

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

PEDAGOGIKA FAKULTETI

KASBIY TA'LIM KAFEDRASI

5A140208 – Qayta tiklanuvchan energiya manbalari va barqaror atrof-muhit fizikasi mutaxassisligi uchun

QAYTA TIKLANUVCHAN ENERGIYA MANBALARI

FANIDAN

MA'RUZA MATNLARI

Tuzuvchi: dotsent A.A.Vardiyashvili



QARSHI

Tuzuvchi: A.A.Vardiyashvili “Kasbiy ta’lim” kafedrasи
mudiri, t.f.n., dotsent

Taqrizchi: QarMII«Issiqlik energetikasi» kafedrasи dots.T.A. Fayziyev

Ushbu ma‘ruza matnlari to’plami 5A140208 – Qayta tiklanuvchan energiya manbalari va barqaror atrof-muhit fizikasi mutaxassisligida tahsil olayotgan talabalar uchun mo’ljallangan bo’lib, unda «Qayta tiklanuvchan energiya manbalari» fanidan o’qitilayotgan asosiy ma‘ruzalar berilgan.

Ushbu ma‘ruza matnlari to’plami «Kasbiy ta’lim» kafedrasи majlisida ko’rib chiqilgan (bayon № _____ 2019 y). Pedagogika fakulteti uslubiy komissiyaning (bayon №_____ 2019 y) va QarshiDU o’quv va ilmiy kengashining №_____ 2019 yilgi qarorida maqullangan va institut o’quv jarayonida ishlatishga tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

MA'RUZA-1	Energetika resurslari.....	
MA'RUZA-2	Muqobil energiya manbalari.....	
MA'RUZA-3	Quyosh energetikasi.....	
MA'RUZA-4	Quyosh energiyasidan elektr energiya ishlab chiqarish.....	
MA'RUZA-5	Quyosh energiyasidan foydalanish qurilmalari va jihozlari.....	
MA'RUZA-6	Yuqori temperaturali quyosh qurilmalari.....	
MA'RUZA-7	Past potensialli energiya manbalari.....	
MA'RUZA-8	Issiqlik nasoslari.....	
MA'RUZA-9	Shamol energetikasi.....	
MA'RUZA-10	Shamol elektr agregatlari.....	
MA'RUZA-11	Gidroenergetika.....	
MA'RUZA-12	Kichik potensialli suv energiyasidan foydalanish.....	
MA'RUZA-13	Bioenergetika.....	
MA'RUZA-14	Biogazni ishlab chiqarish.....	
MA'RUZA-15	Geotermal energetika.....	
MA'RUZA-16	Geotermal issiqlik ta'minoti.....	
MA'RUZA-17	Muqobil energiyani akkumulyatsiya qilish.....	
MA'RUZA-18	Okean va suv oqimlari energiyasi.....	
MA'RUZA-19	Boshqa turdag'i muqobil energiya manbalari.....	
MA'RUZA-20	Muqobil energetika va atrof muxit.....	
MA'RUZA-21	Quyosh energiyasidan tashuvchi moddalar.....	
MA'RUZA-22	Quyosh energiyasidan boshqa sohalarda foydalanish.....	
MA'RUZA-23	Suyuq holatdagi bioyoqilg'ilar.....	
MA'RUZA-24	Biogazni ishlatalish.....	
MA'RUZA-25	Bioenergetika qurilmalarini hisoblash.....	
MA'RUZA-26	Issiqlik va gidravlik akkumulyatorlar.....	
MA'RUZA-27	Energiyani yig'ish tizmilarini solishtirish.....	
MA'RUZA-28	Muqobil energiya manbalaridan foydalanishning rivojlanish istiqbollari.....	
Foydalanilgan adabiyotlar.....		

1-MA’RUZA: Energetika resurslari

Reja:

- 1.1. Jamiyat hayotida va rivojlanishida energetikaning o‘rni.
- 1.2. Tiklanuvchi va tiklanmaydigan energetika resurslari.

1.1. Jamiyat hayotida va rivojlanishida energetikaning o‘rni.

Insoniyat hayoti davomida tabiat tomonidan minglab yillarda to‘plangan energiyadan foydalanib kelinmoqda. Bunda ushbu energiyadan foydalanish usullari, undan maksimal samaradarlik olish maqsadida doimo takomillashib bormoqda. Energetika insoniyat hayotida muhim rol o‘ynaydi. Inson faoliyatining barcha turlari energiya sarfi bilan chambarchas bog‘liqidir. Masalan inson o‘zining evolyutsion rivojlanishining navbatdagi o‘rami shamol va suv energiyasidan foydalanishga olib keldi, natijada birinchi suv va shamol tegirmonlari, suv charxpalaklari, o‘z harakati uchun shamol kuchidan foydalanuvchi yelkanli kemalar paydo bo‘ldi. XVIII asrda o‘tin yoki ko‘mirni yoqish natijasida hosil bo‘lgan issiqlik energiyasini mexanik harakati energiyasiga aylantiruvchi bug‘ mashinalari ixtiro qilindi. XIX asrda volt yoyi, elektr yoritish kashf qilindi. Elektrosvigatel, undan keyin esa elektr generator ixtiro qilinishlari elektr asri boshlanishiga olib keldi. XX asr insoniyat tomonidan energiya ishlab chiqarish va undan foydalanish usullarini o‘zgartirish bo‘yicha haqiqiy inqilobni amalga oshirish asri bo‘ldi. Yaa’ni, juda yuqori quvvatli issiqlik, gidravlik va atom elektr stansiyalar, yuqori va o‘ta yuqori hamda ultra yuqori kuchlanishga ega bo‘lgan elektr energiyasini uzatuvchi liniyalar qurish. Ilm – fanning o‘sib borishi natijasida elektr energiyasini ishlab chiqarish, o‘zgartirish va uzatishning yangidan-yangi turlari ishlab chiqilmoqda (boshqaruvchi termoyadro reaksiyasi magnit gidrodinamik generator, o‘ta o‘tkazuvchan turbogenerator va shunga o‘xshash). Katta quvvatli energiya tizimlari barpo qilinmoqda, shu bilan birga katta quvvatli neft va gaz taminoti tizimlari paydo bo‘lmoqda.

Shunday qilib bizni o‘rab turgan dunyo turli ko‘rinishdagi tunganmas energiya manbalariga egadir. Hozirda ularning bazilaridan ya’ni , quyosh energiyasi, yer va oyning o‘zaro tasiri natijasida hosil bo‘ladigan energiya, termoyadrosintez energiyasi, yer issiqligi energiyasidan to‘laqonli foydalanilmayapti. Hozir inson tamaddinining rivojlanishida energiya hal etuvchi rol o‘ynaydi. Mahsulot ishlab chiqarish hajmi va energiya sarfi orasida uzviy o‘zaro bog‘liqlik mavjuj. Insoniyat hayotida energetika katta ahamiyatga ega. Uning rivojlanish darajasi, jamiyat ishlab chiqarish kuchlarining rivojlanish darajasini, ilmiy texnik taraqqiyot imkoniyatlarini va aholi turmush darajasini aks ettiradi.

Afsuski, inson tarafidan iste’mol etilayotgan energiyaning ko‘p qismi, mavjud bo‘lgan energetik resurslardan foydalanishning past samaradorligi tufayli befoyda issiqlik aylanmoqda. Dunyoda bir yilda foydalanadigan energiyaning taxminiy taqsimoti 1.1-jadvalda keltirilgan. Bu jadvaldagi energiya qiymati, yoqilganda mavjud enegiyani beruvchi ko‘mir miqdorining megatonnalardagi (Mt) o‘lchamida keltirilgan.

1.1-jadval

Energiya shakli	Miqdori Mt	Manba
Insonlarni boqish va ish, hayvonlariga yem	650	Quyosh yorug‘ligi (hozirda)

O'tinlar	150	Quyosh yorug'ligi (o'tgan zamonda)
Gidroelektrstansiyalar	100	Suv harakati
Ko'mir, neft, gaz, torf	6600	Quyosh yorug'ligi (o'tgan zamonda)

Shu bilan bir vaqtida insonlarni ozuqasi uchun har yili taxminan 400 Mt energiya sarflanadi, shundan 40 Mtga yaqini foydali mehnatga aylanadi. Xo'jalik zaruratlariga 800 Mt, jamiyat ishlabchiqarishiga esa 1000Mt energiya sarflanadi.

Shunday qilib 7500 Mt ni tashkil etuvchi yillik energiya istemolidan 2200 Mt foydali ravishda, qolgani esa issiqlik ko'rinishida bekorga sarflanadi. Lekin hatto 2200/7500 Mt samaradorlik bilan ham insoniyat maqtana olmaydi, chunki yer yuziga quyoshdan taralayotgan va yiliga 10000000 Mt ni tashkil etuvchi energiya bu yerda hisobga olinmagan.

Tamaddunning rivojlanishida energiya hal etuvchi rol o'ynadi. Energiya istemoli va axborotning to'planishi, vaqt bo'yicha taxminan bir xil xarakterlanadi o'zgarishga ega, mahsulot ishlab chiqarish hajmi va energiya sarfi orasida mustahkam bog'liqlik mavjud.

Energiya istemolining o'sishi ajablanarli darajada yuqori, lekin buning natijasida inson o'z hayotining sezilarli katta qismini dam olishga, maorifga, yaratuvchanlik faoliyatiga bag'ishlashi mumkin bo'ladi va natijada uzoq umr ko'rishga erishilmoqda.

Biz energiyani zarur va bizga ishslash qobiliyatiga ega deb hisoblaymiz. Jamiyatni energiya bilan taminlash quyidagilarga bo'linadi, yani imoratlarni isitish, harakatni taminlash, bizga zarur bo'lgan mahsulotlarni ishlab chiqarish, turli mashina, mexanizm, asbob uskunalarni ishslash qobiliyatini taminlash. Ovqat tayyorlash, yoritish hayot faoliyatini taminlash va boshqalar uchun zarurdir.

Energiyani qo'llashning bu misollarini quyidagi uchta katta guruhga bo'lish mumkin:

a) Ozuqa energiyasi. U boshqa energiya turlariga nisbatan qimmatroqdir: bug'doy joulda qayta hisoblanganda, ko'mirdan ancha qimmat. Ozuqa tana haroratini ushlab turishi uchun issiqlik, uning harakati uchun, aqliy va jismoniy mehnatini amalga oshirishi uchun enegiya beradi:

b) Uylarni isitish va ovqat tayyorlash uchun issiqlik ko'rinishidagi energiya. U turli iqlim sharoitlarida yashash va inson oziq-ovqatini turlicha bo'lishi imkonini beradi.

d) Jamiyat ishlab chiqarishini yuritishini taminlaydigan energiya. Bu energiya tovar va xismat ko'rsatish, inson va yuklarni fazodagi shaxsiy harakati, kommunikatsiyaning barcha tizimlarini ishslash qobiliyatini ishlab turishi uchun kerak. Bu energiyaning aholi jon boshiga bo'lgan sarfi, ozuqaga sarf etiladigan enegiyadan sezilarli darajada yuqoridir.

1.2. Tiklanuvchi va tiklanmaydigan energetika resurslari

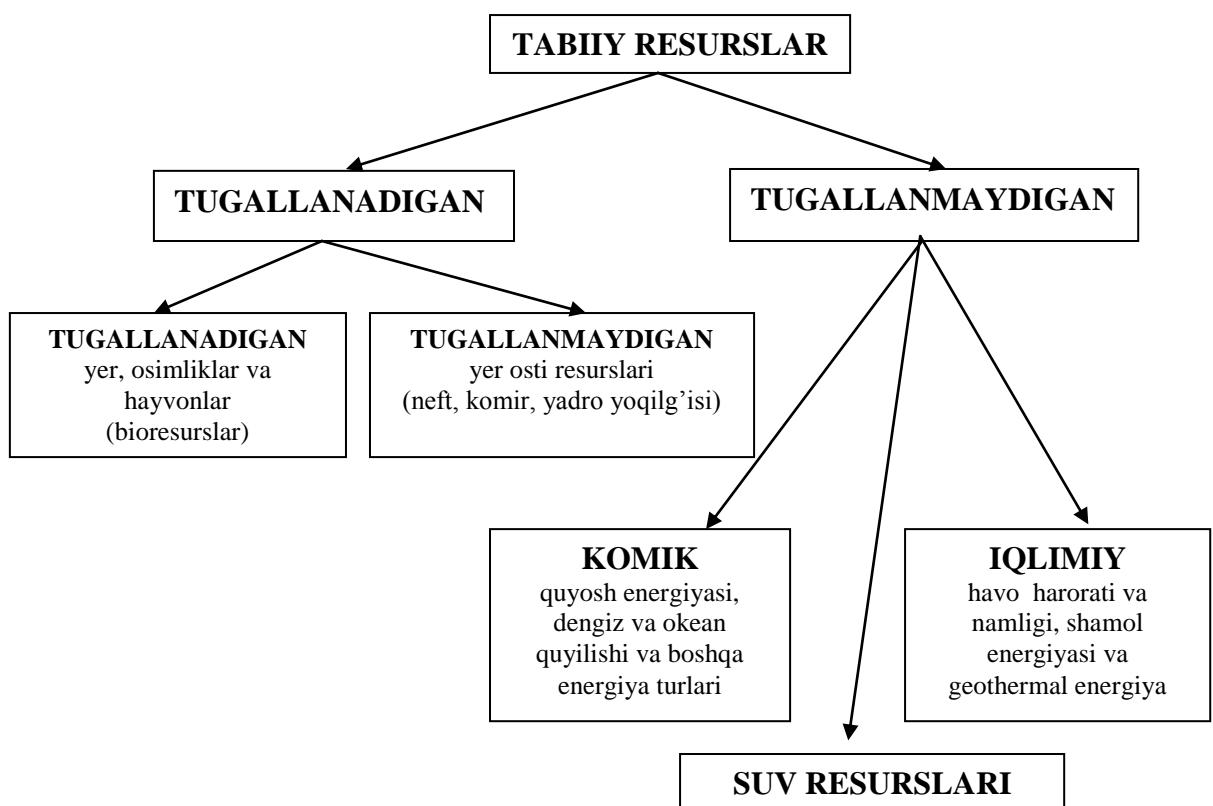
Yoqilg'i – energetika resurslari (YoER) – bu material obekt bo'lib, unda inson tomonidan amaliy foydalanishga yaroqli energiya to'plangan.

Yenegetika resursi deb – tabiiy yoki suniy faollashgan har qanday energiya manbaiga aytildi. Energiya resurslari – hozirgi vaqtida ishlatilayotgan yoki kelajakda ishlatilishi mumkun bo'lgan energiya tashuvchilardir.

Tabiiy resurslar shu jumladan energetika resurslarini o'rganishda ularning ilmiy tasnifi, yani xomashyo, obektlar va tabiiy muhit hodisalar yig'indisini funksional muhimlik belgilari bo'yicha ajratish kerak.

Tabiiy resurslarning tasniflaridan biri – bu tugallanish belgisi bo‘lib, unga muvofiq energetika resurslarini **tugallanadigan** va **tugallanmaydigan** resurslarga bo‘linadi (1.1-rasm). O‘z navbatida tugallanadigan resurslar **tiklanuvchi** va **tiklanmaydigan** bo‘lishi mumkin. Tiklanuvchilarga tabiat (yer, o‘simliklar, hayvonlar va h.k.) tomonidan tiklanadigan resurslar kiradi, tiklanmaydiganlarga – ilgari tabiatda to‘plangan lekin, yangi geologik sharoitlarda hosil bo‘lmaydigan resurslar (neft, ko‘mir va boshqa yer osti zaniralari) kiradi. Tugallanmaydiganlariga kosmik, iqlimiylar, suv resurslari kiradi.

Energiya resurslarining barcha turlaridan quyosh energiyasi muhim ahamiyatga ega. Energiya resurslarining barcha turlari quyosh energiyasini taviyyi o‘zgarishi natijasidir. Ko‘mir neft tabiiy gaz, torf, yonuvchi tog‘ jinslari va o‘tinlar – bu o‘simliklar tomonidan olingan va o‘zgartirilgan quyoshning nurli energiyasi



1.1-rasm. Tabiiy resurslarning tasnifi

zahiralardir. Surat sintezi (fotosintez) reaksiyasi jarayonida atrof muxitning noorganik elementlaridan, ya’ni, suv (H_2O) va karbonat angidrid gazi (CO_2) lardan quyosh turi tasirida o‘simliklarda asosiy elementi uglerod (S) bo‘lgan organik modda hosil bo‘ladi.

Million yillar o‘tgandan so‘ng, ma’lum geologik davrda, bosim va harorat ta’sirida qotib qolgan o‘simliklardan asosini oldin o‘simliklarda yig‘ilgan uglerod tashkil etadigan organik energetik resurslar hosil bo‘ladi va bu esa yerda tushadigan quyosh energiyasining aniq miqdori natijasida amalga oshadi. Suv energiyasi ham suvni bug‘lantiradigan va bug‘ni atmosferaning yuqori qatlamlariga ko‘taradigan quyosh energiyasi hisobiga hosil bo‘ladi.

Shamol quyosh tomonidan bizning planetamizni turli nuqtalarini turli haroratda isitilishi natijasida hosil bo‘ladi. Bundan tashqari quyoshning yer satxiga bevosita to‘g‘ri keladigan nurlari, katta energiya manbai bo‘lishi imkoniyatiga egadir.

Yuqorida takidlanganidek organik yoqilg‘ining hosil bo‘lishi bir tomondan quyosh enegiyasining tabiiy o‘zgarishi natijasida bo‘lsa, ikkinchi tomondan ko‘p yuz yilliklar davomida barcha geologik formatsiyalardan o‘simglik va hayvonlar olami qoldiqlariga mexanik, biologik va issiqlik tasiri natijasidir. Bu yoqilg‘ilarning hammasi uglevod asosiga ega va energiya undan uglevod dioksidi (SO_2) hosil bo‘lishi jarayonida ajralib chiqadi.

Zamonaviy usulda tabiatdan foydalanishda energetik resurslar uch guruhga taqsimlanadi, bular: enegiya oqimi va aylanishda ishtirok etuvchi (quyosh, kosmik energiya va boshqalar) saqlanayotgan energetik resurslar (neft, gaz va hokazo) hamda suniy faollashgan energiya manbalari (atom va termoyadro energiya).

Iqtisodiyotda tabiatdan foydalanish quyidagilarga ajratiladi.

Umumiyl (nazariy) resurs – bu energoresursning aynan ko‘rinishi ichidagi jamlangan energiyani tashkil etadi.

Texnik resurs – bu energiya fan va texnikaning hozirdagi rivojlanishida mazkur energiya resurs turidan olinishi mumkin. U umumiyning juda kichik foizdan o‘nlab foizgacha bo‘lgan ulushini tashkil etadi. Lekin energetik jihozlarni takomillashuvi va yangi texnologiyalarni o‘zlashtirish natijasida doimo ortib boradi.

Iqtisodiy resurs – bu mazkur resurs turidan olinib jihoz materiallar va ishchi kuchining hozirdagi baholar nisbatida iqtisodiy jihatdan qulay bo‘lgan energiya.

Nazorat savollari.

- 1.Jamiyat hayotida energetikaning o’rni nimadan iborat?
- 2.Energetik resurslar nechchi turga bo’linadi?
- 3.Tiklanmaydigan resurslarni tasnifini tushuntiring?
4. Tiklanadigan resurslarni tasnifini tushuntiring?

2-MA’RUZA: Muqobil energiya manbalari.

REJA:

- 2.1. Energiya - barcha narsalarga asosdir
- 2.2. Energiya manbalarining tasnifi
- 2.3. Qayta tiklanadigan energiya manbalarining samaradorligi
- 2.4. O‘zbekistonda alternativ energetika

2.1. Energiya - barcha narsalarga asosdir

Energiya (grek. *energeia* - harakat, faoliyat) – materiyaning har xil harakatlari shakllarining umumiy miqdoriy o‘lchovidir (uni o‘lchash mumkin). Energiya mexanik, issiqlik, kimyoviy, elektromagnit, gravitatsiyali, yadroviy va boshqa turlarga bo‘linadi. Energiyaning saqlanish fundamental qonuniyatiga asosan (bundan abadiy dvigatelni yaratib bo‘lmaydigan shart kelib chiqadi), energiya tushunchasi tabiatdagi barcha hodisalarni bir butun qilib bog‘laydi. Energiya faqat bir turdan boshqa turga aylanishi mumkin. Bunda uning umumiy miqdori o‘zgarmaydi.

Energiya - barcha narsalarga asosdir. Turli xil shakllardagi fizikaviy harakatlarga har xil ko‘rinishdagi energiya turlari mos keladi. Masalan, mexanik energiya mexanik harakatning (kinetik energiyasi) va mexanik o‘zaro ta’sirning (potensiyal energiyasi) meyordir, issiqlik energiyasi issiqlik harakati va issiqliknинг o‘zaro ta’sirlari meyordir, elektromagnit energiyasi esa elektromagnit harakat va elektromagnit o‘zaro ta’sirlarning meyordir.

Har qanday moddiy jism energiyaga egadir. Energiya – bu bugungi ko‘pgina muhokama qilinadigan tushunchalardan biri emas. O‘zining asosiy fizikaviy (keng ma’noda – tabiiy-ilmiy) mazmunidan tashqari, u ko‘psonli iqtisodiy, texnikaviy, siyosiy va boshqa jihatlarga ham ega.

Sivilizatsiyaning hozirgi zamonini va kelajagini muhokama qilishda, birinchi navbatda energiya tushunchasi kelib chiqadi. Odamzodning iqtisodiyoti, fani va madaniyati biz tomonidan foydalanilayotgan energiya manbalariga bog‘liqdir. Jamiyat uchun hal qilinadigan ekologik muammolar to‘g‘ridan-to‘g‘ri energetik muommalar bilan bog‘liq bo‘ladi. Har qanday turdagи energiyaning tanqisligi o‘zidan qimmat tushadi. Ulkan moliyaviy xarajatlar bilan hisoblashmasdan, insoniyat energiyani olishning yangi yo‘llarini izlayapti.

Energiya – bu materiya harakatining skalyar tavsiflardan biridir. Har bir shakldagi materiaga o‘zining ko‘rinishidagi energiyasi mos keladi. Moddiy dunyoning asosiy qonunlari materiyaning va energiyaning saqlanish qonunlari bo‘lib hisoblanadilar. Energetikada energiyaning saqlash qonuni – termodinamikaning I-chi qonunidir.

Jismning umumiy energiyasi miqdori:

$$E = m c^2 = E_{uu} + E_{mu} + E_o = E_{kuh} + E_{nom} + E_o; \quad (2.1)$$

bu yerda YE – jismdagi energiyaning to‘la zaxirasi, J; m – jism massasi, kg;

s – yorug‘lik tezligi, m/s; Ye_{ch} – ichki energiyasi, J; E_{tsh} – tashqi energiyasi; Yeo – tinchlik massasining energiyasi; Yek_{in} – kinetik energiyasi, mexanik harakat energiyasi; Yep_{ot} – potensial energiyasi (jismning kuch maydonlari bilan o‘zaro ta’siri energiyasi).

(2.1) formulada 1 gramm massaga 10^{11} kJ ga teng bo‘lgan energiya mos keladi.

Jism ichki energiyasining tashqi shakllarga aylanish jarayonlari – bu uning energiyani tashqariga chiqarishidir. Kimyoviy reaksiyalarda jismning umumi energiyasi zahirasidan $5 \times 10^{-9}\%$ energiya chiqadi, bu ko'rsatkich yadro reaksiyalarida – 0,09%, termoyadro reaksiyalarida esa – 0,65 % ni tashkil etadi.

Turli xil energiya turlarining o'zaro aylanish qonunlarini **termodinamika** o'rganadi, u esa ikkita qonunga asoslanadi:

Termodinamikaning 1-chi qonuni jism chiqaradigan energiyani uzatishdagi ikki yo'lni ko'rsatadi:

$$\Delta U = Q - W; \quad (2.2)$$

bu yerda ΔU – jism ichki energiyasining o'zgarishi; Q – issiqlik miqdori;

W – ish miqdori.

Bu yerda Q va W kattaliklari – energiyani uzatishdagi ikkita shakldir.

Termodinamikaning 2-chi qonuni o'zligicha bo'ladigan jarayonlarning yo'nalishini aniqlaydi. Uning oqibatida yakkalangan tizim eng ehtimollik holatiga keladi. Tartibli harakatlar tartibsiz harakatlarga o'tadi, konsentratsiyalangan energiya esa energiyaning sochilish yo'li bilan uning barcha turlari issiqlikka aylanadi.

Issiqlikning foydali (tartibli) energiya turlariga aylanishi qaytar sikllarning foydali ish koeffitsiyenti (FIK) bilan chegaralanadi:

$$\eta = 1 - Q_2 / Q_1; \quad (2.3)$$

bu yerda Q_1 – ishchi jismga keltiriladigan issiqlik, J;

Q_2 – jismdan atrof muhitga uzatiladigan issiqlik, J.

Iste'molchilar turli xil energiya turlaridan foydalanadi: elektr, mexanik, issiqlik, yorug'lik, tovush, kimyoviy, yadro va boshqalar.

Dunyoda energiyani iste'mol qilishning zamонави darajasi quyidagi omillar bilan ta'riflanadi:

1) Energiyani iste'mol qilish asosan an'anaviy tabiiy energiya manbalaridan foydalanish hisobiga qoplanadi: organik yonilg'i (ko'mir, neft, gaz va hk.), gidroenergiya va atom energiyasi.

2) Tabiiy energiya manbalarining zaxiralari chegeralangan va notekis meyorda taqsimlangan; bu esa tabiiy energiya tashuvchilarining narxlari ortib borishiga, dunyoda energiyani iste'mol qilishdagi ularning ulushlari kamayishiga olib keladi.

3) Yoqilg'i-energetik majmuasining atrof muhitga salbiy ta'sir etishi (atmosferaga, suvli obyektlarga, yer boyliklariga).

4) Noan'anaviy energiya manbalaridan keng foydalanish: qayta tiklanadigan an'anaviy va noan'anaviy energiya manbalari.

Dunyodagi energiya iste'molini va Yerning energetik balansi tahlili yil mobaynida Yerda ishlab chiqariladigan energiyaning ruxsat etilgan chegara miqdorini belgilaydi: u Yerga kelib tushadigan quyosh energiyasining 3-5% dan oshmasligi kerak.

2.2. Energiya manbalarining tasnifi

Energetika – energetik resurslarni, har xil energiya turlarini o'zgartirish, uzatish va foydalanishning iqtisodiyotga oid sohasini o'z ichiga oladi.

Energiya manbai – ma'lum turdag'i energiyani chiqaruvchi yoki uning zaxira potensialidagi imkoniyatini o'zgartiruvchi obyektdir.

Energiya manbalari haqida ko'plab tasniflari mavjud.

Yerdagi barcha energetik resurslar, ya’ni Quyoshning uzluksiz faoliyatida hosil bo‘lgan mahsulotlar, ikkita asosiy guruhga bo‘linadi: tabiatda akkumulyatsiyalangan (qayta tiklanmaydigan) va akkumulsiyalanmaydigan (doimo qayta tiklanadigan).

Birinchi guruhga yoqilg‘i qazilma zaxiralari: neft, tosh va qo‘ng‘ir ko‘mir, slanets, torf va yerosti gazlari, hamda yadro va termoyadro energiyalari kiradi.

Ikkinchi guruhga quyidagi energiya manbalari kiradi: quyosh, shamol, daryo oqimlari, okean va dengizlardagi to‘lqinlar va suvning qalqib ko‘tarilishi, Yerning ichki issiqlikgi.

Qayta tiklanmaydigan energiya manbalari (QTmEM) - energiyani ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan tabiatdagi modda va materiallar zaxiralaridir. Masalan, yadroviy yoqilg‘i, ko‘mir, neft, gaz va h-zo. Qayta tiqlanmaydigan energiya manbalari tabiatda bog‘langan holatda turadi va odamning maqsadli faoliyati natijasida ajratiladi.

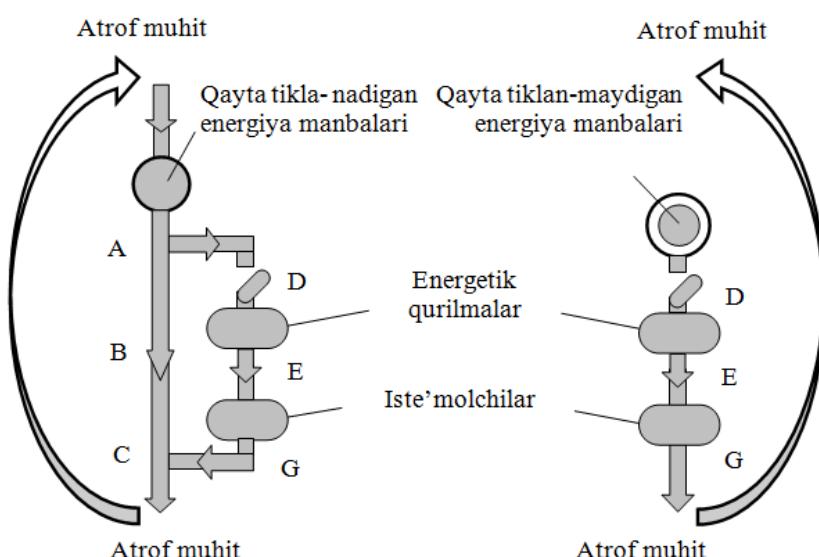
Qayta tiklanadigan energiya manbalari (QTEM) - atrof muhitda doimo mavjud yoki vaqtiga bilan vujudga keladigan energiya oqimlari asosidagi energiya manbalaridir. Qayta tiklanadigan energiya odamning maqsadli faoliyati oqibatida emas, balki atrof muhitda doim hosil bo‘ladigan energiyadir. Ushbu narsa uning ajratib turuvchi alomatidir. Qayta tiklanadigan energiya manbalarining resurslari vaqt o‘tishi bilan atrof muhitda qayta tiklanadi.

Xalqaro energetika agentligining (XEA) uslubiyoti bo‘yicha, qayta tiklanadigan energiya manbalari ularni qo‘llash texnologiyasiga qarab, an’anaviy va noan’anaviy energiya manbalariga bo‘linadi.

An’anaviy energiya manbalari - an’anaviy keng foydalanilayotgan, texnologik jihatdan urnatilgan energiya manbalaridir.

Noan’anaviy (alternativ) energiya manbalari – tabiiy energiya manbalarining tanqisligi hamda atrof muhit ekologiyasi yomonlashishi oqibatida an’anaviy energiyalar o‘rniga foydalanilayotgan va izlanayotgan energiya manbalaridir.

Keltirilgan ta’riflarning mazmunini ko‘rsatuvchi sxema 2.1 rasmida berilgan.



2.1 rasm. Qayta tiklanadigan va qayta tiklanmaydigan energiya manbalaridan foydalanish jarayonlar sxemasi [17]: A, B, S – foydalanmaydigan qayta tiklanadigan energiya manbalarining oqimi; D, E, G - foydalanilayotgan energiya oqimi

2.1 rasmdan ko‘rinadiki, D, E, G – odam faoliyati bilan bog‘liq bo‘lgan foydalanilayotgan energiya oqimlari; A, B, C – odam faoliyatiga bog‘liq bo‘lmagan, foydalanilmaydigan mavjud bo‘lgan qayta tiklanadigan energiya manbalari.

Qayta tiklanadigan energiya atrof muhitda foydalanib bo‘lmaydigan holatda bo‘ladi, u foydalanish mumkin bo‘lgan holatga keltiriladi va iste’molchi tomonidan foydalaniladi. Foydalanish oqibatida esa atrof muhitga issiqlik ko‘rinishida qaytariladi.

QTEMlaridan foydalanish va ularning rivojlanish sabablari

Energetikada QTEMlarning rivojlanishi va ulardan yil sayin keng foydalanishning asosiy sabablari quyidagilardan iborat:

- a) keng miqyosda boruvchi fojiali ekologik muammolar;
- b) energiyani iste’mol qilish masshtabining kattalashishi va uzuksiz o‘sishi, masalan, xususan elektr energiyaga talabining va uning narxlarining o‘sib borishi;
- v) qayta tiklanmaydigan energiya manbalarining cheklanganligi; organik yoqilg‘i bilan ta’minlanganlikning tanqisligi, tabiiy resurslarning kamayishi;
- g) organik yoqilg‘ini olish hamda elektrenergiyani ishlab chiqarish va ularni iste’mol qilishda mintaqalar orasidagi masofalarning o‘sib borishi;
- d) davriy takrorlanadigan dunyo energetik krizislari;
- ye) elektrenergiyani va issiqliknini olish uchun QTEM foydalanish texnologiyalarning rivojlanishi;
- j) ilmiy-texnikaviy katta o‘zgarishning kelishi va ilmiy-texnikaviy taraqqiyotining doimiy o‘sish sur’atlari;
- z) energiya tashuvchilarining narxlari o‘sib borishi (birinchi navbatda organik yonilg‘i turlarining), yoqilg‘i-energetika muammolarining o‘sishi;
- k) yiroqlashgan va olib borish qiyin bo‘lgan xamda o‘ziga xos iste’molchilarni ishonchli va samarali energiya bilan ta’minalash zaruriyati;
- l) atrof muhit bilan o‘zaro ta’siri nuqtai nazaridan, energiyani ishlab chiqarishda mavjud texnologiyalarni takomillashtirish imkoniyatlarining cheklanganligi.

2.1-Jadval

Noan’anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalari

Birlamchi energiya manbalari	Energiyaning tabiiy o‘zgarishi	Energiyaning texnikaviy o‘zgarishi	Ikkilamchi iste’mol qilinadigan energiya
Yer	Yerning geotermal issiqligi	Geotermal elektrstansiyasi	Elektrenergiya
Quyosh	Atmosfera yog‘inlarining bug‘lanishi	Gidroelektrostansiya-lar (bosimli va erkin oqimli)	
	Atmosfera havosining harakati	Shamolenergetik qurilmalari	
	Dengiz oqimlari	Dengiz elektrostansiyalari	
	To‘lqinlarning harakati	To‘lqin elektrostansiyalari	
	Muzlarning erishi	Muzli elektrostansiyalar	
	Fotosintez	Biomassadagi elektrostansiyalar	
		Fotoelektr energiya	
Planetalar	Suvning qalqib ko‘tarilishi	Suvning qalqib ko‘tarilishi va tushishidagi elektrostansiyalar	

2.2-Jadval

Qayta tiklanadigan energiya manbalari (XEA) [42]

An'anaviy QTEM	Yirik gidroenergetikasi
	Biomassani to‘g‘ridan-to‘g‘ri yoqish energiyasi
Noan'anaviy QTEM	10 MVt gacha kichik gidroenergetikasi
	Quyosh energiyasi
	Shamol energiyasi
	Biomassa
	Geotermal energiyasi
	Okean energiyasi (suvning qalqib ko‘tarilishi, to‘lqin, oqim, issiqlik)
Alternativ QTEM	Sanoat va kommunal chiqindilar
	Atom energetikasi
	Vodorod energetikasi
	Termoyadro energiyasi

2.3 Jadval

XXchi asrda energiya resurslaridan foydalanish tuzilmasi (%) [29]

Resurslar turi	Yillar					
	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Shamol, suvning qalqib ko‘tarilishi, daryolar, yerning issiqligi	10	8	6	6	7	7
Quyosh	0	1	2	2	2	3
O‘tin, o‘simpliklar	31	29	16	9	7	15
Ko‘mir, slaneslar	39	30	27	20	14	13
Neft	12	26	40	51	51	35
Gaz	8	5	7	7	10	21
AES	0	1	2	5	9	6
TYAAS	0	0	0	0	0	0

2.4-Jadval

XXIchi asrda energiya resurslaridan foydalanish tuzilmasi (%) [29]

Resurslar turi	Yillar					
	2010	2020	2030	2040	2050	2060

Shamol, suvning qalqib ko‘tarilishi, daryolar, yerning issiqligi	7	7	8	9	9	10
Quyosh	4	5	8	15	26	34
O‘tin, o‘simliklar	10	9	12	20	14	10
Kumir, slanslar	10	10	26	20	19	14
Neft	47	22	11	6	3	0
Gaz	14	35	15	7	4	3
AES	8	12	20	23	25	25
TYAAS	0	0	0	0	0	4

2.5-Jadval

Yerdagi energetik resurslarni qazib chiqarishning yillik potensiali (kVt×soat yilda)

Qayta tiklanadigan resurslar	Zaxiralar-ning umumiyl miqdori	Qayta tiklanmaydigan resurslar	Zaxiralar-ning umumiyl miqdori
Quyosh energiyasi	580 000 000	Tosh ko‘mir	30 000 000
Suvning qalqib ko‘tarilishi va tushishi energiyasi	70 000 000	Qo‘ng‘ir ko‘mir	5 800 000
Dengiz va okeanlarning issiqligi	6 000 000	Slanesli yoqilg‘i	700 000
Shamol energiyasi	460 000	Torf	480 000
Yog‘och yoqilg‘ilar	105 000	Neft	223 000
Gidroenergiya	36 000	Tabiiy gaz	80 000
Yerning ichki issiqligi	15 000	Yadro yoqilg‘i (uran, toriy)	515 000 000
		Termoyadro yoqilg‘i	Cheksiz zaxiralar

$$1 \text{ kVt} \times \text{soat} = 3,6 \text{ MJ}$$

2.3. Qayta tiklanadigan energiya manbalarining samaradorligi

Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish samaradorligi ilmiy-texnik omillar asosida rivojlanadi.

Qayta tiklanadigan energiya resurslarining tahlili

Qayta tiqlanadigan energiya oqimlari atrof muhitda doimiy ravishda mavjuddir. Shuning uchun, qayta tiklanadigan manbalarga asoslangan energetika, yangi qayta

tiklanadigan energiya manbalarini yaratish deb maqsad qilib qo'ymasdan, faqat mavjud bo'lgan energiya resurslariga mo'ljallangan bo'lishi lozim. Qayta tiklanadigan manbalarga asoslangan energetikaning rivojlanishi uchun ularning resurs va quvvatini aniq belgilash zarur. Muntazam va uzoq muddatli kuzatishlar va energiya manbaining ko'rsatkichlarini tahlil qilish asosida energiya resurslari aniqlanadi. Birinchi navbatda mavjud bo'lgan energiya oqimi aniqlanadi, bundan kelib chiqqan holda, ushbu oqimdan energetik qurilmalarda foydalanish mumkin bo'lgan qismi belgilanadi.

Qayta tiqlanadigan energiya manbalarining vaqt bo'yicha tavsiflari

Vaqt bo'yicha energiyani iste'mol qilish doimiy emas. Masalan, elektrenergiyasiga ehtiyoj ertalab va kechki soatlarda maksimal, tungi vaqtarda esa minimal bo'ladi. Xuddi shunday, qayta tiqlanadigan energiya manbalarining quvvati davriy ravishda o'zgaradi. Shu sababdan, qayta tiqlanadigan energiya manbalariga asoslangan energetika, energiyani iste'mol qilishning vaqtli o'zgarishini, hamda ushbu manbalar quvvatlarining davriy o'zgarishini hisobga olish zarur. Ko'p holatlarda, energiyani iste'mol qilish davlarining o'zgarishi va energiya manbalarining quvvat o'zgarishlari davriga to'g'ri kelmaydi yoki hatto ular o'zaro qarama-qarshi bo'ladi.

Energiya manbalarining sifati

Energiya manbalarining sifati, odatda energiya manbasining qancha qismi mexanik ishga aylanganlik qobiliyati bilan aniqlanadi. Masalan, elektr energiyasi eng yuqori sifatga ega, chunki, 80-95% mexanik energiyaga aylanishi mumkin. Tabiiy qazilma yoqilg'i past sifatga ega, chunki yoqilg'inining issiqlik chiqarish qobiliyati 30% dan oshmasdan, mexanik energiyaga aylanish qobiliyatiga ega.

Shuning uchun, keltirilgan alomatlarga asosan qayta tiklanadigan energiya manbalarini uchta guruhga ajratish mumkin:

1. Mexanik energiya manbalari: gidro- va shamol, to'lqin va suvning qalqib ko'tarilishi energiyasi manbalari. Shamol energiyasining sifati – 30%, gidroenergiyaniki – 60%, to'lqin va suvning qalqib ko'tarilishi energiyalarniki esa – 75%-ni tashkil etadi.

2. Quyoshning nurlanish energiyasi, geotermal issiqlik, dengiz va okean suvlarining issiqligi, bioyoqilg'ilar qayta tiklanadigan issiqlik energiya manbalari bo'lib hisoblanadi. Ushbu energiya manbalarining sifati termodinamikaning ikkinchi qonuni bilan aniqlanadi va odatda 35%-dan oshmaydi.

3. Fotosintez va fotoelektr hodisalarga asoslangan fotonli jarayonlar asosidagi energiya manbalari. Fotosintez asosida olingan mexanik energiya quyosh nurlanish energiyasining 0,2%-ni tashkil etadi. Fotoozgartirgichlar asosida olingan foydali energiya esa quyosh nurlanish energiyasining 17%-dan oshmaydi.

Shuni qayd qilish kerakki, har qanday iste'mol qilinayotgan energiya (mexanik, issiqlik, elektr va boshqalar) oxirida issiqlikka aylanadi va atrof muhitga – atmosferaga tarqaladi.

Tarqoq yoki quyi zichliklarga ega bo'lgan energiya

Qayta tiklanadigan va qayta tiklanmaydigan energiya manbalari o'zining boshlang'ich zichliklari bo'yicha bir-biridan ancha katta farqlanadi. Qayta tiklanadigan energiya manbalari uchun ushbu kattalik taxminan 1 kVt/m^2 -ni tashkil etadi. Masalan, quyosh nurlanishi va 10 m/s tezligidagi shamol oqimlarining zichligi shunga yaqin. Kayta tiklanmaydigan energiya manbalari uchun esa ushbu kattalik bir tartibga katta bo'ladi. Masalan, bug' qozonlarida issiqlik yuklamasi 100 kVt/m^2 -ni tashkil etadi, yadro reaktorlaridagi issiqlik amlashtirgichlarida esa – 1 m^2 ga bir necha MVt bo'ladi. Kayta tiklanmaydigan energiya

manbalarining zichligi past bo‘lganligi tufayli, ular asosidagi energetik qurilmalar katta bo‘lidan birlik quvvatlarda eng samarador hisoblanadi. Quvvatini va samaradorligini oshirish uchun bunday qurilmalarni yagona energotizimga birlashtirish, hamda energiyani akkumulyatsiyalovchi tizimlar bilan foydalanish zarur, bu esa katta sarf harajatlarni talab etadi

Qayta tiklanadigan energiya manbalariga asoslangan energetikani mujassam rejalashtirish

Qayta tiklanadigan energiya manbalari atrof muhitning ajralmas qismidir, ularni o‘rganish birgina ilm-fan tadqiqotlari bilan cheklanmaydi, balki har xil fanlar majmuasiga asoslanadi. Masalan, termodinamika, elektronika, biotexnologiya, modellashtirish va boshqarish nazariyasi va boshqa fanlar.

Muayyan vaziyatining ta’riflovchi ahamiyati

Har qanday qayta tiklanadigan energiya manbai universal va har qanday vaziyatda foydalanish uchun etaricha samaraga ega emas. Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish samaradorligi, muayyan tabiiy va iqlimi shart-sharoitlar hamda jamiyat ehtiyojlari bilan belgilanadi.

Qayta tiklanadigan energiya manbalari asosidagi energetikaning rivojlanishi quyidagi tadbirlarni o‘tkazishni talab etadi:

1. Muntazam ravishda atrof muhitni tadqiq qilish: iqlimi, meteorologik, ekologik tadqiqotlar; atrof muhitning monitoringi.
2. Energiya iste’molchilarining tarkibi, iste’mol qilinadigan energiyaning turi va quvvati; sanoat, qishloq va kommunal xo‘jaliklar uchun zarur bo‘lgan energiya ehtiyojlarini aniqlash lozim.

Noan’anaviy energiya manbalari o‘zining quyidagi musbat va manfiy sifatlariga egadir:

- 1) Ular qayta tiklanadi va amalda bepul bo‘ladi, ulardan foydalanish oqibatida ekologiya o‘zgarmaydi va atrof muhitda ifloslanish bo‘lmaydi.
- 2) Past konsentrasiyaga ega, fazoda va vaqt bo‘yicha o‘zgaradi; geografik, iqlimi va ob-havo sharoitlariga bog‘liqdir.
- 3) Noan’anaviy qayta tiklanadigan energiya manbalardan foydalanish samaradorligi energiyani konsentrasiyalash, akkumulyatsiyalash va saqlash tizimlarini yaratish bilan bog‘liqdir.

O‘ziga xos bo‘lgan xususiyatlari bilan, noan’anaviy energetikaning rivojlanishi, mintaqaviy va mahalliy tavsiflarga ega: quyosh nurlanish energiyasi eng ko‘p konsentrasiyaga ega, suv resuslariga, geotermal manbalarga yaqin bo‘lgan mintaqalar; okeanning issiq suvli qirg‘oq bo‘yidagi, biomassani ishlab chiqarish mintaqalari.

Noan’anaviy energetikaning energiyasidan asosan mintaqaviy va avtonom iste’molchilar foydalanadi, ishlab chiqarish va texnologik jarayonlar hamda isitish, issik suv ta’minoti va maishiy ehtiyojlar uchun ishlataladi.

2.4. O‘zbekistonda alternativ energetika

O‘zbekiston boy an’anaviy energetik resurslarga ega: tabiiy gaz, ko‘mir, neft, slanes yoqilg‘isi, uran, gidroenergetik resurslaridir. Uran va slanes yonilg‘ilardan tashqari, qolgan barcha energetik manbalarning resurslari mamlakatning energetik balansida keng foydalaniladi.

Lekin, 2020 yillarga borib, uglevodorod energiya tashuvchilarining kamaiyshi, an'anaviy energiya resurslarining tugashi sababli, 2030 yildan keyin mamlakatda iqtisodiy energetik nostabilliga olib kelishi mumkin.

Tabiiy yonilg'i resurslarining cheklanganligi va ularni qaytadan foydalanish imkoniyati bo'Imaganligidan, iqtisodiyotni va aholini yoqilg'i bilan ishonchli ta'minlash zaruriyatidan kelib chiqib alternativ energiya manbalarini tez suratlarda xo'jalik doirasiga jalb etishni talab etiladi. Bu esa, birinchi navbatda, qayta tiklanadigan energiya manbalari (gidroenergiya, quyosh, shamol va geotermal energiyalar, biomassa, biogaz, sanoat va kommunal chiqindilar), ya'ni bular shunday energiya manbalariki, ular bilan bog'liq bo'lgan texnologiyalarni sanoat mashtabida qo'llash darajasigacha erishgan yoki shu darajaga yaqin bo'lgan energiya manbalaridir.

Ekspert baholariga ko'ra, O'zbekistonda qayta tiqlanadigan energiya manbalarining potensiali 51 mlrd. t n.e.-ga yaqin, texnikaviy potensiali esa – 182,32 mln. t n.e.-ni tashkil etadi, bu esa qazib chiqariladigan birlamchi energetik manbalarining hozirgi yillik hajmidan 3,1 marta kattadir.

2.6 Jadval

O'zbekistondagi qayta tiqlanadigan energiya manbalarining potensiali (mln. t n.e.) [17]

QTEM turlari	Yalpi	Tyexnikaviy	O'zlashtirilgan
Gidroenergiya, jami	9,2	26,2	0,72
v sh.j. yirik daryolar	8,0	1,81	0,90
kichik daryo, suv ombori va kanallar	1,2	0,51	0,10
Quyosh energiyasi	50973	176,8	
Shamol energiyasi	2,2	0,4	
Biomassa		0,5	
Geotermal suvlar	0,2	0	0
Perotermal resurslar (quruq tog' jinslarining issiqligi)	6700000	0	0
Jami	50993,8*	182,32	0,72

Petrotermal resurslarni hisobga olinmagan (foydalanish texnologiyasi yo'q)

1 t n.e. (tonna neft ekvivalenti)=41,868 GDj

2.7-Jadval

O'zbekistonda alternativ energiya manbalaridan foydalanish mumkin bo'lgan yo'lanishlar [4]

Alternativ energiya manbalari	Uglevodorod xom-ashyolaridan foydalanish yo'nalishlari				«Ha»-lar soni
	Elektr energiya-sini ishlab chiqarish	Isitish (issiq suv va bug' ishlab chiqarish	Motor yoqilg'isi	Qayta ishslash sanoati (kimyo, neft-gaz-kimyosi sanoati)	
Gidroenergiya	Ha	Yo'q	Yo'q	Yo'q	1
Biomassa energiyasi	Ha	Ha	Ha	Yo'q, ayrim tarmoqlarda mumkin	3
Quyosh energiyasi	Ha	Ha	Mumkin, lekin hozircha	Yo'q	2-3

			yo‘q		
Shamol energiyasi	Ha	Yo‘q	Yo‘q	Yo‘q	1
Geotermal energiyasi	Ha	Ha	Yo‘q	Yo‘q	2
Dengiz va okeanlar energiyasi	Ha	Yo‘q	Yo‘q	Yo‘q	1
Vodorod energiyasi	Ha	Yo‘q	Ha	Yo‘q	2

Alternativ energiya manbalaridan foydalanish muhim yo‘nalishi uzoqlashgan aholi yashaydigan va qishloq mintaqalarni energiya bilan ta’minlashdir. Respublikada an’anaviy energiya manbalarni uzoqlashgan qishloq aholi yashaydigan mintaqalarga yetkazish uchun talab etiladigan haqiqiy xarajatlar (elektr uzatish liniyasi, gazquvuro‘llarni qurish va ishlatish yoki suyuq gazni yetkazib berish) munosabati bilan QTEMdan foydalanish ushbu yo‘nalishi hammasidan ko‘ra samarali bo‘lishi mumkin.

Nazorat savollari:

1. Energetikaning jamiyat hayotidagi o’rni nimadan iborat?
2. Energiya manbalarining tasnifini tushuntiring?
3. O’zbekistonda muqobil energiyaning mavjud imkoniyatlari?
4. Muqobil energiya manbalarini mujassamlashdan maqsad nima?
5. Qayta tiqlanadigan energiya manbalarining vaqt bo‘yicha tavsiflari nimadan iborat?

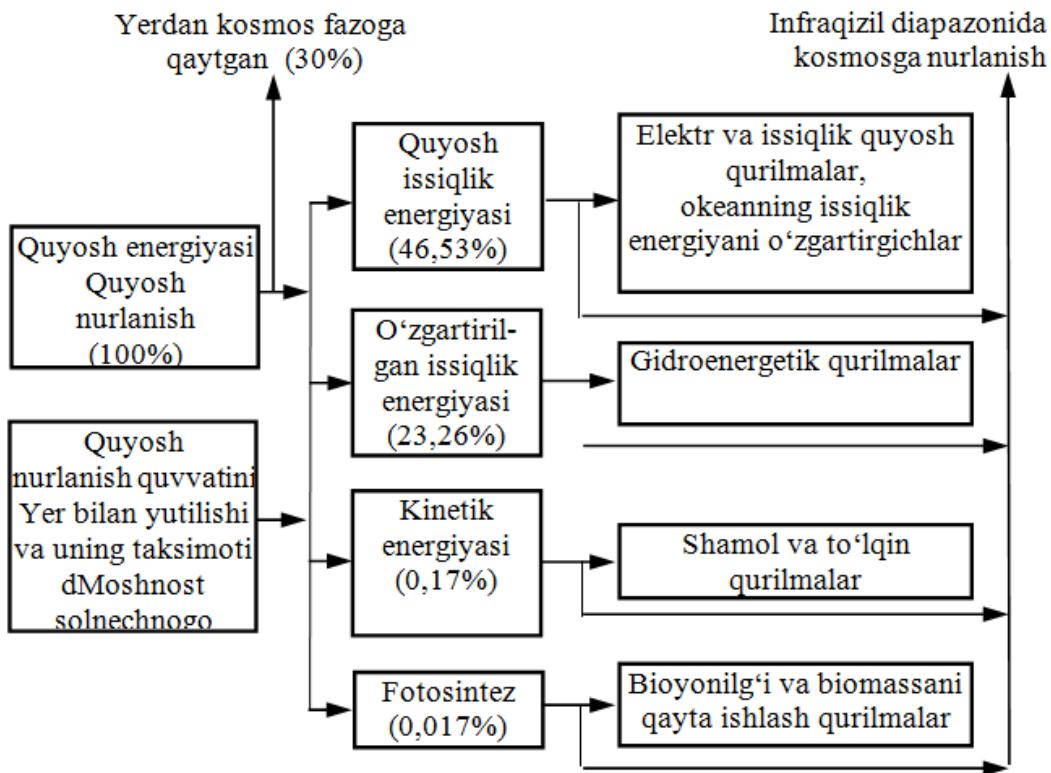
3-MA’RUZA: Quyosh energetikasi.

REJA:

- 3.1. Quyosh radiatsiyasi
- 3.2. To‘g‘ri, sochilgan, qaytgan va yig‘indi radiatsiya
- 3.3. Aktinometriya
- 3.4. Quyosh energiyani o‘zgartirish

3.1. Quyosh radiatsiyasi

Quyosh nurlanish (elektromagnit nurlanish) energiyasiga **quyosh radiatsiyasi** deb ataladi. Yerga tushadigan quyosh radiatsiyasi o‘zining asosiy qismi issiqlikka aylanadi va amalda Yer va atmosfera uchun yagona energiya manbai bo‘lib hisoblanadi. Quyosh atmosferani va Yer sirtini qizdiradi. Quyosh energiyasi tufayli shamollar esadi, suvning tabiatda aylanishi amalga oshiriladi, dengiz va okeanlar qizdiriladi hamda o‘simlik va hayvonlar rivojlanalanadi. Quyosh nurlanish hisobidan Yerda qazilma yoqilg‘ilar mavjud. Quyosh energiyasini issiqlikka yoki sovuqda, harakat kuchiga va elektroenergiyaga o‘zgartirish mumkin.



3.1-rasm. Quyosh energiyasi va undan foydalanish

Atmosferaning tashqarida quyosh nurlanish spektri $\lambda \approx 0,2$ mkm uzunlikdagi ultrabinfosha to'lqinlardan to $\lambda \approx 3$ mkm uzunlikdagi infraqizil to'lqinlarga qadar qamrab oladi va $\lambda \approx 0,5$ mkm to'lqinlar atrofida keskin choqqi bo'ladi (3.2-rasm).

Quyoshdan Yergacha bo'lgan o'rtacha $1,498 \times 10^8$ km masofada vaqt birligida quyosh nurlariga perpendikulyar bo'lgan yuza birligiga yer atmosferaning yuqori chegaragasiga tushadigan quyosh radiatsiyasining miqdori quyosh doimiysi $J_o = 1,37 \text{ kVt/m}^2$ bilan aniqlanadi. Amalda Yer orbitasining elliptikligi ($\pm 4\%$) sababli Yer-Quyosh masofasining o'zgarishi ($\pm 1,5\%$) tufayli quyosh nurlanish oqimnining zichligi quyosh doimiysidan farq qiladi. Quyosh doimiysining maksimal ehtimollik qiymati $1,322 \dots 1,428 \text{ kVt/m}^2$ oraliqda yotadi.

Quyosh nurlanishning katta qismi (95% ko'p) optik darchasi deb ataladigan ($0,29 \dots 2,4$ mkm) oralikka to'g'ri keladi. Ushbu oralikka spekrning yaqin ultrabinfosha, ko'rindigan, yaqin infraqizil nurlari kiradi. Ultrabinfosha radiatsiya ulushiga 5...9% gacha, ko'rindigan yorug'lik ulushiga -43...47% va infraqizil ulushiga -46...50% to'g'ri keladi.

Yer sirtigacha yetib tushadigan quyosh nurlanishning intensivligiga va spektrli tarkibiga atmosferaning ta'sirini ifodalovchi parametr, bu **atmosfera** (yoki havo) **massasi** (AM). Har qanday yer yuza sathi va kunning istalgan vaqtiga uchun atmosfera massasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

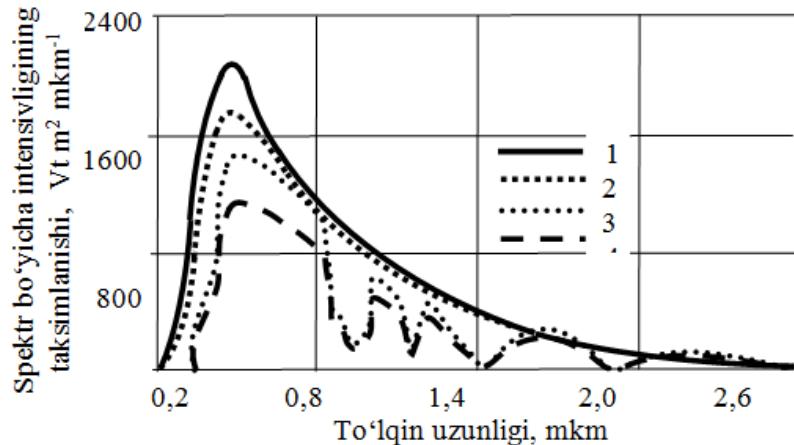
$$AM(x) = \frac{p}{p_o} \frac{1}{\sinh} ; \quad (3.1)$$

bu yerda: r – atmosfera bosimi, Pa;

$p_o = 1,013 \times 10^5$ Pa – normal atmosfera bosimi;

h – gorizontga nisbatan Quyoshning balandlik burchagi, grad.

3.2-rasm da turli xil sharoitlarda quyosh nurlanish intensivligining spektrli taqsimlanishi ko'rsatilgan.



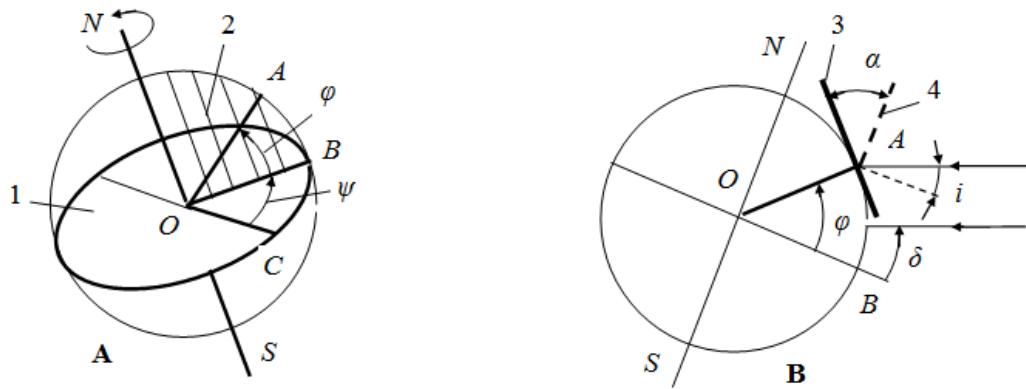
3.2-rasm: Quyosh nurlanish intensivligining spektr bo'yicha taqsimlanishi: 1-spektr *AM0*; 2-absolyut qora jism; 3-spektr *AM1* 4-spektr *AM2*

Yuqori egri chizig'i *AM0* Yer atmosferaning chegaradan tashqaridagi quyosh spektriga mos keladi (masalan, kosmik kemaning bortida), ya'ni havo massasi nolga teng bo'lganda. U 5800 K temperaturadagi absolyut qora jismning nurlanish intensivligining taksimoti bilan approksimatsiyalanadi. *AM1* va *AM2* egri chiziqlar tegishlicha Quyosh zenitda va Quyosh bilan zenit orasida 60° bo'lgan hollarga mos keladigan Yer sirtidagi quyosh nurlanishning spekral taksimotini tasvirlaydi. Bunda nurlanishning to'la quvvati tegishlicha – 925 va 691 Vt/m^2 bo'ladi. Yer sharoitida *AM1,5* kattalik eng tavsifli bo'lib hisoblanadi (Quyosh gorizotga nibatan 45° ostida). Quyosh nurlanishning integralli sirtki zichligi 835 Vt/m^2 bo'lib u standart sifatida qabul qilingan.

Optik darchasi sohasida yer atmosferasi quyosh nurlanish uchun eng shaffofli bo'ladi (80% ga yaqin o'tkazadi). Uzoq qisqa to'lqinli va infraqizil sohasidagi nurlanish atmosfera bilan deyarli to'liq yutiladi.

Yashil o'simliklar uchun quyosh energiyasi asosiy energiya manbai hisoblanadi: fotosintez natijada yashil massasi hosil bo'ladi.

Quyosh radiatsiyasining Yer shari buylab taqsimlanishi va uning vaqt mobaynida o'zgarishi sof astronomik omillar, ya'ni Yerning Quyosh atrofida aylanishi, orbita tekisligiga nisbatan Yer aylanish o'qining og'ishi va Yerning sutkalik aylanishi bilan aniqlanadi.



3.3-rasm: A joyning φ kenglikni va ψ uzunlikni aniqlash sxemasi;

N – quyosh vaqt bo‘yicha tush davrda sirtni yoritish sxemasi;

N va S – shimoliy va janubiy qutblar; 1 va 2 – ekvatorial va meridional tekisliklar;

3 va 4 – gorizontal va qabul qiluvchi yuzalar; O – Yer markazi; A – Yer sirtidagi nuqta;

V va S – A nuqta va Grinvich uzunliklarga ega bo‘lgan ekvatordagi nuqtalar;

φ va ψ – joyning kengligi va uzunligi; δ – Quyoshning og‘ish burchagi;

α – qabul qilgichning gorizontga nisbatan qiyalik burchagi;

i – nurlarning qabul qiluvchi yuzaga tushish burchagi;

Yer atmosferasining yuqori chegarasida gorizontal sirtga tushayotgan quyosh radiasiyasining oqimiga **insolyasiya** deb ataladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$J_e = J_o \sinh; \quad (3.2)$$

$$\sinh = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\tau^o; \quad (3.3)$$

$$\tau^o = \omega\tau; \quad \omega = 2\pi/T; \quad T = 24 \text{ soat}; \quad (3.4)$$

bu yerda h , δ – Quyoshning balandligi va og‘ish burchagi, grad;

τ^o - soatli burchagi, grad; τ – vaqt, soat;

ω – Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanish chastotasi, rad/soat;

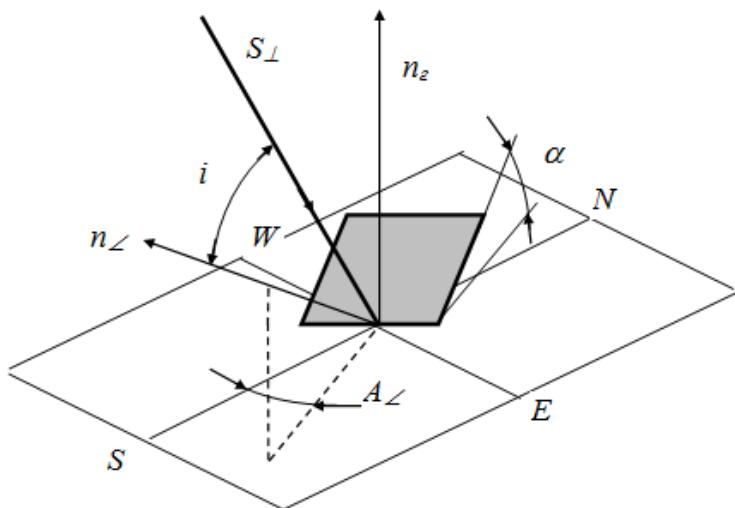
T - Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanish davri, soat.

Sutka mobaynida Yer atmosferasining yuqori chegarasida gorizontal sirtga tushuvchi Quyosh radiasiyasining miqdoriga **sutkalik insolyasiya** deb ataladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$Q_e = \int_{-\tau_o}^{+\tau_o} J_e d\tau; \quad (3.5)$$

bu yerda $+\tau_o$, $-\tau_o$ - Quyoshning chiqish va botish vaqt, bu kattaliklar $\sinh=0$ sharti bilan aniqlanadi.

(3.3), (3.4) ifodalardan ko‘rinadiki, Q_e ning qiymati faqat joyning jugrofik kengligi φ va Quyoshning og‘ish burchagi δ ga (yil fasllariga) bog‘liq.



3.4-rasm: Janubiy yo‘nalishga ega bo‘lgan yuzalarga quyosh nurlarning tushish burchagini aniqlash sxemasi: N va S – shimal va janub; YE va W – sharq va g‘arb; n_{\perp} va n_g –qiya va gorizontal yuzalarga normallar; i – nurlarning yuzaga tushis h burchagi; α – gorizontga nisbatan yuzaning qiyalik burchagi; A_{\perp} - qiya sirtning azimuti

Yer atmosferasining yuqori chegarasida tushadigan Quyosh radiasiyasi, atmosferaga o‘tib sochiladi va qisman yutiladi. Quyosh radiasiyasini yutadigan asosiy gazlarga suv bug‘i, ozon, karbonat angidrid gazi, kislород va boshqa bir qator gaz aralashmalari kiradi. Yutilgan Quyosh radiasiyasi boshqa tur (issiqlik, elektr) energiyalarga aylanadi. Ozon (O_3) asosan spektrning ultrabinafsha qismini yutadi. Molekulali kislородning yutishi spektrning uzoq ultrabinfsha qismini tashqil etadi. Suv bug‘i (N_2O) va karbonat angidrid gazi (S_2O) spektrning ko‘rinuvchi qismini ham va infraqizil qismini ham yutadi. Quyosh radiasiyasini atmosfera aralashmalari va changi ham yutadi. Agar atmosfera juda ifloslangan bo‘lsa (ayniqsa shaharlarda) qattiq aralashmalar tomonidan quyosh radiasiyasini yutilishi ancha katta bo‘ladi. Atmosfera quyosh radiatsiya oqimiga nisbatan o‘zini xiralik muhit tarzida namoyon etadi. Xiralik muhit sifatida molekulali komplekslar va turli aralashmalar qatnashadi. Molekulali komplekslarda sochilish molekulali yoki Relleyli sochilish deb ataladi. Aralashmaning zarralaridagi (havoda muallaq turgan qattiq yoki suyuq zarralarda) sochilish esa aerozolli sochilish deb ataladi. Sochilish mohiyati tushayotgan elektromagnit to‘lqinlarning o‘zgaruvchan maydoni havodagi zarralari bilan o‘ziga xos shaklda o‘zaro ta’sirlashuvidan iborat. Bunday o‘zaro ta’sir natijasida zarralar sochilgan radiasiyaning yangi elektromagnit to‘lqinlar manbai bo‘lib qoladi.

Quyosh radiasiyasini quyidagi asosiy turlariga bo‘linishini qabul qilingan:

- to‘g‘ri radiasiya – Quyoshdan bevosita to‘g‘ri tushadigan nurlanish;
- sochilgan radiasiya – atmosferada sochilgan radiasiyasi;
- qaytgan radiasiya – atrofdagi yuzalardan qaytgan radiasiyasi.

3.2. To‘g‘ri, sochilgan, qaytgan va yig‘indi radiasiya

To‘g‘ri quyosh radiasiyasi radiasiya balansida asosiy ahamiyatga ega. To‘g‘ri quyosh radiasiyasi deganda, bevosita quyoshdan parallel nurlar dastasi ko‘rinishida sirtga tushayotgan radiasiya tushuniladi. Gorizontal sirtga tushayotgan to‘g‘ri radiasiya oqimi (3.2) muvofiq aniqlanadi:

$$S_e = S_{\perp} \sinh . \quad (3.6)$$

Ixtiyoriy yo‘nalgan qiya sirtga tushayotgan to‘g‘ri radiasiya oqimi

$$S_{\angle} = S_{\perp} \cos i ; \quad (3.7)$$

$$\cos i = \cos \alpha \sinh + \sin \alpha \cosh \cos \psi ; \quad \psi = \psi_o - \psi_n ; \quad (3.8)$$

$$\cos \psi_o = \frac{\sinh \cdot \sin \varphi - \sin \delta}{\cosh \cdot \cos \varphi} ; \quad \sin \psi_o = \frac{\cos \delta \cdot \sin \tau^o}{\cosh} . \quad (3.9)$$

bu yerda A_o va A_{\angle} - Quyoshning va qiya sirtning azimutlar.

Quyoshning A_o va qiya sirtning A_{\angle} azimutlari meridian tekisligidan boshlab hisoblanadi va janubiy nuqtadan soat mili yunalishida hisoblanganda musbat bo‘ladi.

Sochilgan radiasiya deganda Quyosh radiasiyasining atmosferada sochilishga uchragan radiasiyasiga aytildi. Vaqt birligi ichida yuza birligiga tushadigan sochilgan radiasiya miqdori sochilgan yoki diffuziyali radiasiya oqimi deb ataladi. Sochilgan radiasiya to‘g‘ri radiasiyaning sochilishi natijasida hosil bo‘lgani uchun, u to‘g‘ri radiasiyani aniqlovchi omillarga bog‘liq bo‘lgan kattaliklar bilan topiladi:

$$D_{\perp} = b (J_{\perp} - S_{\perp}) \sinh ; \quad D_e = b (J_e - S_e) \sinh . \quad (3.10)$$

Ideal atmosferada $b = 1/2$, real sharoitlarda esa $b \approx 1/3$.

Qiya sirtlar uchun

$$D_n = D_e \cos^2 \frac{\alpha}{2} . \quad (3.11)$$

Amaliy hisoblashlar uchun sochilgan radiasiya xuddi izotrop (nurlanish yo‘nalishiga bog‘liq bo‘lmaydi) sifatida qabul qilinadi.

Bulutsiz ochiq osmonda sochilgan radiasiyaning taqsimlanishini izotrop deb bo‘lmaydi. Sochilgan radiasiya intensivligining maksimumi osmon gumbazining Quyoshga qaragan doirasida (70% gacha), minimumi esa teskari doirasida (30% gacha) kuzatiladi. To‘liq bulutli havoda sochilgan radiasiya izotrop tavsiflarga ega bo‘ladi.

Qaytgan radiasiya yig‘indi radiasiyaning tushama sirtdan qaytgan qismini tavsiflaydi. Radiasiyaning qaytgan qismini barcha o‘tgan yig‘indi radiasiyaga nisbatan tushama sirtning qaytarish qobiliyati yoki **albedosi** deb ataladi.

Albedo ma’lum bo‘lganda qaytgan radiasiya quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$R = Q A . \quad (3.12)$$

Albedoning o‘zi esa quyidagi munosabatdan aniqlanadi

$$A = R / Q . \quad (3.13)$$

Albedo odatda foizlarda ifodalanadi. Qaytgan radiasiya va albedo quyosh nurlarining tushish burchagiga bog‘liq, shuning uchun to‘g‘ri radiasiya mavjud bo‘lganda bu kattaliklar yaxshi namoyon bo‘ladigan kunlik o‘zgarishga ega. Sirtning albedosi uning rangiga, g‘adir-budurligiga, namligiga va bulutligiga bog‘liq.

Yig‘indi radiasiya asosiy radiasiyalı tavsif bo‘lib hisoblanadi. U haqida ma’lumotlar iste’molchilarda eng ko‘p ishlataladi. Yig‘indi radiasiya oqimi deb to‘g‘ri, sochilgan hamda qaytgan radiasiya oqimlarining yig‘indisiga aytildi:

$$Q_e = S_e + D_e + R_e; \quad Q_{\perp} = S_{\perp} + D_{\perp} + R_{\perp}. \quad (3.14)$$

Qiya sirtlar uchun

$$Q_n = S_n + D_n \cos^2 \frac{\alpha}{2} + R_n \sin^2 \frac{\alpha}{2}. \quad (3.15)$$

Yig‘indi radiasiya radiasiya tarqibidagi to‘g‘ri va sochilgan radiasiyalar orasidagi munosabat Quyoshning balandligiga, atmosferaning bulutligiga va ifloslanganligiga bog‘liq. Osmon bulutsiz paytlarda Quyosh balandligining ortishi bilan sochilgan radiasiya ulushi kamayadi. Atmosfera qanchalik tiniq bo‘lsa, sochilgan radiasiya ulushi shunchalik kam bo‘ladi. Osmon yoppasiga bulut bilan qoplanganda yig‘indi radiasiya butunlay sochilgan radiasiyadan iborat. Bulutlik mavjud bo‘lgan yig‘indi radiasiya miqdorining tushishi katta oraliqda o‘zgarib turadi.

Quyosh yog‘dusining davomiyligi eng muhim radiasion tavsiflardan biridir. Quyosh yog‘dusining davomiyligini eng ko‘p tarqalgan tavsiflari: mumkin bo‘lgan davomiylik (bulut yuq bo‘lganda quyosh yog‘dusining davomiyligi); quyosh yog‘dusining haqiqiy davomiyligi (bulutlik bo‘lgan sharoitlarda quyosh yog‘dusining davomiyligi); quyosh yog‘dusining davomiyligini mumkin bo‘lgan davomiylikka nisbatan va Quyoshsiz kunlar soni hisoblanadi.

Quyosh yog‘dusining mumkin bo‘lgan davomiylik vaqtini (2.3) ifodadan foydalanib, $\sinh=0$ shart yordamida, joyning jugrofik kengligi φ va Quyoshning og‘ishi δ ma’lum bo‘lgan qiymatlarida aniqlash mumkin:

$$\tau^{\circ} = \arccos(-\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\delta); \quad \sin \delta = 23,45^{\circ} \sin \left(\frac{360(284 + N)}{365,24} \right); \quad (3.16)$$

bu yerda: N - 1-chi yanvardan boshlab tartib bo‘yicha, yilning kuni.

3.3. Aktinometriya

Quyosh nurlanishni tadqiq qilish sohasidagi metrologiyaning bo‘limi **aktinometriya** (grecha *aktis-nur*) deb nomланади. Aktinometrik kuzatuвлар har xil radiasion tavsiflarni aniqlash uchun amalga oshiriladi. Radiasiyani o‘lchash turlarga quyidagilar kiradi:

- Quyoshdan tushadigan va quyosh atrof mintaqalarda 5° radius bilan to‘g‘ri parallel nurlari ko‘rinishda to‘g‘ri S radiasiyasi;
- Quyosh va quyosh atrof mintaqalardan tashqari, butun osmon gumbazidan Yer sirtiga tushadigan sochilgan D radiasiyasi;
 - to‘g‘ri va sochilgan radiasilar oqimilarning yig‘indi Q radiasiyasi ($Q=S+D$);
 - fa’ollı sirtidan qaytgan, qisqa to‘lqunli R radiasiyasi;
 - umumiy kelayotgan va ketayotgan radiasilar orasidagi aniqlanadigan farqi, radiasion B balansi;
 - uzun to‘lqunli radiasiyasining radiasion B_d balansi.

Bundan tashqari quyidagi kattaliklar hisoblanadi: gorizontal yuzaga tushadigan to‘g‘ri quyosh radiasiyasi ($S_g=S_{\perp} \sinh$); qisqa to‘lqinli radiasiyasi ($A=R/Q$); atmosfera tiniqligining turli xil tavsiflari (xiralik omili, tiniqlik koeffisiyenti).

Quyosh radiasiyasini o'lhash absolyut qora jismning yutish qobiliyatiga nisbatan quyosh nuralanishning intensivligini aniqlashga asoslangan. Amalda quyosh radiasiyasini aktinometrik asboblar bilan o'lchanadi, quyosh radiasiyasini elektroyuritish kuchga o'zgartirishga asoslangan. Ushbu o'zgartirishlar termoelementning sovuq va issik qavsharlarning potensiallar farqi hisobidan amalga oshiriladi. Elektroyurituvchi kuch elektron o'ziyozar asboblar bilan qayd qilinadi (potensiometr, integralli qurilmalar, EHM).

Quyosh radiasisini o'lhash uchun quyidagi asboblardan foydalanadi:

Aktinometr – to'lqin uzunligi 0,3...4 mkm bo'lgan to'g'ri quyosh radiasiyasini o'lhash uchun.

Albedometr (lat. *albedo-oqlik*) – quyosh va osmon yig'indi qisqa to'lqinlar radiasiyasini, sochilgan va qaytgan radiasiyasini o'lhash uchun.

Balansomer – fa'olli yer sirtidagi qatlamning radiasion balansni (qoldiq radiasiyasining intensivligini) o'lhash uchun.

Pirgelometr (grekcha *pyr-ogon, helios-Solnse*) - to'g'ri quyosh radiasiyasining intensivligini o'lhash uchun.

Pirgeometr (grekcha *pyr-ogon, geo-Zemlya*) – yer sirtning effektiv nurlanishni, ya'ni xususiy nurlanish bilan atmosferaning qarama-qarshi nurlanishlar orasidagi farqini o'lhash uchun. Effektiv nurlanishni o'lhash uchun pirgeometrning qabul qiluvchi yuza navbat bilan osmonga va Yerga yo'naltiriladi. Olingan kattaliklar yer sirtining effektiv nurlanishga mos keladi.

Piranometr (grekcha *pyr-ogon, ano-yuqorida*) - qisqa to'lqinli sochilgan, yig'indi va qaytgan radiasiyasini o'lhash uchun.

Geliograf – Quyosh yog'dusining davomiylikni o'lhash uchun.

O'lhash asboblardan termoelektrik o'lhash asboblar asosiy hisoblanadi:

aktinometr, piranometr, balansomer. Bu asboblarning qabul qiluvchi yuzalarga aniqlanadigan radiasiya turi tushganda galvanometr bilan o'lchanadigan elektr tokka aylanadi. Shuning uchun radiasiya oqimlarni aniqlashda har bir abobning galvanometr bilan juftlikdagi o'tkazish koeffisiyent hisoblanadi:

$$a = \frac{\alpha}{K \cdot 1000} (R_b + R_g); \quad (3.17)$$

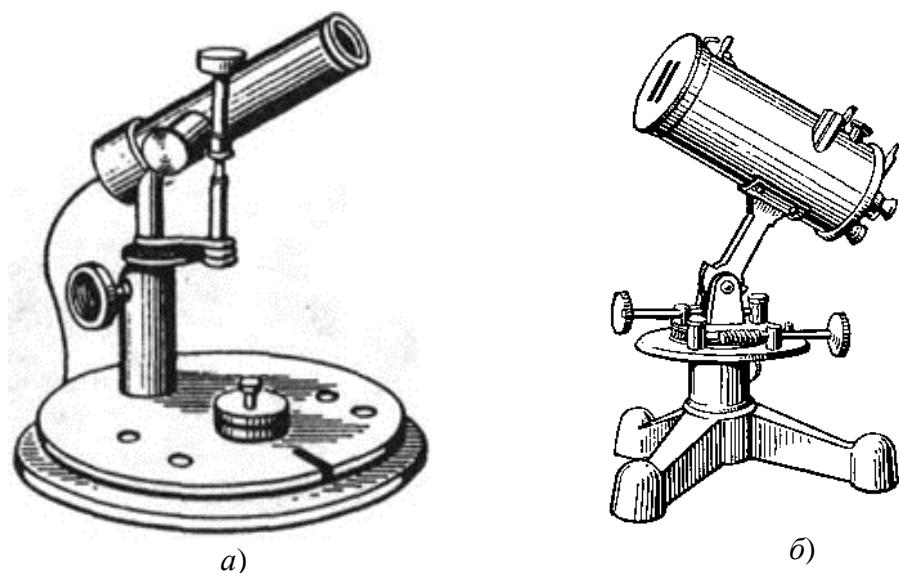
bu yerda: K – o'lhash asbobning qabul qiluvchi yuzaning sezgirligi;

α – galvanometr bo'linmalarning mikroamperlardagi qiymati,

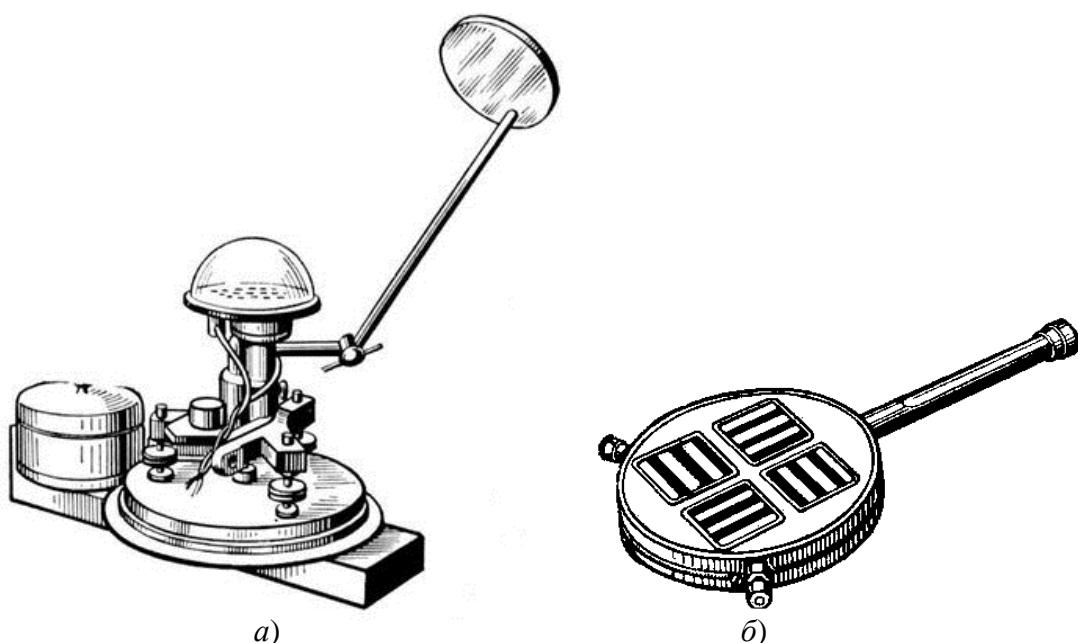
10^{-6} A;

R_b va R_g – galvanometrdagi termoelektr batareya va hoshiyalarning qarshiliklari.

Qayd qilingan tavsliflari asbobning sinov guvohnomada kursatiladi.



3.5-rasm: Aktinometr (a). Ongstrem piranometri (b)



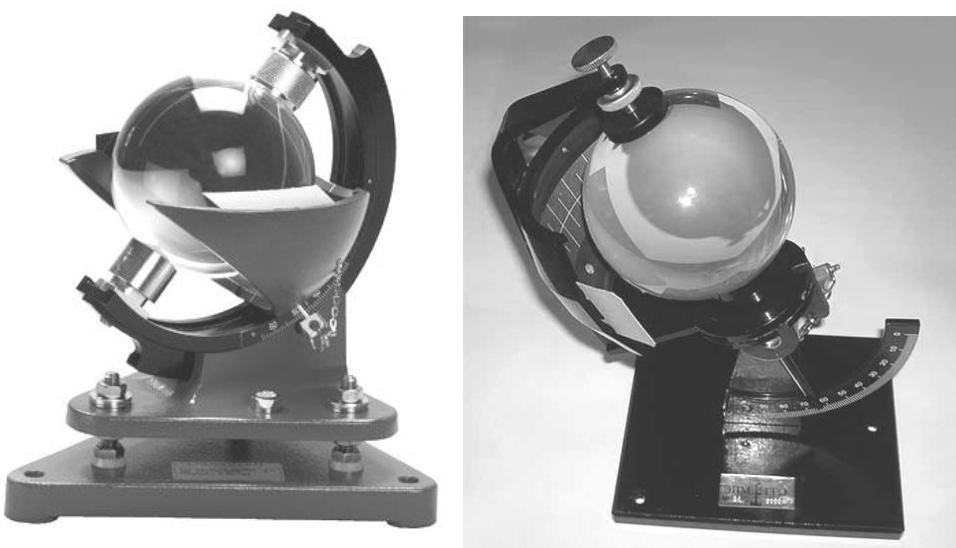
3.6-rasm: Yanishevskiy piranometr (a).
Savinov-Yanishevskiy pirgeometrning iabul qiluvchi qism (b)



3.7-rasm: SMR11 - Kipp & Zonen piranometr (a).
SMA11 - Kipp & Zonen albedometr (b)



3.8-rasm: CNP - Kipp & Zonen balansomer



3.9-rasm: GU-1 universal geliograf

3.4 Quyosh energiyani o‘zgartirish

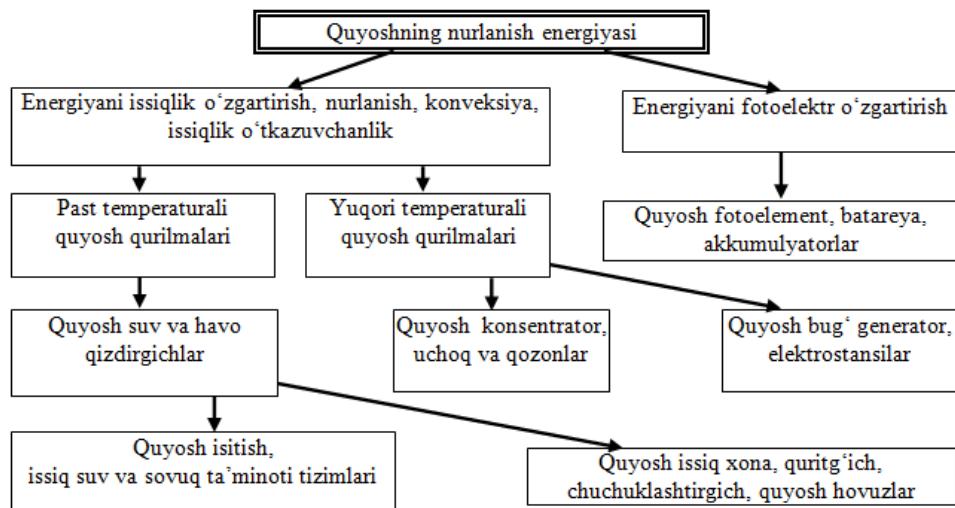
Quyosh energiyasi foydali energiyasiga bilvosita ravishda o‘zgartiriladi, ya’ni boshqa energiya turlariga transformasiyalanadi, masalan, biomassa energiyaga, shamol yoki suvning energiyaga. Quyosh radiasiyasining katta qismi dengiz va okeanlar bilan yutiladi, ularda suv qizdiraladi, bug‘lanadi va yomg‘irlar ko‘rinishda yerga tushadi, oqibatda gidroelektrostansiyalarning ishi ta’minlanadi. Havo nobirjinsli qizdirilishi sababdan shamol qurilmalari uchun zarur bo‘lgan shamol xosil bo‘ladi. Yashil o’simliklar quyosh yorug‘likni yutadi, fotosintez natijada organik moddalar biomassasi hosil bo‘ladi, ulardan esa issiqlik va elektr energiyani olish mumkin. Shunday qilib, shamol, suv va biomassa energiyalar quyosh energiyasining hoslaviy energiyalardir.

Quyoshning nurlanish energiyani amalda foydalanish uchun qulay bo‘lgan boshqa energiya turlariga o‘zgartirish hamda quyosh qurilmalarni ishlab chiqish va ulardan amaliyotda foydalanish masalalar bilan shug‘ulanadigan texnikaning sohasiga **geliotexnika** deb ataladi.

Quyoshning nurlanish energiyani o‘zgartirishi ikki yo‘nalishda amalga oshiriladi:

- fotoelektr o‘zgartirish – quyoshning nurlanish energiyani bevosita foto- va termoo‘zgartirgichlar asosida elektrenergiyaga o‘zgartirishdir;
- termodinamik o‘zgartirish - quyoshning nurlanish energiyani to‘g‘ridan-to‘g‘ri issiqlik energiyaga o‘zgartirishdir.

O‘zbekistonning geografik o‘rni quyosh energiyaning katta potensiali borligini ifodalaydi. Respublikaning turli xil regionlarda quyosh yog‘dusining bir yillikning davomiyligi 2413 soatdan to 3045 soatgacha, radiasion balansi esa 1718 dan to 2722 MDj/m² gacha tashkil etadi.



3.9-rasm: Quyoshning nurlanish energiyani o‘zgartirish va ular asosidagi qurilmalar

Quyosh energiyaning umumiyligi 50973 mln. t n.e. hajmda baholanadi, bu esa respublika xududidagi aniqlangan barcha qayta tiqlanadigan energiya manbalarning umumiyligi potensialidan 99,9% ni tashqil etadi. Bu potensiali respublika mintaqalari bo‘yicha notekis taqsimlangan: Qoraqalpog‘iston respublikasi eng katta potensialiga ega (19548 mln. tn.e.), eng kam – Andijon viloyat (129 mln. t n.e.).

Quyosh energiyaning texnikaviy potensiali 176,8 mln. t n.e. hajmda baholanadi yoki O‘zbekistondagi KTEMning umumiyligi texnikaviy potensialidan 98,6% ni tashkil etadi.

Respublikada quyosh energiyasidan foydalanan shuning asosiy yo‘nalishlar quyidagilardan iborat:

- fotoelektr o‘zgartirgichlar yordamida quyosh nurlanishni bevosita elektr energiyaga o‘zgartirish;
- quyosh energiyaning past potensiali issiqlikka (isitish va issik suv ta’minti, havoni mutadilash, quritish jarayonlar uchun) yoki yuqori potensiali issiqlikka (texnologik jarayonlar va elektroenergiyani ishlab chiqarish uchun) o‘zgartirish.

Nazorat savollari:

1. Quyosh radiyatsiyasi deb nimaga aytildi?
2. Insolyatsiya deb nimaga aytildi?
3. Sutkalik insolyatsiya deb nimaga aytildi?
4. Aktinometriya deb nimaga aytildi?

4-MA’RUZA: Quyosh energiyasidan elektr energiya ishlab chiqarish.

REJA:

- 4.1. Quyosh nurlanish energiyani fotoelektr o‘zgartiruvchilar
- 4.2. Quyosh fotoelektr tizimlar

4.1. Quyosh nurlanish energiyani fotoelektr o‘zgartiruvchilar

Quyosh fotoelektr elementlar

Energetika nuqtai nazardan quyosh energiyani elektr energiyaga o‘zgartirish uchun eng samarali qurilmalardan yarimo‘tkazgichli fotoelektr o‘zgartiruvchilar (FEO‘) hisoblanadi. Bunda to‘g‘ridan-to‘g‘ri bir pog‘onali energiyaning o‘tishi amalga oshiriladi. Quyosh energiyani o‘zgartirishning boshqa texnologiyaga, ya’ni termodinamik o‘tishga qaraganda (nurlanish→suvni qizdirish→bug‘→turbina aylanishi→elektr energiya) o‘tishlarda kam energiya sarflanadi.

Quyosh energiyani fotoelektr o‘zgartiruvchilar sohasidagi nazariy tadqiqot va amaliy ishlanmalar FEO‘larda nurlanish energiyani o‘zgartirishda yuqori FIK bilan amalga oshirish mumkimligini tasdiqlandi va bu maqsadga erishish uchun assosiy yo‘nalishlar belgilangan.

FEО‘ uchun o‘ziga xos taxminan 300-350 K muvozanat va quyosh $T \approx 6000$ K temperaturalarda ularning nazariy FIKning chegarasi $>90\%$ bo‘ladi. Bu esa, energiyaning qaytmasi yo‘qotishlarni kamaytirishga yo‘naltirilgan o‘zgartiruvchilarning tuzilma va ko‘rsatkichlarni maqbullashtirish oqibatda amalda haqiqiy FIKni 50% gacha va undan ortiqcha ko‘tarish mumkinligini kursatadi (laboratoriyalarda hozir FIK 40% gacha erishgan).

FEО‘larning birjinsli bo‘lmagan yarimo‘tkazgichli tuzilmalarga quyosh nurlanish ta’sir etganda, hosil bo‘ladigan energiyaning o‘zgartirishi fotoelektr effektiga asoslangan.

λ uzunlikdagi to‘lqinlar nurlanishda fotonlar energiyasi (eV) quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$h\nu = h \frac{c}{\lambda} = \frac{1,24}{\lambda}; \quad (4.1)$$

bu yerda $h = 6,626 \times 10^{-34}$ J×s – Plank doimiysi;

$c = 2,997925 \times 10^8$ m/s – yorug‘lik tezligi;

λ – to‘lqin uzunligi, mkm.

Elektronvolt – potensiallar farqi 1 V bo‘lgan ikkita nuqtalar orasida elektronni ko‘chirish uchun zarur bo‘lgan energiyadir.

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}.$$

λ_g chegara to‘lqin uzunligidan boshlab quyosh fotoelementning materialda fotonlar yutiladi:

$$\lambda_g = 1,24 / \Delta YE; \quad (4.2)$$

bu yerda ΔYE – taqiqlangan soha, sathlarning yo‘qligi bilan tavsiflanadi,

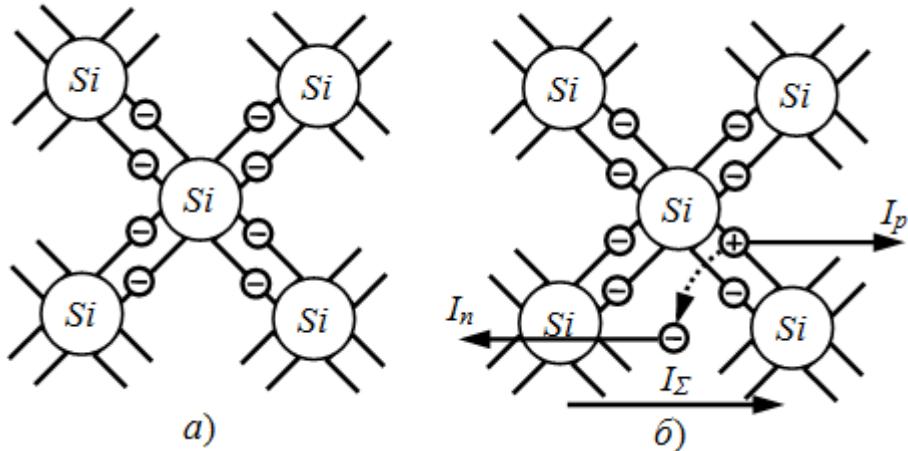
eni bo‘yicha turli xil materiallar uchun har xil bo‘ladi,

$\Delta YE \approx (1...2)$ eV.

Bundan ortiqroq uzun to‘lqinli nurlanishlar yarimo‘tkazgichlarda yutilmaydi, demak, fotoelektr o‘zgartirish nuqtai nazardan foydasiz bo‘ladi.

Quyosh nurlanish energiyani elektr energiyaga o‘zgartirish uchun yarimo‘tkazgichli qurilmalar **quyosh fotoelementlar** (QFE) deb nomlanadi.

Yarimo‘tkazgichli materiallardan germaniy *Ge* va kremniy *Si* eng muhim hisoblanadi. Kremniy D. I. Mendeleyev Davriy tizimida IV guruhdagi elementlarga kiradi, uning valentligi 4 ga teng. Kremniy atomlar tashqi elektron qobiqda 4 ta elektronlarga ega (4.1-arasm).



4.1-rasm: Toza kremniyning kristallik panjara

Energiya (issiqlik yoki yorug‘lik) keltirilganda panjarada atomlararo bog‘lanishlar elektronlarni yo‘qotadi, bunda musbat zaryadlar hosil bo‘ladi. Panjaradagi elektron bo‘lmagan joyga “teshik” deb ataladi (rasm 3.1b). “Teshik” – bu elektronni yo‘qotgan atom, bu esa elektronlarning teshikdan teshikka o‘tish bilan teshiklarning “harakati” vujudga keladi (“teshiklar” o‘zi esa harakatlanmaydi).

Agarda yarimo‘tkazgichga tashqi elektr maydoni ta’sir etmasa, teshik va erkin elektronlar tartibsiz harakatlanadi. Agarda yarimo‘tkazgichni elektr maydonga joylashtirsa, teshik va elektronlarning harakati tartibli yo‘nalgan bo‘ladi. Teshiklarning bir atomdan boshqa atomga o‘tish harakatning yo‘nalishi yarimo‘tkazgich orqali tokning o‘tish yo‘nalishiga mos keladi. Teshiklar harakati bilan hosil bo‘lgan o‘tkazuvchalogiga **teshikli** yoki **r-turdagi o‘tkazuvchanlik** (lotin. *positive-musbat*) deb ataladi. Elektronlar harakati bilan hosil bo‘lgan o‘tkazuvchalogiga esa **elektron** yoki **p-turdagi o‘tkazuvchanlik** (lotin. *negativt-manfiy*) deb ataladi. Shunday qilib, yarimo‘tkazgichning o‘tkazuvchanligi elektronlarning o‘tkazuvchanlik sohasidagi hamda elektronlarning valentlik sohasidagi harakati bilan belgilanadi. Lekin valentlik sohasida elektronlar emas balki teshiklar harakatlanadi deb qabul qilingan. Valentlik bog‘lanishlar bo‘zilishi oqibatda hosil bo‘ladigan yarimo‘tkazgichning o‘tkazuvchanligiga **xususiy o‘tkazuvchanlik** deb ataladi.

Temperatura o‘zgarmas bo‘lganda elektron-teshik juftlar soni o‘zgarmaydi, chunki erkin elektron va teshiklarning hosil bo‘lish tezliklar bir xil. Elektron va teshikli o‘tkazuvchanliklar hisobidan hosil bo‘lgan toklarning yo‘nalishi mos keladi, shuning uchun:

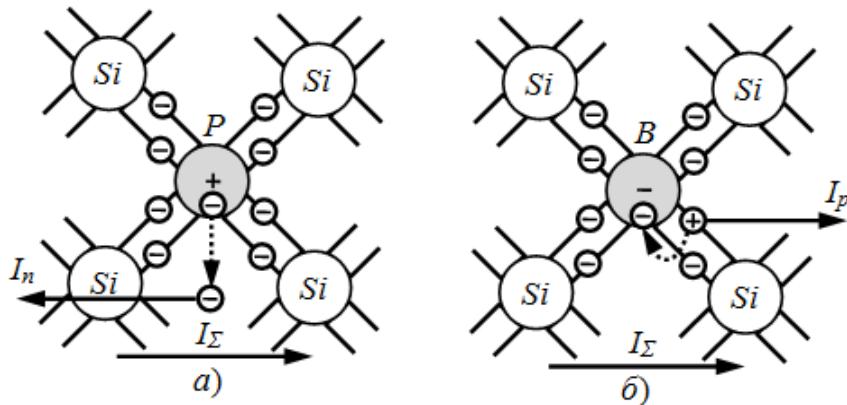
$$I_{\Sigma} = I_n + I_p ; \quad (3.3)$$

bu yerda I_n - elektronli tok; I_p - teshikli tok.

Yarimo‘tkazgichlarning o‘tkazuvchanligini boshqa elementlarning atomlarni qo‘sishish (**legirlash**) bilan oshirish mumkin. Yarimo‘tkazgichning panjaraga aralashmani kiritilganda **aralashmali o‘tkazuvchanlik** (xususiy o‘tkazuvchanlikdan farqli) hosil bo‘ladi. Mos

aralashmaning atomlarni yarimo‘tkazgichga kiritilganda qo‘shimcha tok tashuvchilar vujudga keladi, bu esa o‘nlab million marta elektr o‘tkazuvchanligini oshirishga olib keladi.

Elektron o‘tkazuvchanlik. To‘rt atomli *Si* kremniyni besh valentli *R* fosfor bilan legirlanganda aralashmaning atom joyning o‘rniga ortiqcha elektron vujudga keladi (4.2a - rasm).

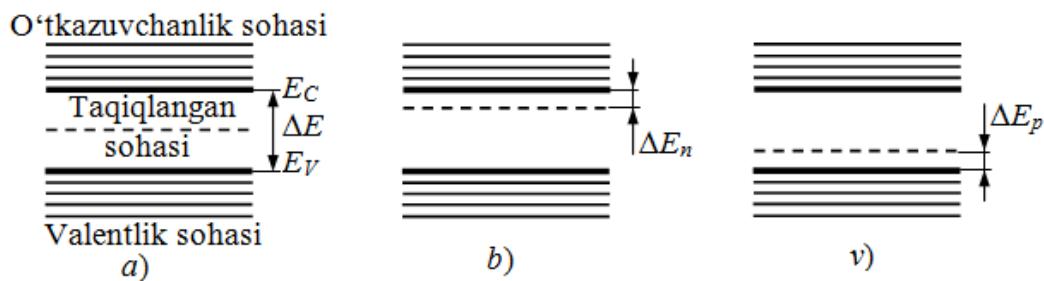


4.2-rasm. Legirlangan kremniyning kristallik panjarasi:
a – fosfor bilan; b – bor bilan

Erkin elektronlarni vujudga keltiruvchi aralashmalarga **donorli** (lotin. *donore*-hadya qilmoq) deb ataladi. Bu holda kremniy **elektron o‘tkazuvchanli yarimo‘tkazgich** yoki **p-turidagi yarimo‘tkazgich** deb nomlanadi. *p*-turidagi yarimo‘tkazgichda o‘tkazuvchanlik faqat elektronlar bilan hosil qilinadi.

Donorli o‘tkazuvchanlik. To‘rt atomli *Si* kremniyni uch valentli *V* bor bilan legirlanganda aralashmaning atom joyning o‘rniga ortiqcha teshik vujudga keladi (4.2b-rasm). Erkin elektronlarni kamaytiruvchi aralashmalarga **akseptorli** (lotin. *acceptor*-qabul qilmoq) deb ataladi. Bu holda kremniy **teshik o‘tkazuvchanli yarimo‘tkazgich** yoki **r-turidagi yarimo‘tkazgich** deb nomlanadi. *r*-turidagi yarimo‘tkazgichda o‘tkazuvchanlik faqat teshiklar bilan hosil qilinadi.

Fermi sathi. *p*-turidagi yarimo‘tkazgichlarning o‘tkazuvchanligi xususiy o‘tkazuvchanligiga ega bo‘lgan materiallarning o‘tkazuvchanligiga qaraganda ancha katta bo‘ladi, chunki donorlarni ionlash energiyasi taqiqlangan sohaning enidan kichik va elektrolarni qo‘zg‘atilganda ular o‘tkazuvchanlik sohaga yengil o‘tadi. Xuddi shunday, *r*-turidagi materiallarda teshiklar valentlik sohaga yengil o‘tadi. Bu hodisani tushintirish uchun Fermi sati degan tushuncha kiritilgan. Fermi sati taqiqlangan sohadagi energiyaning shartli sathini ifodalaydi (4.3-rasm), bundan asosiy tashuvchilar qo‘zg‘atiladi (elektronlar *p*-turidagi materiallarda va teshiklar *r*-turidagi materiallarda).



4.3-rasm: Yarimo‘tkazgichlardagi Fermi sathi (punktir): a – aralashmasiz yarimo‘tkazgich, b – p -turidagi aralashma, v – r -turidagi aralashma

Qo‘zg‘atilish ehtimoli quyidagiga proporsional:

$$\exp[-e\Delta E_i/(kT)] ; \quad (3.4)$$

bu yerda $ye=1,6\times10^{-19}$ KI – elektron va teshikning zaryadi;

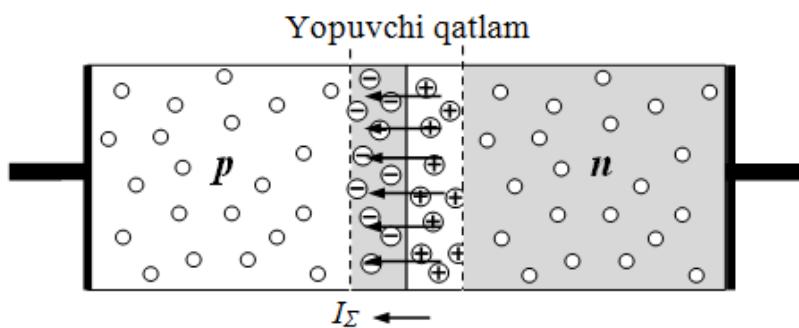
ΔYe_i – Fermi sathi bilan valentlik sohasi (ΔYer) yoki o‘kazuvchanlik

sohasi (ΔYer) orasidagi potensiallar farqi, J;

$k=1,38\times10^{-23}$ Dj/K – Bolsman doimiysi;

T – yarimo‘tkazgichning temperaturasi, K.

p - r – o‘tish. Bitta monokristalda p - va n -turidagi yarimo‘tkazgichlarni birlashtrilganda n -turidagi yarimo‘tkazgichdan r -turidagi yarimo‘tkazgichga elektronlarning diffuzion oqimi vujudga keladi, va teskari, r -turidagi yarimo‘tkazgichdan n -turidagi yarimo‘tkazgichga teshklar oqimi hosil bo‘ladi. Bunday jarayonning oqibatda n - r o‘tishga tutushgan r -turidagi yarimo‘tkazgichning qismi manfiy zaryadlanadi, n - r o‘tishga tutushgan n -turidagi yarimo‘tkazgichning qismi, teskari, musbat zaryadga ega bo‘ladi (4.4-rasm).



4.4-rasm: n - p -o‘tish

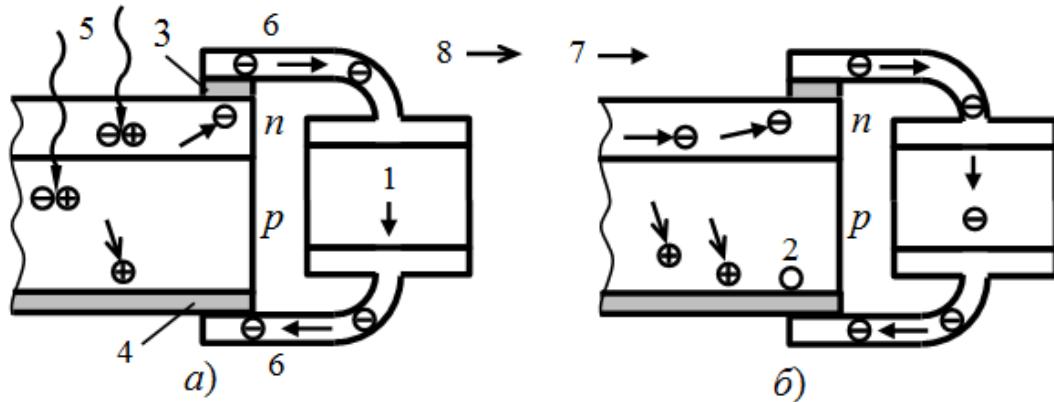
Shunday qilib, n - r o‘tishning yaqin joyda, elektron va teshiklarning diffuziya jarayonga qarshi ta’sir etadigan, ko‘p zaradlangan qatlam hosil bo‘ladi.

Diffuziya n -sohasidan p -sohasiga elektronlar oqimini yaratishga intiladi, zaryadlangan qatlamning maydoni esa, teskari, n -sohasiga elektronlarni qaytarishga harakat qiladi. Shunga o‘xshash ravishda, n - p o‘tishdagi maydoni p -dan n -sohasiga teshiklarning diffuziyaga qarshi ta’sir etadi. Ma’lum vaqt dan keyin muvozanat hosil bo‘ladi. Zaryadlar to‘planish natijada, o‘tishning ikkala tomonidan, hosil bo‘lgan qarama-qarshi ishorali elektr maydon, erkin elektron va teshiklar konsentratsiyaning farqi oqibatda vujudga kelgan, diffuziyani muvozanatlashtiradi. Natijada Fermi sathi doimiy potensiali ostida bo‘ladi. Taqiqlangan sohasi ΔYE butun materialida mavjud va o‘kazuvchanlik sohasining hamda valentli sohasining energiyalar orasida potensiallar sakrashi hosil bo‘ladi.

O‘tish joyida hosil bo‘lgan kontaktli potensiallar farqi asosiy zaryadlar tashuvchilarining o‘tishiga qarshilik ko‘rsatadi, ya’ni r -qatlam tomonidan elektronlar o‘tishiga, ammo asosiy bo‘limgan tashuvchilar qarama-qarshi yo‘nalishda qarshisiz o‘kazadi.

n - p -o‘tishlarning bu xususiyati, FEO‘ni quyosh yorug‘lik bilan nurlantirilganda, fotoelektr yurituvchi kuchni (fotoEYUK) hosil qilish imkoniyatini yaratadi. FEO‘ning ikkala qatlamlarda yorug‘lik bilan hosil bo‘lgan elektron-teshik juftlar n - p -o‘tishda bo‘linadi: asosiy bo‘limgan tashuvchilar (elektronlar) erkinlik bilan o‘tish orqali o‘tadi, asosiy tashuvchilar (teshiklar) esa tutib qoladi. Shunday qilib, quyosh nurlanish ta’sirida n - p -o‘tishda ikkala

yo‘nalishda nomuvozanatlari asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilar (FEO‘ ishlash uchun zarur bo‘lgan fotoelektron va fototeshiklar) ning tok o‘tadi (4.5-rasm).



4.5-rasm. QFEda elektr tokning generasiyasi:

1-yuklama; 2-rekombinasiyalangan «teshik» 3-yuqori kontakt; 4-qo‘yi kontakt; 5-fotonlar; 6-o‘tkazgich; 7-elektronning harakati; 8-teshikning ko‘chishi

a) Fotonlar (5) elektron-teshik juftlarni hosil qiladi. Oldingi foton bilan hosil bo‘lgan elektron va teshik QFE kontaktlar (3 va 4) ga harakatlanadi. Elektronlar tashqi (6-1-6) zanjir orqali ko‘chadi, elektr tokni hosil qiladi.

b) Foton (5) bilan hosil bo‘lgan teshik $n-p-o'$ tish orqali o‘tadi va musbat kontakt (4) ga harakatlanadi. Foton bilan hosil bo‘lgan elektron ham $n-p-o'$ tishdan o‘tib, mafiy kontakt (3) ga harakatlanadi. Elektron n -yarimo‘tkazgichdan o‘tkazgich (6) ga o‘tadi. Elektron r -yarimo‘tkazgichga o‘tib, teshik (2) bilan rekombinasiyalanadi.

QFE orqali I_{Σ} tokning zinchligi, $n-p-o'$ tishda hosil bo‘lgan elektron-teshik juftlar hisobidan hamda p - va n -sohalarga muvofiq bo‘lgan, elektronlar I_n tok va teshiklar I_r toklarning yig‘indisidan iborat:

$$I_{\Sigma} = I_n + I_p - eg ; \quad (4.5)$$

bu yerda $g - n-p-o'$ tishda yuza birligi hisobidan vaqt birligida hosil bo‘lgan elektron-teshik juftlarning miqdori.

Yorug‘lik intensivligi turli xil bo‘lsa fotoEYUK ham har xil hosil bo‘ladi. Yoritilganlikning keng diapazonda fotoEYUK kattaligi yorug‘lik intensivligining logarifmiga proporsional bo‘lib usadi.

QFEning volt-amperli tavsifi. Kuchlanish manbai sifatida olingan fotoelementga elektr zanjirni tutashganda, hosil bo‘lgan quyosh fotoelementning volt-amperli tavsifi uning asosiy tavsifi (VAT) deb hisoblanadi.

Yorug‘lik ta’siridan hosil bo‘lgan tashuvchilar oqimi I_f fototokni hosil qiladi. I_f ning kattaligi vaqt biriligidagi $n-p-o'$ tish orqali o‘tgan fotogenerasiyalangan tashuvchilar soniga teng:

$$I_{\phi} = e \frac{P_u}{h\nu} ; \quad (4.6)$$

bu yerda P_u – yutilgan monoxromatik nurlanishning quvvati.

Bu yerda taxmin qilinishicha, yarimo‘tkazgichda har qaysi yutilgan $h\nu \geq \Delta E$ energiyaga ega bo‘lgan foton bitta elektron-teshik juftini vujudga keltiradi. Bu shart Si asosidagi QFE uchun yaxshi bajariladi.

$n-p-o'$ tish orqali umumiy tok quyidagiga teng:

$$I = I_o \left[\exp\left(\frac{eU}{kT}\right) - 1 \right] - I_\phi; \quad (4.6a)$$

bu yerda I_o – to‘yinish toki; U -siljish kuchlanish.

Ushbu formula yoritilgan $n-p-o$ ‘tishning VATni ta’riflaydi.

Siljish kuchlanish:

$$U = \frac{kT}{e} \ln\left(\frac{I_\phi + I}{I_o} + 1\right). \quad (4.7)$$

Yuklamadagi tokning yo‘nalishi doimo I_f tok yo‘nalishiga to‘g‘ri keladi, yuklamadagi I_{yu} tok o‘zi $n-p-o$ ‘tish orqali o‘tadigan natijaviy tokka teng (4.6a).

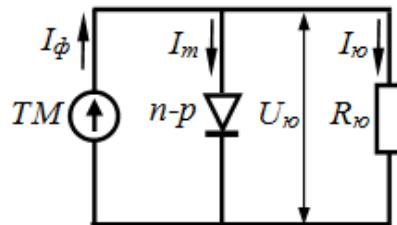
I_f tokning yo‘nalishini musbat sifatida qabul qilib, I_{yu} uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$I_{io} = I_\phi - I_o \left[\exp\left(\frac{eU_{io}}{kT}\right) - 1 \right]. \quad (4.8)$$

bu yerda U_{yu} – $n-p-o$ ‘tishdagi kuchlanishga teng bo‘lgan yuklamadagi kuchlanish.

(4.8) formula yoritilgan $n-p-o$ ‘tishning yuklanmali VATni ifodalaydi.

Yoritilgan $n-p-o$ ‘tishni (4.9) ifodaga mos bo‘lgan ekvivalent sxema (4.7 -rasm) kurinishda ifodalash mumkin. Bu yerda tok manbai TM $n-p-o$ ‘tishdagi kuchlanishga bog‘liq bo‘lмаган doimiy fototokning generasiyani o‘xshatadi, diod esa yoritilmagan $n-p-o$ ‘tishni tasvirlaydi. R_{yu} o‘zgarganda fototok yuklama R_{yu} va $n-p-o$ ‘tish orasida qayta taqsimlanadi.



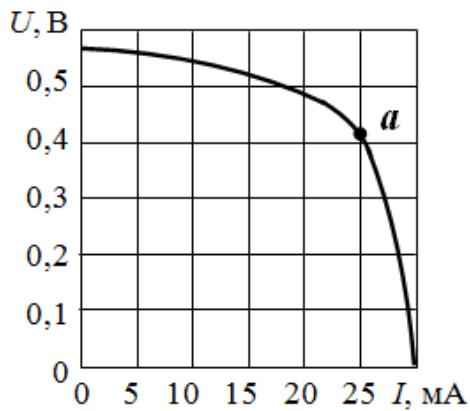
4.6-Rasm. Yoritilgan $n-p-o$ ‘tishning yuklama qarshiligi bilan ekvivalent sxemasi

Yuklamada chiqariladigan elektr quvvat quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi (4.8) formuladagi 1ni hisobga olmagan holda):

$$P = I_{io} U_{io} = U_{io} \left[I_\phi - I_o \exp\left(\frac{eU_{io}}{AkT}\right) \right]; \quad (4.9)$$

bu yerda A – haqiqiy tavsiflarni aniq ifodalash uchun ideallik koeffisiyenti.

Fotoelementni ixtiyoriy spektrli yorug‘lik bilan yoritilganda ham VAT tenglamasi o‘z kuchiga ega, faqat I_f fototokning miqdori o‘zgaradi. Fotoelement, a nuqta bilan belgilangan rejimda bo‘lgan hollarda, maksimal quvvat olinadi (4.7 rasm).



4.7.-Rasm: QFEning volt-amperli tavsif

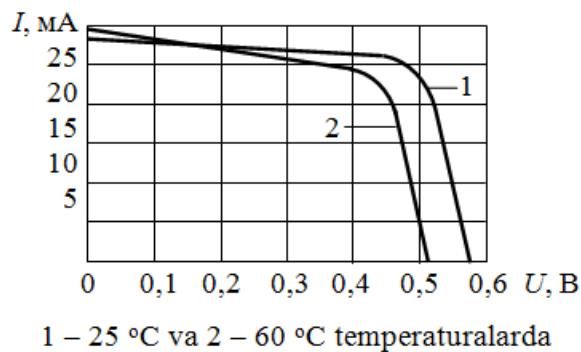
Egri chiziqning kuchlanishlar o‘q bilan kesishgan nuqtaga U_{syu} – salt yurish kuchlanish, toklar o‘q bilan kesishgan nuqtaga esa I_{kr} – qiska tutashuv tok deb ataladi.

QFEning nominal quvvatini aniqlash uchun, chiqish quvvati standart test sharoitlar (STSH) da o‘lchanadi. Ushbu shartlar quyidagilarni taxmin qiladi:

- yoritilganlik 1000 Vt/m^2 ;
- atmosferaning massasi $AM 1,5 - 45^\circ$ kenglikdagi queshning spektri (u yorug‘likning turini va rangni belgilaydi);
- elementning temperaturasi 25°C .

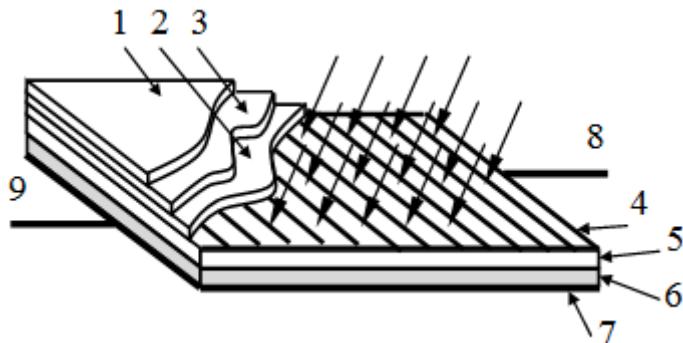
Real sharoitlarda ishlaydigan QFE uchun shunday ko‘rsatkichlarni amalda ta’minlab bo‘lmaydi, shuning uchun ishlab chiqaruvchilar QFE uchun “normal sharoitlar” (NTSH) nomlanuvchi ko‘rsatkichlarni ko‘rsatadi, ya’ni QFEning temperaturasi $40...45^\circ\text{S}$ va yoritilganligi 800 Vt/m^2 .

Potensiallar farqi, mos holda, QFE hosil qila oladigan, elektr yurituvchi kuch (EYUK) ham ko‘p faktorlarga bog‘liq: quyosh nurlanish intensivligiga, fotoelementning yuzaga, konstruksiyaning FIKga, temperaturaga. Temperaturali rejimi QFEning ishi uchun muhim faktor bo‘lib hisoblanadi. Element 25°S dan bir gradus yuqoriga qiziganda QFE $0,002 \text{ V}$ kuchlanishni yo‘qotadi – $0,4\%/\text{gradus}$ (3.8-rasm).



4.8 - Rasm Volt-amperli tavsifi:

QFEning konstruksiya va materiallar



4.9. Rasm Oddiy QFEning konstruksiyasi:

1-himoya qiluvchi shisha; 2-tiniq bog‘lovchi modda; 3-qaytarishga qarshi qatlam; 4-taroqli tuzilmadagi yuqori elektrokontakt; 5-p-turidagi yarimo‘tkazgich; 6-r-turidagi yarimo‘tkazgich; 7-quyi yaxlit elektrokontakt; 8 va 9-kontaktli shinalar

Namunaviy quyosh fotoelement (rasm 3.9) ko‘p qatlamlı material bo‘lib, quyidagilardan iborat:

- tiniq shishali qoplovchi qatlam, tashqi ta’sirlardan himoya qiladi;
- tiniq bog‘lovchi qatlam, quyosh fotoelement sirtida shishani tutib turadi;
- qaytarishga qarshi qatlam, energiyani yutishini maksimal oshiradi, fotoelementga tushadigan yorug‘likni qaytarishdan saqlab qoladi;
- oldingi kontakt qatlam, elektr tokni o‘tkazadi;
- fosfor aralashmali *p*-turidagi kremniy yarimo‘tkazgichning yubqa qatlam; bor aralashmali *r*-turidagi kremniy yarimo‘tkazgichning ikkinchi yubqa qatlam;
- ketingi kontakt qatlam, elektr tokni o‘tkazadi.

Elektronlarni yig‘ish va tashqi zanjirga uzatish uchun QFE yarimo‘tkazgichli tuzilmaning sirtida kontaktli tizimi bo‘ladi. O‘zgartirgichning oldingi yoritilgan sirtida kontaktlar to‘r yoki taroq ko‘rinishda tayyorlanadi, orqa tomondan esa kontakt yaxlit bo‘lish mumkin.

QFElarni ishlab chiqarish uchun asosiy materiallar quyidagilardan iborat.

Kremniy (*Si*) – quyosh fotoelektr elementlarni ishlab chiqarishda eng muxim material hisoblanadi. Hozirgi davrda amalda quyosh fotoelementlarni yirik ishlab chiqarishda yagona materialdir.

Galliy arsenidi (*GaAs*) – yuqori samarali QFElarni ishlab chiqarish uchun foydalaniladi. Ushbu material ko‘p hollarda konsentrasiyalangan fotoelektr tizimi va kosmik qurilmalarda ishlatiladi. Konsentrasiyalangan quyosh radiasiyada uning FIK 25% gacha va 28% gacha bo‘ladi. Maxsus turlarida esa FIK 30% dan ortadi.

Kadmiy telluridi (*CdTe*) – yupqa plenkali material, cho‘qish va changitish bilan hosil qilinadi, fotoelektr tizimlar uchun kelgusida orzon isitqbolga ega bo‘lgan material. Laboratoriya nusxalarda quyosh fotoelementlarning FIK 16%, sanoatdagi esa 8% gacha bo‘ladi.

Misindiyli diselenid (*SuInSe2* yoki *CIS*) – yupqa plyonkali material, FIK 17% gacha. U istiqboli material bo‘lib, ishlab chiqarish jarayon o‘ziga xos xususiyatlarga ega bo‘lganligi sababli hozirgi davrda keng foydalanilmaydi.

QFElarning asosiy uchta turlari tayyorlanadi:

- monokristalli elementlar, bitta katta kremniy kristalldan kesib olinadi;
- polikristalli elementlar, bir qancha miqdor kristallardan tayyorlanadi;
- amorfli (yupqa plenkali) elementlar.

Ushbu turlari orasida farqi shundan iboratki, kremniy atomlar kristallda qanday tashkil etilganligiga bog'liq. Mono- va polikristalli QFElar deyarli bir xil FIKga ega va amorfli kremniydan tayyorlangan QFElardan katta bo'ladi.

Hozirgi davrida jadal tadqiqotlar oqibatda turli xil turidagi QFElar tayyorlanadi. Nazariy va ilmiy tajriba tadqiqotlar ishlab chiqarish xarajatlarni kamaytirish, FIK oshirish, QFElarning narxni kamaytirish uchun yo'naltirilgan. Laboratoriya sharoitlarda FIK 45% ga yaqinlashgan natijalarga erishgan.

Seriyalni ishlab chiqarilayotgan QFElarning FIK:

- monokristalli: 15-22 %;
- polikristalli: 12-17%;
- amorfli: 6-10%;
- kadmiy telluridi: 8-12%.

4.1-Jadval

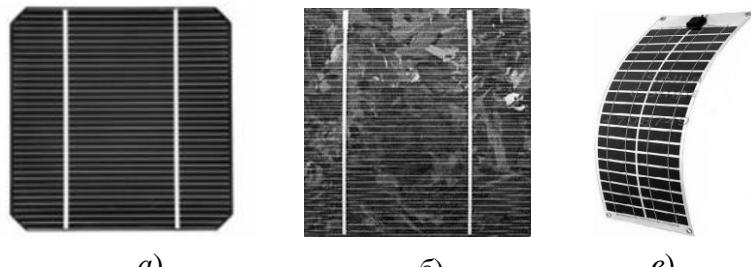
QFElarning fotoo'zgartirish samaradorligi [4]

QFE	QFE laboratoriya namunalarning samaradorligi, potensiali	QFE hozirgi daraja-dagi sanoat modullarning samaradorligi	QFE o'rta kelajakdagi sanoat modullarning samaradorligi
Monokristalli kremniy <i>c-Si</i>	24%	12-18%	18-20%
Polikristalli kremniy <i>ms-Si</i>	20%	10-15%	16-18%
Amorfli kremniy <i>a-Si</i>	13%	5-8%	10-12%
Kadmiy telluridi <i>CdTe</i>	16,5%	6-11%	13%
Mis, indiy va galiv diselenidi <i>Su(In,Ga)Se2 (CIS)</i>	20,3%	8-14%	14-17%

4.2-Jadval

QFElarni ishlab chiqarish texnologiyasining samaradorligi [4]

QFE texnologiyasining elementlar	Kristalli kremniy asosidagi QFE	Ko'po'tuvchi (kaskadli) QFE	Noorganik yupqa tasmali QFE	Organik QFE	Quyosh termal tizimlar
Samara-dorligi	12...21%	25...29%	5...14%	5...10%	14...24%
Tannarx	\$4/W-\$7/W	\$5/W	\$3/W-\$5/W		\$4/W
Ishlab chiqish bosqich	Keng masshatbli foydala-nmoqda	Joriy qilmoqda	Joriy qilmoqda. Keng masshatbli foydala-nmoqda	Laboratoriyalı tadqiqotda. Sanoat namuna-larni ishlab chiqishda	Joriy qilmoqda. Keng masshatbli foydala-nmoqda



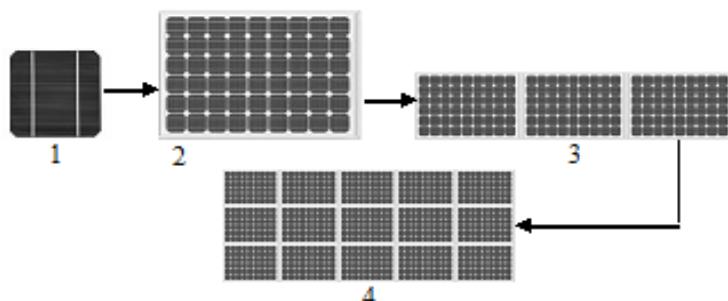
4.10-Rasm Monokristalli (a), polikristalli (b) va amortifli (v) quyosh fotoelektr elementlar
4.2. Quyosh fotoelektr tizimlar

Quyosh fotoelektr element (QFE) – fotoelektr tizimlarning asosiy tashkil etuvchi qismi.

Fotoelektr modul, batareya (QFB) – QFElarni ketma-ket va parallel qo’shish bilan hosil qilinadi. QFBni qo’llanilishi yuqori universalligi bilan tavsiflanadi: kichik gabaritli, zarur bo’lgan joyga osonlik bilan yetkaziladi, kommunal iste’molchilar uchun elektrostansiya sifatida foydalanish mumkin. QFBlar tok o’tkazmaydigan materialli karkasda o’rnataladi. Bunday shakl QFBlarni ta’lab etiladigan tavsiflarda (tok va kuchlanishda) yig’ish, ishdan chiqqan QFEni oddiy almashtirish bilan tuzatish imkoniyatini ta’minlaydi (rasm 3.11).

Fotoelektr panellar (QFP) - bir nechta QFBlardan elektromontaj bilan qo’shilgan bloklar ko’rinishda, ekspluatasiya joyida o’rnatish uchun tayyor holatda, tashkil qilinadi.

Fotoelektr massiv (QFM) - bir nechta o’zaro birlashtirilgan QFPlardan tuziladi.

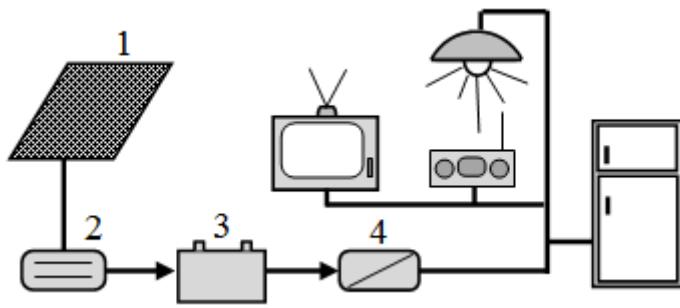


4.11-Rasm. QFEdan to QFMgacha:

1 – QFE; 2 – QFB; 3 – QFP; 4 - QFM

Quyosh fotoelektr tizimlar (QFT) - ketma-ket va parallel qo’shilgan QFMIrlar kombinasiyasi bilan shakllanadi. Ularning tarqibiga qiradi akkumulyator batareyasi (AKB), zaryadlash-zaryadsizlanish kontrolyor, invertor-o’zgartirgich, mexanik tayanchli konstruksiyasi, kabellar, almashlab ulagich va boshqalar. QFTlar turli xil elektr energiya iste’molchilar uchun foydalinadi: yoritish, suvni uzatish, akkumulyatorni zaryadlash, aloqa vositalar, tibiyot muassasa, mahaliy biznes, elektr energiyani elektr tarmoqqa uzatish va h.k. QFTlarni markazlashgan, taksimlangan va avtonom elektr energiyani ishlab chiqarish uchun foydalanish mumkin.

Quyosh nurlanish bepul, QFT ish jarayonida shovqinni va ifloslanishni chiqarmaydi. To’g’ri loyihalangan va o’rnatilgan QFT katta hajmdagi texnikaviy xizmatlarni talab qilmaydi, uzoq xizmat muddatiga ega hamda ishlatishda ishonchli. QFTlarning ishslash muddati 20 dan to 50 yilgacha bo’ladi, shu bilan uzoqqa chidamlilik ta’milanadi.

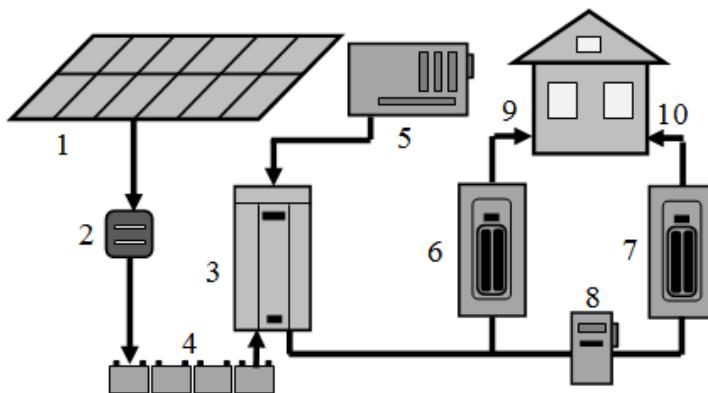


4.12-Rasm. Individual uy uchun QFTning tuzilmali sxemasi:

1-QFB; 2-zaryadlash-zaryadsizlanish kontroler; 3-akkumulyator batareyasi; 4-invertor

Quyosh fotoelektr tizimlarni, tarkibiga va bajaradigan vazifaga qarab, quyidagi guruhlarga bo‘lish mumkin: avtonom, rezerv (ehtiyyot) va tarmoqqa doimiy ulangan tizimlar (On-Grid, Grid-Tied).

Avtonom QFT. Avtonom fotoelektr tizimlar obyektni shahar elektr tarmog‘iga ulanish imkoniyat bo‘lmagan hollarda foydalilaniladi. Odatda bunday tizimlar bilan kottej, dala hovli va boshqalar ta’milnadi. Elementlarning parametrlarga bog‘liq bo‘lgan holda bunday QFTlar katta bo‘lmagan doimiy yuklama (yorug‘lik diod lampalar, radio, noutbuk va h.k.), yoki davriy ravishda katta yuklama (elektr nasos, elektr choynak, va h.k.) uchun foydalanimoqda. Avtonom elektr ta’milot tizimining tarkibida shamol generator, dizel yoki benzin generatorlar bo‘lish mumkin (rasm 3.13).



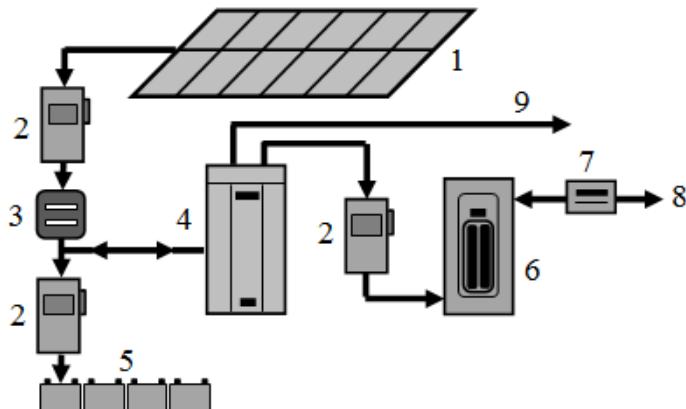
4.13-Rasm. 1-QFB; 2-zaryadlash kontroler; 3-invertor; 4-akkumulyator batareya;

5-rezerv generator; 6-o‘zgaruvchan tok ta’milot shiti; 7-o‘zgarmas tok ta’milot shiti;

8-yuklama kontroler; 9- o‘zgaruvchan tok yuklama; 10- o‘zgarmas tok yuklama

Rezerv (ehtiyyot) QFT. Rezerv fotoelektr tizimlar elektr taromg‘idan elektr ta’miloti qoniqarli bo‘lmagan hollarda foydalilaniladi. Rezerv elektr ta’milot tizimining avtonom QFTdan farqi elektr tarmog‘iga doimiy holda ulangan bo‘ladi. Agarda elektr tarmog‘ida kuchlanishning ta’milot ko‘rsatkichlar qoniqarsiz yoki tarmoqda kuchlanish yo‘qoladigan bo‘lsa avtomatik ravishda (baypas funksiyali invertor) yuklamani rezerv elektr ta’milot

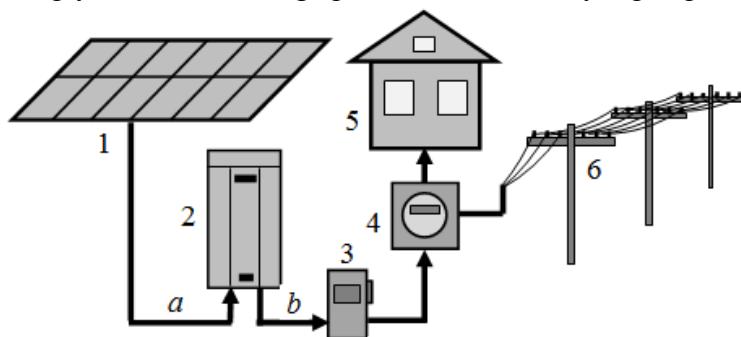
tizimiga ulashni ta'minlaydi. Rezerv QFTning tarkibiga kiradi: himoya avtomatikasi, zaryadlash kontroleri, baypas funksiyasi bilan invertor, quyosh batareyalar (rasm 3.14).



4.14-Rasm. Rezerv quyosh fotoelektr tizimining tuzilma sxemasi:
 1-QFB; 2-himoya avtomatikasi; 3- zaryadlash kontroler; 4-baypas funksiyasi bilan invertor;
 5-akkumulyator batareyasi; 6-taksimlash shiti; 7-elektr o'lchagich;
 8-elektr tarmoq; 9-rezerv yuklama

Shahar elektr tarmog‘iga doimo qushilgan tizimlar (On-Grid, Grid-Tied). On-Grid tizimlar - elektr tarmog‘iga doimo qushilgan tizimlardir, ularning avtomatikasi mini-elektrostansiyalarni (quyosh, gidro-, shamol- va boshqalarni) elektr tarmoq bilan sinxron ishlashni ta'minlaydi.

Bunday tizimining asosiy elementi – invertor, elektr tarmog‘iga doimo qushilgan holda ishlash uchun muljallangan (Grid Tie Invertor GTI). Grid Tie Invertor tizimi ortiqcha ishlab chiqargan energiyani elektr tarmog‘iga uzatish imkoniniyatiga ega.



4.15-Rasm. Shahar tarmog‘iga doimo qushilgan quyosh fotoelektr tizimining tuzilma sxemasi:
 1-QFB; 2-Grid-Tie invertor; 3-himoya avtomatikasi; 4-energiyani hisobga oluvchi asbob;
 5-elektr energiyani iste’molchilar; 6-elektr tarmoq; a-o’zgarmas tok; b-o’zgaruvchan tok
 Ushbu tizimlarning o’ziga xos xususiyatlari va afzalliklar:

- Invertoring quyosh batareyaga bevosita ulanishi (akkumulyatordan foydalanish zarurat yo‘q).
- Invertoring maksimal quvvat nuqtasini kuzatish (maksimal quvvat nuqtasida avtomatik blokirovkalash) funksiyadan foydalanish QFBning elektr energiyasidan maksimal

samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi. Bu esa elektr energiyaning ishlab chiqarishni 20...30% gacha oshirishga imkoniyat beradi.

Zaryadlash-zaryadsizlanish kontroller – o‘zining tarkibida zarur bo‘lgan vaqtida zaryadlash va zaradsizlanish maqbullashtirgichni qo‘sish-shish-ajratish rejimini sozlash uchun taymerga ega. Bu esa akkumulyatorning ishlash muddatini uzaytirishga yordam beradi, hamda avtomatik ravishda ertalab va kechkurun yoritishni qo‘sadi va ajratadi.

Invertor yoki o‘zgartirgichlar – o‘zgarmas tokni o‘zgaruvchan tokka o‘zgartiradi, o‘zgaruvchan tok bo‘lмаган shroditida turli xil apparat va asboblarni sifatli elektr ta’minoti bilan ta’minlash uchun muljallangan. Invertor impulsli o‘zgartirgmch bo‘lib, 12 (24, 48, 60) V o‘zgarmas tokni kuchlanish 220 V chastotasi 50 Gs bo‘lgan o‘zgaruvchan tokka aylantiradi. Ko‘pchilik invertorlar o‘zining chiqishda **sinusoidal** shakldagi **stabillashgan** kuchlanishga ega, bu esa amalda har qanday uskuna va asboblarning elektr ta’minoti uchun foydalanish mumkin. Invertorlarning nominal qatori 150, 300, 500, 800, 1500, 2500, 5000 Vt. Konstruksiya jihatdan invertorlar yakka bloklar ko‘rinishda tayyorlanadi.

Fotoelektr tizimining tarkibiga kiruvchi barcha elektron asboblar qisqa tutashuv, qizib ketish va o‘ta yuklanishlardan himoyaga ega. Bu esa ishonchlilikni va samarali ishlashini ta’minlaydi.

Akkumulyator – quyosh modul ishlab chiqargan energiyani to‘playdi. QFTning tarkibiy qismi sifatida akkumulyator uchta vazifa bajaradi:

- fotoelektr modul o‘zi chuqqili yuklamani qoplasmaganda chuqqili yuklamani qoplaydi (rezerv zaxira);
- tungi vaqtda energiyani beradi (qisqa muddatli energiyani saqlash);
- yomon ob-havo vaqtda yoki o‘ta yuqori energiya iste’moli davrda energiyani qoplaydi (o‘rtal muddatli energiyani saqlash).

Elektr energiyani akkumulyatsiyalash sababli QFTlar kunduzi va tunda, har qanday ob-havoda ishonchli elektr ta’minot manbai bo‘lib xizmat qiladi.

Quyoshni kuzatuvchi qurilmasi – Quyoshni kuzatishni ta’minlaydigan qurilmadir. Quyoshni kuzatish hisobidan QFMni harakatsiz holda o‘rnatilganiga qaraganda elektr energiyani ishlab chiqarish qishda 10% ga, yozda esa 40% ga oshiriladi. QFM harakatlanuvchi platformaga o‘rnatiladi va Quyosh harakatiga qarab buriladi. Kuzatish tizimi qimmataho elektr-mexanik qurilma, shuning uchun uni qo’llash har doim iqtisodiy ravishda o‘zini oqlamaydi.

Quyosh fotoelektr stansiyalar

QFTlar asosida quyosh fotoelektr elektr stansiyalar qurilyapti. Ko‘pchilik mamlakatlar faol quyosh energetikaga o‘tiyapti – qayta tiklanadigan, iqtisodiy foydali, ekologik toza energiya manbaiga. Germaniya, Italiya, Ispaniya, Kanada, Ukraina, Tayland va boshqa ko‘p mamlakatlarda quvvati bir necha Mvt dan to 100 Mvt gacha bo‘lgan quyosh fotoelektr stansiyalar ishlamoqda.



4.16-Rasm. Quvvati 100 MVt quyosh fotoelektr stansiyasi: Perovo Solar Power Station, Ukraina, Krim,qishloq Perovo. Kompaniya Activ Solar



4.17-Rasm. Quvvati 84,2 MVt quyosh fotoelektr stansiyasi: Montalto di Castro PV Power Plant, Viterbo, ItaliY. Kompaniya Sun Power



4.17-Rasm. Quvvati 82,2 MVt quyosh fotoelektr stansiyasi: Solarpark Finsterwalde, Finstervald, GermaniY. Kompaniya LDK Solar i Q-Cells International

Quyosh fotoelektr tizimlar O‘zbekistonda

Qayta tiklanadigan energiya manbalari (birinchi navbatda quyosh energiyasi) sohasida O‘zbekiston katta potensialiga ega.

O‘zbekiston respublikasi tashqi iqtisodiy aloqalar, sarmoyalar va savdo vazirligi, DAK “Uzbekenergo” quyosh panellarni ishlab chiqarish loyihasini tashkil qilish daturini amalga

oshirilmoqda. 2014 yilning ohirgacha quyosh panellarni ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yishi rejalashtirilmoqda.

Respublikada umumiy quvvati ikki gigavattdan ko‘p bo‘lgan bir nechta QESlar qurilishi rejalashtirilgan. Bu loyihalarga mablag‘ ajratishi Osiyo taraqqiyet banki va DAK “Uzbekenergo” tomonidan ta’minlanadi. Toshkent shahar poytaxti tumanda quvvati 50 MVt bo‘lgan birinchi QES barpo etiladi. Loyihaning qiymati 250 million AQSH dollarga yaqin tashkil etadi.

OAJ «Uzelektroappart-Elektroshit» kichik quvvatli energiya ta’minot fotoelektr stansiyalarni ishlab chiqarishni boshlangan. Quyoshli kunlarda quyosh panellar binoni elektr energiya bilan ta’minlaydi va keyinchalik avtonom rejimda ishlash uchun energiyani akkumulyatorlarga to‘playdi. Doimiy elektr tarmoqlar bo‘lmas qishloq tumanlarda bunday stansiyalardan foydalanish eng samarali hisoblanadi. Shunga uxshagan tizimlar to‘liq avtomatik rejimida ishlaydi va amalda odamning ishtiroti talab qilinmaydi.

Barcha respublika viloyatlarda avtonom quyosh fotoelektr stansiyalar o‘rnatalgan va qishloq maktab, tibiyot muassasa, meteostansiya, fermer xo‘jalik va boshqalarni elektr energiya bilan ta’minlab turibdi.

Kelgisida Respublikaning barcha mintaqalarda qishloq tumanlarda quyosh fotoelektr stansiyalarni keng joriy qilinishi rejalashtirilgan.

Nazorat savollari:

1. Quyosh nurlanish energiyani fotoelektr o‘zgartiruvchilarini tushuntiring?
2. Fotoelektrik o‘zgartirgichlarni ishslash prinsipini tushuntring?
3. Individual uy uchun QFTning tuzilmali sxemasini tushuntring?
4. Shahar tarmog‘iga doimo qushilgan quyosh fotoelektr tzimining tuzilma sxemasini tushuntring?

5-MA’RUZA:Quyosh energiyasidan foydalanish qurilmalari va jihozlari.

REJA:

- 5.1. Quyosh nurlanish energiyani issiqlik energiyaga o‘zgartirish.
- 5.2. Past temperaturali quyosh issiqlik qurilmalari.
- 5.3. Quyosh issiqlik ta’minoti tizimlari

5.1. Quyosh nurlanish energiyani issiqlik energiyaga o‘zgartirish

Quyosh energiyani issiqlik energiyaga o‘zgartirish modda atomlarning elektromagnit nurlanishni yutish qobiliyati hisobiga sodir bo‘ladi. Bunda elektromagnit nurlanish energiyasi moddaning atom va molekulalarning kinetik energiyaga, ya’ni issqlik energiyaga aylanadi. Natijada moddaning temperaturasi kutariladi. Bunday usulda issiqliknii olish o‘zining soddaligi tufayli turli xil saviyadagi har xil iste’molchilarни energiya bilan yetarli darajada ta’minalashga erishish imkongiyatini beradi. Ushbu yo‘nalishga qiziqish – ekologik toza quyosh energiyasidan foydalanish butun dunyoda borgan sari ortib bormoqda.

Hozirgi vaqtida juda ko‘p turli xil quyosh energiyani issiqlik energiyaga o‘zgartiruvchi sanoat va maishiy qurilmalari mavjud. Bunday qurilmalarga **quyosh issiqlik qurilmalar** deb ataladi.

Quyosh nurlanish energiyani issiqlikka o‘zgartirish ikki yo‘nalishlarda amalga oshiriladi:

1) quyosh energiyani to‘g‘ridan to‘g‘ri issiqlikka o‘zgartirish, hosil bo‘lgan issiqlik bevosita to‘g‘ridan turli xil ehtiyojlar uchun foydalaniladi;

2) termodinamik sikl bo‘yicha quyosh energiyani o‘zgartirish, hosil bo‘lgan issiqlik elektr energiyani ishlab chiqarish uchun foydalaniladi.

Quyosh issiqlik qurilmalarining ishlash prinsipi quyosh nurlanishini qabul qiluvchi xira sirtning quyosh radiatsiyasini yutishiga asoslangan. Ushbu jarayon nur yutuvchi materialning turiga qarab ancha murakkab bo‘lishi mumkin. Buning natijasida barcha to‘lqin uzunligidagi nurlanish energiyasi issiqlikga o‘zgaradi. Har xil turdagи qora yuzalarning nur yutish qobiliyati (80...98)% oraliqda yotadi va qolgan (2...20)% qismi esa qaytariladi. Yutilgan energiyaning bir qismi issiqlik o‘tkazuvchanligi orqali issiqlik qabul qilgichning boshqa qismlariga uzatiladi, qolgan qismi esa konveksiya va nurlanish bilan atrof muhitga tarqaladi. Atrof muhitga issiqlik uzatish issiqlik qabul qilgichning sirti bilan atrof muhitning temperaturalari farqiga bog‘liq bo‘ladi. Atrof muhitga uzatiladigan issiqlik miqdori yutilgan nurlanish oqimining miqdoriga tenglashganda

temperatura muvozanati o‘rnataladi va u quyidagicha aniqlanadi

$$q_{yut} = q_{ui} ; \quad I k = \alpha \Delta t ; \quad \Delta t = I k / \alpha ; \quad (5.1)$$

bu yerda q_{yut} , q_{ui} - yutilgan issiqlik va atrof muhitga uzatiladigan

issiqlik oqimlarining zichliklari, Vt/m^2 ;

I - tushadigan quyosh radiatsiyasi oqimining zichligi, Vt/m^2 ;

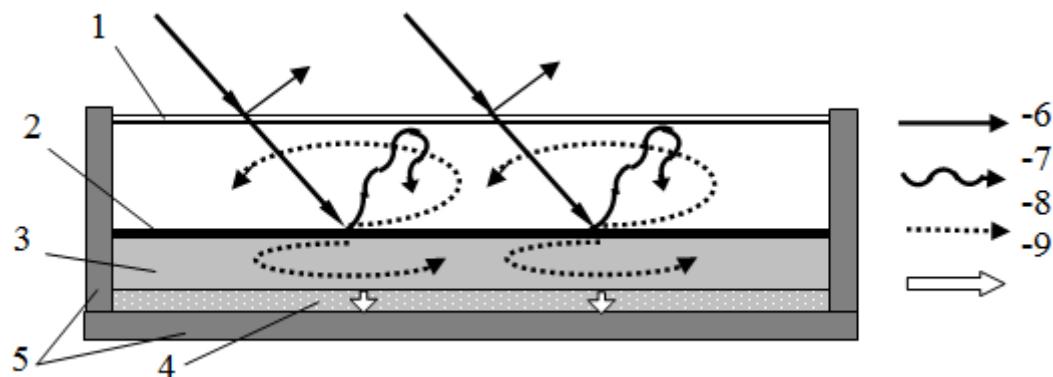
k - sirtning nur yutish qobiliyati;

α - sirtning issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 K)$;

Δt - qabul qilgichning sirti bilan atrof muhitning temperaturalar farqi, $^{\circ}C$.

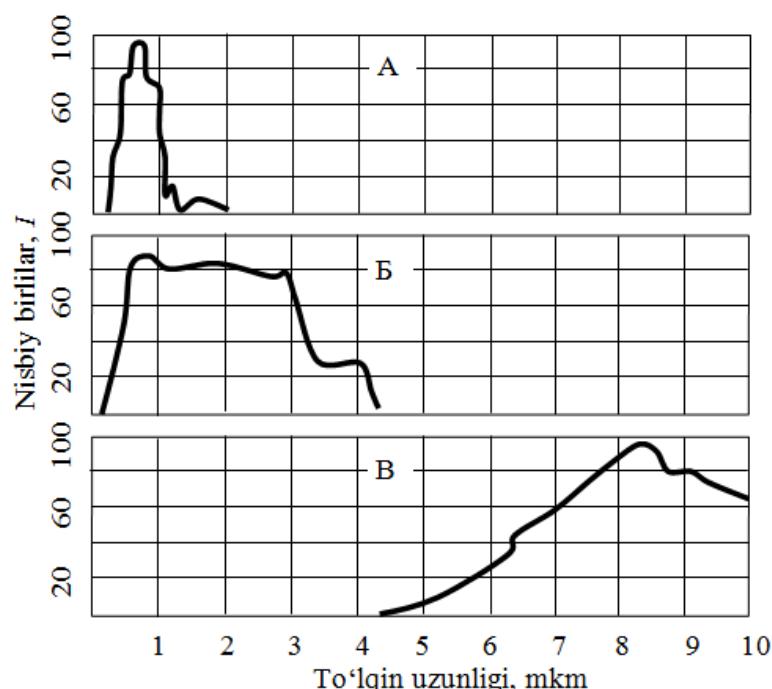
“Issiq yashik” prinsipida ishlaydigan past temperaturali quyosh qurilmalarining asosiy elementi - quyosh nurlanishini qabul qilgich bo‘lib hisoblanadi. Shaffof qoplama bilan

yopilgan va issiqlik izolyatsiyalangan yashik ichida quyosh nurlanish issiqligini qabul qilgich joylashgan (5.1-rasm).



5.1 -Rasm. "Issiq yashik", issiqlik qopqon sxemasi: 1-shaffof qoplama, shisha; 2-issiqlik qabul qilgich, qora sirt; 3-issiqlik tashuvchi; 4-issiqlik izolyatsiyasi, 5-yashik; 6-quyosh nurlanish; 7-infraqizil nurlanish; 8-konveksiya bilan issiqlik uzatish; 9-issiqlik o'tkazuvchanlik bilan issiqlik uzatish

Shaffof qoplamadan o'tgan quyosh nurlanish issiqlik qabul qilgich bilan absorbsiyalanadi va uni qizdiradi. Issiqliknинг bir qismi konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik orqali qabul qilgich va yashikning boshqa qismlariga uzatiladi, boshqa qismi esa infraqizil radiatsiyasi ko'rinishida nurlanadi. Infracqizil nurlanish uchun shaffof qoplama tiniq emas. Shuning uchun yashik ichida temperatura ko'tariladi, parnik (issiq xona) effekti hosil bo'ladi.



5.2-Rasm. Parnik effektining sxemasi

Parnik effektining fizikaviy mohiyati quyidagidan iborat shisha orqali o'tgan quyosh nurlanish spektrning 0,4...1,8 mkm oraliqda turadi (5.2,A-rasm). Ushbu spektrning diapazonida oddiy shishaning o'tkazish koeffisiyenti 95% gacha tashkil etadi (5.2,B-rasm). Absorbirlovchi qoplama ega bo'lgan issiqlik qabul qilgich quyosh nurlanishni yutadi (90% gacha) va qiziydi. Qizigan issiqlik qabul qilgich issiqlik energiyani nurlanish bilan chiqaradi, uning asosiy quvvat infraqizil diapazonda turadi (4.2,V-rasm). Shisha infraqizil nurlanishni o'tkazmaydi. Bu esa parnik effektini hosil qiladi - shisha tagida energiya to'planadi. Agarda o'zgartirilgan energiyani issiqlik tashuvchi bilan kollektordan chiqarilmasa issiqlik qabul qilgichning temperaturasi 160 °C gacha ko'tariladi. Ish rejimida to'plangan issiqlik kollektor orqali aylanib o'tuvchi suvni yoki havoni isitish uchun sarflanadi. Bunday qurilmalarni 100 °C dan past temperaturagacha suv va havoni qizdirish maqsadida ishlatilishi eng samarali hisoblanadi.

Quyosh issiqlik qurilmalari temperatura rejimlariga qarab **past temperaturali** (100...130 °C temperaturalargacha ishlaydigan) va **yuqori temperaturali** (130 °C dan yuqori temperaturalarda ishlaydigan) qurilmalarga bo'linadi.

5.2. Past temperaturali quyosh issiqlik qurilmalari.

Hozirgi davrda past temperaturali quyosh qurilmalarining xilma-xil turlari mavjud. Konstruksiyasi, samaradorligi, narxi va vazifasiga ko'ra bunday qurilmalarni quyidagi turlarga, ya'ni ochiq va yopiq, issiqlik izolyatsiyali va issiqlik izolyatsiyasiz, bir va undan ortiq shaffof qatlamlar bilan qoplangan, yassi, plastinkali, qurvurli va vakuumlangan qabul qilgichlari bo'lgan havo- va suv qizdirgichlarga ajratish mumkin.

Quyosh havoisitgichlari

Quyosh havoisitgichlari issiqlik izolyatsiyalangan yassi yashiklar bo'lib, ularning usti shaffof material (oyna, plastik, pylonka) bilan qoplangan. Shaffof qoplamadan o'tgan quyosh nurlari qoraytirilgan qabul qiluvchi sirt tomonidan yutiladi va uni qizdiradi. Yashikning qabul qilgich kanali bo'yicha o'tadigan havo konveksiya orqali qizdiriladi (rasm 4.3).

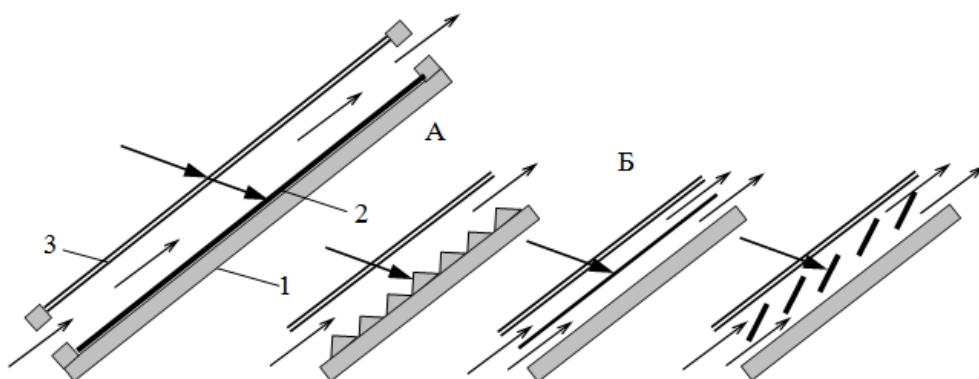
Quyosh havoisitgichining issiqlik balansini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q_{yu} = Q_x + Q_{iy}; \quad (5.2)$$

bu yerda, issiqlik qabul qilgich yutgan issiqlik

$$Q_{yu} = I \tau k F_k; \quad (5.3)$$

issiqlik qabul qilgichdan havoga uzatiladigan issiqlik



5.3-Rasm. Quyosh havoisitgichning (A) va issiqlik qabul qilgichlarni turli xil konstruksiyalarining (B) sxemalari:

1-issiqlik izolyatsiyalangan yashik; 2-yassi issiqlik qabul qilgich; 3-shaffof qoplama

$$Q_x = \rho C_p W (t_o - t_b) = \alpha F_k (t_k - t_{xu}); \quad (5.4)$$

atrof muhitga issiqlik yo‘qotishlar esa

$$Q_{iy} = K F_t (t_{xu} - t_b); \quad (5.5)$$

bu yerda: τ - shaffof qoplamaning quyosh nurlarini o‘tkazish koeffitsiyenti;

F_k - qabul qilgich sirtining yuzasi, m^2 ;

F_t - havo isitgichni tashqi sirtining yuzasi, m^2 ;

K - issiqlik uzatish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 K)$;

ρ - havoning zichligi, kg/m^3 ;

C_p - havoning solishtirma issiqlik sig‘imi, $Dj/(kg K)$;

W - havoning hajmiy sarfi, m^3/s ;

α - qabul qilgich sirtidan issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 K)$;

t_o, t_{xu} - kanaldagi havoning oxirgi va o‘rtacha massali temperaturalari, $^{\circ}C$;

t_k - qabul qilgichning temperaturasi, $^{\circ}C$;

t_b - boshlangich, atrof muhit havosining temperaturasi, $^{\circ}C$.

(5.1)-(5.5) tenglamalarga asosan qurilmaning issiqlik samaradorligi yoki FIK quyidagi shartdan aniqlanadi:

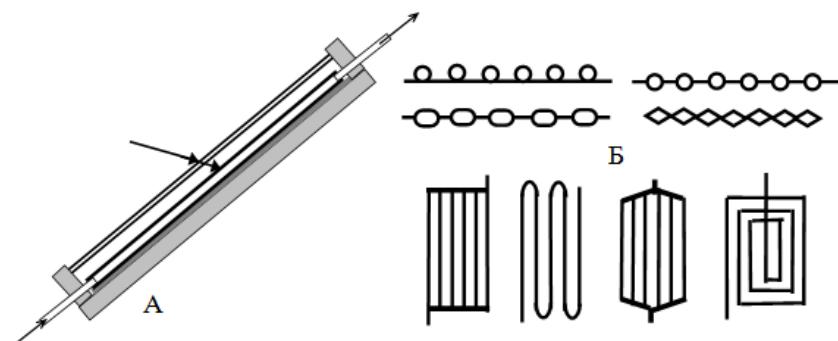
$$\eta = Q_x/I = (Q_{yu} - Q_{iy})/I = \tau k F_k - K F_t (t_{xu} - t_b)/I. \quad (5.6)$$

(5.6) formuladan ko‘rinadiki havoisitgichning samaradorligi qurilmaning konstruktiv parametrlari, ya’ni nur yutish qobiliyati k va qabul qilgichning F_k yuzasi (g‘adir-budurligi, g‘ovakligi, gofranganligi va hk.), shaffof qoplamaning nur o‘tkazuvchanligi τ (bir qatlamlı qoplama, oyna), issiqlik izolyatsiyasi K (ko‘p qatlamlı shaffof qoplama, yashikning tubi va devorlarining issiqlik izolyatsiyasi) bilan aniqlanadi. Odatda quyosh havoisitgichlarning FIK ti 30...40% ni tashkil etadi.

Quyosh havoisitgichlari isitish va shamollatish tizimlarida hamda issiqlik texnologik jarayonlarida keng foydalaniladi. Qishloq xo‘jalik mahsulotlari va qurilish materiallarini quritish uchun keng qo‘llaniladi.

Quyosh suvisitgichlari

Quyosh suvisitgichlari (QSI) - kollektorlari konstruksiya tuzilishi bo‘yicha quyosh havoisitgichlariga o‘xshash va svjni 100 $^{\circ}S$ gacha isitish uchun mo‘jallangan (5.4-rasm). Quyosh nurlanishini qabul qilgich ilon izli quvurdan iborat bo‘lib, unda issiqlik tashuvchi harakatlanadi. Qabul qilgich va shaffof qoplama o‘rtasida berk havo oraliqli qatlam hosil qilinadi. Qabul qilgich yutgan quyosh nurlanishi energiyasi kollektorning quvurlaridagi issiqlik tashuvchisiga uzatiladi va uni qizdiradi.



5.4. A-Rasm. - suvisitgichli quyosh kollektoring sxemasi;
B - quyosh nurlanishini qabul qilgichlarning turli konstruksiyalari

Quyosh suvisitgichining issiqlik balansi (5.2)-(5.6) formulalar bilan aniqlanadi. Bunda ρ , C_p , W qiyatlar suv uchun qabul qilinadi; α - issiqlik qabul qilgich - suv chegarasidagi issiqlik berish koeffitsiyenti;

t_{xu} , t_b , t_o - kollektordagi suvning o'rtacha massali, boshlang'ich va oxirgi temperaturalari.

Qish faslida kollektorda suvning muzlashini bartaraf etish va korroziyaga bardoshligini oshirish maqsadida issiqlik tashuvchi sifatida antifrizlar va noorganik moylar ishlataladi. Selektiv qoplamlar va vakuumlashtirilgan izolyatsiyalarni qo'llashda issiqlik tashuvchining qizdirish temperaturasini 100...130 °S gacha ko'tarish mumkin.

QSI lari sanoat, ijtimoiy va turar joy binolarni isitishda hamda issiqlik suv ta'minoti tizimlarida keng foydalaniadi. Ular bino konstruksiyasining elementlari sifatida devorda, tomda, ayyonda va hakozalarda o'rnatilishi mumkin. Quyosh kollektorlarini qo'llanishi bilan isitishda issiqlikga bo'lgan talabning 30...60% ni, issiqlik suv ta'minotida esa 40...70 °S temperaturali suv bilan 35...70% ni qoplash mumkin. Ko'p mamlakatlarda (shu jumladan O'zbekistonda ham) turli xil QSI qurilmalar sanoatda ishlab chiqariladi.

Turli xil past temperaturali qurilmalar asosida quyosh issiqlixonalarini, quritgichlari, suv chuchitgichlari, basseynlari, hovuzlari va boshqalari juda keng tatbiq etiladi. Janubiy mintaqalarda an'anaviy energiya turlarini yetkazish qiyin bo'lgan avtonom energiya iste'molchilar uchun, energiya iste'molida ekologik tozalik talab etiladigan va qishloq xo'jalik mahsulotlari yetishtiriladigan joylarda quyosh qurilmalarning samaradorligi yuqori bo'ladi.



5.5.-Rasm Quyosh suvisitgich - kollektor

5.3. Quyosh issiqlik ta'minoti tizimlari

Quyosh nurlanishi energiyasidan isitish va issiqlik suv ta'minoti uchun foydalanishga asoslangan tizimlarga quyosh issiqlik ta'minoti tizimlari deyiladi. "Quyosh uyi" degan atama birinchi marta XX-asrning 30-chi yillarda AQShda quyoshning qishki past qiya nurlarini xona ichiga o'tishini ta'minlash maqsadida janubga yo'nalgan katta derazalardan foydalanila boshlangan paytda paydo bo'lgan. Shu vaqtadan boshlab isitish va issiqlik suv olish uchun quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha ilmiy va amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu sohadagi tadqiqotlar energetik va ekologik masalalarni yechishda alternativli energiya sifatida 60-70-chi yillarda juda keng rivojiana boshladi. Hozirgi vaqtida uy-joy, jamoat va sanoat binolarini isitish va issiqlik suv bilan ta'minlash uchun quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha jahon amaliyotida katta tajriba to'plangan hamda asosiy, ya'ni nazariy, texnikaviy va me'morhilik muammolar yechilgan. "Quyosh uylari"dan ko'p mamlakatlarda foydalaniladi. Quyosh isitish ta'minoti tizimiga ega bo'lgan eng ko'p obektlar AQSH, Fransiya, Germaniya, Isroiil, Yaponiya, Xitoy, Hindiston va boshqa davlatlarda ishlataladi. Respublikamizda ham bu sohada samarali loyihalar ishlab chiqilgan va ishlatilmoqda.

Issiqlik ta'minoti uchun quyosh energiyasidan amalda foydalanish samaradorligi quyidagi prinsiplarga asoslanadi:

- 1) Muayyan obektga, uning vazifasi, konstruktiv, qurilish va me'morchilik xususiyatlarini hisobga olgan holda bog'lanishi;
- 2) Issiqlik yuklamasining o'ziga xos xususiyati, radiatsiyali-iqlim va jug'rofik sharoitlari;
- 3) Iqtisodiy va texnikaviy imkoniyatlari, boshqa energiya manbalarining mavjudligi;
- 4) Kombinatsiyalashtirilgan, o'rinosar issiqlik ta'minoti tizimlaridan foydalanish imkoniyatlari;
- 5) Sotsial-maishiy sharoitlar, milliy va mahalliy an'analar.

Quyosh isitish tizimlarini turlari ko'p bo'lishidan qat'iy nazar, ularni ikki guruhga, ya'ni **passiv** va **aktiv** guruhlarga ajratish mumkin.

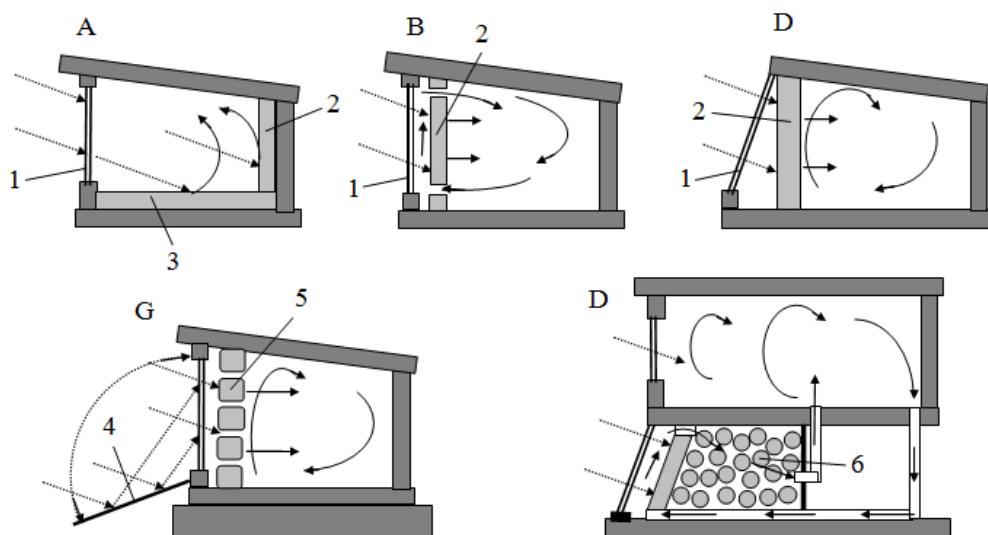
Passiv quyosh isitish tizimlari

Passiv quyosh isitish tizimlarining ishlash prinsipi shaffof qoplama bilan himoyalangan va qoraytirilgan sirtlarga quyosh nurlanishi energiyasini toplashga va ularni qizdirishga, issiqlik o'tkazuvchanlik va erkin konveksiya orqali issiqliknii isitiladigan honaga uzatishga asoslangan. Passiv tizimlar binoning issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish yuzasidan konstruksiya elementlari va tadbirlardan kompleks foydalanish asosida amalga oshiriladi.

Isitiladigan xonaga issiqlik uzatish usuliga qarab passiv isitish tizimlarini uch turga bo'lish mumkin: 1) to'g'ridan-to'g'ri, 2) bilvosita va

3) izolyatsiyalangan usullar bilan issiqliknii qabul qilish va uzatish.

To'g'ridan-to'g'ri issiqlik o'tish tizimlarida quyosh nurlari isitilayotgan xonaga kattalashtirilgan o'lchamli deraza oynalari orqali o'tadi va xonadagi devorlarni, pol va boshqa elementlarni qizdiradi (5.6,A-rasm). Ular issiqlik qabul qilgichlar va akkumulyatorlar bo'lib hisoblanadi.



5.6-Rasm: Passiv quyosh isitish tizimlari: A - F. Xatchinson tizimi (AQSH); B - Tromb-Mishel tizimi (Fransiya); V - M. Vagner tizimi (Angliya); G - S. Baer tizimi (AQSH); D - "Zoomworks corporation" firmasini tizimi (AQSH); 1 - yorug'likga shaffof to'siq, 2 - issiqlik qabul qilgich - devor, 3 - issiqlik qabul qilgich - pol, 4 - qaytargich - ekran, 5 - issiqlik qabul qilgich - suvli idish, 6 - issiqlik akkumulyator

Bilvosita isitish usulida yorug‘likga shaffof to‘sinq bilan himoyalangan issiqlik qabul qilgich - devorda quyosh radiatsiyasi oqimi yutiladi. Bilvosita isitish variantlarining birida yorug‘likga shaffof to‘sinq va issiqlik qabul qilgich - devor quyosh havoisitgichni tashkil etadi (5.6.B-rasm). Issiqlik qabul qilgich yutgan quyosh nurlanishi energiyasi havoning tabiiy konveksiyasi va devorning issiqlik o‘tkazuvchanligi orqali isitilayotgan xonaga uzatiladi. Issiqlik qabul qilgich - devor issiqlik akkumulyatori vazifasini bajaradi. Boshqa variantda yorug‘likga shaffof to‘sinq va issiqlik qabul qilgich - devor "issiq yashik"ni tashkil etadi (5.6.V-rasm). Issiqlik qabul qilgich - devordan issiqlik xonaga issiqlik o‘tkazuvchanlik orqali uzatiladi.

Akkumulyatorning issiqlik sig‘imini oshirish maqsadida issiqlik qabul qilgichda yuqori issiqlik sig‘imiga ega bo‘lgan (4,2 MJ/kg K) suv ishlatiladi. Suv bilan to‘ldirilgan silindrik yoki plastmassali prizmatik qoraytirilgan idishlar stellajlarga joylashtirildi va devor o‘rniga quyiladi (4.6.G-rasm).

Izolyatsiyalangan tizimlarning tavsifi shundan iboratki, nur yutuvchi va issiqlik akkumulyatsiyalovchi tizimlar isitilayotgan xonadan ajratilgan holda alohida o‘rnataladi (4.6.D-rasm). Bunday alohida joylashtirish issiqlik akkumulyatorning hajmini ancha kattalashtirish imkonini beradi. Issiqlik akkumulyatorlardan havo o‘tkazgichlar orqali tabiiy harakatga keltiruvchi kuch bilan isitilayotgan xonaga uzatiladi.

Passiv quyosh isitish tizimlarini keng qo‘llanilishi, ya’ni quyosh radiatsiyasi o‘tishini rostlash va issiqlik yo‘qotishlarni kamaytirish uchun binoning konstruksiya elementlaridan foydalanish hamda turli xil qaytargichlar, ekranlar, parda, jalyuz va hokazolarni ishlatish "quyosh me’morchiligi"ni rivojlanishiga olib keldi (5.6.G-rasm).

Passiv tizimlar binodagi o‘zining integral qismni tashkil etadi. Binoni shunday loiyhalash kerakki, uni isitish uchun quyosh energiyasidan eng samarali foydalanish ta’minotiga ega bo‘lishi zarur. Janubiy fasaddagi derazalar va shisha bilan qoplangan yuzaslar bilan birga qo‘srimcha quyosh nurlanishni o‘tkazish uchun tomdagi va binoning yuqori qismidagi derazalardan (fonarlardan) ham foydalilanildi, ular odamning komfort qulaylikni oshiradi va yuziga nurlarning to‘g‘ri tegishni istisno qiladi.

Passiv geliotizimlarning samaradorli ishslash uchun muhim shartlardan biri qishki oylarda quyosh nurlanishni maksimal kelib tushish va yutish mezoni asosida binoning joylashtirish joyni va yo‘nalishini (oriyentatsiyani) to‘g‘ri tanlashdir.

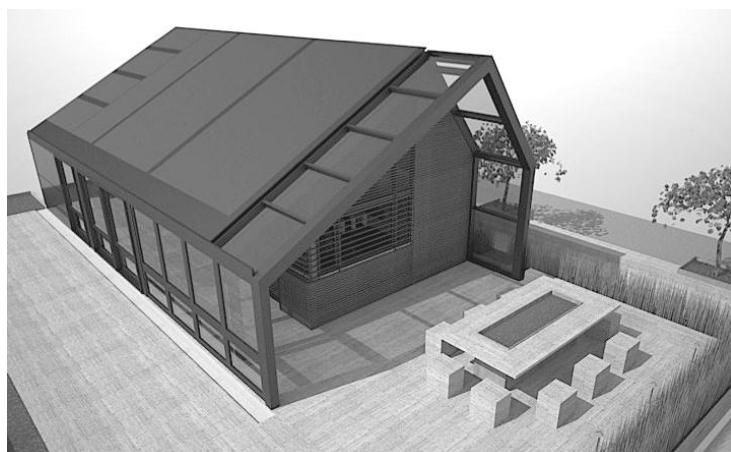
Quyosh energiyani to‘g‘ri tutib olishni samarali amalga oshirish uchun quyidagi shartlarga rioya qilish zarur:

- 1) uyning maqbul yo‘nalishni tanlash – shark-g‘arb o‘q bo‘yicha yoki bu o‘qdan 30° ga qadar og‘ish;
- 2) janubiy tomonda barcha derazalardan 50...70%, shimoliy tomonda esa – 10% oshmaydi, shu bilan birga janubiy derazalar ikki qavatli, shimoliy derazalar esa uch qavatli oynalarga ega bo‘lish kerak;
- 3) bino yaxshi issiqlik izolyatsiyaga va tashqi havoning infiltratsiyasi sababli past issiqlik yo‘qotishlarga ega bo‘lish kerak;
- 4) binosining ichki reja tuzilishi bo‘yicha yashash xonalar janubiy tomonidan, yordamchi xonalar esa shimoliy tomonidan joylashgan bo‘lishi lozim;
- 5) quyosh issiqlik energiyani yutish va akkumulyatsiyalash uchun ichki devorlar va pol yetarli darajada issiqlik akkumulyatsiyalash qobiliyatiga ega bo‘lishi lozim;
- 6) yozgi davrida xonalarning o‘ta qizib ketishini bartaraf qilish uchun derazalar ustida ayvoncha, soyabon va boshqalar bo‘lishi ko‘zda tutiladi.

Odatda quyosh isitish passiv tizimlarining FIK 25...30% tashkil etadi, lekin qulay iqlim sharoitlarda ancha yuqori bo‘lishi mumkin va 60% ga qadar yetishi mumkin. Passiv tizimlarining jiddiy kamchiligi xonalar ichidagi havo temperaturasining sutkalik katta o‘zgarishidir.

O‘zbekiston sharoitida passiv quyosh isitish tizimlaridan foydalanish tahlilidan quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin:

- 1) To‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh radiatsiyasi o‘tish tizimlarining samaradorligi past. Qish davrida qo‘srimcha issiqlik manbai talab etilsa, yozda esa xonalar qizib ketadi.
- 2) Kattakon issiqlik akkumulyatorlariga ega bo‘lgan bilvosita yoki izolyatsiyalangan isitish usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq.
- 3) Qaytarish va ekranlash tizimlari qo‘llanilganda samaradorlik ortadi, ya’ni yozda quyosh radiatsisini binoga o‘tishini kamaytiradi; qishda kunduzgi vaqtida quyosh radiatsiyasi o‘tishini oshiradi, tunda esa - issiqlik yo‘qotishlarini kamaytiradi.
- 4) O‘zbekiston sharoitida passiv quyosh isitish tizimlari isitish uchun kerakli issiqlik yuklamasining 30...60% ni quyosh energiyasi hisobidan ta’minlashi mumkin.



5.7-rasm Quyosh uy

Aktiv quyosh isitish tizimlari

Aktiv quyosh isitish tizimlarga quyosh energiya kollektor (havo- yoki suv isitgich), issiqlik akkumulyator, qushimcha (rezerv) energiya manbai, quyosh kollektordan issiqliknii akkumulyatorga va undan iste’molchiga uzatish uchun issiqlik almashtirigichlar, ventilyator yoki nasoslar, armatura bilan quvuro’tkazgichlar, tizimni avtomatik ravishda boshqarish uchun qurilmalar majmuasi kiradi.

Quyosh kollektor odatda uyning tomda o‘rnataladi, qolgan geliotizimning isitish va issik suv ta’minoti jihozlari yerto‘lada yoki yordamchi xonada joylashtiriladi. U yerda asosiy issiqlik akkumulyator, suv isitish uchun issiqlik almashtirgich, issiq suvni akkumulyatsiyalash uchun idish (bak), uyni isitish uchun havoni isituvchi issiqlik almashtirgich, kengayish baki va antifrizdan suvgaga issiqliknii uzatish uchun issiqlik almashtirigichlar o‘rnataladi. Uyning tashqarisida ham issiqlik almashtirgich turadi, u esa yozgi davrda ortiqcha qabul qilingan quyosh issiqliknii chiqarib tashlash uchun hizmat qiladi.

Aktiv tizimlarni quyidagi belgilari bo‘yicha tasniflash mumkin:

- 1) issiq suv ta’minoti, isitish va kombinatsiyalashtirilgan tizimlarning bajaradigan vazifasi bo‘yicha;
- 2) mavsumiy, yillik ishslash davri bo‘yicha;

- 3) individual (yakka), guruhli, markazlashgan iste'molchilar bo'yicha;
- 4) 1, 2 va ko'p konturli, konturlar soni bo'yicha;
- 5) o'rribosar issiqlik manbaining mavjudligi va uning turi bo'yicha.

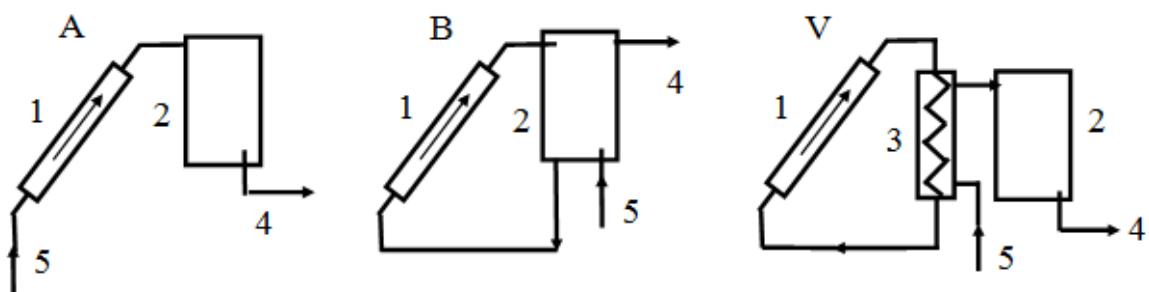
Issiqlik ta'minotda talab etiladigan umumiy issiqlik miqdorining 50...70% issiqlik suv ta'minotiga sarflanadi. Issiqlik suv ta'minotida isitish ta'minotiga qaraganda qattiq mustahkam talablari qo'yilmaydi. Shuning uchun quyosh issiqlik ta'minotidan foydalanishda issiqlik suv ta'minoti afzalroq hisoblanadi.

Quyosh istish va issiqlik suv ta'minoti tizimlari

Quyosh issiqlik ta'minoti tizimlari deb isitish va issiqlik suv ta'minoti uchun quyosh nurlanish energiyasidan foydalanishga asoslangan tizimlariga aytildi.

Quyosh issiqlik suv ta'minoti tizimlari 1, 2 va ko'p konturli tabiiy (termosifonli) yoki majburiy sirkulyatsiyali bo'lishi mumkin. Tizimlarning asosiy elementlari quyosh kollektori - suv isitgich va akkumulyatori - bak hisoblanadi (rasm 4.8).

Bak-akkumulyator quyosh kollektoridan balandroqda o'rnatiladi, zichliklar gradiyenti hisobidan suv tabiiy konveksiya ta'sirida sirkulyatsiyalanadi. Ikki konturli tabiiy-konveksiyali tizimlarning (rasm 4.8,B,V) kamchiligi - suvni sirkulsiyanish tezligi kichik bo'lganligidan issiqlik samaradorligi past bo'lib hisoblanadi. Uning samaradorligini oshirish uchun majburiy sirkulyatsiyadan foydalaniladi.

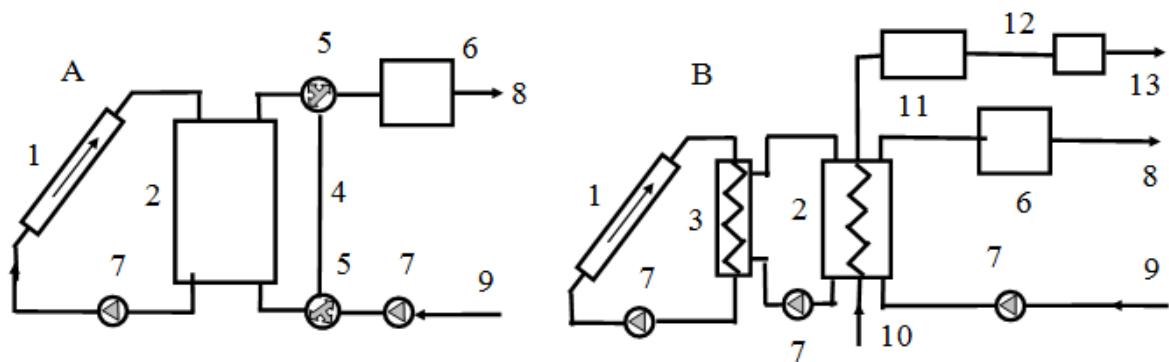


5.8-Rasm Tabiiy sirkulyatsiyali quyosh issiqlik suv ta'minoti tizimlarini sxemasi:

- A - bir konturli oquvchi; B va V - ikki konturli; 1 - quyosh kollektori;
- 2 - bak-akkumulyator; 3 - issiqlik almashtirgich; 4 - issiqlik suv; 5 - sovuq suv

Aktiv quyosh isitish tizimlarida quyosh kollektoridagi issiqlik akkumulyatorga so'ngara xonaga uzatiladi, quyosh issiqligining yutilishini, akkumulyatsiyalanishini va taqsimlanishini rostlash nazarga olinadi.

Suvli isitish tizimlarning bak-akkumulyatorli ikki konturli tizimlari eng ko'p tarqalgan (5.9,A-rasm). Bunday tizimlarda tizimning ayrim qismlarini mustaqil rostlanishi ta'minlanadi, akkumulyatorning baypas chizig'i 4 qo'shimcha issiqlik manbai 6 hisobidan akkumulyatorni qizib ketishiga yo'l qo'ymaydi.

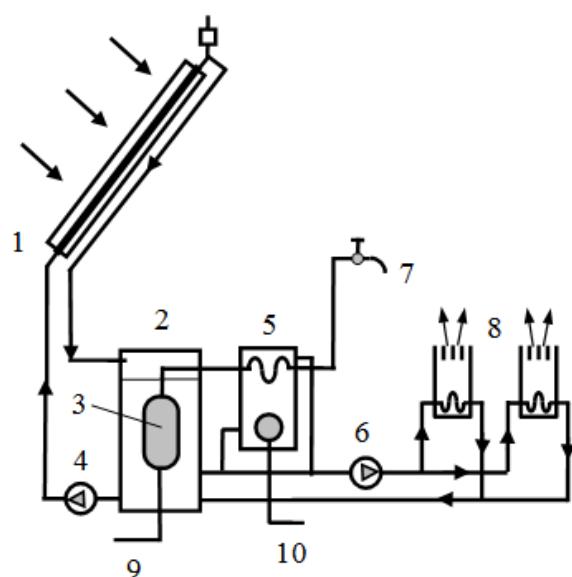


5.9-Rasm Aktiv quyosh issiqlik ta'minoti tizimlarini sxemalari: A - ikki konturli isitish tizimi; B - uch konturli kombinirlangan issiqlik ta'minoti tizimi; 1-quyosh kollektori; 2-bakakkumulyator; 3-issiqlik almashtirgich; 4-akkumulyatorning baypas chizig'i; 5-uch yo'lli jo'mrak; 6-qo'shimcha issiqlik manbai; 7-nasos; 8-xonaga; 9-xonadan; 10-sovuq suv; 11-issiq suvli bak-akkumulyator; 12-qo'shimcha suv isitgich; 13-issiq suv

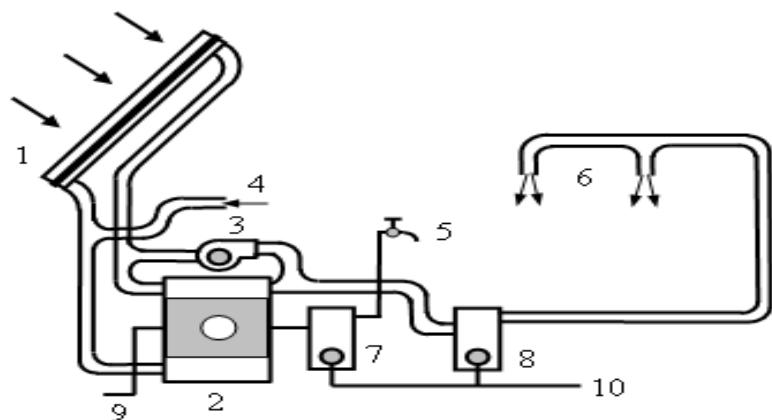
Kombinirlangan aktiv tizimlar istish va issiq suv ta'minotini ham ta'minlaydi (5.9,B-rasm). Ularda sarflanadigan suvni isitish uchun qo'shimcha issiqlik almashtirgichlardan foydalaniladi.

Kombinirlangan issiqlik ta'minoti tizimlardan juda ko'p har xil turlari mavjud. Asosiy issiqlik tashuvchisi suv bo'ladi (5.10-rasm). Birlamchi kontur (kollektor - akkumulyatorli bak) berk bo'lgan hollarda konturda antifriz eritmalardan foydalanilanish mumkin.

Havoli issiqlik ta'minoti tizimlarda katta quvvatli shamollatish (ventilyatsiya) tizimi talab etiladi (5.11-rasm).



5.10.-Rasm Suvli issiqlik toshuvchi bilan quyosh isitish va issiq suv ta'minoti tizimning sxemasi (Tanaka, Yaponiya): 1-quyosh kollektor-suv istigich; 2-akkumulyatorli bak; 3-issiqlik almashtirgich; 4-kollektorli nasos; 5-qo'shimcha isitgich; 6-isituvchi nasos; 7-issiq suv ta'minoti; 8-isitadigan xonaning radiatorli batareyalar; 9-ta'minlovchi suv; 10-yoqilg'i



5.11-Rasm Havoli quyosh istish va issiq suv ta'minoti tizimi (Tanaka, Yaponiya):

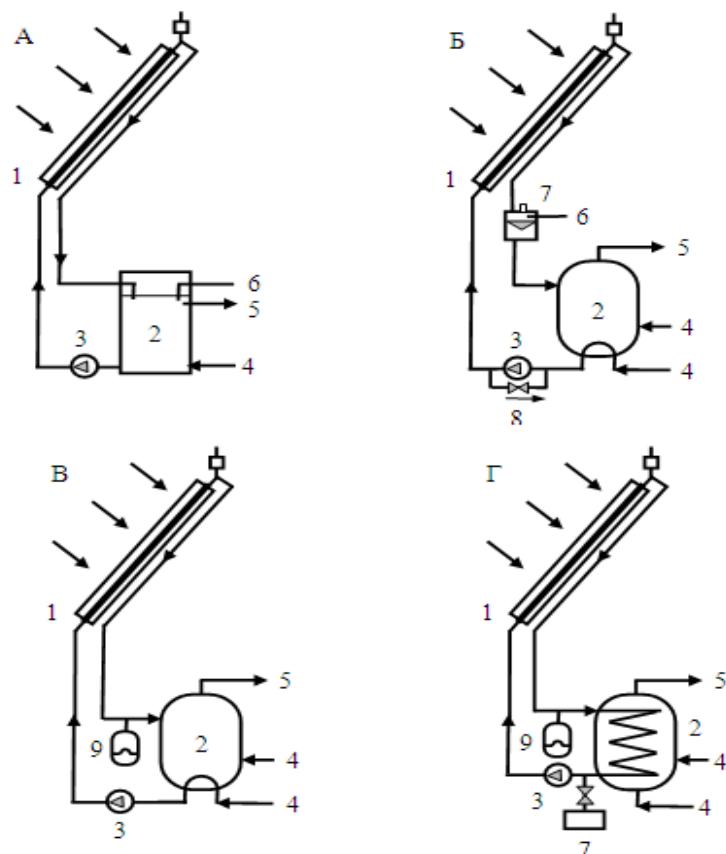
1- quyosh kollektor-havo isitgich; 2-toshli (galkali) qatlamlı akkumulyator;

3-ventilyator; 4-havoni uzatish; 5-issiq suv ta'minoti; 6-isitadigan xonaga havoni uzatish; 7-suvni isitish uchun qo'shimcha issiqlik manbai;

8- havoni isistish uchun qo'shimcha issiqlik manbai;

9-ta'minlovchi suv; 10-yoqilg'i

Bunday tizimlarda havoni ventilyatsiyalash uchun energiya sarfi suvli quyosh issiqlik ta'minoti tizimlardagi issiqlik tashuvchisini haydash uchun bo'ladigan energiya sarfidan katta bo'ladi. Havoli quyosh isitish tizimlarning asosiy afzaliklardan quyidagilardan iborat:
 1) kollektorning muzlash ehtimoli bartaraf etiladi; 2) past issiqlik inersiyali; 3) ishlatish jarayoni sodda.



5.12-Rasm Issiqlik tashuvchini kollektorda muzlashdan

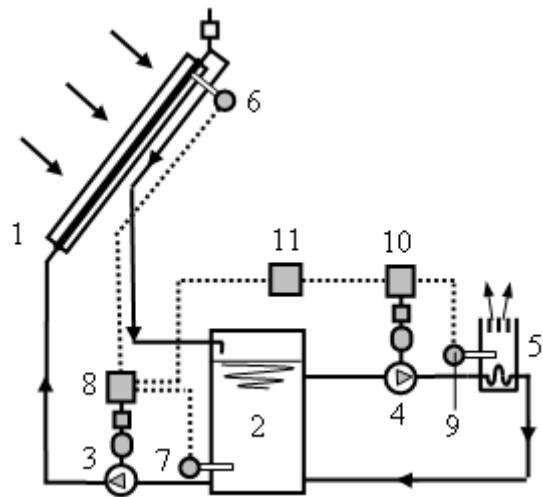
saqlab qoladigan quyosh issiqlik ta'minotining sxemalari (Tanaka, Yaponiya):

A-suvni ochiq olish bilan suvni tabiiy chiqarish; B- bu ham suvni yopiq olish bilan;
V-suvning majburiy sirkulyatsiyasi bilan; G-antifriz eritmalardan foydalanish bilan; 1-quyosh
kollektor; 2- bak-akkumulyatori; 3-kollektorli nasos; 4-suvning kirishi;
5-istemolchiga; 6-suvni chiqarish; 7-kengayish baki; 8-teskari ventil;
9-kengayish idish-rezervuar

Manfiy temperaturalarda suvning muzlashi kollektorning yemirilishiga olib keladi. Antifriz eritmalardan foydalanish imkoniyati bo‘lmasan hollarda suvni tabiiy chiqarish usullardan foydalaniladi. Kollektorli nasos ishlamaganda kollektor va quvur o‘tkazgichlardan suv akkumulyatorli bakka erkin oqib tushadi, ochiq (5.12,A-rasm) yoki yopiq (5.12,B- rasm) suvni ajratib olish bilan. Suvni tez-tez chiqarish oqibatda kollektordagi ichki yuzalarning korroziyalanishi tezlashadi. Suvni chiqarib bo‘lmaydigan tizimlarda majburiy sirkulyatsiyasidan foydalaniladi, bu esa kollktorda suvning muzlashiga yo‘l qo‘ymaydi. Bunday hollarda issiqlik yo‘qotishlar ortib boradi. Eng ishonchli usullardan bu antifriz eritmalardan foydalanishdir (5.12,G-rasm). Buning uchun tizimga qo‘sishma issiqlik almashtirgich kiritiladi, bu esa tizimning FIKni pasaytiradi.

Aktiv quyosh issiqlik ta'minoti tizimlar ishlash rejimini avtomatik ravishda nazorat qilish va boshqarish tizimlar bilan ta'minlangan bo‘lish kerak.

5.13-Rasm da quyosh isitish tizimni avtomatik nazorat qilish va boshqarish variantlardan birining sxemasi keltirilgan.



5.13-Rasm Quyosh isitish tizimni avtomatik nazorat qilish va boshqarish sxemasi (Tanaka, Yaponiya): 1-kollektor; 2-bak akkumulyatori; 3-kollektorli nasos; 4-isitish nasosi; 5-isitish asbob; 6 va 7-yuqori T_{yu} va quyi T_q temperaturali datchiklar; 8-kollektorli nasosning yuritmani boshqarish datchigi; 9-isitish asbobning T_a temperaturadagi datchigi; 10-isitish nasosning yuritmani boshqarish datchigi; 11-nazorat va boshqarish tizimi

Yuqori temperaturali datchik 6 (T_{yu}) kollektorning chiqishda, qo‘yi temperaturali 7 (T_q) esa – bak akkumulyatorning pastki qismida o‘rnataladi. Yuqori va qo‘yi datchiklarning ko‘rsatishlardagi farqi $\Delta T = T_{yu} - T_q$ belgilangan kattalikdan oshsa, kollektorli nasos 3 qo‘shiladi, issiqlik tashuvchi kollektor 1dan o‘tadi, va unda qizdiriladi. ΔT ning minimal miqdori 5...7 °S tashkil qiladi. Isitish asbobdagi temperaturali datchik 9 orqali isitiladigan xonaning temperaturali rejimi nazorat qilinadi. Barcha temperaturali ma’lumotlar nazorat va boshqarish tizimidagi tablo yoki monitoriga chiqariladi.

Issiqlik ta’midotida issiqlik yuklamasi quyidagi yig‘indi bilan aniqlanadi

$$Q_{it} = Q_i + Q_{is}. \quad (5.7)$$

Isitishda issiqlik yuklamasi

$$Q_i = K_b V_b (t_i - t_t) n; \quad (5.8)$$

bu yerda K_b - binoning keltirilgan issiqlik berish koeffitsiyenti,

$Vt/(m^3 K)$;

V_b - binoning isitilayotgan xonalarini hajmi, m^3 ;

t_i, t_t - ichki va tashqi havo temperaturalari, °S;

n - vaqtning davri, s.

Issiq suv ta’midotida issiqlik yuklamasi

$$Q_{is} = G m c_s (t_{is} - t_{ss}) n_k; \quad (5.9)$$

bu yerda G - 1 kishi uchun sutkalik issiq suvning sarfi, l/(odam sut);

m - yashovchilar soni;

c_s - suvning solishtirma issiqlik sig‘imi, $Dj/(kg K)$;

t_{is}, t_{ss} - issiq va sovuq suvni temperaturalari, °S;

n_k - n vaqdagi kунлар сони.

Quyosh kollektorida n vaqda ishlab chiqarilgan issiqlik miqdori

$$Q_{kk} = \eta_{kk} F_{kk} [q_{yu} - K_{kk}(t_{ks} - t_t)] n; \quad (5.10)$$

bu yerda η_{kk} - quyosh kollektorining termik f.i.k.;

F_{kk} - kollektor sirtining yuzaci, m^2 ;

q_{yu} - yutilgan quyosh radiasiyasining intensivligi, Vt/m^2 ;

K_{kk} - kollektorning issiqlik berish koeffisiyenti, $\text{Vt}/(\text{m}^2 \text{ K})$;

t_{ks} - kollektorga suvning kirish temperaturasi, $^{\circ}\text{S}$.

Quyosh kollektorining samaradorligi quyidagi munosabat bilan aniqlanadi:

$$\eta_s = Q_{kk} / Q_{tsh}; \quad (5.11)$$

bu yerda Q_{tsh} - tushadigan quyosh radiasiyasi miqdori, J .

Issiqlik yuklamasi Q_{it} quyosh energiyasi Q_{kk} va qo'shimcha energiya Q_{km} manbalari hisobidan qoplanadi

$$Q_{it} = Q_{kk} + Q_{km}. \quad (5.12)$$

Issiqlik yuklamasini qoplash uchun quyosh energiyasining ulushi yoki qoplash koeffisiyenti quyidagicha aniqlanadi

$$f = Q_{kk} / Q_{it}. \quad (5.13)$$

Agar tushadigan q_{yu} quyosh radiasiyasi $[q]$ **chevara miqdordan** ortsa, bunday sharoitda quyosh kollektori foydali energiyani beradi:

$$q_{yu} \geq [q] = \frac{K_{kk}}{k \eta_{ok}} (t_{ks} - t_t); \quad (5.14)$$

bu yerda k - issiqlik qabul qilgichning nur yutish qobiliyati;

η_{ok} - kollektorning optik f.i.k.

(5.14) formuladan ko'rindaniki, issiqlik uzatish koeffisiyenti K_{kk} qanchalik kichik, nur yutish qobiliyati k va optik f.i.k. η_{ok} kanchalik katta bo'lsa, chevara miqdori $[q]$ esa shunchalik kichik bo'ladi. Bu issiqlik izolyasiyasi, issiqlik qabul qilgichning sirtini qoraytirish, g'adir-budurlash, gofrlash, ikki qavatli oyna qoplash, selektiv qoplama va vakuumlangan kollektornlarni ishlatish yo'li bilan amalga oshiriladi.



5.14.-Rasm Quyosh isitish va issiq suv ta'minoti bilan uy

Nazorat savollari:

1. Quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish qurilmalarini sanab bering?
2. Quyosh isitish tizimlarini tushuntiring?
3. Quyosh issiq suv ta'minoti tizimini tushuntiring?
4. Quyosh isitish tizimni avtomatik nazorat qilish va boshqarish sxemasini tushuntiring?

6-MA'RUZA: Yuqori temperaturali quyosh qurilmalari

REJA:

- 6.1. Quyosh energiya konsentratorlari
- 6.2. Parabolalik konsentratorli kollektor
- 6.3. Parabolalik hajmiy konsentrator
- 6.4. Quyoshni kuzatmaydigan tarkibiy konsentratorlar
- 6.5. Quyosh uchoqlar
- 6.6. Quyosh elektr stansiyalar

6.1. Quyosh energiya konsentratorlari

Ko‘p hollarda quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlarni tadbiq etishda ancha yuqori temperaturalar talab etiladi. Yuqori temperaturalarni hosil qilish uchun quyosh nurlanish energiyani konsentratsiyalash (to‘plash) zaruriyati tug‘iladi. Quyosh nurlanishni konsentratsiyalash usuli optik konsentratorli tizimlar yordamida amalga oshiriladi.

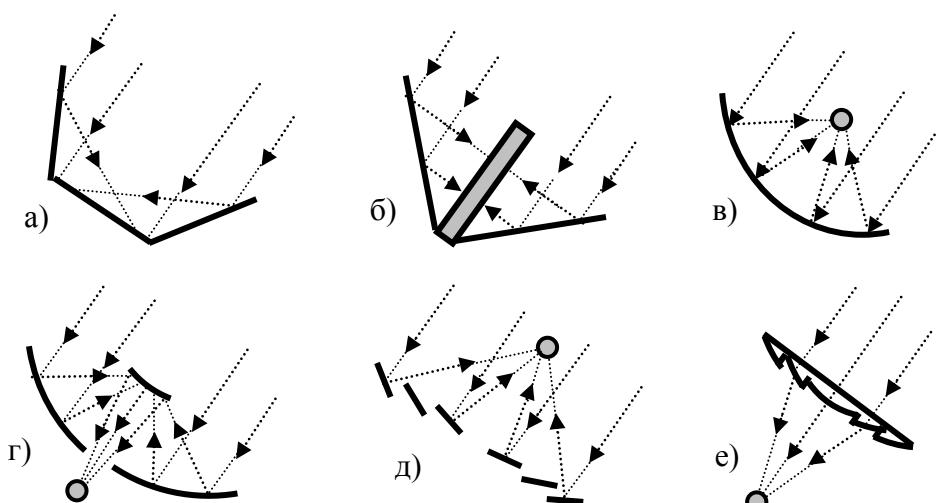
Konsentrator – quyosh nurlanishni to‘plovchi va issiqlik qabul qilgichga yo‘naltiruvchi ko‘zguli optik tizimidir.

Issiqlik qabul qilgich – quyosh nurlanishni yutadi va boshqa energiya turiga o‘zgartiradi.

Oriyentirlash tizimi – konsentratorni to‘g‘ri quyosh radiatsiyaga yo‘naltirish, ya’ni Quyoshni kuzatishni ta’minlaydigan qurilmalar tizimi.

Konsentratsiyalovchi qurilmalarning turlari juda ko‘p bo‘lib, ularni quyidagi turlariga ajratish mumkin (6.1-rasm):

- 1) yassi ko‘zguli;
- 2) parabolali-silindrik, silindrik qaytargichlar;
- 3) parabolali, dumaloq sferik qaytargichlar;
- 4) silindrik Frenel linzalar;
- 5) sferik Frenel linzalar.



6.1-Rasm: Turli xil konsentratorlarning ko‘ndalang kesim sxemalari:

a-yassi; b-konussimon; v-parabolali; g-parabolali ikkilamchi qaytargich bilan; d-Frenel konsentrator; ye-Frenel linza

Konsentratsiyalovchi tizimlarning afzalligi - yuqori temperaturalarni hosil qilish imkoniyatidir. Ularning kamchiligi esa – murakkab kuzatish tizimlar va yuqori narx.

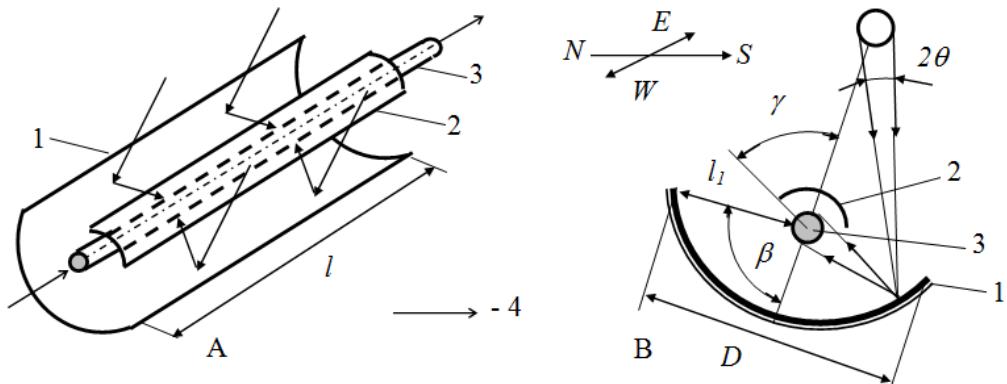
Amalda konsentratorlardan foydalanish imkoniyati va samaradorligi texnik va iqtisodiy faktorlar bilan belgilanadi:

- 200 °S dan ortiq temperaturali issiqlik tashuvchisini hosil qilish va uni turli xil texnologik jarayonlarda foydalanish imkoniyatini beradi;
- Quyoshga yo'naltirish tizimlaridan foydalanish zaruriyati;
- yuqori narx.

6.2. Parabolalik konsentratorli kollektor

Parabolalik konsentratorga ega bo'lgan namunaviy to'g'ri burchakli kollektor l uzunlikdagi parabolali ko'zguga ega bo'lib, uning o'qiga qabul qilgich – kollektor joylashgan (6.2,A rasm).

Konsentrator o'qi sharq-g'arb yo'nalishda joylashgan, ko'zgu esa avtomatik ravishda Quyoshga yo'naltiriladi – bir o'lchovli oriyentirlash amalga oshiriladi, nurlanishning konsentratsiyasi faqat bir yo'nalishda bo'ladi. Kollektor ustidan o'rnatilgan ekran issiqlik yo'qotishlarni kamaytiradi.



6.2-Rasm Parabolali konsentratordagи kollektor:

A - umumiy ko'rinish; B - ko'ndalang kesim; 1 - parabolali ko'zgu; 2 - ekran
3 - kollektor-quvur; 4 – isiqlik tashuvchi; N-S - shimol-janub; E-W - sharq-g'arb

Kollektor yutadigan energiyaning miqdori:

$$Q_{\text{iom}} = \rho_k k l D S_{\perp} ; \quad (6.1)$$

bu yerda ρ_k – ko'zguning qaytarish koeffitsiyenti;

k – kollektorning yutish koeffitsiyenti;

$l D$ - nurlanish yuzasi, m^2 ;

S_{\perp} - ko'zguning o'rtacha nurlanish, Vt/m^2 .

Agarda konvektiv issiqlik yo'qotishlarni hisobga olmasa, kollektor ekran bilan himoyalanmagan yo'nalishlarda energiyani yo'qotadi. Nurlanish bilan issiqlik yo'qotishlar quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$Q_{\text{uq}} = \varepsilon \sigma T_n^4 2\pi r l (1 - \gamma/\pi) ; \quad (6.2)$$

bu yerda ε – nurlanish qobiliyat;

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Vt}/(\text{m}^2 \text{K}^4)$ - Stefan-Bolsman doimiysi;

T_p – kollektor temperaturasi, K;

r – kollektor quvurning radiusi, m.

Issiqlik yo‘qotishlarni kamaytirish uchun r radiusni kichraytirish kerak, Q_{yut} energiyani oshirish uchun esa kollektor-quvurning o‘lchami quyosh diskning tasvir o‘lchamiga o‘xshab bo‘lish zarur:

$$r = l_I \theta; \quad \theta = R_o / L_o; \quad (6.3)$$

bu yerda R_o , L_o - Quyosh radiusi, Yer-Quyosh masofasi, km.

Kollektor-quvurning temperaturasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$T_n = \left[\frac{k\rho_k \tau_k S_\perp \cos \tau^o}{\varepsilon \sigma} \right]^{1/4} \left[\frac{D}{2\pi r(1 - \gamma/\pi)} \right]^{1/4}; \quad (6.4)$$

bu yerda τ_k – ko‘zguning yutish koeffitsiyenti.

Ekrandan bo‘lgan soya ko‘zguda eng kichik, ya’ni $\gamma \rightarrow \pi - \beta$ bo‘lganda, T_p temperatura maksimal bo‘ladi. Bu holatda (7.4) tenglamadagi ikkinchi had $1/\theta$ ga intiladi. Bunda kollektor-quvurning mumkin bo‘lgan maksimal temperaturasi quyidagicha bo‘ladi:

$$T_{n\max} = \left[\frac{k\rho_k \tau_k S_\perp \cos \tau^o}{\varepsilon \sigma \theta} \right]^{1/4}. \quad (6.5)$$

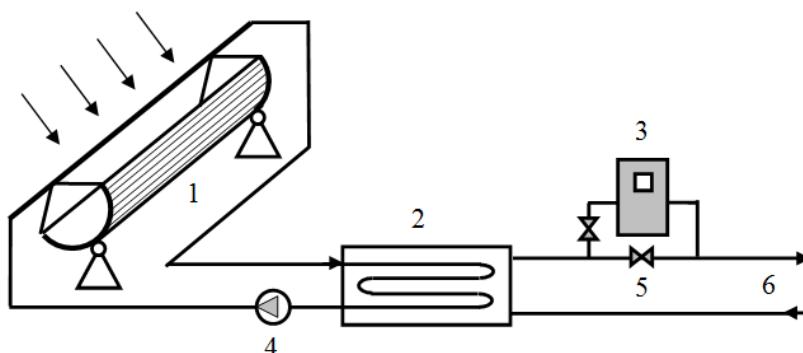
Namunaviy sharoitlarda $S_\perp = 600 \text{ Vt/m}^2$; $\rho_k = 0,8$; $k\tau_k/\varepsilon = 1$; $\theta = 4,6 \times 10^{-3} \text{ rad}$ bo‘lganda maksimal temperatura $T_{pmax} = 1160 \text{ K}$ ga erishadi. Amalda qabul qilgich-kollektoring temperaturasi maksimaldan past bo‘lishi ikki sababdan bo‘ladi: 1) real ko‘zgular aniq parabolali emas, shuning uchun Yerdan kuzatiladigan quyosh diskning yarim burchagi $\theta > R_o / L_o$; 2) foydali issiqlik issiqlik tashuvchisi bilan chiqariladi.

Shunday qilib, kollektoring temperaturasi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$T_n^4 k Q_{uq} = Q_{iom} - Q_\phi < Q_{iom}; \quad (6.6)$$

bu yerda Q_f - issiqlik tashuvchisi bilan olib chiqariladigan foydali issiqlik, Vt.

Odatda bunday kollektorlarda qizish temperaturasi $200\dots300 \text{ }^\circ\text{S}$ tashkil etadi. Qulay sharoitlarda issiqlik tashuvchisi $700 \text{ }^\circ\text{S}$ gacha qizish mumkin.



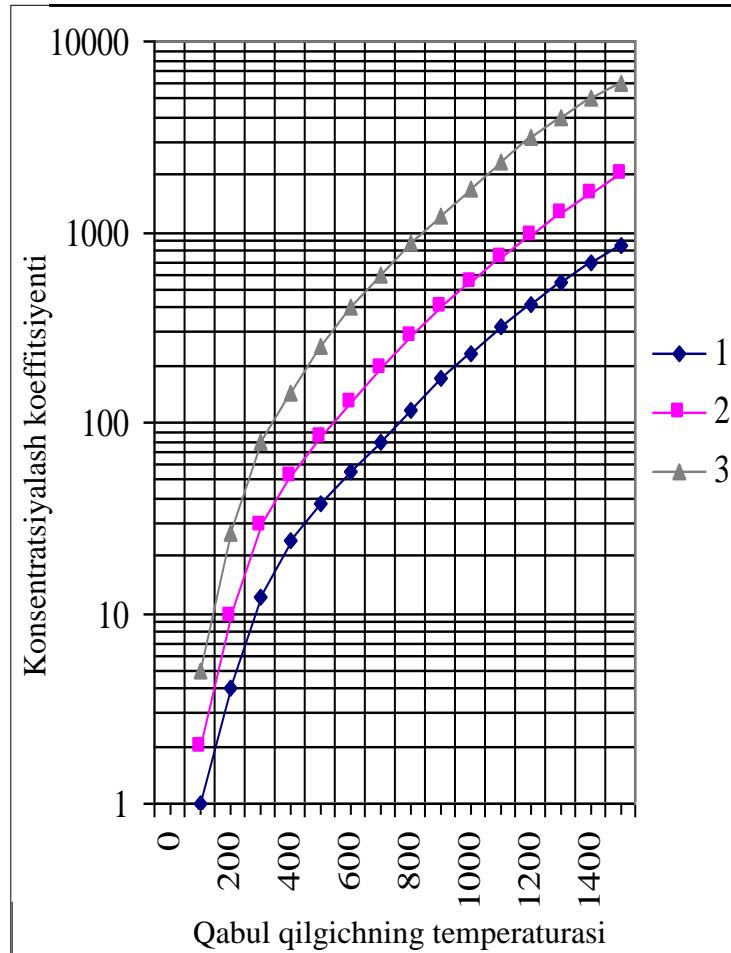
6.3-rasm. Parabolali-silindrik konsentrator va suv akkumulyator bilan ikki konturli kombinirlangan quyosh isitish tizimining prinsipial sxemasi:

1-parabolali-silindrik konsentrator; 2-issiqlik akkumulyatori; 3-ko‘shimcha issiqlik manbai; 4-sirkulyatsiyali nasos; 5-rostlash jo‘mragi; 6-isitish tizimining konturi

Konsentrator sirtning yuzasi $F_k = lD$ **apertura** deb nomlanadi. Konsentratsiyalash koeffitsiyenti X aperturaning issiqlik qabul qilgich sirdagi F_p yuzaga nisbati bilan aniqlanadi (6.3-rasm):

$$X = F_k / F_p = S_p / S_\perp; \quad (6.7)$$

bu yerda S_p - qabul qilgich sirtining o‘rtacha nurlanish.



6.4-Rasm. Konsentratsiyalash koeffitsiyent X va issiqlik qabul qilgich temperatura t_a ($^{\circ}$ S) orasidagi nisbati: 1- $Q_{yut}=Q_{tp}$ bo‘lganda quyi chegara; 2- $\eta=40\%$ bo‘lganda; 3- $\eta=60\%$ bo‘lganda

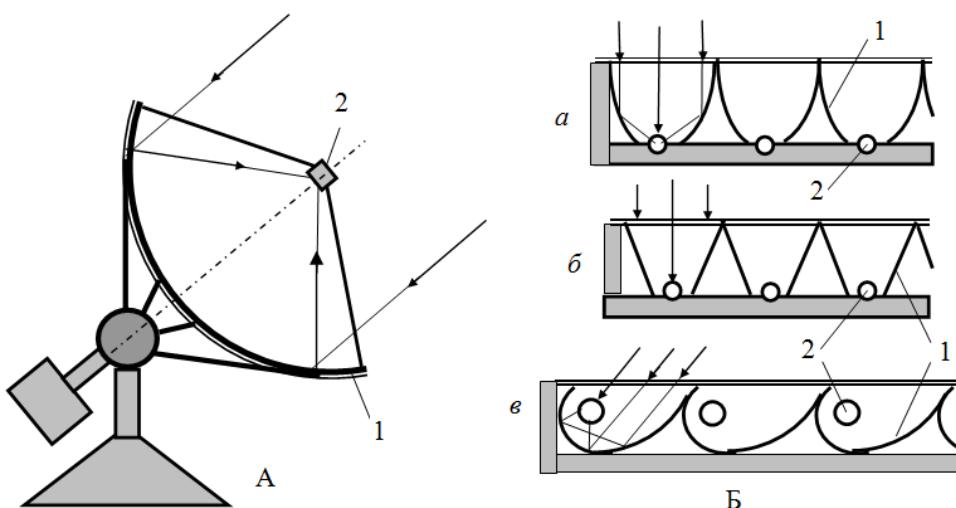
To‘g‘ri burchakli konsentratorli quyosh kollektorlar yuqori temperaturali suv va bug‘ni ishlab chiqarish, issiqlik texnologik jarayonlar, avtonom issiqlik qurilmalar uchun foydalaniladi.

6.3. Parabolalik hajmiy konsentrator

Ikki yo‘nalishda energiyani konsentratsiyalash hajmiy doiraviy konsentratorlar bilan ta’minlanadi. Bunday hollarda ikki o‘lchovli quyoshga oriyentirlash tizimlardan, xuddi astronomik teleskoplarga o‘xshab, foydalaniladi. Parabolalik shakldagi konsentratorlar eng yaxshi fokuslashni ta’minlaydi (6.5-A rasm).

Hajmiy konsentratorning energetik parametrlar bir o‘lchovli konsentratorga o‘xshab (6.1)-(6.2) formulalar bo‘yicha aniqlanadi. Qabul qilgichning mumkin bo‘lgan temperatura, $\gamma \rightarrow 0$, $\beta \rightarrow \pi/2$ bo‘lganda va θ ni $(2\theta/\sin\beta)$ ga almashtirib, (6.4) formulalar bo‘yicha hisoblanadi:

$$T_{n_{\max}} = \left[\frac{k\rho_k \tau_k S_{\perp} \sin^2 \beta}{4\varepsilon\sigma\theta^2} \right]^{1/4}. \quad (6.8)$$



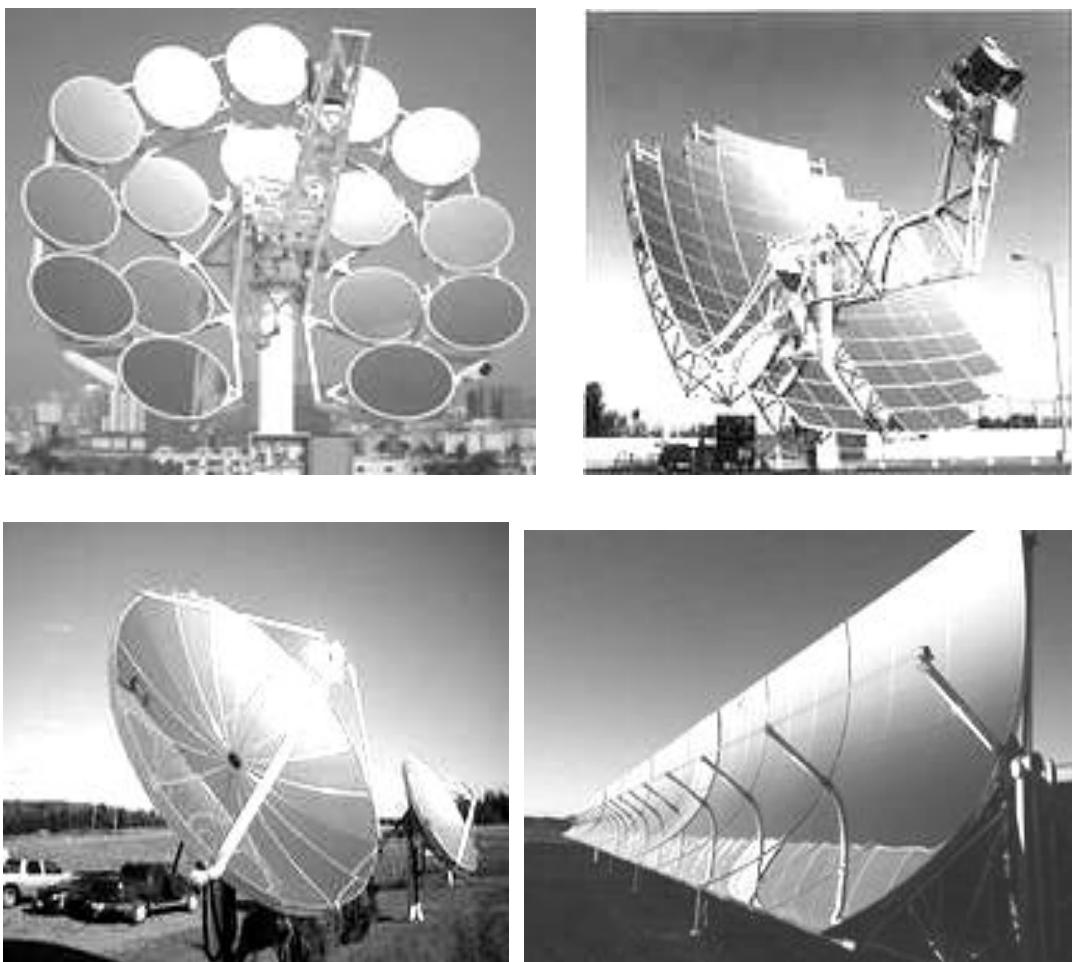
6.5-Rasm Parabolali hajmiy konsentrator (A), konsentratorli kollektorlar (B):
a-parabolali; *b*-trapetsiyali; *v*-spiralli; 1-ko‘zgu, qaytarish yuza; 2-issiqlik qabul qilgich, kollektor quvuri

Konsentratorlarni va kuzatish tizimlarini yuqori aniqlik bilan ishlab chiqarish hisobidan yuqori darajali $X > 10$ konsentratsiyasi ta’minlanadi, shu bilan issiqlik qabul qilgichning katta temperaturasi erishiladi. Konsentratorning fokusida qabul qilgichning temperaturasi 3000°S gacha erishish mumkin. Odatda doiraviy konsentratorlar, o‘lchamlarga bog‘liq bo‘lgan holda, fokusda qizdirish temperaturasini $1000...2500^{\circ}\text{S}$ gacha beradi. Ularning asosda quyosh uchoqlar (pech) ishlaydi; turli xil materiallarga termik ishlov berish; qiyin eriydigan sof qotishmalarni, metall keramik, kukunli va yarim o‘tkazgichli birikmalarini iishlab chiqarish; fazaviy o‘tishlarda yuqori temperaturali jarayonlarni va issiqlik zarbalarni tadqiq qilish uchun keng foydalaniлади.

6.4. Quyoshni kuzatmaydigan tarkibiy konsentratorlar

Turli xil amaliy tadbiq etishlarda past $X < 10$ konsentratsiyalash koefitsiyentlarga ega bo‘lgan arzon kollektordan keng foydalaniлади. Bunday kollektorlar turli xil shakldagi tarkibiy konsentratsiyalovchi murakkab bo‘lmagan yuzalarga ega, Quyoshga mavsumiy korreksiyalash bilan sutkalik kuzatish tizimiga ega va ular qo‘zg‘almas o‘rnataladi (6.6-B rasm). Qaytaruvchi yuzalarning shakli (parabolalik, silindrik, qiyalik, spiralli) shunday hisoblab olinadiki, qurilmaga kiruvchi barcha diffuziyali va to‘g‘ri radiatsiyadan nurlanish qabul qilgichga konsentratsiyalanadi va tashqariga qaytarilmaydi.

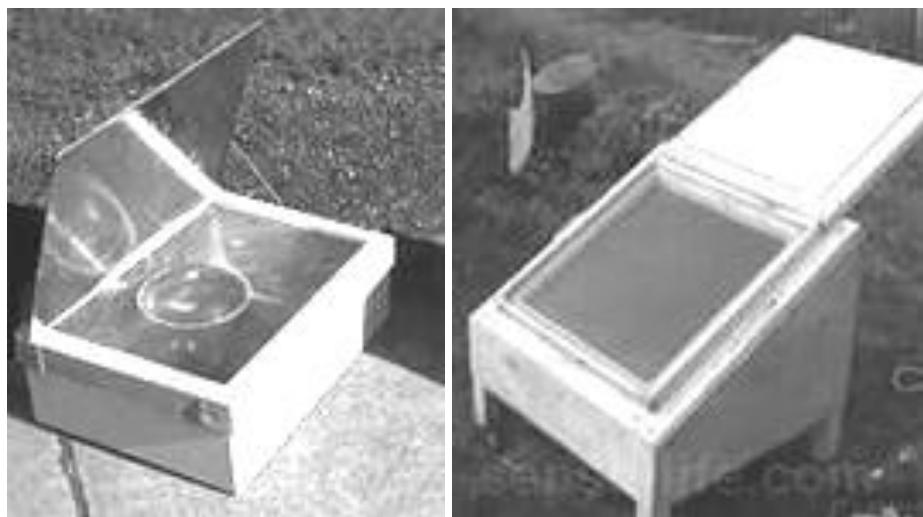
Odatda bunday kollektorlarda konsentratsiyalash koefitsiyenti $X=3...5$ ni tashkil etadi, issiqlik tashuvchining temperaturasi esa $130...200^{\circ}\text{S}$ gacha yetishi mumkin.



6.7-rasm. Quyosh konsentratorlar

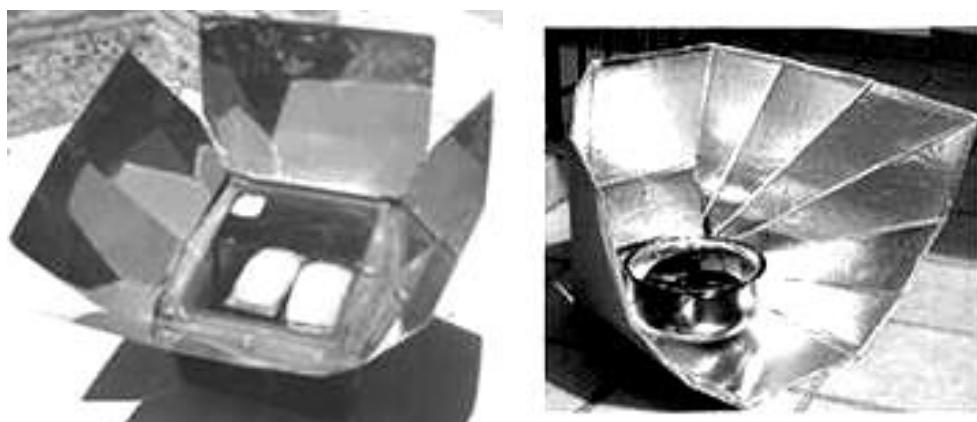
6.5. Quyosh uchoqlar

Janubiy mintaqalarda ovqatni tayyorlash uchun ko'mir, o'tin, gaz yoki suyuq yoqilg'ilarda ishlayotgan uchoqlarni quyosh energiyasidan foydalanadigan uchoqlarga almashtirish mumkin. "Issiqlik quti (yashik)" turidagi quyosh uchoq eng sodda konstruksiyaga ega. Uchoq issiqlik izolyatsiyalangan metall yashik bo'lib, ovqatni tayyorlash idishni joylashtirish uchun ichki bo'shliqqa ega (6.8-rasm). Bo'shliqning ichki yuzalar yuqori qaytarish xossalarga ega, idish esa xira rangiga yoki maxsus yutish qoplamaga ega bo'lish zarur. Ustdan uchoq olinadigan shishali qopqoqiga ega. Uchoqni g'ildiraqlar bilan harakatlantirish mumkin va u yana bitta qaytaruvchi issiqlik zolyatsiyalangan qopqoqiga ega. Bu qopqoqning vaziyatini o'zgartirish mumkin, sharnirli tayanchlar atrofida uni aylantirib vertikal yoki qiyalik bilan shunday o'rnatish kerakki, shishali qopqoq orqali uchoq ichiga qo'shimcha qaytargan quyosh radiatsiyasining o'tishini ta'minlaydigan bo'ladi. Shunday turidagi quyosh qurilmalar yorug' quyoshda 80...90 °S dan past bo'limgan temperaturalarni ma'minlaydi, issiqlik izolyatsiyasi hisobidan issiqlik yo'qotishlar ancha kamayadi. Ushbu uchoqlarni yarim fabrikatlarni va oldin tayyorlangan ovqatlarni isitish uchun eng samarali foydalanish mumkin.



6.8-Rasm Issiqlik yashik turidagi quyosh uchoqlar

Lekin ko‘pchilik ovqat tayyorlash jarayonlarda ancha yuqori temperaturalar talab etiladi, ularni esa faqat quyosh energiyani konsentrasiyalash uchun optik qurilmalar yordamida olish mumkin. Ko‘p holatlarda bu narsa samarasiz bo‘ladi, lekin texnikaviy nuqtai nazardan shubxasiz buni amalda bajarish mumkin. Issiq va quruq iqlimli mintaqalarda yassi va parabolalik konsentratorli quyosh uchoqlardan foydalanish mumkin (6.9-rsam).



6.9-Rasm. Yassi konsentratorli quyosh uchoqlar



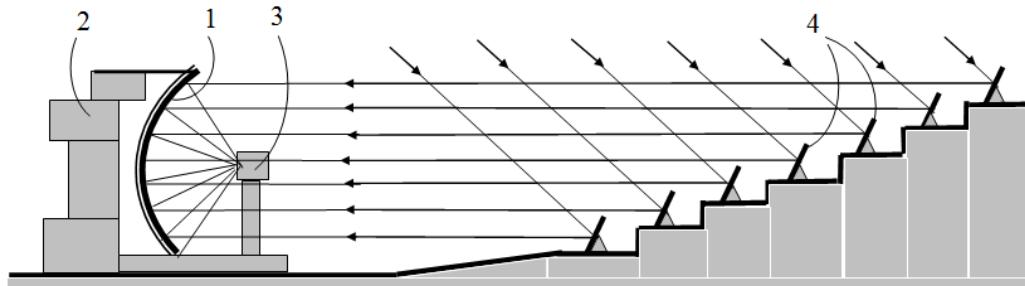
6.10-a Rasm. Parabolalik konsentratorli quyosh uchoqlar

Katta quyosh uchoqlar

Katta o'lchamli doiraviy parabolalik konsentratorlar quyosh uchoqlar uchun eng samarali hisoblanadi. Katta parabolalik ko'zgular uchun quyoshni kuzatish tizimi bilan ta'minlash ancha amaliy qiyinchiliklarni tug'diradi. Shuning uchun Tromb ulardan foydalanish boshqa usulni taklif etilgan: katta o'lchamli parabolalik ko'zgu qo'zg'almas o'rnatiladi va shimalga yo'naltiriladi. Uning ro'poraga geliosstatlar – kuzatish tizimiga ega bo'lgan yassi ko'zgular joylashtiriladi. Birinchi bunday qurilma (dametri 10,7 m) Pireneyda Mon-Lui joyda 1950 yilda qurilgan.

6.12-rasmda 1970 yilda Fransiyada Odeyo joyda qurilgan quyosh uchogining sxemasi keltirilgan: parabolalik ko'zguning balandligi 40 m, eni 54 m, umumiy yuzasi 2500 m^2 , qo'zg'aluvchan yassi ko'zgular-geliosstatlar soni 63 ta, yuzasi 45 m^2 , geliosstatlarning umumiy yuzasi 3000 m^2 . Uchoqning fokusida 18 m masofada quyosh nurlari to'planadi. Issiq fokal sohasi 0,4 m diametriga ega, temperatura 3800°S gacha hosil qilinadi, maksimal quvvat 1100 kWt.

Quyosh uchoqlar AQShda (Nyu-Meksika), Yaponiyada ishlab turmoqda.



6.11- Rasm Odeyodagi (Fransiya) quyosh uchogining sxemasi: 1-parabolalik ko'zgu, 2-minora, 3-ichoq, 4-geliosstatlar



6.12-a Rasm. Odeyo Fransiyadagi quyosh uchogining umumiy ko'rinish

Katta quyosh uchoq (KQU) – O‘zR FA Fizika–quyosh IICHB Materialshunoslik institutining katta quyosh uchoq – nodir tajriba va sanoat ishlab chiqarishlarni o‘tkazish uchun ilmiy tadqiqot joydir (7.12-rasm). KQU Toshkentdan 45 km da Parkent tumanida, Tyan–Shan tog‘ etagida, dengiz satxidan 1050 m balandlikda joylashgan. Uning quvvati 1000 kVt tashkil etadi.



6.13-Rasm. Katta quyosh uchoq, Parkent sh., O‘zbekiston



6.14-a.Rasm KQUdagi geliosstatlar

KQU avtomatik boshqaruv tizimiga ega bo‘lgan murakkab optik–mexanik majmuasidir. Majmua tog‘ning yon–bag‘rida joylashgan va quyosh nurlarni yirik botiq ko‘zgu bo‘lgan parabolalik konsentratorga yo‘naltiruvchi geliosstatlar mydonidan tuzilgan. Bu ko‘zguning fokusida 3000 °S temperatura hosil qilinadi. Geliosstatlar maydoni shaxmat tartibda joylashgan 62 ta geliosatlardan iborat. Ular kun davomida uzliksiz Quyoshga yo‘naltirish rejimida yorig‘lik oqimi bilan konsentratorning ko‘zguli yuzasini ta’minlaydi. Har bir gkliostat $7,5 \times 6,5 \text{ m}^2$ o‘lchamli “fatsetlar” degan 195 ta yassi ko‘zguli elementlardan iborat. Geliosstatlar maydoning yuzasi 3022 m^2 ga teng. Geliosstatlar yo‘naltiruvchi quyosh nurlarni yig‘uvchi konsentrator siklopiq inshoot bo‘lib, uning balandligi 45 m, eni esa 64 m.

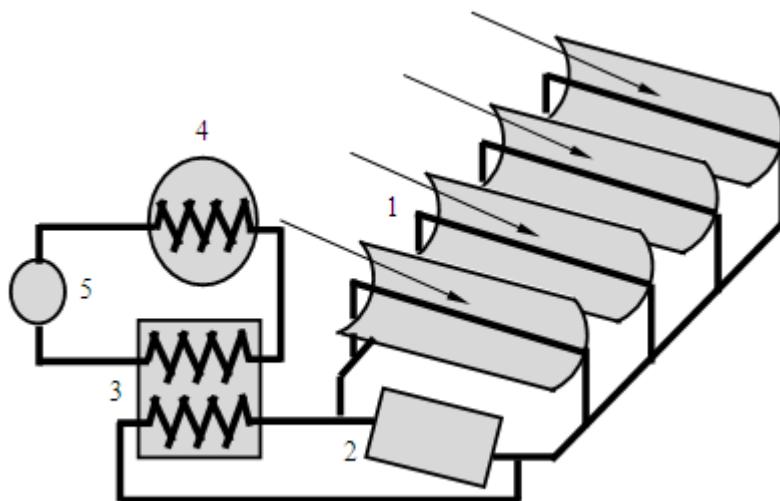
6.6. Quyosh elektr stansiyalar

Quyosh fotoelektr stansiyalar bilan birga ko‘p mamlakatlarda termodinamik siklda ishlaydigan (nurlanish→issiqlik tashuvchisini qizdirish→bug‘→turbinani aylantirish→elektr energiya) quyosh issiqlik elektr stansiyalar (QIES) loiyqalanadi va ishlatiladi.

Parabolali-silindrik quyosh nurlanish konsentratorlar asosida tarqoq modulli quyosh elektr stansiyalarning ishi asoslangan. Bunday QIES katta sondagi modullardan iborat, ularning har qaysi parabolalik-silindrik konsentratorni va uning fokusda joylashgan issiqlik qabul qilgichni o‘z ichiga oladi. Issiqlik qabul qilgichda sirkulyatsiyalanuvchi issiqlik tashuvchisi qizdiriladi, u esa elektr generator bilan birlashtirilgan issiqlik dvigatel uchun ishchi suyuqlik sifatida ishlatiladi. Ushbu turdaggi eng katta QIES AQShda qurilgan va u 12,5 MVt quvvatga ega.

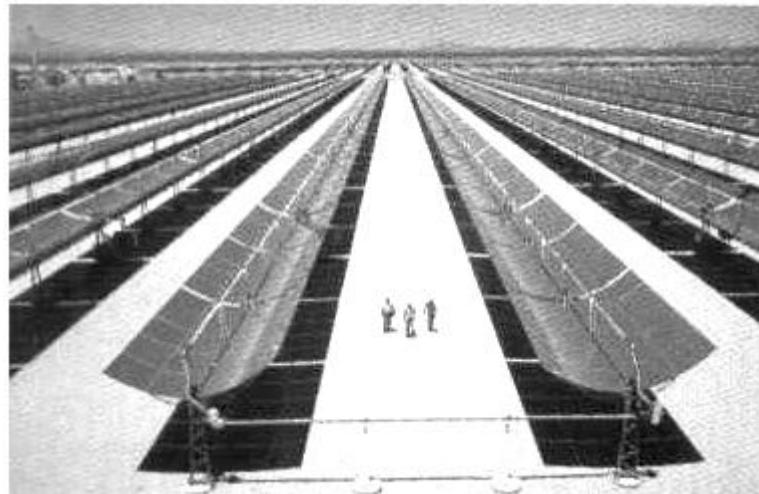
Katta quvvatga ega bo‘lmagan modulli turidagi QIESlar minorali QIESlarga qaraganda ancha samarali. Odatda modulli turidagi QIESlarda konsentratsiyalash maksimal darajasi 100 ga yakin bo‘lgan quyosh energiya chiziqli konsentratorlardan foydalaniladi.

6.15-rasmda parabolali-silindrik konsentratorlar bilan SEGS-1 turidagi QIESning sxemasi ko‘rsatilgan.



6.15-Rasm Parabolali-silindrik konsentratorli QIESning sxemasi:

1-parabolali konsentratorlar; 2-gaz bilan ishladigan qizdirgich-dubler; 3-issiqlik almashtirgich; 4-kondensator; 5-turbogenerator



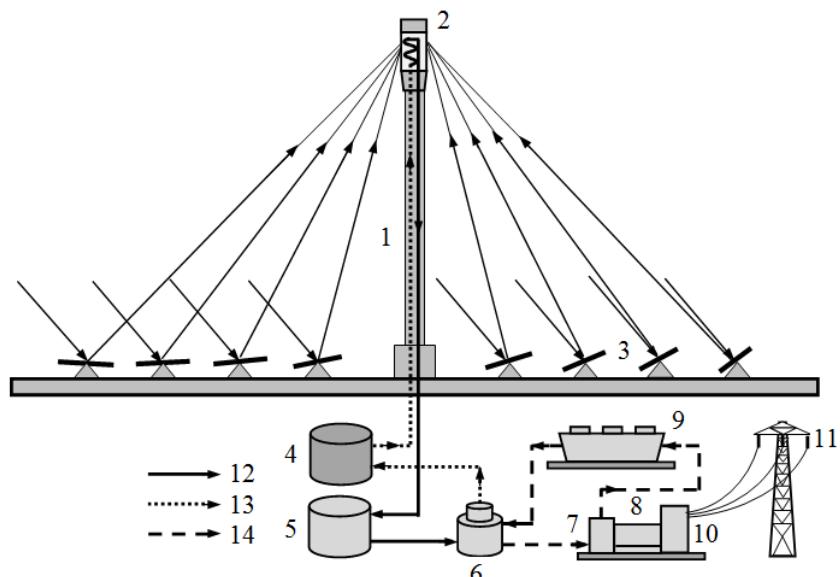
6.16,a-Rasm. Modulli QIESning parabolali-silindrik quyosh nurlanish konsentratorli modullar, Solar Electric Generating System I.
Kompaniya Luz International, Kaliforniya AQSH

Issiqlik tashuvchi oqimining sirkulyatsiyani ta'minlash uchun elektr energiyasidan sarfni pasaytirish va qabul qiluvchi quvurlarning diametrlarni maksimal kamaytirish uchun issiqlik tashuvchi sifatida sintetik moy foydalaniladi. Bunday turidagi stansiyalar bir nechta yuzlab ko'zgu (1) larga ega, qora qoplamali ingichka zanglamaydigan po'latli quvurlarga nurlanish yo'naltiriladi. O'ta qizdirilgan moy (390°S) issiqlik amashtirgich (3) ga o'zatiladi, unda u o'zining issiqliknini suvga beradi, suv bug'ga aylanadi. O'ta qizigan bug' oddiy turbogenerator (5) ni harakatga keltiradi, ishlatilgan bug' kondensator (4) ga o'tadi. Quyosh nurlanish yetarli bo'limganda gazda ishlaydigan isitgich (2) dan foydalaniladi.

Minorali quyosh QIESlar

Quyosh minorali issiqlik (termodinamik) elektr stansiyalarda elektr energiyani ishlab chiqish uchun quyosh radiatsiya energiyasidan foydalaniladi. Ularda quyosh energiya ketma-ketlik bilan issiqlikka aylantiriladi, undan keyin - v elektr energiyaga (bug' qozon - turbina – generator sikli bo'yicha).

Bunday qurilmalar quyidagi prinsip bo'yicha ishlaydi: balandligi 40...100 m bo'lgan minoalar cho'qqiga suvli qozon-issiqlik qabul qilgich o'rnatiladi, unga katta maydonдан yassi ko'zgular yordamida quyosh nurlari fokuslanadi. Qozonda hosil bo'lgan $200...500^{\circ}\text{S}$ temperaturali bug' elektr energiyani ishlab chiqarish uchun turbinaga uzatiladi (6.17-rasm).

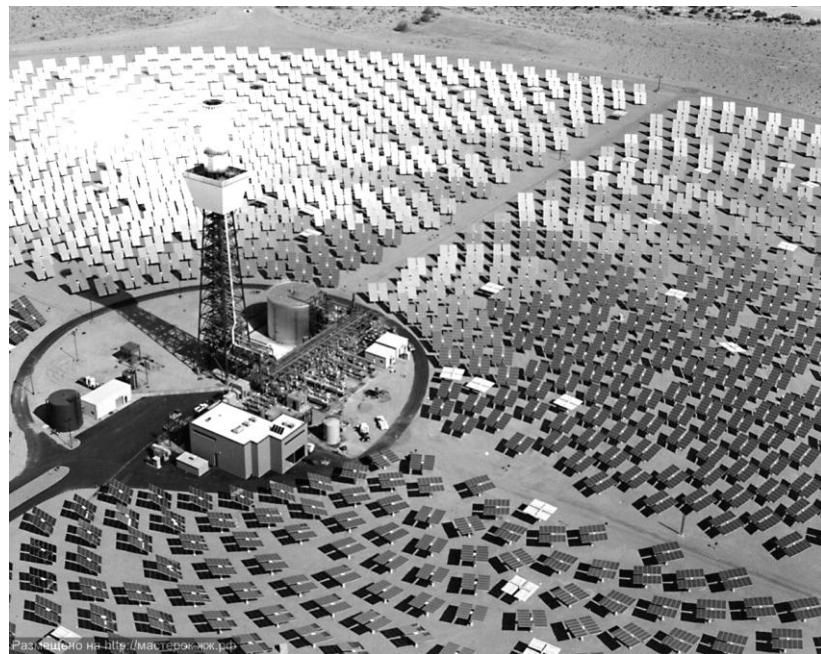


6.18-Rasm. Minorali turidagi quyosh issiqlik elektr stansiyaning tarkibiy sxemasi:
 1-minora; 2-issiqlik qabul qilgich; 3-geliostatlar; 4-sovuq issiqlik tashuvchi uchun rezervuar
 5-issiq issiqlik tashuvchi uchun rezervuar; 6-issiqlik almashtirgich; 7-bug‘ turbina; 8-elektr
 generator; 9-kondensator; 10-transformator; 11-elektr tarmoq;
 12- issiq issiqlik tashuvchi; 13- sovuq issiqlik tashuvchi; 14-bug‘

6.18-rasmda energetika sohasidagi issiqlik sinovlarni va tajribalarni utkazish uchun Amerikadagi NSTTF quyosh qurilma keltirilgan. NSTTF qurilma 60-metrdagi minora-nishon va har qaysi 6×6 metr o‘lchamdagи 220 geliostatlardan iborat. Ko‘zgular, arximed qurilmaga o‘xshash, quyosh nurlanishni qurilmaning yuqoridagi bir yarim metrli bitta dog‘chaga yo‘naltiradi, unda quyoshli kunlarda temperatura 2000°S gacha ko‘tariladi. Bu esa Quyosh yuzasidagidan 2,5 martaba kichik va napalm yonish temperaturasidan ikki marta katta. Qurilmadagi ko‘zgularning maydoni 8500 m^2 va issiqlik quvvat esa 5 MVt ga teng.



6.19-Rasm NSTTF quyosh issiqlik elektrostansiyasi, AQSH

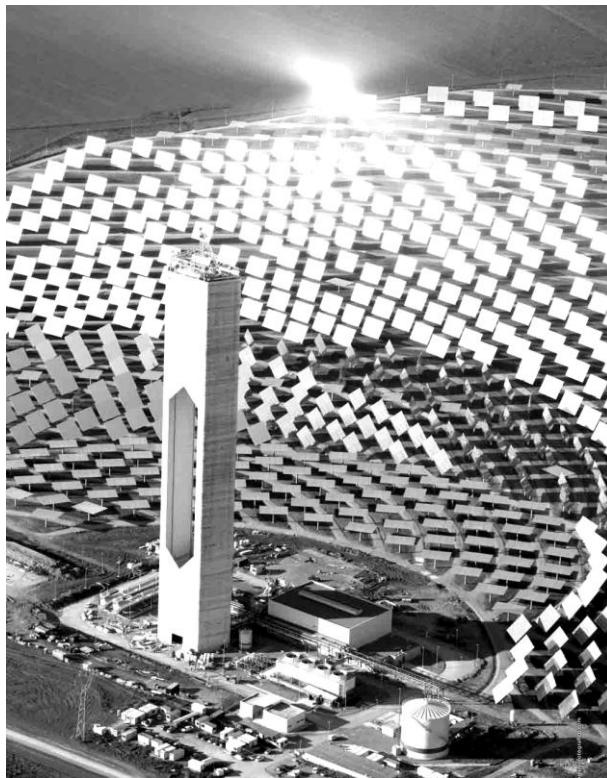


6.20-Rasm Solar Two minorali quyosh elektr stansiyasi, quvvat 10 MVt.
Kaliforniya AQSH

Torresol Energy kompaniya Fuentes-de-Andalusiyada (Ispaniya) Gemasolar Power Plant quyosh issiqlik elektr stansiyani qurilgan, quvvat 20 MVt (6.20-rasm). Minoradagi issiqlik qabul qilgichning temperaturasi $500\ldots1000^{\circ}\text{S}$ tashkil etadi. Issiqlik tashuvchchi sifatida azot kislotalar tuz ishlataladi. Bu esa issiqlik tashuvchining 500°S temperaturada 13...24 soat davomida issiqlikni saqlash imkoniyatni beradi. QIES tungi vaqtida va bulutli ob-havoda ham ishlash mumkin.



6.21-Rasm Gemasolar Power Plant quyosh issiqlik elektr stansiyasi (Ispaniya)



6.22-Rasm PS20 quyosh issiqlik elektr stansiyasi (Ispaniya)

Abengoa Solar kompaniyasi tomonidan qurilgan PS20 quyosh issiqlik elektr stansiya 20 MVt quvvatga ega (6.22-rasm). Minoraning balandligi 161 m, 1255 geliosstatlar, geliosstatlardagi har bir ko‘zguning yuzasi 120 m^2 . Issiqlik qabul qilgichning temperaturasi $538\ldots1482\text{ }^{\circ}\text{S}$ tashkil etadi.

Stirling Energy System Inc firma tomonidan AQSH Arizona shtatda qurilgan quyosh mini-stansiya parabolali konsentratorli Stirling dvigatellar bilan 6 ta modullardan iborat (6.23-rasm). Parabolalik ko‘zgularning diametri 11 m, har bir modulning quvvati 25 kVt. Stirling dvigatelda ishchi modda sifatida vodorod ishlataladi.



6.23-Rasm. Stirling dvigatel bilan parabolali konsentratorlar asosidagi quyosh issiqlik elektr stansiyasi. AQSH, Arizona shtat

Nazorat savollari:

- 1.Yuqori temperaturali quyosh qurilmalarining vazifasi nima?
- 2.Konsentratorning vazifasi nima?
- 3.Quyosh elektr stansiyasining vazifasi nima?
- 4.Quyosh o'chog'i nima?

7-MA'RUZA: Past potensialli energiya manbalari.

REJA:

- 7.1. Quyosh quritgichlari
- 7.2. Quyosh issiqxonalarini
- 7.3. Quyosh suv chuchitgichlari
- 7.4. Quyosh sovutgich qurilmalari

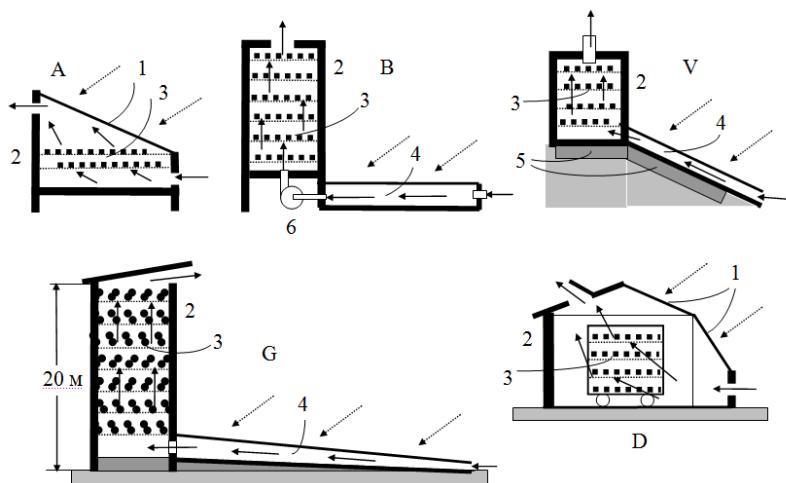
7.1. Quyosh quritgichlari

Qishloq ho'jalik mahsulotlari 60...90% gacha yuqori namlikka ega bo'ladi. Hosil yig'ib olingandan keyin g'ovaklarda bo'lgan erkin namlik tezda yo'qoladi. Qolgan namlik, odatda 30...40% bo'lib kimyoviy bog'langan bo'ladi. Qishloq ho'jalik mahsulotlarini uzoq muddatda saqlash uchun ularni muvozanatli namlikgacha (odatda 10...20% gacha) quritish talab etiladi, aks holda ular tez mog'orlanadi va chiriydi. Quritishni ochiq usulda ham bajarish mumkin. Bunday usul o'zining kamchiliklariga ega, ya'ni katta maydon va uzoq muddat talab etadi hamda mahsulot sifati pasayadi (chang, hasharotlar). Bu kamchiliklar termik quritish usullari bilan bartaraf etiladi. Termik quritish jarayonlari katta energetik xarajatlarni talab etadi. Quritish jarayonlarida quyosh energiyasidan foydalanish yoqilg'i resurslarini tejashning muhim variantlardan biri bo'lib hisoblanadi.

Materiallarni quritish uchun mo'ljallangan quyosh qurilmalariga **quyosh quritgichlari** yoki **gelioquritgichlar** deyiladi.

Hozirgi vaqda turli xil quyosh quritgich qurilmalari mavjud (7.1-rasm):

- 1) Bir necha kilogrammdan bir necha tonnagacha meva, sabzavot, don, guruch, kofe, choy, tamaki, paxta, o't va qurilish materiallarini quritishga mo'ljallangan qurilmalar.
- 2) Issiqlikni konvektiv va radiatsiyali usullarda berish; tabiiy yoki majburiy konveksiyali va shamollatishli qurilmalar.
- 3) "Issiq yashik" turidagi, kamerali, hajmiy, issiqlixonalni, issiqlik akkumulyatorli, passiv va aktiv va hk. qurilmalar.
- 4) Xususiy va ishlab chiqarishda foydalanish uchun, statsionar va ko'chma qurilmalar.



7.1-Rasm. Turli xil quyosh quritgichlarining sxemalari: A—"issiq yashik" turdag'i; B-kamerali; V-kamerali issiqlik akkumulyator bilan; G-hajmiy; D-issiqlixona turdag'i;
1-shaffof to'siq; 2-quritish kamerasi; 3-quritish materiali; 4-quyosh kollektori;

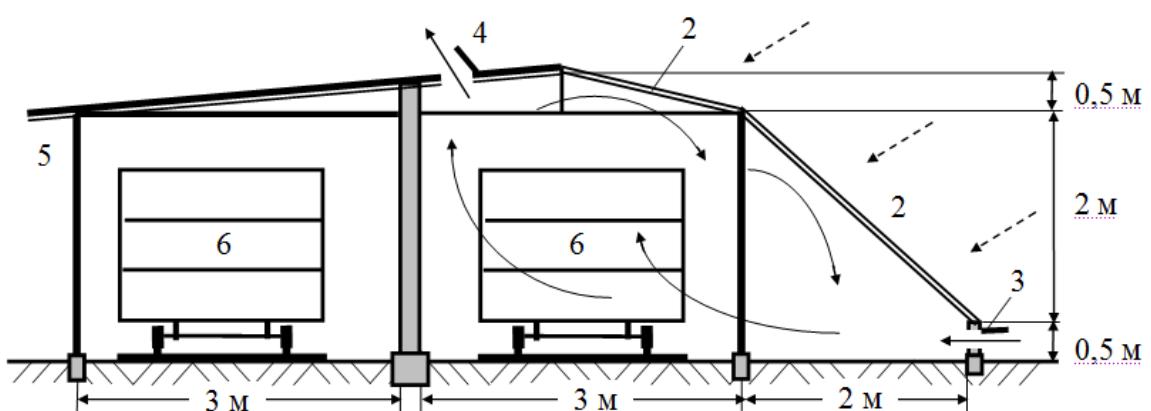
5-issiqlikn akkumulyatsiyalovchi qatlam; 6-ventilyator

Radiatsiyali-konvektiv gelioquritgichlarda shaffof qoplamanidan o'tgan quyosh radiatsiyasi kameradagi quritish materiali va havoni qizdiradi (7.1-A,D rasm). Suvni bug'lantirish uchun zarur bo'lgan issiqlik nurlanish va konveksiya bilan beriladi. Qizigan havo quritish materiali atrofidan o'tib undan bug'langan namlikni olib ketadi.

Konvektiv gelioquritgichlarda havo quyosh kollektorida qizdiriladi va tabiiy yoki majburiy so'rish orqali quritish kamerasiga uzatiladi (7.1-B-G rasm). Qizigan havo quritish materiali atrofidan o'tib, namlikni bug'lantirish uchun issiqligini beradi hamda bug'langan namlikni olib ketadi.

Gelioquritgichlarda ham issiqlikn akkumulyatsiyalash usullari ishlataladi. Issiqlik akkumulyatori sifatida kollektor va kamera ostidagi tuproq qatlamlaridan foydalanish eng sodda usullardan bo'lib hisoblanadi. Kunduzgi vaqtida quyosh radiatsiyasi issiqligining bir qismi issiqlik o'tkazuvchanlik orqali kollektor va kamera ostidagi tuproq qatlamlariga uzatadi. Tungi paytda esa - havoni qizdirish uchun qaytariladi.

Gelioquritgichning konstruksiyasi uning soddaligi, arzonligi va avtonomligi bilan asoslanib tanlab olinadi. 7.2-rasmida Qarshi davlat universitetda ishlab chiqilgan gelioquritgichning sxemasi keltirilgan.



7.1-Rasm Gelioquritgichning ko'ndalang kesim sxemasi (Qarshi sh.):

1-quritish kamera-havoisitgich, 2-shishali qoplama, 3-quyi va 4-yuqori ventilyatsiyali fortokkalar, 5-ayvon, 6-arava-stellajlar

Quritish kamera-havoisitgichning shishali (nurlanishni qabul qiluvchi) qiya sirtlar janubga yo'naltirilgan. Shimoliy (orqa) va yonboshdag'i devorlar g'ishdan terilgan. Shimoliy ship yopmasi issiqlik izolyatsiyaga ega. Quritish kameraning bunday tuzilishi issiqlik yo'qotishlarni kamaytiradi, issiqlik inersiyaligini oshiradi. Oldingi pastki devorda va ship yopmasining shimoliy qismida ventilyatsiyali fortokkalar urnatilgan: pastda – havoni kiritish, yuqorida esa – havoni chiqarish darchalar. $2 \times 2 \times 2 \text{ m}^3$ o'lchamli arava-stellajlarda quritish material yuklanadi va ko'chiriladi. Arava-stellaj 4ta polka-stellajlarga ega, uning yuklanish maydoni 16 m^2 . Quritish kameraning uzunligi $L=12\ldots18 \text{ m}$. 1ta arava-stellaj uchun quritish kameraning solishtirma uzunligi $L_s=3 \text{ m}$. Ayvon tagida arava-stellajlarni yuqlash va bushatish jarayoni amalga oshiriladi. Quritish jarayonida arava-stellajlardan foydalanish bilan kichik mexanizatsilash texnologisi ta'minlanadi.

Quritish jarayonlarida issiqlik materialni qizdirish, namlikni bug‘lantirish va bog‘langan suvni erkin suvgaga aylantirish uchun sarflanadi. Suvni bug‘lantirish issiqlik tashuvchi havoning sovishi bilan sodir bo‘ladi. Quritish jarayonining issiqlik balansini quyidagicha ifodalash mumkin

$$m_h(r+\Delta r) = \rho c_p V_x (t_u - t_m); \quad (7.1)$$

bu yerda m_h - bug‘langan namlikning massasi, kg;

$r, \Delta r$ - bug‘lanish va bog‘langan suvni erkin suvgaga aylantirish issiqligi, Dj/kg;

ρ - havoning zichligi, kg/m³;

c_p - solishtirma issiqlik sig‘imi, Dj/(kg K);

V_x - havoning hajmi, m³;

t_i, t_m - kameradagi havo va quritish materialining temperaturalari, °S.

Gelioquritgichlarda havoning temperaturasi $t_x=40...70$ °S tashkil etadi.

Quritiladigan ho‘l materialning namligi W (nisbiy namlik) va namlik miqdori U (absolyut namlik) bilan tavsiflanadi:

$$W = (m - m_o) / m; \quad U = (m - m_o) / m_o; \quad W = U / (U + 1); \quad (7.2)$$

bu yerda m, m_o - ho‘l va absolyut quruq materialarning massalari, kg.

Namlik W va namlik miqdori U kg/kg yoki % lar bilan ifodalanadi.

Quritilgandan keyin materialning massasi quyidagiga teng bo‘ladi

$$m_k = m - m_s. \quad (7.3)$$

U holda namlik va namlik miqdori quyidagicha bo‘ladi

$$W_k = (m_k - m_o) / m; \quad U_k = (m_k - m_o) / m_o. \quad (7.4)$$

Mahsulotni uzoq muddatda saqlash uchun materialning namligi $-W_k$ muvozanatli $-W_m$ namlikdan oshmasligi zarur, ya’ni quyidagi shart bajarilishi lozim

$$W_k \leq W_m \approx 10...20\%. \quad (7.5)$$

Materialning muvozanatli namligi mahsulot turiga va mahsulot saqlanadigan muhit havosining namligiga bog‘liq.

(7.3) shart bajarilishi uchun bug‘lantirishga zarur bo‘lgan namlikning massasi (7.2)-(7.3) formulalar bo‘yicha aniqlanadi

$$m_s = m (1 - W_m) - m_o. \quad (7.6)$$

Shunday qilib, gelioquritgichlarni loyihalash masalasi asosan m, t_x, W_k kattaliklar ma’lum bo‘lgan holda (7.1), (7.2)-(7.4) formulalar bo‘yicha quritish kamerasining V_x hajmini aniqlashdan iborat bo‘ladi.



7.2. Quyosh issiqxonalari

Kuz-qish-bahor davrda sabzavot mahsulotlari himoyalangan tuproq inshootlarida - texnikaviy isitiladigan issiqxonalarda yetishtiriladi. Issiqxonalarda qishloq xo‘jalik mahsulotlarini yetishtirishda katta energetik xarajatlar talab etiladi. Issiqxonalarini isitish umumiylar 50...60% ni tashkil etadi. Janubiy mintaqalarda issiqxonalarini isitish uchun quyosh energiyasidan keng foydalaniladi. Fizik nuqtai nazardan qaraganda, har qanday issiqxonani quyosh issiqxonasi hisoblanadi, chunki issiqxonaga o‘tgan quyosh radiatsiyasining bir qismi o‘simpliklarni fotosintezi uchun yutiladi, qolgan qismi esa tuproq va konstruksiya elementlarini qizdiradi.

Quyosh energiyasi bilan isitiladigan issiqxonalarini **quyosh issiqxonalari** yoki **gelioissiqxonalar** deb ataladi. **Quyosh issiqxonalarining asosiy xususiyati** shundan iboratki, quyosh radiatsiyasini maksimal tutib olish va undan isitishda unumli foydalanish. Konstruksiya jihatidan ular turli xil bo‘ladi, ya’ni bir va ikki nishabli, yarim silindrli, angarli, blokli va hk.

Issiqxonalarini isitish uchun quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligi quyidagi tadbirlar bilan amalga oshiriladi:

- 1) quyosh radiatsiyasini maksimal o‘tkazish uchun yorug‘likga shaffof nishablarni janubga yo‘naltirish;
- 2) shimoliy nishablarni issiqlik izolyatsiyasi;
- 3) quyosh energiyasi ortiqcha bo‘lganda uni akkumulyatsiyalash va yetishmaslik paytida foydalanish.

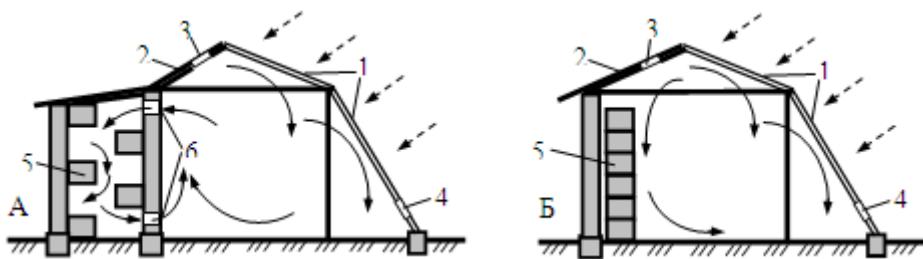
Gelioissiqxonalardagi issqlik akkumulyatsiyalash tizimlar **passiv** va **aktivlarga** bo‘linadi.

Passiv akkumulyatsiyalash bilan gelioissiqxonalar

Gelioissiqxonalarda passiv akkumulyatsiyalash tizimlar tabiiy konveksiyaga asoslangan va turli xil issiqlik akkumulyatsiyalovchi massivlarga ega bo‘ladi.

7.2,A rasmda tashqi issiqlik akkumulyatorga ega bo‘lgan gelioissiqxonaning sxemasi keltirilgan (T.A. Sadikov).

Issiqxonaning shimoliy tomondan qo‘shimcha xonada issiqlik akkumulyatsiyalovchi massiv joylashgan. Kunduz kuni issiqxonaning yuqori qismdan issiq havo yuqori ventilyatsiyali darchalar orqali issiqlik akkumulyatorga utadi. Issiqlik akkumulyatorda havo soviydi, issiqlikniga massivga beradi. Bunda tabiiy havo tortqi hosil bo‘ladi. Sovigan havo pastdagagi ventilyatsiyali darchalar orqali issiqxonaga qaytadi. Tungi vaqtida issiqxonadagi havo temperaturasi issiqlik akkumulyatordagagi temperaturasidan pasaib ketsa, tabiiy konveksiyasi teskari yo‘nalishda bo‘ladi. Issiqhonadagi sovuq havo pastdagagi ventilyatsiyali darchalar orqali issiqlik akkumulyatorga utadi, bunda havo isitiladi. Isigan havo yuqori ventilyatsiyali darchalar orqali issiqxonaga qaytadi. Shunday qilib, tungi vaqtida issiqxonadagi havoni isitish jarayoni amalga oshiriladi.



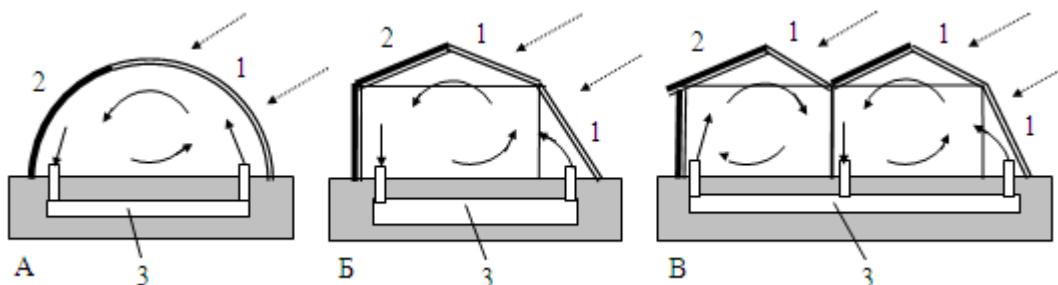
7.2-rasm:Tashqi (A) va ichki (B) passiv issiqlik akkumulyatorli quyosh issiqlixonalarining sxemalari: 1-shaffof qoplama (janubiy); 2-issiqlik izolyatsiyali qoplama (shimoliy); 3 va 4-yuqori va pastki ventilyatsiyali fortochkalar; 5-issiqlik akkumulyatsiyalovchi massiv; 6-ventilyatsiyali darchalar

Issiqlik akkumulyatsiyalovchi massivlar issiqlixona ichida ham shimoliy tomonidan o'rnatiladi (7.2.-B rasm). Massiv sifatida turli xil materiallardan foydalaniladi: mahsus konteynerdag'i toshlar (galka), idishlarda suv, beton konstruksiyalar va hk.

Issiqlikn'i passiv akkumulyatsiyalash usullar katta yuzalarga ega bo'lmagan ($200\ldots250 \text{ m}^2$ gacha) kuz-baxor issiqlixonalarda qo'llanilishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Qishki issiqlixonalar uchun esa qo'shimcha issiqlik manbai zarur.

Aktiv issiqlik akkumulyatsiyalash bilan gelioissiqlixonalar

Issiqlikn'i aktiv akkumulyatsiyalash bilan gelioissiqlixonalarda issiqlik akkumulyator orqali havoni majburiy sirkulyatsiyalanishidan foydalaniladi. Shuning uchun, bunday gelioissiqlixonalarining xususiyati katta quvvatli ventilyatsiyalash tizimiga ega bo'lish zarur. 7.3-rasmda Qarshi davlat universitetda ishlab chiqilgan gelioissiqlixonalarining sxemalari keltirilgan.



7.3-Rasm Turli xil gelioissiqlixonalarining sxemalari: A-yarim silindrik; B-angarli, ikki nishabli; V-blokli; 1-shaffof va 2-issiqlik izolyatsiyalangan sirtlar; 3-issiqlik akkumulyatorlari

Odatda gelioissiqlixonalar ikki qatlamli shaffof to'siqlarga ega bo'ladi. Isitish mavsumining kunduzgi ochiq kunlarda gelioissiqlixonada o'ta qizish sodir bo'ladi, ichki havoning temperaturasi $t_i \geq 25..30 {}^\circ\text{S}$ gacha yetib boradi. Bunday vaqtida issiqlixonadagi issiqlik akkumulyatori orqali haydaladi va issiqlikning bir qismini akkumulyator massiviga berib havo soviydi. Tungi paytda issiqlik yetishmasligi bo'lganda, issiqlixonadagi sovuq havo akkumulyatordan o'tib qiziysi va issiqlixonani isitishga o'tadi.

Shunday qilib, kunduzgi vaqtida issiqliklik ortiqcha bo‘lganda u akkumulyatsiyalanadi va o‘ta qizish bartaraf etiladi, tungi paytda esa issiqlik yetishmasligi bo‘lganda - akkumulyatsiyalangan issiqlik istishda ishlataladi. Quyosh energiyasi yetishmagan hollarda, ya’ni bulutli kunlarda va manfiy temperaturalarda an’anaviy issiqlik manbai qo‘shiladi.

Issiqlik akkumulyatorlari tuproqli, suvli, toshli, g‘ishtli, betonli va hk. bo‘ladi. Ular tuproqda yoki issiqxonalar ichida prizmatik, silindrik, quvurli massivlar va baklar ko‘rinishida joylashtiriladi.

O‘zbekiston sharoitida gelioissiqxonalarda issiqxonalarini isitish uchun sarflanadigan an’anaviy yoqilg‘ilarning 30...55% gacha tejashi mumkin.

Gelioissiqxonalarning issiqlik balansini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q_{uu} = Q_y + Q_{au} + Q_{ak}. \quad (7.7)$$

Gelioissiqxonaning τ vaqtdagi issiqlik yo‘qotishlari yoki isitishda issiqlik yuklamasi

$$Q_{iy} = K_k F_t (t_i - t_t) \tau; \quad (7.8)$$

bu yerda K_k - keltirilgan issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 K)$;

F_t - to‘siq sirtlarining yuzasi, m^2 ;

t_i, t_t - ichki va tashqi havo temperaturalari, $^{\circ}S$.

Ichki havo temperaturasi $t_i \approx 18...20$ $^{\circ}S$ olinadi.

O‘tgan radiatsiya miqdori

$$Q_u = \tau_o \rho_o I F_f \tau; \quad (7.9)$$

bu yerda τ_o, ρ_o - quyosh radiatsiyasini o‘tkazish va qaytarish koeffitsiyentlari;

I - tushuvchi quyosh radiatsiyasining intensivligi, Vt/m^2 ;

F_f - shaffof to‘siqli sirtlarning yuzasi, m^2 .

An’anaviy isitishda tabiiy gazda ishlaydigan suvli kaloriferli avtonom qozon qurilmalardan foydalaniladi. An’anaviy isitish uchun qo‘shimcha issiqlik miqdori

$$Q_{ai} = \eta_k \eta_i Q_{kyo} V_{yo} \tau; \quad (7.10)$$

bu yerda $\eta_k \eta_i$ - qozon qurilmasi va kaloriferning f.i.k.-lari;

Q_{kyo} - yoqilg‘ining quyi yonish issiqligi, Dj/m^3 ;

V_{yo} - yoqilg‘ining hajmiy sarfi, m^3/s ;

Akkumulyatsiyalangan issiqlik

$$Q_{ak} = V_a s_a \rho_a (t_a - t_i); \quad (7.11)$$

bu yerda V_a - akkumulyatorning hajmi, m^3 ;

s_a - akkumulyator materialining solishtirma issiqlik sig‘imi, $Dj/(kg K)$;

ρ_a - materialning zinchligi, kg/m^3 ;

t_a - akkumulyatorning o‘rtacha massali temperaturasi, $^{\circ}S$.

Gelioissiqxonaning samaradorligi yoki qoplash koeffitsiyenti

$$f = Q_u / Q_{iy}. \quad (7.12)$$

Quyosh radiatsiyasi issiqligini akkumulyatsiyalash koeffitsiyenti

$$k_a = Q_{ak} / Q_u. \quad (7.13)$$

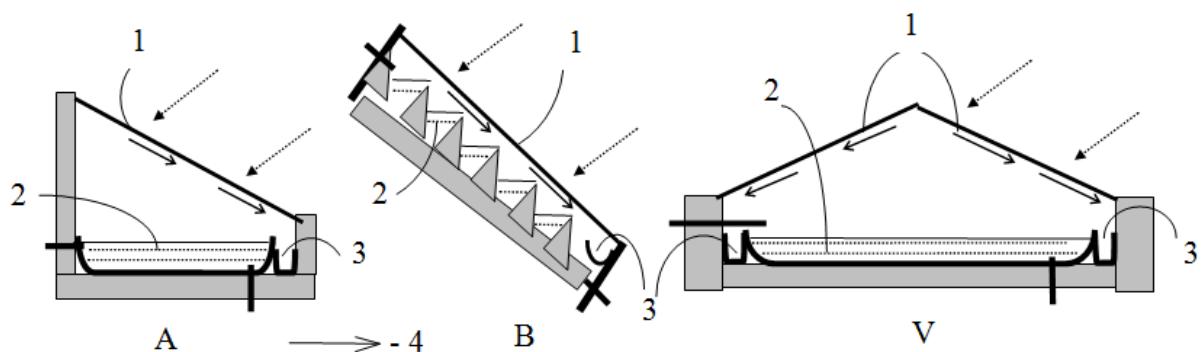


7.4-Rasm Gelioissiqxona mакети

7.3. Quyosh suv chuchitgichlari

Dunyoning ko‘p mintaqalarida chuchuk ichimlik suvlarini yetishmovchiligi mavjud. Bunday mintaqalarda dengiz yoki Yer osti sho‘r suvlari bor bo‘lganda suvni distillash bilan chuchuklashtirish uchun quyosh energiyasidan foydalanish istiqbolli ishlardan hisoblanadi. Birinchi quyosh suv chuchitgichlari XIX asrda ishlab chiqilgan edi. XX asrning 50 chi yillarida quyosh suv chuchitgich qurilmalari sanoatda ishlab chiqarila boshlandi.

Sodda quyosh suv chuchitgich lqurilma sifatida "issiq yashik" qo‘llaniladi (7.5-,A rasm). Yashik ichida sho‘r suv bilan to‘ldirilgan chuqur bo‘lmagan idish 2 o‘rnatilgan. Idishning tubi qoraytirilgan, yashikning devorlari va tubi issiqlik izolyatsiyalangan.



7.5-Rasm. Quyosh suv chuchitgichlarining sxemalari:

A—"issiq yashik"li turi; B-lotokli; V—"basseyn"li turi; 1-shaffof qoplama; 2-sho‘r suv; 3-kondensat; 4-kondensatning oqib o‘tishi

Shaffof yuza 1 janubga qarab yo‘naltiriladi. Shaffof qoplamadan o‘tgan quyosh radiatsiyasi 2 suvni qizdiradi va uning bir qismi esa bug‘lanadi. Tabiiy konveksiya ta’sirida bug‘ yuqoriga ko‘tariladi va shaffof qoplamaning sovuqrok bo‘lgan ichki sirtida kondensatsiyalaniadi. Kondensat ichki sirt bo‘ylab oqib 3 tarnovga tushadi.

Qiyalangan lotokli chuchitgich ancha samarali konstruksiyalardan biri bo‘lib hisoblanadi (7.5,B rasm). Unda sho‘r suv pog‘onali joylashgan gorizontal lotoklarda turadi. Lotoklarni pog‘onali joylashtirilishi suvning bug‘lanish yuzasini oshiradi.

Katta o‘lchamli chuchitgichlar chuqur bo‘lmagan basseynlar ko‘rinishida tayyorlanadi (7.5,V rasm). Shaffof qoplama bir yoki ikki nishabli bo‘lishi mumkin.

Quyosh suv chuchitgich qurilmalarining unumdorligi odatda $3\dots 5 \text{ l}/(\text{m}^2 \text{ sut})$ tashkil etadi va asosan quyoshning nurlanish intensivligiga, qurilmaning issiqlik izolyatsiyasiga hamda germetiklik darajasiga bog‘liq bo‘ladi.

Quyosh suv chuchitgich qurilmalaridan Gretsya, AQSH, Avstraliya, Siriya, Birlashgan Arab Amirliklari, Hindiston, Xitoy va boshqa mamlakatlarda keng foydalilmoqda.

Quyosh suv chuchitgich qurilmasining, ya’ni suv sirti yuzasining birligiga to‘g‘ri keladigan issiqlik balansini quyidagicha ifodalash mumkin

$$m_o c_o dt_o / d\tau = \rho_{sh} \tau_{sh} I - G_d r - q_{iy}; \quad (7.14)$$

bu yerda m_o - yuza birligidagi suvning massasi, kg/m^2 ;

G_d - distillyatning solishtirma chiqishi, $\text{kg}/(\text{m}^2 \text{ s})$;

c_o - suvning solishtirma issiqlik sig‘imi, $\text{Dj}/(\text{kg K})$;

t_o - suvning temperaturasi, $^{\circ}\text{S}$; τ - vaqt, s;

ρ_{sh}, τ_{sh} - shaffof sirtning nur qaytarish va nur yutish koeffisiyentlari;

I - tushadigan quyosh radiasiyasining intensivligi, Vt/m^2 ;

r - suvning bug‘lanish issiqligi, Dj/kg ;

q_{iy} - issiqlik yo‘qotishlar, Vt/m^2 .

Solishtirma issiqlik yo‘qotishlar qo‘yidagicha aniqlanadi

$$q_{iy} = K_{kl} (t_i - t_t); \quad (7.15)$$

bu yerda K_{kl} - keltirilgan issiqlik berish koeffisiyenti, $\text{Vt}/(\text{m}^2 \text{ K})$;

t_i, t_t - ichki va tashqi havo temperaturalari, $^{\circ}\text{S}$.

Chuchitgich qurilmasining f.i.k. suvni distillash uchun sarflangan issiqliknini qurilmaga o‘tgan quyosh radiasiyasiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\eta = G_d r / (\rho_{sh} \tau_{sh} I). \quad (7.16)$$

Ideal holda quyosh chuchitgich qurilmasining f.i.k. 80% oshmaydi. Odatda f.i.k. $\eta < 50\dots 60\%$ tashkil etadi.

Chuchitgichning samaradorligini oshirish uchun kondensasiyalashda qoplama sirtida suvli pylonka hosil bo‘lishi zarur. Tomchilar ko‘rinishda suv kondensasiyalanganda qoplamaning yuzaga tushadigan quyosh radiasiyasining asosiy qismi tomchilar bilan qaytariladi. Qoplamar katta qiyalik burchalar ostida bo‘lib, suv tez oqib tushadigan bo‘lsa ham qoplampning deyarli yarim yuzasi tomchilar bilan qoplangan bo‘ladi. Yog‘li izlaridan sifatli tozalangan shisha sirlarida odatda suvli plenkasi hosil bo‘ladi. Barcha toza plastmassali yuzalarda kondensasiyalovchi suv tomchilar ko‘rinishda tushadi.

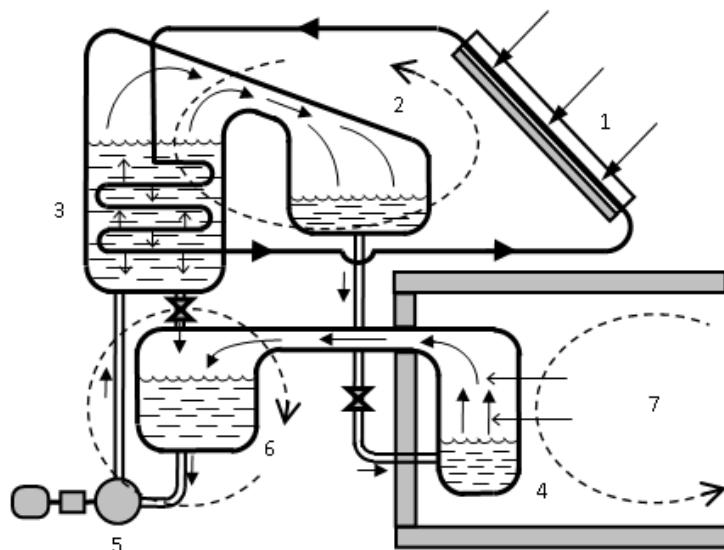
Quyosh radiasiyasining I intensivligi kun davomida o‘zgarishi bilan quyosh chuchitgichlarning unumdorligi mos holda o‘zgaradi. Suvli idishning chuqurligi ancha kichik bo‘lsa ichimlik suvni olish tezligi har qanday vaqtida faqat I kattaligiga bog‘liq. Suvli idish chuqur bo‘lsa suvning temperaturasi faqat bir necha kundan keyin barqarorlashadi, bundan keyin esa to‘xtovsiz sutka davomida ichimlik suvni olish mumkin. Shuning uchun, bunday idishda suvning miqdori qurilmaning kunlik unumdorligidan ko‘p marta katta bo‘lish zarur. Masalan, unumdorligi $100 \text{ kg}/\text{m}^2$ chuqurligi 10 sm bo‘lish kerak.



7.6-Rasm:Quyosh chuchitgich qurilmasi

7.4. Quyosh sovutgich qurilmalari

Quyosh kollektorlar **absorbsiyali sovutish siklning** ishlashi uchun zarur bo‘lgan issiqlik energiyani ta’minlash imkoniyatiga ega. Quyosh energiya bilan havoni mu’tadillashda quyosh energiyasidan foydalanishdagi samarali potensialli sohasi deb hisoblanadi. Absorbsiyali havoni sovutish jarayonida sovutish zarur bo‘lgan havodan yoki suvdan issiqlik olish uchun suyuq agentini bug‘lantirishdan foydalaniladi (7.7-rasm).



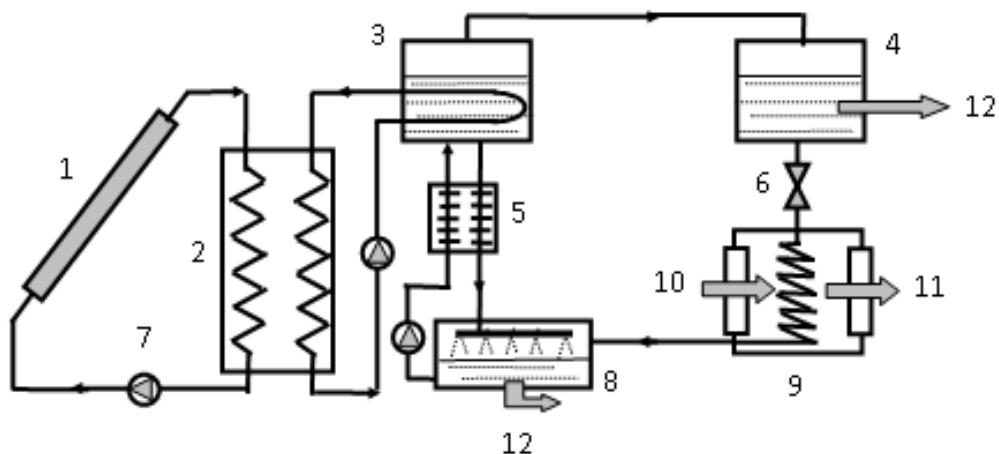
7.7-Rasm: Absorbsiyali sovutish siklning sxemasi:
1-quyosh kollektor; 2-kondesator; 3-regenerator; 4-bug‘latgich; 5-nasos; 6-absorber; 7-sovutiladigan xonasi

Absorbsiyali sovutish siklda ikkita ishchi moddalardan foydalaniladi: sovuq agent (suv) va absorbent (litiy bromidi $LiBr$), ular bir xil vazifasini bajaradi.

Bug‘latgich 4 da sovuq agent bug‘lanadi va sovutiladigan honadan issiqlikni chiqaradi. Absorber 6 da sovuq agent absorbent bilan yutiladi. Sovuq agent va absorbent eritmasi nasos 5 bilan regenerator 3 ga uzatiladi. Quyosh kollektor 1 dan olinadigan issiqlik ta’siridan regeneratorda absorbentdagи sovuq agent bug‘lanadi. Boyitilgan absorbent qaytadan absorber 6 ga o‘tadi. Sovuq agentning bug‘lari kondensator 2 da kondensatsiyalanadi va suyuqlik holatda qaytadan bug‘latgich 4 ga o‘tadi.

Absorbsiyali sovutish siklning samarali ishlashi uchun muhim sharti: quyosh kollektordagi issiqlik tashuvchini to $65\ldots95^{\circ}\text{S}$ gacha qizdirish zurur. Kollektordagi ishchi temperaurasi pasaishi bilan absorbsiyali sovutgichning samaradorligi kamayadi. Ikkinchisi tomondan, kollektoring temperaturasi ortishi bilan uning FIK kamayadi. Bunday ishslash sharoitlar quyosh kollektoring yuqori tayyorlash sifatini talab etadi. Absorbsiyali sovutish tizimlarda quyosh kollektorlarni ishlatish uchun ular 80°S ga yaqin temperaturaga loiyhalanadi.

Quyosh energiyasidan havoni sovutish va mu'tadillash uchun ham sovutgich qurilmalardan keng foydalaniladi. Sovutish jarayonlari uchun quyosh energiyasidan foydalanishning asosiy afzalligi shundan iboratki, quyosh radiatsiyasi tushishining maksimumi "sovutgich"dan iste'mol qilishning maksimal davriga mos keladi. Hozirgi vaqtida **quyosh-absorbsiyali sovutish tizimlari** eng sodda va keng tarqalgan quyosh sovutish qurilmalardan deb hisoblanadi. Ular asosan quyosh kollektordan, issiqlik akkumulyatori va absorbsiyali issiqlik nasoslaridan iborat (7.8-rasm). Ishchi suyuqlik sifatida absorbent va sovuq eltuvchilarning eritmalarini (litiy-bromning suvdagi eritmasi $\text{LiBr}-\text{H}_2\text{O}$, suv-ammiak eritmasi $\text{H}_2\text{O}-\text{NH}_3$ va boshqalar) ishlatiladi. Quyosh kollektori 1 dan quyosh radiatsiyasining issiqligi bak-akkumulyator-issiqlik almashtirgich 2 orqali o'tib generator 3 ga uzatiladi. Generatorda sovuq eltuvchining bir qismi bug'lanadi, natijada eritma kuchsizlanadi, ya'ni konsentratsiya kamayadi. Kuchsizlangan eritma 8 absorberga o'tadi. Kondensator 4 da sovuq eltuvchining bug'lari kondensatlanadi. Suyuq sovuq eltuvchi 6 reduksion klapandan o'tganda uning bosimi pasayadi va 9 bug'latgichda bug'lanadi. Natijada tashqi issiqlik tashuvchi - havo sovitiladi. Absorber 8 da sovuq eltuvchi kuchsizlangan eritma bilan qo'shiladi. Absorberdan boyitilgan eritma generatorga qaytariladi va shu bilan sikl takrorlanadi. Kondensator va absorberdan issiqliknini olib ketish havoli yoki suvli bo'lishi mumkin.



7.8-rasm. Quyosh absorbsiyali havoni sovutish tizimining sxemasi:

- 1-quyosh kollektori; 2-bak-akkumulyator-issiqlik almashtirgich;
- 3-generator; 4-kondensator; 5-issiqlik almashtirgich; 6-reduksion klapan;
- 7-nasos; 8-absorber; 9-bug'lantirgich; 10-issiq va 11-sovuq havo; 12-issiqliknini olib ketish.

Sovutish qurilmasining foydali ish koefitsiyenti sovuqni ishlab chiqarish unumdarligini generatorga keltirilgan energiyaga nisbatli orqali aniqlanadi

$$\eta_s = Q_s / Q_g . \quad (7.17)$$

Sovuqni ishlab chiqarish unumdarligi quyidagi munosabatdan aniqlanadi

$$Q_s = K_b F_b (t_2 - t_1) = W_v s_r (t_2 - t_1); \quad (7.18)$$

bu yerda K_b - bug‘laningizchiga issiqlik berish koeffitsiyenti, $\text{Wt}/(\text{m}^2 \text{ K})$;

F_b - issiqlik berish sirtining yuzasi, m^2 ;

t_1, t_2 - sovuq tashuvchi-havoni sovutishdan oldingi va keyingi temperaturalari, $^{\circ}\text{S}$;

W_v - sovuq tashuvchi-havoning massali sarfi, kg/s ;

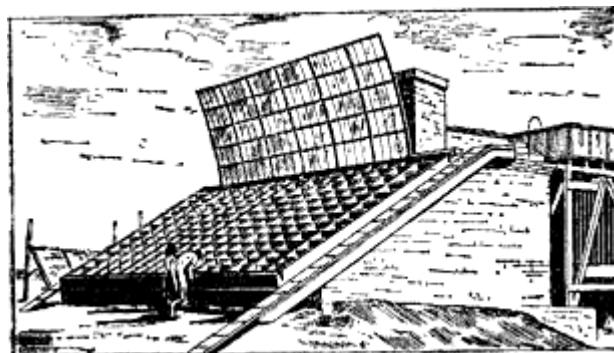
s_r - solishtirma issiqlik sig‘imi, $\text{J}/(\text{kg K})$.

Quyosh kollektoridan generatorga uzatiladigan issiqlik

$$Q_g = I \eta_k \eta_a \eta_{ia}; \quad (7.19)$$

bu yerda $\eta_k, \eta_a, \eta_{ia}$ - quyosh kollektori, issiqlik akkumulyatori, issiqlik almashtirgichning f.i.k.

Quyosh suv-brom-litiyli sovutish qurilmasining f.i.k. $\eta_s=60...70\%$ tashkil etadi.



7.9-Rasm. Geliosovitg‘ich, Turkmaniston

Nazorat savollari:

1. Quyosh suv chuchutgichini vazifasi nima?
2. Quyosh issiqlonasini vazifasi nima?
3. Quyosh meva quritgichini vazifasi nima?
4. Geliosovitg‘ichni vazifasi nima?

8-MA'RUZA: Issiqlik nasoslari.

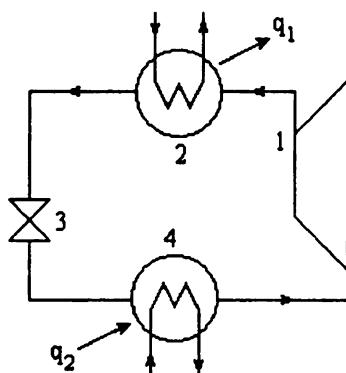
REJA:

- 8.1. Issiqlik nasosining ishlash prinsipi.
- 8.2. Bug' kompressorli issiqlik nasosi.
- 8.3. Bug' ejektorli issiqlik nasosi.
- 8.4. Havoli issiqlik nasosi.

8.1. Issiqlik nasosining ishlash prinsipi.

Issiqlik nasosi qurilmasi yordamida past haroratlari manbadan olinayotgan issiqliknini bevosita tashqi ishga sarflab juda yuqori haroratlari iste'molchiga uzatish mumkin. Issiqlik nasosining ishlash prinsipi sovitish qurilmasining ishlash prinsipidan farq qilmaydi.

Issiqlik nasosining prinsipial sxemasi 8.1-rasmida ko'rsatilgan. Uning ishlash prinsipi quyidagicha. Kompressor 1 da sovitish agentini siqish orqali harorati oshiriladi. Kondensator 2 da bug'simon ishchi jismning kondensasiyalanishi sodir bo'ladi. Bunda ajralgan issiqlik q_1 isitish tizimida sirkulyasiyalanayotgan suyuqlikka uzatiladi. Drossel ventili 3 da ishchi jismning kondensati drossellanadi va uning bosimi va harorati pasayadi. Bug'latgich 4 da sovitish agentining harorati solishtirma issiqlik miqdori q_2 hisobiga ortadi.



8.1-rasm. Issiqlik nasosining prinsipial sxemasi.

Issiqlik nasosining ishlash samaradorligi isitish koeffisienti ε bilan xarakterlanadi va quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{q_1}{l} = \frac{q_2 + l}{l} \quad (8.1)$$

bu yerda q_1 – kondensator 2 da ishchi jismdan iste'molchiga berilgan solishtirma issiqlik miqdori; q_2 – bug'latgich 4 da ishchi jism tomonidan qabul qilingan solishtirma issiqlik miqdori; l – kompressorni yuritishga sarflangan solishtirma issiqlik miqdori.

Sovitish agenti sifatida past haroratda qaynayotgan (ammiak, karbonat angdrid, freon va hokazo) suyuqlik bug'laridan foydalanilganda issiqlik nasosining sikli bug' kompressorli sovitish qurilmasining siklidan farq qilmaydi. Ushbu sikldan shunday xulosa qilish mumkin:

$$q_1 = i_2 - i_4 = i_2 - i_5; \quad q_2 = i_1 - i_5$$

Shuningdek, drossellanish natijasida ishchi jismning entalpiyasi o'zgarmaydi, u holda:

$$i_4 = i_5$$

Demak,

$$l = q_1 - q_2 = (i_2 - i_5) - (i_1 - i_5) = i_2 - i_1 \quad (8.2)$$

Bundan

$$\varepsilon = \frac{q_1}{l} = \frac{i_2 - i_5}{i_2 - i_1} \quad (8.3)$$

Agar issiqlik nasosi Karning qaytar teskari sikli bo'yicha ishlasa, u holda sovitish koeffisienti quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varepsilon = \frac{T_1}{T_1 - T_2} \quad (8.4)$$

Issiqlik nasosli qurilmalari yashash xonalarini, jamoat binolarini va ishlab chiqarishning issiqlik ta'minoti uchun qo'llash mumkin. Hozirgi kunda issiqlik nasoslarining asosan uchta guruhi qo'llaniladi: kompressorli (bug'li), oqimli (ejektorli) va absorbsion.

8.2. Bug' kompressorli issiqlik nasosining sikli.

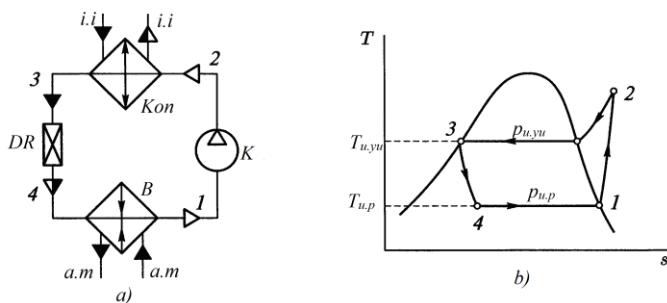
Kompressorli issiqlik nasosi qurilmasi ham yopiq ham ajralgan sxema bo'yicha ishlaydi. Yopiq sikl bo'yicha ishlovchi issiqlik nasosining sxemasi (8.2-rasm) prinsipial jihatdan bug' kompressorli sovitish qurilmasining sxemasidan farq qilmaydi. Ammo iste'molchilarni sovitish qurilmasi va issiqlik nasosi qurilmasi bilan biriktirish turlicha usullarda amalga oshiriladi. Sovitish qurilmalarining sxemalarida iste'molchi (sovutlik) bug'latgichga ulanadi, issiqlik nasosi qurilmasida esa iste'molchi (issiqlik) kondensatorga ulanadi.

Atrof-muhit manbasidan $q_{u,p} = i_1 - i_4$ past potensialli issiqliknii uzatish natijasida bug'latgich B da ishchi agentni $p_{u,p}$ bosimda va $T_{u,p}$ haroratda ishchi agentning qaynashi sodir bo'ladi (4-1 jarayon). Bug' 1 kompressor K ga kiritiladi, u yerda $p_{u,yu}$ bosimgacha siqiladi (1-2 jarayon) va bug'ning harorati ortadi. Bosimni ortishiga sarflangan ish quyidagiga teng bo'ladi:

$$l_{u,yu} = i_1 - i_2 \quad (8.5)$$

Keyin bug' 2 sovitiladi va $p_{u,yu}$ o'zgarmas bosimda va $T_{u,yu}$ haroratda kondensator Kon da kondensasiyalanadi (2-3 jarayon). Soviganda va kondensasiyalanganda $q_{u,yu} = i_3 - i_2$ issiqlik ajraladi va bu issiqlik iste'molchi tomonidan olib ketiladi. Kondensat 3 drossel-ventil DV 3 orqali o'tadi. Drossellanish jarayonida (3-4 jarayon) entalpiya o'zgarmasdan qoladi $i_4 = i_3$, bosim va harorat $p_{u,p}$ va $T_{u,p}$ gacha pasayadi. Keyin sikl takrorlanadi. Siklning umumiy ishi $l_s = q_s$. Ushbu holda $l_s = l_{u,yu} + q_{u,p}$.

O'ta qizigan bug' sohasida ishlovchi sikllarda drossel-ventil o'rniliga kengaytiruvchi qurilma (turbina yoki detander) o'rnatiladi, u holda siklning ishi quyidagiga teng bo'ladi: $l_s = l_{u,yu} + l_{u,p}$. Qolgan barcha jarayonlar va formulalar drossel-ventilli siklniki kabi qoladi.



8.2-rasm. Yopiq siklli bug' kompressorli issiqlik nasosi qurilmasi: a-prinsipial sxemasi, b-T-S koordinatalardagi sikli.

Issiqlik nasosi qurilmasining asosiy termodinamik xarakteristikasi bu o'zgartirish koeffisienti (transformasiyalash koeffisienti) hisoblanadi, bu koeffisient iste'molchiga uzatilgan issiqlik miqdorini siklga sarflangan ishning nisbatidan aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{q_{u.yu}}{l_s} \quad (8.6)$$

Ma'lumki $q_{u.yu}$ va l_s qiymatlar doimo manfiy, demak o'zgartirish koeffisienti musbat ishoraga ega. O'zgartirish koeffisienti har doim birdan katta bo'ladi. Shunday qilib, issiqlik nasosi qurilmasi yordamida iste'molchi har qanday boshqa qizdirish usuliga qaraganda ko'p miqdordagi issiqlikka ega bo'ladi.

Agar nisbat $T_{u.yu} / T_{u.p} \approx 1$ bo'lsa, issiqlik nasosi qurilmalarini qo'llash afzaldir. Ushbu holda issiqlik nasosi qurilmasi ishlab chiqarilgan issiqlik birligiga nisbatan $2 \div 2,5$ marta kam energiya sarflaydi (elektr qizdirish qurilmasiga nisbatan).

Agar issiqlik nasosi qurilmasi Karnoning teskari sikli bo'yicha ishlasa, u holda o'zgartirish koeffisienti quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varphi_K = \frac{T_{u.yu}}{T_{u.yu} - T_{u.p}} = \frac{1}{\left(1 - \frac{T_{u.p}}{T_{u.yu}}\right)} \quad (8.7)$$

Ushbu ifodadan ko'rinish turibdiki, $T_{u.yu}$ va $T_{u.p}$ orasidagi farq qancha kichik bo'lsa, o'zgartirish koeffisienti shuncha yuqori bo'ladi. Masalan, agar $T_{u.yu}=293$ K va $T_{u.p}=393$ K bo'lsa, u holda $T_{u.yu} / T_{u.p} = 1,3 \approx 1$, yoki $\varphi_K = 4$; agar $T_{u.yu}=293$ K va $T_{u.p}=523$ K bo'lsa, u holda $T_{u.yu} / T_{u.p} = 1,8 \approx 2$, yoki $\varphi_K = 2$.

Aylanma suv ta'minoti tizimlarida yil davomidagi harorat ($+20 \dots +30$)⁰C bo'ladi, bu tizimlar issiqlik nasosi qurilmasi uchun asosiy issiqlik manbai hisoblanishi mumkin. Bug'latish, quritish, haydash va shamollatish jarayonlarining tashlandi issiqligini issiqlik nasosi qurilmasi yordmida utilizasiyalash maqsadga muvofiqdir.

Turli haroratli past potensilli issiqliknini utilizatsiyalovchi va turli haroratli issiqliknini iste'molchiga uzatuvchi issiqlik nasosi qurilmasini taqqoslash uchun φ kattalikdan foydalanish noqulay. Ushbu maqsadlar uchun eksergetik FIK dan foydalaniladi:

$$\eta_e = \frac{e_{u.p}}{e_{u.yu}} \quad (8.8)$$

bu yerda $e_{u.yu}$ – kondensatordag'i issiqlik oqimining ekserviyasi; $e_{u.p}$ – issiqlik nasosini ishslash uchun zarur bo'lgan uzatilgan ekserviya.

$$e_{u.p} = q_{u.yu} \left(1 - \frac{T_{a.m}}{T_{u.yu}} \right) = q_{u.yu} \tau_e$$

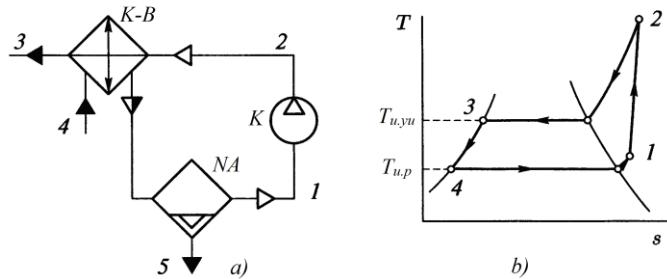
$$e_{kir} = l_s$$

Bundan

$$\eta_e = \varphi \tau_e \quad (8.9)$$

Agar $T_{u.p}=T_{a.m}$ bo'lsa, Karko sikli uchun $\eta_e = 1$.

Issiqlik nasoslarining ishchi agentlarining atmosfera bosimidagi qaynash harorati past bo'lishi, kichik solishtirma hajmga ega bo'lishi, yuqori bug' hosil bo'lish issiqligiga, yuqori bosimlarda kondensasiyalanish harorati yuqori bo'lishi, zaharsiz bo'lishi, korrozion faol bo'lmasligi va arzon bo'lishi kerak.



8.3-rasm. Alovida siklli bug' kompressorli issiqlik nasosi qurilmasi: a-sxemasi; b-T-S koordinatalardagi sikli.

Issiqlik nasosi qurilmalarida ishchi agent sifatida freon-11, freon-21, freon-113, freon-114, freon-142, suv va boshqa moddalar qo'llaniladi. Hozirgi vaqtida ozonga xavfsiz freonlarlar ishlab chiqilgan va qo'llanilmoqda.

Bug'latgichga issiqlik bergich (issiqlik manbasi) quyidagilar bo'lishi mumkin: tashqi havo, tabiiy suv havzalaridagi suv va yer. Agar issiqlik manbasi mahsulot, yarim mahsulot yoki sanoat ishlab chiqarish chiqindilari bo'lsa, u holda issiqlik nasosi qurilmasi ishlashining energetik samaradorligi $T_{u,p} > T_{a,m}$ hisobiga nafaqat ortadi, balki tashlandi issiqlik utilizasiyalanadi.

Alovida siklda ishchi jismning bug'lanishi va kondensasiyalanishi bitta texnologik moslamada sodir bo'ladi. Issiqlik nasosi qurilmasining sxemasi ancha soddalashadi. Bunday issiqlik nasosi qurilmalari odatda termokompressorli issiqlik nasosi deb ataladi. Ular bug'latish va quritish jarayonlarida issiqliknini utilizasiyalash va oqava suvlarni konsentrasiyalash uchun suv bug'i yoki havoning parametrlarini oshirish uchun qo'llaniladi.

K-B moslamasiga (8.3-rasm) suyuqlik 4 oqimi uzatiladi. Suyuqlik qisman bug'lanadi, $p_{u,p}$ bosimda va $T_{u,p}$ haroratda bug' 1 hosil bo'ladi. Bug'lanishga $q_{u,p} = i_1 - i_4$ issiqlik sarflanadi. Bug' 1 kompressor Kom yordamida $p_{u,p}$ bosimdan $p_{u,yu}$ bosimgacha siqiladi (1-2 jarayon), bunda $l_{kom} = i_1 - i_2$ ish sarflanadi. Bug' 2 $T_{u,p}$ kondensasiyalish haroratigacha sovitiladi va $q_{u,yu} = i_3 - i_2$ issiqlik ajraladi. Bu jarayon kondensator-bug'latgichda K-B sodir bo'ladi, u yerda bug' 2 ni kondensasiyalish issiqligi oqim 4 da bug' 1 ni hosil bo'lishiga sarflanadi. Sikldan kondensat 3 chiqariladi. Qolgan oqim 5 namlik ajratgich NA orqali chiqarib yuboriladi. Siklning material balansi quyidagicha:

$$m_4 = m_5 + m_1 \quad (8.10)$$

bu yerda m_4 va m_5 – oqimlar 4 va 5 ning massaviy sarflari; $m_1 = m_2 = m_3$ – bug' 1 ning sarfi; bug' 1 siklning ishchi agenti hisoblanadi. Qolgan barcha hisoblash formulalari yopiq siklniki kabi bir xil bo'ladi.

Issiqlik quvvati 400 kVt gacha bo'lgan kompressorli issiqlik nasosining har qanday sxemasida porshenli kompressorlar keng qo'llaniladi. Katta quvvatli issiqlik nasosi qurilmalarida vintli, markazdan qochma va o'qiy kompressorlar qo'llaniladi.

Kompressorli issiqlik nasoslari nisbatan yuqori FIK va kichik o'lchamga ega. Ularning kamchiligi qimmatligi va tayyorlash qiyinligi, shuningdek bosimni oshirish uchun ko'p miqdorda mexanik energiya zarur bo'ladi. Bunday issiqlik nasosi qurilmalarining qo'llanilish

sohasi – kichik bosimda yuqori unumdorlik uchun qo'llaniladi. Hozirgi kunda bunday issiqlik nasosi qurilmalari issiqlik va sovuqlik ta'minotida, texnologik jarayonlarda keng qo'llaniladi.

8.3. Bug' ejektorli issiqlik nasosining sikli.

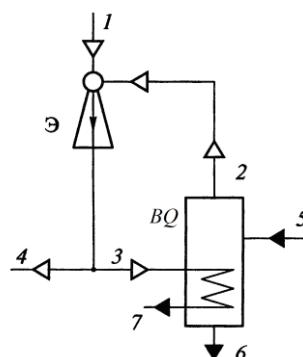
Bug' ejektorli issiqlik nasosi qurilmasi faqatgina alohida sxema bo'yicha ishlaydi. Ularda bug' ejektorlari qo'llaniladi, bug' ejektorlari ishlash prinsipi bo'yicha oqimli vakuum nasosga o'xshashdir. Bug' ejektorlarida yuqori bosimli bug' yordamida so'rيلayotgan oqimni kerakli bosim va haroratgacha siqish sodir bo'ladi. Ejektordan chiqish va kirish bosimlari nisbati 1,2 dan 4 gacha oraliqda bo'ladi.

8.4-rasmda bug' ejektorli issiqlik nasosining sxemasi ko'rsatilgan. Rasmda ko'rsatilgan bug' ejektorli issiqlik nasosi bug'latish jarayonida ikkilamchi bug' issiqligini utilizasiyalash uchun qo'llanilishi mumkin.

Ko'p korpusli qurilmalarda ejektor har qaysi korpusdan keyin o'rnatilishi mumkin. So'rيلayotgan bug'ning bosimi qancha past bo'lsa, issiqlik shuncha ko'p utilizasiyalanadi, ammo siqishga ko'p energiya talab etiladi. Ejektorni o'rnatilish joyi texnik-energetik hisoblar asosida aniqlanadi.

Oqimli issiqlik nasosi qurilmalarini tayyorlash oson va xizmat ko'rsatishda qulay, ixcham va arzon. Bu qurilmaning asosiy kamchiligi qurilmaning FIK kichik (taxminan 20...25%).

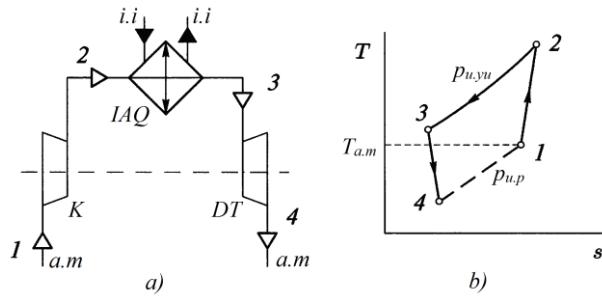
Oqimli issiqlik nasosi qurilmalari ifloslangan suyuqliklarning issiqligini, bug'latish qurilmalarining ikkilamchi bug'ini utilizasiyalash uchun qo'llaniladi.



8.4-rasm. Bug' ejektorli issiqlik nasosining prinsipial sxemasi. E-bug' oqimli ejektor; BQ-
bug'latish qurilmasi; 1-yuqori parametrli ishchi bug'; 2-past haroratli bug'; 3-qizdiruvchi bug';
4-o'rta parametrli ortiqcha bosim; 5-suyuq eritma; 6-konsentrasiyalangan eritma; 7-
qizdiruvchi bug' kondensati.

8.4. Havoli issiqlik nasosi sikli.

Yuqorida ko'rib chiqilgan issiqlik nasoslarida ishchi agent sifatida turli moddalarning bug'laridan foydalaniladi. Ammo ishchi agent sifatida havodan ham foydalanish mumkin. Havoda ishlovchi issiqlik nasoslarining ikkita modifikasiyasi mavjud: musbat sikl va manfiy sikl.



8.5-rasm. Musbat siklli havoli issiqlik nasosi: a-sxemasi; b-T-S koordinatadagi sikli.

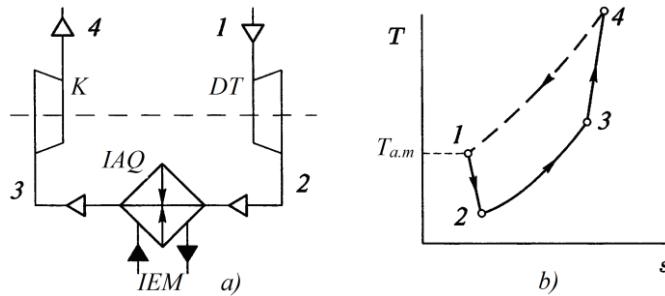
Musbat siklda, sikl Braytonda (8.5-rasm) havo kompressor yordamida 1 holatgacha so'rildi, u yerda havo siqiladi va harorat 2 holatgacha ortadi, keyin issiqlik almashinuvi qurilmasi IAQ da 3 holatgacha soviydi, keyin turbinada (turbodetander) TD 4 holatgacha kengayadi. Ma'lumki, $T_4 < T_1$, keyin sovuq havo atmosfera havosining issiqligi yoki biror bir sovitilayotgan ob'ektning issiqligi hisobiga T_1 holatgacha qiziydi, bu sikldagi 4-1 chiziq bilan ifodalananadi. Shuningdek turbina kompressor bilan bitta valda joylashgan, turbina kompressorni yuritishga sarflangan quvvatni bir qismini valga qaytaradi. Bunday issiqlik nasoslarini konvektiv quritgichlar bilan birga qo'llash maqsadga muvofiqdir. Ushbu qurilma uchun o'zgartirish koeffisienti:

$$\varphi = \frac{Q_{iaq}}{N_{kom} + N_{de}} \quad (8.11)$$

bu yerda Q_{iaq} – issiqlik almashinuvi qurilmasida berilgan issiqlik; N_{kom} , N_{de} – kompressor va detanderning quvvati.

Detander va kompressorning takomillashganlik darajasi qancha yuqori bo'lsa, φ ham shuncha yuqori bo'ladi. Hozirgi vaqtida o'qiy ko'p pog'onali kompressorlarning FIK 0,9, turbodetanderniki esa 0,92 bo'lsa, ko'pgina issiqlik nasosi qurilmalarida o'zgartirish koeffisienti $\varphi > 2$. Ushbu siklda havoning bosimi atmosfera bosimidan kompressorda siqilgan bosimgacha ortadi.

Ikkinchi tur modifikasiyada havo detanderga kiritiladi, u yerda kengayib soviydi va kompressorda atmosfera bosimigacha siqiladi. Ushbu manfiy sikl 1852 yilda V. Tomson (Kelvin) tomonidan taklif qilingan. Hozirgi vaqtida havoli detanderlarni takomillashishi bunday qurilmalarning FIK ni ortishiga olib keldi. Bundan tashqari, kontaktli havo qizdirgichlar takomillashdi, kontaktli havo qizdirgichlarda sovuq atmosfera havosi suv bilan bevosita to'qnashishi hisobiga qiziydi. Bunday qurilmalarni isitishning barcha hollarida qo'llash maqsadga muvofiqdir.



8.6-rasm. Manfiy havoli issiqlik nasosi: a-sxemasi; b-T-S koordinatadagi sikli.

Manfiy siklning sxemasi 17.6-rasmida ko'rsatilgan. Atmosfera havosi 1 (masalan $t_1=10^{\circ}\text{C}$ haroratli) detander D ga kiritiladi. Kengaygandan so'ng (1-2 jarayon) sovuq havo (masalan $t_1=-15^{\circ}\text{C}$ haroratli) qizdirgichga IAQ uzatiladi, u yerda $+6^{\circ}\text{C}$ haroratgacha qizdiriladi (2-3 jarayon), masalan oqava suv bilan. Qizdirilgan havo 3 kompressor Kom yordamida atmosfera bosimigacha siqiladi (3-4 jarayon), bunda havoning harorati isitish va shamollatish maqsadlari uchun zarur bo'lgan qiymatgacha, masalan $t_4=+18^{\circ}\text{C}$ haroratgacha ortadi.

Ushbu qurilmaning o'zgartirish koeffisienti:

$$\varphi = \frac{Q_{iag}}{N_{kom} + N_{de} + N_{nas}} = \frac{I_1 - I_4}{N_{kom} + N_{de} + N_{nas}} \quad (8.12)$$

bu yerda Q – issiqlik nasosida olingan issiqlik; I_4 va I_1 – havoning issiqlik nasosiga kirishdagi va undan chiqishdagi entalpiyasi; N_{kom} , N_{de} , N_{nas} – kompressor, detander va suvni uzatuvchi nasosning quvvati.

Manfiy siklning samaradorligi tashqi havo haroratini ortishi, shuningdek ikkilamchi energiya manbalarining haroratini ortishi bilan ortadi. Ushbu sxemada nafaqat havoni qizdirish amalga oshiriladi, balki bu qurilma ventilyator fnuksiyasini ham bajaradi, unda bir vaqtning o'zida havo changdan tozalanadi va namlanadi.

Musbat va manfiy sikllarni taqqoslashdan shunday xulosa qilish mumkinki, manfiy sikl uchun o'zgartirish koeffisienti musbat siklga nisbatan bir necha marta yuqori, ammo uni ekspluatasiya qilish juda qiyin.

Nazorat savollari.

1. Issiqlik nasosining ishslash prinsipini tushuntiring?
2. Issiqlik nasosining isitish koeffisientini tushuntiring?
3. Bug' kompressorli issiqlik nasosini ishslash prinsipini tushuntiring?
4. Bug' kompressorli issiqlik nasosining siklini tushuntiring?
5. Bug' ejektorli issiqlik nasosini ishslash prinsipini tushuntiring?
6. Bug' ejektorli issiqlik nasosining siklini tushuntiring?
7. Havoli issiqlik nasosini ishslash prinsipini tushuntiring?
8. Havoli issiqlik nasosining siklini tushuntiring?

9-MA'RUZA: Shamol energetikasi.

REJA:

- 9.1. Shamol tavsifi
- 9.2. Shamol energetik qurilmalar

Shamol energetikasi – mexanik, elektr va issiqlik energiyani olish uchun shamol energiyadan foydalanish nazariy asoslarni, usullarni va vositalarni ishlab chiqadigan hamda energetikada shamol energetikasidan maksadga muvofoq bo'lgan soha va masshtablarni belgilaydigan fan va texnikaning tarmog' idir.

Shamol energetikasi 2 ta asosiy qismlardan iborat:

- **shamol texnikasi**, texnik vositalarni (agregat va qurilmalarni) loyihalash nazariy asoslarni va amaliy usullarni ishlab chiqadi;

- **shamoldan foydalanish**, shamol energiyasidan eng maqbul foydalanish nazariy va amaliy masalalarni, qurilmalarni va ularning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni smarali ishlatish hamda shamol energetik qurilmalardan foydalanish tajribani umumlashtiradi.

Zamonaviy shamol energetikasi - keskinlik bilan rivojlanayotgan energetikaning tarmoqlardan biri hisoblanadi. Uning bir yilda usish sur'atlar 30% ga yaqin.

Shamol energiyasi, quyosh va suv bilan bir qatorda, Quyosh faoliyati bilan vujudga keladigan, doimo qayta tiklanadigan, abadiy energiya manbalardan biridir. Quyosh nurlar bilan yer yuzalarni va atmosferaning quyi va yerga tutash, hamda 7-dan to 12 km-gacha balandliklardagi qatlamlarni notejis qizdirish oqibatda, katta massali havo ko'chish harakatlar vujudga keladi, ya'ni shamol paydo bo'ladi. U juda katta energiya miqdoriga ega, ya'ni 96×10^{21} Dj-ga teng, bu esa Yerga tushadigan quyosh radiatsiyasining umumiyligi energiyasidan deyarli 2%-ni tashkil etadi. Shamol energiya zaxiralalar planetadagi barcha daryolarning gidroenergiya zaxiralardan yuz marta ortiq bo'ladi.

Shamol energiyaning afzaliklarga, birinchi navbatda, yaqin bo'lishi, barcha joylarda tarqalganligi va amalda resurslarning tunganmasligi kiradi. Energiya manbani qazib olish va iste'mol qilish joyiga transportlash zaruriyati yo'q: shamol o'zi uning yo'lida o'rnatilgan shamol dvigatelga o'tadi. Shamolning ushbu o'ziga xos xususiyati yetib borish qiyin bo'lgan (cho'l, sahro, tog'lik va b.), markazlashgan energiya ta'minoti manbalardan o'zoq bo'lgan mintaqalar va katta yer maydonda taksimlangan nisbatan kichik (quvvati 100 kWt-gacha) energiya iste'molchilar uchun juda muhim axamiyatiga ega.

Shamol kinetik energiyani elektr energiyaga o'zgartiruvchi, shamol turbinalar bilan elektr generatorlarni **shamol energetik qurilmalar** (SHEQ) deb atalishi qabul qilingan. SHEQlar shamol energetik tizimlarga birlashtiriladi, ular esa **shamol elektr stansiyalarni** (SHES) hosil qiladi.

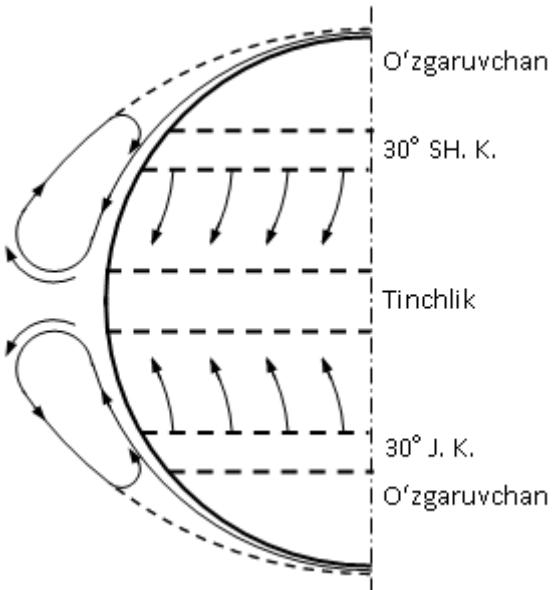
Shamol energetikasi rostlanmaydigan energiya manbai bo'lib hisoblanadi. SHESning ishlab chiqarish shamolning kuchiga bog'liq, u esa katta turg'unmaslik xususiyatiga ega. Shu sbabdan, SHEQdan elektr energiyani elektr tizimiga olish sutkalik, hamda xafkalik, oylik, yillik va ko'p yillik rejimda katta notejislar bilan farqlanadi. Energetik tizimi o'zi energiya yuklamaning bir xil emasligiga ega (chuqqilar, chuqurlar) bo'ladi. Tabiiyki, ularni shamol energetikasi bilan rostlab bshlmaydi. Shamol energetikani katta ulushlar bilan energetik tizimiga kiritilsa uni destabillashga yordam beradi. Shuning uchun shamol energetikasini energetik tizimiga birlashtirilganda zaxira quvvati (masalan, IES shaklida), hamda ishlab chiqarishdagi bir xil emasliklarni tekislash uchun mexanizmlar (GES yoki GAES ko'rinishda) talab qilinadi. Shamol energetikasining ushbu xususiyat undan olinadigan elektr energiyani ancha qimmatlashtiradi.

9.1. Shamol tavsifi

Shamol tezligi – metrlar hisobida bir sekund davomida havo massasi o'tadigan masofaga aytildi. Shamol tezligi miqdor va yo'nalishi bo'yicha doimo o'zgarib turadi, bu esa shamolning texnik xususiyatlardan muhim tavsifi bo'lib hisoblanadi.

Shamol vujudga kelishining asosiy sababi yer yuzalarni quyosh bilan notejis qizdirishdan sodir bo'ladi. Yer yuzalar bir jinsli emas: quruqlik, okeanlar, tog'lar, urmonlar bir xil kenglikdagi yuzalarni har xil qizishini belgilaydi. Yernig aylanishi ham havo oqimlarning aylanishiga olib keladi. Ushbu barcha sabablar atmosferaning umumiyligi sirkulyatsiyasini murakkablashtiradi. U yoki bu darajada bir biriga bog'langan qator yakka

sirkulyatsiyalar vujudga keladi. Ekvatorda yer yuzalarning yaqinida kuchsiz o'zgaruvchan shamollar bilan tinchlik sohasi joylashgan. Tinchlik sohasidan shimol va janub tomonida passatlar sohalari joylashgan, ular Yerning g'arbdan sharqqa aylanish oqibatda ular g'arbgaga og'ish xususiyatiga ega. Shunday qilib, shimoliy yarim sharda doimiy shamollar shimolsharqdan keladi, janubiy yarim sharda esa - janub-g'arbdan. (9.1-rasm).



9.1- Rasm Yer atmosferaning umumiyl sirkulyatsiyalanish sxemasi

Passatlar - 30° shimoliy va janubiy kenglilargacha yoyiladi va yo'naliш hamda tezligi bo'yicha havo oqimlar bir tekislanuvchaligi bilan farqlanadi. Shimoliy yarim shardagi shimolsharq passatlarning yer yuzalarga yaqinda o'rtacha tezlik 6...8 m/s-gacha bo'ladi. Katta qit'alar yaqinida ushbu shamollar temperatura va qit'alar ustidagi bosimlarning katta yillik o'zgarishlar bilan bo'ziladi. Passatlar qatlaming balandligi 1 dan to 4 km-gacha yoyilgan. Passatlar ustidan o'zgaruvchan shamollar qatlam turadi, bu qatlam ustida esa passatlarga teskari yo'naliшda harakatlanuvchi antipassatlar sohasi bo'ladi. Antipassatlar qatlaming balandligi yil fasllarga va joyga qarab 4-dan to 8 km-gacha o'zgaradi.

Subtropik kenglilarda yuqori bosimli mintaqalarda passatlar sohasi tinchlik (sokin havo) sohalar bilan almashadi. Ushbu sohalardan shimolga va janubga taxminan 70° -gacha barcha balandliklarda shimoliy yarim sharda g'arb va janub-g'arb rumblari ($11,25^{\circ}$ -ga teng kompas darajasi) orasida shamollar esadi, janubiy yarim sharda esa -g'arb va shimol-g'arb. Bundan tashqari, ushbu kengliklarda atmosferada uzlusiz paydo bo'ladi va so'nadi uyurmali harakatlar, bular esa atmosferaning umumiyl sirkulyatsiyani sodda sxemani murakkablashtiradi (9.1-rasm).

Mahalliy shamollar. Yer yuzining xususiy relef (shakl) sharoitlar (dengizlar, tog'lar va h.) mahalliy shamollarni vujudga keltiradi.

Brizlar. Kunduzi va tunda temperatura o'zgarishlar sababli dengiz sohilidan shamollar paydo bo'ladi, ularga brizlar deb ataladi. Ularning tarqalish mintaqasi - taxminan 40 km dengiz tomoniga va 40 km quruqlik tomoniga.

Mussonlar. Okean va katta dengizlar sohilidagi temperaturaning yillik o'zgartirishlar, brizlarga o'xhash, yillik davrlar bilan sirkulyatsiyani vujudga keltiradi.

Mintaqalardagi har xil hududlar bir biridan katta farqlanuvchi shamollar rejimlarga ega. Muayyan tumanidagi shamolning o‘rtacha yillik tezlik qiymati shamol dvigateldan foydalanish maqbuligi va agregatning samaradorligi haqida taxminan xulosa chiqarish uchun imkoniyatini beradi.

O‘rnatish joyni va SHEQning maqbul konstruksiyani tanlash bo‘yicha aniq texnik qarorni qabul qilish uchun turli xil yilning oylardagi turli xil joyining ko‘p nuqtalardan va turli xildagi tepaliklardan mufassal kuzatishlar zarur. Bunday kuzatishlarning natijalari meteorologiya xizmati bo‘yicha olinadigan standart meteoma’lumotlar (shamolning yo‘nalishi va tezligi) bilan taqoslanadi.

Meteorologiya xizmati bo‘yicha shamol tezligi (vizual kuzatuvlarga asoslangan) Bofort shkala asosida tasniflanadi (9.1-jadval).

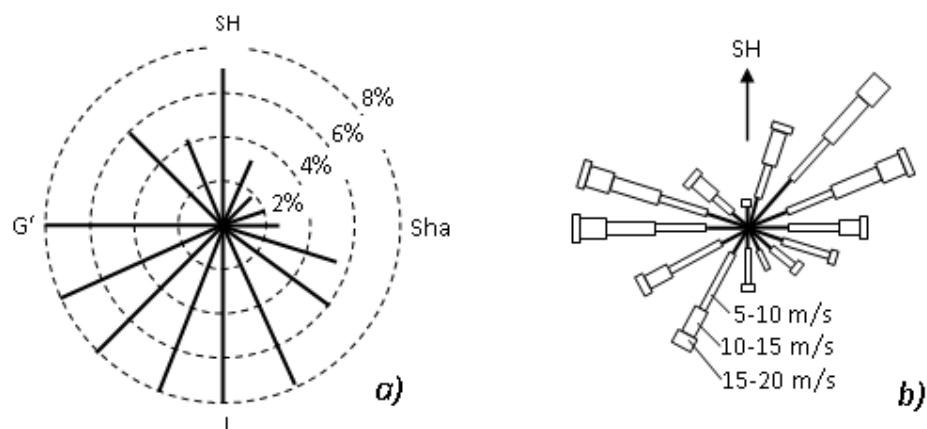
Shamolning yo‘nalishi qaysi dunyo tomonidan shamol yesayotgani bilan aniqlanadi. Shamol yo‘nalishi haqida meteoma’lumotlar **shamollar guli** shaklda beriladi (9.2-rasm), unda turli xil yo‘nalishda shamolning o‘rtacha tezligi ko‘rsatiladi. Shamollar gulida o‘rtacha tezligi o‘rniga har xil yo‘nalishidagi tezliklar bo‘yicha shamolning taqsimlanishni kursatish mumkin (9.2,-b rsm).

9.1-Jadval

Bofor shkala bo‘yicha shamol kuchi va uning shamol qurilmalarga
hamda ularning ish sharotiga ta’siri

Ballar	Shamol tezligi, m/s	Shamol kuchning tafsifi	Kuzatiladigan shamol ta’sirining natijalari	Shamolning SHEQga ta’siri	Shamolning o‘rtacha tezliklar oraliqdagi SHEQ uchun ish sharoiti
0	0,0--0,4	Sokin havo	Mo‘ridan tutun vertikal chiqadi	Yo‘q	Yo‘qlig‘i
1	0,4--1,8	Tinch	Tutun to‘liqmas tikkasiga chiqadi, flyugerlar qo‘zg‘almas. Suvning jimirlashib ketishi	- // -	- // -
2	1,8--3,6	Yengil	Shamol yuzi bilan seziladi, barglar shildiraydi, suvda aniq to‘lqinlanish	- // -	Barcha qurilmalar uchun yomon
3	3,6--5,8	Kuchsiz	Daraxtlarda barglar tebranadi, yengil bayroqlar hilpiraydi, ayrim to‘lqunlarda mavjlar (qirralar) bo‘ladi	Sekinyurar shamol parraklar aylana boshlaydi	Nasoslar va ayrim aerogenera-torlar ishi uchun qoniqarli
4	5,8--8,5	Mo’ta-dil	Draxtlarda ingichka shoxlar shildiraydi, chang va parcha qog‘ozlar ko‘tariladi, suvda ko‘p mavjlar bo‘ladi	Aerogenerator-larning g‘ildiraklar aylana boshlaydi	Aerogeneratorlar uchun yaxshi
5	8,5--11	SHabad a	Yaproqli daraxtlar liqillaydi, barcha to‘lqinlarda mavjlar bo‘ladi	SHEQning quvvati loyihadan 30% gacha erishadi	Juda yaxshi
6	11--14	Kuchli	Daraxtlarda katta shoxlar liqillaydi, telefon simlar guvullaydi, to‘lqin qirralar ko‘piklanadi	Hisob diapazonda quvvat maksimumga yaqin	Kichik gabaritli mustahkam qurilmalar uchun maql

7	14- -17	Kattiq	Barcha daraxtlar liqillaydi, to‘lqin qirralardan ko‘piklar uziladi	Maksimal quvvat	Ohirgi mukin bo‘lgan chegara
8	17- -21	Juda kattiq	Daraxtlarda shoxlar sinadi, shamolga qarshi yurish qiyin, to‘lqinlardan ko‘piklar parchalanib uziladi	Qator shamol qurilmalarni o‘chira boshlaydi	Ishlatish taqiqlanadi
9	21- -25	Shtorm, po‘rtama	Katta bo‘lman buzilishlar, tutun mo‘rilar uziladi	Barcha qurilmalar o‘chiriladi	- // -
10	25- -29	Kuchli shtorm	Katta buzilishlar, daraxtlar ildizlar bilan sug‘uriladi	Chegara yuklamalar	- // -
11	29- -34	Shidat- li shtorm	Keng masshtabli vayronlar	Ayrim qurilmalarda buzilishlar	- // -
12	34 dan ko‘ p	Uragan, to‘fon	Katta qirgin vayronlar	Jiddiy buzilish- lar, qurilmalar yemiriladi	- // -



9.2. Rasm Shamollar guli: *a* – shamol yo‘nalishi; *b* – shamol yo‘nalishi va tezligi

Shamol yo‘nalishi va tezligidan tashqari, shamol balandligi va unig vaqt bo‘yicha o‘zgarishlar ham muhim ahamiyatga ega. Turli xil balandliklarda shamol tezligi har xil bo‘ladi, shuning uchun turli xil balandliklardagi SHEQning shamol g‘ildirakka shamol ta’siri ham har xil bo‘ladi.

Amaliy masalalarda SHEQ bir yilga ishlab chiqaradigan umumiy energiyaning miqdori emas, balki doimo ta’minlaydigan quvvatni bilish ahamiyatiga egadir. Shamol tezligi 12 m/s-dan kattaroq bo‘lganda SHEQ yetarli darajada elektr energiyani ishlab chiqaradi, ayrim hollarda bu energiyani chiqarish yoki g‘amlash zarur.

Energiyani ishlab chiqarish qiyinchiliklar tinch yoki kuchsiz shamol davrlarda sodir bo‘ladi. Shuning uchun, shamol energetikasi uchun shamol tezligi 5 m/s-dan kichik bo‘lsa – shu xuddudlar yaroqsiz, tezligi 8 m/s-dan ortiq bo‘lsa – xuddudlar juda yaxshi deb qonun bo‘lib hisoblanadi.

Shunga qaramasdan, barcha hollarda mahalliy meteosharoitlarga mos bo‘lgan SHEQning tavsiflarni sinchiqlab tanlash zarur.

9.2. Shamol energetik qurilmalar

Ideal shamolparrak haqida tushuncha

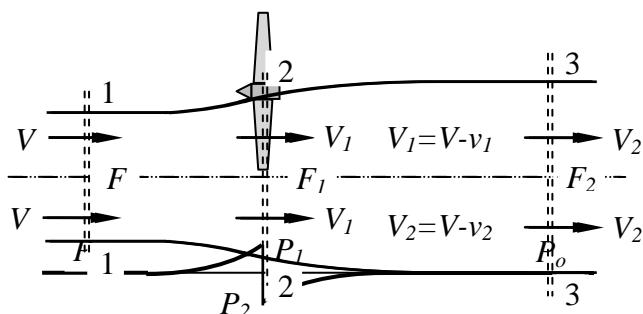
Ideal shamolparrak (vetryak) deb shunday shamol g‘ildirakka aytildiki unda:

- 1) aylanish o‘qi shamol tezligiga parallel;
- 2) kichik kengli kuraklar soni cheksiz;
- 3) qanolarning profilli qarshilik nolga teng va parrakning bo‘yiga sirkulyatsiyasi o‘zgarmas;
- 4) shamol g‘ildirakda havo oqimning yo‘qotilgan tezligi butun shamolparrakning sidirish sirti bo‘yicha o‘zgarmas;
- 5) burchak tezligi cheksizlikka intiladi.

Ideal shamolparrakning klassik nazariyasini (N. YE. Jukovskiy) bo‘yicha ideal shamolparrakning shamol energiyasidan maksimal foydalnish koeffitsiyenti $\xi=0,593$ -ga teng.

Ideal shamolparrakning amaliy nazariyasiga (G. X. Sabinin) asosan ideal shamolparrakning shamol energiyasidan maksimal foydalnish koeffitsiyenti $\xi=0,687$ -ga teng deb qabul qilingan.

Ideal shamolparrakning nazariyasini



9.3-Rasm Shamol oqim bilan shamolparrakning o‘zaro ta’sir modeli:

V -shamol tezligi (kesim 1-1); V_1 -shamolparrak tekislikdagi shamol oqimining tezligi (kesim 2-2); V_2 -shamolparrakdan keyingi shamol oqimining tezligi (kesim 3-3); v_1 -shamolparrak tekislikdagi shamol oqim tezligining tushishi; ; v_2 -shamolparrakdan keyingi shamol oqim tezligining tushishi; P_o -shamolparrakgacha va undan keyingi havo bosimi; P_1 va P_2 -shamolparrak tekisligigacha va undan keyingi havo bosimi

Tezlikning to‘la tushishi shamolparrakdagidagi tushishidan 2 marota katta:

$$v_2 = 2 v_1 ; \quad (9.1)$$

bu yerda v_1 – shamolparrakda shamol tezligining tushishi, m/s;

v_2 – shamolparrakdan keyingi shamol oqim tezligining to‘la, m/s.

6.1 tenglik ko‘rsatadiki, havo oqim tezligining tushishi faqat shamolparrak kesimida emas, balki shamolparrakdan muayyan masofada ham tushadi, shu bilan tezlikning to‘la tushishi shamolparrakda tushishidan 2 marta katta.

Ideal shamolparrak qabul qilinadigan shamol energiyasining, shamolparrakni siypab o‘tadigan sirtiga teng bo‘lgan kesim orqali o‘tadigan shamol energiyadan sekundlik ishning nisbati – shamol energiyasidan foydalananish ideal koeffitsiyenti:

$$\xi_i = \frac{P(V - v_1)}{F \frac{\rho V^3}{2}} ; \quad (9.2)$$

bu yerda R – shamolning ro‘para bosimi, N;

F – shamolparrakni siypab o‘tadigan sirtining yuzasi, m^2 ;

ρ – havo zichligi, kg/m^3 .

Siypab o‘tadigan yuzaga yuklama koeffitsiyent yoki ro‘para qarshilik koeffitsiyent:

$$B = \frac{2P}{F\rho V^2} . \quad (9.3)$$

To‘xtash koeffitsiyent:

$$ye = v_1 / V . \quad (9.4)$$

Ideal shamolparrakning klassik nazariyasiga asosan to‘xtash koeffitsiyent $ye=1/3$ bo‘lganda quyidagi asosiy holatlar chiqadi:

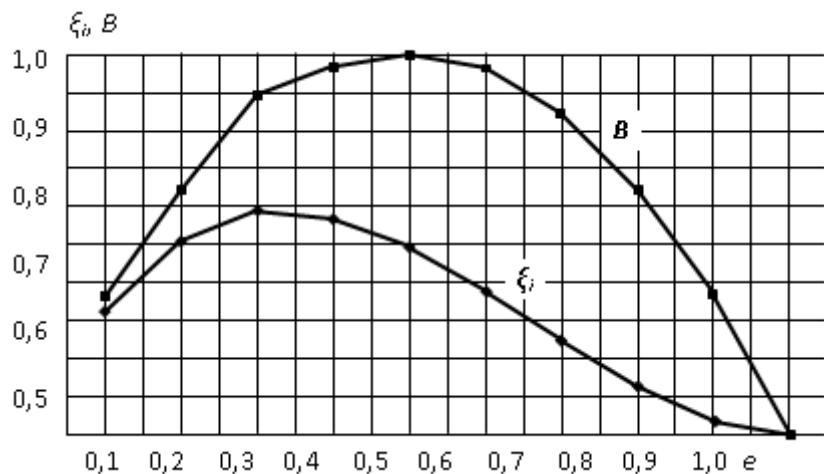
1. Ideal shamolparrakning shamol energiyasidan maksimal foydalanish koeffitsiyent $\xi_i=0,593$ -ga teng.

2. Shamolparrak tekislikdagi tezlikning tushishi shamol tezligidan uchdan bir qismiga teng: $v_1 = \frac{1}{3}V$.

3. Shamolparrakdan keyingi shamol tezlikning to‘la tushish shamolparrak tekislikdagi tezlik tushishidan 2 marta katta: $v_2 = 2 v_1$. Shunday qilib, shamolparrakdan keyingi shamol tezligi shamolparrakdan oldindagi shamol tezligidan 3 marta kichik: $v_2 = \frac{2}{3}V$.

4. Shamolparrakning siypab o‘tadigan sirtiga yuklama koeffitsiyent $B=0,888$ -ga teng.

$ye=v_1/V$ to‘xtash koeffitsiyentni 0 dan to 1 gacha oraliqda olib, (9.2) va (9.3) tenglamalar yordamida xisoblab, ξ_i va B koeffitsiyentlar qiymati olinadi.



9.4-Rasm. ye to‘xtash koeffitsiyent o‘zgarishi bilan ξ_i foydalanish va V yuklama koeffitsiyentlarning qiymatlar

Real shamolparrakning ishi

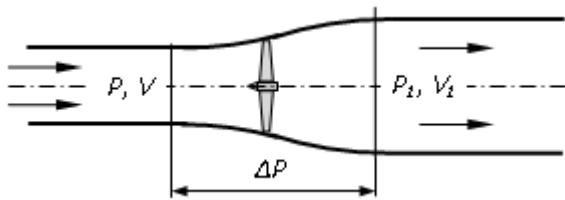
Shamol g‘ildirak chiqaradigan quvvat quyidagicha ifodalanadi:

$$N = \xi F \rho V^3 / 2 ; \quad (9.5)$$

bu yerda ξ -quvvat koeffitsiyenti;

F -g'ildirakni shamol siypab o'tadigan yuza, m^2 ;

ρ -havo zichligi, kg/m^3 ; V -shamol tezligi, m/s .



9.5-Rasm Shamol g'ildirakka ro'para bosim:

V, V_1 – shamol oqimining tezligi va P, P_1 – shamol g'ildirakdan oldingi va keyingi bosim; ΔP – shamol g'ildirakdagi bosim tushishi

SHEQning maksimal loyiha quvvat standart sifatida qabul qilingan 12 m/s-ga yaqin bo'lgan shamol tezligi uchun aniqlanadi. Bunda $\xi=0,35\dots0,45$ bo'lganda siypab o'tadigan 1 m^2 yuzadan olinadigan quvvat –300 Vt-ga yaqin.

(6.5) formulaga asosan SHEQning hisoblangan quvvat:

$$N = \xi F \frac{\rho V^3}{2} = \xi \frac{\pi D^2}{4} \frac{\rho V^3}{2} . \quad (9.5a)$$

Hisoblangan quvvati bo'yicha shamol g'ildirakning D diametr aniqlanadi:

$$D = \sqrt{\frac{8N}{\pi \xi \rho V^3}} . \quad (9.6)$$

Standart sharoitida ($V=12$ m/c; $\xi=30\%$; $\rho=1,2$ kg/m³), soddalashtirishdan keyin:

$$D = 6,4 \times 10^{-2} \rho N . \quad (9.6a)$$

Shamol g'ildirakning Z tezyuruvchaligi kuraklarning uchlari aylanma tezligining bostirib keluvchi qo'zg'almagan oqim tezligiga nisbatini ifodalaydi:

$$Z = \frac{Dw}{2V} ; \quad (9.7)$$

bu yerda w - shamol g'ildirakning aylanish burchak tezligi, s^{-1} .

Shamol g'ildirakning maqbul tezyuruvchaligi empirik formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Z = 4 \pi / n ; \quad (9.7a)$$

bu yerda n - shamol g'ildirakdagi kurakchalar soni.

(9.7) ni hisobga olgan holda, shamol g'ildirakning aylanish davri T :

$$T = \frac{2\pi}{w} = \frac{\pi D}{ZV} . \quad (9.8)$$

Bostirib keluvchi oqim shamol g'ildirakka beradigan quvvatning bir qismini ξ quvvat koeffisiyenti aniqlaydi:

$$\xi = N / N_o = 4 ye (1 - ye) ; \quad (9.9)$$

bu yerda N_o - bostirib keluvchi oqimning quvvati, Vt.

Shamol g'ildirakka bostirib keluvchi oqim tezligining nisbiy kamaishini oqimning to'xtash ye koeffisiyenti ifodalaydi (rsm 6.5):

$$e = (V - V_1) / V . \quad (9.10)$$

$ye=1/3$ bo‘lganda, ζ maksimal qiymatga erishadi:

$$\zeta_{max} = 0,59 . \quad (9.11)$$

(9.11) shartiga **Bets mezoni** (kriteriy) deb ataladi. Bu shart suyuqlik yoki gazning siyab o‘tadigan oqim asosida ishlaydigan har qanday energetik qurilma uchun o‘z kuchiga ega. Zamonaviy real shamol g‘ildiraklar uchun $\zeta=0,38\dots0,48$ oraliqda yotadi.

Foydali ish koeffisiyenti (9.11) sharti bilan aniqlanadi:

$$\eta = \zeta_{re} / \zeta_{max} ; \quad (9.12)$$

bu yerda ζ_{re} – SHEQdagi shamol g‘ildirakning haqiqiy (real) quvvat koeffisiyenti.

9.2-Jadval

ζ	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44
e	0,111	0,115	0,12	0,124	0,128	0,133	0,138	0,143	0,148	0,154

9.3-Jadval

Shamol tezligi $V=12$ m/c; quvvat koeffisiyenti $\zeta=30\%$; havo zichligi $\rho=1,2$ kg/m³; tezyuruvchanligi $Z=6$ bo‘lganda turli xil loyiha quvvatidagi SHEQning parametrlar

SHEQ tasnifi	Hisoblangan (loyiha) quvvat N , kVt			Shamol g‘ildirak diametri D , m			Aylanish davri T , s			
Kichik	10		25		6,4		10		0,3	
O‘rtacha	50		100		150		14		20	
Katta	250		500		1000		32		49	
Juda katta	2000		3000		4000		90		110	
							130		3,9	
									4,8	
									5,7	

Nazorat savollari:

1. Shamol energiyasi tavsifini tushuntiring?
2. Real shamolparrakning ishini tushuntiring?
3. Shamol energetik qurilmalarini ishslash prinsipini tushuntring?
4. Shamol elektr stansiyalarini tasnifini tushuntiring?

10-MA’RUZA: Shamol elektr agregatlari.

REJA:

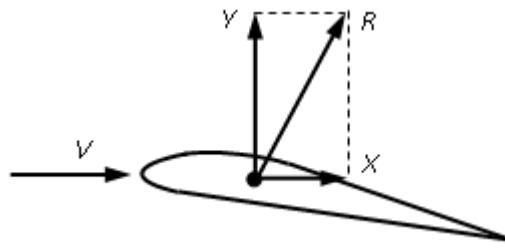
- 10.1. Shamol energetik qurilmalarning konstruksiyalari.
- 10.2. Shamol energetik tizimlar
- 10.3. Kichik shamol energetikaning iqtisodiyoti
- 10.4. O‘zbekistonda shamol energetikaning potensiali

10.1. Shamol energetik qurilmalarning konstruksiyalari.

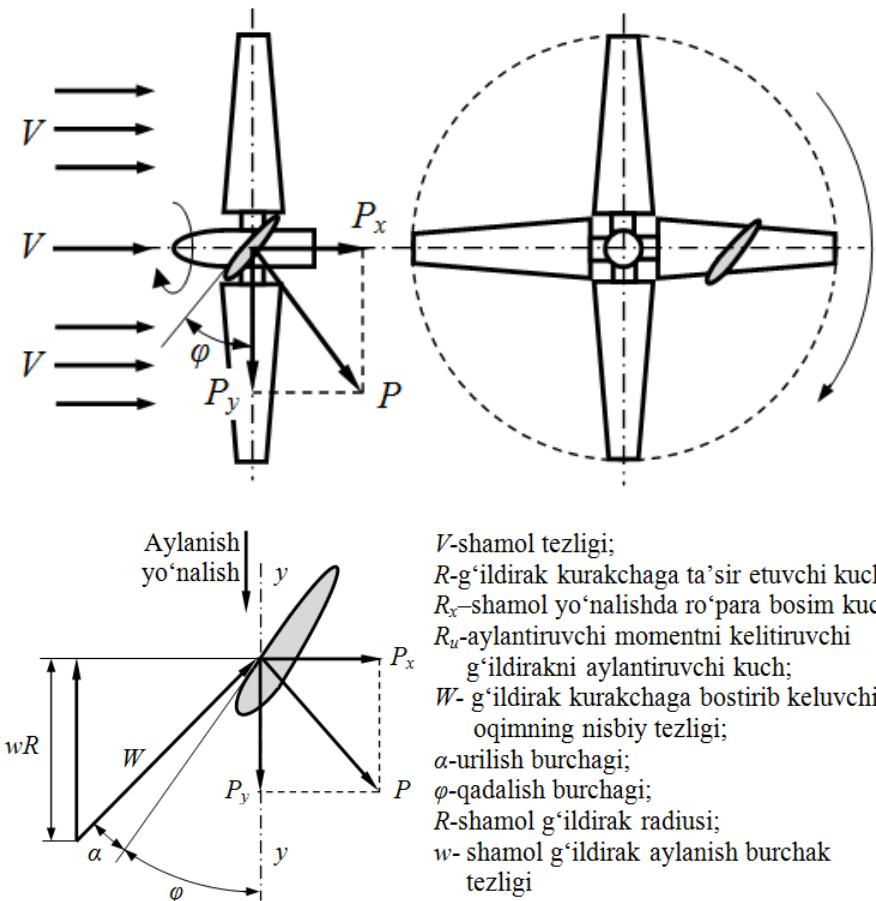
Konstruksiya bo‘yicha shamol g‘ildirak (SHG‘) ikkita alomat bo‘yicha tasniflanadi (10.1-rasm):

1. ko‘taruvchi kuchdan foydalanuvchi (Y);
2. qarshilik kuchdan foydalanuvchi (X).

Masalan, qarshilik X kuchdan foydalanuvchi SHEQlarga yelkan (parus) kiradi. Ko‘taruvchi Y kuchdan foydalanuvchi SHEQlar dunyo shamol energetikada ko‘proq uchraydi, chunki kurakchalar uchining chiziqli tezligi (ko‘taruvchi Y kuchning ta’sir etish yo‘nalishga mos) shamol V oqim tezligidan ancha katta qiymatga erishish mumkin.



10.1-Rasm Qanotga ta'sir etuvchi aerodinamik kuchlarnig to'rtburchaklik



10.1-a Rasm Shamol g'ildirakka ta'sir etuvchi kuchlar

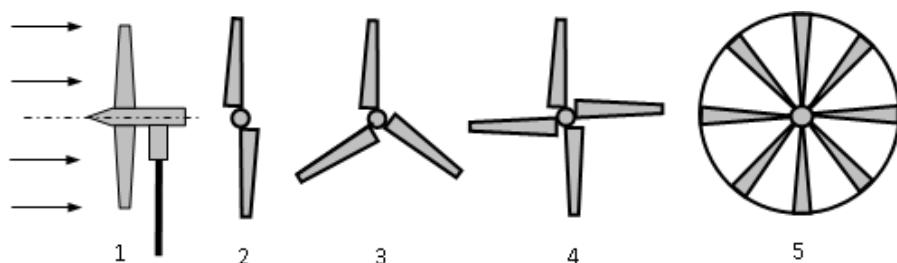
Havo oqimi W nisbiy tezligi bilan α burchak ostida bostirib keladi va kurakchaga R kuch bilan ta'sir etadi. G'ildirakni aylanishga keltiradigan maksimal kuch muayyan α urilish burchak ostida hosil bo'ladi. Aylanma tezlik kurakchaning uzunligi bo'yicha bir xil emas, uning elementlari g'ildirak aylanish o'qdan uzoqlashgan sari tezlik ortib boradi, nisbiy tezlik W ham ortib boradi. Demak, qanotning barcha elementlar maksimal ko'tarish kuchiga ega bo'lmaydi. Agarda kurakchadagi har bir elemetning ϕ burchakni uning aylanish o'qdan uzoqlashgan sari o'zgarib va eng samarali α urilish burchak taxminan o'zgarmas saqlanadigan bo'lsa, u holda kurakchaning barcha elementlar taxminan o'zining maksimal ko'taruvchi kuch bilan ishlaydigan shart bo'lib qoladi. Qadalish ϕ burchak o'zgaruvchan bo'lsa kurakchaning **sirti vinsimon** shakliga ega bo'ladi. Sifatli bajarilgan modellarda shamol energiyasidan foydalanish koeffitsenti $\zeta=46\%$ -gacha boradi.

Mavjud bo‘lgan SHEQlar SHG‘ning tuzilish sxemasi va shamol oqimda uning vaziyati bo‘yicha uchta tasnifga bo‘linadi.

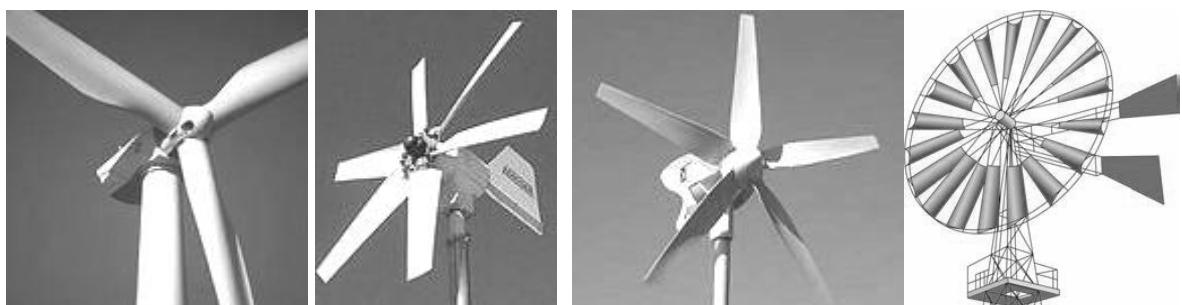
Birinchi tasnif. Bu tasnifga shamol g‘ildirak vertikal tekislikda joylashgan, aylanish tekisligi esa shamol yo‘nalishiga parallel (shamol g‘ildirakning o‘qi oqimga parallel) bo‘lgan shamol dvigatellar kiradi. Bunday shamol dvigatellarga **parrakli** deb ataladi.

Parrakli shamol dvigatellar shamol g‘ildirakka, tezyuruvchanligiga (10.2) qarab uchta guruhga bo‘linadi (10.2-rasm):

- ko‘p kurakchali shamol dvigatellar, sekin yuruvchi, tez yurutuvchanligi $Zn \leq 2$;
- ko‘p kurakchali shamol dvigatellar, sekin yuruvchi, tez yurutuvchanligi $Zn > 2$, shu jumladan shamol tegirmonlar ham;
- kam kurakchali shamol dvigatellar, tez yuruvchi $Zn \geq 3$.



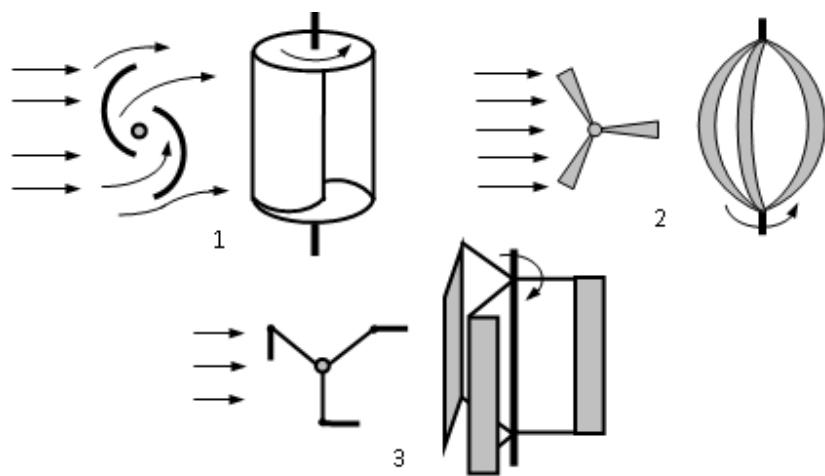
10.2- Rasm Shamol g‘ildiraklarning sxemasi: 1 – aylanish o‘qi gorizontal, shamol yo‘nalishiga parallel; 2-ikki kurakchali; 3-uch kurakchali; 4-to‘rt kurakchali; 5-ko‘p kurakchali



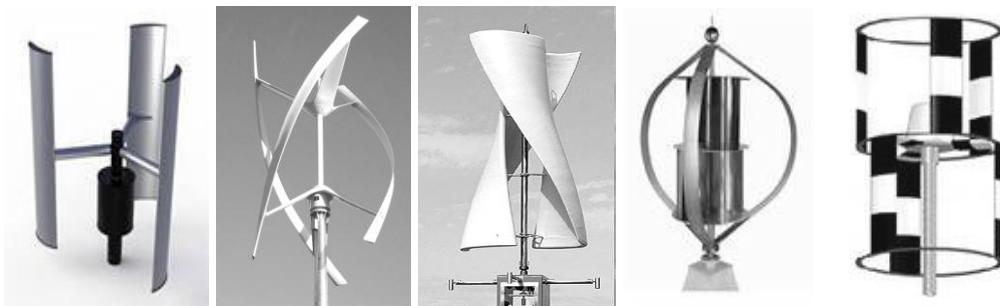
10.2-a Rasm Aylanish o‘qi gorizontalli turli xil shamol g‘ildiralarining konstruksiyasi

Ikkinci tasnif. Ushbu tasnifga shamol g‘ildirakning aylanish o‘qi vertikal bo‘lgan shamol dvigatellar kiradi. Konstrutiv tuzilishi bo‘yicha ular ikki guruhga bo‘linadi:

- **karuselli** shamol dvigatellar, ishchi bo‘limgan kurakchalar yo pardaga bilan yopiladi, yo qirra bilan shamolga ro‘para joylashadi;
- **rotorli** Savonius tizimidagi shamol dvigatellar.

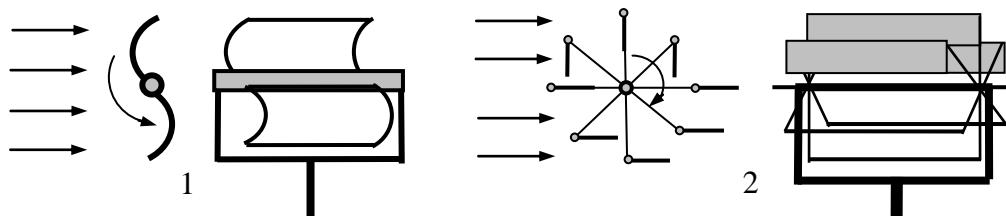


10.3-Rasm Aylanish o‘qi vertikal, shamol yo‘nalishiga perpendikulyar shamol g‘ildiraklarning sxemalari: 1-Savonius rotor, 2-Dare rotor, 3-to‘g‘ri kurakchali rotor

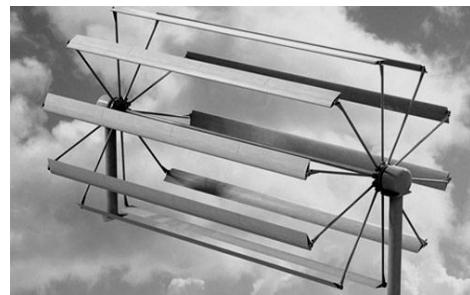


10.3-b Rasm Aylanish o‘qi vertikal shamol g‘ildiraklarning konstruksiyasi

Uchinchi tasnif. Ushbu tasnifga suv tegirmon g‘ildiraklarga o‘xshab ishlaydigan, **barabanli** shamol dvigatellar kiradi. Bunday shamol dvigatellarda aylanish o‘qi gorizontal va shamol yo‘nalishiga perpendikulyar bo‘ladi.



10.4- Rasm Aylanish o‘qi gorizontal, shamol yo‘nalishiga perpendikulyar shamol g‘ildiraklarning sxemasi: 1-Savonius rotor; 2-barabanli



10.4-a. Rasm Baraban turidagi shamol g'ildirakning sxemasi

Karuselli va barabanli shamol dvigatellarning asosiy kamchiliklari shamol g'ildirakning ishchi yuzalarning shamol oqimida joylashish negizidan kelib chiqadi, ya'ni:

1. G'ildirakning ishchi kurakchalar havo oqim yo'nalishda ko'chadi, shuning uchun shamol yuklama bir vaqtida barcha kurakchalarga emas, balki navbat bilan ta'sir etadi. Natijada har bir kurakchaga uzlukli yuklama ta'sir etadi, shamol energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti juda ham kichik bo'ladi va 10% dan oshmaydi (eksperimental tekshirishlar bilan aniqlangan).

2. Shamol g'ildirak yuzalarning harakati shamol yo'nalishda bo'lganligidan katta aylanishlarga erisha olmaydi, chunki kurakchalarning yuzalari shamol tezligidan tez harakatlana olmaydi.

3. Foydalilanayotgan havo oqimning qismi (siypab o'tadigan yuza) g'ildirak o'zining o'lchamga nisbatan ancha kichik, bu esa o'rnatilgan quvvat birligiga to'g'ri keladigan o'zining og'irligini oshiradi.

Rotorli Savonius tizimli shamol dvigatelning shamol energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti 18%-ga teng.

Yuqorida keltirilgan karuselli va barabanli shamol dvigatellarning kamchiliklar parrakli shamol dvigatellarda bo'lmaydi. Ushbu tasnidagi shamol dvigatellarning asosiy afzalliklar - yuqori ayrodinamik tavsiflarga ega, ularni katta quvvatli qilib tyyorlash uchun konstruktiv imkoniyati, quvvat birligiga nisbatan og'irligi qichik.

Zamonaviy shamol generatorlar 3...4 m/s-dan to 25 m/s-gacha shamol tezliklarda ishlaydi.

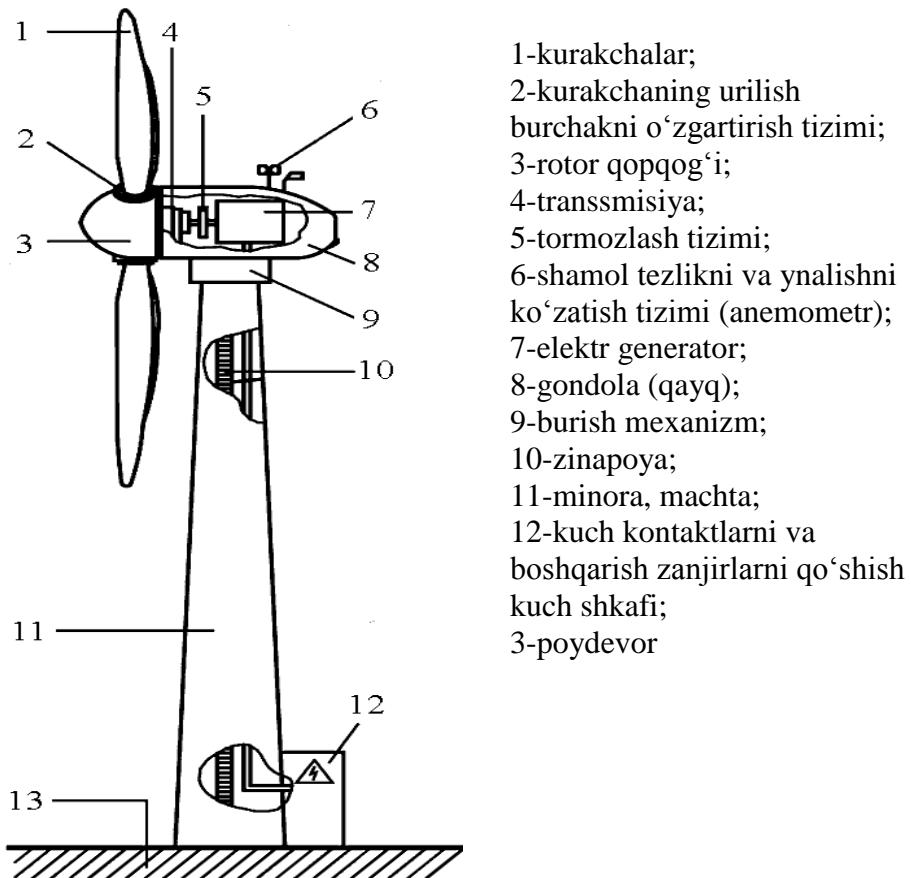
Uchta kurakchali va aylanish o'qi gorizontal bo'lgan shamol generatorlar dunyoda eng ko'p tarqalgan.

Elektr energiyani ishlab chiqarish ekologik toza va qayta tiklanadigan energiya manbadan foydalanish afzalliklarga ega bo'lgani bilan, shamol enegetika qator muhim kamchiliklarga ega.

Shovqin.

Shamol energetik qurilmalar ikki turidagi shovqinlarni chiqaradi:

- mexanik shovqin (mexanik va elektr qismlar ishidan shovqin);
- aerodinamik shovqin (shamol oqim bilan qurilmadagi kurakchalarning o'zarotidan shovqin, SHEQning minora yonidan kurakchalar o'tayotganda kuchayadi).



10.5-Rasm SHEQning tuzilish sxemasi

10.1-Jadval

Shovqin manbai	Shovqin darajasi, dB
Odamning eshitish og'riqqa bo'sag'asi (chegarasi)	120
250 m masofada reaktiv dvigatel turbinadan shovqin	105
7 m masofada mexanik (otboyniy) bolg'adan shovqin	95
100 m masofada 48 km/soat tezlikda harakatlanuvchi yuk mashinadan shovqin	65
Idora (ofis) dagi shovqin	60
64 km/soat tezlikda harakatlanuvchi yengil mashinadan shovqin	55
350 m masofada shamol generatordan shovqin	35-45
Tunda qishloqdagagi shovqin	20-40

SHEQning bevosita yaqinida shamol g'ildirak yonida shovqin darajasi ancha yuqori bo'ladi va 100 dB-dan ko'p bo'lish mumkin. Zamonaviy SHEQlarda katta akustik shovqin faqat ishlaydigan SHEQning yaqin yonida bo'ladi. Masalan, 2,0 MVt-li ishlaydigan SHEQdan 100 m masofada shovqin 40 dB tashkil etadi. Odam eshitadigan shovqindan tashqari, SHEQning atrofida 6...7 Gs chastotali titrashlarni hosil qiluvchi xavfli infratovush hosil bo'ladi. Uning ta'sirida uy derazalarda oynalar dirillaydi. Ko'pchilik yevropa mamlakatlarda qabul qilingan qonunlar ishlaydigan SHEQlardan bo'lgan shovqin darajasini

kunduz vaqtida 45 dB-gacha va tungi vaqtida 35 dB- gacha chegaralaydi. Qurilmalardan yashaydigan uylargacha masofa – 300 m.

Vizual ta'siri.

SHEQning vizual ta'siri – subektiv omil (did va rang). Obektiv omil – quyosh–kuzatuvchi chizig‘iga SHEQ tushganda milt–milt soyalar bilan ko‘rish organlarni og‘ritish mumkin. Shamol qurilmalarning estetik ko‘rinishni yaxshilash uchun ko‘p yirik firmalarda professional dizaynerlar ishlaydi. Yangi loyihalarni vizual asoslab berish uchun landshaft (manzara) arxitektorlar jalg qilinadi.

Yerdan foydalanish.

Turbinalar shamol fermaning butun hududdan faqat 1% yerni egalaydi. Ferma maydonidan 99% yerda qishloq xo‘jalik yoki boshqa faoliyati bo‘yicha shug‘ullanish mumkin. SHEQning poydevor 10 m diametrli joyni egalaydi va odatda to‘liq yer tagida turadi, amalda minora asosgacha qadar qishloq xo‘jalik ishlar uchun ushbu yerdan foydalanish mumkin. Yer ijaraga topshiriladi, bu esa fermerlarga qo‘srimcha daromad olish imkoniyatini beradi. Sanoat masshtabda elektr energiyani ishlab chiqarish uchun katta maydonlarni ajratish zarur – taxminiy hisobda 1 kWt quvvatga 400 m^2 kerak. Bu shart quyidagi talablarga bog‘langan, ya’ni SHES tarqibidagi barcha SHEQlar normal holatda ishlash uchun SHEQlar orasidagi ma’lum bir meyorda (shamol guli yo‘nalishiga qarab shamol g‘ildirakning 5...15 diametrler), hamda SHEQlar bilan yirik mahalliy tusiqlar orasidagi masofalarni ta’minlash zarur.

Hayvon va qushlarga ta’sir etish.

Hayvon va qushlar uchun potensial xavf–xatarlik mavjud bo‘lganligi sbabdan, ajratilgan mintaqalarda SHEQlarni joylashtirish salbiy oqibatlarga olib kelish mumkin. SHEQlarning xavfsiz ishlatilishi (professional mutaxassislarini – zoologlarni majburiy jalg qilish bilan) asoslangan bo‘lish kerak.

Radiohalaqitlar.

SHEQning metalli inshootlar, aynilsa kurakchalardagi elementlar, radio va tele uzatishlarni qabul qilishga ancha halaqitlarni keltirish mumkin. SHEQ qancha katta bo‘lsa, shuncha ko‘p u halaqitlarni keltiradi. Qator xolatlarda ushbu muammolarni yechish uchun qo‘srimcha retranslyatorlarni o‘rnatishga to‘g‘ri keladi.

Ancha katta kapital xarajatlar: AESlarga qaraganda taxminan 5...10 marta ko‘p.

Shamol generatorlarni ikkita toifalarga ajratish mumkin: **sanoat** va **xususiy foydalanish** uchun. Sanoat SHEQlar davlat yoki yirik energetik korporasiyalar tomonidan o‘rnataladi. Odatda ular tarmoqlarga birlashtiriladi, ya’ni SHESlar hosil qilinadi. An’anaviy (issiqlik, atom) elektr stansiyalardan ularning asosiy farqi — xech qanday xom-ashyo va chiqindilarning to‘liq yo‘qligidir. SHESlar uchun bitta yagona muhim talab — shamolning yuqori o‘rtacha yillik darajasi.

SHEQlar SHESlarning ulkan majmualarda (mazkur joydagi shamollarning asosiy yo‘nalishlarga perpendikulyar holda) uzun qatorlar ko‘rinishda joylashtiriladi. Ko‘pincha ular havo oqimlar doimiy quvvatli va yetarli darajada bo‘lgan tekis joylarda yoki dengiz bo‘ylarda joylashtiriladi. Shamol energiyani ishlab chiqarish uchun qirg‘oq bo‘yidagi mintaqalar eng samarali va istiqbolli hisoblanadi. Dengizda qirg‘oqdan 10...12 km masofada (ayrim hollarda bundan ham uzoq) ofshor mintaqalarda shamol elektr stansiyalar quriladi. Shamol generatorlarning minoralar 30 m chuqurliqqa qoqilgan svaylardan yasalgan poydevorga o‘rnataladi.

Yirik SHEQlarni ta'mirlash tadbirlar ancha katta muammolarni tug'diradi, chunki yirik qismlarni (parrak, rotor va b.) 100 m-dan katta balandlikda almashtirish bu murakkab va qimmatbaho jarayonlardir.



10.6-Rasm. SHESlarni tashkil etuvchi SHEQlar tizimi



10.7-Rasm Dengizda o'rnataladigan SHESlar majmuasi

10.2. Shamol energetik tizimlar

Shamol energetik tizimlar SHEQning ishlab chiqariladigan quvvati R buyicha energetik tizimning elektr generator R_G quvvatiga nisbatan tasniflanadi.

10.2-Jadval

Shamol energetik tizimlarning tasnifi

Tasnif	SHEQning quvvati	SHEQning avtonomlik darajasi	Boshqarish usullar
A	$R > P_G$	Avtonom	a) shamol g'ildirak qadami bilin; b) yuklama bilan
V	$R \approx P_G$	Shmol-dizelli	a) SHEQ va dizel-generatorlarning ajralgan holda ish; b) SHEQ va dizel-generatorlarning birgalikdagi ish
S	$R < P_G$	Baqvvat elektr tarmoqqa qo'shilgan	a) o'zgarmas tok generator parametrlar bilan; b) o'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokka o'zgartirish; v) sirg'anish koefisiyentni o'zgartirish

A tasnif. Energetik tizimidagi SHEQ bilan ichshlab chiqariladigan quvvat belgilovchi kattalik hisoblanadi. Ushbu tasnifga asosan biror energetik tizimga qo'shilmagan bir generatorli SHEQlar kiradi. Bunday SHEQlarning quvvati 5 kWt oshmaydi, ayrim tumanlarda

yoritish, mayak (chiroq), aloqa vosita va boshqalar uchun elektr ta'minot maqsadiga mo'ljallangan.

B tasnif. SHEQning quvvati tizimdagi boshqa generatorlar quvvati bilan bir hil. Bunday holat o'zoqlashgan tumanlardagi katta bo'lman energetik tizimlar uchun tavsiflidir. Ko'pincha «boshqa generator» sifatida dizel elektr generator bo'ladi. Bunday holda SHEQdan foydalanish dizel yoqilg'ini tejash imkoniyatini beradi. Dizel generator faqat shamolsizlikda qo'shiladi va shamol kuchsiz bo'lganda SHEQ bilan parallel ishslash mumkin.

S tasnif. SHEQ o'zining quvvatidan ancha katta quvvatiga ega bo'lgan energetik tizimiga qo'shilgan. Qayerda katta quvvatli kommunal yoki boshqa energetik tizimlar mavjud bo'lsa, bu tumanlarda turli xil quvvatli SHEQlarning ishlashi eng keng tarqalgan tavsifli holdir. Bunda SHEQlarning energiyasidan bevosita foydalaniladi, undan ortiqchasi esa energetik tizimiga o'tkaziladi. Kuchsiz shamolda va shamolsizlikda iste'molchi elektr energiya bilan energiya tarmoqdan ta'minlanadi.

Shamol energetik tizimlar quyidagi tarkibiy qismlarni o'z ichiga oladi:

1. Shamol energetik qurilma, SHEQ – asosan shamol g'ildirak, generator va machta (minora) lardan iborat.

2. Kontrolyor – SHEQdagi ko'p jarayonlarni boshqaradi (kurakchalarni burish, akkumulyatorni zaryadlash, himoya qilish funksiya va b.). U generator ishlab chiqaradigan o'zgaruvchan tokni akkumulyator batareyalarni zaryadlash uchun o'zgarmas tokka o'zgartiradi.

3. Kuch shkaf. Almashlab ulagich va saqlagichlar.

4. Akkumulyatorli batareyalar – shamolsiz soatlarda foydalanish uchun elektr energiyani to'playdi. Bundan tashqari, ular generatordan chiqadigan kuchlanishni tekislaydi va stabillashtiradi. Ular tufayli birdan kuchayadigan shamolda ham uzlusiz stabillashgan kuchlanish ta'minlanadi. Obektlarning ta'minoti akkumulyatorli batareyalardan beriladi.

5. Invertor – akkumulyatorli batareyalarda to'plangan o'zgarmas tokni ko'pchilik elektr asboblar iste'mol qiladigan o'zgaruvchan tokka o'zgartiradi.

6. Elektr tok manbani avtomatik almashlab ulagich – AVR.

Asosiy elektr manbai yo'qolganda 0,5 sekund davomida bir nechta elektr ta'minot manbalar orasida avtomatik almashlab ularshni amalga oshiradi. SHEQni, umumiyligi elektr tarmoqni, dizel generatorni va boshqa eletr manbalarni yagona avtomatlashtirilgan tizimga birlashtirish imkoniyatini beradi.

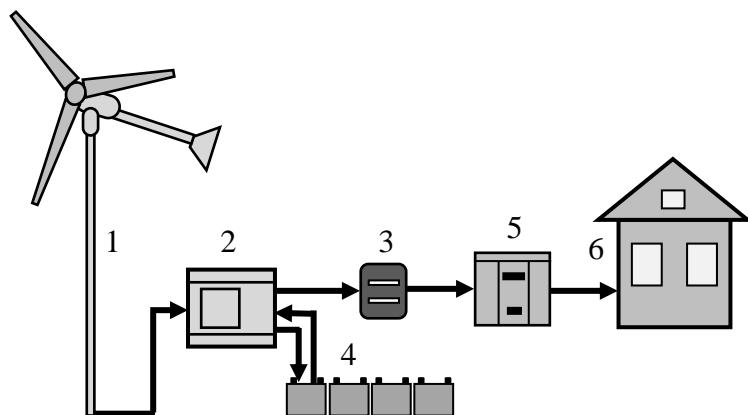
7. Anemoskop va shamol yo'naliш o'lchagich – o'rta va katta quvvatli SHEQlarda shamol tezligi va yo'naliши haqida ma'lumotlar bilan ta'minlaydi. SHEQ doim avtomatik ravishda shamol bo'yicha yo'naltiriladi.

Shamol energetik majmuasining ishi uchta asosiy kattalilar bilan belgilanadi:

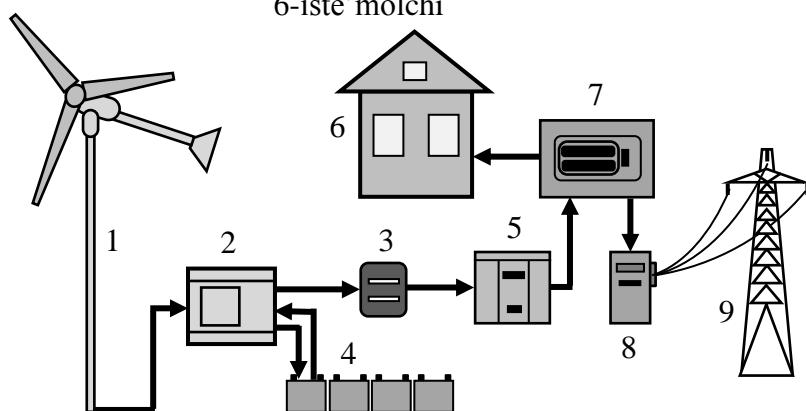
1. SHEQning chiqarish quvvati (kVt) faqat o'zgartirgich (invertor) quvvati bilan belgilanadi va shamol tezligiga, akkumulyator sig'imga bog'lik emas. «Cho'qqili (pikovaya) yuklama» deb nomланади. Bu ko'rsatkich bir vaqtning o'zida elektr tizimiga qo'shilish mumkin bo'lgan elektr asboblarning maksimal miqdorini belgilaydi. Chiqish quvvatini oshirish uchun bir vaqda bir nechta invertorlarni ularsh mumkin.

2. Shamol yo'qligida yoki kuchsiz bo'lganda uzlusiz ish vaqtini akkumulyatorli batareyalarning hajm bilan belgilanadi ($A \times$ soat yoki kVt) va iste'mol qilish quvvatiga hamda davomliliga bog'liq. Agarda elektr energiyani iste'mol qilish kamdan kam bo'lib, lekin katta miqdorda bo'lsa, bu holda akkumulyatorlar katta hajmli bo'lish kerak.

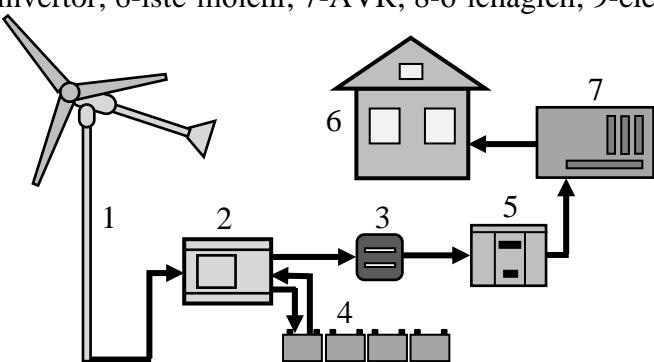
3. Akkumulyatorli batareyalarini zaryadlash tezligi (kVt/soat) generatorning quvvatiga bog'liq. Hamda bu ko'rsatkich bevosita shamol tezligiga, bilvosita esa machta (minora) balandligiga va joyning relefga (shakliga) bog'liq. Generator quvvati qancha katta bo'lsa, shuncha tez akkumulyatorli batareyalar zaryadlanadi, bu esa batareyadan elektr energiyani tezrok va katta hajmda iste'mol qilish imkoniyatini yaratadi. Akkumulyatorli batareyalarini zaryadlash tezligini oshirish uchun bir vaqtning o'zida bir nechta generatorlarni o'rnatish va ularni bitta akkumulyatorli batareyaga ulash mumkin.



10.8-Rasm Obektning avtonom ta'minoti (A toifali). Obekt faqat SHEQdan iste'mol qiladi.
1-SHEQ; 2-kontroler; 3-almashlab ulagich-saqlagich; 4-akkumulyatorli batareya; 5-invertor;
6-iste'molchi

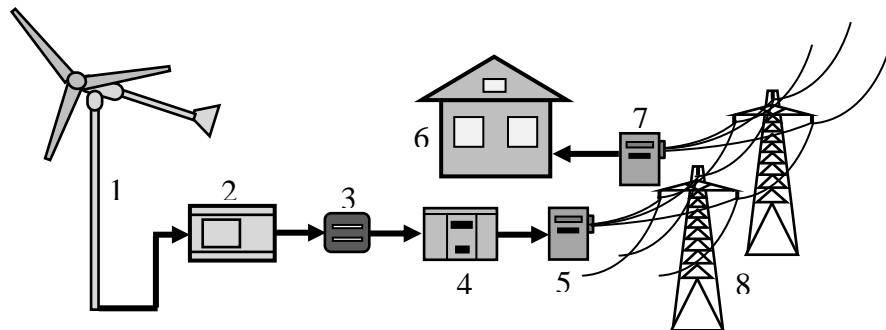


10.9-Rasm SHEQ elektr tarmoqqa ulangan (S toyfali). Shamol yo'qligida va akkumulyatorlar to'liq zaryadsizlanganda AVR obektning ta'minotini elektr tarmoqqa o'tkazadi. Ushbu sxemadan teskari ham foydalanish mumkin – SHEQ zaxira iste'mol manbai sifatida foydalilaniladi. Bu holda elektr tarmoqdan ta'minot yo'qolganda AVR elektr tarmoqni SHEQka o'tkazadi. 1-SHEQ; 2-kontroler; 3-almashlab ulagich-saqlagich; 4-akkumulyatorli batareya; 5-invertor; 6-iste'molchi; 7-AVR; 8-o'lchagich; 9-elektr tarmoq



10.10-Rasm SHEQ bilan zaxiradagi dizel generator (V toyfali).

Shamol yo‘qligida va akkumulyatorlar zaryadsizlanganda avtomatik ravishda zaxiradagi generator qo‘shiladi. 1-SHEQ; 2-kontroler; 3-almashlab ulagich-saqlagich; 4- akkumulyatorli batareya; 5-invertor; 6-iste’molchi; 7-dizel-generator



10.11-Rasm Elektr tarmoqqa birlashtirilgan akkumulyatorsiz SHEQ (S toyfali).

Elektr tarmoq akkumulyatorli batareyalar o‘rniga foydalaniladi – unga barcha ishlab chiqargan elektr energiya uzatiladi va undan iste’mol qilinadi.

1-SHEQ; 2-tarmoqli kontroler; 3-almashlab ulagich-saqlagich; 4- tarmoqli invertor; 5-teskari o‘lchagich; 6-istemolchi; 7-o‘lchagich; 8-elektr tarmoq

10.3. Kichik shamol energetikaning iqtisodiyoti

Individual hujaliqlarni elektr energiya bilan ta’minalashda SHEQlarni qo’llash, ya’ni kichik energetikani keng joriy qilishga o‘ziga xos bir qator to‘sinqlik qiluvchi omillar mavjud.

1) Invertoring yuqori narxi – butun qurilmaning narxidan 50%-ni tashkil etadi. SHEQdan olinadigan o‘zgaruvchan yoki o‘zgarmas tokni ~220 V 50 Gs-ga o‘zgartirish va generator parallel ishlaganda uni tashqi tarmoq bilan fazaga bo‘yicha sinxronlashtirish uchun qo’llaniladi.

2) Akkumulyatorli batareyalarning yuqori narxi - qurilmaning narxidan 25%-ni tashkil etadi. Tashqi tarmoqdan ta’milot bo‘lmaganda yoki vaktincha yo‘q bo‘lib turganda uzlusiz manbai sifatida foydalilanadi.

3) Ishonchli elektr ta’mintonini ta’minalash uchun bunday qurilmalarga ayrim hollarda dizel-generator talab etiladi, uning narxi esa butun qurilmaning narxi bilan bir qatorda.

SHEQlardan olinadigan energiyaning qimmatlashuviga olib boruvchi assosiy omillaridan quyidagilar hisoblanadi:

1) Sanoat sifatidagi elektr energiyani olish talabi - ~220 V 50 Gs (invertorlarni qo’llash talab etiladi).

2) Ayrim davrlarda avtonom rejmda ishlash zaruriyati (akkumulyatorlarni qo’llash talab etiladi).

3) Iste’molchilarning uzlusiz uzoq muddatli ishlarni ta’minalash zaruriyati (dizel-generatorni qo’llash talab etiladi).

Hozirgi vaqtida shamol generator yordamida sanoat sifatidagi elektr energiyani olish emas, balki o‘zgarmas yoki o‘zgaruvchan (o‘zgaruvchan chastotali) tokni olib, so‘ngra uni elektr isitqichlar yordamida issiqliqka o‘zgartirish va undan turar joy uylarni isitish hamda issiq suvni olish usuli eng iqtisodiy samarali bulib hisoblanadi. Ushbu usuli bir nechta afzalliklarga ega:

- 1) Har qanday xo‘jalik uchun isitish uchun ta’minot asosiy energiya iste’molchi bo‘lib hisoblanadi.
- 2) SHEQ va boshqaruvchi avtomatikaning sxemalar tubdan soddalashadi. Eng sodda holatda avtomatika bir nechta isiqlik relelardan tuzilgan bo‘lish mumkin.
- 3) Energiya akkumulyator sifatida (isitish va issiq suv ta’minoti uchun suv bilan tuldirgan) oddiy boylerdan foydalanish mumkin
- 4) Issiqliknki iste’mol qilish bo‘yicha sifat va uzlusizligiga talablari jiddiy emas: xonalarda havo temperaturani keng oraliqda – 19...25 °S-da, issik suv ta’minoti boyrlarda esa – 40...97 °S oraliqda (iste’molchilarga zarar keltirmasdan) saqlab turish mumkin.

Shamol energiyani birinchi navbatda shunday ishlab chiqarish jarayonlarda foydalanish kerakki, energiyani uzatish uzlukli bo‘lgan yoki qayta ishlash mahsulot oldindan g‘amlab qo‘ylgan hollarda (suvni ko‘tarish va sug‘orish, drenaj, tegirmon, yem-xashakni tayyorlash, elektr kimyoviy akkumulyatorlarni zaryadlash va b.).

10.4. O‘zbekistonda shamol energetikaning potensiali

O‘zbekistonda shamol oqimlar, ularning vujudga kelish o‘ziga xos xususiyatlar va Respublikaning Osiyo qit‘adagi geografik vaziyati tufayli, mavsumli tavsiflarga egadir. Respublikaning tekislik hududlarda shamolning o‘rtacha yillik tezligi 2...5 m/s tashkil etadi. Umuman olganda O‘zbekiston bo‘yicha shamol energiyasining yalpi potensiali 2223,2 ming t n.e. bilan baholanadi va mintaqalar bo‘yicha ancha notekis taqsimlangan: 4,3 ming t n.e.-dan Farg‘ona viloyatida va 924,7 ming t n.e.-gacha Qoraqalpog‘iston Respublikada. Shamol oqimning solishtirma quvvat Respublikada o‘rtacha $84,0 \text{ Vt/m}^2$ tashkil etadi va o‘zgaradi $20,0 \text{ Vt/m}^2$ -dan Andijon viloyatda to $104,0 \text{ Vt/m}^2$ -gacha Navoiy viloyatda.

Shamol energiyaning potensialini baholash O‘zbekiston meteostansiyalar shamol tezligini ko‘zatish ma‘lumotlar faqat unchalik katta bo‘lmagan balandlikda (10 metr) olinganligi sababdan, zamonaviy SHEQlarni muayyan joyda qurish uchun turli xil balandliklarda shamol tezliklar bo‘yicha aniq muntazam tadqiqotlarni o‘tkazish hamda shamol kadastrni tayyorlash zarur. Bu esa zamonaviy yirik SHEQlar uchun shamol tezliklar sharoitini baholash va shamol tezligining cho‘qqili davrlar bilan iste’molchilarning yuklama talablar orasidagi mosligi ta’minlash uchun kerak.

O‘zbekiston olimlarning tadqiqotlar asosida Respublikaning qator mintaqalar uchun shamol energiyasidan foydalanish imkoniyati va istiqbollari belgilangan.

Masalan, Toshkent viloyat xududning Bekabad-Kokand chizig‘ida 6 m/s dan ko‘p tezligi va yilda 42% taqrorligi bilan shamollar bo‘lib turadi. Bu xududa umumi quvvat 240 MVt va 800 mln kVt soat dan ortiq yillik elektr energiyani ishlab chiqarish bilan 400-ta dona SHEQlarni joylashtirish mumkin.

Ohirgi yillar quvvati katta bo‘lmagan (3,0 va 6,0 kVt) seriyali ishlab chiqarilgan SHEQlarni pilot (tajriba) quyosh-shamol tizimi tarkibidagi obekt telekommunikatsiyaning elektr ta’minot uchun tog‘ etagi, hamda 6 kVt quvvatli SHEQning tekislik xududlarda foydalanish tajribalar to‘plangan.

2012 yilda Toshkent viloyatida Chorvak suv ombori xududida shamol parkda birinchi 750 kVt quvvatli tajriba SHEQ qurilgan, bir yilda 1,28 mln kVt×soat elektr energiyani ishlab chiqarish imkoniyatini beradi. Qurilmaning balandligi - 65 m, parrakning o‘lchami 50 m, minora asosining diametri 3,6 m. Tajriba SHEQning ish natijalarga asosan O‘zbekistonda

shamol potensialga ega bo‘lgan mintaqalarda o‘xshash qurilmalarni qurilish iqtisodiy samaradorligini baholash mumkin bo‘ladi.

2021 yiliga qadar O‘zbekistonda istiqbolli mintaqalarda bir vaqtning o‘zida umumiylar o‘rnatalgan quvvat 50 dan to 100 MWh gacha bo‘lgan SHEQlar parkni qurilishi rejalashtirilgan. Mamlakatda SHEQlar parkni barpo etish uchun eng qulay mintaqalardan Buxoro, Navoiy, Qashqadaryo va Toshkent viloyatlar hamda avtonom Respublika Qoraqalpog‘iston hisoblanadi.

Nazorat savollari:

1. Shamol energetik qurilmalarning konstruksiyalari tushuntiring?
2. Shamol energetik tizimlar tasnifini tushuntiring?
3. Kichik shamol energetikaning iqtisodiyotga qanday ta’sir ko’rsatadi?
4. O‘zbekistonda shamol energetikaning potensiali qanday holatda?

11-MA’RUZA: Gidroenergetika.

REJA:

- 11.1. Gidroenergetikaning umumiylarini moyilliklari
- 11.2. Gidroelektrostansiyalar
- 11.3. GESning tarkibiy qismlari
- 11.4. Gidroakkumulyatsiyalovchi elektrostansiyalar
- 11.5. O‘zbekistonda gidroenergetika

11.1. Gidroenergetikaning umumiylarini moyilliklari

Tabiatda suvning aylanishi Quyoshning faoliyati tufayli sodir bo‘ladi, natijada suv okean, dengiz va boshqa suv sirtlaridan bug‘lanadi, qora bulutlar vujudga keladi, yomg‘ir yoki qor ko‘rinishda yog‘adi va okeanga qaytadan tushadi. Bunday suvning aylanish energiyasi, quyosh energiyasining qayta tiklanadigan hosilaviy energiya bo‘lib, gidroenergetikada foydalaniladi.

«Gidroenergetika» atama suvning tushish potensial energiyasidan foydalanadigan energetikaning sohasini belgilaydi. Ushbu energiya elektr energiyaga va ba’zida mexanik energiyaga o‘zgartiriladi. Gidroenergetika qayta tiklanadigan resurslarga asoslangan energetikaning eng rivojlangan sohasi bo‘lib hisoblanadi.

Asosiy gidroenergetik qurilmalardan bu gidroelektrostansiyalar (GES). Energiyaning o‘zgartirish nuqtai nazardan gidroenergetika bu juda yuqori FIKga ega bo‘lgan texnologiyadir, ko‘p hollarda oddiy issiqlik elektrostansiyalarga qaraganda FIK ikki martadan katta bo‘ladi. Bunga sababi shundan iboratki, vertikal tushadigan suvning oqimi katta kinetik energiyaga ega bo‘lib, uni elektr energiyani ishlab chiqarish uchun mexanik (aylanish) energiyaga o‘zgartiriladi.

Gidroenergetikaning prinsipial afzaliklarga quyidagi keltirish mumkin: o‘zining resurslarni tezda tiklash qobiliyatiga ega; atmosferga ifloslantiruvchi chiqindilarni chiqarmasligi; elektr tarmoqdagi yuklamani tezkorlik bilan rostlash imkoniyati; elektr energiyani ishlab chiqarish jarayonlarning narxi pastligidir.

Gidroenergetikaning rivojlanishni belgilaydigan muhim omillardan biri – bu mintaqadagi hidroenergetik potensialning o‘zlashtirilganlik darajasidir.

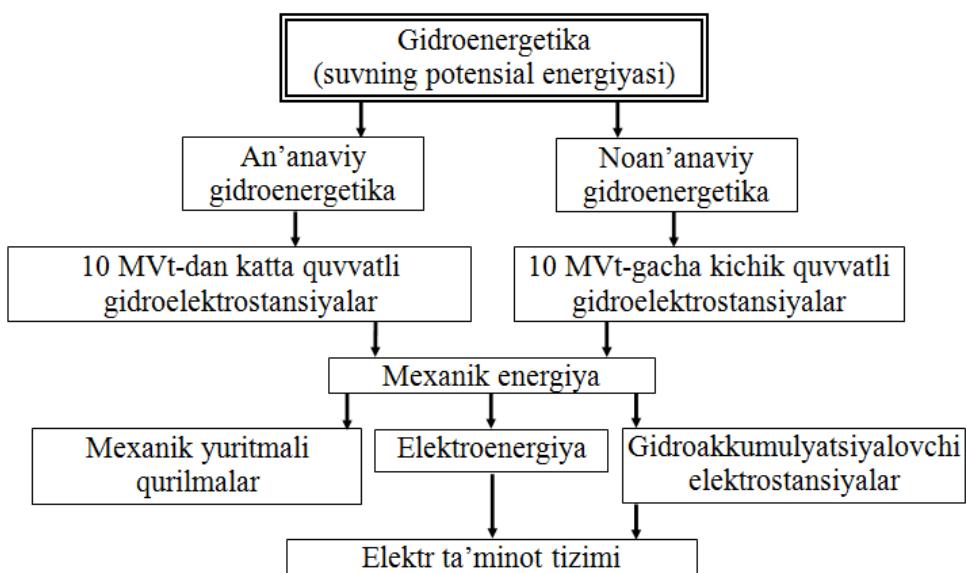
Dunyodagi rivojlangan mamlakatlarda iqtisodiy samarali bo‘lgan gidroenergetik potensialning asosiy qismi (70...75%) o‘zlashtirilgan va amalda yirik GESlarni qurilish uchun imkoniyatlar tugatilgan.

Rivojlanayotgan mamlakatlarda teskari, gidroenergetik potensialning (shu jumladan yiriq ham) ko‘p qismi 67...93% o‘zlashtirmagan holda qolmoqda.

Ko‘p mamlakatlarda katta daryolarning gidroenergetik potensiali yuqori o‘zlashtirilganlik munosabati bilan, kichik daryolarning gidroenergetik potensialni o‘zlashtirish, ya’ni qichik GESlarni qurish birlamchi masala bo‘lib qolmoqda. Kichik GESlar alternativ (muqobil, noan’anaviy) energiya manbalari deb hisoblanadi. BMTning tasniflanishi bo‘yicha kichik GESlarga quvvati 10 MVt-dan kam bo‘lgan GESlar kiradi. “Kichik GESlar” tushunchaga mini-GES (quvvati 2 MVt-gacha) va mikro-GESlar (quvvati 1 MVt gacha) ham kiradi. Kichik daryolarning suv energiyasidan foydalanish birlashgan energetik tizimini markazsizlantirish, hamda uzoqlashgan va yetishish qiyin bo‘lgan qishloq joylardagi energiya ta’mnotinini yaxshilash imkoniyatini beradi.

Rivojlangan mamlakatlarda yirik GESlarni qurilish potensiali qachonlar tugatilganligi sababli, ko‘philik mintaqalarda gidroakkumulyatsiyalovchi elektrostansiya (GAES) larni qurilishi faollashgan. Ular xuddi GESlarga uhshab tizimli funksiyalarni bajarish mumkin, lekin ko‘p hollarda katta masshtabli gidroishootlarni qurilishi talab etilmaydi. Oqibatda qator rivojlangan mamlakatlarda GAESlarning umumiyligi o‘rnatish quvvat yirik miqdorgacha yerishgan.

GAESlarning qurilish sabalardan biri, bu yirik energetik tizimlardagi chuqqili (pikovaya) quvvatga ehtiyojlarning ortishidir, bu esa talab etilgan chuqqili yuklamani qoplash uchun generatorli quvvatini belgiladi. Chuqqili elektrostansiya — shunday elektrostansiyaki, chuqqili yuklama davrida elektritizimida elektr energiyaning iste’moli keskin o’skanda elektrostansiyadagi bir qismi yoki barcha agregatlar ishlab qoladi.



11.1-Rasm Gidroenergetikaning tarkibiy sxemasi

Yirik gidroenergetikaning kamchiliklar quyidagilardan iborat:
GESlarni qurilishda katta kapital sarfi (plotina, suvuzatgichni qurilish); GESni qurilish va ishlatalish jarayonida atrof muhidga keltiriladigan zararlik (katta maydonlarning suvgaga botishi,

ekologiyaning bo‘zilishi, mikro iqlimning o‘zgarishi, faunaga ta’siri, to‘g‘onning loyqaga botishi va boshqalar).

Gidroenergiyanı ishlab chiqarish – bu faqat ko‘p maqsadlardan biridir. Irrigatsiya, suvning oqib o‘tish, navigatsiya, sanoat va jamoat suv ta’minati uchun suv resurslardan foydalanish mumkin.

Gidroenergetikaning ekologiyaga ta’siri haqida gapirganda quyidagilarni hisobga olish zarur:

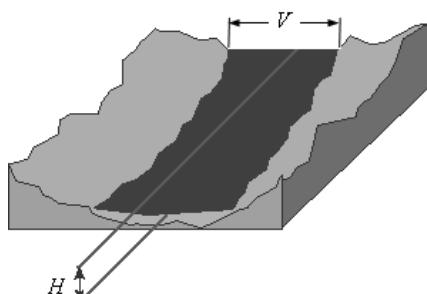
- Yirik gidroelektrostansiyalar iqlim o‘zgarishiga (parnik gazlarning iqlimga ta’siri) mihim bardosh beradigan omildir. Xalqaro energetik agentligining ma’lumotlarga ko‘ra, mavjud bo‘lgan gidroelektrostansiyalar bo‘lmaganda parnik gazlarning otkini 11%-dan ko‘p bo‘lardi, bu esa planetadagi butun avtotransportdan bo‘ladigan otkinlarga teng.

- GESlarni loiyhalash va qurilish jarayonida ekologik omillarni hisobga olgan holda mintaqaviy ekotizimlarga keltiriladigan zararni ancha kamayirish mumkin (yirik gidroloiyhalar albatta katta ekologik zararni keltiradi deb bo‘lmaydi).

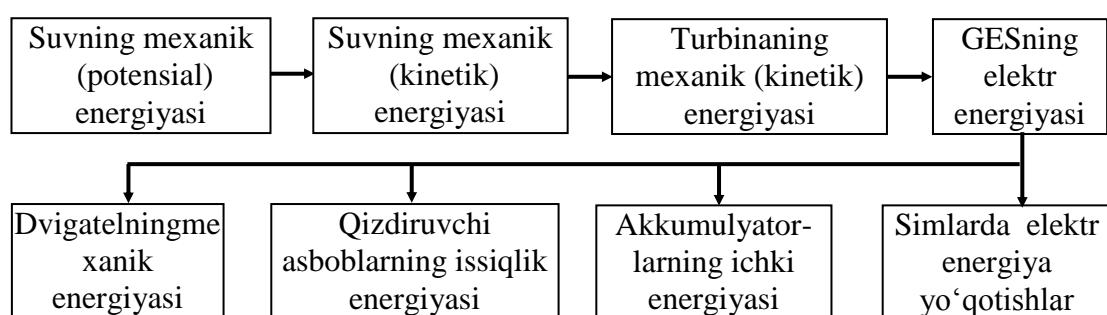
- kichik gidroelektrostansiyalar ekologik zararsiz hisoblanmoqda, lekin ayrim tadqiqotlarga ko‘ra, barcha kichik GESlarning umumiylari zarari quvvati teng bo‘lgan yirik stansiyalarning zarariga teng bo‘lish mumkin.

Muayyan mintaqadagi gidroressurslar potensialni barcha daryolarning oqib (stok) o‘tishni jamlash yordamida aniqlash mumkin.

Energetik potensialni belgilaydigan ikki bosh omillar mavjud: vaqt birligida suvning V-sarfi va vertikal bo‘yicha suvning tushish N -balandligi. Suv tushadigan yuqori nuqta – cho‘qqi - joyning topografik vaziyati tufayli tabiiy bo‘lish mumkin yoki dambalarni qurish yordamida sun’iy bo‘lish mumkin. Bu asosiy qoida doimiy bo‘lib qolmoqda.



11.2-Rasm Daryolardagi oqib o‘tishning energetik potensialni belgilovchi omillar:
 N -suvning tushish balandligi, m; V -vaqt birligida suvning sarfi, m^3/s



11.3-Rasm: Elekrt energiyani ishlab chiqari, uzatish va foydalanish bo‘yicha energiyani o‘zgartirish sxemasi

Boshqa omili esa – suvning sarfi – yomg‘ir yog‘inlarning intensivligi, tarqalish va davom etishlarning bevosita natijasidir. Bu narsa ham bevosita bo‘g‘ hosil bulishga, bo‘g‘lanishga, yerga infiltratsiyaga, daryo va yer havza maydoniga bog‘liq. Daryolar o‘zi quyosh bilan “boshqariladigan” suvning tabiatda aylanish jarayonning bir qismi bo‘lib hisoblanadi.

11.2. Gidroelektrostansiyalar

GES - bu inshootlar va uskunalar majmuasidir, ular yordamida suv oqimning energiya elektr energiyaga o‘zgartiriladi. GES gidrotexnik inshootlar (suv oqimning zaruriy konsentratsiyasini va zarur bosimni hosil qilishni ta’minlaydi) va energetik uskunalar (bosim ostida harakatlanadigan suvning energiyani elektr energiyaga o‘zgartiradi) ketma-ketli zanjirdan iborat.

Turbina va generator suvning energiyani mexanik energiyaga o‘zgartiradi, so‘ngra – elektr energiyaga. GESning quvvati birinchi navbatda ikkita o‘zgaruvchan funksiya bo‘yicha aniqlanadi: V –metr kublarning sekundida (m^3/s) ifodalangan suvning sarfi hamda N –suvning tushishda boshlangich va oxirgi nuqtalarning balandliklar orasidagi farqi (m) bo‘lgan gidrostatik bosim. Stansianing loiyhasi ulardan biriga yoki ikkovlarga asoslangan bo‘lish mumkin.

GESlar uchun jihozlar yetarli darajada yaxshi ishlab chiqilgan, nisbatan sodda va juda ishonchli. Jarayonda xech qanday issiqlik qatnashmaganligi uchun (yonish jarayoniga qaraganda) jihozlar o‘zoq ishlash muddatiga ega, ishdan chiqish kamdan–kam bo‘ladi. GESlarning ishslash muddati 50 yildan ko‘p.

GESdagi barcha ishchi jarayonlarni boshqarish markazi tugun oraqlari boshqarish va nazorat qilish mumkin, shuning uchun texnik xizmat qiluvchi kishilarning soni katta kerak emas.

GESlarda ishlab chiqargan elektr energiyaning narxi past va ular ko‘pchilik yuqori samarali effekti bilan ishlaydi. Ishlab chiqariladigan energiyani rostlash juda oson, shuning uchun yuqori o‘zgaruvchan yuklama bilan ishlaydigan energotizimlarda GESlardan foydalanganda bu narsa juda muhim omilidir.

Gidroelektrostansiyalar tabiat resurslardan foydalanish va hosil bo‘ladigan suvning konsentratsiyasiyaga qarab quyidagilarga bo‘linadi:

1) Daryo o‘zanli va plotinali GESlar. Bular eng ko‘p tarqalagan GESlar. Ularda daryoni to‘liq tusadigan yoki suvning sathini zarur bo‘lgan nuqtagacha ko‘taradigan plotina (damba) o‘rnatish bilan suvning bosimi hosil qilinadi.

2) Plotinali GESlar. Suv bosimlar katta bo‘lganda quriladi. Bu holda daryo plotina bilan to‘liq yopiladi, GESning binosi esa plotina orqasida, quyi qismida joylashtiriladi. Bunda daryo o‘zanli GESlarga o‘xshab suv bevosida turbinaga uzatilmamaydi, balki maxsus bosimli tonnellar orqali

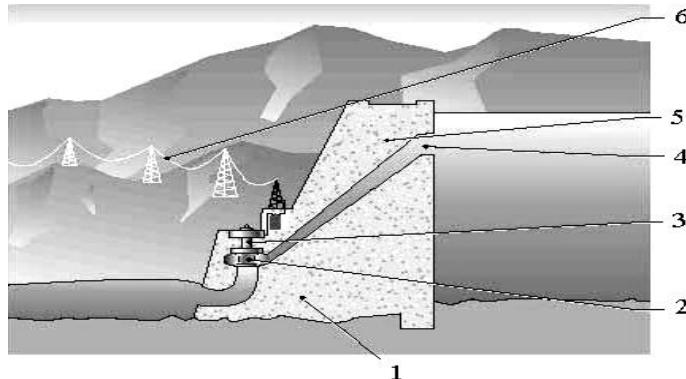
turbinalarga keltiriladi.

3) Derivatsion GESlar. Ushbu GESlar daryoning qiyaligi katta bo‘lgan joylarda quriladi. Bunday GESlarda talab etiladigan suvning konsentratsiyasi derivatsiya vositasi yordamida hosil qilinadi. Daryo o‘zanidan suv maxsus suvo‘tkazgichlar orqali ajratib olinadi. Suv to‘g‘ridan–to‘g‘ri GES binosiga uzatiladi. Derivatsion GESlar har xil bo‘lish mumkin – bosimsiz yoki bosimli derivatsiya bilan. Bosimli derivatsiya bilan bo‘lganda suvo‘tkazgichlar katta bo‘ylama qiyalik bilan joylashtiriladi. Boshqa holda derivatsiya boshida daryoda ancha

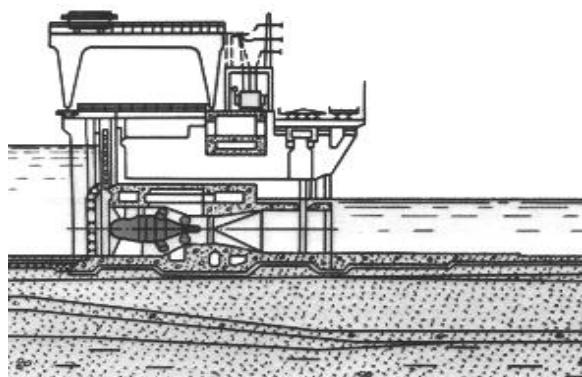
baland plotina o'rnatiladi va suv ombori hosil qilinadi – bu sxemaga aralash derivatsiya deb ataladi, chunki suvning talab etiladigan konsentratsiyasi ikki usul bilan hosil qilinadi.

GESlar quyidagi parametrlarga qarab ham tasniflanadi:

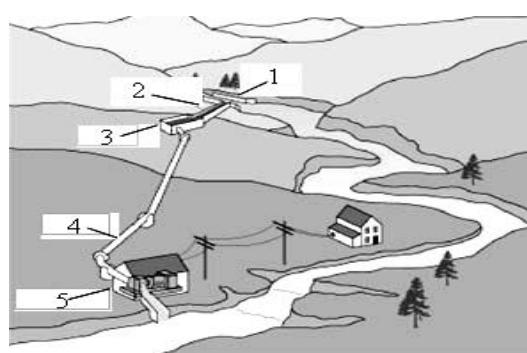
- nominal quvvati bo'yicha (katta, o'rta, kichik GESlar);
- suv bosimning sathi buyicha (kichik, o'rta, yuqori bosimli GESlar);
- turbinaning turiga qarab (Kaplan, Frencis, Pelton va boshqa turbinali).



11.4-Rasm: Plotinali GESning sxemasi: 1-plotinaning poydevori; 2-turbina; 3-generator; 4-bosimli suvo'tkazgich; 5-damba (plotina); 6-elektr o'tkazish liniyasi



11.5-Rasm: Daryo o'zanli GESning sxemasi



11.6-Rasm: Derivatsiya bilan GESning sxemasi:
1-suv oluvchi inshoot; 2-kanal; 3-suv ombori; 4-derivatsili suv olish kanal; 5-GES

11.3.GESning tarkibiy qismalar

An'anaviy GESlar quyidagi tarkibiy qismlardan iborat:

Plotina (damba) – suv oqimni boshqaradi, suv bosimni hosil qilish uchun balandligini ko'taradi.

Turbina – parraklarga tushadigan suv bosim ta’sirida aylanadi.

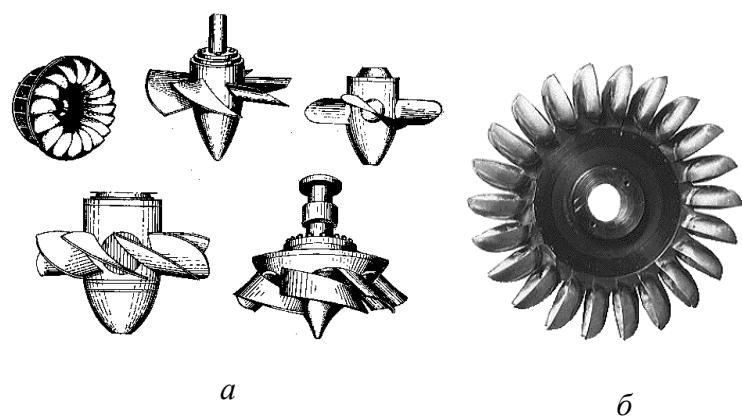
Generator – turbina bilan birlashtirilgan va aylanib elektr energiyani ishlab chiqaradi.

Transformator – elektr tarmoqqa elektr energiyani uzatish uchun generatordagi kuchlanishni zarar bo‘lgan kuchlanishga o‘zgartiradi.

Elektr uzatish liniya – GESdan elektr taksimlash tizimiga elektr tokni uzatadi.

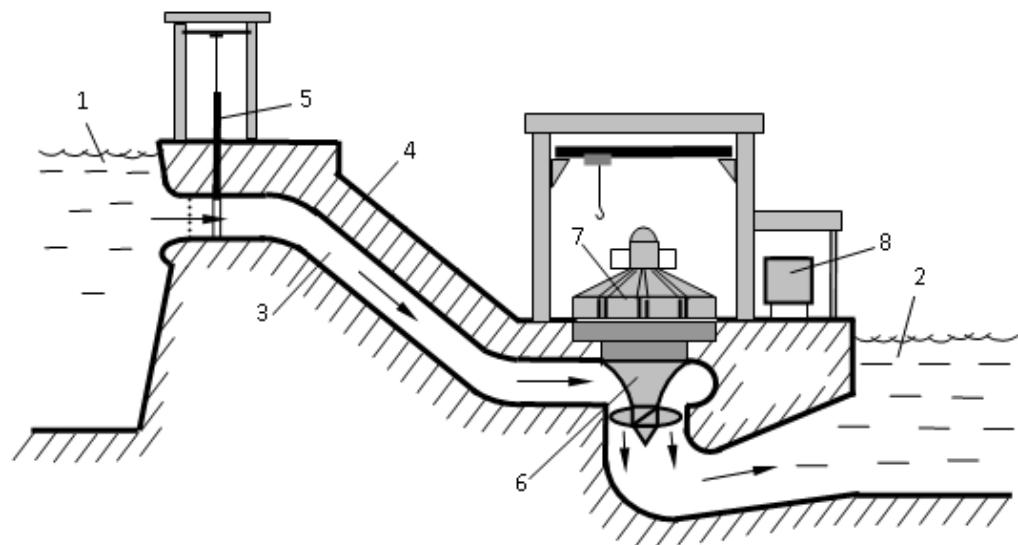
Ayrim GESlarda yana bitta tashkil etuvchi bo‘ladi – bosimli suvo‘tkazgich – manbadan yoki basseyndan suvni turbinaga uzatadi.

Gidroelektrostansiyalarda asosiy elementi turbina bo‘lib, 90%-gacha foydali ish koeffitsiyenti bilan suvning harakat energiyani aylanish mexanik energiyaga o‘zgartiradi.



11.7-Rasm: Trbinalar turi: *a* - reaktiv turbinalar; *b* - aktiv turbina

Ular ikki xil bo‘ladi: **reaktiv gidroturbinalar** – ishchi g‘ildirak to‘liq suvgaga botirilgan bo‘lib, asosan g‘ildirak oldidan va undan keyigi bosimlar farqi hisobidan aylanadi; **aktiv gidroturbinalar** – ishchi g‘ildirak havoda bo‘lib, uning parraklarga suv oqimni quyilishi, ya’ni oqimning kinetik energiyasi hisobidan aylanadi.



11.8-Rasm: An’anaviy plotinali GESning sxematik tuzilishi:

1-yuqori va 2-quyi suv ombori, 3-suvo‘tkazgich, 4-plotina, 5-to‘g‘on tambasi, 6-gidroturbina, 7-elektrogenerator, 8-transformator

Suvdagi potensial energiyasining quvvati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$N_o = \rho V g H, \quad (11.1)$$

bu yerda ρ – suvning zichligi, kg/m^3 ; V - suvning hajmiy sarfi, m^3/s ;

g – erkin tushish tezlanish, m/s^2 ; N - suvning tushish balandligi, m.

(11.1) ifoda GESning mumkin bo‘lgan nazariy maksimal quvvatini ifodalaydi, u suvning V -hajmiy sarfiga va N -suvning tushish balandligiga bog‘liq.

Suvning tushish balandligi N joyning relefga (tuzilishga), o‘rnashgan joyga va plotinaning konstruksiyaga bog‘liq. Hozirgi GESlarda plotinaning balandligi (suv sathlarning farqi) 300 m-gacha bo‘ladi.

Turbinaga tushadigan oqimning real quvvat geometrik (to‘liq) N bosim bilan emas, balki o‘rnashgan (ishchi) N_a bosim bilan aniqlanadi, ya’ni:

$$N_a = N - N_f; \quad (11.2)$$

bu yerda N_f - turbinagacha bo‘lgan yo‘lda suvo‘tkazgichlarning bosim yo‘qotishlar va quyidagicha aniqlanadi:

$$N_f = \xi \frac{Lv^2}{D^2 g} = \xi \frac{L16V^2}{\pi^2 D^5 2g}; \quad v = \frac{4V}{\pi D^2}; \quad (11.3)$$

ξ – suvo‘tkazgichlarning o‘lchovsiz qarshilik koeffitsiyent;

L, D – suvo‘tkazgichning uzunligi va diametri, m;

v – suv oqimning tezligi, m/s .

$g=9,8 \text{ m/s}^2$ ekanligini hisobga olib, (11.3) tenglamani soddalashtirib quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$H_f = 0,0827 \xi L V^2 / D^5. \quad (11.3a)$$

(11.3a) formuladan ko‘rinadiki H_f bosim yo‘qotishlar suvo‘tkazgichning L uzunligiga proporsional va D diametrga teskari proporsional. Shuning uchun, suvo‘tkazgich maksimal diametrga ega bo‘lib, iloji boricha vertikal joylashgan bo‘lish kerak.

Suvni keltiruvchi (bosimli) suvo‘tkazgich GESning eng qiymmatli inshootdir. Suvo‘tkazgichning uzunligini, diametrni va devorlar qalinligini kamaytirish bilan uning qiymmatini pasaytirish mumkin, lekin ishlatish sharoitlarda ushbu talabni har doim bajarib bo‘lmaydi. Ayniksa suvo‘tkazgichning dimetrni kamaytirganda ancha katta potensial energiya yo‘qotishlar vujudga keladi, chunki H_f bosim yo‘qotishlar D^{-5} ga proporsional. Shuning uchun suvo‘tkazgichni loyihalash jarayonida diametrni kamaytirishda uni qurish uchun qiymmatdan yutishni va unda bosim yo‘qotishlar ortish hisobidan yutqizishlarni hisobga olish zarur.

Odatda quyidagi eng maqbul shart qabul qilinadi:

$$N_f < (0,1 \div 0,3)H. \quad (11.4)$$

Suvning potensial energiyani (N_o quvvat) elektr energiyaga (N_e) o‘zgartirish jarayonida gidroenergetik qurilmaning to‘liq η FIKti suvo‘tkazgich, gidroturbina, elektrogeneratorlardagi yo‘qotishlar bilan aniqlanadi:

$$\eta = N_e / N_o = \eta_a \eta_g \eta_e; \quad (11.5)$$

bu yerda η_a, η_g, η_e - suvo‘tkazgich, gidroturbina, elektrogenerator FIKlar.

$$\eta_a = N_a / N_o = H_a / H_o, \quad (5.5a); \quad \eta_g = N_g / N_a, \quad (11.5b); \quad \eta_e = N_e / N_g, \quad (11.5c)$$

bu yerda N_o, N_a – suvning potensial energiyaning to‘liq va o‘rnashgan quvvat;

N_g, N_e – gidroturbina valda va elektrogenerator chiqishdagi quvvat.

11.4. Gidroakkumulyatsiyalovchi elekrostansiyalar

Mexanik energiyani potensial energiya ko‘rinishda to‘plash mumkin. O‘z navbatda potensial energiya Yer tortish maydonida massaning qo‘chishi bilan bog‘langan. Muayyan massani ko‘tarish bilan energiyani to‘plash vosita sifatida texnikada va energetikada keng foydalaniladi.

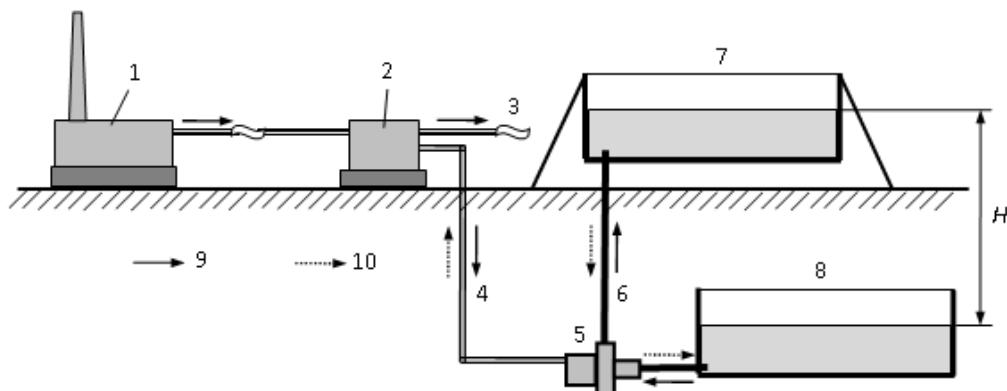
Bir kilogramm moddani ko‘tarish bilan to‘plangan energiya (kJ/kg) H ko‘tarish balandligiga bog‘liq va quyidagiga teng:

$$W = g H; \quad (11.6)$$

Energiyani akkumulyatsiyalash bunday usuliga GAES – gidroakkumulyatsiyalovchi elektrostansiyalarining ishi asoslangan.

Sutkalik vaqt davomida elektr energiyani iste’mol qilish rejimi notekis bo‘ladi: ikkita maksimum (ertalabki va kechkurungi vaqtarda) va minimum (tungi vaqtda) bilan tavsiflanadi. Shanba va yakshanba kunlari ham elektr energiyani iste’mol qilish katta minimumlar bilan tavsiflanadi. Asosiy elektrostansiyalar doim hisoblangan nominal rejimda ishlaydi, iste’mol qilish minimumlar vaktida ortiqcha elektr energiyani akkumulyatsiyalash zarur, elektr energiyani iste’mol qilish maksimum (cho‘qqili) davrida (elektr energiyani iste’mol qilishi keskin oshganda) esa uni qaytarib berish uchun. Chuqqili GAESning agregatlar yuqori ishlash harakatlanuvchaligiga ega bo‘lish kerak, qisqa muddatda (ayrim vaqtarda ikki–uch minut davomida) to‘la quvvatini chiqarish va xuddi shunday keskin to‘xtash qobiliyatiga ega bo‘lish zarur. Chuqqili GAESlar sifatida oddiy GESlar ham xizmat qilish mumkin.

11.9- rasmida GAESning sxemasi keltirilgan.



11.9.-Rasm: Gidroakkumulyatsiyalovchi elektrostansiyaning sxemasi:

- 1-asosiy issiqlik elektrostansiya;
- 2-oststansiya;
- 3-iste’molchiga elektr energiya;
- 4-gidroakkumulyatsiyalovchi elektrostansiyaning elektr tarmoq;
- 5-gidroturbina-elektrogenerator va nasos-elektrosvigatel;
- 6-suvo’tkazgich;
- 7-yuqori va 8-quyi suv hovuzlar;
- 9-energiya akkumulyatsiyalovchi va
- 10-energiyani qaytaruvchi rejimlar

Asosiy elektrostansiya 1 minimum iste’mol qilish davrida oststansiya 2 orqali elektr energiyaning bir qismi elektr dvigatel-nasos 5 ga yuritish uchun beradi, u svuni quyi 8 hovuzdan yuqori 7 hovuzga o’tkazadi. Elektr energiyani maksimum iste’mol qilish vaqtida suv yuqori 7 hovuzdan quyi 8 hovuzga oqib o’tadi va gidroturbina-elektrogenerator 5-ni aylantiradi. Generator ishlab chiqarilgan elektr energiya oststansiya 2 orqali elektr tarmog‘i 3 ga iste’molchilarga uzatiladi. GAESning ushbu rejimdagi ish asosiy (an’anaviy AES va IES)

elektrostansiyalarning doimiy yuklama bilan muntazam eng samarali ish uchun rejimni ta'minlaydi. Hozirgi GAESlarda yuqori unumli qaytuvchan ikki rejimda (gidroturbina-elektrogenerator va elektrovdvigatel-nasos sifatida) ishlaydigan agregatlardan foydalaniladi. GAESga uzatiladigan energiyadan 15%-ga yaqin agregatni bir rejimdan ikkinchi rejimga tezkorlik bilan o'tishni ta'minlash uchun va yana 15%-ga yaqin suv oqimlarning ishqalanish va qaytadan taqsimlash uchun sarflanadi. Eng maqbul iqtisodiy rejim tizimidagi yuklamani avtomatik ravishda boshqarish bilan ta'minlanadi.

Hovuzlardagi zarur bo'lgan suv sathlarning farqi sun'iy va tabiiy yo'li bilan hosil qilinadi. Sun'iy usullarda yerosti hovuzlar yoki baland dambalar quriladi, ular yirik qo'shimcha xarajatlarni talab etadi. Zarur bo'lgan suv sathlarning farqni ta'minlaydigan tabiiy sharoit va releflardan foydalanish eng samarali hisoblanadi.

N_p (kVt) nominal quvvatli asosiy elektrostansiya tungi vaqtda τ_t (soat) davomida elektr iste'molning minimum rejimi bo'yicha (elektr energiyaning ortiqcha k koeffitsiyenti bilan) ishlaydi. Bu holatda akkumulyatsiyalovchi qurilmaga beriladigan umumi energiya quyidagicha bo'ladi:

$$W_a = k N_n \tau_m ; \quad k = N_m / N_n ; \quad (11.7)$$

bu yerda W_a – akkumulyatsiyalananidigan umumi energiya, kDj;

N_n – asosiy elektrostansiyaning nominal quvvat, kVt;

N_m – iste'mol qilinayotgan o'rtacha minimal quvvat, kVt;

k – elektr energiyani minimum iste'mol qilish davrida elektr energiyanining ortiqcha koeffitsiyenti;

τ_m – elektr energiyani minimum iste'mol qilish davrning davomligi, soat.

(11.6) ga muvofiq, 1 kg suvni quyi hovuzdan yuqori hovuzga H balandlikka ko'tarish uchun zarur bo'lgan energiya:

$$W = g H / (\eta_a \eta_v) ; \quad (11.8)$$

bu yerda η_a – agregatning foydali ish koeffitsiyent;

η_v – suvo'tkazgichlarning foydali ish koeffitsiyent.

Elektr energiyaniyani minimum iste'mol qilish davrida akkumulyatsiyalashga beriladigan umumi energiya uchun G_a suv miqdorini uzatish zarur, ya'ni:

$$G_a = W_a / W . \quad (11.9)$$

(11.8) ni hisobga olganda, (11.9) ifoda quyidagicha bo'ladi:

$$G_a = \frac{W_a \eta_a \eta_e}{gH} . \quad (11.9a)$$

Bundan hovuz uchun zarur bo'lgan V_a hajmni aniqlash mumkin:

$$V_a = G_a / \rho ; \quad (11.10)$$

bu yerda ρ – suvning zichligi, kg/m³.

Elektr energiyaniyani maksimum iste'mol qilish davrida GAESdan elektr tarmoqqa W_o energiyani qaytarib olish mumkin, ya'ni:

$$W_o = G_a g h \eta_a \eta_o . \quad (11.11)$$

GAESning akkumulyatsiyalash koeffitsiyent:

$$k_a = W_o / W_a . \quad (11.12)$$

(11.9a) va (11.11) ifodalarga asosan, (11.12) formula quyidagicha bo'ladi:

$$k_a = \eta_a \eta_v \eta_a \eta_v . \quad (11.12a)$$

(11.9a), (11.11) va (11.12a) formulalardan ko'rindiki, GAESning ish samaradorligi asosan agregat η_a va suvo'tkazgich η_v larning FIKga bog'liq.

Zmonaviy ikki rejimda ishlaydigan (gidroturbina-elektrogenerator va elektrosvigatelnasos) qaytuvchan agregatlarning FIK $\eta_a=0,8\dots0,9$ oraliqda bo‘ladi. Suvotkazgichlarning FIK ularni ishlab chiqarish sifatiga bog‘liq (devorlarning g‘adir-budurligi hamda mahalliy qarshiliklar) va $\eta_v=0,85\dots0,95$ oraliqda o‘zgaradi.

11.5. O‘zbekistonda gidroenergetika

O‘zbekistonda gidroelektrostansilar asosan kaskad (ketma-ket) rejimda ishlaydi. Energiya ta’mnoti va irrigatsiya majmuylar masalalarni yechish bilan ular nisbatan arzon va ekologik toza elektr energiya bilan ta’minlaydi. Yirik GESlar 11.1 jadvalda keltirilgan.

O‘zbekistonda tez oqadigan daryolar quyidagi xususiyatiga ega, ularda kaskad ko‘rinishda qator gidroelektrostansiyalarini qurish mumkin. Eng yirik energetik inshootlar Chirchiq-Bozsu kaskada qurilgan, stansiyalar (19 ta) soni bo‘yicha yetakchi o‘rnirlarni egallaydi.

11.1 jadval

O‘zbekistoda yirik GESlar

Nº	GES	Turbogeneratorning quvvati, MVt	Turbogenerlar soni	GESning o‘rnatilgan quvvat, MVt
1	Chorvak	150/155/156	2/1/1	620
2	Xodjikent	55	3	165
3	Farxod	30/33	2/2	126
4	Gazalkent	40	3	120
5	Andijon	35	4	140
6	Tuyamuyun	25	6	150

Hozirgi vaqtida O‘zbekiston gidroelektrostansiyalarda ishlab chiqariladigan elektr energiyaning quvvati mamlakatda barcha boshqa elektrostansiyalarda ishlab chiqariladigan quvvatdan 14,5%-ni tashkil qiladi.

Yaqin kelajakda suv xo‘jalik obektlarda kichik GESlarni keng mashtabda rivojlantirish hisobidan respublikaning gidroenergetik potensiali kuchaytiriladi, bunda bir yilga qo‘sishimcha 1,3 milliard kilovatt-soat gacha elektr energiyani ishlab chiqarish imkoniyatini beradi.

O‘zbekiston uchun 656-ta daryolarning oqib kelish suv yig‘uvchi maydoni 83369 km^2 bilan yalpi potensiali quvvat bo‘yicha 12231 MVt-ga va o‘rtacha ko‘p yillik ishlab chiqariladigan energiya 107001,05 mln kVt soat bilan bir yilda baholanadi.

11.2 jadval

Uzbekistonda gidroenergetik potensiali (t n.e.)

Potensial	Yalpi	Texnikaviy	O‘zlashtirilgan
Yirik daryolar	8	1,81	0,56
Kichik daryolar	1,2	0,51	0,16
Jami	9,2	2,32	0,72



1

2

3

11.12. Rasm Charvak (1), Farkod (2), Andijon (3) GESlar

Kichik daryolar, suv ombor va katta kanallarning yalpi potensial nisbatan katta emas. U mamlakatdagi gidroenergetik resurslarning umumiy yalpi potensialdan 13% ni tashkil etadi. Shu bilan birga, ushbu potensial yetarli darajada turg‘unlikka ega emas, chunki iqlimiyl sharoitlarga va yilning “suvliligi” degan drajasiga ko‘p bog‘liq.

Mamlakatdagi 14 ma’muriy-hududiy birliklardan kichik daryolarning yalpi potensial u yoki bu darajada faqat 8-ta hududda, katta hajmlarda esa - faqat Toshkent, Surhondaryo va Namangan viloyatlarda mavjud (11.3jadval).

Shu bilan birga, hozirgi vaqtida kichik daryolarda kichik va mikro GESlar yetarli bo‘lib qurilmagani tufayli ularning yalpi potensialdan faqat 11%- ni texnikaviy foydalanish mumkin. Toshkent, Surhondaryo va Namangan viloyatlar eng katta resurslar imkoniyatiga ega bo‘lgani bilan, kichik daryolarning gidropotensialdan foydalanish hozircha ancha past (11.4jadval).

11.3 jadval

Viloyatlar bo‘yicha kichik daryolarning yalpi energetik potensiali

Viloyat nomi	GESlarning potensial soni	Umumiy quvvat, MVt	Elektr energiyani ishlab chiqarish potensiali, mln. kVt soat/yil
Djizak	542	13,54	81,24
Qashqdaryo	613	164,09	98,54
Navoiy	173	8,84	53,01
Namangan	488	227,04	1365,84
Samarqand	412	58,06	348,33
Surxandaryo	561	401,4	2406,21
Toshkent	1424	1309,58	7857,48
Farg‘ona	42	152,65	869,42
Jami	4255	2335,43	1366,07

11.4 jadval

Viloyatlar bo‘yicha kichik daryolarning texnikaviy potensiali

Viloyat nomi	GESlar soni	Umumiy quvvat, MVt	Elektr energiyani umumiy ishlab chiqarish, mln. kVt soat/yil
Djizak	224	4,637	28,733
Kashkadaryo	199	28,795	169,175

Navoiy	85	2,671	15,850
Namangan	33	8,255	49,540
Samarqand	161	12,575	75,715
Surxandaryo	192	46,133	275,950
Toshkent	186	115,110	691,200
Farg'ona	19	48,560	225,940
Jami	1100	266,736	1532,100

11.6-jadvalda magistral kanallardagi kichik GESlarning texnikaviy potensiali bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Hatto agarda Pyandj daryodan bo'lgan ichimlik suv ta'minot xo'jalik uchun kanaldagi GESning potensialni chiqarib tashlaganda, bu manbaning potensiali 600 MVt dan ko'p tashkil etadi.

O'zbekistonda katta va kichik gidroenergetikani rivojlantirishdan tashqari, mikro GESlar (quvvati 2 kVt gacha stansiyalar) potensialni rivojlantirish uchun imkoniyati mavjud. Mikro GES – ishonchli, ekologik toza, ixcham, xarajatlarni tez qoplay oladigan, uzoq tog'li va borish qiyin bo'lgan, elektr uzatish liniyalar yaqin bo'limgan joylardagi aholi yashaydigan qishloq, fermer xo'jalik, kichik ishlab chiqarishlar uchun elektr energiya manbaidir. Ular yuqori energetik tavsiflarga ega bo'lib, plotinani qurilmasdan o'z-o'zidan oqadigan suv oqim energiyasidan foydalanish hisobiga elektr energiyani ishlab chiqaradi.

Masalan, quvvati 5 kVt bo'lgan mikro GES qishloqlardan va markazlashgan elektr tarmoqlardan uzoqlashgan yakka kichik xujaliklarni elektr energiya bilan ta'minlash mumkin, quvvati 10 kVt-dan katta bo'lgan qurilmalar esa olingan qishloq xo'jalik mahsulotlarni qayta ishslash korxonalarini tashkil qilish imkoniyatini beradi.

Bundan tashqari, yana 27-ta daryolarning texnikaviy gidroresurslarni o'zlashtirish imkoniyati tasdiqlangan. Ularda umumiyligi quvvati 304 MVt va umumiyligi ishlab chiqarish 1764 GVt soat bo'lgan 1101 ta mikro GESlarni o'rnatish mumkin.

Kichik energetikaning o'zlashtirilgan potensial texnikaviy potensialdan 31...37%-ni tashkil etadi. Shu bilan birga, kichik energetikadagi iqtisodiy potensialning rivojlanishi ancha yuqori va oddiygina hisobi bo'yicha hozirgi davrda 37...38%-ni tashkil etadi. Bu narsa kichik daryolarda elektr energiyani ishlab chiqarishning tannarxi nisbatan katta bo'limgani bilan bog'liq.

Elektr energiyaga tarif (haq miqdori) narxlari usish hisobidan kichik gidroenergetikaning iqtisodiy samaradorligi sezilarli darajada oshadi va ekspertli hisoblar bo'yicha 2020 yilga borib texnikaviy potensiali 50...60% ni tashkil etish mumkin.

Nazorat savollari:

1. Gidroenergetikaning umumiyligi moyilliklari nimadan iborat?
2. Gidroelektrostansining ishslash prinsipini tushuntiring?
3. GESning tarkibiy qismlar nimalardan iborat?
4. Gidroakkumulyatsiyalovchi elektrostansiyalarni ishslash prinsipini tushuntiring?
5. O'zbekistonda gidroenergetikadan foydalanish darajasi qanday holatda?

12-MA’RUZA: Kichik potensialli suv energiyasidan foydalanish.

REJA:

- 12.1. Kichik GESlar
- 12.2. Kichik GESlarda suv oqimi energiyasidan foydalanish sxemalari
- 12.3. Kichik GESlar energetik ko‘rsatkichlari
- 12.4. Qashqadaryodagi mikro GES lar

12.1. Kichik GESlar

Kichik GESlarga shartli ravishda quvvati 100 kVt-dan to 10 MVt-gacha bo‘lgan gidroenergetik agregatlar kiradi. Bundan kichik agregatlar mikro-GESlar toifasiga kiradi. So‘ngi o‘n yilliklar davomida ko‘plab dunyo mamlakatlarning energetikada **kichik gidroenergetika** turg‘un vaziyatini egalaydi. Rivojlanayotgan mamlakatlarda qishloq joylarda avtonom elektr energiya manbai sifatida kichik GESlarni barpo etish katta ijtimoiy ahamiyatga egadir. O‘rnatilgan kilovattning nisbatan past narxlarda bo‘lgani bilan kichik GESlar tarmoqlardan o‘zoq bo‘lgan qishloqlarda elektr energiyani ishlab chiqarish imkoniyatini beradi. Kichik va mikro GESlarda bir tomonidan katta GESlarning afzaliklari uyg‘unlashgan va boshqa tomondan esa energiya o‘zatishni markazsizlantirish imkoniyatni beradi. Ularda katta GESlar uchun tavsifli bo‘lgan kamchiliklar bo‘lmaydi, ya’ni: qiymmatli transmissiyalar, atrof muhitga salbiy ta’siri bilan bog‘liq bo‘lgan muammolar. Bundan tashqari, kichik gidroenergetikadan foydalanish elektr energiyani iste’mol qilishni markazsizlantirishga olib keladi, o‘ziga yetarli va mahalliy resurslardan foydalanish asosida muayyan mintaqaning rivojlanishiga yordam beradi.

Kichik GESlar uchun katta GESlarning texnologiyasi ko‘pincha kichik o‘lchamlarga ega bo‘ladi, bu esa o‘rnatilgan quvvat birligiga kapital sarflarning ancha katta usishiga olib keladi.

Kichik GESlar ko‘p xollarda elektr tarmoqlarga qo‘shilgan bo‘ladi. Bulardan aksariyat katta suv omborlarga ega emas, ya’ni suv damba orqasida yig‘ilmaydi. Agarda daryoda suvning tabiiy sathi yetarli darajada bo‘lsa, ular elektr energiyani ishlab chiqaradi, lekin daryolar qurigan davrlarda yoki oqimning tezligi ma’lum bir kattalikdan pasayganda elektr energiyani ishlab chiqarishi to‘xtatiladi.

Kichik (yoki mikro) elektrostansiyalarning ikki asosiy turlari mavjud.

Agar akkumulyatorli tizimga ega bo‘lsa kichik GES akkumulyatorda to‘plangan elektr energiyani ishlab chiqaradi. Elektr energiyani kam iste’mol qilish davrlarda uning ortiqcha bo‘lgani akkumulyatorlarda saqlanadi. Agarda tabiiy suvning oqimi elektr energiyani uzlusiz ishlab chiqarish uchun yetarli bo‘lsa, kichik GES elektr energiyani akkumulyatorlarda to‘plamasdan to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr tarmoqqa o‘zatadi.

Kichik GESlar suvning bosimdan foydalanish bilan bir-biridan farq qilinadi. Yuqori bosimli GESlar baland tog‘li joylar uchun tavsifli bo‘ladi. Bir xil miqdorda elektr energiyani ishlab chiqarish uchun ularga kichikroq suv oqimi kerak, shu sababli ular odatda boshqa GESlarga qaraganda arzonroq bo‘ladi. Kichik bosimli GESlar esa tekis joylar uchun tavsifli, ularga suvo‘tkazgichli kanallar kerak emas.

Kichik GESlarni qurish uchun sarflanadigan kapital xarajatlarning miqdori ko‘p omillarga bog‘liq. Lekin eng muhim omillardan biri bu joyni tanlash va unga GESni

“bog‘lash”. Suvning tegishli bosim va oqim tezligi borligi – elektr energiyani ishlab chiqarish uchun zarur bo‘lgan shartidir.



12.1-Rasm. Kichik GESlar



12.2-Rasm Kichik GESlar uchun gidroturbinalar

12.2. Kichik GESlarda suv oqimi energiyasidan foydalanish sxemalari

Zamonaviy KGESlarni loyihalash texnologiyasi bir necha xarakterli xususiyatlarga ega. Bunda 50-yillardagi gidroenergetik obyektlarni loyihalash tajribasining yetarli emasligi, ularni faqat ayrim adabiyotlardan va ekspluatatsiyadagi KGESlardan foydalanib bilish mumkin bo‘lgan. Shuning uchun ular hozirgi normativ va uslubiy ishlanmalarda ko‘rsatilmagan.

KGESlarni kelajakdagi avlodini yaratish uchun yangi yonda-shuvlar, ishlanmalar, ilmiy izlanishlar zarur. Buning uchun bunday tahlil va izlanishlarni davom ettirilib, quyidagi tartib va talablarni asoslash kerak:

1. KGESlar to‘la avtomatlashtirilgan va doimiy ekspluatatsion personalsiz ishlashi shart. Bunda ularning iqtisodiy samaradorligi oshirilib, ekspluatatsiya xarajatlari va kapital surʼat kamayishiga erishiladi.

2. Aniq KGES obyektini loyihalash unifikatsiyalashgan loyihamiy yechimlar asosida olib borilishi kerak.

Unifikatsiyaga butun gidrouzel inshootlari yoki ayrim energetik va gidrotexnik inshootlari to‘g‘ri kelishi mumkin.

Energetik inshootlarni unifikatsiyalashgan yechimlariga KGES binosi, turbina vodovodlari va suv qabul qilish inshootlari kiritilib, ularning bir gidroagregat qvvati 3...5 MVt gacha qo‘llanilishi mumkin. Katta quvatli KGESlar uchun alohida iqtisodiy yechimlar topishga to‘g‘ri keladi.

Bunda ham albatta unifikatsiyalashgan gidravlik kuch jihozlari va avtomatik tizimlardan foydalanish zarur.

3. Unifikatsiyalangan KGES loyihasidan foydalanishda bir etap ishlarini bajarish lozim KGES qurilishi texnik-iqtisodiy hisoblardan asoslangan keyin ishchi loyiha bajariladi va ishchi hujjatlar aniq sharoit uchun ishlab chiqiladi.

Agar KGESlar kompleks gidrouzel tarkibiga kiritilsa, ularni loyihalash bir etapda gidrouzel bilan bajariladi.

Bu ko'rsatma va fikrlarga asosan KGESlar loyihasida suv oqimidan foydalanish sxemalari napor hosil qilish usuliga ko'ra:

- to'g'onli;
- derivatsiyali;
- aralash sxemali xillarga ajratiladi.

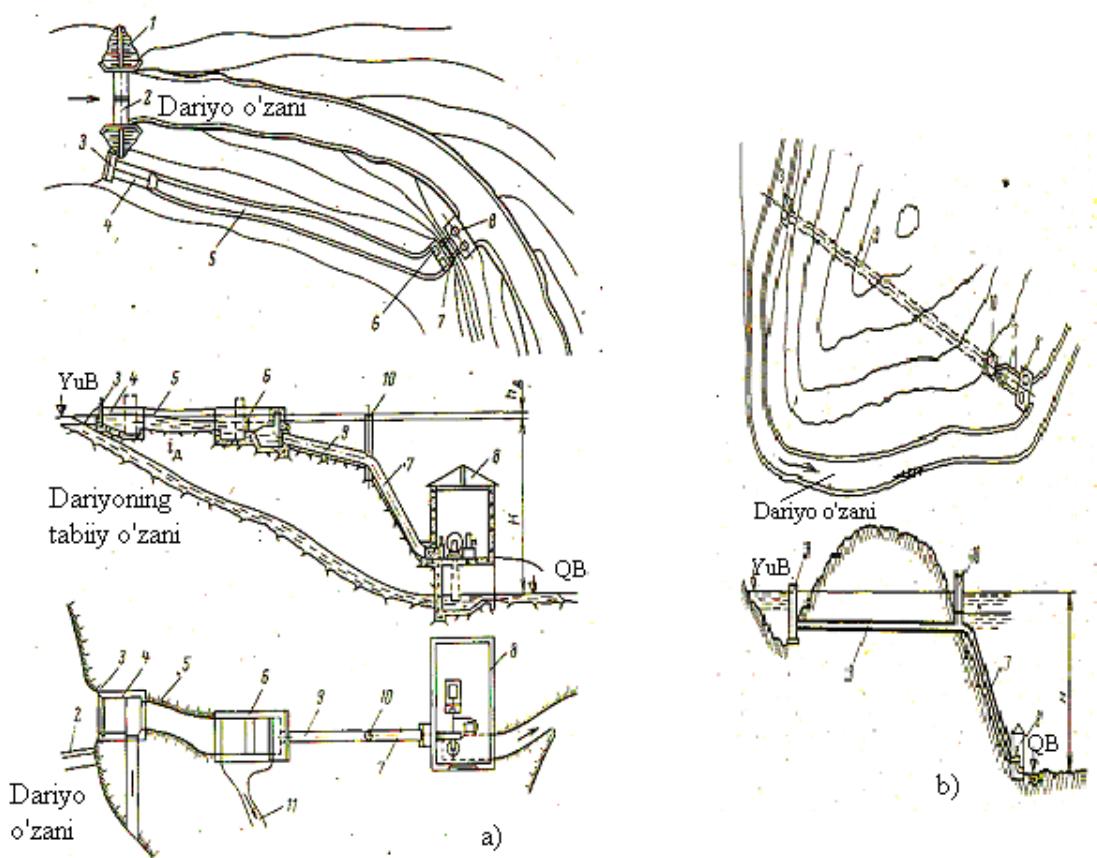
To'g'onli sxema orqali napor hosil qilishda daryo oqimiga perpendikular ravishda stvor-to'g'on quriladi. Bunda hosil bo'ladigan suv ombor daryo suvini qayta taqsimlashga xizmat qiladi.

Daryo o'zani KGESi joylashiga ko'ra ikkita komponovka variantiga ega bo'ladi.

KGES binosi daryo o'zanida joylashganda napor hosil qiluvchi inshootlar tarkibiga kiradi va napor ta'siri ostida joylashadi. KGES binosi balandligi napor orqali aniqlanib, ular komponovkasidan 4...6 m gacha foydalaniladi.

KGES binosi qurilishiga kapital sarfning oshishiga sabab daryo o'zanida (peremichka to'sinlar qurishga va kotlovandan suvni chiqarib), daryo suvini o'kazib turishga to'g'ri keladi.

KGES binosining aylanma kanalda joylashishi daryo o'zanidan nariroqda bo'lib, asosiy inshootlarini (KGES binosi, oqova nov) quruq sharoitda yaratishga va qurilish ishlab chiqarishni soddalashtirishga va natijada umumiy gidrouzel narxini kamaytirishga yordam beradi.



12.3-rasm. Derivatsion GESli gidrouzel inshootlarini joylashtirish variantlari

1—berk to'g'on; 2—oqova nov to'g'on; 3—suv qabul qilgich; 4—suv tindirgich; 5—derivatsion kanal; 6—bosimli basseyн; 7—turbina vodovodlari; 8—GES binosi; 9—derivatsion bosimli tunnel (truboprovod); 10—tenglagich rezervuar; 11—bosimli basseyн suv tashlagichi.

Bunday komponovkalar napor 6... 8 m oralig'ida ishlataladi, to'g'on orti KGES komponovkasida u to'g'on orqasida quyi bef tomonida joylashtiriladi (12.3-rasm).

Gidroturbinalarga suvni maxsus naporli vodovodlar yordamida keltiriladi. Bunda KGES binosi napor ta'siri ostida joylashmaydi va 15...20 m gacha naporda foydalaniladi.

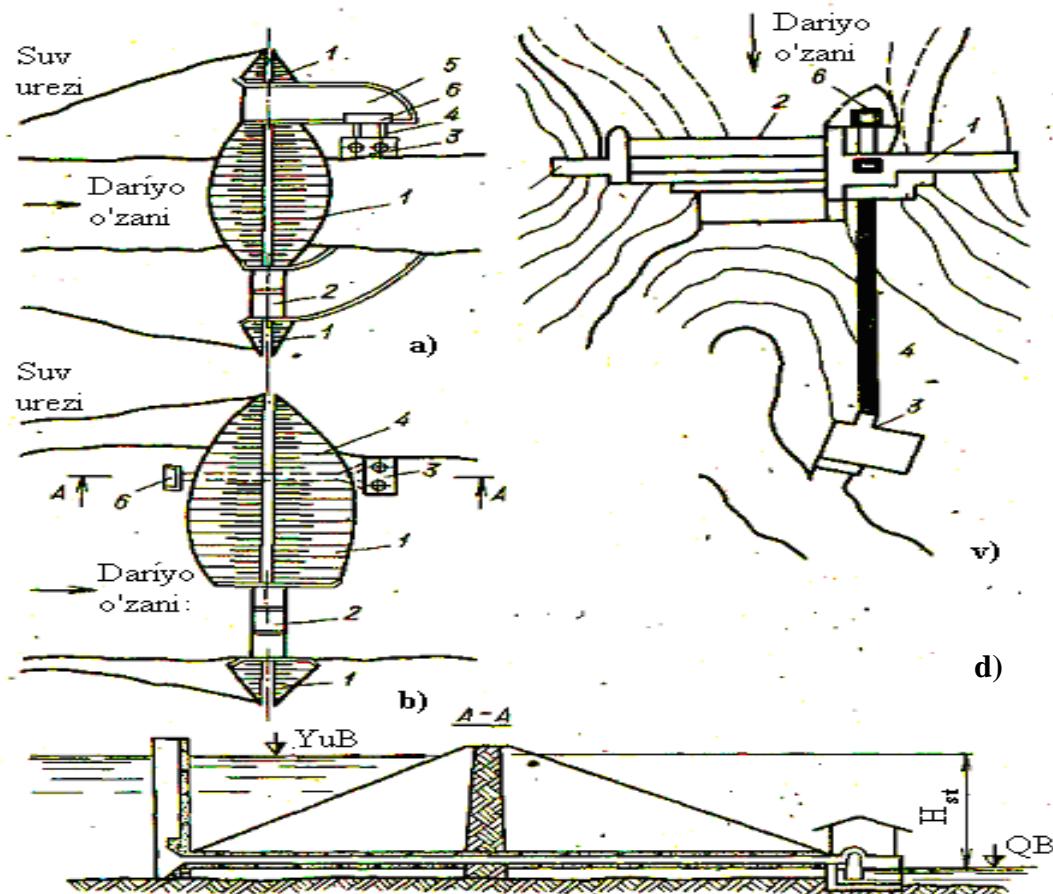
Derivatsion sxemada napor hosil qilish uchun tabiiy daryo o'zanidan suvni sun'iy vodovod, kanal yoki tunnel orqali tarmoqqa olinadi. Shu sobabli vodovod oxirida suv sathi daryo sathidan katta bo'ladi. Bu farq orqali napor hosil qilinib, u 15.,,20 m dan oshiq bo'ladi.

Derivatsion vodovod xiliga ko'ra uni, ya'ni KGESni naporli yoki naporsiz derivatsiyali deb ataladi.

Naporsiz derivatsiyali KGESlarda suv daryodan naporsiz vodovod (ochiq kanal, lotok) yoki tunnel orqali tarmoqqa olinadi.

Bunda derivatsiya yo'li yuqori bef sathiga yaqin qilib olinadi. Uning uzunligi topografik sharoitdan va texnik-iqtisodiy samaradorlik orqali aniqlanib bir necha kilometrga yetishi mumkin.

Naporli derivatsion KGESda truboprovoddan yoki naporli tunneldan foydalanib, uni yuqori bef otmetkasidan pastda joylashtiriladi va suv ombori foydali hajmi va ishlatish chuqurligini ko'paytirish imkoniyati turiladi. Toporafik sharoit yaxshi bo'lsa, derivatsion vodovod uzunligi qisqartiriladi.



12.4-rasm. To'g'on orti GESi gidrouzel inshootlarini joylashtirish (kompanovkalash) variantlari: a – suvni GES binosiga bosimli basseyn orqali keltirish; b – suvni GES binosiga tuproqli to'g'on tagida joylashtirilgan truboprovod orqali keltirish; d – suvni GES binosiga tunnel orqali keltirish; 1 – berk to'g'on; 2 – oqova nov to'g'oni; 3 – GES binosi; 4 – turbinali vodovod; 5 – bosimli basseyn; 6 – suv qabul qilish inshooti.

12.3. Kichik GESlar energetik ko‘rsatkichlari

Umuman, gidroenergetik qurilmalarning suv energetik yoki suv xo‘jalik hisoblarini, jumladan, KGES uchun ham suv energetika hisoblarini bajarish natijasida ular nominal quvvati va ishlab chiqadigan elektr energiya kattaligi, har xil rejimdagi suv sarfi yuqori va quyi beflardagi suv sathi o‘zgarishi, napor o‘zgarishi diapazoni va boshqalar aniqlanadi.

Bu hisoblarni bajarish uchun quyidagi kattaliklar talab qilinadi: mo‘ljallanayotgan KGES stvori uchun daryo suvi miqdori ma’lumotlari; maksimal va minimal daryo suvi miqdori; qishki va yozgi davrlardagi suv sarfi va sathi o‘rtasidagi bog‘lanishlar; suv ombori topografik xarakteristikalar, ya’ni $W, F=f(Z_{Y,b})$; elektr energiyasi iste’molchilar haqidagi ma’lumotlar, ya’ni sutkalik yuklanish grafigi $N=f(t)$; yil davomidagi suvdan foydalanuvchilar to‘g‘risida ma’lumotlar.

Daryo suvi miqdorini tartibga solish imkoniyati darajasi foydali va o‘rtacha ko‘p yillik suv miqdori nisbatidan, ya’ni W_f/W_{quyi} dan va tabiiy suv miqdorining vaqt bo‘yicha notekis taqsimlangandan topiladi. Ko‘p yillik, mavsumiy va hatto haftalik suv miqdorini tartibga solish KGESda amalda qo‘llanilmaydi, chunki bunda kerakli foydali hajm suv ombori uchun kapital surʼat oshishiga va KGES qurilishi samaradorligining pasayishiga olib keladi.

Sutkalik tartibga solish KGES uchun eng asosiy hisoblanib, ko‘pgina hollarda KGES tartibga solinmas tabiiy rejimda ishlaydi. Bunday KGESlarda yuqori bef sathi o‘zgarishsiz qolib, sezilarsiz o‘zgarishlar quyi befda napor tebranishi hisobiga kuzatilishi mumkin.

KGESlarda sutkalik tartibga solish hisobiga elektr energiyasi ishlab chiqarish tabiiy daryo rejimidan kamroq bo‘ladi, chunki quyi bef sathi davomida balandroq kuzatiladi. O‘zgarmas suv sarfida, ya’ni tabiiy rejimda esa suv sathi quyi befda past bo‘ladi.

Sutkalik energiya yo‘qolishi $\Delta E_{sut}=9,81 \cdot Q \Delta h \eta_{ga}$ foydalaniladigan napor kattaligiga bog‘liq. Kichik naporda bu yo‘qotishlar sezilarli bo‘lib, past naporli KGESda u 3...5 % gacha tabiiy suv sarfida kuzatilishi mumkin.

Suv energetika hisoblari xarakterli yil uchun bajarilib, quyidagilar olinadi:

- o‘rtacha suvli yil, ko‘p yillik o‘rtacha suv miqdoriga yaqin; bu yil bo‘yicha hisobiy suv sarfi GES uchun tanlanib Q_h^{GES} berilgan naporda W_{GES} va E_{GES} ni topishga yordam beradi;

- kamsuvli 75% yoki 90% li ta’milanganlikka ega suv miqdori; bu yil bo‘yicha GES suv bilan ta’milanganligi tekshirilib, kam suvli davrdagi elektr energiyasi hisoblanadi.

Gidrometrik ma’lumotlar yetarligiga ko‘ra o‘rtacha yoki kam suvli davr tanlanadi. Bu kuzatishlar 8...10 yil bo‘lganda statik tahlil usuli qo‘llanilib, kuzatishlar qisqa muddatli bo‘lsa, o‘xshashlik usulidan foydalaniladi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri daryo suvi kuzatishlari yetishmasa hisobiy gidrograflar suv miqdori moduli va koeffitsiyenti orqali va maxsus xaritalardan foydalanib quriladi.

$$\text{Kichik GES quvvati } N_{GES}=9,81 \cdot QH \cdot \eta_{en,quv} \quad (12.1)$$

bu yerda, H – foydali soʻf napor, m; Q – suv sarfi, m^3/s ;
 $\eta_{en,quv}$ – energoqurilmalar F.I.K.



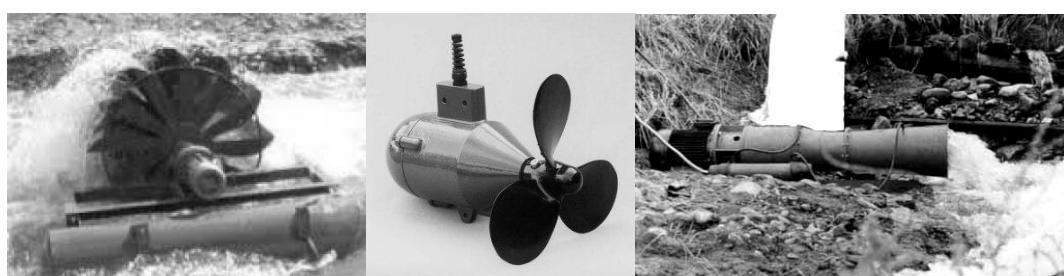
12.5 - rasm. Mikro-GESlarning turlari va ulardan foydalanish

12.4. Qashqadaryodagi mikro GES lar

Quvvati 300 Vt va 5 kVt gacha sutkalik ishlab chiqarishga ega bo‘lgan mikro GES Qashqadaryo viloyati «Gissar» daxilsiz (zapovednik) joyda qurilgan.

Qashqadaryo viloyati Shaxrisabzs tumanida Gilan qishloqda dengiz sathidan 2000 m balandlikda mikro GES joylashgan. Ushbu qishloqda aholi 5 ming kishi bo‘lgan 1400-ga yaqin oylalar yashaydi. Qishloqdagi yashovchilar har xil bo‘loq suvlarni osma ariqlar (lotoklar) yordamida metalli baklarda to‘playdi va uylar bo‘yicha taksimlaydi.

Gilan qishloqda yashovchilar turli xil balandliklardan osma ariqlar orqali oqadigan suvni elektr energiyani olish uchun moslashtirilgan. Ularga mikro GESlarni o‘rnatilgan va har biridan o‘rtacha 7 kVt elektr energiya olinadi, bu esa bitta xo‘jalik uchun bemalol yetadi. Hozirgi kunda Gilan qishloqda 50 ta shunday mikro GESlar qurilgan. Shu bilan birga, qishloqda bir nechta suv tegimonlar mavjud, ulardan pastda kichik GESlar joylashgan. Shunday qilib, suvning energiyasi suv tegimonlarning ishni ta’minlaydi va elektr energiyani ishlab chiqaradi. Bundan tashqari, qishloqda 30 kVt elektr energiyani beradigan mikro GES ishlayapti, buning quvvati 30 ta xo‘jaliklar uchun bemalol yetadi.



12.6 - Rasm Mikro GESlar.

Nazorat savollari:

1. Kichik GESlar tasnifini tushuntiring?
2. Kichik GESlarda suv oqimi energiyasidan foydalanish sxemalarini tushuntiring?
3. Kichik GESlar energetik ko‘rsatkichlari tahlil qiling?
4. Qashqadaryodagi mikro GES lar holatini tahlil qiling?

13-MA'RUZA: Bioenergetika.

REJA:

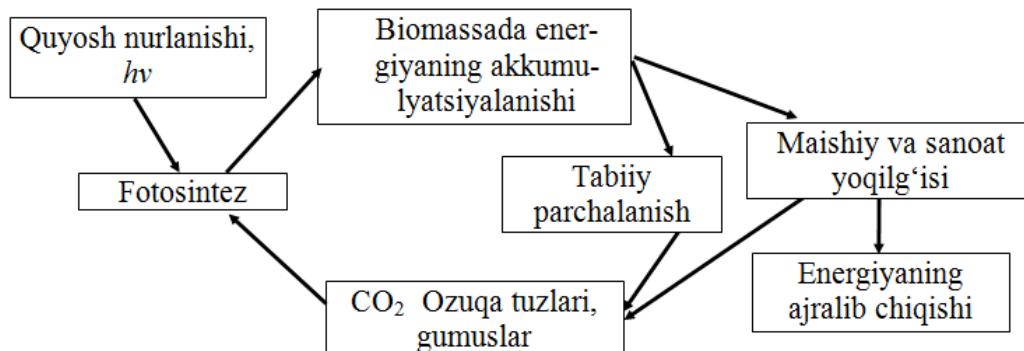
- 13.1. Biomassa va uning tarkibi
- 13.2. Bioyoqilg‘ilarni yoqish, piroлиз, gazlashtirish
- 13.3. Spirli va anaerobli fermentlash

13.1. Biomassa va uning tarkibi

Biomassa eng qadimiy qayta tiqlanadigan energiya manbalaridan bo‘lib hisoblanadi. O‘simpliklar va jonivorlar tashkil etadigan massasiga **biomassa** deyiladi. Biomassa hosil qilishning tabiiy jarayoni asosida o‘simpliklarni fotosintez qilish mexanizmi yotadi, ya’ni bunda quyosh energiyasi akkumulatsiyalanib kimyoviy energiyaga o’tadi. Fotosintez - Yerdagi hayot uchun asosiy jarayon bo‘lib quyosh energiyasini o‘zgartirishning tabiiy jarayoni hisoblanadi. Sxemali ravishda bu jarayonni sodda formula bilan ifodalash mumkin

$$N_2O + SO_2 \frac{Quyosh \times energiya}{O'simplik - xlorofil} \Rightarrow \frac{\tilde{N}(\hat{I}_2 \hat{I}) + \hat{I}_2}{Organik \times material}. \quad (13.1)$$

Har yili o‘simpliklar fotosintez qilishi natijasida $2,5 \times 10^{21}$ J/yil umumiyligi energiyaga ega bo‘lgan $1,5 \times 10^{11}$ t miqdordagi uglerodni akkumulyatsiyalaydi. Bu esa yillik dunyo energiya iste’molidan 10 marta ortiq. Umumiyligi biomassada miqdorining faqat 0,5%-ni odamzod ovqat uchun iste’mol qiladi.



13.1-Rasm Biomassaning aylanma sxemasi.

Biosfera tarkibida 800×10^9 t biomassa mavjud (90% yog‘ochga to‘g‘ri keladi), budan 200×10^9 t har yili qayta tiklanadi, bu esa 100×10^9 t neftga mos keladi. Dunyoda yil davomida energiyani iste’mol qilish har yili fotosintez jarayonda to‘plangan energiyasidan 0,1 qismini tashkil etadi. Biomassada to‘plangan quvvat organik yonilg‘i zaxirasining miqdoriga teng.

Biomassani bioyoqilg‘i sifatida foydalanish katta ahamiyatga ega. Yonish jarayonida bioyoqilg‘idagi energiya tarqaladi, tabiiy ekologik va qishloq xo‘jalik jarayonlari orqali yonishdan chiqqan mahsulotlar yana qaytadan bioyoqilg‘iga aylanadi. Bioyoqilg‘idan foydalanish tabiatdagi ekologik sikllar bilan bog‘langan, atrof muhitni ifloslantirmaydi va uzlucksiz qayta tiqlanadigan energiyani hosil qilish jarayonlarini ta’minlaydi. Sanoatda biomassadan foydalanishning asosiy maqsadi har xil ishlarda tatbiq etish uchun turli xil (qattiq, suyuq, gazsimon) yoqilg‘ilarni yaratishidan iborat bo‘lib hisoblanadi.

Biomassalar manbalari sifatida maishiy va sanoat chiqindilar, o'simlikning qoldiqlar, chovrachilik chiqindilar, o'rmon maxsulotlar hisoblanadi. Bundan tashqari, ularga kiradi suv o'ti, makrofit va fitoplanktonlar. Biyoqilg'ilarning asosiy ta'minlovchilari o'rmon va qishloq xo'jaligi bo'lib hisoblanadi. Shu sababdan, biomassani qayta ishlash va biyoqilg'ini hosil qilish tizimlariga **agrosanoat** tizimlari deb ataladi.

Dunyoning rivojlangan mamlakatlarda bitta odamga bir yilda 5 t quruq organik chiqindilar to'g'ri keladi va quyidagicha taksimlanadi: shahar chiqindilar – 25%, qishloq xo'jalik chiqindilar – 75% (bulardan o'simliklarning – 75% va hayvonlarning – 25%).

Biomassa yoqilg'i sifatida uning tarkibidagi namlik va uglerod miqdori bilan tavsiflanadi. Biomassaning namligi *W*-namlik (nisbiy namlik) va *U*-namlik miqdori (absolyut namlik) bilan aniqlanadi:

$$W = (m - m_o)/m; \quad U = (m - m_o)/m_o; \quad W = U/(U+1); \quad (13.2)$$

bu yerda *m* - materialning umumiyy massasi, kg;

m_o - materialning quruq massasi, kg.

Hosil yig'ib olingandan so'ng o'simlik biomassasining namligi 50...60%-ni tashkil etadi. Agarda material atrof muhit bilan muvozonat holatda bo'lsa material quruq hisoblanadi, ya'ni bu vaqtida uning namligi 10%-dan to 15%-gacha bo'ladi. Namlik issiqlik energiyasining chiqishini ancha kamaytiradi. Shu sababdan, zarur bo'lganda biomassa quritiladi. Quruq biomassaning yonish issiqlik miqdori 8...32 MJ/kg tashkil etadi.

Biomassa resurslari amalda har xil turida deyarli barcha mintaqalarda mavjud va ularning har qaysida biomassadan energiyani va yonilg'ini ishlab chiqarishni tashkillashtirish mumkin.

Turli xil mamlakatlarning energetikasidagi biomassaning qo'shilgan hissa hozircha ahamiyatsiz va u qo'shimcha muqobil energiya manbai sifatida ko'riladi. Shunga qaramasdan, bioenergetika energetikaning tez rivojlanayotgan soha deb hisoblanadi va muhim energetik va ekologik ahamiyatga ega. Rivojlangan mamlakatlarda issiqlik-energetik balansda biomassaning ulushi 5...10% tashkil etadi. Xitoyda 30 mln-dan ortiq biogaz qurilmalar ishlamoqda (asosan qishloq joylarda).

Bioenergetikaning rivojlanishi o'zining afzalliklari va kamchiliklariga ega.

Asosiy afzalliklari:

- 1) Zaxiralar potensiallining kattaligi. O'rmon va qishloq xo'jaligi ishlab chiqaradigan mahsulotlar hamda turli xil chiqindilarning turli-tumanligi.
- 2) Energiyani jamg'arish va istalgan vaqtida foydalanish imkoniyati, qayta tiklanuvchanligi, nisbatan arzonchiligiga ega.
- 3) Yog'och ko'mir, biogaz, spirt va elektr energiya ishlab chiqarishning turmushda va sanoatda foydalanish turlarining ko'pligi.
- 4) Qishloq xo'jalik mahsulotlari ishlab chiqarishni rivojlantirish. Qo'shimcha va ikkilamchi mahsulotlardan hamda chiqindi va qoldiqlardan samarali foydalanish. Chiqindisiz texnologiyalarni yaratish.
- 5) Ekologiyani yaxshilash va atrof muhitni ifloslatirishni kamaytirish.

Asosiy kamchiliklari:

- 1) Tuproqning kuchsizlanish va eroziyalanish ehtimoli.
- 2) Oziq-ovqat ishlab chiqarish bilan raqobati.
- 3) Genetik muxandislikdan foydalanish oqibatida nazorat qilib bo'lmaydigan jarayonlarga olib kelishi mumkin.

4) Loyihalash xatoliklari hamda qayta ishlash sikllarining berk bo‘lmasligi atrof muhitni ifloslanishiga olib kelishi mumkin.

13.1-Jadval

Biomassani texnologik o‘zgartirish sxemasi

	Umumiy jarayonlar	Maxsus Jarayonlar	Asosiy Mahsulotlar	Qazilma yoqilg‘ini o‘rin bosuvchi
Biomassa	Bio-kimyoviy	Spiriti fermentlash	Etil spirit	Benzin, dizel yoqilg‘iga qo‘shimchalar
		Anaerobli fermentlash	Biogaz	Benzin, dizel yoqilg‘i, kerosin, tabiiy gaz, suyuqlantirilgan gaz
Termo-kimyoviy	Piroliz	Yog‘och ko‘mir	Tosh ko‘mir, lignin, yoqilg‘i moy, tabiiy gaz	
	Gazlashtirish	Sintetik gaz, metil spirit	Yoqilg‘i moy, benzin	
	Suyultirish	Yoqilg‘ilar	Benzin, dizel yoqilg‘i	
	Murakkab efirga o‘zgartirish	Usimliklardan dizel yoqilg‘i	Dizel yoqilg‘i	
	Termokatalitik kreking	Benzin va usimlik-lardan dizel yoqilg‘i, kerosin	Benzin va dizel yoqilg‘i, kerosin	

13.2-Jadval

Biomassani foydalanishda olinadigan energetik mahsulotlar

Biomassa turi	Texnologik jarayon	Energetik mahsulotlar
Quruq	Yoqish Gazlashtirish Piroliz Gidroliz va distillatlash	Issiqlik va elektr energiya Yonuvchi gazlar, metanol Yonuvchi gazlar, mum, yog‘och ko‘mir Etil spirit
Namli	Presslab briketlash Anaerobli achitish Achitish va distillatlash	Yonilg‘i briketlar Biogaz Etil spirit

13.3-Jadval

Turli xil bioyoqilg‘ilarning issiqlik ajratuvchanligi

Yonilg‘i turi	Issiqlik ajratuvchanligi, MDj/kg
Maxsus yig‘iladigan Yog‘och: o‘tin, chiqindi, po‘stloq, qipiqliq, qirindi va b. -namli . . . -quritilgan	8-13 13-16
O‘simliklar: poxol, qamish, qo‘ga, g‘o‘zapoya - quritilgan	12-15

Hosil chiqindilar		
Guruch shulxa	12-15	
Qamish, paxta kunjara va b.....	12-15	
Hayvonlar go'ngi, torf	12-15	
Ikkilamchi biyoqilg'ilar:		
Etil spirt - etanol S ₂ N ₅ ON	30	
Metil spirt - metanol SN ₃ ON	23	
Biogaz SN ₄ (50...65%) + SO ₂ (30...45%)	28	
Yog'och ko'mir, bo'lakli, changli	32	

13.2. Biyoqilg'ilarni yoqish, piroliz, gazlashtirish

Bioyoqilg'ilarni yoqish

Bioyoqilg'ilarni yoqishda ajralgan issiqlikdan isitish, ovqat tayyorlash, maishiy va turmush ehtiyojlari hamda issiqlik texnologik jarayonlari va elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun foydalaniladi. To'g'ridan-to'g'ri yoqish uchun asosiy bioyoqilg'i sifatida yog'och va undan hosil bo'ladigan mahsulotlar ishlatiladi. Yog'och tarkibini taqriban 50% uglerod, 6% vodorod va 44% kislorod tashkil etadi. Daraxtning turiga va namligiga qarab yog'och materiallarning issiqlik chiqarish qobiliyati 8...17 MJ/kg-ni tashkil etadi. Yog'och yonish jarayonni uch bosqichga ajratish mumkin: 1) yog'ochni quritish, 2) yog'och pista ko'mirga aylanish, uchuvchan gaz va suyuqlilar ajralishi, 3) yog'och yonish jarayoni. Muayyan yog'ochda bo'ladigan issiqlik energiya miqdoridan 60% uchuvchan gazlarda bo'ladi.

To'g'ridan-to'g'ri yoqish uchun boshqa muhim bioyoqilg'i turlari sifatida qishloq xo'jaligi ishlab chiqaradigan mahsulotlar, ya'ni poxol, shulxa, qamish, g'o'zapoya, go'ng ishlatiladi. Namlik miqdori muvozanatli holatda bo'lган bunday yoqilg'ilarning yonish issiqlik miqdori 12...15 MJ/kg-ni tashkil etadi.

Yonilg'ining yonish samaradorligi uchun yonilg'i to'liq yonishi eng muhim shart bo'lib hisoblanadi. Yonilg'i yonishning maksimal samaradorligi yopiq o'choqlarda ta'minlanadi, chunki bu holda havoni uzatish va uchuvchi gazlar chiqish trayektoriyani rostlash mumkin.

Yonilg'i to'liq yonish uchun quyidagi shartlar zarur:

- zarur bo'lган miqdorda havoni o'zatish;
- havo bilan uchuvchi gazlarni yaxshi aralashtirish;
- gaz-havo aralashmaning o't oldirish ta'minlash;
- gazlar to'liq yonish uchun yetarli fazosini yaratish.

To'g'ri ishlab chiqilgan o'txonada ikkilamchi havo ko'mir ustidagi sohaga kiritiladi. Uchuvchi gazlar bilan aralashib havo ularning to'liq yonib ketishiga yordam beradi. To'liq yonish natijada faqat ikki oksidli uglerod va suv bug'lari hosil bo'ladi.

Bioyoqilg'ini yoqish samaradorligi ko'p faktorlarga, ya'ni namlikka, yoqilg'ining turiga va zichligiga, o'choq va o'txona qurilmalarini konstruksiyasiga bog'liq bo'ladi. Bioyoqilg'ini yonish f.i.k. 5...50% tashkil etishi mumkin. Yonish samaradorligini oshirish yoqilg'ini quritish va zichlash, o'txona qurilmasining konstruksiyasini takomillashtirish va issiqlik yo'qotishlarni kamaytirish orqali erishiladi.

Ko'p mamlakatlarda to'g'ridan-to'g'ri yoqish uchun bioyoqilg'idan foydalanish umumiy energiya iste'molini 5%-dan to 80%-gacha bo'lган ulushini tashkil etadi.

Ishlab chiqarish jarayonlarda biomassani (to‘g‘ridan-to‘g‘ri yoqish yonilg‘i sifatida) eng ko‘p iste’mol qiladiganlardan, bu quritish, organik chiqindilarni yoqish, issiqlikni va elektr energiyani ishlab chiqarish jarayonlardir.

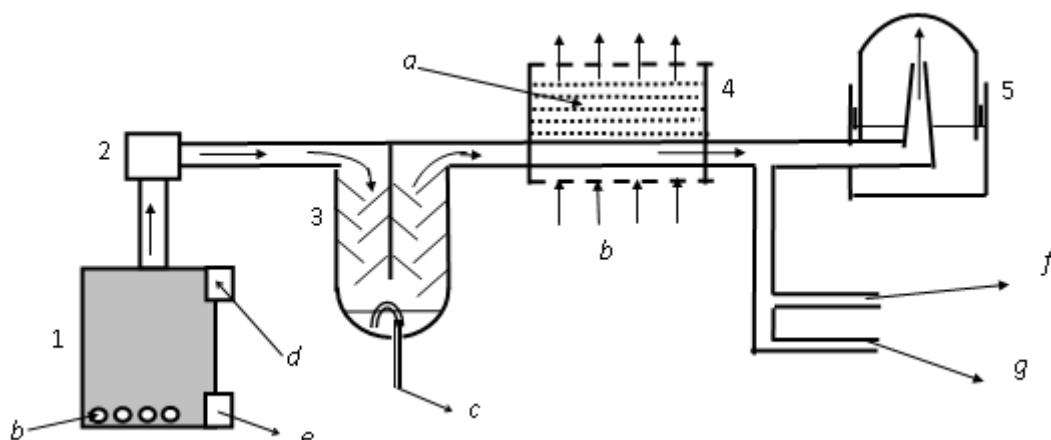
Texnikaviy ekinlarni quritish (kopra, kokos, kakao, kofe, choy, meva va b.) ularni saqlab qolishni ta’minlash uchun odatda o‘tin yoki ekinlar qayta ishlash chiqindilarni yoqish bilan amalaga oshiriladi.

Chiqindilarni yondirish – energiyani iste’mol qilish joylarga yaqin bo‘lgan bioyoqilg‘ini maqbul foydalanish usulidir. Ishlab chiqarish o‘choqlarda chiqindilarni samarali yondirishda 1000 °S-ga yaqin temperaturali toza issiq gazlarini hosil qilish mumkin, ularni esa turli xil issiqlik-texnologik jarayonlarda (masalan, sanoat uchun bug‘larni hosil qilish) foydalanish mumkin.

Turli xil biomassa chiqindilarni bug‘ qozonlarning o‘choqlarda yondirish bilan **issiqlik va elektr energiya** an’anaviy ishlab chiqariladi.

Piroлиз

Piroлиз (gr. *pyr*-ollov) yoki quruq haydash jarayonida hosil bo‘ladigan yoqilg‘ilarni va kimyoviy birikmalarni olish uchun biomassa qizdiriladi yoki qisman yoqiladi. Piroлиз uchun hom-ashyo sifatida yog‘och, biomassa chiqindilari, axlat va ko‘mirlar ishlatiladi. Zamonaviy piroлиз qurilmalar gazlar, kondensat, mum, yog‘, qo‘ng‘ir ko‘mir, kul va boshqalarni olish imkoniyatini yaratadi. (13.2 rasm).



13.2. Rasm Piroliz qurilmasining sxemasi:

1-pirolizli o‘choq; 2-kul tutqich; 3-kondensator; 4-quritgich; 5-gazgolder;
 a-hul xom ashyo; b-havo; c-kondensat; d-quruq biomassa; e-ko‘ng‘ir ko‘mir;
 f-ro‘zg‘or uchun yoqilg‘i; g-ishlab chiqarish uchun yoqilg‘i.

Piroлиздан an’anaviy foydalanish - yog‘ochdan qo‘ng‘ir ko‘mirni ishlab chiqarishdir. Qo‘ng‘ir ko‘mir yog‘ochga qaraganda bir qancha afzalliliklarga ega, ya’ni quruq yog‘ochga qaraganda issiqlik chiqarish qobiliyati deyarli ikki marta ortiq, transportlash uchun ancha qulay, qo‘ng‘ir ko‘mirda o‘choqlarning FIK yog‘ochni yoqib foydalanishga qaraganda 5...6 marta katta bo‘ladi. Ko‘p mamlakatlarda qo‘ng‘ir ko‘mirni ishlab chiqarish va undan foydalanish issiqlik energiyasining asosiy manbai (masalan, Braziliya, Sudan, Keniya, Nepal va h.) bo‘lib xizmat qiladi.

Pirolizning FIK ishlab chiqarilgan yoqilg‘ining yonish issiqligi bilan jarayonda foydalanadigan biomassaning yonish issiqligiga nisbati bilan aniqlanadi. Piroliz qurilmalarning FIK 80...90%-gacha bo‘lish mumkin.

13.4-Jadval

Quruq yog‘ochdan piroliz chiqishi

Tarkibiy qismlar	1 t quruq yog‘ochdan chiqishi
Yog‘och ko‘mir	300 kg
Gaz (yonish issiqligi 10,5 MDj/m ³)	140 m ³ (normal sharoitda)
Metanol	14 l
Sirka kislotasi	53 l
Efir	8 l
Atseton	3 l
Yog‘och moy va yengil mum	76 l
Kreozot	12 l
Var (yog‘och moy)	30 kg

Gazlashtirish

Gazlashtirish - bu hosil bo‘ladigan gazsimon yoqilg‘ini olish uchun moslashtirilgan piroliz jarayonidir. Yog‘och asosidagi piroliz generatorlar boshlang‘ich energiyani 80% gacha yonuvchi gazlarga o‘zgartirish mumkin.

Olinadigan gazsimon yoqilg‘i ishlatilishda ancha samarali, transportabelli va ekologik jihatdan qo‘lay.

Samarali piroliz jarayonni ta’minalash uchun ma’lum bir shartlarga rioya qilish zarur: 1) yonmaydigan qo‘shimchalarni qamaytirish uchun materialni oldindan saralash; 2) quritish va maydalash.

Temperaturaga va olinayotgan mahsulotlarning o‘zaro turlar nisbatga ta’sir etuvchi kritik parametr bu havo–yonig‘ining o‘zaro nisbati hisoblanadi. Eng oson boshqariladigan qurilmalardan 600 °S-dan past temperaturalarda ishlaydigan qurilmalar bo‘ladi. Yuqori temperaturalarda (600 °S-dan to 1000 °S-gacha) qurilmalarni boshqarish ancha qiyin, lekin ishlab chiqriladigan gazda vodorod miqdori oshadi.

600 °S-dan past temperaturalarda haydash jarayonida to‘rtta bosqichlar ajratiladi:

1) 100...120 °S – gazogeneratorga o‘zatiladigan material pastka tushishi bilan namligidan ozod qilinadi.

2) 275 oS – chiqib ketadigan gazlar asosan N_2 , CO va SO_2 lardan iborat; sirka kislotasi va metanol olinadi.

3) 280...350 °S – ekzotermik reaksiyalar boshlanadi, ularning jarayonida murakkab uchuvchi kimyoviy moddalar aralashmasi ajratiladi (keton, aldegid, fenol, efirlar).

4) 350 °S yuqorida – uchuvchi birikmalarning barcha turlari ajratiladi; CO hosil bo‘lish bilan bir vaqtning o‘zida N_2 hosil bo‘lishi ko‘payadi; uglerodning bir qismi yog‘och ko‘mir shaklda kul qoldiklar bilan aralash holda saqlanadi.

Gazofikatorlar xom-ashyoning keng turlarni qayta ishlash uchun mo‘ljallangan: o‘rmon mahsulotlar, qishloq xo‘jalik chiqindilar va boshqa biomassa turlari. Ko‘p firmlar yog‘och chiqindilarni dastlabki gazlashtirish uchun maxsus uskunalarini ishlab chiqarishga ixtisoslanadi. Masalan, «Rauma Repola» finlyandiya firmaning qurilmada rotorli baraban

quritqichga 50...60 % namlmligidagi yog'och chiqindilar va issiq havo o'zatiladi. 20% namligigacha quritilgan chiqindilar bunkerga o'tadi, undan – gazogenerator panjaraga, uni orqali esa 350 °S temperaturaturadagi havo o'tkaziladi. Hosil bo'lган generatorli gaz (900 °S) issiqlik almashtirgich orqali o'tadi, unda gazogeneratorga o'tishdan oldin havo qizdiriladi, so'ngra o'txona kameradagi yondirgichga 650 °S-da beriladi. Yog'och chiqindilar boshlang'ich xom-ashyo sifatida 5 sm o'lchamlarga ega bo'lish mumkin.

Gazofikatorlarni qo'llash asosiy sohasi – sanoat va kommunal obektlarning issiqlik ta'minoti tizimlardir. Masalan, yog'och chiqindilar gazofikator asosidagi 5 MVt quvvatliligi markazi 5 ming kishi aholi yashaydigan punktdagi maishiy va kommunal ehtiyojlar uchun yetarli darajada isiqlikni ishlab chiqaradi va bir yilda 3 ming t mazut tejashini ta'minlaydi.

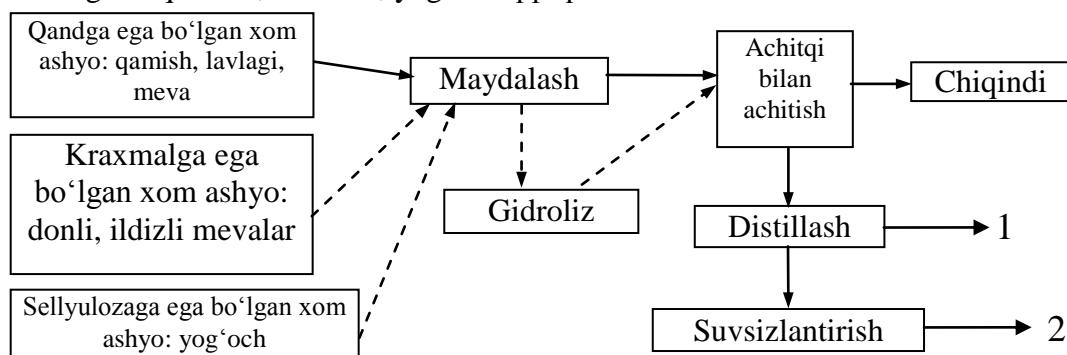
13.3. Spirli va anaerobli fermentlash

Spirli fermentlash

Spirli fermentlash jarayoni etil spirli (**etanol**) S_2N_5ON ni hosil qilish uchun foydalaniladi. Biomassani achitish uchun spirt konsentratsiyasi 10%-dan ortganda nobud bo'ladigan mikroorganizmlar (*Saccharomyces cerevisiae* turidagi achitqi-drojlar) dan foydalaniladi. Shu sababli, spirtning konsentratasiyasini oshirish uchun qayta haydash, ya'ni distillash jarayoni ishlatiladi. Distillashdan so'ng 95% etanol va 5% suvli aralashma hosil bo'ladi. Ma'lumki, bakteriyalar yog'ochni chiritmaydi, sellyulozani esa aktiv qayta ishlaydi. Yog'ochdan biologiq usulda etanolni olishda sellyulova xom-ashyo sifatida foydalaniladi.

Etanolni ishlab chiqarish jarayonlarining murrakabligiga qarab ularni uch turga ajratish mumkin (13.3 rasm):

- 1) Qandga ega bo'lган xom ashyni to'g'ridan-to'g'ri achitish yo'li bilan qayta ishlash. Bunday xom ashyo sifatida shakar qamish, qand lavlagi, mevalar va boshqalar ishlatiladi.
- 2) Kraxmalga ega bo'lган xom ashyni qayta ishlash. Gidroliz usuli bilan xom ashydagi kraxmal qandga o'tkaziladi, so'ngra achitish jarayoni amalga oshiriladi. Xom-ashyo sifatida donli ekinlar, ildizli meva mahsulotlari ishlatiladi.
- 3) Glyukozaga ega bo'lган sellyulozani qayta ishlash. Gidroliz usuli bilan fruktoza saxarozaga o'tkaziladi. Xom ashyo sifatida o'rmonchilik va yog'ochni qayta ishlash sanoatdagagi chiqindilar, masalan, yog'och qipiqlari ishlatiladi.



13.3. Rasm Etil spirtni ishlab chiqarish sxemasi:

1-95% spirt, asosiy yoqilg'i; 2-100% spirt, benzinga qo'shimcha

Spirli fermentlash chiqindilar mol uchun yem-xashak va o'g'it sifatida foydalaniladi.

13.5 jadvalda ayrim texnikaviy o'sumliklardan etanol ishlab chiqarish ma'lumotlar keltirilgan.

Ayrim texnikaviy o'simliklardan etanol chiqishi

O'simlik	1 t usimlikdan etanol chiqishi, l/t
Shakar qamish	70
Maniok	180
Shirin sorgo	86
Shirin kartoshka	125
Donli (makkajo'xori)	370
Mevali	160

Etanolni yoqilg'i sifatida foydalanish

Suvsizlantirilgan etanol – +423 °C temperaturada alangalanuvchi va -117-dan to +78 °C-gacha orilikda bo'ladigan suyuqlik. Uni ichki yonuv dvigatellarda foydalanish uchun maxsus karbyurator talab etiladi. Shuning uchun benzinni suvsizlantirilgan etanol bilan aralashtiradi (xajm buyicha 20%) va bu aralashmani (gazoxol) oddiy benzin dvigatellarda foydalaniлади.

Gazoxol xozirgi davrida - AQSH, Braziliya, Kanada va b.-da oddiy yoqilg'иди. Etanolning muhim xususiyati – portlashsiz zarbali yuklamalarga bardosh berish (yoqilg'inining detonasiyasini kamaytiradi), shuning uchun tetraetil qurg'oshin o'rniga etanolni qo'shish ancha afzall, atmosferaning ifloslanishi kamayadi. Yoqilg'i sifatida etanolning afzal xususiyat dvigatelning quvvatini toza benzinga qaraganda 20%-ga ortishini ta'minlaydi. Etanolning massali zichligi va issiqlik yaratuvchanlik qobiliyatini benzindan past, shunga mos ravishda yonish issiqligi (24 MJ/m³) 40%-ga kam benziga qaraganda (39 MJ/m³). Lekin etanolning yaxshi yonuvchanligi hisobidan issiqlik chiqarish qobiliyatining pastligi qoplanadi. Tajribalar ko'rsatadiki, dvigatellar gazoxol va benzinni bir xil miqdorda iste'mol qiladi.

Anaerobli qayta ishslash

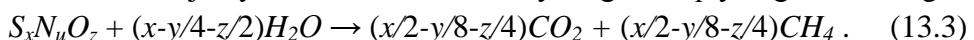
Anaerobli (*an*-inkor etish+gr. *aer* – havo) qayta ishslash –mikroorganizmlar yordamida biomassa parchalanadi, natijada metan (50...65%), karbonat angidrid gazi (30...45%), vodorod, oltingugurt, azot va boshqa gaz aralashmali **biogaz** olinadi. Biogazning issiqlik chiqarish qobiliyatini 20...26 MJ/m³-ga teng.

Biomassaning anaerobli parchalanishi ikki bosqichli biologik jarayondan iborat.

Birinchi bosqich - kislotani hosil qiluvchi bakteriyalar yordamida yog', uglevodorod va oqsillarni oddiy organik kislotalarga o'zgartirish jarayoni.

Ikkinci bosqich - metanni hosil qiluvchi bakteriyalar yordamida metan gazini hosil qilish jarayoni.

Anaerobli achitish jarayonni ifodalovchi asosiy tenglama quyidagi ko'rinishga ega:



Achitish uchun xom-ashyo sifatida turli xil o'simliklar va chorva chiqindilari ishlataladi. Xom-ashyo suv bilan 90% gacha suyultiriladi. Achitish jarayoni 20...55 °S temperaturada 8 kundan 20 kungacha davom etadi.

Ma'lumki, muayyan turidagi bakteriya uchun afzalli uchta tavsifli temperatura darajalari mavjud. Yuqori temperaturada achitish quyi temperatralarga qaraganda tezroq o'tadi va har bir 5 °S-ga gaz chiqishi taxminan ikki marta oshadi. Quyi temperaturali drajasi – psikrofilli –

taxminan 20 °S, o'rta – mezofilli - taxminan 30 °S, yuqori – termofilli - taxminan 55 °S. Eng faolli metan 35 °S temperaturada chiqadi.

Iqlim issiq bo'lgan mamlaktlarda achitish isitishsiz 20...30 °S oraliqdagi tuproqning temperaturalarda o'tkaziladi, psikrofilli achitishga mos bo'lib 14 kunlik vaqt intervalida bo'ladi. Iqlim sovuq bo'lgan mamlaktlarda achitish uchun muhitni taxminan 35 °S temperaturagacha qizdirish zarur (oligan gazndan bir qismni foydalanish mumkin). Ayrim bakteriyalar 55 °S temperaturada yashovchanlikka ega. Ular qo'shimcha gaz miqdorini olish uchun emas, balki materialning achitishni tezlashtirish uchun foydalaniлади.

Achitishda biokimyoviy jarayonlar uchta bosqichda o'tadi, ulardan har biri mos bo'lgan anaerobli bakteriyalar guruhi bilan ta'minlanadi.

1. Eritmaydigan parchalanadigan biologik materiallar (masalan, selluloza, polihaxarid, yog'lar) uglevodlar va yog'li kislotalarga bo'linadi. Ishchi biogazgeneratorda bu jarayon 25 °S temperaturada bir sutkada o'tadi.

2. Kislotsani hosil qiluvchi bakteriyalar asosan sirkva propion kislotalarni hosil qiladi. Bu bosqich birinchi bosqichdagisi temperatura va davrda o'tadi.

3. Metanni hosil qiluvchi bakteriyalar, asta-sekin, taxminan 14 sutka davomida 25 °S temperaturada dastlabki mahsulotlarni to'liq achitadi, bunda 70%-gacha SN_4 va 30 % SO_2 , hamda N_2 va N_2S qichik aralashmalar chiqariladi.

Biokonversiya jaryoni energetik masalalardan tashqari yana ikkita masalarni yechishga imkoniyatini beradi.

Birinchidan, achitgan go'ng oddiy foydalanishga qaraganda qishloq xo'jalik ekinlarning hosildorligini 10...20%-ga ko'taradi. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin, anaerobli qayta ishslashda minerallashtirish va azotni bog'lash. An'anaviy usulda organik o'g'itni (kompostlash) tayyorlashda azot yo'qotishlar 30...40%-gacha bo'ladi. Go'ngni anaerobli qayta ishslashda (achitmagan go'ngga nisbatan) ammoniyli azot tarqibi 4 marta ko'payadi (20...40% azot amoniysi shaklga o'tadi). O'zlashtirilgan fosforning miqdori ikki marta oshadi va umumiy fosfor miqdoridan 50% tashkil etadi.

Ikkinchidan, achitish vaqtida begona o'tlarning o'rugi'lar (doim go'ngda bo'ladi) to'liq nobud bo'ladi; mikrobluyuushmalar, gelmint tuxumlar va yoqimsiz hid yo'q qilinadi - ya'ni bugungi kunlar uchun dolzarb ekologik samara xal qilinadi.

Nazorat savollari:

1. Biomassa nima?
2. Biomassani tarkibi qanday moddalardan tashkil topgan?
3. Biyoqilg'ilarni yoqish jarayonini organish?
4. Spirtli va anaerobli fermentlash nima?

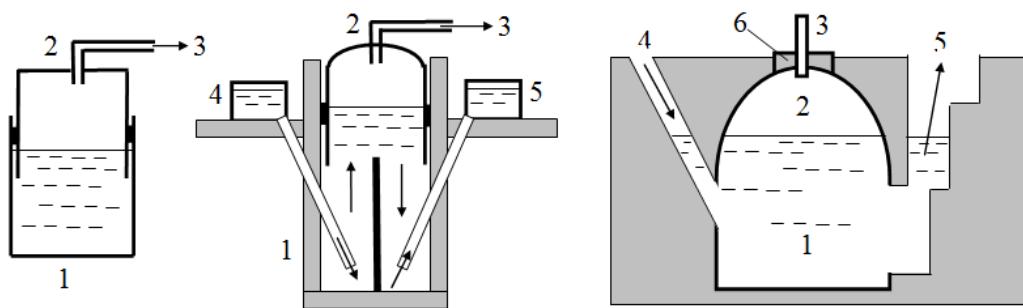
14-MA’RUZA: Biogazni ishlab chiqarish

REJA:

- 14.1. Biogazni ishlab chiqarish
- 14.2. O’zbekistonda bioenergiya resurslar

14.1. Biogazni ishlab chiqarish

Biogaz metanning maksimal chiqishini taminlaydigan biogazgeneratorlarda, ya’ni metantenklarda olinadi. Hozirgi vaqtida sodda gazgolderlardan tortib to sanoat komplekslarigacha bo’lgan turli xil biogazgeneratorli konstruksiyalar ishlatilmoqda (14.1-rasm).

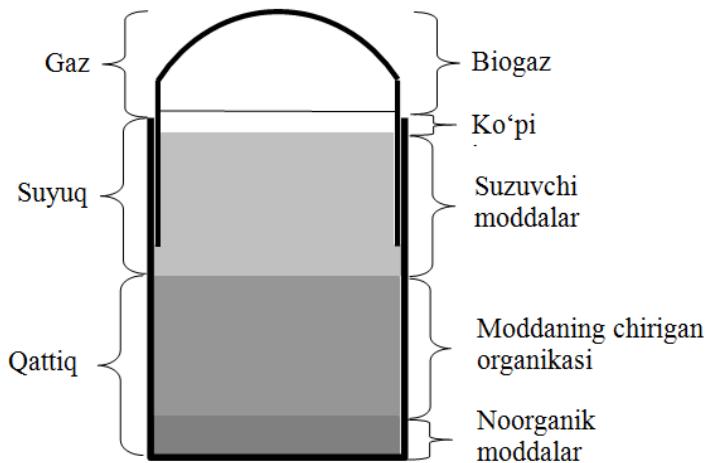


14.1-Rasm Turli xil biogazgeneratorlarning sxemalari:

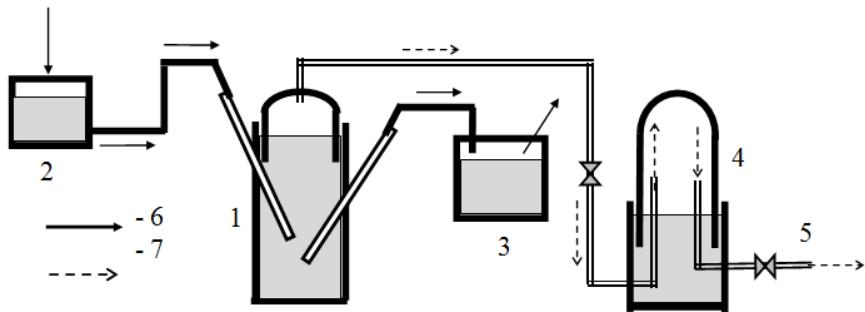
1-fermentalagich-kamera; 2-gaz to‘plagich; 3-biogaz; 4-xom-ashyoni yuklash;
5-chikindini chiqarish; 6-ochiladigan qopqoq

Biogazgeneratorning ish tartibi davriy va uzlusiz bo‘lish mumkin. Davriy tartibda metantenklar achitish jarayon davriga yuklanadi, gazning ajralishi tugagandan keyin uni bushatiladi. Metantenklar uzlusiz ishlaganda chiqindilar bir meyorda porsiya bilan tekis yuklanadi, shuning uchun gaz ajralib chiqish va tarkibiy qismmlarni ishlab chiqarish muntazam ravishda amalga oshiriladi. Suv (90%-gacha) bilan chiqindilar aralashma (achitish jarayoni o’tayotgan) metantenkka o’zatiladi. Aralashma kirish teshikdan to chiqish teshikgacha achitish va fraksiyalarga ajralish sikl to‘lik o‘tadi (14.1-rasm).

Noorganik moddalar rezervuar tubiga cho‘kindi bo‘lib tushadi va birinchi qatlam shakllanadi. Ikkinci qatlam esa o‘zi loyqa-organik ifloslanish bulib, metantenkda hosil bo‘lgan usimliklar uchun yaxshi o‘gitdir. Suyuq faza – bu boshlang‘ich aralashmada bo‘lgan suyuqlikdir. Yuzaga chiqadigan ko‘piklar oz miqdorda yaxshi izolyator bo‘lib xizmat qiladi, lekin katta miqdorda jarayonni metantenkda to‘liq to‘xtatish mumkin, shuning uchun uni o‘z vaqtida yo‘q qilish zarur.



14.2-Rasm Biogazgeneratorda moddalarning taksimoti



14.3-Rasm Oddiy biogazgenerator qurilmaning sxemasi:

1-biogazgenerator-metantenk; 2-biomassani qabul qilgich - to‘plagich 3-qayta ishslash mahsulotlarni to‘plagich; 4-suvli gazgolder; 5-biogaz uchun iste’molchi; 6-biomassa; 7-biogaz

Biogazni yoqish jarayonida chiqishi mumkin bo‘lgan issiqlik miqdori quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$Q = \eta Q_{kb} V_{bg}; \quad (14.1)$$

bu yerda Q_{kb} - biogazning quyi yonish issiqlik miqdori, J/m^3 ;

η - o‘txona qurilmasining f.i.k., $\eta \approx 0,6$;

V_{bg} - olinadigan gazning hajmi, m^3 .

Biogazning hajmiy chiqishi:

$$V_{bg} = s m_b; \quad (14.2)$$

bu yerda s - quruq biomassadan biogazning solishtirma chiqish miqdori, m^3/kg ;

$s \approx 0,2 \dots 0,4 m^3/kg$;

m_b - quruq biomassaning massasi, kg/sut .

Biogazgeneratorni to‘ldiradigan biomassaning hajmiy uzatish tezligi ΔV :

$$\Delta V = m_b / \rho_{bm}; \quad (14.3)$$

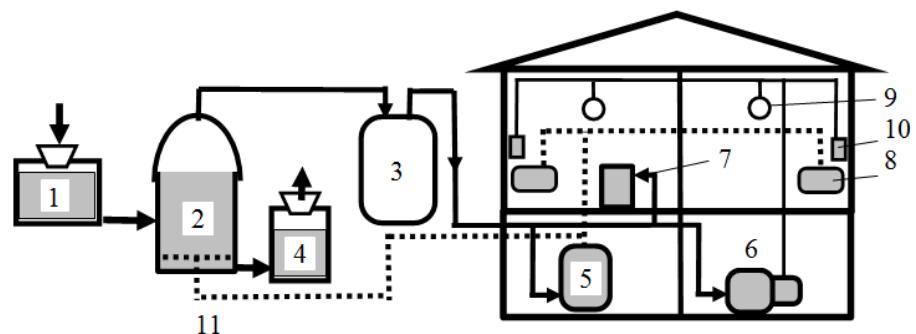
bu yerda ρ_{bm} - aralashmadagi quruq massaning zichligi, kg/m^3 ;

$\rho_{bm} \approx 50 \dots 100 kg/m^3$.

Biogazgeneratordagи kameraning hajmi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$V_k = \Delta V \tau_c; \quad (14.4)$$

bu yerda τ_c - biomassani fermentlash vaqtı, sutka; $\tau_c \approx 8\ldots20$ sutka.



14.4-Rasm Individual xo‘jaliklar biogaz qurilmaning prinsipial sxemasi:

1-organik chiqindilar; 2-metantenk; 3-gazgolder; 4-qattiq chiqindilar;

5-suv isituvchi qozon; 6-dvigatel-elektrgenerator; 7-gazplita;

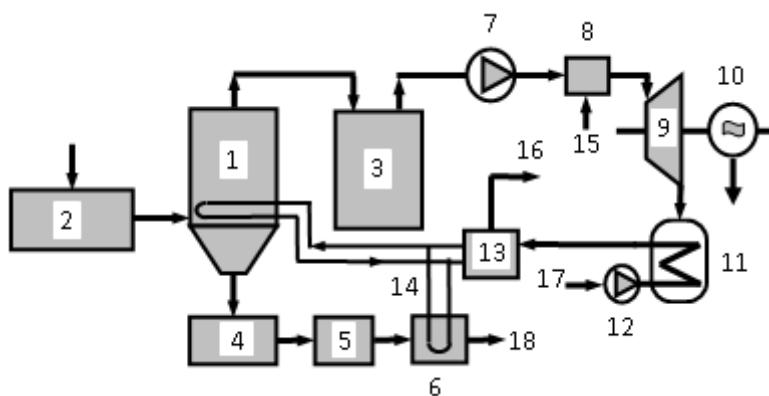
8-isitish batareyalar; 9 va 10-yoritish va elektr asboblar;

11-metantenknki isitish



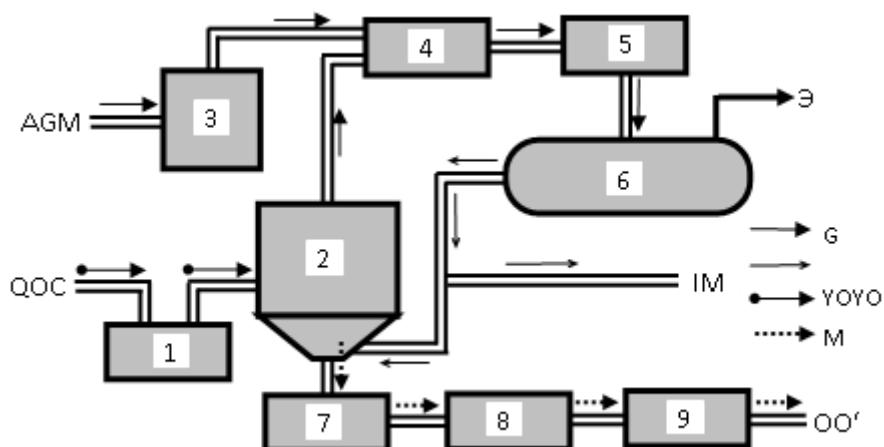
14.5-Rasm Individual biogaz qurilmalar

Biogazni ishlab chiqarish na faqat qayta ishlanadigan substratga bog‘liq, lekin qurilmaning ishchi parametrleriga ham bog‘liq (masalan, reaktordagi temperaturaga, achitish vaqtga, yuqlamaga va b.). Buni quyidagicha izoxlash mumkin: bir xildagi substratlardan foydalanishda qurilmaning unumдорligи har xil bo‘lish mumkin. 90% namligidagi 1 t go‘ngdan, issiqlik chikaruvchanligi 23...25 MDj/m³ bo‘lgan, 20 m³ biogazni olish mumkin. Metantenkdagi achitishdan qolgan massasi o‘simliklar yengil o‘zlashtiradigan, hamda kasalikni qo‘zg‘atuvchilar va begona o‘simliklarning tuxumlar bo‘lmagan suyuq yuqori konsentratli organik o‘g‘itdir (gumus). 1m³ biogaz yonganda taxminan 5...7,5 kVt×soat (tarkibidagi metan miqdorga) issiqlik hosil qilinadi. Biogaz tarkibida metan miqdoriga (50...75%) va issiqlik dvigatel generatorlarning FIK-ga qarab 1 m³ biogazdan 1,5...2.2 kVt×soat elektr energiyani yoki 2,8...4,1 kVt×soat issiqliknki olish mumkin. Biogazda ishlaydigan issiqlik eletkrostansiyaning FIK 85% bo‘lganda 35% elektr energiyani va 65% issiqliknki olish mumkin.



14.6-Rasm: Sanoat biogaz qurilmaning prinsipial sxemasi:

1-metantenk; 2-bio chiqindilar; 3-gazgolder; 4-qattiq chiqindilar; 5-chiqindilarni presslash; 6-chiqindilarni quritish; 7-kompressor; 8-yonish kamerasi; 9-gaz turbina; 10-elektrgenerator; 11-issiqlik almashtirgich; 12-nasos; 13-issiqlik punkt; 14-metantenkni isitish, quritish va o‘zining ehtiyoji uchun issiqlik suv; 15-havo; 16-isitish va issiqlik suv ta’mnoti uchun issiqlik suv; 17-suv tarmoqdan sovuq suv; 18-o‘g‘itlarga chiqindilar



14.7-Rasm: Sanoat biogaz qurilmaning sxemasi (Avstriya):

1-qattiq organik chiqindilar uchun bak; 2-metantenk 3-gazgolder 4-gaz aralashtirgich; 5-kompressor; 6-energiya bloki (issiqlik generator, turbina, elektrogenerator); 7-qattiq chiqindilarni qabul qilgich; 8-press; 9-quritgich; AGM-alternativ gaz manbai; G-gaz; YOYOM-yonilgi yonish maxsulot; QOCH-qattiq organik chiqindilar; E-elektr energiya; IM-issiqlik markazi; QCH-qattiq chiqindilar OO‘-organik o‘g‘itlar.

Dunyo tajribasi ko‘rsatadiki, bioenergetik tizimlarni muvaffaqiyatli yaratish uchun quyidagi narsalar zarur:

- barcha rivojlanish bosqichlarda jamoatchilikning faol qatnashish (rejalashtirish, tajribali ishlanma, tizimni ishlab chiqarishga joriy qilish va ishlatish);
- davlat va xususiy muassasalar va tashkilotlar tomonidan muntazam qo‘llab-quvvatlash va texnik yordam berish;

- qishloq xujalik va oziq-ovqat sanoat, biokimyoviy muhandis, mikrobiolog, ekolog mutaxassislarini tayyorlashda biokonversiya texnologiya sohasiga nazariy va amaliy yo‘naltirish;
- genetik muhandislikni va har xil maqsadlar uchun yaroqli bo‘lgan ekin o‘simliklarni yaratish uslublarni rivojlantirish;
- kichik biokonversiyali tizimlar uchun hujayrali va fermentli immobolizatsiyani birlashtirish texnologik jarayonlarni ishlab chiqish;
- biomassadan yonilg‘i olish samarali termik-kimyoviy jarayonlarni ishlab chiqish;
- tajriba almashishga hamda majmuali tizimlarni yaratishda omadsizlik sabablarni aniqlashga yo‘naltirilgan har xil hamkorlik turlarni rag‘batlantirish.



14.8-Rasm: Ishlab chaqarishdagi biogaz qurilmalar



14.9-Rasm: Biogazda ishlaydigan issiqlik elektrstansiyalar

Kichik energetikada biogaz qurilmalardan foydalanishda quyidagi masalalar hal qilinadi:

1. Energetik. Issiqlik va elektr energiyani olish. Obektning energetik mustaqiligini ta’minlaydi. O‘zok joylashgan tumanlarda biogaz qurilmalar obektlarni (avtonom, individual, fermerlik, ishlab chiqarish) texnologik va maishiy ehtiyojlar uchun zarur energiya bilan ta’minlaydi; yonilg‘ini tashib keltirish, elektr uzatish liniyalarni va issiqlik trassalarni qurilish zaruriyati bo‘lmaydi.

2. Ekologik. Organik chiqindilarni qayta ishslash (utiltashtirish) ekologik muammoni yuqori texnologik darajada yechish. Qishloq xo‘jalik va maishiy chiqindilarni qayta ishslash mintaqada ekologik yuklamani pasaytiradi. Biyonilg‘idan foydalanish tabiiy qayta tiklanmaydigan energiya tashuvchilarni tejash va qishloq xo‘jalikni ekologik toza o‘g‘itlar bilan ta’minalash imkoniyatini yaratadi.

14.2. O‘zbekistonda bioenergiya resurslar

Bioenergetik xom-ashyoni sifatida (to‘g‘ridan-to‘g‘ri yoqish hamda biomassani bio- va termokimyoviy o‘zgartirish uchun) respublikada asosan quyidagilardan foydalaniladi: yog‘ochga ishlov berish ishlab chiqarish va notijorat o‘rmolarni kesish chiqindilar; qishloq xo‘jaligidagi ishlab chiqarish chiqindilar; sanoat va maishiy organik chiqindilar.

O'zbekistonda to'g'ridan-to'g'ri yoqib foydalanadigan asosiy bioyoqilg'ilardan yog'och va g'o'zapoyalar ishlatiladi

O'zbekistonning hududda yerlarning umumiy maydonlardan o'rmonlar faqat 3,2% egallaydi. Eng katta maydonni saksovul, archa, solyanka egalladi. O'zbekistonda barcha urmonlar 1-chi guruhga kiritilgan va bularda tijorat kesib chiqarish ta'qilganadi. Faqat o'rmonlarni tiqlash, sanitarlik va boshqa notijorat kesib olishlar amalga oshiriladi.

Sug'oriladigan dehqonchilik respublika qishloq xo'jaligida asos bo'lib hisoblanadi va yerlarning katta qismi paxta, don, guruch va kartoshkalar ekish uchun ajratilgan, ularning poya va barglari mol uchun yem-xashak yoki mahaliy yoqilg'i sifatida foydalaniladi.

Tadqiqotlar ko'rsatadiki, paxta bilan ekilgan yerlarning 1 gektardan

2-dan to 4 t-gacha g'o'zapoyani olish mumkin. Ushbu turdag'i biomassaning yalpi energetik potensiali 1,1-dan to 2,2 mln t n.e.-gacha baholanadi, texnikaviy potensiali esa (biomassaning termokimyoiy konversiya texnologiyasidan foydalanilganda) – 0,13-dan to 0,26 mln t n.e.-ga teng.

O'zbekistonda biogazni olish uchun organik moddalarni anaerobli parchalanish texnologiyalarni keng joriy qilish quyidagi asosiy omillar bilan belgilanadi:

1) yuqori texnologik tayyorligi va iqtisodiy samaradorligi; biogaz texnologiyasining texnologik va ekspluatatsiyali soddaligi;

2) biogaz texnologiya uchun xom-ashyo amalda hamma joyda mavjud (ishlab chiqarish, qishloq xo'jalik va maishiy organik chiqindilar, go'ng va b.);

3) iqlim sharoit biogaz maksimal chiqishini ta'minlaydi; qishki temperaturali rejimlar mezofilli achitish jarayonni ($30\ldots40^{\circ}\text{S}$ -da) metantenklarda istish uchun biogaz xarajatlar minimal bo'lган holda ta'minlanadi, yozgi vaqtida esa isitish uchun xarajatlar bo'lmaydi;

4) biogaz qurilmalarni quyosh va shamol qurilmalar bilan birgalikda kompleks foydalanish keng imkoniyatlardir.

Nazorat savollari:

- 1.Biogaz nima?
- 2.Biogaz ishlab chiqarish usullarini aytинг?
- 3.Bioreaktor nima?
- 4.Bioreaktor qanday materiallardan yasaladi?
- 5.O'zbekistonda biogazni ishlab chiqarish holati?

15-MA'RUZA: Geotermal energetika.

REJA:

- 15.1. Geotermal energiya tasnifi
- 15.2. O'zbekistonda geotermal energetika

15.1. Geotermal energiya tasnifi

Yer bag'ridagi issiqlik energiyasiga **geotermal energiya** deb aytildi. Yer yadrosining temperaturasi 4000°S yaqin. Yadrodagi issiqlik Yer sirtiga asosan issiqlik o'tkazuvchanlik orqali hamda qisman erigan magma, bug' va issiq suvlarning konvektiv oqimlari ko'rinishda uzatiladi. Yer sirti orqali geotermal issiqliknинг о'rtacha oqimi $30^{\circ}\text{S}/\text{km}$ dan kichik bo'lган temperatura gradiyentida $0,06 \text{ Vt/m}^2$ ga yaqin qiymatni tashkil etadi. Quduqning 10 km ga yaqin bo'lган chuqurligidan 300°S gacha temperaturalar farqini olish mumkin. Geotermal energiyaning uzlusiz oqimini tavsiflash uchun jami о'rtacha 500 Vt/m^2 ni tashkil etadigan boshqa qayta tiklanadigan energiya manbalari bilan (asosan quyosh energiyasi bilan) taqqoslanganda u 8330 marta kichik bo'ladi.

Geotermal energiya o'ziga xos xususiyatlarga ega. Uning termodinamik sifati past, ya'ni issiqlik tashuvchining temperaturasi yoqilg'i yonish temperaturasidan ancha kichik, sanoatdagi chiqarib tashlanadigan issiqliklarga va okeanning issiqlik energiyasiga teng qiymatli.

Geotermal energiyaning issiqligini olish tabiiy gidrotermal sirkulyatsiya, sun'iy o'ta qizdirish va quruq tog' jinslarini sovutish usullari bilan amalga oshiriladi.

Tabiiy gidrotermal sirkulyatsiya bo'lganda suv chuqur yotuvchi tog' jinslaridan o'tib qiziydi va Yer sirtiga issiq suv, bug' yoki bug'-suv aralashmalari ko'rinishda chiqadi.

Sun'iy o'ta qizdirish usulida issiqlik qotgan lavani yoki yarim erigan magmani sovutish yo'li bilan olinadi.

Quruq tog' jinslarini sovutish usulida issiq tog' jinslarida sun'iy yorilishlar hosil qilinadi va ular orqali qizdiriladigan suv haydaladi.

Yer qobig'inining tuzilishida anomaliyalar bo'lganligi sababli Yer sirtida geotermal issiqlik oqimlari har xil bo'ladi. Shuning uchun geotermal mintaqalar uchta sinfga ajratiladi:

1) **Gipertermalli mintaqा** - temperatura gradiyeti $80^{\circ}\text{S}/\text{km}$ dan ortiq. Geyzerlar, issiq bulog'li manbalar, geotermal aktiv mintaqalardir. Isitish, issiq suv ta'minoti va elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun tabiiy gidrotermal sirkulyatsiyali usul ishlatiladi.

2) **Yarim termalli mintaqа** - temperatura gradiyeti $40...80^{\circ}\text{S}/\text{km}$. Vulkanli aktivlikga ega bo'lgan mintaqalar. Isitish va issiq suv ta'minoti uchun tabiiy gidrotermal sirkulyatsiyali va quruq tog' jinslarini sovutish usullari ishlatiladi.

3) **Normalli mintaqа** - temperatura gradiyeti $40^{\circ}\text{S}/\text{km}$ dan kam. Bunday mintaqalarda Yer bag'ridagi issiqlikdan foydalanish iqtisod jihatdan foydasizdir.

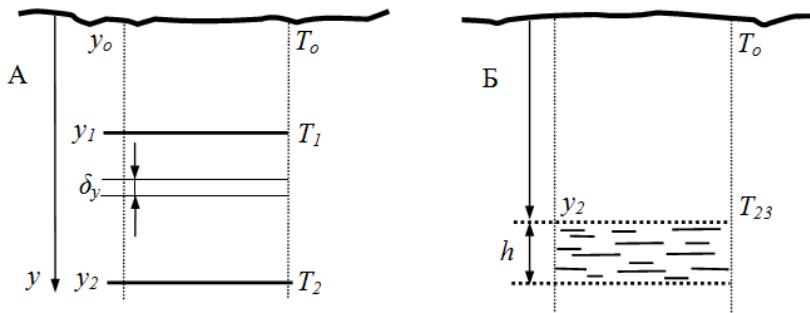
Giper- va yarim geotermalli mintaqalar Rossiya, AQSH, Italiya, Islandiya, Meksika, Yaponiya, Salvador, Filippin, Yangi Zelandiya davlatlarida mavjud.

Geotermal energiya manbalari gidrotermal yoki bug'termal va petrotermik manbalarga bo'linadi.

Gidrotermal va bug'termal manbalar $300...350^{\circ}\text{S}$ temperaturali issiq suv yoki bug'larning tabiiy Yer osti zaxiralardan iborat. Bunday manbalar gipertermalli va yarim termalli mintaqalarda joylashgan bo'ladi.

Petrotermik manbalar quruq tog‘ jinslarining issiqliklariga asoslangan. Bunday manbalarni amalda barcha mintaqalarda topish mumkin. Lekin bunday manbalarni o‘zlashtirish issiq qatlamlarning yotish chuqurligi va quduqni ishlab chiqarish sarf-xarajatlari bilan aniqlanadi.

Issiq quruq tog‘ jinslarining issiqlik miqdori. Bir jinsli massivda konveksiya bo‘limganda, chuqurlikning ortishi bilan temperatura chiziqli o‘sib boradi (15.1-A rasm).



15.1- rasm. Geotermal massivning issiqlik miqdorini aniqlashga doir sxema:
A-quruq tog‘ jinslarining massivi; B-suv tashuvchi issiq qatlam.

Agar Yer sirtidan chuqurlashgan sari y-ortib borsa, u holda temperaturaning o‘zgarishi quyidagicha bo‘ladi

$$T = T_o + \frac{dT}{dy} y = T_o + G y ; \quad (15.1)$$

bu yerda $G = \frac{dT}{dy}$ - temperatura gradiyenti, $^{\circ}\text{S}/\text{m}$.

Minimal foydali T_1 temperatura u_1 chuqurlikka mos keladi:

$$T_1 = T_o + G y_1 ; \quad u_1 = (T_1 - T_o) / G . \quad (15.2)$$

Massivdagi issiq qatlamning o‘rtacha temperaturasi

$$T_m = (T_2 - T_1) / 2 = G (y_2 - y_1) / 2 . \quad (15.3)$$

$T > T_1$ temperaturali y chuqurlikda qalinlikdagi δ_y qatlamning ΔE foydali issiqlik miqdori quyidagiga teng

$$\Delta E = \rho_t \delta_y F c_t (T - T_1) = \rho_t \delta_y F c_t G (y - y_1) ; \quad (15.4)$$

bu yerda ρ_t - geotermal massivning zinchligi, kg/m^3 ;

F - massivning yuzasi, m^2 ;

c_t - solishtirma issiqlik sig‘imi, $\text{J}/(\text{kg K})$.

u_2 -chuqurlikgacha bo‘lgan tog‘ jinslarining to‘la foydali issiqlik miqdori quyidagiga teng

$$E = \int_{y_1}^{y_2} \rho_t \delta_y F c_t G (y - y_1) dy = \rho_t \delta_y F c_t G (y_2 - y_1)^2 / 2 . \quad (15.5)$$

(3) formulani e’tiborga olganda, (5) formula quyidagicha bo‘ladi

$$E = C_t T_m ; \quad S_t = \rho_t F c_t (y_2 - y_1) . \quad (15.6)$$

Agar tog‘ jinslaridagi issiqlik suv bilan bir tekis chiqariladi va T_m temperaturagacha qizdiriladi deb olsak, u holda

$$\rho_s s_s W T_m = -S_t dT_m / dt ; \quad (15.7)$$

bu yerda ρ_s - suvning zinchligi, kg/m^3 ;

s_s - suvning solishtirma issiqlik sig‘imi, J/(kg K);

S_t - massivning to‘la issiqlik sig‘imi, J/K;

W - hajmiy sarf, m³/s; τ - vaqt, s.

(16.7) ni o‘zgaruvchilarga ajratilganda, quyidagi formula hosil bo‘ladi

$$\frac{dT_m}{T_m} = -\frac{\rho_c c_c W}{C_m} d\tau = -d\tau/\tau_o; \quad (15.8)$$

$$T_m = T_{mo} yexr(-\tau/\tau_o); \quad \tau_o = \frac{C_m}{\rho_c c_c W}; \quad (15.8a)$$

bu yerda τ_o - vaqt doimiyligi, s.

(15.8)-chi formulani e’tiborga olganda, quyidagi formula hosil bo‘ladi

$$YE = Yeo yexr(-\tau/\tau_o). \quad (15.9)$$

Tabiiy issiq suv qatlamlari katta chuqurliklarda yotadi (15.9-B rasm).

Suv tashuvchi qatlamning qalinligi uning yotish chuqurligiga qaraganda $h < y_2$ ancha kichik. Suv tashuvchi qatlam tog‘ jinslari va issiq suvlardan iborat bo‘ladi. Massivdagi issiq suvning o‘rtacha temperaturasi T_2 , minimal foydali temperaturasi esa T_1 ga teng. Issiqlik manbaining tavsifi quruq tog‘ jinslariga o‘xshab aniqlanadi. (15.10) formula quyidagicha bo‘ladi

$$YE = F C_t; \quad C_t = [\chi \rho_{ss} + (1-\chi) \rho_t s_t] h; \quad \chi = 1 - V_t / V; \quad (15.10)$$

bu yerda χ - suv tashuvchi qatlamning g‘ovakligi;

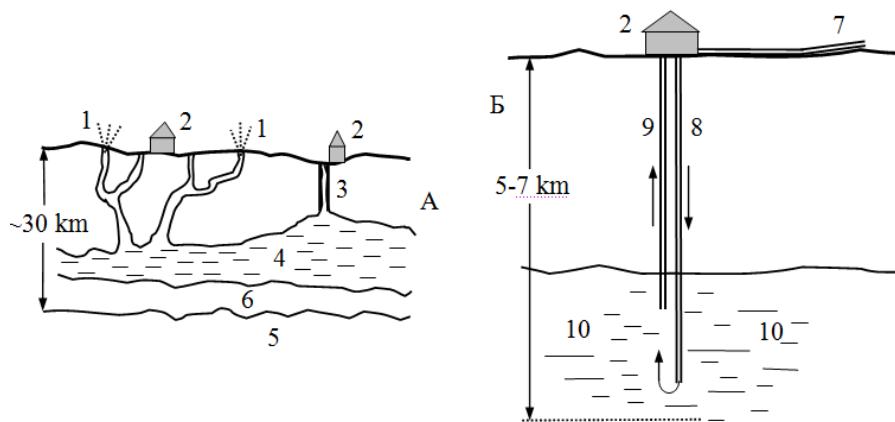
V_t, V - qatlamdagi tog‘ jinslarining hajmi va qatlamning umumiy hajmi, m³.

Vaqt doimiyligi

$$\tau_o = \frac{C_m}{\rho_c c_c W}. \quad (15.11)$$

Amalda geotermal energiyadan foydalanish har doim ikki yo‘nalishda ko‘riladi: 1) elektr energiyasi ishlab chiqarish va issiqlik texnologik jarayonlar uchun (issiqlik tashuvchining temperaturasi 150...300 °S-dan yuqori); 2) isitish va issiq suv ta’minoti uchun (40...150 °S).

Geotermal issiqliknini chiqarib olishning eng ko‘p tarqalgani va sodda texnikasi bu gidro-va bug‘termal manbailari bo‘lgan mintaqalarda yer osti qatlamlariga bevosita quduqlarni burg‘ilashdan iborat bo‘ladi (15.2-rasm).



15.2 rasm. Geotermal issiqliknini chiqarib olish sxemalari:

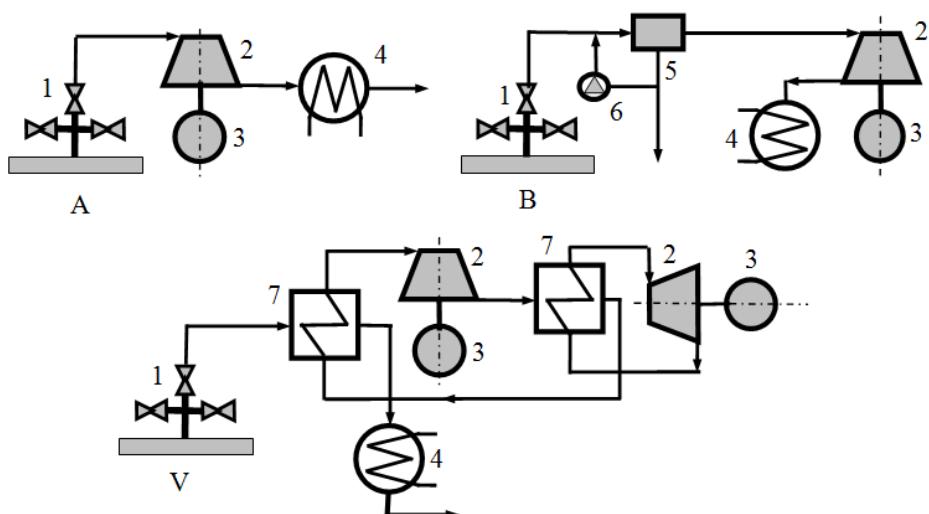
A-gidro- va bug‘termal, B-petrotermik manbalar; 1-tabiiy geyzer; 2-energetik stansiya; 3-chuqur quduq; 4-bug‘-suvli manba; 5-mantiya; 6-issiq tog‘ jinslari; 7-issiqlik trassasi; 8 va 9-suvni o‘zatuvchi va chiqaruvchi quduqlar; 10-issiq quruq tog‘ jinslarini parchalash maydoni.

To‘g‘ridan-to‘g‘ri oddiy iste’mol qilishda geotermal issiqlik uy-joy va sanoat binolarini, issiq xonalarni, basseynlarni, sport qurilmalarini, texnologik jarayonlarni isitish va issiq suv ta’minoti uchun ishlataladi.

Murrakabroq iste’mol qilish usullaridan - bu geotermal issiqliknin elektr energiyasiga aylantirish usulidir. Sodda geotermal elektr stansiyalarida bug‘ (200 °S temperaturali, 200 MPa bosimli) manbadan bevosita turbinaga beriladi. Turbina esa elektr generatorini harakatlantiradi. Ishlatilgan bug‘ issiq suvgaga aylantiriladi va ikkilamchi iste’molchilarga uzatiladi (15.3-A rasm).

Ko‘p hollarda geotermal bug‘ qurilma jihozlarini korroziyalovchi kimyoviy aktiv aralashmalarga ega. Bunday hollarda bug‘ separatorlarda tozalanadi va so‘ngra turbinaga uzatiladi (15.3-B rasm).

Ikki konturli geotermal elektr stansiyalari eng maqbul hisoblanadi (15.3,V rasm). Manbaidan chiquvchi bug‘ issiqlik almashtirgich orqali birinchi konturda suv bug‘ini hosil qiladi yoki separatordan keyin bevosita turbinaga uzatiladi. Ishlatilgan bug‘ issiqlik almashtirgich orqali ikkinchi konturda issiqlik tashuvchini bug‘lantiradi. Ikkinci konturda qaynash temperaturasi past bo‘lgan freon, toluol va boshqa suyuqliklar ishlataladi.



15.3-Rasm: Geotermal elektr stansiyalarning sxemalari:

A-bug‘ni bevosita ishlatalish; B-separatorli sikl; V-ikki konturli sikl; 1-bug‘ manbai; 2-turbina; 3-generator; 4-kondensator; 5-separator; 6-nasos; 7-issiqlik almashtirgich

Geotermal elektr stansiyalaridan foydalanish ekologiyani buzilishi va atrof muhitning ifloslanishi bilan bog‘liq bo‘lgan o‘ziga xos salbiy tomonlarga ega, ya’ni:

- 1) geotermal elektr stansiyalaridagi chiqindi issiq suvlari daryo va ko‘llarning temperaturasini oshiradi;
- 2) yer osti issiq suvlari tarkibida ancha katta miqdorda ikki oksidli kremniy hamda oz miqdorda kimyoviy aktiv moddalar bo‘lib ular esa kanal, hovuz va boshqalarda to‘planadi;
- 3) yer osti suvlarini intensiv chiqarish oqibatda suv sathi pasayadi, bu esa yerning cho‘kishiga olib kelishi mumkin.

Bu muammolar geotermal suvlarni tozalash hamda quduq orqali ishlatalgan suvlarni qaytadan yer ostiga haydash yo‘llari bilan hal qilinadi.



15.4-Rasm: Geotermal elektrostansiyalar GeoTES

15.2. O‘zbekistonda geotermal energetika

Geotermal energetikaning tasniflanishi bo‘yicha O‘zbekiston territoriyasi normal geotermal potensiali mintaqaga bo‘lib hisoblanadi. Bunday mintaqalar $40^{\circ}\text{S}/\text{km}$ geotermal temperaturali gradiyentga ega bo‘lib, issiqlik oqimlar esa taxminan $0,06 \text{ Vt}/\text{m}^2$ tashkil etadi.

Respublikada geotermal energetikani asosan geotermal suvlar tashqil etadi. Amalda geotermal suvlar respublikaning barcha mintaqalarda mavjud. Respublika bo‘yicha geotermal suvlarning o‘rtacha temperaturasi $45,5^{\circ}\text{S}$ -ga ega, eng issiqlik suvlar Buxora (56°S) va Surxandaryo (50°S) viloyatlarda bo‘ladi. 40°S -dan yuqori temperaturali geotermal suvlar past temperaturali isitish uchun foydalaniladi (issiqlik nasoslardan foydalanib yoki ularsiz).

O‘zbekistonda geotermal suvlarning yalpi potensiali 170,8 ming t n.e. hajmda baholanadi. Buxora (56,8 ming t n.e.) va Namangon (29,8 ming t n.e.) viloyatlar eng katta potensialiga ega.

Petrotermal va geotermal resurslar. Barcha qayta tiklanadigan energiya turlaridan absolyut miqdori bo‘yicha O‘zbekiston yer bag‘ri, quruq tog‘li jinslar (petrotermal resurslar) va gidrotermal suv bilan yirik basseynlar ko‘rinishda, eng katta integralli energetik potensialiga ega. Energetikada foydalanish uchun eng istiqbolli petrotermal resurslar hisoblanadi, ya’ni $4\dots 6 \text{ km}$ chuqurlikda yotadigan, 70°S -dan to 3000°S -gacha qizdirilgan granitoidlar yirik massivlar. Bunday mintaqalarga kiradi Amudaryo geologik botiqlik, Janubiy Orol yaqinida, Farg‘ona vodiy Chust-Adrasman petrotermal anomaliyasi, Qizilqum sahro.

Yalpi potersialni baholash uchun 3000 m chuqurligiga, tog‘ jinslarning issiqlik o‘tkazuvchanlikni va issiqlik oqim zichliklarning o‘rtacha statistik kattaliklarni hisobga olgan holda, o‘rtacha termogrammalar hisoblab chiqilgan. Hisoblar ko‘rsatadiki, O‘zbekiston respublikasi maydoni va 3 km chuqurligi bilan chegaralangan hajmda quruq qizdirilgan jinslarda (petrotermal resurslar) geotermal energiyaning yalpi potensiali $67\times 10^5 \text{ mln t n.e.}$ tashkil etadi. Petrotermal resurslardan foydalanish texnologiyalar bo‘limganligi sababli texnik imkoniyalar aniqlanmagan.

Respublikada geotermal energiya resurslarni aniq tadqiqot ishlarni o‘tkazmaganligi tufayli texnik potersiali aniqlanmagan. Keltirilgan baholar O‘zbekistonda neft va gaz konlarning tuzilishida va joylashishida bo‘ladigan chuqur issiqlik massa almashuv jarayonlarni mahsus geologik tadqiqotlarga, yer osti suv resurslarni tadqiqot natijalarga, hamda neft va gaz qidiruv burg‘ilash dala ekspeditsiyalar ma’lumotlarga asoslangan.

Issiqlik ta’midotida yoki elektr energiyani ishlab chiqarishda geotermal resurslardan foydalanish mashtabli imkoniyatlarni baholash uchun kompleks tadqiqot ishlarni olib borish kerak. Geotermal elektrostansiyalarining texnologik konturda past temperaturada qaynaydigan

issiqlik tashuvchilarga asoslangan energetik sikllarda birlamchi issiqlik tashuvchilarni o'zgartirish zamonaviy texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlarni tadqiq qilish zarur.

16-MA'RUZA: Geotermal issiqlik ta'minoti.

REJA:

16.1. Geotermal issiqlik ta'minotining dolzarbli

16.2. Geotermal issiqlik ta'minotining asosiy kamchiliklari:

16.1. Geotermal issiqlik ta'minotining dolzarbli

O'zbekiston Respublikasi elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqarish, shuningdek sanoat, qishloq xo'jaligi va iqtisodiyotning barcha sohalarida foydalanish uchun yetarli miqdorda tabiiy energiya resurslariga ega. Yoqilg'i – energetika kompleksini jadal rivojlantirish davlatimiz siyosatining ustivor yo'naliшhiga aylangan. Shu bilan birga tabiiy gaz va neft zahiralarning iste'mol qilish sur'ati shuni ko'rsatayaptiki, ular mamlakatimiz ehtiyojlarini bir necha o'n yillar davomida ta'minlashi mumkin. Lekin bu davrga kelib sarflanayotgan elektr energiya hajmi mamlakatda ikki barobarga oshishi mumkin.

Natijada elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqarish, mamlakatimizda energetika xavfsizligini ta'minlash uchun juda katta miqdorda an'anaviy uglevodorodli qayta tiklanmaydigan energiya resurslarini talab qiladi. Iqtisodiyotning kelajakdag'i rivojlanishi, aholi sonini o'sishi bilan mos ravishda energiya iste'moli ham ortib boradi. Bundan tashqari tabiiy yoqilg'ilarni ko'p miqdorda ishlatish va energiya ishlab chiqarish atrof – muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Respublikada energetika sektorining faoliyati tufayli atmosferaga tashlanadigan zaharli moddalar miqdori 80% dan ko'proqqa to'g'ri keladi.

Respublikamizda energetik, iqtisodiy va ekologik xavfsizlikni ta'minlash, tabiiy yoqilg'i energiya resurslarini tejash va ulardan oqilona foydalanishda noan'anaviy qayta tiklanadigan energiya manbalari (NQTEM) dan keng foydalanish dolzarb vazifa hamda istiqbolli yo'naliшh hisoblanadi [1].

Qishloq aholi punktlarida, markazlashgan energiya ta'minotidan uzoqda joylashgan hududlarda geotermal issiqlik energiyasidan isitish, issiq suv ta'minotida qo'llash muhim ahamiyatga ega, chunki qishloq va tog'li hududlarda uzlusiz energiya ta'minotini yo'lga qo'yish dolzarb masaladir Ayniqsa, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan kompleks foydalanish, masalan quyosh va geotermal energiya asosida issiqlik ta'minoti tizimlarini ishlab chiqish hamda joriy etish ham dolzarb masala hisoblanadi.

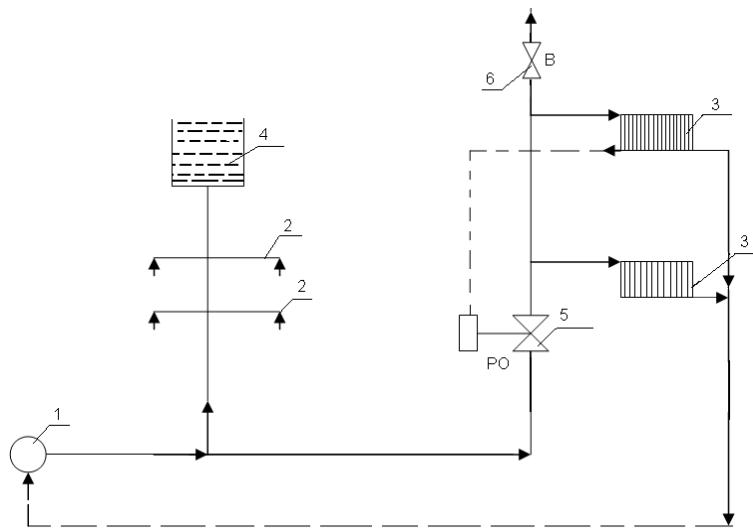
Geotermal energiya manbalaridan kompleks foydalanish natijasida, geotermal issiq suv manbai mavjud yerdarda kichik hajmli bir qavatli binolarni isitish tizimida 60-80% gacha birlamchi energiya tejalishiga erishiladi. Ishda olingan natijalardan fermer uylari, dala shiyponlari va qishloq uylarini isitish tizimida foydalanish mumkin.

Geotermal energiya resurslaridan amalda foydalanish bo'yicha takliflar berilgan. Lekin, respublikamizda mavjud bo'lgan yer osti issiq suv manbalaridan foydalanishga yetarlicha ahamiyat berilmagan. Qashqadaryo viloyatining Muborak va Koson tumanlarida yer ostidan $60 \div 70^{\circ}\text{S}$ haroratli issiq suv (geotermal suv) chiqayotgan energiya manbalari mavjud. Bunday manbalar asosan cho'l joylarda joylashgan bo'lib, aholi punktlaridan uzoqdaligi uchun isitish yoki issiq suv ta'minotida samarali foydalanilmaydi. Geotermal energiya resurslaridan fermer xo'jaligi va dala shiyponlarining issiqlik ta'minotida foydalanish maqsadga muvofiq va amalda issiqlik ta'minoti tizimida qo'llanilishi natijasida organik yoqilg'ilarni tejash imkoniyati yaratiladi.

Geotermal suvlar ma'lum darajada minerallashgan va gaz bilan to'yinganligi sababli korroziya hosil qilishi mumkin. Ayniqsa geotermal tarkibida oltingugurt – vodorod, erigan SO₂ va O₂ kuchli korroziyani yuzaga keltiradi.

Shu sababli korroziyani kamaytirish maqsadida turli ingibitorlar va reagentlar suvga qo'shiladi. Masalan: Silikat natriy, fosfat natriy.

Quyidagi sxemada geotermal suvdan to'g'ridan – to'g'ri (bevosita) isitish va issiq suv ta'minoti tizimida foydalanish usuli keltirilgan. Bunda geotermal manbadan (1) issiq suv, issiq suvtaqsimlash kranlari 2 ga va bak – akkumulyatorga 4 hamda 3 – isitish asboblarigka yuboriladi. Issiqlik yuklama RO – regulyator bilan rostlanadi.



16.1-rasm. Geotermal suvdan isitish va issiq suv ta'minoti tizimida bevosita foydalanish sxemasi. 1 – geotermal suv manbai; 2 – suv taqsimlash kranlari; 3 – isitish asboblari; 4 – bak – akkumulyator; 5 – RO – isitish yuklamasini rostlash regulyatori; 6 – havoni chiqarish ventili.

Taklif qilinayotgan usulning asosiy kamchiligi, suvning harorati pasayganda, manbadan iste'molchi uzoqlashganda harorat rejimini ta'minlash qiyinlashadi.

Geotermal issiq suv energiyasidan bevosita foydalanish usuli eng oddiy va samarali yechimga ega bo'lib, bunda qo'shimcha issiqlik almashinuv qurilmalari talab qilinmaydi. Bunday sxemada mavjud harorat potensialidan to'liq foydalanish va suvni iqtisod qilish mumkin.

Lekin geotermal suvdan to'g'ridan – to'g'ri bevosita foydalanishda suv – issiq suv shaklida barcha sanitariya talablariga javob berishi kerak.

Agar geotermal suv resurslari cheklangan va potensial kam bo'lsa, yirik issiqlik ta'minoti tizimlarida suv qo'shimcha qo'yilgan qizdirgichlarda qizdiriladi. So'ngra talab darajasida haroratga ega bo'lgan issiq suv isitish tizimiga yuboriladi. Iste'molchidan qaytgan suvni qizdirish sxemasi nisbatan samarali, chunki harorati yuqori bo'lib issiq suv ta'minotida ishlatish mumkin. Agar geotermal suvning sifati sanitariya talablariga javob bermasa, kimyoviy tarkibiga bog'liq ravishda faqat isitish tizimida foydalaniladi. Quyidagi rasmlarda bir qavatli binoning geotermal isitish tizimi sxemalari keltirilgan. Geotermal issiq suv energiyasidan foydalanishning tizimi quyidagi afzallikkarga ega:

- xususiy ehtiyoj uchun qo'shimcha nasoslar talab qilinmaydi;

- suv isitish qozonida yoqilg‘i yoqilmaydi;
- ekologik toza va atrof – muhitga organik yoqilg‘ilar yonganda chiqariladigan zararli gazlar chiqarilmaydi;
- isitish tizimida sirkulyasiya qilinadigan suv sarfi kamayadi;
- energetik samaradorligi yuqori.

16.2.Geotermal issiqlik ta'minotining asosiy kamchiliklari:

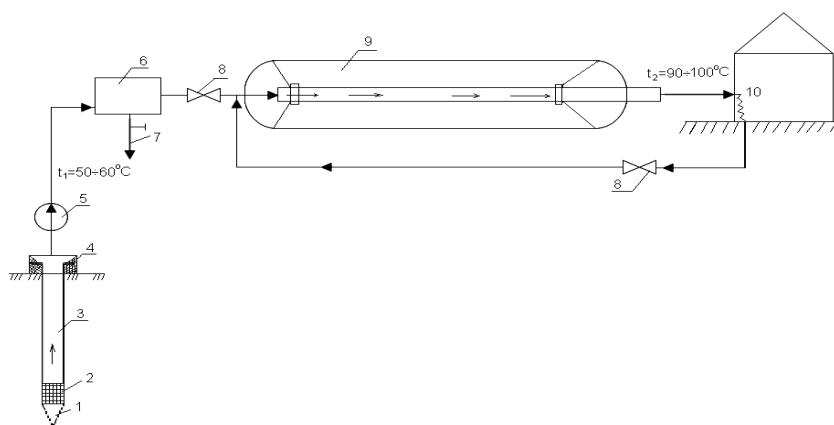
- geotermal suv tarkibida SO_2 va O_2 gazlari bo‘lib, isitish tizimida korroziya hosil qiladi.;

- asosiy geotermal issiqlik suv manbalari aholi punktlaridan va boshqa iste’molchilardan olisda joylashgan va iste’molchiga uzoq masofada energiya uzatish issiqlik tashuvchining harorati pasayib ketadi.

Xulosa qiladigan bo‘lsak, geotermal issiqlik suv manbai mavjud yerdarda kichik hajmli bir qavatli binolar (fermer uylari, dala shiyponlari, pansionat, dam olish uylari, ...) ning isitish tizimida foydalnilsa, 60÷80% gacha birlamchi energiya tejalishiga erishiladi. Bir yilda atrof – muhitga chiqariladigan zararli gazlarning miqdori 1,5–2,0 baravarga kamayadi. Dissertasiya ishida olib borilgan tadqiqotlar natijasida kombinasiyalashgan geliogeotermal issiqlik ta’minati tizimi taklif qilindi va prinsipial sxemasi ishlab chiqildi. Taklif qilingan tizimning prinsipial sxemasi 16.2-rasmida tasvirlangan.

Taklif qilingan geliogeotermal isitish tizimi quyidagi asosiy qurilmalardan tashkil topadi (16.2-rasm). 1–tindirgich; 2–tuzli suvni tozalash filtri; 3–geotermal quduq; 4–beton plita; 5–suv nasosi; 6–tindirgich; 7–kran; 8–zadvijka; 9–parabolosilindrik konsentrator; 10–isitish batareyasi.

Isitish tizimi quyidagi tartibda ishlaydi. Qish oyalarida ya’ni isitish mavsumida geotermal quduqqdan suv (harorati 50-70°C) tindirgich 1, filtr 2 orqali nasos 5 bilan 6 ikkinchi tindirgichga beriladi. So‘ngra geotermal issiqlik suv qo’shimcha ravishda (quyoshli kezlarda) parabolosilindrik konsentrator 9 (PSK) da qizdiriladi. PSK ning umumiy yuzasi 10 m² bo‘lib, quyosh radiasiyasi natijasida maksimum qish oyalarida 4-5 kWt qo’shimcha issiqlik olish mumkin. Agar ($q_p = 400 - 500 \frac{\text{Bm}}{\text{m}^2}$) natijada 100°C haroratdan kam bo‘lmagan issiqlik suv binoning isitish tizimiga 10 ga beriladi va binoda optimal harorat rejimini o‘rnatishga imkon eradi. Yozgi rejimda sistema issiqlik suv ta’minati uchun xizmat qiladi.



16.2-rasm. Geliogeotermal isitish tizimi.

1–tindirgich; 2–tuzli suvni tozalash filtri; 3–geotermal quduq; 4–beton plita; 5–suv nasosi; 6–tindirgich; 7–kran; 8–zadvijka; 9–parabolosilindrik konsentrator; 10–isitish batareyasi.

Nazorat savollari:

1. Geotermal issiqlik ta'minotining samaradorligi qancha?
2. Geotermal issiqlik ta'minotida ekologik muammo echiladimi?
3. Geotermal issiqlik ta'minotining asosiy kamchiliklari nimadan iborat?
4. O'zbekistonda geliogeotermal isitish tizimidan foydalanish imkoniyati mavjudmi?

17-MA'RUZA: Muqobil energiyani akkumulyatsiya qilish.

REJA:

17.1. Energiyani akkumulyatsiyalash shakllari

17.2. Noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalarning akkumulyatsiyalash tizimlar.

17.1. Energiyani akkumulyatsiyalash shakllari

Energiyani akkumulyatsiyalashning turli xil usullari mavjud: kimyoviy, issiqlik, elektr, potensial va kinetik energiyalar ko'rinishida. Energetikada energiyani akkumulyatsiyalash yangi konsepsiya emas. Qazilma yoqilg'ilar ham tabiatning tayyorlagan yuqori zichligidagi kimyoviy energiya akkumulyatorlari bo'lib hisoblanadi. Ammo qazilma yoqilg'ilarning zaxiralari kamayishi bilan ular yanada uzoqlashadi va tobora qimmatlashib boradi. Demak, energiyani akkumulyatsiyalashning boshqa usullarini rivojlantirish zaruriyatı tug'iladi. Masalan, qayta tiklanadigan yoqilg'ilarni ishlab chiqarish.

Biologik akkumulyatsiyalash

Fotosintez va quyosh energiyasini toplash hisobidan o'simliklar massasini va kislород ishlab chiqarish - energiyani akkumulyatsiyalashning biologik shakli bo'lib hisoblanadi. Elektromagnit jarayonlari hisobidan fotonlar energiyasi elektronlarning uyg'otish xolati energiyaga aylanadi va energiya kimyoviy birikmalarda akkumulyatsiyalanish oqibatda serquvvat energiyali organik moddalar hosil bo'ladi. Biomassa yonganda akkumulyatsiyalangan energiya ajralib chiqadi. Biologik massani, ya'ni bioyoqilg'ini asosiy yetishtiruvchilari - qishloq va o'rmonchilik xo'jaliklari bo'lib hisoblanadi. Biomassani qayta ishlashda suyuqlik (etanol), gaz (biogaz) va boshqa ikkilamchi yoqilg'ilar olinadi.

Kimyoviy akkumulyatsiyalash

Ko'p kimyoviy elementlarning bog'lanishlarida energiya saqlanishi va ekzotermik reaksiyalar jarayonida ajralib chiqishi mumkin. Ekzotermik reaksiyalardan ko'proq ma'lum bo'lgani yonish jarayonidir. Ko'p noorganik birikmalar yaxshi akkumulyatorlar bo'lib hisoblanadi, ular havoda yonishidan energiya ajralib chiqadi.

Energiyani kimyoviy akkumulyatsiyalash usullardan biri - vodorod hosil qilish, uni toplash, masofaga uzatish va issiqlik hosil qilish uchun yoqish mumkin. Vodorod yonishining tabiiy maxsuloti sifatida suv bo'ladi, hech qanday ifloslantiruvchi moddalar hosil bo'lmaydi. Har qanday tok manbai yordamida elektroliz yo'li bilan vodorod hosil qilish mumkin. Bunday jarayonning samaradorligi 60...80 % tashkil etadi. Vodord ishlab chiqarish va uni yoqilg'i sifatida foydalanishning asosiy kamchiligi uni katta hajmlarda saqlash muammo bo'lib hisoblanadi. Yuqori bosimlarda ham vodorodni saqlab turish uchun katta hajmlar talab etiladi. Vodorodning qaynash temperaturasi -253 °S tashkil etadi, shuning uchun xizmat ko'rsatishda uni suyuq holda saqlab turish murakkab texnologiyasi bo'lib turibdi.

Elektr energiyani akkumulyatsiyalash

Elektr - energiyaning eng mukammal shakli. Shu sababli, elektr energiyani akkumulyatsiyalashning arzon va samarali usullarini yaratish - muhim ilmiy-texnikaviy muammo bo'lib hisoblanadi. Elektr energiyani tshplashni va chiqarishni ta'minlaydigan qurilmalar elektr akkumulyatorlar deb ataladi. Elektr akkumulyatorlarning ishi qaytuvchan elektr kimyoviy reaksiyalarga asoslangan. Barcha fotoelektr va shamol energiya qurilmalarda elektr akkumulyatorlar asosiy tashkil etuvchi qismlar bo'lib turadi. Transport vositalari uchun samarali akkumulyatorlarni yaratish bo'yicha ishlar olib borilmoqda.

Nazariy nuqtai nazardan, ideal elektr akkumulyatorning energiya sig'imi $W_i=600$ kJ/kg tashkil qilish mumkin. Real akkumulyatorlarda esa energiyaning zichligi W_r nazariy W_i kattalikdan ancha kichik bo'lib $W_r \approx 0,15...0,25 W_i$ tashkil etadi. Hozirgi vaqtda qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorlardan eng ko'p foydalilanadi. Nikel-kadmiy va kumush-rux akkumulyatorlar ham ishlatiladi, ular qo'rg'oshin-kislotalilardan ancha samarali, ammo yuqori narxga ega.

Mexanik akkumulyatsiyalash

Suv. Suv omborlarida yog'ingarchiklardan to'plangan suvning potensial energiyasi hisobidan gidroenergetik qurilmalar harakatga keltiriladi. Suv omborlari suvning potensial energiyasini akkumulyatsiyalovchi inshootlar sifatida xizmat qiladi. Suv oqimining tushishidan ishlab chiqariladigan ish quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$YE = \rho g G H \eta \quad (J); \quad (17.1)$$

bu yerda ρ - suvning zichligi, kg/m³;

g - erkin tushish tezlanishi, m/s²;

G - suv sarfi, m³/s;

H - suvning tushish balandligi, m;

η - gidrotexnik qurilmaning FIK.

Shunday qilib, gidrotexnik inshootning quvvati suv oqimining sarfiga va tushish balandligiga bog'liq.

Suvning potensial energiyasini akkumulyatsiyalash uchun gidroakkumulyatsiyalovchi elektr stansiyalar (GAES) dan foydalilanadi.

Bunday qurilmalar ikkita (yuqori va quyi) rezervuarlarga ega bo'lib ikki rejimda ishlaydi. Qachon energiya tarmoqda ortiqcha quvvat bo'lganda suv yuqori basseynga chiqariladi. Energiya iste'moli oshganda suv turbina orqali quyi basseynga o'tkaziladi va elektr energiyaning generatsiyasi ta'minlanadi. Amalda GAESlarda ikki rejimda (nasoslar va turbinalar sifatida) ishlaydigan agregatlar ishlatiladi. Hozirgi vaqtda energiya iste'moli tebranishlarini to'g'rilash uchun katta GAESlar ishlatiladi. Bu an'anaviy AES va TESlarni samaradorli rejimda o'zgarmas yuklama bilan ishlashini ta'minlaydi. GAESlarning samaradorligi 60-80 % tashkil etadi.

Yaxlit massali g'ildiraklar (maxoviklar).

Mexanik energiya akkumulyatorlari sifatida yaxlit massali g'ildiraklar xizmat qilishi mumkin. Yaxlit massali g'ildiraklardan kinetik energiya akkumulyatori sifatida foydalanish uchun unga mumkin qadar maksimal katta tezlik berish zarur. Aylanma jismning kinetik energiyasi:

$$YE = J \omega^2 / 2 \quad (J); \quad (17.2)$$

bu yerda J - aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti, kg/m²;

ω - burchak tezligi, rad/s.

Halqa shaklda bo‘lgan m massali va R radiusli g‘ildirak uchun inersiya momentini quyidagicha ifodalash mumkin $J=mR^2$. Bu holda bir jinsli g‘ildirakda to‘planadigan energiyaning zichligi quyidagicha bo‘ladi

$$W = E / m = R^2 \omega^2 / 2 \text{ (J/kg).} \quad (17.3)$$

G‘ildirakning aylanish tezligi markazdan qochma kuchlar ta’sirida g‘idirakni uzuvchi kuchlanishlar bilan chegaralanadi:

$$\sigma_{max} = \rho R^2 \omega^2 (H). \quad (17.4)$$

Uzuvchi σ_{max} kuchlanishlarni kattaligi g‘ildirak materialining xossalariiga bog‘liq. Po‘latdan tayyorlangan g‘ildiraklar akkumulyatsiyalangan energiyaning yuqori zichligini ta’minla olmaydi. Eng mustahkam po‘latlar $W_{max}=60$ kJ/kg gacha energiya zichligini ta’minlaydi. Yengil shisha-kompozit materiallardan tayyorlangan g‘ildiraklar bundan yuqori energiya zichligini beradi. Masalan, shishatolalar va epoksid smolalar asosidagi kompozitlar. Bunday g‘ildiraklarni samaradorligi maksimal bo‘lishi uchun materialning tolalari maksimal kuchlanishlarni ta’sir yo‘nalishida tortiladi. Bunday qurilmalar $W_{max}=500$ kJ/kg gacha energiya zichligini olish imkonini beradi.

Katta energiya tarmoqlarda energiya iste’molni to‘g‘rilash maqsadida foydalanish uchun g‘ildiraklar istagan joyda o‘rnatalishi mumkin, chunki ular kam joyni egalaydi. Massasi $m=100$ t bo‘lgan g‘ildirakli blok 10 MVt×soat energiyani akkumulyatsiyalash qobiliyatiga ega bo‘lishi mumkin. Energiyaga talab bundan ham yuqori bo‘lganda bir nechta ketma-ket bo‘lgan g‘ildirak bloklarni yaratish mumkin. G‘ildirakli qurilmalarning asosiy kamchiligiga yuqori tezlikda ishlaydigan reduktorlardan foydalanish va ishqalanuvchi sirtlarining yejilishi kiradi.

Siqilgan havo.

Havo (gaz) tezda siqilib asta-sekin kengayishi mumkin. Shuning hisobidan gidravlik tizimlarda bosimning katta tebranishlarini to‘g‘rilash oson hamda siqilgan havoning mexanik energiyasini akkumulyatsiyalash mumkin. Kompressor ixtiro qilingandan so‘ng siqilgan gazlar ikkilamchi energiya manbalar sifatida foydalana boshlangan. Ideal gazning siqilishi, ya’ni akkumulyatsiyalangan energiya quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$E = mR_oT \int_{V_1}^{V_2} dV / V = mR_oT \ln(V_1/V_2). \quad (17.6)$$

Odatda siqilgan havoni saqlash uchun yuqori bosimli ballonlardan foydalaniladi. Siqilgan havo hisobidagi akkumulyatsiyalangan energiyaning ruxsat etilgan zichligi bosimga bog‘liq bo‘ladi. Ideal holatda 100 MPa (987 atm) bosimda siqilgan havoning energiyasi $W_{max}=600$ kJ/m³ gacha energiyani tashkil etishi mumkin. Real qurilmalarda maqbul bosim 20-30 MPa tashkil etadi, chunki bosim ortishi bilan ballonlarni massasi keskin oshadi. Bunday bosimlarda siqilgan havoning energiyasi $W=100$ kJ/m³ gacha energiyani tashkil etadi.

Issiqlikni akkumulyatsiyalash

Past temperaturali issiqlikdan foydalanish jahonda energiya iste’mol qilishning muhim qismni tashkil etadi. Shimoliy o‘rtaliklarda joylashgan mamlakatlarda qish vaqtida uy-joylarni isitishda (temperaturani 18 ± 2 °S da saqlab turish) uchun umumiy energiya iste’molining 50 % gacha energiya sarflanadi. Isitish uchun yuqori temperaturali energiya manbalaridan foydalanish shart emas, ulardan texnologik maqsadlar uchun foydalanishi maqsadga muvofiq bo‘ladi. Isitish uchun quyosh energiyasidan hamda turli xil issiqlik-texnologik qurilmalarning issiqlik chiqindilari bilan birga issiqlik akkumulyatorlardan

foydanish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Isitishda quyosh energiyasidan maksimal samarali foydanish uchun issiqlikni bir necha sutkadan to uch oygacha saqlaydigan akkumulyatorlar zarur. Issiqlik

akkumulyatorning issiqlik balansi quyidagi munosabat bilan aniqlanadi:

$$m c \frac{dT_a}{d\tau} = \frac{T_a - T_o}{R}; \quad (17.7)$$

bu yerda m - akkumulyatorning massasi, kg;

s - solishtirma issiqlik sig‘imi, J/(kg K);

T_o , T_a - atrof muhit va akkumulyator materialining o‘rtacha massali temperaturalari, °S;

R - akkumulyator va atrof muhit orasidagi termik qarshilik, m^2 K/Vt;

τ - vaqt, s.

(18.7) tenglamaning yechimini quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin:

$$T_a(\tau) - T_o = [T_a(0) - T_o] \exp(-\tau / mcR). \quad (17.8)$$

(18.8) tenglamadan ko‘rinadiki, issiqlik akkumulyatorning samaradorligi uning m massasi, akkumulyator materialining s solishtirma issiqlik sig‘imi va issiqlik izolyatsiyaning R sifati bilan ifodalanadi.

Uy-joylarni isitish uchun uch oylik issiqlik zaxirali akkumulyatorni yaratish - bu bemalel yechiladigan masala bo‘lib hisoblanadi. Issiqlik akkumulyatorlarni yaratishda quyidagi talablarga rioya qilish zarur:

- 1) isitiladigan obektning arxitektura va ekspluatatsiya talablarini hisobga olgan holda samarali loyihani yaratish va amalga oshirish;
- 2) isitish va shamollatish tizimini avtomatik boshqarish;
- 3) samaradorligi yuqori issiqlikni akkumulyatsiyalovchi materiallardan foydanish, sifatlari issiqlik izolyatsiyani ta’minlash;
- 4) yoritish, oziq-ovqat tayyorlash va yashovchilarining hayot faoliyatidagi barcha issiqlik chiqindilaridan foydanish.

Issiqlik akkumulyatsiyalovchi materiallar sifatida tuproq, suv, turli xil tog‘ jinslari, fazoviy o‘tish temperaturasi past (30-40 °S) bo‘lgan materiallardan foydalaniladi. Issiqlik akkumulyatsiyalovchi qurilmalarining asosiy kamchiligi bu katta hajmli issiqlik akkumulyatsiyalovchi materillar talab etadi.

17.2.Noan’anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalarning akkumulyatsiyalash tizimlar.

Noan’anaviy issiqlik energiyani o‘zgartirish qurilamalari is’temolchilardan mustaqil holda past intensivligiga va sochiluvchanligiga ega bo‘lgan, vaqt bo‘yicha va fazoda o‘zgaradigan tabiiy energiya oqimlarini qayta ishlashga asoslangan. Tabiatda mavjud bo‘lgan tabiiy energiya oqimlari nazorat qilish va boshqarib bo‘lmaydi, ularni faqat ajratib olish mumkin. Keltirilgan omillar noan’anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalardan keng foydanish imkoniyatlarni chegaralaydi.

Boshqa tomondan turli xil iste’molchilarni energiyadan foydanish rejimlari sutkali va mavsumiy davrga ega.

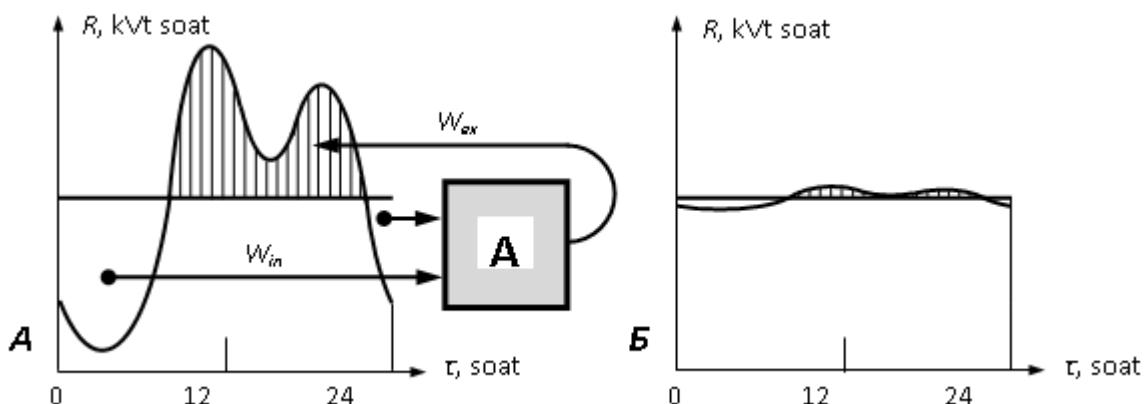
Shunday qilib, energiya ishlab chiqarish intensivligi va uni iste’mol qilish rejimi orasida mos bo‘imaslik xolati vujudga keladi. Bunday farqlarni bartaraf qilishda ikki yo‘li mavjud:

1) noan'anaviy issiqlik manbaining o'zgartirilgan energiyaning intensivligiga iste'mol qilish yuklamasini moslashtirish;

2) energiyani to'plash - akkumulyatsiyalash va zarur bo'lganda undan foydalanish.

Yuqori samaradorli akkumulyatorlar eng avvalo avtonom transport vositalari uchun zarur.

Shu sababli energiyani akkumulyatsiyalash va masofaga uzatish muammolari mavjud. Energiyanı akkumulyatsiyalash va uzatish talablari bo'yicha noan'anaviy issiqlik energiyani o'zgartirish qurilmalari an'anaviy va yadroviy yoqilg'ilar bilan ishlaydigan qurilmalar bilan solishtirganda farq qiladi.



17.1-Rasm. A-tungi minimum yuklama davrda W_{in} energiyani akkumulyatsiyalash (A) va akkumulyatsiyalangan W_{ex} energiyani kunduzgi cho'qqili yuklamalarni qoplash usuli bilan sutkali yuklama grafikni tekislash; B – energiyani akkumulyatsiyalash hisobidan hosil bo'lgan tekis yuklama grafigi

Ishonchli va samarali energiyani akkumulyatsiyalash tizimlardan foydalanish tufayli NQTEM asosidagi energetik tizimlarning turg'unligi ortib boradi. Shu bilan birga, faqat iste'molchilarni barqaror va uzlusiz energiya bilan ta'minlash emas, balki cho'qqili va past potensialli energiyani to'plash oqibatda energetik uskunalardan foydalanish koeffitsiyenti ham ko'tariladi. Past potensialli energiyani esa tegishli mos holda o'zgartirilmasa iste'molchilar foydalana olmaydi.

NQTEM asosidagi energetik tizimlarida energiya akkumulyatorlarning asosiy vazifalar quyidagilardan iborat:

- ortiqcha energiyani to'plash va keyinchalik esa energiya bo'lamagan yoki yetarli darajada bo'lмаган даврлarda undan foydalanish hisobiga iste'molchilarni uzlusiz energiya bilan ta'minlash;
- energetik tizimdagи tebranishlarni tekislash hisobdan energiya manbalar bilan iste'molchilarning maqbul ish rejimlarni ta'minlash;
- past potensialli energiyani to'plashda energiya potensialini kerakli darajagacha ko'tarish;
- iste'molchilarning ehtiyojlarga bog'langan holda energiyaning bir turini boshqa turga o'zgartirish.

Muayyan NQTEM energetik tizimi uchun energiya to'plagichlarni tanlashda qayta tiklanadigan energiya manbalar va iste'molchilar asosidagi uskunalarni, hamda energiya

to‘plagichlarning energetik va ekspluatatsiya ko‘rsatkichlarni teng darajada hisobga olish zarur.

Asosiy tavsifnomalar:

- solishtirma quvvat,
- solishtirma energiya,
- energiya to‘plagichning solishtirma qiymati,
- zaryadlash—zaryadsizlanish vaqt,
- xizmat muddati,
- FIK,
- o‘z-o‘zidan zaryadsizlanish,
- xavfsizlik,
- xizmat ko‘rsatish soddaligi,
- ishlab chiqariladigan va iste’mol qilinadigan energiyalarning turi.

Turli xil texnik tizimlarda foydalanish mumkin bo‘lgan ko‘pchilik akkumulyatorlar orasida, noan’aniviy energetikada qo‘llash uchun faqat o‘zining xususiyati va tavsiflari bo‘yicha NQEM bilan energetik tizimlarda ishlatish uchun eng yaroqli bo‘lganlardan tanlab olinadi.

NQTEMlarni qo‘llash tajribalar ko‘rsatadiki, hozirgi vaqtida elektr kimyoviy, issiqlik va mexanik energiya akkumulyatorlardan, hamda vodorod asosida akkumulyatsiyalashdan foydalanish eng real va maqbul bo‘lib hisoblanadi.

Elektr energiyani akkumulyatsiyalash tizimlar

Noan’aniviy energetika va sanoat elektr tarmoqlarning cho‘qqili energiya va keyinchalik elektr energiya bilan ta’minalash obektlarda qayta tiklanadigan manbalarning elektr energiyani to‘plash va saqlash uchun **elektr energiyani akkumulyatsiyalash tizimlar** qo‘llaniladi.

Hozirgi vaqtida, deyarli barcha NQTEM asosidagi energetik tizimlar, sanoat mashtabda ishlab chiqariladigan, qo‘rg‘oshinli va ishqorli akkumulyatorli batareyalar bilan ta’milanadi. Qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlarning ishlatish muddati – 10 yilgacha (muntazam to‘liq zaryadsizlantirish tavsiya etiladi, elektr energiyani notejis iste’mol qilish xizmat muddatini kamaytiradi).

Ularning asosiy kamchiligi – foydalaniladigan materiallar: yuqori zaxarli elektrodlar (qo‘rg‘oshin) va elektrolit sifatida sulfat kislotasi. Ekologik havfsizligi bo‘yicha qarashlar doirasida bunday texnologiyalar, qator afzalilarga qaramasdan, kam yaroqli hisoblanadi. Lekin alternativ ishlanmalar yoki narxlari bo‘yicha yutqizadi yoki boshqa salbiy xossalarga ega.

Hozirgi vaqtida, ma’lum bo‘lgan va yangi energiya akkumulyatorlarni mukammallashtirish yo‘llarni topish buyicha dunyoda faolli ilmiy ishlar olib borilmoqda. Yaponiya, Germaniya, AQSH va boshqa mamlakatlarda elektr energiyani akkumulyatsiyalash uchun muljallangan tizimlarni yaratish bo‘yicha ishlar olib bormoqda. Qo‘rg‘oshinli akkumulyatorli batareyalar asosida 10...40 MVt-li akkumulyatorli enegetik tizimlar ishlatilmoqda. Bundan tashqari, nikel-kadmiyli, litiy-ionli, natriy-ionli va boshqa akkumulyatorli batareyalar foydalanish ishlar olib borilmoqda.

Elektr energiyani akkumulyatsiyalash tizimlarni tanlashda quyidagi masalalar hal qilinadi:

- samarali akkumulyatorlarni tanlash;
- akkumulyatorlarni zaryadlash rejimlarni optimallashtirish;

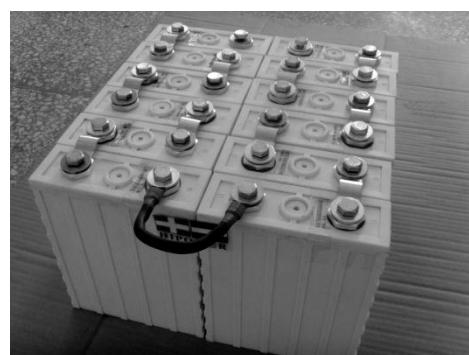
- qayta tiklanadigan energiya manbalar asosidagi, energiya generatorli jixozlar bilan, energetik tizimlarda akkumulyatorlarning optimal rejim va sharoitlarni ta'minlash uchun usullarni va moslamalarni ishlab chiqish;

- har bir akkumulyatorlarni o'zoq muddat davomida ishlatish jarayonida holat ekspress-tahlilni o'tkazish uchun asbob va uslublarni ishlab chiqish.

NQTM asosida elektr generatorli jixozlar bilan elektr energiyani akkumulyatsiyalovchi tizimlar doimiy zaryadlash rejimida ishlash jarayonida vujudga keladigan sutkalik tebranishlarni tekislaydi va iste'molchilarni barqaror tartibida elektr energiya bilan ta'minlaydi.

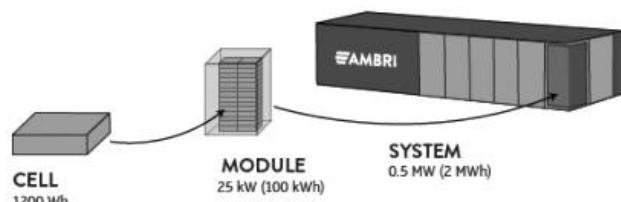
Elektr energiyani akkumulyatsiyalovchi tizimlar sanoat elektr tarmoqlar bilan ishlaganda tungi vaqtda ortiqcha elektr energiyani to'playdi va iste'molchilarni ajratilganda ularni elektr bilan ta'minlaydi.

Elektr energiyani akkumulyatsiyalovchi tizimlarning mehnat sarfini kamaytirish va samaradorligini oshirish uchun ish rejimlarni avtomatik boshqarish tizimi bilan amalgalash oshiriladi.



17.2. Rasm Natriy-ionli akkumulyatorli batareyalar bloki.

Murdoch University (Avstraliya)



17.3. Rasm AMBRI akkumulyatorli batareyaning modulli tizimi. Konteynerning uzunligi 12 m. Akkumulyatorning maksimal quvvat 500 kVt, sig'imi 2 MVt

Issiqlik energiyani akkumulyatsiyalash tizimlar

Iste'molchilarning talablarga muvofiq issiqlik energiyani to'plash, saqlash va chiqarish qaytuvchan jarayonlarni ta'minlaydigan qurilmaga (yoki qurilmalar majmuuga) **issiqlik akkumulyator** deb ataladi. Atrof muhit temperaturasidan yuqori temperaturagacha qizdirilgan har qanday jismni issiqlik akkumulyator deb hisoblash mumkin. Ushbu jism sovub, issiqliknini beradi, ishni bajarish qobiliyatiga ega, demak energiyaga ega.

Issiqliknini akkumulyatsiyalash jarayonlar issiqlik akkumulyatsiyalovchi materialning (IAM) fizik xossalarni o'zgartirish bilan, hamda modda atom va molekulalarning bog'lanish energiyalarni foydalanish hisobidan amalgalash oshiriladi.

Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan doimiy kimyoviy tarkibli tutashmagan tizimidagi issiqlik akkumulyatorning tavsiflari massa, hajm, bosim, entalpiya va materialning ichki energiya, hamda ularning turli xil uyg‘unlashgan o‘zgarishlarga bog‘liq.

Issiqlik akkumulyatsiyalash texnikaviy amaliy usullarni quyidagilarga ajratish mumkin:

a) to‘g‘ridan-to‘g‘ri issiqliknii akkumulyatsiyalash – akkumulyatsiyalovchi material vaqtning o‘zida issiqlik tashuvchi bo‘ladi;

b) bilvosita issiqliknii akkumulyatsiyalash – issiqlik akkumulyatsiyalovchi va issiqlik o‘zatuvchi muhitlar har xil bo‘ladi;

v) keltirilgan usullarning turli xil birikmalar.

IAMning entalpiya o‘zgarishi uning temperatura o‘zgarishi bilan yoki o‘zgarmasdan (fazaviy o‘zgarishlar jarayonida) bo‘lish mumkin.

Mavjud bo‘lgan texnologiyalar har qanday ma’lum bo‘lgan issiqlik akkumulyatsiyalash usulini amalga oshirish imkoniyatini beradi. Har qanday usulidan foydalanishning maqsadga muvofiqligi ijobiy samarasi bilan belgilanadi. Birinchi navbatda, iqtisodiy samaradorligi, ya’ni akkumulyatorning eng past narxi bilan erishiladi. Bu esa, boshqa teng bo‘lgan shartlari bilan, jarayonning berilgan parametrlarni ta’minalash uchun zarur bo‘lgan massa va hajm bilan aniqlanadi.

Issiqliknii akkumulyatsiyalash real jarayonida to‘plangan energiya zichligi nazariy kattalikdan (issiqlik yo‘qotish, temperatura maydonni tekislash, zaryadlash va zaryadsizlanishda yo‘qotishlar hisobidan) ancha past bo‘ladi. To‘plangan energiya zichligi real va nazariy qiymatlarning nisbati issiqlik akkumulyatorning samaradorligini belgilaydi.

Issiqlik akkumulyatsiyalash imkoniyati va maqsadga muvofiqligini belgilaydigan muhim ko‘rsatgichlardan biri, iste’molchiga zarur bo‘lgan miqdorda energiyani chiqarib berish qobiliyatidir. To‘g‘ridan-to‘g‘ri issiqliknii akkumulyatsiyalashda bu talab doim amalga oshiriladi. Bunday akkumulyatorlarning ko‘rsatkichlar chiqariladigan quvvatga ko‘p bog‘liq emas, bu esa IAMning sarfi bilan aniqlanadi, hamda faqat konstruktiv va mustahkamlit talablari bilan chegaralanadi.

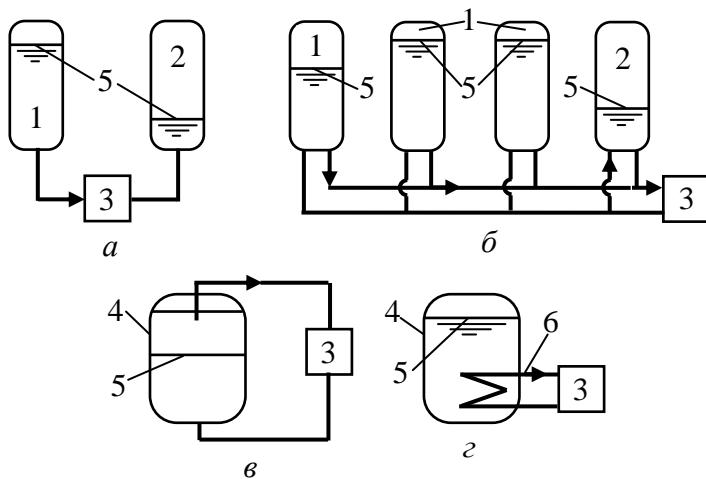
Bilvosita akkumulyatsiyalashda chiqariladigan quvvatni oshirilganda temperaturalar gradiyeti va IAM ortib boradi, bu esa yoki issiqlik almashuv yuzaning ortishiga yoki to‘plangan issiqlikdan to‘liq foydalanmaslikka olib keladi. Har holda bu xususiyat akkumulyatorning samaradorligini pasaytiradi.

Suyuqli issiqlik akkumulyatorlar.

Suyuqli issiqlik akkumulyatorlar (IA) eng sodda va ishonchli issiqlik akkumulyatsiyalovchi qurilmalardan hisoblanadi, chunki ularda issiqlik akkumulyatsiyalovchi material bilan issiqlik tashuvchi vazifalarni suyuqlik bajaradi.

Suyuqli IA bir nechta asosiy konstruktiv variatlarda bajariladi.

Ikki korpusli IAlarda sovuq va issiq IAM alohida saqlanadi (rasm 10.4,a). Zaryadlash jarayonida bitta korpus issiq IAM bilan to‘ldiriladi, boshqasi esa – bo‘shatiladi. Ish jarayonida esa issiq IAM iste’molchiga uzatiladi va ishlatilgandan so‘ng sovuq IAM korpusga to‘ldiriladi. Bunday IAlarning asosiy afzalligi har bir korpusning izotermikligidadir va buning oqibatda ularda termik kuchlanilar, hamda qizdirish-sovitishda issiqlik yo‘qotishlar bo‘lmaydi. Shu bilan muqarrarki, korpuslarning hajmi samarasiz foydalaniлади va deyarli ikki baravar IAM hajmdan katta bo‘ladi. IAMlarning issiq va sovuq temperaturalar farqi katta bo‘lgan hollarda bunday IAlardan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ladi, ayniqsa tuzli IAM va suyuq metallardan foydalanganda.



17.4-Rasm Suyuqli IA asosiy turlari (magistral strelkalar zaryadsizlanish rejimda ko‘rsatilgan): *a*—ikki korpusli; *b*—ko‘p korpusli; *v*—surib chiqarish bilan; *g*—sirg‘aluvchi temperatura bilan; 1—issiq IAM; 2—sovuvq IAM; 3—iste’molchi; 4—yagona korpus; 5—suyuqlikning sathi; 6—oraliq issiqlik tashuvchi

Akkumulyator hajmdan maqbul foydalanish maqsadida ko‘p korpusli variantlar taklif etilgan, bularda bir nechta korpuslar issiq IAM to‘ldirilgan va bittasi esa bo‘sh (sovuvq) (rasm 17.4,*b*). Zaradlash jarayonida oldin bo‘sh korpus to‘ldiriladi, undan keyin issiq korpuslar bo‘shashi bilan ular to‘ldiriladi. Bu jarayon termik kuchlanishlar paydo bo‘lishiga va barcha korpuslarda (faqt bittasidan tashqari) isitish uchun yo‘qotishlarga olib keladi.

Jarayon boshida issiq IAM bilan to‘ldirilgan yagona korpusdan foydalanganda issiqlik akkumulyatorning hajmi eng maqbul foydalaniladi (17.4,*v*-rasm). Ish jarayonida IAning yuqori qismidan issiq IAM olinadi, ishlatilgan sovuq IAM esa IAning pastga yuboriladi. Bunday suyuqli akkumulyatorlarga surib chiqaruvchi deb ataladi. Issiq va sovuq suyuqliklar zichligining farqi hisobidan ularning aralashib ketishi kam bo‘lishi mumkin (“termopona” effekti). Surib chiqaruvchi IAning foydalanish samaradorligi issiq va sovuq IAM hajmlar orasidagi issiqlik o‘tkazuvchanligi va aralashish, korpuslarni qizdirish va boshqa issiqlik yo‘qotishlar hisobidan kamayadi. Bunday turidagi IA chiziqli kengaish koeffitsiyenti katta bo‘lgan suyuqliklar uchun foydalaniladi.

IAM maxsus xususiyatiga ega bo‘lganda yoki iste’molchi uchun IAMni issiqlik tashuvchi sifatida foydalanish maqbul bo‘lganda sirg‘aluvchi temperaturali akkumulyatorlardan qo‘llaniladi (rasm 17.4,*g*). Bu holda oraliq issiqlik almashtirgich IA korpus ichiga yoki uning tashqarisida joylashtirish mumkin. Zaryadlash jarayoni davomida IA qizdirish uchun oraliq issiqlik tashuvchi yoki elektr energiyasidan foydalaniladi. Sovutish jarayonida esa issiqlik chiqarish oraliq issiqlik almashtirgich orqali amalga oshiriladi. Bunday

IAning tavsifli misollardan biri “quyosh hovuz” bo‘ladi. Unda IAMni chiqarish oqibatda suvning shurlik teskari gradiyenti buziladi, shu sababdan IAMni chiqarish o‘rinsiz.

Suyuqli issiqlik akkumulyatorni konstruktiv amalaga oshirilishi ko‘p hollarda issiqlik akkumulyatsiyalovchi materialarning xususiyatlari bilan belgilanadi. Hozirgi davrda suv va tuzli suv eritmalar, yuqori temperaturali organik va kremniy organik issiqlik tashuvchilar, tuzli va metalli eritmalar eng keng qo‘llaniladi.

0...100 °S ishchi temperaturalar oraligida issiqlik fizik xossalar majmuasi, hamda iqtisodiy ko‘rsatgichlar bo‘yicha suv eng yaxshi suyuq IAM bo‘lib hisoblanadi. Suvning ishchi temperaturani bundan yuqoriga kutarilishi bosimning ancha usishiga olib keladi, bu esa korpusni loyihalashni murakkablashtiradi, uning narxini ko‘taradi. IAMlarning past ishchi bosimlarni ta’minalash maqsadida turli xil yuqori temperaturali issiqlik tashuvchilardan foydalaniladi. Bunday hollarda quyidagi muammolar paydo bo‘ladi: issiqlik akkumulyatorning konstruktiv materialni va butun tizimni tanlab olish, maxsus moslamalardan foydalanish, ishlatish rejimlarda IAMning qotishini oldin olish, IAni zinch berkitish va b. Bundan tashqari, eng keng tarqalgan surib chiqaruvchi IAdan foydalanish, energiyaning minimal yo‘qotishlarni ta’minaladigan, konstruktiv va ishlatish majmua tadbirlar bilan bog‘langan. Issik va sovuq IAMlarning hajmlari aralashish oqibatda yo‘qotishlarni kamaytirish maqsadida, kirish va chiqish qisqa quvurdagi suyuqliq oqimning tezlikni sekundiga bir necha santimetrgacha pasaytiruvchi va akkumulyatorning kesim bo‘yicha IAMning tekis taksimlanishini ta’minalaydigan, turli xil moslamalardan foydalaniladi.

Turarjoy binolarda sutkalik sifatida suvli akkumulyatorlarni qo‘llash mumkin. Sutkalik suvli akkumulyator binoning ichida joylashtiriladi, shu jumladan xonalar orasidagi devorlar ichiga o‘rnatish mumkin. Akkumulyator ichi bush devor kurinishda bo‘lib, uning ichida suv bilan to‘ldirilgan baklar joylashgan. Bu baklar orqali o‘choqdan chiqadigan tutun mo‘rilar o‘tadi va bakdag‘i suvni isitadi. Suvli akkumulyatorlarni qizdirish uchun o‘choqdan tashqari quyosh havoli istish va quyosh suvni qizdirish tizimlardan foydalanish mumkin. Akkumulyatorning tashqi issiqlik izolyatsiyasi (yog‘och, g‘isht, gazbeton va b.) qizdiriladigan yuzalarning temperaturani taxminan 40 °S gacha pasaytirish uchun xizmat qiladi. Xonada maqbul temperaturani saqlab turish uchun issiqlik izolyatsiyasi bak-akkumulyatorning astasekin sovushini ta’minalaydi.

17.1-Jadval

Suyuq IAMlarning issiqlik fizik xossalari

IAM	Temperatura, K			Zichligi, 10^3kg/m^3	Sotirma issiqlik sig'imi, $D_j/(\text{kg K})$	Koeffitsiyent	
	qotish	maksimal	qaynash			Issiqlik o'tkazuv- chanlik, $Vt/(\text{m K})$	Qovush- qoqlik, 10^6Pa s
<i>Suv, 0,1 MPa bosimda</i>	273	373	373	1	4,19	0,67	5,5
<i>Tetraxlordefinil</i>	266		613	1,44	2,1	0,17	1000
<i>Difenilli aralashma</i>	285	673	531	0,95		0,12-0,08	
<i>Polimetilsilosan</i>	213	593		0,9	1,5	0,1-0,14	5-20
<i>Polietilsilosan</i>	203	563		0,9-1	1,6	0,13-0,16	3-40
<i>Litiy</i>	455	1600	1623	0,48	4,36	52-66	8-13
<i>Natriy</i>	371	1150	1155	0,8	1,33	52-75	14-22

Qattiq issiqlik akkumulyatsiyalovchi materialli issiqlik akkumulyatorlar.

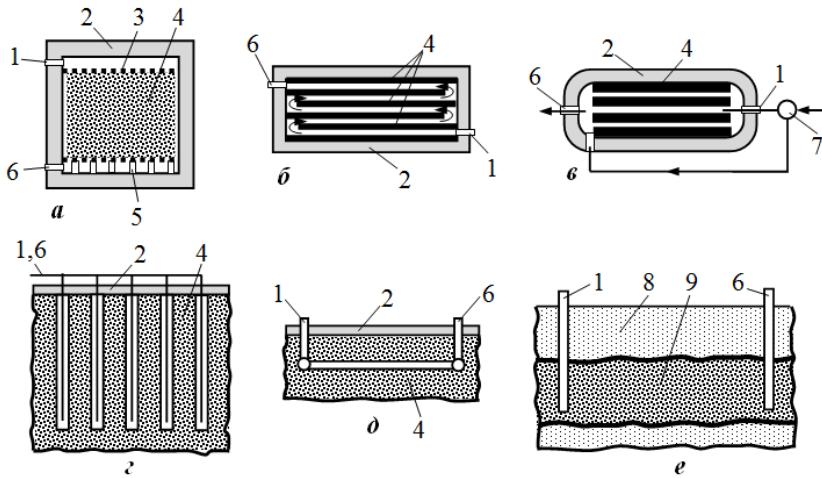
Qattiq IAMli issiqlik akkumulyatorlar xozirgi vaqtida eng ko‘p tarqalgan. Birinchi navbatda bu narsa arzon materiallardan foydalanish, oddiy va sinalgan texnik yechimlar bilan bog‘langan. IAM sifatida eng arzon materiallardan foydalaniлади: shag‘al, feolit (temir ruda), qurilish materiallarning qoldiqlar va b.

Odatda qo‘zg‘almas va qo‘zg‘aluvchan matritsali (qolip) issiqlik akkumulyatorlar ko‘riladi. Qo‘zg‘almas matritsalardan foydalanganda konstruksiyaning maksimal soddaligi ta’milanadi, lekin katta massali IAMlar talab qilinadi. Bundan tashqari, issiqlik tashuvchining temperaturasi chiqish joyda vaqt o‘tishi bilan o‘zgaradi, bu esa qaytadan o‘tkazish (perepusk) usuli bilan doimiy parametrlarni saqlab turish uchun qo‘srimcha tizimlarni talab etadi.

Hozirgi vaqtida bunday akkumulyatorlarning bir nechta tavsifli xususiyatlarga ega bo‘lgan texnikaviy yechimlar ko‘rib chiqilmoqda (rasm 17.5).

G‘ovakli matritsa bilan akkumulyatorlar asosan ko‘p gelio issiqlik ta’minoti tizimlarida qo‘llaniladi (17.5,a- rasm). Shunday IA odatda minimal gidravlik qarshilik bilan loyihalanadi, bu esa erkin-konvektiv almashish jarayonlardan foydalanish imkoniyatini beradi. Zaryadlash davrida issiq gaz IA yuqori qismiga xaydaladi, u sovub pastga tushadi. Zaryadsizlanish davrida sovuq gaz IA pastki qismidan kiradi, qizdiriladi va yuqoridan chiqib ketadi. Shunday qilib, faqat issiqlik energiya manbani talab etiladigan issiqlik ta’minoti tizimni loyihalash mumkin.

Kanalli IAlar cho‘qqili bo‘lmagan elektr energiyadan foydalanuvchi elektr-issiqlik ta’minoti tizimlarda keng qo‘llaniladi (17.5,b,v- rasm)



17.5. Rasm Qattiq IAM bilan IAlarning asosiy turlari:

a – g‘ovakli matritsa bilan; b, v – kanalli; g, d - yer ostidagi vertikal va gorizontal kanallar bilan; ye – yer suvni saqlaydigan qatlamda;

1 – issiqlik tashuvchining kirishi; 2 – issiqlik izolyatsiyasi; 3 - bo‘luvchi panjara; 4 – IAM; 5 – tayanchlar; 6 - issiqlik tashuvchining chiqishi; 7- oqimlarning bo‘linishi; 8 - suv o‘tkazmaydigan qatlam; 9 - suv saqlaydigan qatlam

Elektr energiyani minimal iste’mol qilish davrida issiqlik akkumulyatsiyalovchi material (shamot, o’tga chidamli g‘isht va b.) qizdiriladi, bu esa elektr stansiyalarining yuklanish grafiklarni tekislash imkoniyatini beradi. Matritsa orqali o’tish jarayonida qizdirilgan havo bilan xonalarni isitish amalga oshiriladi. Issiqlik grafitli akkumulyatorlar maxsus turidagi kanalli qattik IAMli IAlar bo‘lib hisoblanadi va ular avtonom energiya qurilmalarda energiya manbai sifatida foydalilanadi. Ularning qizdirish temperaturasi 3000 K-gacha bo‘lish mumkin, bu esa yaxshi massali gabarit tavsiflarni ta’minlaydi.

Yer osti vertikal kanallar bilan issiqlik akkumulyatorlar odatda mavsumiy issiqliknini akkumulyatsiyalash uchun foydalilanadi (17.5,g-rasm). Bitta kanalning uzunligi yuz metrgacha, umumiyligi energiya hajmi esa ming kilovatt-soatgacha bo‘lish mumkin.

Yer osti gorizontal kanallar bilan issiqlik akkumulyatorlar bir nechta oylar mobaynida issiqliknini akkumulyatsiyalash uchun qo’llaniladi (17.5,d -rasm)

Qo‘zg‘aluvchan matritsali issiqlik akkumulyatorlar odatda alanuvchi regenerator, tushadigan sharlar tuzilma va b. ko‘rinishda bajariladi. Shunday akkumulyatorlar issiqlik energiyani regeneratsiyalash qurilmalarda qo’llaniladi va ishchi sikllar qisqa muddatli bo‘lganligi sababdan ular kichik gabaritlarga ega. Qo‘zg‘aluvchan matritsali IA gazning chiqish joyda o‘zgarmas temperaturani ta’minlash mumkin. Eng keng qo’llanilayotgan qattiq IAMlarning asosiy tavsiflar 17.2-jadvalda keltirilgan.

Qattik IAMlarning asosiy xossalari

IAM	Temperatura, °S	Zichligi, kg/m ³	Solishtirma issiqlik sig‘imi, kJ/(kg K)	Koeffitsiyentlar	
				Issiqlik o‘tkazuvchan- lik, Vt/(m K)	Temperatura o‘tkazuvchan- lik, 10 ⁻⁶ m ² /s
Shag‘al	400	2500-2800	0,92	2,2-3,5	0,8-1,5
Feolit	400	3900	0,92	2,1	2,5
Beton	400	1900-2000	0,84	1,2-1,3	0,76
Shamot	1700	1830-2200	1,1-1,3	0,6-1,3	0,21-0,65
Grafit	3500	1600-2000	2,0	40-170	12-54
Qizil g‘isht	1000	1700-1800	0,88	0,7-0,8	0,5
Qum		1460-1600	0,8-1,5	0,3-0,2	

Sovuq gaz temperaturasining tebranishlar amplitudasini kamaytirish maqsadida umumiyligida kanalga zaryadsizlanadigan bir vaqtida ishlaydigan bir nechta akkumulyatorlardan foydalilanadi. Bu holda tebranishlar amplitudasi ishlaydigan IAlar soniga proporsional bo‘lib kamayadi. Gazning doimiy temperaturani ta’minlash uchun ularning soni cheksiz bo‘lish kerak, bu esa aylanuvchi regeneratorda amalga oshiriladi.

Fazaviy o‘tishga asoslangan issiqlik akkumulyatorlar.

Issiqlikni akkumulyatsiyalash uchun erish issiqlikdan foydalanganda temperaturalar farqi katta bo‘lmasligi holda to‘plangan energiyaning yuqori zichligi va IAning chiqishda barqaror temperaturasi ta’minlanadi. Lekin ko‘pchilik IAM erigan holatda korroziyalı faol moddalar bo‘lib, asosan past issiqlik o‘tkazuvchaliqiga ega, erish vaqtida hajmni o‘zgartiradi va nisbatan qimmat turadi. Hozirgi vaqtida 0-dan 1400 °S-gacha akkumulyatsiyalash temperaturalarni ta’minlaydigan ko‘p moddalar ma’lum. Qayd qilish kerakki, eriydigan IAMli IAlarni keng qo‘llanilishi birinchi navbatda yaratiladigan qurilmalarning iqtisodiy mulohazalar bilan chegaralanadi.

120 °S qadar ishchi temperaturalarda kristallogidrid noorganik tuzlardan qo‘llash tavsiya etiladi, chunki bu, birinchi navbatda, IAM sifatida tabiiy moddalarndan foydalanish bilan bog‘langan. Real foydalanish uchun faqat erishda parchalanmaydigan yoki IAM tarkibiga kirayotgan ortiqcha suvda eruvchi moddalar ko‘riladi. Suyuqlikning kichik sovushi bilan kristallanishni ta’minlash maqsadida birlamchi kristallanish markazlarga ega bo‘lgan moddalaridan foydalanish zarur. Fazalarning bo‘linishini muhosaralash (blokirovka) uchun yoki quyuklashtirgich yoki issiqlik almashuv jarayonida intensiv aralashtirish qo‘llaniladi. Ushbu davrgacha, kristallogidratlar asosida IAMning ishlash qobiliyatini bir nechta ming zaryadlash - zaryadsizlanish sikllar davomida ta’minlaydigan tavsiyalar ishlab chiqilgan. Kristallogidratlarning kamchiliklar turkumiga ularning yuqori korroziyalı aktivligi kiradi.

17.3-Jadval

Kristallogidridlar asosidagi IAMlarning asosiy xossalari

Material	Toza tuz				Ishchi aralashma				<i>Mineralli xom ashyo</i>
	T _{er} , S	Q _{er} , kDj/kg	ρ _{qt} , 10 ³ kg/m ³	ρ _{su} , 10 ³ kg/m ³	IAM, %	Suv, %	T _{er} , °S	Q _{er} , kDj/kg	
<i>CaCl·6H₂O</i>	29,7	170	1,71	1,52					
<i>Na₂SO₄·10H₂O</i>	32,4	251	1,46	1,48	68,2	31,8	31	244	<i>Glauber tuz</i>
<i>Na₂S₂O₃·5H₂O</i>	48	210	1,6						<i>Giposulfid</i>
<i>CH₃COONa·3H₂O</i>	58,2	260	1,45		90- -95	10- -5	52- -58	290 — 20	
<i>MgCl₂·6H₂O</i>	116	165	1,57						<i>Bishofit</i>

Organik moddalardan foydalanish oqibatda korpusning korroziyali yemirilish masalalar amalda to‘liq yechiladi, to‘plangan energiyaning yuqori zichligi, ijobiy iqtisodiy ko‘rsatkichlar ta’minlaydi. Ushbu davrgacha ishlab chiqilgan organik moddalarning yuzalarga ishlov berish usullar (kraft - polimerlashtirish – o‘zgartirish va h.) yaqqol ko‘rinadigan issiqlik almashuv yuzalarsiz konstruksiyalarni yaratish imkoniyatini beradi. Lekin organik moddalar ishlatilganda, polimer molekulalarning uzun zanjirlar yemirilishi oqibatda, erish issiqligining kamaishi sodir bo‘ladi. Organik materiallardan qo‘llash, IAMning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti past bo‘lganligi tufayli, rivojlangan massa almashuv yuzalarni talab etadi.

17.4-Jadval

Organik eruvchan IAMlarning asosiy xossalari

Material	Erish temperaturalasi, K	Erish issiqlik, Q, kJ/kg	Solishitirma issiqlik sig‘i-mi, kJ/(kg K)	Zichligi, kg/m ³		Issiqlik o‘tkazuvchan- lik, Vt/(m K)	Koeffitsiyent Qovushqoq- lik, 10 ⁻³ Pa s
				ρ _{qt}	ρ _{su}		
<i>Polietilenglikol</i>	293- 298	146	2,26		1100	0,16	11,5
<i>Oktadekan</i>	301	244	2,18	744		0,15	3,9
<i>Parafin 46-48</i>	320	209	2,18	800		0,34	3
<i>Naftalin</i>	353			1170		0,8	
<i>Atsetamin</i>	355			1160			

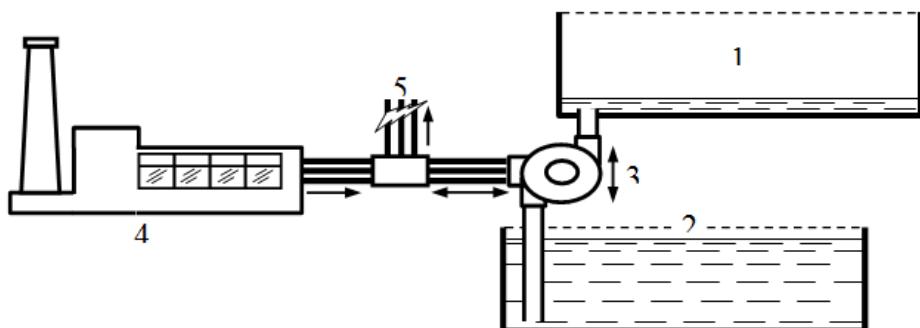
Yuqori ishchi temperaturalarda odadta yengil metalli birikmalar va qotishmalar qo‘llaniladi. Metalli birikmalarning past issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, korroziyali aktivligi, erishda hajm o‘zgarishlar muhim kamchiliklar bo‘lib hisoblanadi.

Mexanik energiyani akkumulyatsiyalash tizimlar

Gidroakkumulyatsiyalovchi elektr stansiyalar.

Gidroakkumulyatsiyalovchi elektr stansiyalar (GAES) boshqa elektr stansiyalardan (IES, AES, GES, To'lqinli ES) olingan elektr energiyani suvning potensial energiyaga o'zgartiradi. Tunda arzon energiya hisobidan, nasoslar suvni yuqori hovuzga ko'taradi. Teskari o'zgartirishda esa, to'plangan suvning potensial energiyasi ko'nduz vaqtida asosan cho'qqili yuklamalarni qoplash uchun energetik tizimiga beriladi.

GAES o'zining ishda yoki generatorlar majmuasidan yoki generator va nasos rejimlarda ishlaydigan qaytuvchan gidroelektragregatlardan foydalanadi. Tungi davrda energiyani iste'mol qilishi tushganda GAES elektr tizimidан arzon elektr energiyani oladi va uni yuqori befga (sath) suvni haydash uchun sarflaydi (nasos rejimi) (rasm 17.6)



17.6-Rasm GAESning prinsipial sxemasi: 1-yuqori basseyn; 2-quyi basseyn; 3-generator-turbina; 4-bazaviy elektr stansiyasi; 5-elektr tarmoq.

Ertalab va kechkurun cho'qqili energiyani iste'mol qilish davrda GAES suvni yuqori befdan quyi befga tushiradi, shu bilan qimmat cho'qqili energiyani ishlab chiqaradi va energetik tarmoqqa uzatadi (generator rejimi).

Yirik energetik tizimlarda IES va AESlar katta quvvat ulushini tashkil etish mumkin, ular tungi energiya iste'moli pasayganda elektr energiyani ishlab chiqarishni tezda tushira olmaydi yoki buni katta yo'qotishlar bilan amalga oshiradi. Ushbu omillar oqibatda energetik tarmoqdagi cho'qqili elektr energiya savdo narxi tungi davrda ishlab chiqariladigan elektr energiyaga qaraganda ancha yuqori bo'ladi. Bunday sharoitda GAESlardan ko'llanilishi iqtisodiy foydali bo'lib, boshqa quvvat manbalarning (shu jumlardan tansportda) samaradorligini, hamda energiya ta'minotining ishonchligini oshiradi.



17.7-Rasm Taum Sauk gidroakkumulyatsiyalovchi elektr stansiyasi, shtat Missuri, AQSH



17.8-Rasm To'lqin energiyasi asosidagi gidroakkumulyatsiyalovchi elektr stansiyasi:
Okinava, Yaponiya

Elektr rejimlarni rostlash maqsadida GAESlardan foydalanish tajribasi shuni ko'rsatadiki, ular fakatgina generatorli manbai emas, balki tizimli xizmatini bajaruvchi manbai bo'lib, sutkali yuklama grafigini maqbullashtiradi, hamda elektr ta'minotining ishochligini va sifatini oshiradi. Hozirgi vaqtida dunyoda 300-dan ortiq GAESlar ishlatilmoqda.

Kinetik energiyani to'plagichlar.

Kinetik energiyani to'plagichlar (KET) degan, maxoviklar yordamida energiyani akkumulyatsiyalash g'oya ohirgi yillar yangidan rivojlanib ketmoqda. Hozirgi vaqtida KETlarga turg'un qiziqish usib boriladi. Rivojlangan mamlakatlarda KET asosida o'rta va katta quvvatlari uzluksiz ta'minoti manbai sifatida ishlab chiqarishga faol tadbiq etiladi.

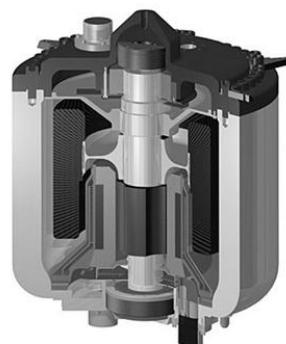
Mas'uliyatli toifalardagi iste'molchi uskuna-jihozzlarning energiya ta'minotini saqlab turish uchun tayyor bo'lib, KET bir necha minut davomida katta hajmdagi energiyani tez to'plash qobiliyatiga egadir. Zarur bo'lganda katta quvvat bilan energetik tarmoqdagi iste'molchiga energiyani o'zatadi. Ma'lumki, oddiy kimyoviy akkumulyatorlar sakkiz va hatto o'n soatgacha zaryadlanadi. Bu vaqtida obekt himoyasiz qoladi yoki iste'molchiga ikki marta ko'p akkumulyatorlarni sotib olish kerak, ulardan bir qismi ishlaganda, ikkinchi qismi esa zaryadlanadi. Kimyoviy akkumulyatorlarli an'anaviy manbalarga qaraganda, to'plovchi element – maxovik (g'ildirak) – eskirmaydi, shuning uchun, u almashtirilmasdan xizmat muddat davomida to'liq ishlaydi, ya'ni 15 yildan ortiq. Kimyoviy akkumulyatorlarga qaraganda KETlar yana bir qator muhim afzalliklarga ega: ekspluatatsiya xarajatlar kam, ishchi xonalarga nisbatan iqlimiyligi himoyaga kattik talablarning yo'qligi, ancha katta FIK, egalaydigan maydon ancha kichik, zararli kimyoviy moddalar yo'qligi, portlash-yong'in xavfsizligi, asosiy ta'minot yo'qolganda iste'molchilarni uzluksiz energiya bilan ta'minlaydi.

KET transportda keng foydalaniladi.



17.9-Rasm. KET –Volvo firmaning maxovik

Beacon Power amerikali kompaniyasi, elektr tarmoqlarga ulanish uchun muljallangan KET asosidagi majmualarni ishlab chiqaradi. Maxoviklar kompozit materiallardan tayyorlanadi, yirik miqdorli qatlamlarga ega, yuqori mexanik yuklamalarga chidamli. Maxovikning aylanish tezligi 22000 aylanishlar minutiga bo‘lish mumkin. Bunday maxovik berk idish ichida vakuumda maxsus eletkr magnit osmalarga joylashgan. Shamol generator va quyosh batareyalardan olingan va foydalanmagan energiya hisobidan maxovik aylantiriladi va uni to‘playdi. Energiya ta’mnoti yo‘qolganda, u to‘plangan energiyani, elektr energiyani ishlab chiqaruvchi, generatorga beradi.

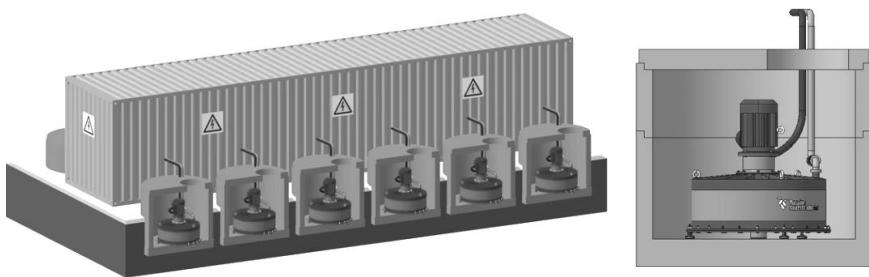


17.10-Rasm. KET - Beacon Power kompaniyaning maxovik

«Russkiy sverxprovodnik» rossiyali korporatsiyasi 130 Vt×soat/kg akkumulyatsiyalash qobiliyatiga ega bo‘lgan maxoviklarni ishlab chiqilgan, bu esa eng yaxshi zamonaviy akkumulyatorlarning hajmi bilan taqoslash mumkin. Shu bilan maxoviklar shubhasiz afzalliklarga ega: ular xavfsiz, uzoqqa chidamli, arzon. Maxovikni o‘rtacha 20 yilga yaqin foydalanish mumkin, akkumulyator esa, yetarli darajada qarashi bilan, to‘g‘ri ekspluatatsiya va texnik xizmatda bo‘lsa ham maksimum 2 yil ishladi. Bundan tashqari, maxoviklar atrof muhit uchun mutlaqo xavfsiz.

Katta quvvatli KETlar - 50 kVt gacha va yuqori energiya sig‘imli, ya’ni 4-dan to 12 MJ-gacha energiya sig‘imli modullar ishlab chiqarilmoqda. Modullarni bitta agregatda o‘nlab yig‘ish mumkin. Ular yirik sanoat iste’molchilarining elektr tarmoqlarda, mahalliy va avtonom energetik tizimlarda ishlash uchun muljallangan. KETning tarkibida motor-generator sifatida quvvati 22 kVt bo‘lgan uch fazali asinxron elektr mashinalar ko‘llaniladi, elektr mashinalar esa chastotali rostlash qurilma bilan boshqariladi. KETlar boshqaruvchi yuqlama, energiya rekuperatori, zaxira sig‘imi, cho‘qqili quvvat manbai va uzluksiz ta’mnidagi dinamik

manbai sifatida xizmat qilish mumkin. Shu bilan birga, KET bir vaqtning o‘zida tarmoqda filtr sifatida ishlaydi, ya’ni kuchlanishning saqrashini va tushishlarni tekislaydi.



17.11-Rasm «Russkiy sverxprovodnik» korporatsiyaning KET boki

Nazorat savollari:

1. Energiyani akkumulyatsiyalash shakllari nechchi turga bo’linadi?
2. Biologik akkumulyatsiyalashni tushuntiring?
3. Kimyoviy akkumulyatsiyalashni tushuntiring?
4. Elektr energiyani akkumulyatsiyalashni tushuntiring?
5. Mexanik akkumulyatsiyalashni tushuntiring?
6. Issiqlikni akkumulyatsiyalashni tushuntiring?

18-MA’RUZA: Okean va suv oqimlari energiyasi.

REJA:

- 18.1. Dengiz va okeanlar energiyasi
- 18.2. To‘lqinlar energiyasi
- 18.3. Suvning qalqib ko‘tarilish energiyasi
- 18.4. Dengiz oqimlarning energiyasi
- 18.5. Okeanning issiqlik energiyasi

18.1. Dengiz va okeanlar energiyasi

Dunyo okeanga kelib tushadigan energiyaning asosiy ulushi – uning quyosh nurlanishni yutish natijasidir. Bundan tashqari, kosmik jismlar bilan planetaning suv massasi gravitatsiyali o‘zaro ta’siri, suvning qalqib ko‘tarilishi, planeta chuqurligidan chiqadigan issiqlik hisobidan okeanga energiya o‘tadi. Planetaning butun yuzasidan dunyo okeanning yuzasi 70%-ga yaqin bo‘lib, 360 mln km²-ni tashqil etadi. Bu yuzaning katta qismi muzdan doimo ozod va quyosh nurlanishni samarali yutib turadi. Birinchi metr suvning qalinligida okean suvda quyosh nurlanishdan taxminan 65% yutiladi va 90%-gacha - un metrli qatlama yutiladi. Quyi kengliklarda kunduz vaqtida, issiqlik o‘tkazuvchanligi, hamda turbulent aralashish jarayonlar hisobidan, suv taxminan 10 m-gacha va bundan qo‘p chuqurligida qizdiriladi (quruqlikda qattiq yuzalarda chuqurligi 0,5 m-dan oshmasdan qizdiriladi).

Okeanda to‘plangan energiyaning bir qismi uzun to‘lqinli nurlanishlar ko‘rinishda teskari nurlanib qaytariladi, chegara qatlarning issiqlik o‘tkazuvchanligi orqali va bug‘lanish tufayli qisman atmosferaga o‘tadi.

Umumiy quyosh nurlanishdan taxminan 2/3 qismi okeanda va quruqlik yuzalarda turli xil o'zgarishlarga uchraydi: 43% issiqqliqqa aylanadi; 22% bug'lanishga va yog'lnarni hosil qilishga sarflanadi; daryo, shamol, to'lqin, okeandagi turli xil oqimlar harakatiga 0,2% energiya uzatiladi. Qabul qilingan umumiy energiyadan taxminan 0,02% fotosintez maxsulotni va qisman qazilma yonilg'ilarni hosil qilishga sarflanadi.

18.2. To'lqinlar energiyasi

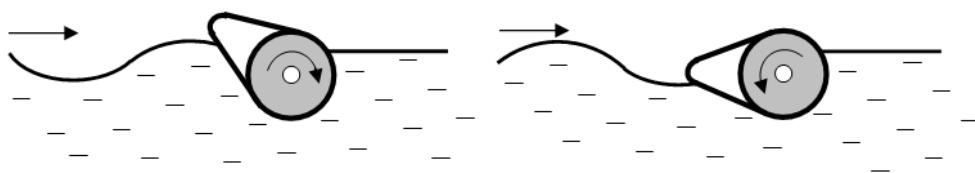
Dengiz to'lqin va oqimlar katta yirik energiya zahiralarga ega. Dunyo okeanning shamol to'lqinlarning quvvati taxminan 10000...90000 GVt bilan baholanadi, lekin bundan real foydalanish mumkin bo'lgan quvvat ancha past bo'ladi, ya'ni jami bo'lib 2700 GVt. Hozirgi erishgan texnikaviy darajasi faqat qirgoqlarga yaqin mintaqalarda to'lqin energiyadan foydalanish imkoniyatini beradi, buning energiyasi esa 80 kVt/m-dan ko'prok tashkil etadi. To'lqin energiyasining solishtirma zichligi (yuza birligiga to'g'ri keladigan quvvat) taxminan shamol energiya zichligidan 10 marta katta va quyosh energiyasi zichligidan ham ancha katta.

Dengiz to'lqinlanishning muhim xususiyati: vaqt bo'yicha uning notejis o'zgaruvchanligi, maksimal kattaligi o'rtacha kattaliklardan 5...11 marta katta bo'ladi. Qirg'oklardan ancha o'zoqlashgan chukurliklarda hosil bo'ladigan to'lqinlarning solishtirma quvvati qirg'oq bo'yidagi bo'lgan mintaqalarga qaraganda bir tartibga qatta bo'ladi. To'lqin energiyani elektr energiyaga o'zgartirish jarayoni tabiyatga salbiy ta'sir bilan bog'liq emas.

Suyuqlikning to'lqinli harakatida bir vaqtida to'lqin sathning vaziyati va qiyaligi o'zgarishi bilan kinetik va potensial energiyasi o'zgaradi, suv ostida bosim ham o'zgaradi. To'lqin harakatining bronta tavsifli alomati yoki ularning uyg'unlashgani asosida foydalanib, to'lqinlarning kinetik va potensial energiyani yutuvchi va o'zgartiruvchi, juda ko'p turli xil qurilmalar yaratilgan. Bunday bir nechta o'zgartirgichlarni birlashtirilgan umumiy majmuasi to'lqin elektr stansiyani tashkil etadi. Ko'proq kichik quvvatlari (1 MVt), o'lchamlar 50 m-ga yaqin to'lqin o'qi bo'ylab modullar foydalaniladi.

To'lqin profillini taqrorlovchi qurilma.

Stefan Solter "Edinburg o'rdak" nomli qurilmani ishlab chiqdi (18.1-rasm).



18.1-Rasm Solter o'rdakning ishlash pritsipi

Uning tuzilishi maksimal quvvatini o'zlashtirishni ta'minlaydi. Chap tomondan keladigan to'lqinlar o'rdakni tebranma harakatga keltiradi. O'rdakning o'ng tomondagi silindrik shakli o'q atrofida aylanganda to'lqinlarning o'ng tomonga o'tishga yo'l qo'yimadi, ya'ni tinchlatadi. Tebranuvchi tizimning o'qidan quvvat olinib, qaytgan energiyaning minimumi ta'minlanadi. To'lqin energiyaning faqat oz qismini (5%) qaytarib va o'tkazib, Solter o'rdak, o'q'zutiladigan tebranishlar chastotalarning keng diapazonida, yuqori o'zgartirish samaradorligiga ega (FIKti 55-dan to 85%-gacha).

O'rdakning real o'lchamlari (d -diametr, l -uzunligi) to'lqinining tavsifli uzunligi λ bilan aniqlanadi: $d \approx l \approx 0,1\lambda$. Atlantik to'lqinlar uchun $\lambda \approx 100$ m, shuning uchun $d \approx l \approx 10$ m. Umumiy o'q bilan birlashtirilgan, bir necha kilometr uzunligida qator o'rdaklar to'lqinlar eng intensiv

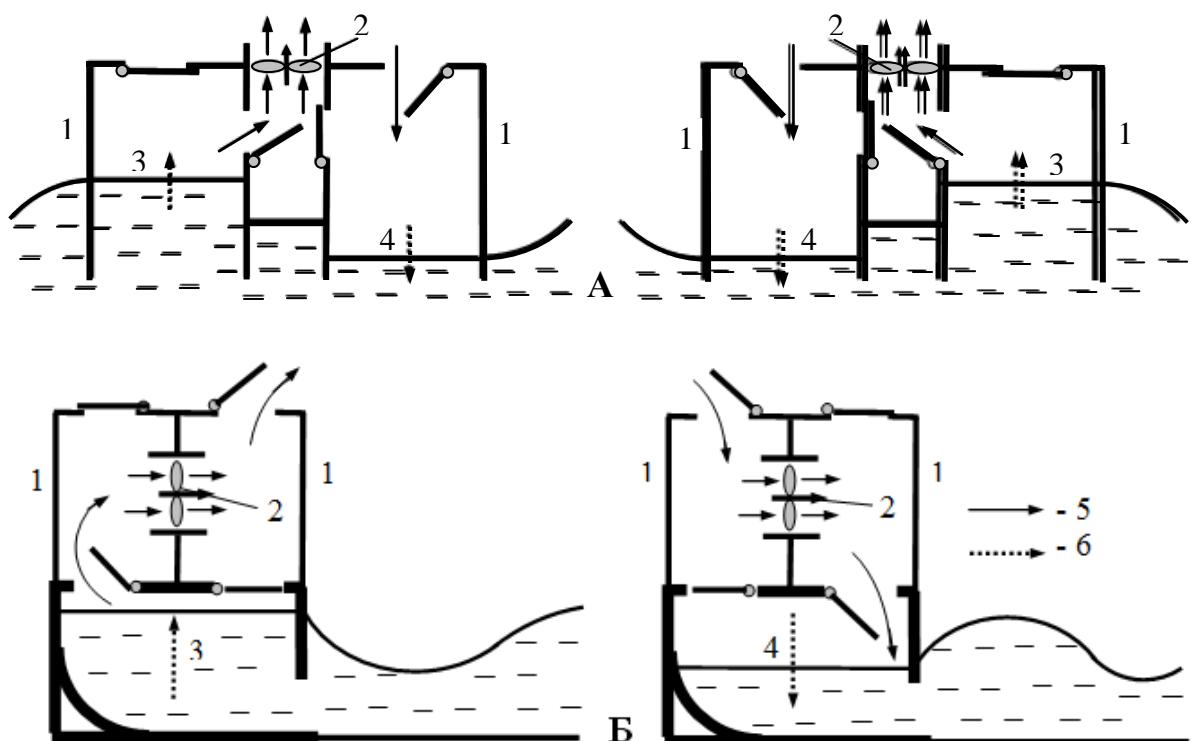
bo‘lgan mintaqalarga o‘rnataladi. Bunday o‘rdaklar qatori 20 m-dan ko‘p chuqurlikda mahkamlangan langarlarga bog‘langan pontonlar yordamida ushlab turiladi. To‘lqinlar ta’sirida o‘rdaklar markaziy o‘qlar atrofida tebranma harakat qiladi. Mexanik, gidravlik va elektr qurilmalar orqali nisbiy tebranma harakatlar elektr energiyaga o‘zgartiriladi.

Solter qurilmaning asosiy kamchiliklar quyidagilardan iborat:

- to‘lqinlarning (balandligi, chastotasi va yo‘nalishi) doim o‘zgaradigan parametrlarga o‘rdaklarning harakatini moslashtrish;
- katta uzun qurilmadan elektr energiyani olish va uni dengizning ochiq sharoitida iste’molchiga uzatish;
- elektr generator qurilmaga dengiz sho‘r suvning ta’siri;
- ekstremal va shtorm sharoitlarda qurilmaning turg‘unligini ta’minlash.

Tebranuvchi suv ustunlik.

Ichi bush ustunlik ochilgan tomoni bilan suvga botirilganda, ustunlik ichida suv tebranadi va suv ustidagi bosim o‘zgaradi. Bushlik turbina orqali atmosfera bilan bog‘langan (19.2-rasm).



18.2. Rasm Tebranuvchi to‘lqin ustunlik prinsipiga asoslangan qurilmalar:

A-dengizda va B-qirg‘oqda yoki tubida o‘rnataladigan qurilmalar;

1-havo bo‘shliq; 2-turbina; 3-suvning ko‘tarilishi; 4-suvning pasaishi;

5-havo va 6-suvning harakati

Klapanlar tizimi yordamida havo oqimi turbina orqali faqat bir tomonlama yo‘naltiriladi. Turbinalar elektrogeneratorlar bilan birlashtirilgan va turbinalarning aylanma harakati elektr energiyaga o‘zgartiriladi. Turbinani yurgizish uchun energiyani kinetik energiyaga o‘zgartirish FIK 60...70% tashkil etadi. Bunday qurilmalarning real o‘lchamlar eng ehtimolli to‘lqin uzunligi λ bilan aniqlanadi. Qurilmaning mumkin bo‘lgan o‘lchamlar: $N \approx b \approx l \approx 0,1\lambda$ m; bu yerda N -balandligi, b -eni, l -uzunligi.

Shunday qurilmalarni quyidagi joylarda o'rnatilish mumkin:

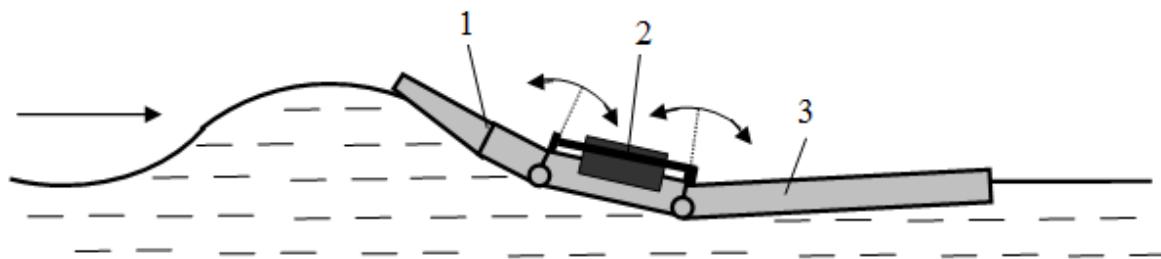
- pontonlar sifatida langar bilan biriktirilgan ochiq dengizda (18.2,A-rasm);
- 15 m chuqurlikda qirg'oqlar yonida dengiz tubida (18.2,B-rasm);
- qirg'og'ida (18.2,B-rasm).

Qurilmalarning asosiy afzalligi quyidagilardan iborat:

- sekin to'lqin harakatini turbinaning yuqori chastotali aylanish bilan birga qo'shish;
- turbina va elektrogeneratorlarni dengiz sho'r suvning ta'siridan ozod qilish imkoniyati.

Egiluvchan ponton.

K. Kokerel taklif etilgan qurilma uchta egiluvchan pontonlardan iborat (18.3-rasm).



18.3-Rasm Kokerel pontonlarning ishlash prinsipi:

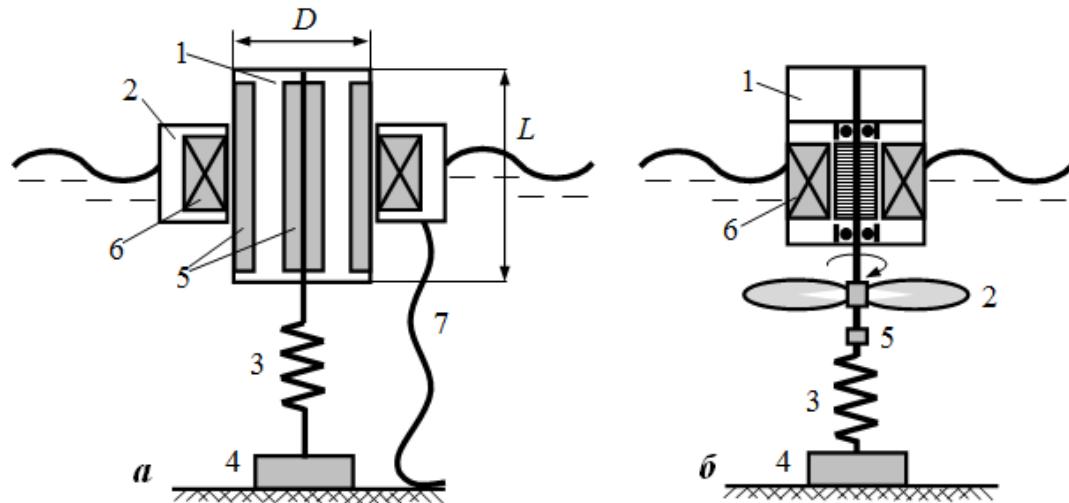
- 1-buferli ponton; 2-o'rtadagi ponton (gidravlik yuritma va elektrogenerator bilan);
3-balansirli ponton

Uchta pontonlar sharnirlar bilan qo'zg'aluvchan qilib birlashtirilgan. Sharnirli birikmalarda, o'zgaruvchan tok generatorning rotorni aylantiruvchi, qarama-qarshi joylashgan ikkita gidravlik rotorlar o'rnatilgan. Bunday egiluvchan pontonlar dengiz to'lqinlar harakatini, ularning shaklini taqrорlaydi. Sharnirlar atrofida pontonlarning o'zaro harakat gidroyuritma va tok generatori harakatga keltiradi. Pontonlarning real o'lchamlari $b \approx l \approx 0,5\lambda$ m. Bir-biriga birlashtirilgan va langarlarga biriktirilgan pontonlar qatori dengiz qirg'oqlar bo'y larga yaqin o'rnatiladi. Ishlab chiqarilgan tok suvosti kabellar orqali quruqliqqa o'zatiladi. Ponton qurilmalarning FIK 70...80% tashkil etadi.

Bunday qurilmalarning asosiy kamchiligi: kichik tezligi, past chastotasi va to'lqinlarning tasodifiy harakati bilan generatorning ishini moslashtirish zaruriyati.

Suvzuvchi nuqtali to'lqin o'zgartirgichlar.

Suvzuvchi nuqtali o'zgartirgichning konstruksiyasi Stefan Solter tomonidan taklif etilgan va u "qalqovich" (poplavok) deb nomlanadi (18.4-rasm).



18.4-Rasm Suzuvchi nuqtali to'lqinlar energiyani o'zgartigichlar:

a – suzuvchi qalqovich bilan o'zgartirgich; 1-korpus; 2-qalqovich; 3-prujina; 4-langar; 6-induktiv g'altak; 7-kabel; b – suvosti parrakli o'zgartirgich; 1-korpus; 2-vint; 3-prujina; 4-langar; 5-sharnir; 6-induktiv g'altak

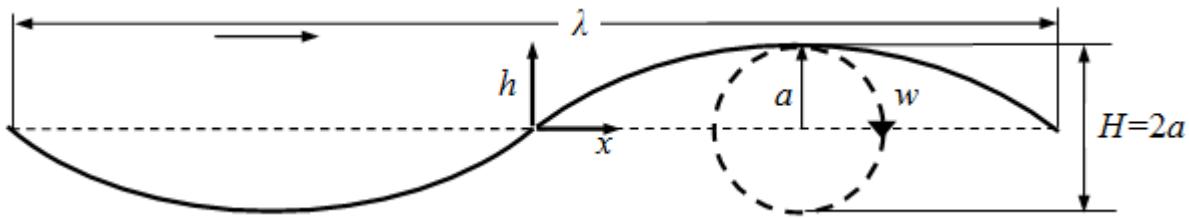
To'lqinlar ustida korpus 1 va qalqovich 2 bir-biriga nisbatan harakatlanadi. G'altak 6-da tok hosil bo'ladi va kabel 7 orqali obektga uzatiladi. O'zgartirgichning quvvati uning o'lchamlarga bog'liq. Amalda diametr $D=0,5\dots1,5$ m-ga teng, uzunligi – $L=2,5\dots3,0$ m. Bunday o'zgartirgichlarning quvvati $0,2\dots0,3$ kVt bo'ladi. Nuqtali o'zgartirgichlar 10...50-ta birlashtrib stansiyani tashkil qiladi. Ular langarlar yordamida (10 m-dan oshmagan chuqurliklarda) biriktiriladi.

Nuqtali o'zgartirgichlar navigatsiyali belgilarni yoritish, suvosti apparat, asboblarni va qirg'oqdagi kichik obektlarni energiya bilan ta'minlash uchun qo'llaniladi.



18.5-Rasm Turli xil konstruksiyali to'lqin qurilmalar

Yuza tagidagi suv qatlamida uning zarrachalar amplitudaga teng bo'lgan a orbita radius bilan doiraviy harakat qiladi (19.6-rasm).



18.6-Rasm To'lqin tavsiflari

Dengizning quyidagi chuqurliklarda zarrachalar harakati doiraviy bo'lib qoliveradi:

$$D < 0,5 \lambda ; \quad (18.1)$$

bu yerda λ – to'lqin uzunligi, m.

Quyidagi shartiga ko'ra:

$$D > 0,5 \lambda \quad (18.1a)$$

amalda suvning zarachalari ko'chmaydi.

To'lqin cho'qqidan to tubigacha to'lqining balandligi N ikki baravar bo'lib amplitudaga teng:

$$N = 2 a . \quad (18.2)$$

To'lqin sirtining shakl o'zgarishida ilgarilanma harakat ko'zatiladi, lekin suv o'zi to'lqin tarqalish yo'nalishda ko'chmaydi. Dengizning o'rtacha sathidan to'lqining joriy ko'tarilish h kattaligi quyidagicha ifodalanadi:

$$h = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (x - c\tau) = a \sin \left(\frac{2\pi}{\lambda} x - w\tau \right) = a \sin(kx - w\tau); \quad (18.3)$$

bu yerda a – to'lqin amplitudasi, m;

w – suv zarachalarning burchak tezligi, rad/s;

x – koordinata, m;

g – erkin tushish tezlanish, m/s²;

τ – vaqt, s.

To'lqin uzunligi:

$$\lambda = 2 \pi g / w^2 . \quad (18.4)$$

To'lqin soni:

$$k = 2 \pi / \lambda . \quad (18.5)$$

To'lqin yuzanining x o'qi yo'nalishda ko'chish tezligi:

$$c = \frac{w\lambda}{2\pi} = g/w = g \left(\frac{\lambda}{2\pi g} \right)^2 = \frac{g\lambda}{2\pi} . \quad (18.6)$$

To'lqin harakatining davri:

$$T = \frac{2\pi}{w} = \left(\frac{2\pi\lambda}{g} \right)^{1/2} . \quad (18.7)$$

Garmonik harakatining xususiyati – kinetik va potensial energiyalarning tengligidadir. Bunga asosan yuza birligiga to'g'ri keladigan to'lqining kinetik va potensial energiyasi quyidagiga teng:

$$W_k = W_p = \rho a^2 g / 4 . \quad (18.8)$$

bu yerda ρ – suvning zichligi, kg/m³.

Demak, yuza birligiga to‘g‘ri keladigan to‘lqining umumiy energiyasi quyidagi yig‘indisi bilan aniqlanadi:

$$W = W_k + W_p = \rho a^2 g / 2 . \quad (18.9)$$

To‘lqin tarqalish yo‘nalishda (18.6 - rasm x yo‘nalishda), to‘lqin o‘sish (front) kenglik birligidagi, ko‘chiriladigan N quvvat quydagi formula bilan aniqlanadi:

$$N = W c/2 = \rho g a^2 c / 4 . \quad (18.10)$$

(18.6) formulani hisobga olgan holda, (18.10) formula quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$N = \frac{\rho g a^2 \lambda}{4T} = \frac{\rho g^2 a^2 T}{8\pi} . \quad (18.10a)$$

Shunday qilib, to‘lqinlar bilan ko‘chiriladigan quvvat amplituda va davrlarning kvadratlarga proporsionaldir. Shuning uchun, energetik nuqtai nazardan katta amplitudaga ega bo‘lgan uzun davriy to‘lqinlar eng samarali hisoblanadi. Real sharoitlarda to‘lqinlar ideal sinusoidalini emas. Amalda muntazam bo‘lmagan (chastota, yo‘nalish va amplitudalar o‘zgaruvchan) to‘lqinlar kuzatiladi. Shuning uchun, amaliy hisoblarda extimoli eng katta bo‘lgan a , λ , T kattaliklar olinadi.

Eng ko‘p tez-tez kuzatiladigan to‘lqinlar diapazoni: $N=1,5...5$ m va $T=7...11$ sek. Eng ko‘p uchraydigan kataliklar esa: $N\approx3$ m va $T\approx9$ sek.

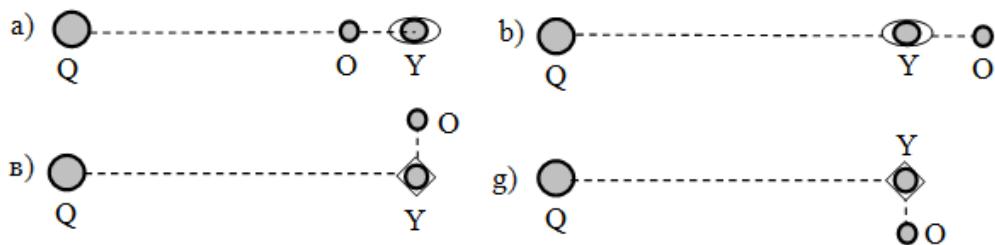


18.7-Rasm To‘lqin qurilmalar.

18.3. Suvning qalqib ko‘tarilish energiyasi

Dunyo energetik resurslarda suvning qalqib ko‘tarilish energiyasi 3 mlrd kWt bilan baholanadi.

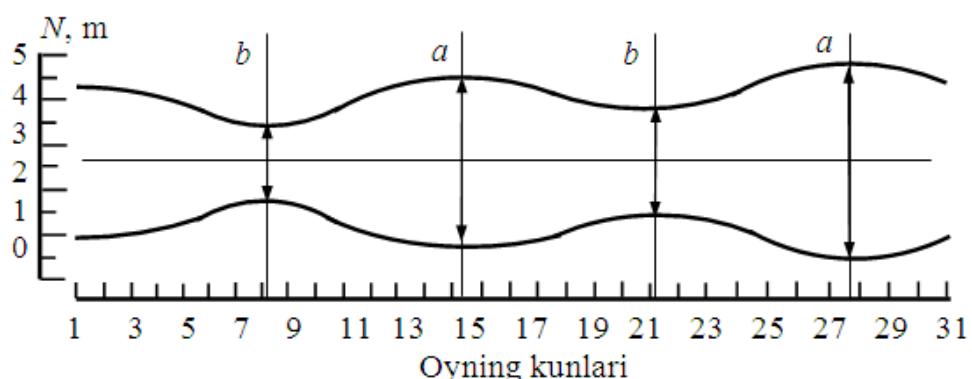
Okeandagi suv alanuvchi Yerning gravitatsiya kuchlar bilan ushlab turiladi. Oy va quyoshning gravitatsiya kuchlar suvni o‘ziga tortadi, suvning qalqib kutarilishi (priliv) vujudga keladi. Sutka davomida okeanning sathi ikki marta ko‘tariladi va tushadi. Oyga qaraganda, Quyosh 400 marta uzoq turadi, shuning uchun, ancha kichik massali Oy yer suvlarga, Quyosh massaga qaraganda, ikki marta katta kuchlar bilan ta’sir etadi. Agarda Oy, Quyosh va Yer bir to‘g‘ri chiziqda tursa (sigiziya), Quyosh o‘zining tortishi bilan Oyning ta’sirini kuchaytiradi, oqibatda katta suv ko‘tarilishi yoki “katta suv” vujudga keladi (19.8,a,b-rasm).



18.8. Rasm Oyda 2 marta suvning ko‘tarilishi va tushishi bo‘lganda Quyosh (Q), Oy (O) va Yer (YE) ning joylashishi: a, b - sigiziya, suvning ko‘tarilishi; v, g - kvadratura, suvning tushishi.

Agarda Yer-Oy chizig‘iga nisbatan Oy to‘g‘ri burchak ostida (kvadratura) bo‘lsa kuchsiz ko‘tarilish yoqi “chichik suv” sodir bo‘ladi (rasm 18.8,v,g). Katta va kuchsiz ko‘tarilishlar har 7 kunda taqrorlanadi (18.9-rasm).

Suvning qalqib ko‘tarilish tebranishlarning asosiy davrlar yarim sutkali blib, 12 soat 25 minutga yaqin. Qirg‘oklardan uzoq mintaqalarda suv sathining tebranishlar 0,5...1 m-dan oshmaydi, lekin qirg‘oklar yaqinda 10...13 m-gacha yetishi mumkin.

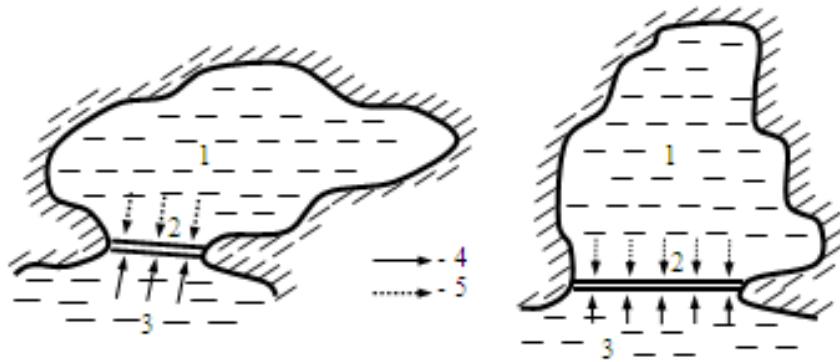


18.9-Rasm Oy davomida ko‘tarilish balandligining o‘zgarishi:
a-kuchli (N -sigizli); b-kuchsiz (N -kvadraturali) ko‘tarilishlar

Suvning ko‘tarish va pasaish haqiqiy harakat juda ham murakkab. Bunga osmon jismlar harakatning o‘ziga xos xususiyatlari, qirg‘oq shaklning tavsiflari, suvning chuqurligi, dengiz oqim va shamollar ta’sir etadi.

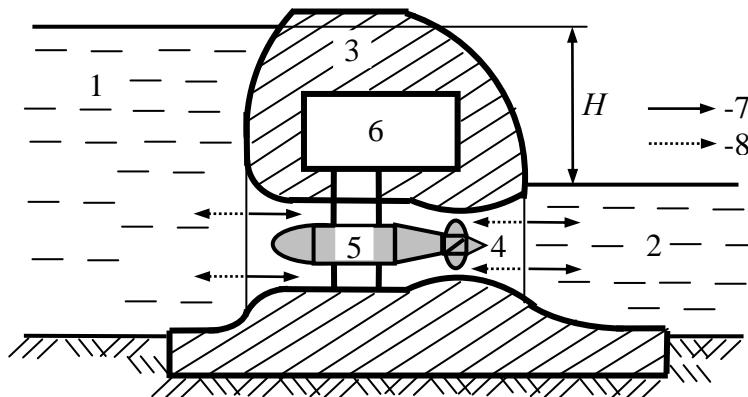
Eng baland va kuchli qalqib ko‘tarish to‘lqinlar sayoz va tor qurfazlarda yoki dengiz va okeanga daryolarning quyilishida hosil bo‘ladi.

Qurfazni dengizdan plotina yoki damba bilan ajratish mumkin (rasm 8.10). Dambada elektrogenerator bilan birlashtirilgan turbinalar o‘rnataladi (rsam 8.11).



18.10. Rasm Qurfazni damba bilan yopish misollar:
 1-qurfaz; 2-damba, plotina; 3-okean, dengiz; 4-qalqib ko'tarishda va
 5- qalqib tushishda suvning harakati

Qalqib ko'tarish vaqtida suv turbina orqali ko'rfazlarga o'tadi, suvning sathi maksimal balandlikka ko'tariladi. Qalqib tushishda suv turbina orqali teskari yo'nالishda – ko'rfazdan dengizga o'tadi. Turbina-elektrogenerator qalqib ko'tarish va tushish energiyani elektr energiyaga o'zgartiradi. Bu prinsipga suvning qalqib ko'tarish elektrostansiyalar (QQES) asoslangan.



18.11-Rasm Suvning qalqib ko'tarish elektrostansiyasining sxemasi:
 1-suvning yuqori va 2-quyi sathi; 3-damba; 4-turbina; 5-elektrogenerator;
 6-xona; 7-qalqib ko'tarishda va 8- qalqib tushishda suvning harakati.

Mumkin bo'lgan maksimal qalqib ko'tarish energiyani olish uchun suv $N/2$ balandlikdan tushish kerak. Bu holatda qalqib ko'tarish energiya quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$W = \rho g F H^2 / 2 ; \quad (18.11)$$

bu yerda F - qalqib ko'tarish basseyн, qurfazning yuzasi, m^2 ;

N - qalqib ko'tarishdagi satxlarning farqi, suvning ko'tarilish balandligi, m.

Qalqib ko'tarish muddati mobaynida energiya o'zgartirishlar davom etiradigan bo'lsa, u holda qalqib ko'tarish davrdagi o'rtacha potensial quvvat quyidagicha bo'ladi:

$$N = \rho g F H^2 / (2\tau_o) ; \quad (18.12)$$

bu yerda τ_o - qalqib ko'tarish – tushish davri, s.

(18.12) formuladan ko'rindiki, QQESning samaradorligi basseyнning F yuzaga va N ko'tarish balandligiga bog'liq. Ma'lumki, katta qalqib ko'tarishlar balandligi yuqori bo'lган joylarda qalqib ko'tarish energiyaning potensiali yuqori bo'ladi. Lekin suvning qalqib

ko‘tarish energetikasining rivojlanish uchun faqat katta qalqib ko‘tarish balandligi asosiy omil emas, balki boshqa omillarni ham hisobga olish zarur:

- muayyan mintaqada QQESni qurish energetik va iqtisodiy zaruriyati;
- QQESni qurish uchun kapital xarajatlar va uning mintaqaga ekologik ta’siri;
- yo‘llarni qurish uchun damba-plotinalardan foydalanish, kemalar yurishini yaxshilash imkoniyati va b.

Shunday qilib, suvning qalqib ko‘tarish energetikasining rivojlanishi QQES quriladigan mintaqaning muayyan sharoitiga va ixtisosligiga ko‘p darajada bog‘liq.

Real sharoitlarda qalqib ko‘tarish balandligi N oy davomida sinusoida bo‘yicha o‘zgaradi (18.9-rasm). τ vaqtning har qanday momentda qalqib ko‘tarish balandligi quyidagicha aniqlanadi:

$$N/2 = \frac{H_c + H_k}{4} + \frac{H_c - H_k}{4} \sin\left(\frac{4\pi\tau}{T}\right); \quad (18.13)$$

bu yerda N_c – sigizli, maksimal ko‘tarilish, m;

H_k – kvadraturali, minimal ko‘tarilish, m;

$T=29,53$ sut – oyning davomiligi.

Sigizli va kvadraturali qalqib ko‘tarishlar quyidagi nisbatiga ega:

$$H_k = k N_s. \quad (18.14)$$

Bu holda (18.13) ifoda quyidagicha bo‘ladi:

$$H = \frac{H_c}{2} \left[(1+k) + (1-k) \sin\left(\frac{4\pi\tau}{T}\right) \right]. \quad (18.15)$$

QQESning quvvatini aniqlashda qalqib ko‘tarish balandlikning o‘rtacha kvadrat olinadi, u (18.15) ifoda bilan Oy T davr bo‘yicha integrallash bilan aniqlanadi:

$$N^2 = \frac{H_c^2}{8} (3+2k+3k^2). \quad (18.16)$$

Oy mobaynida ishlab chiqariladigan o‘rtacha quvvat (18.12) va (18.16) formular bilan aniqlanadi:

$$N_m = \frac{\rho F g}{2\tau_o} \frac{H_c^2}{8} (3+2k+3k^2). \quad (18.17)$$

Amalda $k \approx 0,5$ bo‘lganligi uchun, (19.17) ifodani barcha qalqib ko‘tarishlar uchun o‘rtacha quvvatini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$N_m = \frac{\rho F g}{2\tau_o} R H^2; \quad (18.18)$$

be yerda N - barcha qalqib ko‘tarishlar bo‘yicha o‘rtacha balandlik:

$$N = \sqrt{(H_{\max}^2 + H_{\min}^2)/2}; \quad (18.19)$$

bu yerda N_{\max}, N_{\min} – N -ning maksimal va minimal kattaliklar.



18.12-Rasm Suvning qalqib ko‘tarish elektrostansiyalar

18.4. Dengiz oqimlarning energiyasi

Okeandagi barcha energiya manbalardan oqimlar energiya eng past zichligiga ega. Oqim tezligi 1 m/s uchun suyuqlik ustunlikning ekvivalent bo‘lgan dinamik bosimi 0,05 m ga teng va 10 m/s tezligi uchun esa 5 m bo‘ladi. Okean suvning qalinligida oqimlarning kinetik energiyani o‘zlashtirish uchun yirik inshootlarni yaratish va xizmat ko‘rsatish qiyinchiliklarni hisobga olmaganda, o‘rta kengliklardagi quyosh energiyani (1 m^2 yuza maydonidan 100 Vt-ga yaqin) o‘zgartirgichlardan ular yuqori samaradorligiga ega. Okean oqimning ko‘ndalang kesim 1 m^2 yuzadan tezligi 1 m/s bo‘lgan oqimdan 600 Vt elektr quvvatini olish mumkin. Okean oqimlarning kinetik energiyasi $7,2 \times 10^{12}$ kVt/yil kattalik bilan baholanadi.

Dunyo okeanga kelib tushadigan quyosh energiyasidan faqat 0,02% oqimlar kinetik energiyaga o‘zgartiriladi, shunga karamasdan, bu yetarli yirik kattalik: quvvati 5...7 TVt bo‘lib, taxminan 10^{18} J energiyani tashkil etadi. Bu energiyadan faqat 20% ishqalanish kuchlarni yengish uchun sarflanadi, qolgani esa Dunyo okeanning suv massasini bir mintaqadan boshqa mintaqaga ko‘chirish uchun sarflanadi.

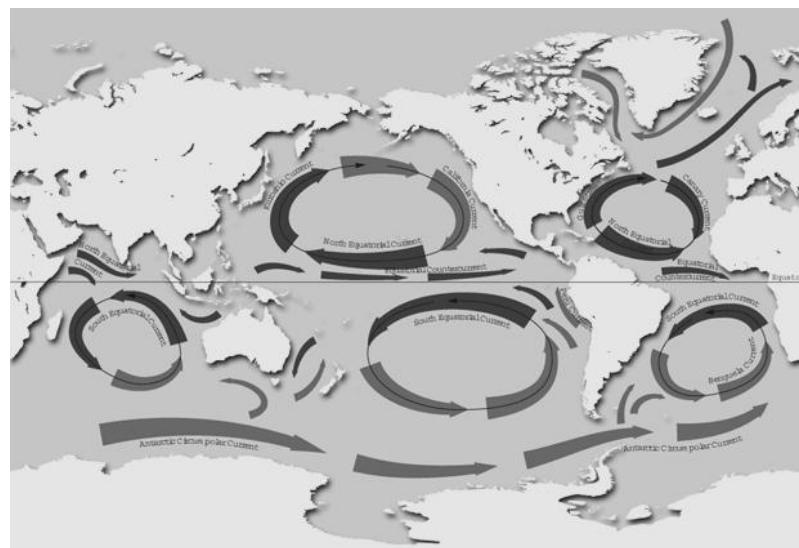
Okeanda oqimlar quyidagi omillar bilan vujudga keltiriladi:

- shamol bilan (ko‘chib yuradigan, dreyf oqimlar);
- suv massalarni Quyosh va Oy bilan tortish orqali (qalqib ko‘tarish va tushirish);
- qat’alardan daryo suvlarning quyilishi va suv massa zichliklarning farqi bilan (sho‘rlik va temperaturaga bog‘liq).
- atmosfera bosimning notejis taksimlanganligi va o‘zgarishi bilan (barogradiyentli).

Ushbu omillar o‘zining birgalikdagi ta’siri bilan Dunyo okeanning abadiy harakatga keltiradi. Barcha turidagi oqimlarning boshlang‘ich yo‘nalishlar Yer aylanish, ishqalanish kuchlar, tubi va qirg‘oq chiziqlarning shakllari ta’siridan ko‘p o‘tmay o‘zgaradi. Oqibatda harakatlar tartibsiz deb tasavvurni hosil qilinadi. Dengiz oqimlarini sidqidillik bilan tadqiq qilish oqibatda, yetarli darajada aniqlik bilan ularni xaritada belgilash imkoniyati hosil bo‘ldi.

Suv massalarning ko‘chish jarayonlar oqibatda planetada ortiqcha issiqlik, biogen elementlar qayta taksimlanadi; okeanga daryolar qo‘yilish joylarda ifloslanish konsentratsiyalarni kamaytiradi; tabiatning muhim hayotiy ko‘rsatgichlarning xavfli og‘ishlarni tabiiy depfer (sundirg‘ich) sifatida hizmat qiladi. Ushbu ko‘chishlar turli xil tezliklarda sodir bo‘ladi: bir necha santimetrdan boshlab to bir necha metrlar sekundiga o‘zgaradi. Harakat gorizontal va vertikal sodir bo‘ladi, Dunyo okeanning turli xil qismlar orasida suv massalarning 1000 yil davomida bir marta to‘liq almashinishni ta’milnadi.

Agarda o‘rtacha tezligi taxminan 1 m/s bo‘lgan oqimni etalon sifatida olinsak, u holda ochiq okeanda va qirg‘oqlarga yaqin mintaqalarda okean gidroelektrostansiyalarni (OGES) qurish uchun yetarli darajada ko‘p joylarni topish mumkin.



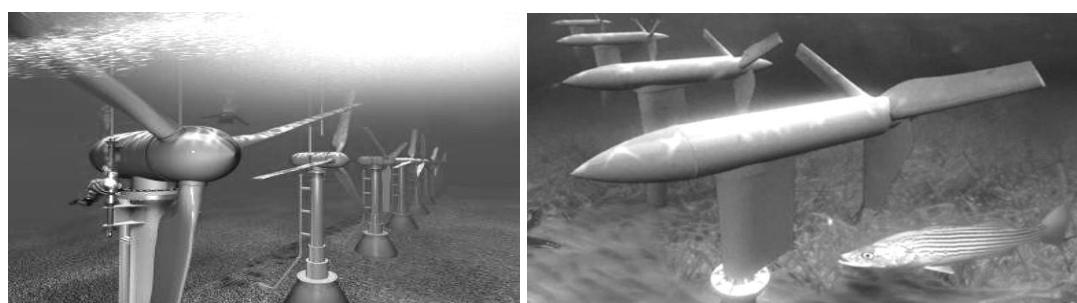
18.13-Rasm: Dunyo okeandagi dengiz oqimlarning xaritasi

Okeandagi yirik oqimlar quvvatidan foydalanib amalda yetarli darajada mintaqaviy yirik energetik obektlarni yaratish mumkin. Masalan, Golfstrim oqimning (Atlantik okean) umumiy quvvat 15 GVt bilan baholanadi, Kurosio oqim (Tinch okean) esa – 50 GVt. Mahalliy energetik muammolarni yechish uchun mos bo‘lgan oqimlar ham yetarli darajada mavjud, ularning tezligi taxminan 5...8 m/s bo‘ladi, yirik okean oqimlarga qaragada ular ancha yuqori energiya zichligiga ega. Bundan tashqiri, bo‘g‘ozlarda energetika extiyoylari uchun faqat sirtki oqimalardan emas, balki chuqurlikdagi oqimlardan ham foydalanish mumkin. Ular ko‘p hollarda sirtki oqimlarga nisbatan qarama-qarshi yo‘nalishga ega bo‘lib, yetarli darajada mos bo‘lgan tezliklarga ega.

Amalda barcha oqimlar muayyan o‘zgarishlarga uchraydi. Mavsumiy va yildan-yilga tezlik, yo‘lanish, suvning fizikaviy ko‘rsatkichlar o‘zgaradi. Oqimlarning turg‘unligi kelajakdagi OGESlarning barqaror ishlashini belgilaydi. Turg‘unligi taxminan 50%-dan katta bo‘lgan oqimlar muhim axamiyatiga ega.

Okean va dengizlarda to‘plangan dengiz oqimlarning tiganmas kinetik energiyani suvgaga botirilgan (xuddi atmosferaga “botirilgan” shamol tegirmonlarga o‘xshab) turbinalar yordamida mexanik va elektr energiyaga aylantirish mumkin.

Hozirgi vaqtida ko‘p mamlakatlarda qirg‘oq bo‘yidagi mintaqalarda OGESlardan foydalaniladi.

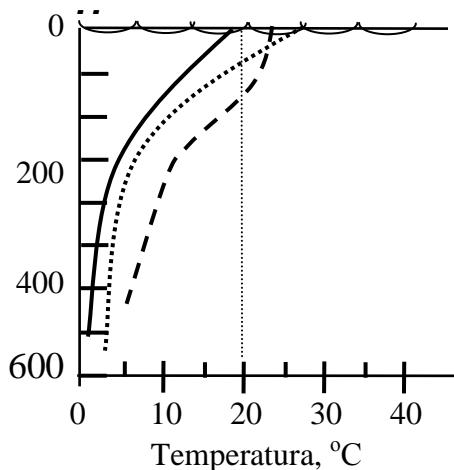


18.14.Rams Dengiz oqimlarning energiyani elektr energiyaga o‘zgartiruvchi gidroenergetik qurilmalar

18.5. Okeanning issiqlik energiyasi

Okeanning yuqori qatlamlar bilan tubidagi qatlamlarga nisbatan 20 °S-ga o‘ta qizishiga mos bo‘lgan issiqlik (ichki) energiyasi taxminan $3,4 \times 10^{24}$ J /yilga teng.

Dunyo okeani - eng katta tabiiy quyosh nurlanishi kollektoridir. Quyosh nurlanishini yutuvchi suvning yuqori qatlamlari issiqlik suv va uning tubidagi sovuqroq qatlamlari orasidagi temperaturalar farqi 20 °S gacha yetadi (rasm 18.15). Bu esa o‘zluksiz to‘ldirib boriladigan issiqlik energiya zaxirasini ta’minlaydi va uni termodinamik prinsip jihatdan boshqa energiya turlalariga o‘zgartirish mumkin.



18.15-Rasm Chuqurligi o‘zgartirishi bilan okeanning temperatura o‘zgarishi

Okeanda to‘plangan issiqlik energiyani mexanik energiyaga va so‘ngra esa har qanday boshqa energiyaga o‘zgartirish uchun, yuqori issiqlik va quyidagi sovuq qatlamlar orasidagi temperaturalar farqidan foydalanadigan, issiqlik mashinani yaratish talab etiladi. Birinchi yaqinlashtirishda o‘zlashtirilgan energiyaning ulushi termodinamik Carnot siklning FIK-ti orqali aniqlash mumkin:

$$\eta_k = \Delta T / T_i ; \quad \Delta T = T_i - T_s ; \quad (18.20)$$

bu yerda T_i va T_s – issiqlik va sovuq qatlamlarning temperaturasi.

O‘rtacha hisobida, muzdan erkin bo‘lgan okeanning 3×10^{14} m² maydonida, 100 m qalinlikdagi qatlamda, har qanday vaqt davrda okeanda saqlanadigan umumiy issiqlik quvvati quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$W = \rho v c_p \Delta T ; \quad (18.21)$$

bu yerda ρ – suvning zinchligi, kg/m³; v – qizdirilgan suvning hajmi, m³;

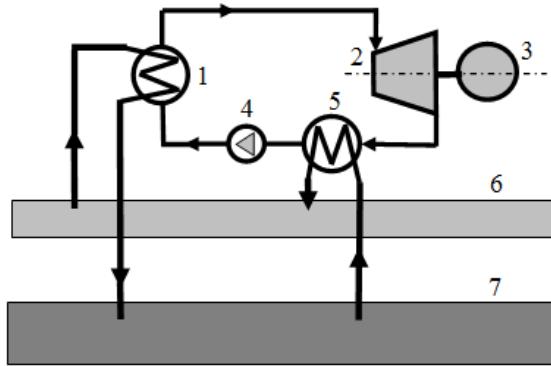
c_p – suvning solishtirma issiqlik miqdori, kDj/(kg K).

Agarda $c_p = 4,19$ kDj/(kg K) deb qabul qilsak, u holda okeanda saqlanadigan energiya miqdori $W=15 \times 10^{23}$ J tashkil etadi.

Okeanning issiqlik energiyasidan foydalanish g‘oyasini birinchi bo‘lib 1881 yilda fransuz fizigi J. d’Arsonval tomonidan taklif etilgan edi. O‘tgan asrning 20-chi yillarda J. Klod Kubadagi Matansas qo‘ltig‘ida ko‘rgazmali qurilmasini qurban edi. 70-chi yillarning boshida energetik tanqisligi munosabati bilan okeanning issiqlik energiyasidan foydalanish loyihalari bo‘yicha ishlar amalga oshirila boshlandi. Okeanning issiqlik energiyasidan

foydalaniш loyihalari, ya'ni okeanning issiqlik energiyasini mexanik energiyaga, so'нgra esa elektr energiyaga o'zgartirish jarayonlari *OTES* (ocean termal energy conversion) degan atama bilan nomlangan.

Okeanning issiqlik energiyasini o'zgartirish jarayoni chuqurlikdan olinadigan sovuq suv T_s temperaturasi va sirtdan olinadigan issiq suv T_i temperaturalarini farqi hisobidan ishlaydigan *OTES* issiqlik mashinalarida amalga oshiriladi (18.16-rasm).



18.16-Rasm: Okeanning issiqlik energiyani o'zgartirish principial sxemasi:

- 1-bug'lantirgich; 2-turbina; 3-generator; 4-nasos; 5-kondensator;
- 6-issiq suv (okeanning sirtida); 7-sovuq suv (okeanning chuqurlikda)

Okean sirtidagi T_i temperaturali issiq suv 6 bug'lantirgich 1-da past bug'lantirish temperaturaga ega bo'lgan (ammiak, freonlar, past bosimdagи suv) issiqlik tashuvchini bug'lantiradi va soviyi. Hosil bo'lgan bug' turbina 2-ga o'tib ish bajaradi. Okean chuqurligidan olinadigan T_s temperaturali sovuq suv 7 kondensator 5-da isitiladi va bug' esa kondensatlanadi. Issiqlik tashuvchining kondensati nasos 4 bilan bug'lantirgichga qaytariladi.

Ideal holda berk sikl bo'yicha ishlaydigan *OTES* uchun olinadigan issiqlik (18.21) formula bo'yicha aniqlanadi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga asosan, issiqliknинг o'zgartirishdan olish mumkin bo'lgan maksimal mexanik quvvat:

$$N = \eta_k W; \quad (18.22)$$

(18.21) va (18.22) formulalarga muvofiq, ideal issiqlik o'zgartirgichning mexanik quvvat:

$$N = (\rho c W / T_i) \Delta T^2. \quad (18.23)$$

Talab qilingan suv sarfi:

$$W = \frac{N}{c\rho} T_i / \Delta T^2. \quad (18.24)$$

Agar $T_i=20^{\circ}\text{S}$, $\Delta T=20^{\circ}\text{S}$, $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$, $c=4200 \text{ J/(kg K)}$ deb qabul qilganda, u holda $N=1 \text{ MWt}$ mexanik quvvatni olish uchun $W=0,18 \text{ m}^3/\text{s}=650 \text{ t/soat}$ suv sarfi zarur bo'ladi. Bundan ko'rindiki katta quvvatlarni hosil qilish uchun ancha katta oqimli suv sarfi talab etiladi, ya'ni juda katta qurilmalardan foydalaniш zarur bo'ladi

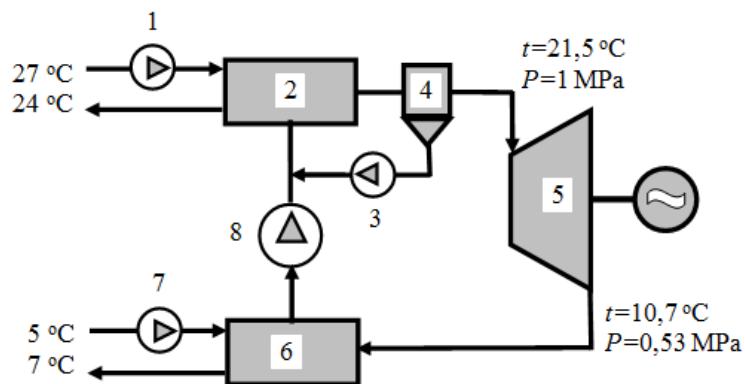
(18.23) formuladan ko'rindiki, *OTES* qurilmasining quvvati ΔT ga bog'liq. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, $\Delta T \geq 20^{\circ}\text{S}$ bo'lgan okeanning mintaqalarida *OTES* qurilmalari iqtisodiy samaradorlikga ega. Bunday mintaqalar 20° shimoliy va 20° janubiy kengliklar orasidagi

tropiklarda joylashgan. Bu mintaqalarda yil davomida T_i va T_s temperaturalar juda kam o‘zgaradi, shuning uchun yil davomida energiyani ishlab chiqarish stabilligi saqlanadi.

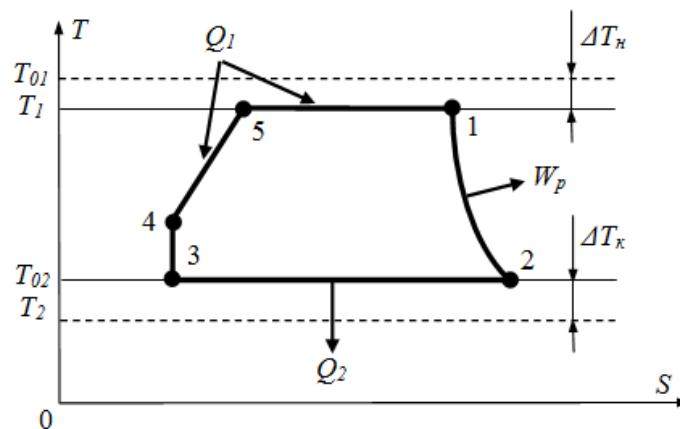
Berk sikl bo‘yicha ishlaydigan qurilmaning sxemasi 18.17-rasmda keltirilgan.

Bunday qurilmada, 2 bug‘lantirgichning issiqlik almashtirigich orqali o‘tadigan sirtki suvning issiqlik yordamida, ishchi modda (ammiak, freon, propan) bug‘ga aylanadi. Ishchi jism 5 turbinada kengaib mexanik ishni bajaradi. Ishlatilgan bug‘ 6 kondensatorda (chuqur qatlamlardan chiqariladigan va kondensatordagi issiqlik almashtirigich orqali o‘tkaziladigan) sovuq suv bilan sovutiladi va kondensatsiyalanadi. Kondensat qaytadan 2 bug‘lantirgichga o‘tkaziladi.

18.18-rasmda berk sikl bo‘yicha ishlaydigan termal qurilmaning (18.17-rasm) termodinamik sikli $T-S$ diagrammada keltirilgan.



18.17-Rasm: Berk sikl bo‘yicha ishlaydigan termal qurilmaning sxemasi;
1-issiq suv nasos; 2-bug‘lantirgich; 3-bug‘simon ishchi jismni quritqichning nasos;
4-qurituvchi; 5-turbina; 6-kondensator; 7-sovuq suvni chiqarish uchun nasos;
8-ishchi jismni uzatish uchun nasos; 9-generator



18.18-Rasm OTEsning termodinamik sikli (Renkin sikli)

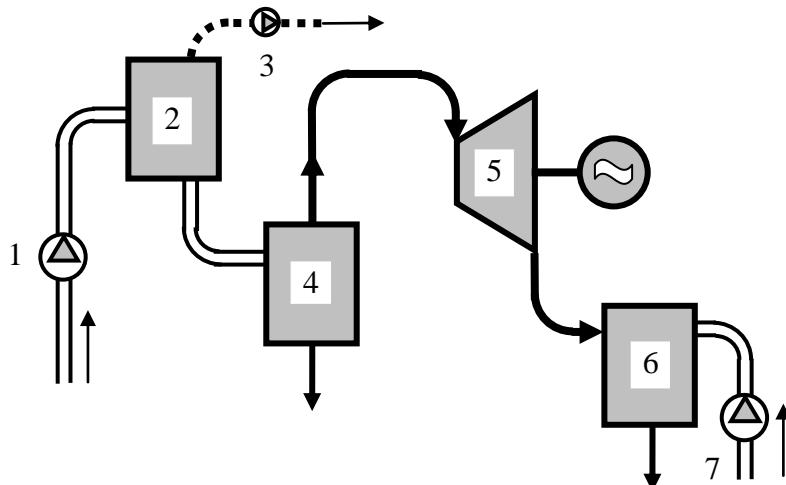
Turbinada bug‘ bilan bajaradigan foydali ish W_p 1-2 chizig‘i bilan aniqlanadi. 2-3 chiziq bo‘yicha bug‘ kondensatsiyalanadi – tizimdagи Q_2 issiqlik ishchi jismdan olinadi. Ishchi jismni bug‘lantirgichga o‘tkazish jarayoni 3-4 chiziq bilan ifodalanadi. Bug‘lantirgichda ishchi jism qizdiriladi 4-5 va bug‘lanadi 5-1 – tizimda ishchi jismga Q_1 issiqliknii uzatish amalga oshiriladi. Kondensatorдан bug‘lantirgichga ishchi jismni o‘tkazish, suvni bug‘lantirgichga va kondensatorga uzatish uchun ham qo‘srimcha ish sarflanadi.

Bunday tizimning FIK-ti kondensatorga va bug'lantirgichga uzatiladigan suvning temperaturalar farqi bilan, ya'ni ekvivalent Karko sikliga o'xshab aniqlanadi:

$$\eta_k = (T_{01} - T_{02}) / T_{01}. \quad (18.25)$$

Sirtki (issiq) va chuqurlidagi (sovouq) suv qatlamlari orasidagi temperaturallar farqi 15...26% oraliqda bo'lganda qurilmaning FIK 5...9% tashkil etadi. Real qurilmaning FIK ancha past va $\Delta T_n = T_{01} - T_1$ i $\Delta T_k = T_{02} - T_2$ temperaturalar farqi bilan aniqlanadi.

18.19 rasmida ochiq Klod sikli bo'yicha ishlaydigan OTES qurilmaning sxemasi keltirilgan.



18.19-Rasm: Ochik sikl (Klod sikl) bo'yicha ishlaydigan OTES sxemasi:

1-issiq suv uchun nasos; 2-deaerator; 3-vakuum nasos; 4-bug'lantirgich; 5-turbina bilan elektrogenerator; 6-kondensator; 7-sovuq suv uchun nasos

Ushbu siklda ishchi jism sifatida okean suv foydalaniadi. Okean suv (issiq) yuqori qatlalardan nasos 1 bilan deaerator 2-ga uzatiladi. Deaeratorda suvda qorishgan gazlar ajratiladi. Oldin bug'latirigich 4 va kondensator 6-lardagi bushliklardan havo chiqariladi, shuning uchun suyuqlik ustidagi bosim faqat to'yigan bug'lar bosimi bilan aniqlanadi, u esa temperaturaga bog'liq. OTESdagi tavsifli temperaturalarda ushbu bosimlar farqi taximnan 1,6 kPa tashkil etadi (ammiakdagi berk siklada 500 kPa-ga yaqin). Ushbu bosimlar farqi ta'sirida suv bug'lari turbinani harakatga keltiradi. Turbinadan keyin bug' kondensatorda suvga aylanadi.

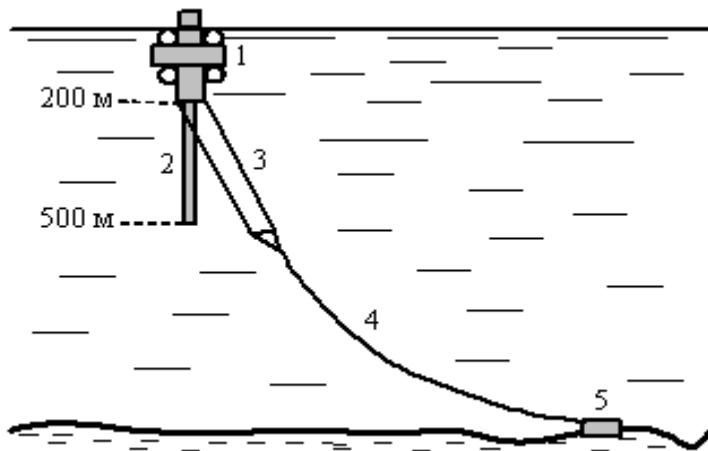
Ochik Klod sikli bo'yicha ishlaydigan OTES qurilmaning muhim qamchiligi kichik bosimlar farqidir, bu esa bir necha o'nlab metr diametrli turbinalarni talab etadi. Asosiy afzalligi esa – notexnologik yirik issiqlik almashtirigichlarning yo'qligidir. Bundan tashqari, ochiq siklli tizim ishlaganda ko'p miqdorda chuchuk suv olish mumkin, bu esa chuchuk suvning tanqisligida muhim ahamiyatga ega.

Qurilma ochiq dengizda massivli suzuvchi platformalarda o'rnatiladi. Platformalar neytral suzuvchanlikga ega va langarlar bilan biriktiriladi.

Hozirgi vaqtida OTES qurilmalar AQSH, Yaponiya, Hindiston, Gavaylarda ishlamoqda.

Taxmin qilinishicha, ochiq sikldagi OTESlarni sanoat o'zlashtirish Tinch oken orollardan boshlanadi. Bu narsa neft narxiga, chuchuk suvning tanqisligiga va sof energetik texnologiyalarni rivojlantirishga yo'naltirilgan amalga oshiriladigan sotsial dasturlarga bog'liq.

*OTESni amalda tadbiq etish misoli sifatida elektr quvvati 400 MVt bo‘lgan amerikani *Lockheed Martin* firmasining loyihasini keltirish mumkin (18.20-rasm).*



18.20. Rasm Elektr quvvati 400 MVt-li *Lockheed Martin* firmasining loyihasi bo‘yicha *OTES* platformasi 1-platforma; 2-quvurli o’tkazgich; 3-trapetsiya; 4-tros; 5-langar

Keng masshtabli dengiz va okean issiqlik sanoat energetikaning rivojlanishiga qator afzalliliklar ta’sir etadi:

- 1) *OTESlar toza, cheksiz, qayta tiklanadigan tabiiy resurslardan foydalanadi.*
- 2) *OTESlar atrof muhitga salbiy ta’sir etmaydi. Dengizlarning yuqori issiq va huqurligdagagi sovuq suvlarning issiqlik, elektr energiyani ishlab chiqarish uchun foydalaniladigan an’naviy qazilma yoqilg‘ilarning o‘rinni bosadi.*
- 3) *OTESlar elektr energiya bilan birga chuchuk suvni ishlab chiqarish imkoniyatiga ega, oroolarda chuchuk suvlarning tanqisligi sababdan, u yerda yashaydigan aholi uchun muhim axamiyatiga ega.*
- 4) *Okeanning yuqori qatlamlarga tushadigan quyosh energiyaning miqdori kelgusida insoniyatni toza energiya bilan ta’minalash uchun yetarlidir.*
- 5) *Okean energiyadan foydalanish oqibatda import qilinadigan an’naviy yoqilg‘i turlaridan mustaqilligini oshiradi, ya’ni energetik xavfsizligini ta’milanadi.*
- 6) *OTESlardan sovuq suvni binolarni sovutish va mutadilash uchun; qishloq xo‘jalikda; baliq, mollyusk va suv o’simlaiklarni yetishtirish uchun foydalanish mumkin.*
- 7) *Katta energiya sig‘imli vodorod, metan va ammiak gazlarni ishlab chiqarishda *OTESlardan* foydalanish mumkin.*

Lekin, shu bilan birga, yengishni talab etiladigan, kamchiliklar ham mavjud:

- 1) *OTESlarda ishlab chiqariladigan elektr energiyaning narxi an’naviy naxidan yuqori.*
- 2) *OTES normal ishlash uchun qator tabiiy shartlarga rioya qilish zarur – yuqori issiq qatlamlar va chuqurlikdagagi sovuq qatlamlar orasidagi temperaturalar farqi 20 °S bo‘lish zarur.*

Shu bilan birga, sirtidan to zarur bo‘lgan temperaturali qatlamgacha chuqurligi 1 km-dan oshmasa, iqtisodiy samaradorligi ta’minlanadi.

3) Okean stansiyalarning konsturkqiylar va suv ostida o‘tkazilgan quvurlar yomon ob-havo sharoitlar, qirg‘okka uriladigan to‘lqinlar, cho‘girtoshlar ta’siridan buzilishlarga olib kelish mumkin.

4) Uskuna va quvur o‘tkazgichlarni korroziya va bioo‘simliklar bosib ketishidan saqlab qoluvchi samarali va tejamli usullar mavjut emas.

5) Ishchi suyuqlik harakatlanadigan konturda oqib chiqib ketishlar bo‘lsa, dengiz flora va faunaga zarar keltirish mumkin.

6) Texnologiyalar yetarli darajada tadqiq qilinmagan. Ushbu issiqlik energetika tarmoqning kelgusida rivojlanish va iqtisodiy samaradorligini oshirish uchun barcha joylarda tarjriba va namunaviy qurilmalarni tadqiq qilish, testlash ishlarni olib borish zarur, bu esa katta investitsiyalarni talab qiladi.

Nazorat savollari:

1. Dengiz va okeanlar energiyasidan foydalanish usullarini tushuntiring?
2. To‘lqinlar energiyasidan qankday foydalaniladi?
3. Suvning qalqib ko‘tarilish energiyasi qanday hosil bo’ladi?
4. Dengiz oqimlarning energiyasidan qanday foydalaniladi?
5. Okeanning issiqlik energiyasidan foydalanish usullarini tushuntiring?

19-MA’RUZA: Boshqa turdag'i muqobil energiya manbalari.

Reja:

- 19.1. Energiyaning boshqa turlari: vodorod yoqilg‘isi; shahar chiqindilari.
- 19.2. Energiyaning boshqa turlari: fotosintez; fotoelektrik o‘zgartiruvchilar.

19.1. Energiyaning boshqa turlari: vodorod yoqilg‘isi; shahar chiqindilari.

Biz ko‘rib chiqqan tabiatdagi qaytalanuvchi energiya manbalaridan tashqari energiyaning boshqa turlari ham mavjud. Quyida hozirgi kunda insoniyat tomonidan foydalanish yo‘lga qo‘yilayotgan vodorod yoqilg‘isi va shahar chiqindilaridan energiya olishni qarab chiqamiz.

Vodorod yoqilg‘isi.

Ana’naviy-organik yoqilg‘i bozorida ozgina krizis boshlanishi bilan neft va gaz mahsulotlarining o‘rnini bosadigan boshqa energiya manbalaridan foydalanishga harakat qilinadi. Juda ko‘p olimlarning fikricha, zamonaviy energetikaning rivojlanishida ulglevodorod yoqilg‘ilarinig o‘rniga tabiatda juda ko‘p tarqalgan ximik element-vodoroddan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Vodorod zahiralari planetamizda bitmas-tuganmasdir. Bundan tashqari bir xil og‘irlikda vodorod, benzинга qaraganda 3 marta ko‘proq issiqlik ajratadi hamda undan yoqilg‘i sifatida xalq xo‘jaligining barcha tarmoqlarida foydalanish mumkin (transportda, sanoatda, maishiy xizmatda va boshqalarda).

Vodorod yoqilg‘isini qo‘llash, atrof-muhitni toza saqlashga sharoit yaratadi, chunki vodorod yoqilishi natijasida undan chiqindi sifatida distillangan suvning bug‘lari ajarlib chiqadi xolos.

Vodorodni tashish va saqlash juda qulaydir. Uzoq masofalarga uni quvurlar orqali uzatish mumkin. Vodorodni quvurlar orqali uzatish, elektroenergiyani ulkan elektr uzatish tarmoqlarida uzatishga nisbatan bir necha barobar arzonroqdir [29, 45].

Olimlar vodorod yoqilg‘isini sanoat asosida ishlab chiqishning ko‘pgina usullarini topishdi, asosan odatdagi suvdan. Uning juda katta miqdorini er kurrasida zahiralari juda katta bo‘lgan toshko‘mirdan olish mumkin. Vodrod yoqilg‘isini suvda, havoda, hattoki havosi siyraklashgan kosmik kengliklardan olish mumkinligi, bu yoqilg‘ini biznes olamidagi dovrug‘ini nihoyatda oshirib yubordi, chunki uni ishlab chiqarish uchun deyarli xarajatlar qilinmaydi, foyda to‘g‘ridan-to‘g‘ri havodan olinadi.

21-asr boshlarida dunyodagi katta biznes namoyondalari, vodorod energetikasiga qiziqish juda katta ekanligi to‘g‘risida ochiq-oydin gapira boshlashdi. AQSH. Xitoy, Evropa Ittifoqi mamlakatlari vodorod yoqilg‘itsi ishlab chiqarish uchun milliardlab dollrlar mablag‘larni investitsiya qilishdi. Faqat birligining «FutureGen» vodorod elektrostansiya-sining loyihasi uchun AQSH hukumati 1,2 mlrd. dollar mablag‘ sarfladi, Xitoy davlati xuddi shunday elektrostansiya uchun bundan ham ko‘p mablag‘ sarfladi. Hozirgi kunda vodorod energetikasini rivojlantirish uchun Sharp, Sanyo, Hitachi, Toyota, Panasonic kompaniyalari juda katta mablag‘larni investitsiya qilmoqdalar.

Vodorod energiyasidan foydalanish mumkin bo‘lgan usullardan biri, bu imik elementni vodorod yoqilg‘isiga aylanishidir, ya’ni vodorod va kislород aralashmasining siqilgan yoki gaz holatidagi ko‘rinishidir. Bu ko‘rinishdagi aralashmaning yonish issiqligi, benzin (tabiiy gaz) va havo aralashmasi issiqligidan yuqoriqoqdir. Vodorod yoqilg‘isini ishlab chiqish va undan ommaviy tarzda foydalanish, hozircha uning tannarxi qimmatligi hamda uni tarqatish infrastrukturasini yo‘qligi sababli kechikmoqda. Vodorod yoqilg‘isini ishlab chiqarish, uni olish usuliga bog‘liqdir. Masalan, quyidagi moddalardan ishlab chiqarilgan 1 kg vodorod yoqilg‘isi narxi:

- metan gazidan ishlab chiqarish – 2,5 doll./kilo;
- suvdan elektroliz yo‘li bilan - 2.10 doll./kilo;
- toshko‘mirga havosiz joyda yuqori temperaturada ishlov berish yo‘li bilan 1,5.2,0 doll./kilo.

Ma’lumki, vodorod yoqilg‘isi ishlab chiqarish texnologiyasining bu xilda rivojlanishi, uni ana’naviy organik yoqilg‘ilar bilan konkurensiya qila olmasligini bildiradi. Ammo hozirgi texnologiyalar, zamonaviy texnologiyalar bilan almashtirilishi natijasida vodorod yoqilg‘isini ishlab chiqarish tannarxini pasayishiga olib kelmoqda, ana’naviy yoqig‘i turlari esa kundan-kunga qimmatlashib bormoqda.

Hozirgi kunda dunyodagi juda ko‘p engil avtomobil ishlab chiqaruvchi kompaniyalar vodorod yoqilg‘isi hamda gibrild (benzin+vodorod) yoqilg‘isida harakatga keladigan avtomobilarni ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘ymoqda. Nemis olimlarinig hisobiga ko‘ra, 21-asrning o‘rtalarida vodorod yoqilg‘isi bilan ishlaydigan avtomobillar er yuzida 75 % ni tashkil qiladi, qolgan 25 % iginan organik yoqilg‘ilardan foydalanadi [46].

Bu sohada AQShning Daimler va Honda, Xitoyning Shanghai hamda nemislarning VW kompaniyalari etakchi o‘rninlarni egallab kelishmoqda. Masalan, volorod yoqilg‘isi bilan ishlaydigan Honda FCX avtomobilini ko‘rib chiqaylik. To‘liq vodorod yoqilg‘isida ishlaydigan Honda FCX avtomobili, 160 km/soatgacha tezlikni oshira oladi va to‘ldirilgan yoqilg‘i baki bilan 500 km masofani o‘ta oladi. Uning yoqilg‘i bakiga 5 kg siqilgan vodorod yoqilg‘isi joylashadi. Hozirgi kunda 200 dona shunday avtomobilarga ega shaxslar bo‘lib, yana 50 mingdan ortiq avtomobilistlar shu kabi mashinalarga ega bo‘lish istagini bildirishgan. Havo temperaturasi 300 ga sovub ketganda ham uni birdan o‘t oldirish mumkin.



19.1-rasm. Vodorod yoqilg‘isida ishlaydigan Honda FCX engil avtomobili va yoqilg‘i quyish stansiyasi (a) hamda Citaro avtobusi (b)

Honda FCX avtomobilini 3 dona elektrodvigatel harakatga keltiradi. Ulardan biri oldingi g‘ildiraklarni aylantirsa, qolgan 2 dona elektrodvigatel keyingi g‘ildiraklarga ulangan. Oldingi elektrodvigatelning quvvati 80 kWt/soat quvvatga ega bo‘lsa, keyingi g‘ildiraklarni harakatga keltiruvchi elektrodvigatellarning quvvati 25 kWt/soatga teng (19.1-a-rasm).

Mercedes-Benz konsernining Mercedes Citaro loyihasi katta shaharlar uchun vodorod yoqilg‘isida ishlaydigan jamoat transportini ishlab chiqarish-dan iboratdir. Hozirgi kunda dunyoda bu kabi avtobuslardan 40 donasi ishlab turibdi. Avtobus elektrodvigatellarinig quvvati 250 kWt/soatga teng bo‘lib, 40 kishidan iborat yo‘lovchilar va ularning yuklari bilan 80 km/soat tezlikda harakat qiladi. Har 100 km masofaga 25 kg vodorod yoqilg‘isi sarflaydi. Avtobusning yoqilg‘i bakiga 42 kg vodorod yoqilg‘isi joylashadi va bu yoqilg‘i bilan avtobus 167 km masofani bosib o‘tadi (19.1 b-rasm).

Hozirgi kunda dunyo bo‘yicha 55.60 mln tonna vodorod ishlab chiqariladi. Vodorod asosan azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarishda, past chastotali xom neftni motor yog‘iga aylantirishda qo‘llaniladi. Siqilgan vodoroddan juda past (minus) temperatura olishda hamda kriogen raketa dvigatellari uchun yoqilg‘i sifatida foydalaniladi. Vodorod yoqilg‘isidan ko‘proq foydalanish hamda undan benzin o‘rnida foydalanish to‘g‘risida doimiy ilmiytadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Shahar chiqindilari.

Shahar chiqindilaridan organik yoqilg‘i sifatida foydalanib, ana’naviy usulda issiqlik energiyasi yoki elektroenergiya ishlab chiqarish mumkin. Ammo shahar chiqindilarning hammasidan organik yoqilg‘i sifatida foydalanish maqsadga muvofiq emas. Uning yoqilg‘i sifatid yoqish mumkin bo‘lgan qismidangina organik yoqilg‘i sifatida foydalanish mumkin. Shuning uchun shahar chiqindilarining asosi bilan qisqacha tanishib o‘tamiz.

Ma‘lumki katta kichik shaharlarning barchasida maishiy chiqindilar mavjud. Har yili butun dunyoda $25 \cdot 10^9$ (25 000 000 000) tonna chiqindilar hosil bo‘ladi. Atrof-muhitni tozaligi, shahardagi insonlarning sog‘ligi chiqindilarni o‘z vaqtida yig‘ib utilizatsiya qilishga bog‘liqdir [19, 47].

Katta shaharlarda chiqindilarni qayta ishslash muhim ahamiyatga ega. Chiqindilarni qayta ishslash natijasida er yuzida kam qolgan juda ko‘p resurs va materiallar tejaladi. Masalan, Evropadagi firmalardan biri, chiqindilar tarkibidan oltin ajratib olishni yo‘lga qo‘ygan.

a)	b)	v)	g)
----	----	----	----



19.2-rasm. Chiqindilarni yig‘ish:

a-mashinalardr; b-idishlarda; v-qayta ishlash uchun chiqindilar maydoniga yig‘ilgan kompyuterlar; g-qayta ishlash uchun yig‘ilgan yangi yil archalari.

Chiqindilarni qayta ishlash uchun ularni yig‘ish zaraur. Yig‘ish ishlari ham har xil amalga oshiriladi. Ba’zi joylarda chiqindilar aralashgan holda yig‘iladi, ba’zi joylarda esa chiqindi turiga qarab alohida alohida qilib yig‘iladi. Chiqindilarni yig‘ish, chiqindi yig‘ish mashnalarida yoki doimiy qo‘yilgan idishlarga yig‘iladi [48] (19.2 va 19.4-rasmlar).

Chiqindi turlarini quyidagilarga bo‘lish mumkin (19.3-rasm).

- 1. Qog‘oz chiqindilari:** qog‘oz; karton; gazetelar; gazlama.
- 2. Shisha chiqindilari:** shisha idishlari; shisha siniqlari.
- 3. Metall chiqindilari:** qora; rangli; qimmatbaho.
- 4. Ximikatlar:** kislotalar; ishqorlar; organik moddalar.
- 5. Neft mahsulotlari:** yog‘; bitum; asfalt.
- 6. Elektronika:** har xil buyumlar; platolar; akkumulyatorlar; simobli lampalar; simlar.
- 7. Plastmassalar: PET (PETF)**—Polietilentereftalat;
- PVX—Polivinilxlorid; PP—Polipropilen; PEND—past bosimli polietilen;
- PEVD—yuqori bosimli polietilen; PV—Polietilen mumi; PA—Poliamid;
- AVS—Akrilonitrilbutadienstirol; PS—Poliistirol; PK—Polikarbonat; PBT—Polibutilentereftalat.
- 8. Rezina:** g‘ildirak shinalari; rezinalar.
- 9. Biologik chiqindilar:** oziq-ovqat chiqindilari; yog‘lar; najaslar.
- 10. Yog‘ochlar:** shox-shabbalar; qirindi; barglar.
- 11. Qurilish chiqindilari:** g‘isht; beton; boshqalar.
- 12. Oqava suvlari.**



Chiqindilarni boshqarish tizimi-bu chiqindilarni yig‘ish, tashish, qayta ishlash, ikkalamchi foydalanish yoki utilizatsiya qilish va barcha jarayon-ni nazorat qilishdan iboratdir. Chiqindilar inson faoliyatining mahsulidir.

Tabiatiga nisbatan organik chiqindilar(o'simlik va oziq-ovqat hamda qog'oz chiqindilari)ni biologik tarzda kompost qilish va chiritish mumkin. Biologik qayta tayyorlash natijasida olingan organik moddalar, qishloq xo'jaligi va bog'dorchilikda organik o'g'it sifatida ishlatilishi mumkin. Bundan tashqari chirish jarayonida hosil bo'lgan gaz(mas., biogaz-metan)dan isitishda va elektroenergiya ishlab chiqarishda foydalanish mumkin. Qayta ishlanma chiqindilardan dvigatellarga yoqilg'i sifatida foydalanish mumkin yoki ularni boshqa energiya turiga aylantirish mumkin.

Chiqindilarga yuqori temperaturada ishlov berish natijasida ulardan yoqig'i manbasi sifatida foydalanib, undan ovqat pishirish, binolarni isitish, bug' qozonlarini ishlatib bug' va elektroenergiya olish mumkin.

Chiqindilarni boshqarishning asosiy usullaridan biri-chiqindilarni to'planib qolishning olidni olishdir. Buning uchun birinchi galda, ikkinchi marta foydalanish usulini qo'llash lozim. Masalan, ishdan chiqqan jihoz va asboblarni yana foydalanish uchun ta'mirlash, ko'p marta foydalaniladigan buyumlar (oziq-ovqat mahsulotlarini olib yurish va saqlash uchun polietilen paketlar emas balki latta paketlar) tayyorlash, ko'p marta foydalaniladigan buyumlar (bir marta foydalaniladigan oshxona jihozlariqoshiq, sanchiq, stakan va boshqalar)ni ishlatishni targ'ib qilish, banka va paketlarni oziq-ovqat qoldiqlaridan tozalash va boshqalar.



19.4-rasm. Chiqindilarni to'plash.

19.2. Energiyaning boshqa turlari: fotosintez; fotoelektrik o'zgartiruvchilar.

Biz ko'rib chiqqan tabiatdagi qaytalanuvchi energiya manbalaridan tashqa-ri energiyaning boshqa turlari ham mavjud. Quyida hozirgi kunda insoniyat tomonidan foydalanish yo'lga qo'yilayotgan fotosintez orqali va fotoelektrik o'zgartiruvchilardan energiya olishni qarab chiqamiz.

Fotosintez.

«Fotosintez» so'zi grekcha bo'lib «fotos» -yorug'lik, «sintez» - birikma so'zlaridan tashkil topib, karbonot angidrid - SO₂ dan organik moddalarni hosil bo'lish jarayonidir.

O'simliklarda yuz beradigan fotosintez jarayoni Er yuzidagi barcha hayotning asosi hisoblanadi. Fotosintez jaryoni tufayli: o'simliklar quyosh energiyasidan foydalanib, noorganik birikmalardan boshqa barcha tirik orga-nizmlarga ozuqa bo'lib xizmat qiladigan organik birikmalarni ishlab chiqqa-radi; er planetasini o'rab turgan, biz nafas oladigan havoning o'zi ham, xuddi shuningdek dunyo energetikasi tomonidan ishlab chiqarilayotgan barcha energiya-bu qazilma yoqilg'ilarning energiyasi, ya'ni qachonlardir er yuzasida yashagan o'simliklarning fotosintez jarayoni mahsuloti tufayli hosil bo'lgandir.

Dunyo o'rmonlarining fotosintez natijasida beradigan umumiy issiq-lik energiyasi $40 \cdot 50 \times 10^{12}$ Vt ekvivalent energiyani tashkil qiladi. Bu energiya hozirgi vaqtida qazib olinayotgan neft va gaz energiyasidan 10 barobar ortiqdir [19, 49].

Fotosintez-quyosh yorug'ligi energiyasidan foydalanib, noorganik birikmalardan organik birikmalarini hosil bo'lish jarayonidir. Uning biologik ahamiyati shundaki, er yuzidagi tirik organizmlarni organik moddalar bilan ta'minlash va er atmosferasini kislorod bilan boyitishdan iboratdir. Fotosintez –murakkab ko'p bosqichli jarayondir. Fotosintez turlariga quyidagilar kiradi.

1. Xlorofillsiz fotosintez

2. Xlorofilli fotosintez:

- anoksigenli;
- oksigenli.

Fotosintez bosqichlari:

- fotofizik;
- fotoximik;
- ximik.

Birinchi bosqichda yorug'lik kvantlarini pigmentlar bilan yutish jarayoni sodir bo'ladi. Natijada ular qo'zg'oluvchi holatga o'tib, energiyasini fototizimning boshqa molekulalariga uzatadi.

Ikkinci bosqichda raksiya markazida elektronlarning bo'linishi yuz beradi. Elektronlar, elektronlarni harakatga keltiruvchi zanjir bo'ylab harakatlanadi. Ikkala bosqichdagi jarayonni, fotosintezning yorug'likka bog'liq bo'lgan davri deyiladi.

Uchinchi bosqich, yorug'lik qatnashmagan holda yuz beradi hamda yorug'likka bog'liq bo'lgan vaqtida yig'gan energiyasidan foydalangan holda, organik moddalarining bioximik sintezi reaksiyasini qamrab oladi.

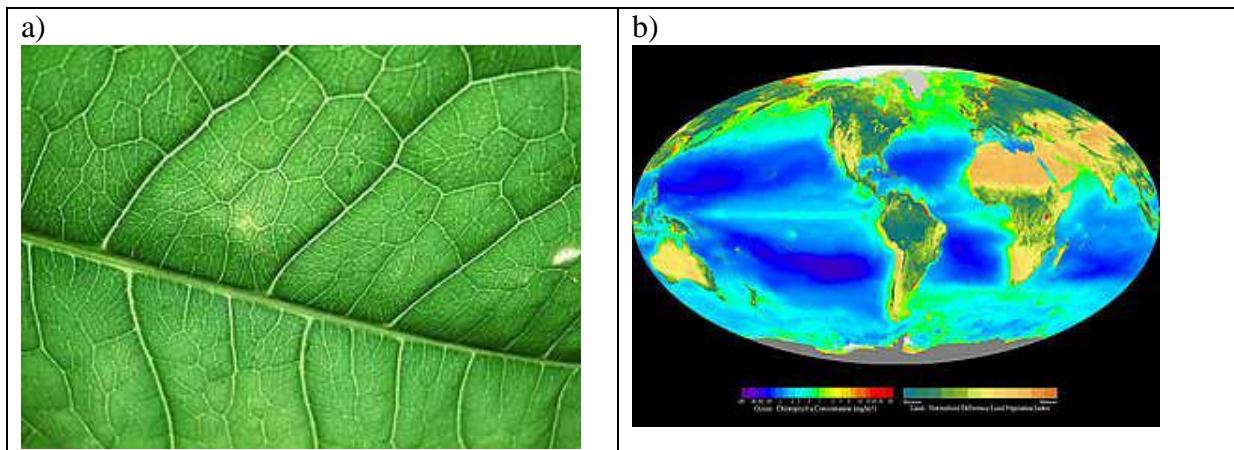
Insoniyat va hayvonot dunyosi kislorod iste'mol qilib (20.6-rasm) o'zidan karbonat angidrid ajratib chiqarsa, atmosferaga ajralib chiqqan karbonot angidrid -o'simliklarning asosiy uglerod manbai hisoblanadi. Ammo o'simliklar karbonot angidridni faqatgina yorug'likda yutadi, yorug'liksiz ular ham o'zidan karbonot angidrid ajratadi. Masalan, xonada o'sayotgan juda ko'p uy gullari va o'simliklari kechasi-qorong'ulikda kislorod iste'mol qilishi sababli, shu xonada uxlagan kishining kislorod etishmasligi sababli boshi og'riydi. O'simliklarda fotosintez jarayoni xloroplastlarda amalga oshadi.



19.5-rasm. Barg hujayralaridagi xloroguruuhlar

Xloroguruuhlar o'simliklarning poya va meva-lari hujayralarida bo'lishi mumkin, ammo fotosintezning asosiy organi, ushbu jarayon-ga anatomik moslashgan o'simliklarni bargla-ridir (19.5-rasm).

Chunki hajmiga nisbatan yuzasi katta bo'lgan barglar, fotosintez uchun yorug'likning katta qismini qabul qiladi [50]



19.6-rasm.O'simlik bargi (a) hamda er kurrasи bo'ylab(suv osti va er yuzidagi o'simliklarning) murakkab rangli fotosintezi taqsimlanishi (b)

Xlorofill ikki xil vazifani bajaradi: quyosh nurlarini yutib energiya-ga aylantirish va uni uzatish. Xloroguruuhlardagi 90 % xlorofillar, yorug'lik yig'uvchilar kompleksi guruhiga kiradi. Ular antenna vazifasini bajarib, yig'ilgan energiyani fototizimning reaksiya jarayoni o'tuvchi markazga uzatadi.

Hozirgi kunda **biomassa** muhim energetik manba hisoblanadi, chunki dunyoda foydalanayotgan energiyaning 10 % **biomassadan** olinadi. Bundan keyin xam bu mamlakatlarda biomassa asosiy energiya manbasi bo'lib qoladi. Rivojlanayotgan mamlakatlarda o'rmonlarni kesib yoqib undan energiya olishni ko'paytirish tufayli juda ko'p mamlakatlarda o'rmonlarni kamayib ketishi yoki butunlay yo'qolib ketish xavfi tug'ilmoqda.

Fotoelektrik o'zgartiruvchilar.

Fotoelektrik o'zgartiruvchilar, quyoshning yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi yarim o'tkazgich asbobdir. Fotoelektrik o'zgartiruvchilarning ishlash prinsipi-elektromognit nurlanishni (yorug'lik energiyasini) elektr energiyasiga aylantirib beruvchi fotoeffekt hodisasiga asoslangan [19, 51].

Fotoeffektning quyidagi 3 asosiy turi mavjud.

1. Tashqi fotoeffekt – nurlanish ta'siri ostida, katod metalli yuzasidan uni o'rab turgan vakuumga elektronlar ajralib chiqadi.
2. Ichki fotoeffekt – yorug'lik ta'siri ostida, yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligini o'zgarishi.
3. Har xil turdag'i o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ikkita yarim o'tkazgichlarning bekitilgan qatlami fotoeffekti.

Elektromagnit nurlanishi energiyasini elektroenergiyaga aylantirishda, amaliy jihatdan asosan uchinchi fotoeffekt usulidan foydalaniladi va bu **r-p** ga o'tish fotoeffekti deb ataladi. **r-p**-o'tish fotoeffektida quyidagi jarayon yuz beradi. **P** yarim o'tkazgichdaortiqcha erkin elektronlar, yarim o'tkazgichda esa, musbat tirqishlar mavjud. Ularning o'zaro aloqasi natijasida elektronlarning diffuziyasi kuzatiladi. Diffuziyanish, aloqa qilish tekisligida (bekitilgan qatlam) nisbiy va musbat zaryadlar konsentratsiyasi, zaryadlar diffuziyasini tenglashtiruvchi potensiallar farqini hosil bo'lmaquncha davom etadi. Biroq o'zaro aloqada hosil bo'lgan potensiallar faridan foydalanib bo'lmaydi, chunki yopiq zanjirda u xuddi shunday teskari belgili potensiallar farqi bilan tenglashadi. Agar aloqa qilish tekisligiga yorug'lik berib turilsa, unda ikkala yarim o'tkazgichlarda qo'shimcha juft elektron-tirqishlar hosil bo'ladi. Ularning aloqa qilish farqi ta'sirida potensiallar farqi aralashib ketadi: elektronlar **p**yarim o'tkazgichga o'tib uni manfiy zaryadlaydi; tirqishlar esaryarim o'tkazgichga o'tib uni musbat zaryadlaydi. Aloqa qilish tekisligi doimiy ravishda yoritilib tursa, potensiallarning qo'shimcha farqi, tashqi zanjirda doimiy elektr tokini hosil qiladi.

Aloqa qilish yuzasini yoritib turish imkoniyatini hosil qilish uchun, *ryarim o'tkazgich*, juda yupqa, amaliy jihatdan shaffof *pyarim o'tkazgich* bilan qoplanadi. Quyosh batareyalarini hosil qiluvchi quyosh elementlari yig'indisi, xuddi shunday tayyorlanadi.

Hozirgi vaqtida butun dunyoda, yuqori samarali quyosh elementlarini (arzon va yuqori FIKli) yaratish maqsadida, har xil yarim o'tkazgichlarni izlash va tekshirib ko'rish ishlari olib borilmoqda. Bugungi kunda uch (va undan ortiq) komponentli yarim o'tkazgichli birikmalar asosidagi yupqa plyonkali fotoelementlarning namunalari bor. Xuddi shuningdek, qimmatroq ammo yupqa plyonkali elementlarga qaraganda yanada samaraliroq monokristall kremnieli elementlardan foydalanish borasida ham muvaffaqiyatlar bor (olmosga o'xshash strukturahи sintetik material). Kelajakda FIK 30 % dan ko'proq bo'lgan quyosh elementlarini yaratish imkoniyati tug'ilmoqda (zamonaviy kremneyli fotoelementlarning FIK i 15 % dan oshmaydi).

Hozirgi vaqtida, fotoo'zgartiruvchining narxini pasaytirish va uning umumiy samaradorligini oshirish maqsadida, quyosh nurlanishini yig'uvchi har xil sistemalardan foydalanilmoqda. Bu holatda, polimer linzasi kichik maydon yuzasidagi quyosh nurlanishini yig'uvchi, uncha qimmat bo'limgan qurilma sifatida xizmat qiladi. Bu esa o'z navbatida, fotoelementning o'lchamlarini kamaytrishga va shu hisobdan qimmatroq, yuqori samarali quyosh elementlaridan foydalanishga imkon beradi. Bu maqsadlarda nuqtali fokuslovchi Frenel linzasidan foydalanish, bir necha yuz marta tabiiy nurlanishdan ko'proq quyosh nurlanishini yig'ish, shu bilan bir qatorda fotoelementning asosiy chiqish ko'rsatgichlari samaradorligini mos holda oshirish imkonini beradi.

Biroq quyosh nurlanishini yig'ishdan foydalanish, yig'uvchilarsiz fotoelektrik sistemalarga xos bo'limgan bir qator xususiyatlarga ega. Shuningdek, yig'ilgan nurlanishni yutish davrida, quyosh elementlaridan samarali ravishda chetga olib chiqish zarur bo'lgan katta miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Bundan tashqari, fokuslashtirilgan nur dog'i element chegarasidan chiqib ketmasligi va elementni quyoshga nisbatan aniq joylashishini ta'minlashi lozim. Buni ta'minlash uchun quyoshning harakat holatini kuzatib turadigan maxsus tizim qo'llash zarur.

Nur yig'uvchilarni qo'llash, quyosh batareyasining chiqishdagi energetik xarakteristikalarini oshishiga olib keladi, jumladan kechki soatlarda quvvat va elektroenergiya ishlab chiqarilishi (shuning o'zi ham quyosh elektrostansiya-sining energosistemada ishlashida juda muhimdir), xuddi shuningdek qurilmaning nergoqtisodiy ko'rsatgichlarini ko'taruvchi uning FIKidir.

Quyosh energiyasini fotoelektrik energiyaga aylantirish. Quyosh radiatsiyasining energiyasini doimiy elektronga aylantirish mumkin. Buning uchun yupqa kremniy plyonkalari va boshqa biror yarim o'tkazgich materialdan foydalaniladi. Fotoelektrik energiyaga aylantirshining potensial qulayliklari: harakat qiluvchi qisimlarning yo'qligi; ishslash muddati 100 yildan ortiqligi; ekspluatatsiya qilishning soddaligi, quyosh radiatsiyasidan samarali foydalanish mumkinligi. Ammo bu usulda energiya ishlab chiqarish an'anaviy energiya ishlab chiqarishdan 75 marta qimmat-roqdir. Shuning uchun hozirgi vaqtida arzonroq elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi qurilmalar ustida ish olib borilmoqda. Masalan, kremniy o'rniga arseniygeliy qo'llanilmoqda.

Fotoelektr generator, quyosh batareyasi – yorug'lik energiyasini elektr energiyaga aylantiruvchi qurilma. Fotoelementga yorug'lik nurlari tushganda fotoelektr generatororda elektr toki hosilbo'ladi. Eng samarali fotoelektr generatorining ishi, o'tkazgich bilan yorug'lik sezgir yarim o'tkazgich (masalan, kremniy) yoki turli jinsli o'tkazgichlar orasidagi chegarada uyg'otiladigan elektryurituvchi kuch(EYUK)ga asoslanadi. Fotoelektr generator qalinligi 0,2 – 0,3 mm dan kichikbo'lgan yarim o'tkazgichli aloxida fotoelementlardan tekis – panel ko'rinishida yig'iladi. 1 m² sirtli fotoelektr generatorordan olinadigan quvvat 200 – 300 vt bo'lib, FIK esa 10-20 % gachadir. Foto-elektrgeneratororda o'ta yuqori zichlikdagi nurlanish energiyasidan bir necha kVt/sm² gacha quvvat hosil qilish mumkin. Ixchamligi, uzoq muddat ishlashi, ishlatish qulayligi, o'zidan zararli gazlar chiqarmasligi fotoelektrgene-ratorning

afzalligi, qimmat turishi esa kamchiligidir. Fotoelektr generator kosmik uchish aparatlarida, avtomatik meteostansiyalar va boshqalarda ishlatiladi [52].

Fotoelement – yorug'lik nurlanishini EYUK yoki elektr ishlashi foto-elektr emissiya yokiichki fotoeffekt hodisasiga asoslangan. Fotoelektrik emissiya asosida ishlaydigan fotoelektrik, vakkum hosil qilingan yoki gaz to'ldirilgan shisha, yoxud kolba shishaga joylashgan 2 elektrod –katod va anodli elektrovakkum asbobidan iborat. Fotokatodga tushadigan yorug'lik oqimi uning sirtida fotoelektron emissiya hosilqiladi. Fotoelektron emissiya zanjiri tutashtirilganda unda yorug'lik oqimiga proporsional fototok oqimi vujudga keladi. Fotokatodli surma – seziyli va kislarod – seziyli fotoelektron keng tarqalgan [53].

Fotoelektronlar odatda, nurlanish yoki yorug'lik qabul qiluvchilar bo'lib xizmat qiladi. Yarim o'tkazgichli fotoelektronlardan quyosh batareya-lari, fotoelektrik generatorlari quyosh energiyasidan to'g'ridan – to'g'ri elektrenergiyasiga aylantirishda foydalaniladi [54].

Nazorat savollari:

1. Energianing boshqa turlariga nimalar kiradi?
2. Vodorod yoqilg'isi qanday olinadi?
3. Shahar chiqindilariga nimalar kiradi?
4. Energianing boshqa turlarida qanday energiya olinadi?
5. Fotosintez qanday jarayon?
6. Fotoelektrik o'zgartiruvchilarga nimalar kiradi?

20-MA'RUZA: Muqobil energetika va atrof mupit.

Reja:

- 20.1. Quyosh energetikaning rivojlanishida ekologik kamchiliklar
- 20.2. Gidroenergetikaning ekologik ta'siri
- 20.3. Shamol energetikaning ekologik ta'siri
- 20.4. Bioenergetik qurilmalardan foydalanish ekologik tavsifi
- 20.5. Okean issiqlik energiyasidan foydalanish ekologik oqibatlar
- 20.6. Geotermal energetikaning mumkin bo'lgan ekologik ta'siri

Dunyoda mavjud bo'lgan ekologik muammolarning majmuasida energetika yetakchi o'rnlardan birini egalaydi. Noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalarni amaliy foydalanishga intensiv jalb qilish munosabati bilan ularning atrof muhitga ta'sir etish ekologik jihatlarga o'ziga xos muxim diqqat etiborga egadir.

Shunday fikr mavjudki, qayta tiklanadigan energiya manbalar hisobidan foydali energiyani ishlab chiqarish ekologik mutlaqo "toza" deb hisoblanmoqda. Bunday fikr muammoli tavsiflarga ega, chunki organik va mineral yonilg'ilar asosida an'anaviy energetik qurilamlarga qaraganda ushbu energiya manbalari atrof muhitga ta'sir etishi mutlaqo boshqa xususiyatlarga ega. Ikkinci tomondan, noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalarning atrof muhitga ayrim ekologik ta'sir etishiga qaraganda (ayniqsa uzoq muddat davomida), ulardan foydalanish texnikaviy masalalar yuqori darajada o'rganilmagan.

20.1. Quyosh energetikaning rivojlanishida ekologik kamchiliklar

Ko‘pchilik quyosh energetik tizimlarning asosiy kamchiligi quyosh kollektor, konsentrator, geliosstat, issiqlik akkumulyatsiyalovchi tizimlar uchun qo‘sishimcha maydonlar talab etiladi va ko‘p hollarda energiya iste’mol qiluvchi obektning maydonidan katta bo‘ladi.

Quyosh elektr stansiyalar (QES) eng katta energiya va material sig‘imli qurilmalar hisoblanadi. QESlar yetarli darajada o‘rganilmagan inshootlar bo‘lib, ular ekologik toza elektr stansiyalar deb hisoblash uchun hali to‘lik asoslاب berilmagan. Juda deganda, oxirgi bosqichni, ya’ni QESni ishlatish bosqichni nisbatan ekologik toza deb hisoblash mumkin, lekin bu ham nisbiydir.

QESlar yetarli darajada katta yer maydon sig‘imli hisoblanadi. Ularning solishtirma yer maydon sig‘imi 0,001-dan to 0,006 ga/kVt-gacha tashkil etadi. Bu esa gidroelektrostansiyalarga nisbatan kichik, lekin issiqlik va atom elektr stansiyalarga qaraganda katta bo‘ladi.

QESni yaratishda quyosh hovuzlardan foydalanganda solishtirma yer maydon sig‘imi ortadi, shu bilan birga, yer osti suvlarning shur suv bilan ifloslanish xavfi ko‘payadi.

Quyosh konsentrator, geliosstatlar katta yer maydonlarga soya tushiradi, bu esa tuproq sharoitini, o‘simliklar o‘zgarishiga va boshqalarga olib kelish mumkin.

Pastqaynaydigan va antifrizli (zaxarli moddalar) suyuqliklardan foydalanish va ularni uzoq muddat ishlatish vaqtida ularning tuqib ketish, oqib chiqish muqarrarligidan ichimlik suvlarni ifloslanishiga olib kelish mumkin.

Geliotexnika bilvosita ravishda atrof muhitga ta’sir etadi. Uning rivojlanadigan tumanlarida beton, shisha, po’lat va boshqalarni ishlab chiqariladigan yirik majmular qurilishi zarur.

Quyosh energetikaning atrof muhitga salbi ta’siri quyidagi shakllarda namoyon etadi:

- yer maydonlarning ajralishi, ularning degradatsiyasi (yemonlashish) bo‘lish mumkin;
- katta material sig‘mli;
- zaxarli aralashmalarga ega bo‘lgan ishchi suyuqliklarning tukilib-oqib ketish ehtimoli;
- tizimlarini o‘ta qizib ketish va yonib ketish xavfliligi, quyosh tizimlarni qishloq xo‘jalikda foydalanganda mahsulotlarning zaxarli moddalar bilan ifloslanishi;
- QES joylashgan tumanda issiqlik balans va namligining o‘zgarishi;
- konsentrator va geliosstatlarning katta maydonlarga soya tushirish, yerning buzilish ehtimoli.

20.2. Gidroenergetikaning ekologik ta’siri

Gidroenergetikaning eng muhim ta’siri katta serhosil yer maydonlarni suv ombar ostiga ajratilishidadir. Suv omborni tashkil etilishi bilan daryolarning o‘ziga xos ekotizimlardagi gidrologik rejimlarning keskin buzilishi bilan bog‘langan. Suv omborlarda suvning sifati pasaishi turli xil sabablardan sodir bo‘ladi. Suv ostiga chuqilgan ekotizimlar (yog‘och, o‘simlik qoldiqlari, tuproq gumus va b.), hamda suv almashuv sekinlashish oqibatda ularning ko‘paishi xisobidan organik moddalar miqdori keskin ko‘payadi. Suv omborlar o‘ziga xos suv yig‘uvchi maydonдан keladigan moddalarining tindirgich va akkumulyatorlar bo‘lib koladi.

Suv omborlarda suvning qizishi keskin kuchayyadi va issiqlikdan ifloslanish oqibatda kislород yo‘qolishi va boshqa jarayonlar intensivlashadi. Issiqlikdan ifloslanish bilan biogen moddalarining to‘planishi tufayli suv hovuzlarni o‘t bosib ketishi va suvda o‘sadigan o‘simlarning (shu jumladan, zaxarli ko‘k-yashil o‘simliklar) o‘sishi keskinlashadi. Ushbu

sabalardan, hamda suvning yangilanishi sekinlanish oqibatda uning o‘z-o‘zidan tozalanish qobiliyati pasayadi. Suvning sifati yomonlanishida ko‘pchilik jonliklarning yo‘qolishiga olib keladi. Baliqlar kasallanishi (ayniqsa gelmintlar bilan yuqtirishi) ko‘payadi. Baliqlarning migratsiya yo‘llari buziladi, yem-xashak va nerest joylarning yemirilishi sodir bo‘ladi. Daryo tizimlarni suv omborlar bilan bekilishi oqibatda ular tranzitli bo‘lmay, tranzitli-akkumulyativlarga aylanadi. Biogen moddalardan tashqari, bu yerda og‘ir metallar, radioaktiv elementlar va uzoq yashash muddatiga ega bo‘lgan turli xil zaxarli kimyoviy moddalar akkumulyatsiyalanadi. Suv omborlarni bartaraf etilgandan keyin egalangan yerlarni qaytadan foydalanish imkoniyati akkumulyatsiyalangan mahsulotlar sababli bu narsa muammoli masala bo‘lib qoladi. Gidroresurslar hisobidan olinadigan energiya nisbatan arzon bo‘lganligiga qaramastan, energetik balansda uning ulushi asta-sekin kamaib bormoqda. Bu narsa eng arzon resurslarning tugatilishi, hamda yalang joylardagi suv omborlarning katta yer maydonlarni egallashi bilan bog‘langan. Kelgusida GEslarda dunyoda energiyani ishlab chiqarishi umumiyligi energiyadan 5%-dan oshmaydi.

Suv omborlar sezilarli darajada atmosferadagi jarayonlarga ham ta’sir etadi. Masalan, qurg‘oqchilik (arid) mintaqalarda suv omborlar sirtidan bug‘lanish teng yuzadagi quruqlikdagi bug‘lanishdan o‘nlab marta ko‘p bo‘ladi. Bug‘lanish ortib borish bilan havo temperaturasi pasayadi, tumanli hodisalar ko‘payadi. Suv ombor va yonidagi quruqliklardagi issiqlik balanslarning farqi brizlar turidagi mahaliy shamollarni shakillantiradi. Ushbu va boshqa hodisalar ekotizimlarning o‘zgarishiga (har doim ijobiy emas) iqlim o‘zgarishiga sabab bo‘ladi. Qator hollarda mintaqalarda qishloq xo‘jalik yo‘nalishini o‘zgartirishga to‘g‘ri keladi.

Tog‘li mintaqalarda gidroqurilishlarning atrof muhitga ta’siri ancha kam bo‘ladi, chunki u yerda suv omborlar maydoni katta bo‘lmaydi. Lekin zinzilaxavfli tog‘li mintaqalarda suv omborlar zinzilalarni vujudga keltirish mumkin. Plotinalar yemirilishi oqibatda upirilish hodisalar va halokatlar ehtimoli ko‘payadi.

20.3. Shamol energetikaning ekologik ta’siri

O‘rtacha yillik shamol tezligi 5 m/s-dan katta bo‘lgan mintaqalarda shamol energetik stansiyalar (SHES) an‘anaviy elektr ta’minot manbalarga nisbatan muvaffaqiyatlari raqobatbardosh bo‘lib hisoblanadi. Shunday fikr mavjudki, SHES hisobidan elektr energiyani ishlab chiqarish mutlaqo ekologik toza usuli deb hisoblanadi.

Quvvatli sanoat SHESlar uchun shamollar guliga va mintaqadagi mahaliy relefga bog‘liq bo‘lgan holda 5-dan to 15 MVt/km²-gacha yer maydon zarur. Quvvati 1000 MVt bo‘lgan SHESlar uchun 70-dan to 200 km²-gacha yer maydon kerak. Sanoat mintaqalarda bunday maydonlarni ajratib olish katta qiyinchiliklar bilan tavsiflanadi, lekin qisman bu yerdan xo‘jalik ehtiyojlar uchun foydalanish mumkin.

SHESlarni akvatoriyalarda (suvali hududlarda) joylashtirish bilan yer maydonlardan foydalanish muammo soddalashadi. Katta quvvatli SHESlarni dengiz ko‘rfaz va ko‘llarning sayoz akvatoriyalarda yaratilishi bilan katta hududlarni xo‘jalik ehtiyojlardan ajratish zaruriyat yo‘qoladi.

Shamol qurilmalar joylashgan hududlardan boshqa xo‘jalik maqsadlar uchun foydalanish shovqin effektiga va shamol energetik qurilmaning (SHEQ) buzilish xavf-xatar darajasiga bog‘liq. Katta SHEQlarda parrik uzilganda u 400...800 m-gacha otilib ketishi mumkin. SHEQlarning atrof muhitga ta’sir etish eng muhim omillardan – bu akustik ta’siri. Shovqin

effekti har xil tabiatga ega bo'lib, mexanik (reduktor, podshipnik va generatorlardan) va aerodinamik ta'sirlarga bo'linadi. Aerodinamik ta'sirlar past chastotali (16...20 Gs-dan past) va yuqori chastotali (20 Gs-dan to bir necha kGs-gacha) bo'lish mumkin. Ular ishchi g'ildirakning aylanish hisobidan vujudga keladi va quyidagi xodisalar bilan aniqlanadi: rotor yoki shamol g'ildirak orqasida havo siyraklanib, turbulent oqimlarning yig'ish nuqtaga havoning intilishi, parrakning shakli bo'yicha ko'taruvchi kuchning tebranishi, turbulent chegara qatlamning parakdagi orqa qirra bilan o'zaro ta'siri. Aholi yashaydigan va dam oladigan joylardan SHESlarni uzoqlashtirish bilan odamlar uchun shovqin effekti muammo hal qilinadi. Lekin shovqin faunaga, shu jumladan, SHESlar joylashgan akvatoriyadagi dengiz faunaga ham ta'sir etish mumkin. Chet el ma'lumotlarga asosan, agarda qushlarning migratsiya (ko'chish) yo'llari SHEQlar joylashgan mintaqalardan o'tadigan bo'lsa, shamol turbina bilan qushlarning shiqastlanishi 10% bilan baholanadi. SHEQlarni akvatoriya mintaqalarda joylashtirishi qushlar va baliqlarning migratsiya yo'llarga ta'sir etadi.

20.1-Jadval

SHEQlarning atrof muhitga salbiy ta'sirini bartaraf etish usullari

Ta'sir etuvchi omillar	Bartaraf etish usullar
I. Yer resurslarni ajratib olish, tuproq qatlam xossalarning o'zgarishi	SHEQlarni foydalanmaydigan yerlarda joylashtirish. Joylashtirishni maqbullashtirish – yer sarfini mini mallashtirish. Tuproq qatlam xossalarning o'zgarishini mo'ljal maqsadli nazorat qilish. Yerdan foydalanuvchilar bilan qoplash-to'ldirish hisob
II. Akustik ta'siri (shovqin effekti)	Shamol g'ildirakning (SHG') aylanish sonini o'zgartirish. SHG' parrakning shaklini o'zgartirish. Sotsial infratizimli obektlardan SHEQlar uzoqlashtirish.
III. Landshafga (yer sathiiga) va uning ko'rinishiga	SHEQlarni joylashtirishda landshaft xususiyatlarni hisobga olish. SHEQlardan rekreatsionli (yerga dam oldiritirish) foydalanish. Tayanch konstrusiyasi, bo'yash va boshqa turli xil shakllarni izlash.
IV. Elektromagnit nurlanish, tile- va radio aloqa	Retranslyatorlarni o'rnatish. SHG' parraklarning materialni o'zgartirish. SHEQ konstruksiyaga mahsus apparatlarni kiritish. Kommunikatsiyalardan uzoqlashtirish.
V. Qushlar uchib ketadigan trassalarda ornitofaunaga va akvatoriyalardagi SHEQlarning dengiz faunaga ta'siri.	Uchib ketadigan trassalarda qushlarning va migratsiya yo'llarda baliqlarning zararlanishi. Qush va baliqlarning zararlanishini hisobga olish,
VI. Avariiali holati. Buzilish va SHG'dan singan qismlarning otilib ketish xavfi	SHG'ning sinib ketish ehtimolini, otilib ketish trayektoriyani va uzoqligini hisoblash. SHEQlarning avariyasiz ishslash ishonchligini baholash. SHEQ atrofida ishlab chiqarishni xududlarga mintaqalash.
VII. Eklogik vaziyatini yaxshilaydigan omillari	Shamol kuchini pasaytirish. Tuproqning shamol eroziyani kamaytirish. Dengiz va suv omborlar akvatoriyalarda shamollarni kamaytirish.

Shamol turbina parraklardan elektromagnit to‘lqinlar qaytishi bilan SHES joylashgan bir necha kilometr masofada hosil bo‘lgan xalaqtalar tele- va radio uzatishlar sifatiga, turli xil navigasiya tizimlarga ta’sir etish mumkin. Xalaqtarni kamaytirish uchun eng samarali usuli kommunikasiyalardan zarur bo‘lgan masofaga SHEqlarni uzoqlashtirishdir. Ko‘p hollarda retranslyatorlarni o‘rnatish bilan xalaqtarni bartaraf qilish mumkin. Bu masala qiyin yechiladigan toyfaga kirmaydi va har qanday hollarda muayyan yechimni topish mumkin.

20.4. Bioenergetik qurilmalardan foydalanish ekologik tavsifi

A’naviy elektr stansiyalar va boshqa noan’naviy qayta tiklanadigan energiya manbalarga taqqoslanganda bioenergetik stansiyalar eng xavfsiz ekologik toza deb hisoblanadi. Ular atrof muhitni mumkin bo‘lgan turli xil chiqindilar bilan ifloslanishdan ozod qilishga yordam beradi. Masalan, anaerobli fermentlash faqatgina chorvachilik chiqindilarni samarali o‘zlashtirish usuli emas, balki ekologik tozaligini ham ta’minkaydi, chunki qattiq organik moddalar hidini yo‘qotadi va kemiruvchilar va hasharotlar uchun yoqmas bo‘ib qoladi, chirish jarayonida kasallik tug‘diruvchi mikroorganizmlar yemiriladi. Bundan tarshqari, mol uchun qushimcha yem-xashak (protein) va o‘g‘itlar hosil bo‘ladi.

Shahardan suv va qattiq chiqindilar, o‘rmon chopish va yog‘ochga ishlov berish sanoatdan chiqindilar, o‘zi kuchli ifloslanish manbalar bo‘lishi mumkin, lekin shu bilan birga, energiya, o‘g‘it, qimmatli kimyoviy moddalarni olish uchun xom ashyo bo‘lib hisoblanadi. Shuning uchun, bioenergetikaning keng rivojlanishi ekologik nuqtai nazaridan samaralidir.

Lekin biomassani energetik xom ashyo sifatida foydalanishda atrof muhitdag‘i tabiat obektlarga salbiy, noqulay ta’sirlar paydo bo‘ladi. Yog‘ochni to‘g‘ridan-to‘g‘ri yondirishda katta miqdorda qattiq zarrachalar, organik komponentalar, karbonachil va boshqalar gazlar hosil bo‘ladi. Ayrim ifoslantiruvchilar konsentrasiyasi bo‘yicha ular neft va uning hosilalar yonish mahsulotlardan ko‘p bo‘ladi. Yog‘ochni yondirishda boshqa ekologik oqibati - bu ancha katta issiqlik yo‘qotishlardir.

Yog‘ochga nisbatan biogaz – ancha toza yoqilg‘i, zararli gaz va zarrachalarni chiqarmaydi. Shu bilan birga, biogazni ishlab chiqarishda va iste’mol qilishda ehtiyyotlik choralar zarur, chunki metan portlash xavfiga ega. Shuning uchun, uni saqlash, transportlash va ishlatishda gaz sizib chiqishni aniqlash va yo‘qotish uchun muntazam ravishda nazorat olib borish zarur.

Biomassani etanolga qayta ishlash bo‘yicha fermentlash jarayonida katta miqdorda qo‘sishma mahsulotlar hosil bo‘ladi (yuvish suvlari va qayta ishlash qoldiqlar), ular muhitni jiddiy ifoslantiruvchi manbalar bo‘lib, og‘irligi bo‘yicha etanol spirto og‘irligiga nisbatan bir necha marta (10 martagacha) katta bo‘ladi.

O‘rmonchilik biomassani o‘zlashtirish hajmni kengaytirishda o‘rmon tuproqlarda oziqlantiruvchi moddalarning yo‘qolishi muqarrar, shuning uchun energetik iste’mol uchun o‘rmondan olib chiqadigan biomassa miqdori tuproqda zarur bo‘lgan tarkibiy qismlarning mavjudligi bilan albatta bog‘langan bulish kerak.

Bioenergetikaning ekologiyaga salbiy ta’siri quyidagilarda iborat:

- qattiq zarrachalar, kanserogen va zaxarli moddalar, uglerod oksidlar, biogaz, biospirt chiqishi;
- issiqlik chiqishi, issiqlik balansning o‘zgarishi;
- tuproq organikaning kamaishi, tuproqning kuchsizlanish va eroziyasi;
- portlash xavfi;

- qo'shimcha mahsulotlar ko'rinishida katta miqdorda chiqindilar (yuvish suvlari va qayta ishslash qoldiqlar).

20.5. Okean issiqlik energiyasidan foydalanish ekologik oqibatlar

Har qanday okean energiyani o'zgartirishda muayyan mos bo'lgan ekotizimlardagi tabiiy holatlarning o'zgarishlar bo'lishi albatta muqarrardir. Ulardan ayrimlari yangi, o'zlashtiruvchilar uchun noma'lum, boshlangich davrida ko'zatilmagan va aniqlanmagan bo'ladi. Shunga qaramasdan, okean energiyani o'zlashtirishda va energetik foydalanish jarayonida kutilmagan holatlarga uchramasligi uchun, dastlabki davrida ushbu omillarni tahlil qilish va baholash zarur.

Dastlabki baholashda okeanning termal energiyadan foydalanish - *OTES* ekologik xavfsiz deb taqdim etiladi. Lekin, okeanning termal energiyasidan foydalanuvchi qurilmalarni ishlatish salbiy oqibati - bu ammiak, propan, yoki freon, hamda issiqlik almashtirgichlarni yuvish uchun moddalar (xlor va b.) okeanga oqib chiqish mumkin. Chuqurliklardan sovuq suvlarning yuzaga chiquvchi suvdan, uning temperatura ortishi va SO_2 -ning parsial bosimi pasaishi hisobidan, ancha ko'p miqdorda karbonat angidrid gazi chiqish mumkin. Organik yoqilg'idan foydalanuvchi oddiy TES ishi bilan taqoslanganda, teng quvvatli *OTES*larni ishlatishdan SO_2 -ning chiqishi 30%-ga ko'p bo'ladi.

Atrof muhitni ancha darajada ifloslantiruvchi IESlardan farqi, okeanning issiqlik energiyasi ancha yuqori toza manba bo'lib hisoblanadi. Bir tomondan, dengiz organizmlar suvso'rgichlardan ekranlar bilan himoyalanadi, ikkinchi tomondan esa - chuqurliklardan (u yerda biologik hayot cheklangan) chiqadigan suvlar oziqlantiruvchi moddalar bilan boy bo'lib, dengiz organizmlar rivojlanishga ijobjiy ta'sir etadi. *OTES* stansiyalarni yaratish uchun yangi sun'iy materiallar, defitsit va qimmatbaho metallar (magniy, titan va b.) talab qilinadi. Bundan tashqari, texnikaviy xavfsizligini, avariyalri xizmatlarni, ekologik tozaligini nazorat qilishni tashkil qilish ham murakkab masalalardir.

OTES o'rnatilgan mintaqalarda gidrodinamik va issiqlik g'alayonlar mashtab bo'yicha ancha katta bo'ladi, shu sababdan atrof muhitga sezilarli darajada ta'sir etadi. Bu narsa suvning sirkulyatsiyasi o'zgarishida, biologik balans buzlishida, mintaqaviy anomaliyalarda, iqlim o'zgarishlarda namoyon bo'ladi. Okean suvningsovushi oqibatda yuqori qatlamlarda oziqlanish moddalarning miqdori ko'payadi va fitoplankton o'sishi kuchayadi. Chuqurlikdagagi mikroorganizmlar yuzalarga ko'tarilganda okeanni ifloslantirish holati bo'lish mumkin va uni tozalash uchun maxsus chorallardan foydalanish zarur bo'ladi.

Okean termal energiya asosida energetik stansiyalarni ishlatish natijasida quyidagi ekologik oqibatlar bo'lish mumkin:

- suvni so'rib olishda yoki membranalarda tirik organizmlarning shikastlanishi yoki yo'q qilinishi;
- stansiya orqali o'tayotgan katta oqimlar va ular oziqlanish moddalarga, kislorod va tuz konsentrasiyaga, faunaning dinamikasiga (ayniksa tubida yashaydigan organizmlar uyushmalarga) ta'sir qilish oqibatda tabiiy sirkulyatsiya va suvning tezlik o'zgaradi;
- membranalarning ifloslanishni bartaraf etish uchun qo'llanilayotgan zaxarli biotsidlarning suvga tushishi;
- kirishdagi suvga qaraganda katta sho'rli suvni chiqarish tufayli uning zichligi ortishi oqibatda suzish holatda bo'lgan mikroorganizmlar uchun xavf-xatar tug'diriladi;
- dastlabki suvga qaraganda past sho'rli suvni chiqarilganda ayrim organizm turlariga (masalan, chuchuk suvli uchun) salbiy ta'sir etish mumkin.

Suvning qalqib ko‘tarish elektr stansiyalarini qurish qirg‘oq bo‘ydagi yerlar, qirg‘oq o‘ziga va qirg‘oq bo‘ydagi akvatoriyalarning holatiga salbiy ta’sir kursatadi: qirg‘oqlar suvgan botish, sho‘rlanish, yuvib ketish, plyajlar (cho‘milish joylar) shakillanish sharoitlar o‘zgaradi. Yerdagи suvlar harakatining o‘zgarishi qirg‘oq bo‘ydagi yerlarning shurlanish dinamikasiga ta’sir etadi.

Ochiq okeanda chuqur joylarda **to‘lqinlar energiyasidan** foydalanishda okean akvatoriyadagi jarayonlarga ta’sir etadi. Energiya o‘zgartirgichlar qirg‘oqdan uzoq masofada joylashtiriladi va qirg‘oqlarning turg‘unligiga salbiy ta’sir etmaydi. O‘zgartirgichlarni qirg‘oqka yaqin o‘rnatilganda estetik tavsifli muammolar tug‘iladi, chunki ular qirg‘oqdan ko‘rinadi. Sho‘ng‘ib turuvchi Solter o‘rdak qurilmalardan tuzilgan bir necha kilometrli zanjir estetik nisbatan (yaqqha holda maqbul joylashgan guruh o‘zgartiruvchilarga qaraganda) ancha yoqimsiz ko‘rinadi. Budan tashqari, o‘zgartiruvchilarning uzluksiz uzun zanjir, yakka joylashgan o‘zgartiruvchilarga qaraganda, navigasiya uchun to‘siz bo‘lib, katta shtorm davrlarda kemalar uchun xavfli bo‘lish mumkin.

Qirg‘oqdagi mintaqalarda to‘lqin energiyani o‘zlashtirishda atrof muhitga ta’sirining muhim masalalardan biri – ushbu mintaqaning chegaradagi jarayonlarga ta’siri. To‘lqinlar bilan ko‘chiriladigan moddalarga qirg‘oqdagi o‘tirindilar deb ataladi. Ularning harakati qirgoq bo‘ydagi mintaqalarni stabillashtirish, ya’ni eroziya va cho‘kindilar orasidagi balansi uchun zarur. Shu sababdan, to‘lqinqaytargichlarni o‘rnatishga muljallangan joylarga o‘zgartiruvchilarning uzun zanjirni joylashtirilishi samarali bo‘ladi, chunki ular ikki funksiyani bajaradi: to‘lqin energiyasidan foydalanish va qirg‘oqni himoya qilish.

Gidrotermal energetikaning salbiy ekologik oqibatlar quyidagilardan bo‘lish mumkin:

- ammiak, freon, xlor va b. okeanga oqib chiqib ketishlari;
- suvdan SO_2 ajralib chiqishi;
- suv sirkulyatsiyasining o‘zgarishi, gidrodinamik va issiqlik g‘alayonlanish ta’siridan mintaqaviy va biologik anomaliyalar paydo bo‘lishi;
- iqlim o‘zgarishi.

Suvning qalqib ko‘tarish energetikaning salbiy ekologik oqibatlar:

- qirg‘oq bo‘ydagi hududlarni davriy ravishda suv bosib ketishi, stansiya joylashgan hududida yerdan foydalanish turining o‘zgarishi, hamda akvatoriyadagi flora va fauna o‘zgarishi;
 - qurilishdan suvning loyqalanishi, ifloslangan suvlarni yuzaga tushurish.
- To‘lqinlar energiyasidan salbiy ekologik oqibatlar:
- qirg‘oqlarning eroziyasi, qirg‘oq bo‘ydagi qumlar harakatining almashuvi;
 - ancha katta material sig‘imli;
 - qirg‘oqlar bo‘yidagi mavjud bo‘lgan kemalar yuradigan yo‘llarning o‘zgarishi;
 - qurilish jarayonida suvning ifloslanishi, yuza suvlarni tushurish.

20.6. Geotermal energetikaning mumkin bo‘lgan ekologik ta’siri

Geotermal elektr stansiyalarning (GeoTES) atrof muhitga asosiy ta’siri konni ishlab chiqishda, bug‘ o‘tkazgichlarni va stansiya binolarni qurilish davrda sodir bo‘ladi, lekin bu narsa odatda konining xududi bilan cheklangan.

300-dan to 2770 m-gacha chuqurligidagi quduqlarni burg‘ilash bilan tabiiy bug‘ yoki gaz olinadi. O‘zining bosimi ta’siridan bug‘ yuzaga ko‘tariladi, issiqlik izolyatsiyalangan quvur o‘tkazgichlarda yig‘iladi va turbinaga yo‘naltiriladi. Masalan, AQShda geyzerlar vodiysi har bir quduqning unumдорлиги о‘rtacha 7 MVt foydali quvvatlarni ta’minlaydi. 1000 MVt-li

stansiya ishslash uchun 150 quduqlar talab qilinadi, ular esa 19 km^2 -dan ko'prok hududini egallaydi.

Geotermal konlarni ishlab chiqishlarning potensiali oqibatlar tuproqning cho'kishi va seysmik effektlar bo'ladi. Qayerda tuproqning pastda turgan qatlamlar yuqori qatlamlarni ushlab turmaydigan bo'lib qolsa, u yerda barcha joylarda yer cho'kishi sodir bo'lish mumkin, hamda termal manbalar va geyzerlarning debitlar (miqdori) pasayishi va hattoki ular to'liq yo'qolishi bilan ifodalanadi. Masalan, Vayrokey (AQSH) konni 1954-dan to 1974 yilgacha ishlatishda yuza tuproq 4 m-ga cho'kib ketgan. Tuproq chuqib ketgan maydoni taxminan 70 m^2 tashkil etadi, har yili cho'kish davom etadi.

Yuqori seysmik faolligi geotermal konlarning yaqin ekanligi haqida alomatidir va ushbu alomat resurslarni qidiruvlarda foydalilanadi. Lekin termal hodisalar mintaqadagi vulkanlar foliyati bilan hosil bo'ladigan zilzilalarning intensivligi, yer qobig'ining uzilma bo'yicha katta siljishlar bilan hosil bo'ladigan zilzilalarning intensivligiga qaraganda ancha past bo'ladi. Shuning uchun, geotermal resurslarni ishlab chiqishlar seysmik faolligini oshiradi degan taxminiga asos yo'q.

GeoTESlarda yonilg'i yondirilmaydi, shuning uchun atmosferga chiqariladigan zaxarli gazlarning hajmi, issiqlik elektr stansiyalarga qaraganda, ancha kam bo'ladi va ular, organik yonilg'ida ishlaydigan stansiyalardagi gazsimon chiqindilarga nisbatan, boshqa kimyoviy tarkibiga ega. Geotermal quduqlardan olinadigan bug' asosan suvli bo'ladi. Gazli aralashmalar 80% ikki oksidli karbonatdan iborat va metan, vodorod, azot, ammiak va oltingugurt suvchillarning kichik ulushiga ega. Eng zararli oltingugurt suvchil bo'ladi (0,0225%). Geotermal suvlar tarkibida qorishma ko'rinishda quyidagi gazlar bo'ladi: SO_2 , N_2 , NH_3 , H_2S , CH_4 , H_2 .

GeoTESlarda sovutadigan suvga ehtiyoj ($1 \text{ kVt} \times \text{soat}$ elektrenergiyaga) FIK past bo'lganligi sbabdan IESlarga qaraganda 4...5 marta ko'p bo'ladi. Kondensatni sovutish uchun va ishlatilgan suvni suv havzalarga tashlash oqibatda uning issiqlik ifloslanishiga, hamda tuzlar konsentrasiyasining ortishiga olib kelish mumkin, shu jumladan natriy xlorid, ammiak, kremnezyom, va kichik miqdorda bor, margimush, simob, rubidiy, seziy, kaliy, ftor, natriy, brom, yod. Quduqlarning chuqurligi o'sishi bilan ushbu tushumlar ortishi mumkin.

GeoTESlarning salbiy alomatlardan biri – quduqlarni burg'ilash vaqtida yuqori konsentrasiyali eritmalar otilib chiqqanda tuproq yuzadagi va yerdagi suvlarning ifloslanishidir. Ishlatilgan termal suvlarni chiqarib tashlash oqibatda namli iqlim sharoitlarda ayrim xududlardagi tuproqlarning botqoqlanishiga, qurg'oqlik xududlarda esa – yerning sho'rlanishiga olib kelish mumkin. Quvur o'tkazgichlarnig yorilishi ham xavfli, chunki yerga katta miqdorda namakoblar tushish mumkin.

GeoTESlar IES va AESlarga qaraganda 2...3 marta kichik FIKlarga ega bo'lib, atmosferaga esa issiqliklarni 2...3 marta ko'p chiqaradi. Atrof muhitga ta'sir etishni kamaytirish uchun sodda yo'li sifatida GeoTESda issiqlik tashuvchining aylanma, ya'ni "quduq – issiqlik oluvchi agregatlar – quduq – qatlam" tizimdagи sirkulyatsiyasi tavsiya etiladi. Buning natijada tuproq yuziga, yer suvlarga va xavzalarga termal suvlarning tushishni bartaraf etishga imkoniyatini beradi, katlamdagi bosimning saqlashni ta'minlaydi, yer chuqishi va har qanday seysmik harakatlar yo'qoladi.

Geotermal energetikasining ekologiyaga salbiy ta'sirlar quyidagilardan iborat:

- yerlarning ajralishi;
- yer suvlar sathining o'zgarishi, suvlarning cho'kishi, botqoqlanish;
- yer qobig'ining ko'chishi, seysmik faolligining ortishi;

- gazlarning chiqishi (metan, vodorod, azot, ammiak, oltingugurt suvchil);
- atmosferaga yoki yuzadagi suvlarga issiqlikning otilib chiqishi;
- zaxarlangan suv va kondensatni, oz miqdorda ammiak, simob, kremnezyom bilan ifloslangan suvlarni tashlash;
- yer osti suvlarning va yerdagi nam saqlaydigan qatlamlarning ifloslanishi, tuproqlarning sho‘rlanishi;
- quvur o‘tkazgichlar yorilganda katta miqdorda namakoblar chiqishi.

Nazorat savollari:

1. Quyosh energetikaning rivojlanishida ekologik kamchiliklar nimada?
2. Gidroenergetikaning ekologik ta’siri nimada?
3. Shamol energetikaning ekologik ta’siri nimadan iborat?
4. Bioenergetik qurilmalardan foydalanish ekologik tavsifini tushuntiring?
5. Okean issiqlik energiyasidan foydalanish ekologik oqibatlari nimadan iborat?
6. Geotermal energetikaning mumkin bo‘lgan ekologik ta’sirini tushuntiring?

ADABIYOTLAR:

- 1.Аvezov Р.Р., Барский-Зорин М.А., Васильева И.М. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения. - М.: Стройиздат. 1990. -328 с.
- 2.Аvezов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. - Т.: Фан. 1988. -288 с.
- 3.Аллокулов П.Э., Хайдардинов Б.Э, Ким В.Д. Нетрадиционная теплоэнергетика. – Ташкент.: Фан. 2009. -187 с.
- 4.Альтернативные источники энергии: возможности использования в Узбекистане. Аналитический доклад 2011/03, Центр экономических исследований, Ташкент.: 2011. - 73 с.
- 5.Баадер В., Доне Е. Биогаз. Теория и практика. –М.: Колос. 1982. -148 с.
- 6.Байрамов Р.Б., Ушакова А.Д. Системы теплохладоснабжения в энергетическом балансе южных районов страны. -Ашхабад.: Ылым. 1987.
- 7.Байрамов Р.Б., Ушакова А.Д. Солнечные водонагревательные установки.-Ашхабад.: Ылым. 1987. -168 с.
- 8.Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. -М.: Мир.1987. -272 с.
- 9.Бекман У., Клейн С., Дж. Даффи. Расчет систем солнечного теплоснабжения. -М.: Энергоиздат. 1982 .-80 с.
- 10.Бойлс. Биоэнергия. Технология, термодинамика, издержки. –М.: Агропромиздат. 1987. -152 с.
- 11.Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. -Л.: Изд.ЛУ. 1991. -343 с.
- 12.Вардиашвили А.Б. Теплообмен и гидродинамика в комбинированных солнечных телицах с субстратом и аккумулированием тепла. –Ташкент.: Фан.1990. -196 с.
- 13.Виссарионов В.И., Дерюгина и др. Солнечная энергетика. –М.: МЭИ. 2008. -316 с.
- 14.Возобновляемая энергетика в мире. –Алматы.: Terra Жер-Ана, №10. 2004. -28 с.
- 15.Д. д Рензо. Ветроэнергетика. –М.: Энергоатомиздат. 1982. -272 с.

- 16.Дж. А. Даффи, Бекман У.А. Термальные процессы с использованием солнечной энергии. -М.: Мир. 1977. -420 с.
- 17.Дж. Твайделл, Уэйр А. Возобновляемые источники энергии Энергоатомиздат. -М.: 1990. -392 с.
- 18.Дэвис А., Шуберт Р. Альтернативные источники энергии в строительном проектировании. -М.: Стройиздат. 1983. -190 с.
- 19.Захидов Р.А. Энергетика стран мира и Узбекистана в XXI веке. //Узбекский журнал "Проблемы информатики и энергетики". -Т.: Фан 2001. №5-6. С. 27-42.
- 20.Захидов Р.А., Киселева Е.И, Орлова Н.И., Таджиев У.А. Комбинированное использование энергии солнца, ветра, водотоков - основа создания надежных систем энергоснабжения в Узбекистане. //Фундаментальные и прикладные вопросы физики. Труды конференции посвящённой 60-летию АНРУ и ФТИ. -Т.: 2003. С. 103.
- 21.Зоколей С. Солнечная энергия и строительство. -М.: Стройиздат. 1979 -208 с.
- 22.Использование солнечной энергии. -Ашхабад.: Ылым. 1986. -280 с.
- 23.Каргиев В.М., Мартиросов С.Н. и др. Ветроэнергетика. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности. -М.: ИнтерСоларЦентр. 2001. -62 с.
- 24.Ким В.Д., Хайриддинов Б.Э., Холлиев Б.Ч. Естественно-конвектиная сушка плодов в солнечных сушильных установках: практика и теория. -Т.: Фан. 1999. -378 с.
- 25.Ким В.Д., Хайриддинов Б.Э., Холлиев Б.Ч. Радиационные и метеорологические режимы Кашкадарьинской области. -Карши.: 2000. -73 с.
- 26.Ким В.Д., Хайриддинов Б.Э. Солнечная сушка овощей: процессы тепло- и влагопереноса, радиационные и темпераурно-влажностные режимы. -Ташкент.: Фан. 2006. -163 с.
- 27.Кондратьев К.Я. Радиационный режим наклонных поверхностей. -Л.: Гидрометиздат. 1978. -215 с.
- 28.Мак-Вейг Д. Применение солнечной энергии. -М.: Энергоиздат. 1981. -216 с.
- 29.Максимцев И.А., Багиев Г.Л. Энергетика 21 века: экономика, политика, экология. // Проблемы современной экономики, №4(28), -М.: 2008.
- 30.Маркус Т.А., Моррис Э.Н. Здания, климат и энергия. -Л.: Гидрометеоиздат. 1985. - 543 с.
- 31.Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. -Л.: Гидрометеоиздат. 1984. -738 с.
- 32.Панчхава Е.С. Техническая биоэнергетика. Техническая биоэнергетика. -М.: Зание. 1999. -64 с.
- 33.Панчхава Е.С., Пожарнов В.А. В перспективе Россия – крупнейший поставщик биотоплива на мировой рынок. //Энергия, 2005, №6. С.10-19.
- 34.Первое национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата . Фаза 2. -Ташкент.: 2001. -134 с.
- 35.Сабади П.Р. Солнечный дом. -М.: Стройиздат. 1981. -113 с.
- 36.Содиков Т., Хайриддинов Б. Куёш энергиясини аккумуляциялаш. -Ташкент.: Фан. 1986. -55 б.
- 37.Содиков Т., Хайриддинов Б., Нуридинов Б. Ўрта мактабда гелиотехника элементлари. -Ташкент.: Ўқитувчи. 1995. – 192 б.
- 38.Русин Н.П. Прикладная актинометрия. -Л.: Гидрометиздат. 1979. -232 с.

- 39.Степанова В.Э. Возобновляемые источники энергии на сельскохозяйственных предприятиях. -М.: Агропромиздат. 1988. -112 с.
- 40.Саттаров Б.Н., Холмирзаев Н.С. Комбинированный топливно-солнечный источник тепла при сушке хлопка-сырца в барабанных сушилках. –Ташкент.: Фан. 2013. -99 с.
- 41.Соуфер С., Заборски О. Биомасса как источник энергии. –М.: Мир. 1985. -368 с.
- 42.Традиционные и нетрадиционные источники энергии. RENEWABLE ENERGY. WORLD.COM. 2013.
- 43.Умаров Г.Г., Мирзияев Ш.М, Юсупбеков О.Н. Гелиосушка сельхозпродуктов. – Ташкент.: Фан. -152 с.
- 44.Умаров Г.Я. Использование низкопотенциальных солнечных установок. -Ташкент.: Фан. 1976. -100 с.
- 45.Хайдардинов Б.Э., Садыков Т.А. Комбинированные гелиотеплицы- сушилки. -Т.: - Фан. 1992. -184 с.
- 46.Холмирзаев Н.С., Саттаров Б.Н. Солнечно-рекуперативный воздухонагреватель в процессах сушки хлопка-сырца. –Ташкент.: Фан. 2013. -85 с.
- 47.Якубов Ю.Н. Аккумулирование энергии солнечного излучения. –Ташкент.: Фан. 1981. -105 с.
- 48.A. Zervos, Ch. Lius, O. Schrafer. Tomorrow's world, Renewable energy world. 2004, V.7, n4.