutish texnikasining 90% ulushini tashkil etadi, absorbtсион sovutgichlarning ulushi 10% dan oshmaydi [8; 364-b]. Foydalaniladigan energiyaning turiga bog‘liq holda elektrli va gazli (absorbtсион) sovutgichlarga ajratiladi. Sovutgichlar quyidagicha belgilanadi: kompressorli – K, absorbtсион – A, gaz bilan qizdiriluvchi absorbtсион – AG, muzlatgichlar – M. Sovutish kameralari maqsadi bo‘yicha quyidagicha: muzlatish kamerasi (MK) – mahsulotlarni muzlatish va muzlatilgan holatda saqlash, past haroratli kamera (PHK) – muzlatilgan mahsulotlarni saqlash, sovutish kamerasi (SK), universal kamera (UK) – mahsulotlarni yaxshi, sovuq va muzlatilgan holatda saqlash, yuqori haroratli kamera (YuHK) – yangi meva va sabzavotlarni saqlash (7-rasm).



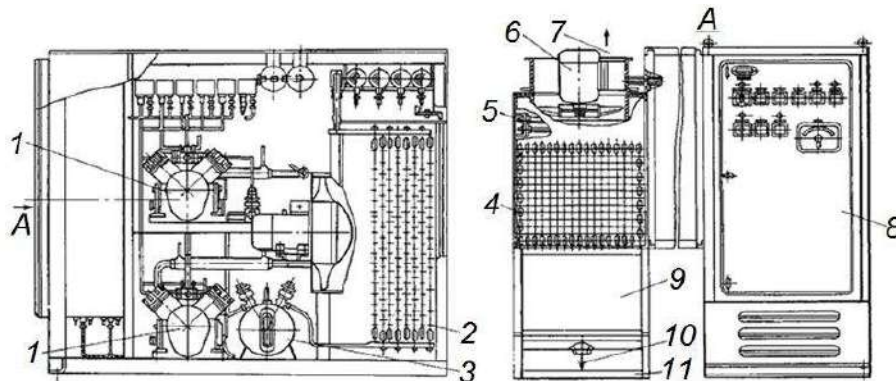
1-muzlatish kamerasi; 2-sovutish kamerasi; 3-universal kamera; 4-yuqori haroratli kamera; 5-yordamchi kondensator; 6-kompressor; 7-fil'tr-quritgich; 8-issiqlik almashinuv qurilmasi; 9-zaslونka; 10-so‘rish quvurchasi; 11-kapillyar quvurcha; 12-havo sovutgich; 13-asosiy kondensator.

7-rasm. Sovutgich-muzlatgichning tuzilishi va umumiy ko‘rinishi.

1XMF-16 qurilmasi bitta blok sifatida ishlab chiqariladi, XMF-32 mashinasida boshqaruv shkafi kompressor-kondensator bloki va havo sovutgichlaridan ajratilgan. 1XMF-16 qurilmasi (8-rasm) ikkita moslamani o‘z ichiga oladi: kompressor-kondensator va havo sovutgich. Ular issiqlik izolyatsion to‘siq bilan ajratilgan. Kompressor-kondensator moslamasi metall shkaf shaklida tayyorlangan bo‘lib ikkita 2FUBS9 markali kompressorlari, ikkita ventilyatorli havo



kondensatorlari, resiver, fil'tr-quritgich, avtomatlashtirish asboblari va boshqaruv shkafidan tashkil topgan. Havo sovutish moslamasi ikkita ventilyatorli havo sovutgich, elektr qizdirgichlar bloki va kondensatni yig'uvchi osttagdan tashkil topgan. Ombordan kelayotgan havo kiritish moslamasiga kiritiladi, so'ngra havo sovutgich va chiqish moslamasi orqali o'tib ventilyator yordamida havo uzatish quvuriga uzatiladi.



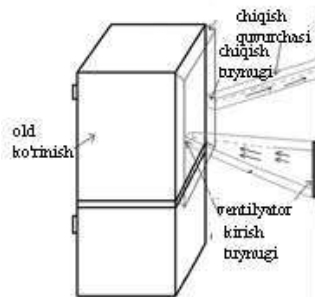
1-kompressor; 2-havoli kondensator; 3-resiver; 4-havo sovutgich; 5-elektr qizdirgich; 6-ventilyator; 7-chiqish moslamasi; 8-boshqaruv shkafi; 9-kirish moslamasi; 10-quyilish moslamasi; 11-kondensat yig'iluvchi osttag

**8-rasm. 1XMF sovitish qurilmasi.**

Havo sovutish moslamasi QHMni saqlash kamerasida o'rnatiladi. Sovuq havo ventilyator orqali havo uzatish quvuri orqali yo'naltiruvchi soplo yordamida uzatiladi. Kameradagi zarur harorat kompressorni davriy o'chirish va ishga tushirish orqali ta'minlanadi. Sovitish qurilmasi uzoq muddat o'chirilganda tizimdagi barcha sovuqlik tashuvchi resiverga yig'iladi.

Muzlatilgan oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish juda istiqbolli yo'nalishdir. Ularda vitaminlar, aromatik, rang beruvchi va boshqa moddalar yaxshi saqlanadi. Muzlatilgan meva va sabzavotlarning sifati ko'p jihatdan texnologiya va haroratga bog'liq. Ijobiy energetik va iqtisodiy natijalarga erishish maqsadida sovutish siklini va texnologiyasini tanlash hisobiga sovutish tizimlarini ishlashini optimallashtirish qator tadqiqot ishlarida keltirilgan [9, 10; 139-179-b]

Ko'p qor yog'adigan mamlakatlarda qishning sovuq iqlimi sovutish tizimlarini yaxshi ishlashini ta'minlaydi. Haqiqatdan [11; 1-6-b] tadqiqot ishining mualliflari bunday qayta tiklanuvchi manbadan ichki hajmi 170 l bo'lgan maishiy sovutgichda sovuqlik manbasi sifatida foydalanishni taklif etishgan. Qurilmaning yon devori yopiq kontur bo'yicha tashqi sovuq muhit bilan bog'langan bo'lib, kirish va chiqish kanallari, sovuq havo oqib o'tuvchi to'g'ri burchakli tekislikdan tashkil topgan (9-rasm). Sovutish jarayoni 39% ga jadallashgan, kompressorning ishlash davomiyligi esa 10 soat 8 daqiqaga qisqargan. Bu energiya iste'molini 0,88 kVt-soat ga pasayishiga va 34,61% gacha energiya tejashiga olib kelgan. Shuningdek mualliflar maishiy sovutichning samaradorligini oshirish uchun muzdan foydalanishgan. Ular sovutish kamerasining ichiga 4,68 kg muzni joylashtirishgan (10-rasm), natijada 28 soat davomida taxminan 4% energiya tejashiga erishilgan



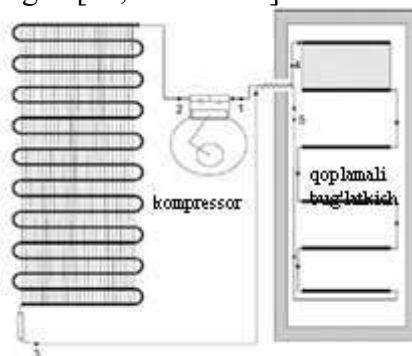
**9-rasm. Tashqi sovuq havo oqimidan foydalanuvchi maishiy sovutgich.**



**10-rasm. Maishiy sovutgichda ikkilamchi sovutuvchi manba sifatida muzdan foydalanish.**

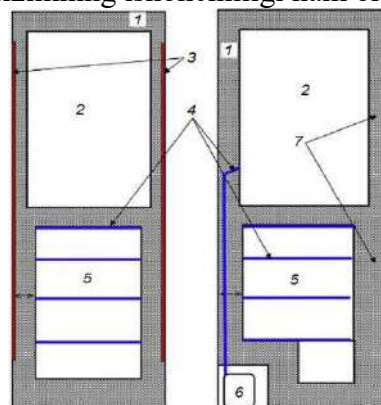
FORTTRAN tilida yozilgan kompyuter dasturi yordamida ishlab chiqilgan germetik kompressordan ishlovchi, hajmi 300 l va sovuqlik unumdorligi 200 Vt bo'lgan vertikal maishiy sovitgich [12; 3051-3060-b] tadqiqot ishida keltirilgan (11-rasm). Energiya iste'molini va tizim narxini kamaytirish uchun bug'latgich va kondensatorning o'lchamlari ( $1,77 \text{ m}^2$  va  $0,43 \text{ m}^2$ ) dastur yordamida optimallashtirilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, tashqi muhit harorati oshganda sovuqlik unumdorligi pasayadi, energiya iste'moli esa ortadi. Ushbu qiymat 106 va 144 Vt oralig'ida o'zgaradi.

[13] tadqiqot ishida keltirilishicha bug'latgichning harorati 1 K ga oshsa 1% energiya tejaldi, agar kondensatorida harorat 1 K ga pasaysa FIK  $1...1,5\%$  gacha ortadi. So'nggi yillardagi sovitish tizimi yuqori energetik samaradorlikka ega. Ko'pgina hollarda sovutish tizimining samaradorligi boshqaruv jarayonida mikroprotessorlardan foydalanish, suyuqliklarning haroratlarini o'lchash aniqligini ortishi, shuningdek katta issiqlik almashinuv qurilmalarining o'rniga bug'latishli sovutiluvchi va havoli kondensatorlarni qo'llash orqali oshirildi [14; 347-360-b]. Buning natijasida turlicha sovuqlik unumdorligiga (3 dan 3000 kVt gacha) ega bo'lgan tizimlarning iste'mol quvvati 58% gacha kamayishiga va FIK ni 113,4% gacha oshishiga olib keldi. Tadqiqotlar asosida sovuqlik unumdorligi 42,5 kVt va hajmi  $5,9136 \text{ m}^3$  bo'lgan 100% tashqi havoli suyuqlikli nam yutuvchi va bug'latishli sovutish tizimi taklif qilingan [15; 446-456-b].



11-rasm. Sovutish kamerasing sxemasi.

So'nggi yillarda sovitgich va sovutish qurilmalarining samaradorligini oshirish uchun RSM (Fazani O'zgartiruvchi Material) texnologiya keng qo'llanilmoqda [16; 990-1007-b]. Hajmi 200 l bo'lgan yangi maishiy sovitgichlarni (sovuqlik unumdorligi 100 Vt gacha) termobarqaror RSM dan tayyorlangan issiqlikni akkumulyatsiyalovchi kondensatorlar bilan jihozlash [17; 265-276-b] tadqiqot ishida taklif qilingan (12-rasm). Bir xil shakldagi to'rtta RSM blokidan foydalanilgan. Har bir blokning o'lchami  $22 \times 8 \text{ mm}$  va massasi 1,5 kg. Modellashtirish natijalari shuni ko'rsatdiki, FIK va energiya tejamkorlik 18,7% gacha oshgan, energiya iste'moli esa bir sutkada 12,2 kVt-soatga yetgan [17; 265-276-b]. Shuningdek tizimning ishonchliligi ham ortgan.



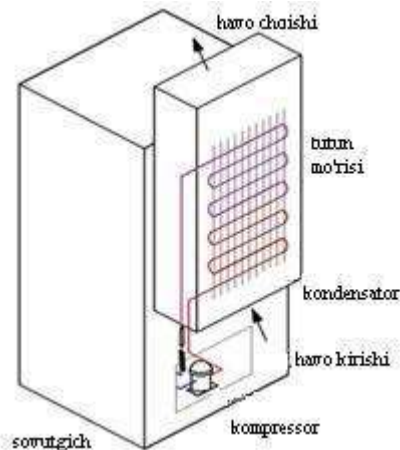
1-izolyatsiyalangan devor; 2-sovitish kamerasi; 3-kondensator; 4-bug'latgich;  
5-muzlatgich; 6-kompressor; 7-eshik

12-rasm. RSM dan tayyorlangan issiqlikni akkumulyatsiyalovchi kondensatorli sovitish qurilmasi.



Bundan tashqari maishiy sovitgichda tajribaviy tadqiqotlar ham o'tkazildi. Kondensator ochiq qopqoqli tekislik (balandligi 0,17 m bo'lgan tutun mo'risi) bilan yopildi [18; 1691–1697-b]. Kondensatorning issiqligi tutun mo'risi orqali tabiiy konvektsiya hisobiga olib ketiladi (13-rasm). Sovitgich ichiga mahsulot yuklanganda energiya iste'molini kamayishi hisobiga samaradorlik 5% ga oshgan, FIK esa 3,7% ga oshgan. Mualliflar energiya iste'moli tutun mo'risini balandligi oshganda kamayishini ta'kidlashgan.

Shuningdek issiqlikni akkumulyatsiyalovchi sovitgichlarda kompressorning o'lchami elektr energiyasi iste'moliga ham ta'sir ko'rsatadi [19; 511–519-b]. Haqiqatdan hajmi 4 sm<sup>3</sup> bo'lgan kompressor hajmi 8 sm<sup>3</sup> bo'lgan kompressor bilan almashtirilganda 19,5% gacha energiya tejatlashiga erishiladi, FIK esa 2,81% ga ortadi. Sovutgich (sovuqlik unumdorligi 246 Vt) 5 ta RSM o'z ichiga oladi va bir yilda 74,2 kVt·soat energiya tejatlashiga olib keladi.



13-rasm. Sovutgich kondensatorining sxemasi.

[20; 816–832-b] tadqiqot ishida bug' kompressor-absorbtsion birlashtirilgan sovitish tizimlarida qo'llaniladigan bug' kompressorli chillerning uchta konfiguratsiyasi tadqiqot qilingan. Modellashtirish natijalariga ko'ra kompressorda energiya iste'moli 88% gacha kamaygan va qurilma harajatlarini qoplash muddati 11 yilgacha qisqargan. Biroq tizimning FIK kompressorli chillernikiga qaraganda 16,565 gacha kam.

Shu yo'nalishdagi statistik tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, Meksikada eski maishiy sovitgichlarni yangi zamonaviy texnologiya va yuqori energiya samarador tizimli sovitgichlarga almashtirish bo'yicha davlat dasturi qabul qilingan [21; 4737–4742-b]. Natijada bir yilda 4,7 TVt·soat energiya tejatlashi, ishlash davomiyligi 14 soatgacha qisqaradi va 900 MVt elektr energiyasi tejatlashi imkonini beradi. Shuningdek Xitoyda hajmi 220 l bo'lgan yuqori texnologiyasi sovitgich va muzlatgichlar joriy qilinib, ular samaradorligi yuqori bo'lgan kompressor va sovuqlik tashuvchilardan tashkil topgan. Ularni hisobiy xizmat ko'rsatish vaqti 16 yil bo'lib, 2023 yilgacha energiya iste'molini 588 dan 1180 TVt·soatgacha, zararli gazlar tashlanmalarini 629 dan 1260·10<sup>6</sup> tonnagacha CO<sub>2</sub>, 4 dan 8,04·10<sup>6</sup> tonnaga CO<sub>x</sub> va 2,37 dan 4,76·10<sup>6</sup> tonnagacha HO<sub>x</sub> kamayishtirish imkonini beradi [22; 1890–1905-b].

Ko'pgina tadqiqotchilar [23; 745-757-b, 24; 6050-6057-b, 25; 1287-1299-b, 26; 286-297-b] quyosh energiyasi hisobidan ishlaydigan bir nechta sovitgichlarning konstruksiyalarini taklif etishgan va sovitgichning bir nechta joylarida haroratni o'lchash bo'yicha tajribalar o'tkazishgan, shuningdek tizim ishlashini optimallashtirish uchun sovitish qurilmasining nazariy va amaliy FIK aniqlashgan.

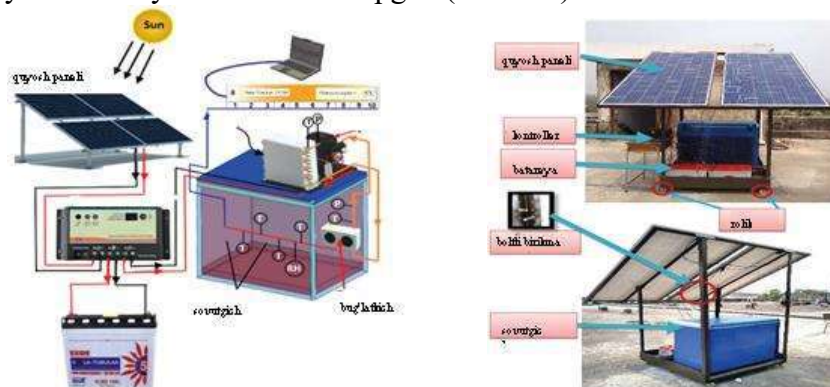
Dafla va boshqalar [27; 1150-1159-b] fotoelektrik sovitgichni yuklamali va yuklamasiz ishlash sharoitida tajribaviy tadqiqot qilishgan. Mualliflar juda keng ko'lamli tadqiqotlar o'tkazishgan, ulardan asosiysi termostat holati o'zgarishini sovitgich unumdorligiga ta'sirini o'rganishgan va termostatni o'rnatish sovitgichning energiya ta'minotida muhim rol uynashini ta'kidlashgan.



Quyosh absorbtion sovutish tizimi sovutish uchun quyosh energiyasidan foydalanishning yangi texnologiyalaridan biri bo'lib, ularda o'zgaras tokda ishlovchi kompressor generatorga almashtiriladi [28; 346-358-b, 29; 2427-2436-b, 30; 179-198-b, 31; 2-15-b, 32; 1-19-b, 33-425-434-b, 34; 134-141-b, 35; 337-346-b, 36; 324-330-b, 37; 1794-1804-b]. Ushbu qurilmalarda quyosh kollektori generator sifatida ishlatiladi, bunda generator sovutish agenti va absorbtent aralashmasini bug'-suyuqlik aralashmasi holatigacha qizdiradi.

Freni va boshqalar [38] quyosh energiyasidan asosiy energiya sifatida foydalanuvchi sovutish qurilmalari uchun absorbtion sovutish tizimining konstruksiyasini taklif etishgan. Ular absorbtent sifatida aktivlangan ko'mir (absorbent)-metanol (sovutish agenti) bug'lari va aktivlangan ko'mir (absorbent)-metanoldan (sovutish agenti) foydalanishgan. Prototip (akkumulyatsiyalash qobiliyati 1,7 MJ gacha) 24 soat ichida qaytar-qisqa vaqtlilikda ishlaydi va quyosh kollektori, havo bilan sovutiluvchi kondensator va bug'latgichdan tashkil topgan. Quyosh energiyasida bug'larni absorbtisyalanishi asosida ishlovchi sovutish tizimidagi metanol kam tajovuzkor bo'lgan etanol bilan almashtirilgan. Bundan tashqari ular ikkinchi avlod prototipini taklif etishgan, uning yordamida xuddi quvvatdagi tizimning o'lchamlarini 30% ga kamaytirish va unumdorlikni 20% ga oshirish imkoniyati yaratilgan.

A. Xosseyn va Sh. Talukdarlarning [39; 57-66-b] tadqiqot ishida quyosh energiyasi asosida ishlovchi mikrosovutgichning sxematik diagrammasi va umumiy ko'rinishi keltirilgan. Mikrosovutgich hajmi 270 l bo'lgan muzlatish kamerasi, ikkita quyosh moduli, zaryad kontrolleri, inverter va ikkita quyosh batareyasidan tashkil topgan (14-rasm).



14-rasm. Quyosh energiyasi asosida ishlovchi mikrosovutgich sxemasi, old va orqa tomondan umumiy ko'rinishi.

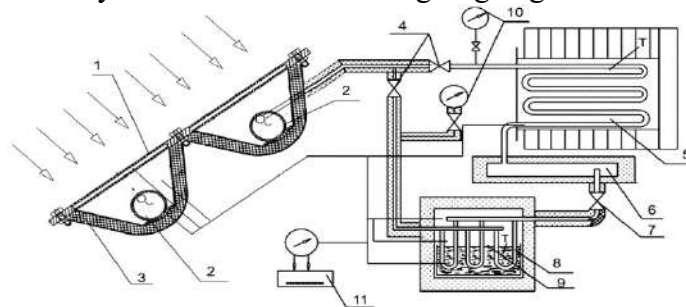
Tizim ko'chma qilib tayyorlangan bo'lib, quyosh panellarining konstruksiyasi shunday qurilganki, maksimal quyosh nurlanishini olish uchun quyosh panelining og'ish burchagini bema'lol o'zgartirish mumkin. Nazmul [40] yil davomida maksimal quyosh nurlanishidan foydalanishda quyosh fotoelektrik tizimidagi quyosh panelining og'ish burchagini aniqlash uchun tajriba tadqiqotlarini o'tkazdi va og'ishning optimal burchagi 21 dan 30° ekanligini aniqlanadi. Ushbu loyihada nominal quvvati 320 Vt bo'lgan ikkita quyosh paneli o'rnatilgan.

Tajribalar uchta turlicha yuklash rejimlarida o'tkazildi: (I) yuksiz, (II) 2 l suv bilan, (III) 10 l suv bilan. Tizim I holatda 4 soat ichida haroratni +28°C dan -14,5°C gacha pasaytirgan. II va III holatlar uchun ham qoniqarli natijalar olingan. Tizim fotoelektrik tizimiga ulanmasdan faqat batareya hisobidan 36 soat ishlagan.

M.F. Rudenko, Yu.V. Shipulina, M.Sh. Karimov, A.M. Rudenkolarning tadqiqot ishida [41; 32-41-b] quyosh energiyasidan sovuqlik olish texnologiyasini amalga oshirish uchun siklik harakatli absorbtion turdagi sovutish qurilmasi taklif etilgan. Uning asosiy farqi shundaki, takomillashtirilgan gelioqabul qiluvchi tizim ikkita parallel ulangan generator-adsorberdan iborat bo'lib, ularning generatorlari alohida issiqlik izolyatsiyalangan korpuslarda o'rnatilgan (15-rasm). Qurilmaning ishlash printsipti quyosh energiyasi issiqligidan foydalanishga asoslangan. Qurilmaning ish sikli ikkita jarayondan iborat: regeneratsiya –to'yingan adsorbent kunduzi reaktor generator-adsorberda qizdiriladi va sovutish agentining bug'lari adsorbentdan ajralishi bilan



desorbtsiya jarayoni sodir bo‘ladi, hosil bo‘lgan bug‘lar kondensatorida siqiladi va resiverda to‘planadi; zaryadlash – kechqurun reaktor generator-adsorberda adsorbtsiya jarayoni sodir bo‘ladi va sovutish agenti sorbentga yutiladi, bunda bug‘latgichda sovutish agenti qaynaydi va izolyatsiyalangan kamerada sovutish samarasi sodir bo‘ladi. Atrof-muhit haroratigacha sovgan sovutish agenti rostlovchi ventil yordamida resiverdan bug‘latgichga uzatiladi.

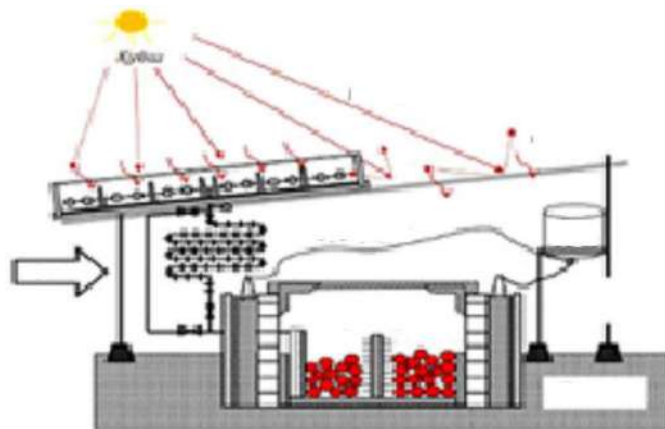


1-generator-adsorber; 2-reaktor; 3-gelioqabul qilgich; 4-ventillar; 5-kondensator; 6-resiver; 7- sovutish agentini kiritish uchun ventil; 8-bug‘latgich; 9-sovuqtish kamerasi; 10-manometrlar; 11- mikroapmermetr

**15-rasm. Gelioenergetik sovutish qurilmasi.**

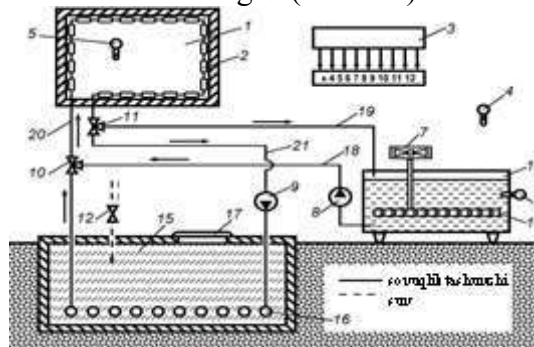
Taklif etilgan qurilmaning o‘rtacha sovuqlik unumdorligi  $Q_0=102$  Vt. Termodinamik koeffitsiyentlar past haroratli sovutishda  $\eta=0,22$ , maromlash rejimida  $\eta=0,34$ .

[41; 367-376-b] tadqiqot ishining mualliflari yuqori tejamkor sovutish kamerasini ishlab chiqishgan bo‘lib, u elektr energiyasini talab etmaydi va kichik FIK ga ega (0,071). U ikkita sovutish tizimidan tashkil topgan (16-rasm): quyosh kollektorli absorbtсион sovutgich va bug‘latishli sovutish tizimi.



**16-rasm. Yangi nol energiyali sovutish kamerasi.**

A.B. Korshunov va B.P. Korshunovlar [41; 23-27-b] tomonidan QHMni tabiiy sovuqlik va muzlash harorati past bo‘lgan ekologik xavfsiz sovuqlik tashuvchidan foydalanib saqlash uchun energiya tejamkor sovutish kamerasini taklif etishgan (17-rasm)..



1-issiqlik izolyatsiyali xona; 2-quvurchali issiqlik almashinuv qurilmasi; 3-boshqaruv bloki; 4, 5, 6-harorat datchiklari; 7-ventilyator; 8, 9-nasoslar; 10, 11, 12-ventillar; 13-sovuqlik



akkumulyatori; 14-havo taqsimlash quvuri; 15-muzli akkumulyator; 16-plasъtkli quvurlar; 17-ochiq tuynuklar; 18, 19, 20, 21-uzatish quvurlari

### 17-rasm. QHMni saqlash uchun energiya tejamkor sovutish kamerasi

Kamera quyidagi tartibda ishlaydi. Sovitilayotgan QHM issiqlik izoltsiyali kamerada joylashtiriladi va uning harorati nazorat qilib turiladi. Yilning sovuq vaqtida muz akkumulyatorining tuynuklari ochiq bo'ladi. Muz akkumulyatorda muzni hosil bo'lishi suv uzatish quvuridan uzatilayotgan suvni muzlashi orqali amalga oshiriladi. Issiqlik izolyatsion kameradi havoni sovutish yopiq kontur orqali harakatlanayotgan sovuqlik tashuvchini sirkulyatsiyalanishi hisobiga amalga oshiriladi. Yilning issiq vaqtida sovuqlik tashuvchini sovutish muz akkumulyatorida amalga oshiriladi, bunda tuynuklar yopiq holatda bo'ladi. Sovuqlik akkumulyatorini mavjudligi hisobiga QHMni samarali sovutish uchun energiya tejamkor sovutish kamerasi yil davomida ishonchli ishlaydi. Tabiiy sovuqlikni qo'llash agrosanoat majmualarining sovutish tizimlarida 25-30% gacha energiya tejash imkonini beradi.

**Xulosa.** QHMLarni saqlash va sovutish tizimlari bo'yicha yuqorida keltirilgan tahlillardan shunday xulosa qilish mumkinki, QHMni saqlash va sovutish tizimlari ham energiya sig'imi yuqori bo'lgan sohalardan biri hisoblanadi. Saqlash va sovutish tizimlarining energiya samaradorligini oshirish, tizimlarda energiya iste'molini kamaytirish uchun qayta tiklanuvchi energiya manbalari xususan quyosh energiyasidan foydalanish istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. QHMLarni saqlash va sovutish tizimlarida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish elektr energiyasi sarfini kamayishiga va birlamchi yoqilg'i manbalarini tejashga olib keladi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. <https://review.uz/oz/post/selskoxozyaystvenne-reform-v-dinamike-infografiki>.
2. <https://www.agro.uz/ru/21-0000/>.
3. Хушматов Н.С., Файзуллаева Т.Р. Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қиш ва баҳор ойларида сақлашда кенг тарқалган усуллар таҳлили. // “Иқтисодийёт ва инновацион технологиялар” илмий электрон журнали. 2018, №2. 1-10 б.
4. <https://kun.uz/news/2019/07/08/sovitgichlar-masalasi-bozorda-narx-tushishi-uchun-nimazarur>.
5. [www.engsolgroup.ru](http://www.engsolgroup.ru). Промышленное холодильное оборудование.
6. Курьлев Е.С., Оносовский В.В., Русянцеы Ю.Д. Холодильные установки. – СПб.: Политехника, 2002. – 576 с.
7. E. Aridhi, M. Abbes, S. Maarouf, R. Mhiri, and A. Mami, “Pseudo bond graph model of thermal transfers sustained by ice quantity of a domestic refrigerator for energy saving application,” IEE J. Trans. Electric. Electron. Eng. 10, 308 (2015).
8. L. F. Cabeza and E. Ore, “Thermal energy storage for renewable heating and cooling systems,” Renewable Heating and Cooling (Elsevier, 2016), Chap. 7, pp. 139–179.
9. E. Aridhi, M. Abbes, S. Maarouf, R. Mhiri, and A. Mami, “Cooling performance and energy saving of a refrigeration cavity supported by an outside cold air flow controlled by a PID controller,” in 6th International Renewable Energy Congress - IREC'2015, Tunis (2015), pp. 1–6.
10. C. Negrao and C. Hermes, “Energy and cost savings in household refrigerating appliances: A simulation-based design approach,” Appl. Energy 88, 3051–3060 (2011).
11. Commission Europeenne, Systemes de Refroidissement Industriels (Commission Europeenne, 2001).
12. K. Harby, D. R. Gebaly, N. S. Koura, and Mohamed S. Hassan, “Performance improvement of vapor compression cooling systems using evaporative condenser: An overview,” Renewable Sustainable Energy Rev. 58, 347–360 (2016).
13. M.-H. Kim, H.-W. Dong, J.-Y. Park, and J.-W. Jeong, “Primary energy savings in desiccant and evaporative cooling-assisted 100% outdoor air system combined with a fuel cell,” Appl. Energy 180, 446–456 (2016).





14. F. Ascione, N. Bianco, R. F. De Masi, F. de Rossi, and G. P. Vanoli, "Energy refurbishment of existing buildings through the use of phase change materials: Energy savings and indoor comfort in the cooling season," *Appl. Energy* 113, 990–1007 (2014).
15. W. Cheng and X. Yuan, "Numerical analysis of a novel household refrigerator with shape-stabilized PCM (phase change material) heat storage condensers," *Energy J.* 59, 265–276 (2013).
16. E. Gedik, E. Kılıç, aslan, B. Acar, A. Ergün, and E. Ozbas, "Experimental investigation of a household refrigerator performance using chimney-type condenser," *Arabian J. Sci. Eng.* 41, 1691–1697 (2016).
17. A. C. Marques, G. F. Davies, G. G. Maidment, J. A. Evans, and I. D. Wood, "Novel design and performance enhancement of domestic refrigerators with thermal storage," *Appl. Therm. Eng.* 63, 511–519 (2014).
18. V. Jain, G. Sachdeva, and S. S. Kachhwaha, "Energy, exergy, economic and environmental (4E) analyses based comparative performance study and optimization of vapor compression-absorption integrated refrigeration system," *Energy* 91, 816–832 (2015).
19. F. G. Arroyo-Cabanas, J. E. Aguillon-Martinez, J. J. Ambriz-Garcia, and G. Canizal, "Electric energy saving potential by substitution of domestic refrigerators in Mexico," *Energy Policy* 37, 4737–4742 (2009).
20. J. Tao and S. Yu, "Implementation of energy efficiency standards of household refrigerator/freezer in China: Potential environmental and economic impacts," *Appl. Energy* 88, 1890–1905 (2011).
21. Ekren O., Serdar C., Brad N., Ryan K., "Performance Evaluation of a Variable Speed DC Compressor," *International Journal of Refrigeration*, Vol. 36, No.36, 2013. – p. 745-757.
22. McCarney S., Joanie R., Juliette A., Kristina L., John L., "Using Solar-Powered Refrigeration for Vaccine Storage Where Other Sources of Reliable Electricity are Inadequate or Costly," *Vaccine*, Vol. 31, No. 51, pp. 6050– 6057, 2013.
23. Otanicar T., Robert A.T., Phelan P.E., "Prospects for Solar Cooling—An Economic and Environmental Assessment," *Solar Energy*, Vol. 86, No. 5 pp. 1287–1299, 2012.
24. Sarbu L., Sebarchievici C., "Review of Solar Refrigeration and Cooling Systems," *Energy and Buildings*, Vol. 67, pp. 286–297, 2013.
25. Daffllah K.O., Benghanem M., Alamri S.N., Joraid A.A., Al-Mashraqi A.A., Experimental Evaluation of Photovoltaic DC Refrigerator Under Different Thermostat Settings," *Renewable Energy*, Vol. 113, pp. 1150-1159, 2017.
26. N'Tsoukpoe K.E., Pierrès N.L., Luo L., "Numerical Dynamic Simulation and Analysis of a Lithium Bromide/Water Long-term Solar Heat Storage System," *Energy*, Vol. 37, pp. 346-358, 2012.
27. Lui L., Edem N.K., Nolwenn L.P., Lingai L., "Evaluation of a Seasonal Storage System of Solar Energy for House Heating Using Different Absorption Couples," *Energy Conversion and Management*, Vol. 52, pp. 2427–2436, 2011.
28. N'Tsoukpoe K.E., Pierrès N.L., Luo L., "Experimentation of a LiBr-H<sub>2</sub>O Absorption Process for Long-term Solar Thermal Storage: Prototype Design and First Results," *Energy*, Vol. 53, pp. 179-198, 2013.
29. N'Tsoukpoe K.E., Pierrès N.L., Luo L., Mangin D., "Thermodynamic Study of a LiBr – H<sub>2</sub>O Absorption Process for Solar Heat Storage with Crystallization of the Solution," *Solar Energy*, Vol. 104, pp. 2-15, 2014.
30. Perier M.M. and Pierrès N. L. "Modeling and Analysis of Energetic and Exergetic Efficiencies of a LiBr/H<sub>2</sub>O Absorption Heat Storage System for Solar Space Heating in Buildings," *Solar Energy Efficiency*, Vol., pp. 1-19, 2015.
31. Zhang X., Li M., Shi W., Wang B., Li X., "Experimental Investigation on Charging and Discharging Performance of Absorption Thermal Energy Storage System," *Energy Conversion and Management*, Vol. 85, pp. 425-434, 2014.





32. Fumey B., Weber R., Gantenbein P., DagueneFrick X., Williamson T., Dorer V., “Development of a Closed Sorption Heat Storage Prototype,” Energy Procedia, Vol. 46, pp. 134–141, 2014.
33. Fumey B., Weber R., Gantenbein P., DagueneFrick X., Williamson T., Dorer V., “Closed Sorption Heat Storage Based on Aqueous Sodium Hydroxide,” Energy Procedia, Vol. 48, pp. 337–346, 2014.
34. Fumey B., Weber R., Gantenbein P., DagueneFrick X., Williamson T., Dorer V., “Operation Results of a Closed Sorption Heat Storage Prototype,” Energy Procedia, Vol. 73, pp. 324–330, 2015.
35. Xu S.M., Huang X.D., Du R., “An Investigation of the Solar Powered Absorption Refrigeration System with Advanced Energy Storage Technology,” Solar Energy, Vol. 85, pp. 1794–1804, 2011.
36. Freni A., Santori G., Sapienza A., and Gulli G., “Solar Powered Solid Adsorption System for ColdStorage Applications,” 16th CIRIAF National Congress, at Assisi, Volume: ISBN 978-88-6074-755-6, April 2016.
37. Hossain A. and Talukdar Sh. Development and Performance Evaluation of a Solar Energy based Portable Micro-Cold Storage // DUET Journal. Volume 5, Issue 1, June 2019. – p. 57-66.
38. Talukdar S., Afroz H.M.M., Hossain M. A., Aziz M.A., Hossain M. M. “Heat transfer enhancement of charging and discharging of phase change materials and size optimization of a latent thermal energy storage system for solar cold storage application”, Journal of Energy Storage, Vol. 24, 2019.
39. Руденко М.Ф., Шипулина Ю.В., Каримов М.Ш., Руденко А.М. Повышение эффективности работы гелиоэнергетических холодильных установок адсорбционного типа // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Том 46, №4, 2019. – с. 32-41.
40. Islam Md.P. and Morimoto T., “A new zero energy cool chamber with a solar-driven adsorption refrigerator,” Renewable Energy 72, 367–376 (2014).
41. Коршунов А.Б., Коршунов Б.П. Энергосберегающая холодильная камера с использованием природного холода // Техника и технологии в животноводстве №2(38), 2020. – с. 23-27.

