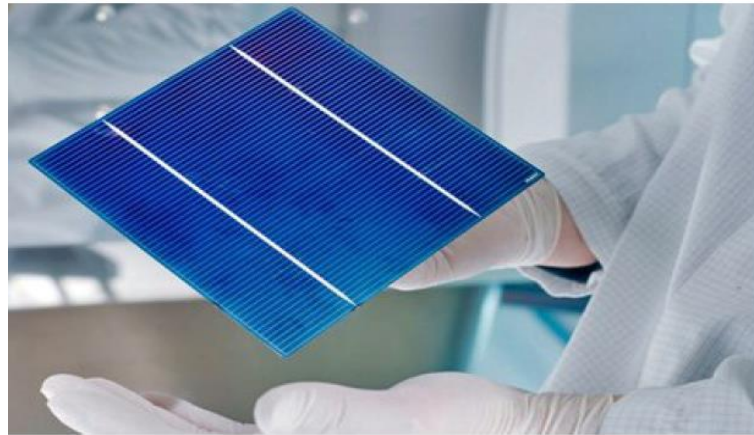


S.A.Sattarov, A.A.Mustafaqulov,

I.H.Siddikov, F.M.Yuldashev,

O.N.Olimov

**ALTERNATIV ENERGIYA
MANBALARI**



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

S.A.Sattarov, A.A.Mustafaqulov,

I.H.Siddikov, F.M.Yuldashev

O.N.Olimov

**ALTERNATIV ENERGIYA
MANBALARI**

5310800- Elektronika va asbobsozlik (elektronika sanoatida)
bakalavriat ta‘lim yo‘nalishi talabalari uchun

DARSLIK

Toshkent-2020

UO'K:620.9(075.8)

KBK 31.27

Alternativ energiya manbalari fanidan darslik.

Toshkent, Jizzax: Jizzax politexnika instituti, 2020 yil- 239 bet.

Ushbu darslikda energetika sohasining eng dolzarb va rivojlanayotgan bo'limi bo'lgan alternativ energiya manbalari haqidagi ma'lumotlar keltirilgan bo'lib, darslik Davlat ta'lim standarti asosida 5310800-Elektronika va asbobsozlik (elektronika sanoatida) bakalavriat ta'lim yo'nalishining malaka talablari asosida yaratilgan. Darslik 5310800- Elektronika va asbobsozlik (elektronika sanoatida) bakalavriat ta'lim yo'nalishi bo'yicha tayyorlanayotgan mutahassislar bilimiga tegishli na'munaviy dastur va o'quv rejalar asosida bakalavrlar uchun ishlab chiqilgan.

Darslikda energetikaning an'anaviy va noan'anaviy manbalari haqidagi ma'lumotlar atroflicha yoritib berilgan va bu ma'lumotlar energetika muammolari bilan qiziquvchi keng kitobxonlar ommasi uchun foydali manba bo'lib hisoblanadi.

В учебнике представлена информация об альтернативных источниках энергии, к которой являясь наиболее актуальной и развивающейся отраслью энергетики, учебник основан на Госstandarte 5310800-Elektronika i priborostroenie (v elektronnoy promyshlennosti) so stepenyu bakalavra. Uchebnik razrabotan dlya bakalavrov na osnove tipovykh programm i uchebnykh planov, sootvetstvuyushchix znaniyam spetsialistov, gotovyayushchix k polucheniyu stepeni bakalavra.

Uchebnik predostavlyayet podrobnuyu informatsiyu o traditsionnykh i netraditsionnykh istochnikakh energii, chto yavlyayetsya poleznym resursom dlya shirokogo kruga chitateley, interesuyushchixsya voprosami energetiki.

The textbook provides information about alternative energy sources, which is the most relevant and developing energy industry. the textbook is based on the state standard 5310800-electronics and instrument engineering (in the electronics industry) with a bachelor's degree. The textbook is designed for bachelors on the basis of standard programs and curricula that correspond to the knowledge of specialists preparing for a bachelor's degree.

The textbook provides detailed information about traditional and non-traditional energy sources, which is a useful resource for a wide range of readers interested in energy issues.

**Jizzax politexnika instituti ilmiy kengashining 2020 yil “_____”
“_____” dagi “_____” sonli majlis qarori bilan tasdiqlangan.**

Kotiba:

M.B.Matchonova

Taqrizchilar:

U.Yo`ldashev- fizika matematika fanlari doktori, professor

R.Bekmirzaev- fizika matematika fanlari doktori, professor

KIRISH

Yer yuzida aholi nufuzining ortishi, iqtisodiy tarmoqlardagi keskin taraqqiyot, insoniyatning yaxshi yashash yo‘lidagi orzu va intilishlari bugun energetika resurslariga bo‘lgan talabni yanada kuchaytiradi. Tabiiy zaxiralar esa yer sayyorasida bitmas-tuganmas emas.

Tabiiy resurslarning qisqarib borishi tufayli dunyo hamjamiyati energetika istiqbolini quyosh, shamol va boshqa muqobil energiya manbalaridan foydalanishda ko‘rmoqda.

Bu iqtisodiyotga katta foyda keltirishi barobarida tabiiy resurslar tejalishiga ham xizmat qiladi.

Shu o‘rinda raqamlarga murojaat qilamiz. Agar mamlakatimizda elektr energiyasiga bo‘lgan talab 69 milliard kilovatt/soatni tashkil etsa, bu quvvatning qariyb 85 foizi gaz va ko‘mir yoqish orqali, qolgan 15 foizi gidroelektr stansiyalarida ishlab chiqariladi. Buning uchun yiliga 16,5 milliard kub/metr tabiiy gaz, 86 ming tonna mazut va 2,3 million tonna ko‘mir sarflanadi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, 2030 yilga kelib elektr energiyasiga bo‘lgan talab 11 milliard kilovatt/soatga yetadi. Buning uchun esa yangi quvvatlarni tashkil qilish kerak bo‘ladi.

Yaqin-yaqingacha O‘zbekiston agrar davlat, deb hisoblanardi. 2018 yil o‘rtasidagi holatni qaraydigan bo‘lsak, mamlakatimizda yalpi ishlab chiqarish hajmining 19 foizi qishloq xo‘jaligi mahsulotlari, 33,5 foizi esa ishlab chiqarish quvvatlari hisobiga to‘g‘ri kelgan. Ya‘ni, ishlab chiqarish hajmi agrar sohaga nisbatan 1,5 barobar ko‘proqni tashkil etgan. Oxirgi 10 yilda bu ko‘rsatkich 2,5 barobar oshdi. Yangi ishlab chiqarish tarmoqlari, korxonalar tashkil qilinayapti. Ularning bir

me'yorda doimiy ishlashi uchun energiya resurslari kerak bo'ladi. Lekin oxirgi 10 yillikda mamlakatimizda biror-bir energiya manbasi ishga tushirilmadi.

Prezidentimizning mamlakat energetikasini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi farmoni mamlakatimizda ekologik toza elektr energiyasi ishlab chiqarish bilan birga elektr energiyasiga bo'lgan talabni qondirish, shuningdek, tabiiy foydali qazilmalarni tejab ishlatish, ulardan oqilona foydalanish borasida qo'yilgan katta qadam bo'ldi. Bugungi kunda hududlarimizda energiya resurslariga taqchillik kuzatilmoqda.

O'tgan yili Tojikistondan 1,5 milliard kilovatt/soat, Qirg'izistondan 1,2 milliard kilovatt/soat energiya sotib olindi.

Olis qishloqlarga elektr, issiqlik energiyasi muntazam yetib bormaydi. O'zbekiston prezidenti Shavkat Mirziyoev 3 oktabr kuni elektr energetikasidagi ishlar ahvolini chuqur tahlil qilish, sohani yanada rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlarni belgilashga bag'ishlangan yig'ilish o'tkazdi.«Elektr energetikasi iqtisodiyotning „motori“ bo'lib, ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishni, umuman hayotni bu sohasiz tasavvur etib bo'lmaydi», -dedi Shavkat Mirziyoev. Mamlakatimizda jami 14 ming megavatt elektr energiyasi ishlab chiqarish quvvatlari mavjud bo'lib, shundan 86 foizi issiqlik elektr stansiyalari hissasiga to'g'ri keladi».

Biroq, issiqlik elektr stansiyalari quvvatlarining 84 foizi qariyb yarim asr avval ishga tushirilgan bo'lib, mavjud quvvatlar bor-yo'g'i 83 foizga ishlamoqda.

Rivojlangan davlatlarda 1 kilovatt energiya ishlab chiqarish uchun 240–260 gramm yoqilg‘i sarflansa, mamlakatimizdagi ayrim stansiyalarda 2 barobar ko‘p yoqilg‘i sarflanadi.

Iqtisodiyot tarmoqlari rivojlanishi natijasida elektr energiyasiga bo‘lgan talab 2030 yilga borib 20 ming megavattga yetadi.

Mamlakatimizda elektr energiyasi asosan tabiiy gazni yoqish evaziga ishlab chiqariladi. Gaz resurslari cheklangan bugungi sharoitda 2030 yilga borib uni yanada ko‘proq sarflash — tiklanmaydigan tabiiy resurslarning juda katta miqdorini uvol qilish, ya’ni arzonga yoqish deganidir.

Mavjud muammolarni tezroq bartaraf etish va tarmoqni tubdan rivojlantirish, eng muhimi, qisqa davrda tizimda sezilarli ijobiy o‘zgarishlarni ta’minlash kerak, - dedi Prezidentimiz.

2030 yilga borib qo‘shimcha talab etiladigan 12,5 ming megavatt quvvatlarni yaratish chorasini ko‘rish, jumladan, bug‘-gaz qurilmalari, atom elektr stansiyasi, gidro-elektrostansiya qurish va mavjudlarini modernizatsiya qilish, Sirdaryo, Toshkent, Navoiy, Taxiatosh issiqlik elektr stansiyalaridagi energobloklarni yangilash, shuningdek davlat-xususiy sherikchilikni elektr energiyasi tizimiga joriy qilish orqali zarur bo‘ladigan quvvatlarni qoplash bo‘yicha vazifalar belgilandi.

Shuningdek 3,9 ming megavattli bug‘-gaz va gaz-turbina qurilmalarini hamda Angren shahrida va Surxondaryo viloyatida ko‘mirda ishlovchi issiqlik elektr stansiyalari, quyosh va shamol elektr stansiyalarini qurish choralarni ko‘rish bo‘yicha Investitsiya qo‘mitasi, «O‘zbekenergo» jamiyatiga tegishli topshiriqlar berildi.

Elektr energiyasi ishlab chiqarish yangi ob'ektlarini qurishni jadallashtirish bo'yicha tegishli vazifalar belgilandi.

Shuning uchun, kelgusida elektr energiyasi sotishdan tushadigan mablag'larning 15 foizini investitsiya loyihalarini moliyalashtirish va kreditlarni qaytarish uchun yo'naltirish lozimligi ta'kidlandi.

Moliya vazirligi, Investitsiya qo'mitasi va O'zbekenergo aksiyadorlik jamiyatiga loyihalarni moliyalashtirish manbalarini aniqlash bo'yicha topshiriqlar berildi.

«Tizimda modernizatsiya va rekonstruksiya ishlari uchun ushbu sohaga davlat-xususiy sheriklik asosida xususiy sektorni jalb qilishni taqozo qilmoqda. Lekin, normativ-xuquqiy baza va texnik infratuzilma bunga tayyor emas. Misol uchun, hanuzgacha xususiy korxonalar tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasini energotizimga qabul qilish masalasi hal etilmagan. Oddiy misol, Turkiyada 60 foiz, Koreyada 20 foiz elektr energiyasi xususiy korxonalar tomonidan ishlab chiqariladi.

Iqtisodiyot vazirligi, Moliya vazirligi, Davlat raqobat qo'mitasi va O'zbekenergo aksiyadorlik jamiyatiga jalb qilingan xalqaro ekspertlar xulosalari asosida xususiy sektorni sohaga jalb qilish, shu jumladan davlat-xususiy sheriklik mexanizmining huquqiy, institutsional, texnologik asoslari ishlab chiqilishini ta'minlash bo'yicha topshiriq berildi.

Foydalanish muddati 30 yildan oshgan tarmoqlarning ulushi 62 foizni tashkil etayotgani, taqsimlovchi tarmoqlarda liniyalarning 57 foizi va 39,6 mingta transformator punktlari yangilanishi zarurligiga alohida e'tibor qaratildi.

2017–2021 yillar uchun belgilangan Dasturga asosan joriy yilda 34 ming kilometr elektr uzatish tarmoqlari va 7 ming ta transformator punktlarida, 2019 yilda 7 ming kilometr elektr uzatish tarmoqlari va 2 ming ta transformatorlarni modernizatsiya qilish lozim.

Shuning uchun O‘zbekiston tiklanish va taraqqiyot jamg‘armasi, Moliya vazirligi, Iqtisodiyot vazirligi va O‘zbekenergo aksiyadorlik jamiyatiga Dasturda belgilangan tadbirlarni barqaror moliyalashtirish manbalari bilan ta‘minlash yuzasidan topshiriq berildi.

«O‘zbekenergo» jamiyatining investitsiya majburiyatlarini bajarish maqsadida uni moliyaviy mustahkamlash bo‘yicha tegishli choralarni ko‘rish topshirildi. Shu jumladan, O‘zbekenergo jamiyatining Tiklanish va taraqqiyot jamg‘armasiga 2019–2021 yillarda asosiy qarzni qaytarish muddatlarini 3 yilga uzaytirish bo‘yicha yengilliklar berish masalasi ham ko‘rib chiqildi.

Energiya resurslarini avtomatlashtirilgan hisobini yuritish tizimini joriy qilish paysalga solib kelinayotgani tanqid qilindi.

Misol uchun mazkur tizimni Buxoro, Jizzax va Samarqand viloyatlarida joriy etish bo‘yicha chet el kompaniyasi bilan imzolangan shartnomaning qiymati qayta ko‘rib chiqilishi munosabati bilan uni amalga oshirish tasdiqlangan reja-jadvaldan 15 oyga kechikkani qayd etildi.

Bu borada O‘zbekenergo, Investitsiyalar bo‘yicha davlat qo‘mitasiga Buxoro, Jizzax va Samarqand viloyatlaridagi 1,4 mln nafar iste‘molchilarni avtomatlashtirilgan tizimga ulash ishlarini jadallashtirish zarurligi ta‘kidlandi.

Boshqa hududlarda 2019–2021 yillarda Osiyo taraqqiyot banki kreditlari hisobidan avtomatlashtirilgan tizimni joriy etish, avtomatik boshqaruv tizimining yagona markazini tashkil etish, kelgusi 3 yilda 5,6 mln dona zamonaviy elektr hisoblagichlarni o‘rnatish bo‘yicha topshiriq berildi.

Prezident qo‘shni davlatlar energiya tizimlariga tranzit xizmati ko‘rsatish, buning uchun qo‘shni davlatlar bilan muzokaralarni yo‘lga qo‘yib, respublikaning tranzit va eksport salohiyatidan unumli foydalanish bo‘yicha yo‘l xaritasi ishlab chiqilishi bo‘yicha tegishli vazirlik va mutasaddilarga topshiriq berdi.

Energiya ishlab chiqaruvchi yangiquvvatlarni yaratish uchun zamonaviy texnologiyalardan foydalanish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini keng joriy etish «O‘zbekenergo» jamiyatining asosiy vazifasi bo‘lishi zarurligi ta’kidlandi. Sohani jadal rivojlantirish bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berildi. Elektr energetika sohasi faoliyatini tubdan takomillashtirish zarurligi ta’kidlandi.

Mamlakatlarning dunyo xamjamiyatida tutgan o‘rni, axolining yashash farovonligining o‘shishi kishi boshiga tug‘ri keladigan energiya iste’moli miqdori bilan belgilanadi. Hozirgi kunda dunyo bo‘yicha kishi boshiga to‘g‘ri keladigan energiya iste’moli o‘rtacha 2-4 kVt* soatga teng. Ammo farovon hayot kechirish uchun bu miqdor yetarli emas va u 10 kVt* soatga teng bo‘lishi lozim. Neft’, gaz ko‘mir, torf kabi yoqilg‘i manbalarining yildan - yilga miqdori kamayib, tannarxi oshib borayotgan xozirgi sharoitda axolining energiyaga bulgan extiyojini tula qondirish, energiya iste’molini talab darajasida yetkazish dunyo hamjamiyati oldida turgan asosiy muammo bo‘lib turibdi. Ushbu

muammoni hal etishning yagona yo‘li muqobil-qayta tiklanuvchi alternativ energiya manbalaridan foydalanishdir. Bu muammolar O‘zbekiston Respublikasining birinchi Prezidenti I.Karimovning 2013 yil 1-martdagi “Muqobil energiya manbalarini rivojlantirish chora tadbirlari to‘g‘risida”gi 4512 sonli farmonida o‘z aksini topgan. Ushbu farmonda belgilanishicha qayta tiklanuvchi energiyalarning samaradorligi yuqori bo‘lishi bilan bir qatorda ekologik jihatdan sof energiya ekanligi ko‘rsatib o‘tilgan va bu soxani rivojlantirish chora-tadbirlari haqidagi vazifalarga katta e’tibor qaratilgan.

01.02.2019 yildagi № 5646-PF Prezident farmonida keltirilishicha O‘zbekistonda alternativ energiya manbalarining quyidagi turlari mavjud: shamol energiyasi-2,2 mln t.n.e.; Quyosh energiyasi-50976 mln t.n.e; geotermal energiya-6700 mln t.n.e; umumiy alternativ energiya miqdori esa 117984 mln t.n.e. ga tengdir. Bu energiyadan amalda foydalanish imkoniyatlarini yaratish energetik mutaxassislar oldidagi eng dolzarb masaladir. Agar Quyoshdan kelayotgan energiyaning 0,0125 % idan foydalana olsak bu y er yuzidagi barcha ishlatilayotgan energiya manbalarining qiymatiga teng bo‘ladi.

Ma’lumki, xozirda qayta tiklanuvchi muqobil energiya manbalarining asosan 5 ta turi sanab o‘tiladi, bular Quyosh energetikasi, shamol energiyasi, suv energiyasi, Yer tubidagi issiqlik energiyasi, biomassa energiyalaridir. Shu sababli mazkur darslikda alternativ energiya manbalarining tarixi, kelajagi, texnologik tuzilishi, ishlash prinsiplari, ekologik jihatidan energetika sohasida tutgan o‘rni kabi muammolar bilan tinglovchilarni tanishtirishga harakat qilindi.

1-BOB. ELEKTR ENERGIYASI TIZIMI VA ELEKTR TA'MINOTI

1.1. Zamonaviy energiya o'zgartirish tizimlari va uning ahamiyati

Mamlakatimizda qayta tiklanuvchi muqobil energiya manbalarining potentsiali 173,4 mln t.n.e. bo'lib, energiyaning yillik energiya iste'moli qiymatidan uch barobar ko'pdir. Bu energiyaning 98,8% ni Quyosh energiyasi tashkil etadi. Chunki Mamlakatimiz serquyosh o'lka bo'lib, yilning 250-270 kunida Quyosh nur sohib turadi va har bir metr kvadrat yerga 1100 vt ga teng energiya uzatiladi. Quyosh energiyasidan foydalanish yorug'likni fotoelementlar - Quyosh batareyalari yordamida elektr energiyasiga aylantirish orqali amalga oshiriladi. Bu borada Yaponiya, Germaniya, AQSh mamlakatlari yetakchilik qilmoqda. Quyosh kollektorlari - Quyosh pechlaridan foydalanib issiqlik energiyasini hosil qilish - Quyosh pechlarining yuzasi (21 mln metr kvadrat) bilan o'lchanadi. Bu borada Yaponiya, Isroil, Gresiya mamlakatlari yetakchi o'rinlarda turadilar. Quyosh energiyasidan elektr energiyasini hosil qiladigan kremniy monokristalini sof holda tayyorlash juda qimmatga tushganligi sababli Quyosh batareyalarining foydali ish ko'effitsenti juda past bo'lgan. Endilikda Arsenid galliy, kremniy polikristali, kadmiy tellur kabi yupqa plyonkali Quyosh elementlari yaratildi-ki, ular asosida tayyorlangan

Quyosh elementlarining foydali ish koeffitsienti ancha oshdi. Bugungi kunda Quyosh fotoelektr stansiyalari va suvni Quyosh energiyasi orqali isitish kollektorlari Surxandaryo, Jizzax, Buxoro, Navoiy, Toshkent, Andijon viloyatlarida va Qoraqalpog‘iston Respublikasida muvaffaqiyatli qo‘llanilib kelinmoqda. Quyosh fotoelektr stansiyalari va shamol elektr qurilmalaridan Respublikamizning barcha viloyatlarida, o‘rta maktablarda, tuman markaziy shifoxonalarida foydalanilmokda.

Quyosh nurlari energiyasi tasirida qizigan issiq havo nisbatan yengil bo‘ladi va u yuqoriga ko‘tariladi. Uning o‘rnini egallashga intilgan sovuq havo oqimining harakati tufayli shamol xosil bo‘ladi. Bunday xavo oqimlaridan foydalanib shamol tegirmoni yasash VIII asrning boshlarida shimoliy Yevropada amalga oshirilgan. 1885 yildayoq Daniya mamlakatida dastlabki shamol elektr stansiyalari qurilgan. 1918 yilda Daniyada 120 tadan ortiq shamol elektr stansiyalaridan foydalanilgan. Ularning har birining quvvati 10-20 kilovatdan bo‘lgan. 1880-1930 yillarda AQShda 6 milliondan ortiq shamol elektr stansiyalari ishlatilgan. Yuqoriga ko‘tarilgan sayin shamolning tezligi ortib boradi. Yer ustida shamol tezligi 3 m/s ga teng bo‘lsa, 10 metr balandlikda shamolning tezligi ikki barobar ortiq bo‘ladi. 40-80 metr balandlikka o‘rnatilgan shamol generatorlari yordamida 25-50 kilovatdan ortiq elektr energiyasini hosil qilish mumkin. 2020 yillarda Yevropa ittifoqidagi davlatlarda iste‘mol qilinadigan energiyaning 80% ni shamol va Quyosh energiyasi hisobiga qoplash rejalashtirilgan. Buning uchun 20 yil ichida sayyoramizda 3,8 million dona shamol elektr generatori, 90 mingta yirik va 1,7 milliard kichik Quyosh elektr stansiyalari qurilishi lozim. Shamol energiyasidan

foydalanish orqali olinadigan elektr energiyasi miqdori bo'yicha Germaniya (45 Gvt) yetakchilik qilmoqda. Suv energiyasidan kichik GESlar orqali elektr energiyasini xosil qilish bo'yicha yetakchi o'rinda Xitoy turadi. Keyingi o'n yillikda Xitoyda 40000 ta, Xindistonda esa 400 ta kichik GESlar qurish rejalashtirilgan. Avstriya, Finlandiya, Shvesiya mamlakatlarida ham kichik GESlarga e'tibor kuchaytirilgan. Endilikda muqobil energiya manbai bo'lgan oqar suvlar energiyasidan mikro GESlar yordamida foydalanishga bo'lgan e'tibor ham kuchayib bormoqda. Elektr uzatish tarmoqlaridan uzoqda joylashgan tog'li xududlardagi buloq va kanal suvlarining mexanik energiyasidan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarish mikro GESlar orqali amalga oshiriladi. Bunday elektr energiyasi manbai uchun to'g'on qurish shart emas, ya'ni oqar suvning mexanik-potensial energiyasi yetarlidir. Bunday mikro GESlar uchun gidroturbinalarning bir necha xil varianti A.Ustyujin tomonidan taklif etilgan. Kichik quvvatli bunday mikro GESlar qishloq sharoitda yashayotgan bir yoki bir nechta xo'jaliklarni elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojini qondira oladi. Alternativ energiya manbalari ya'ni shamol va Kuyosh energiyasidan foydalanish iktisodiy o'sishga, ekologik soflikka xizmat qiladi. Elektr uzatish tarmoklaridan uzoq bo'lgan xududlarda muqobil energiya manbalariga bo'lgan ehtiyoj juda katta bo'lgani uchun mikro GESlar, shamol va Quyosh energiyalaridan foydalanish, mazkur energetika sohasini ravnaq toptirish zarur. Quyida zamonaviy energiya o'zgartirish qurilmalarining asosiy prinsiplari va ahamiyati haqida to'xtalib o'tamiz.

- turli xil elektr qurilmalarining elektr taminoti uchun elektr energiyadan foydalanish va uning asosiy xarakteristikalar;

- energetik tizimlar va hozirda keng tarqalgan noan'anaviy elektr energiyaning asosiy prinsiplari, hisoblashning nazariy-uslubiy asoslari;
- birlamchi va ikkilamchi elektr taminot manbalari funksional birliklarining asosiy prinsiplari;
- qayta tiklanuvchan energiya manbalari asosida telekommunikatsiya korxonalarini va harakatdagi elektr aloqa ob'ektlarini elektr ta'minotini tashkil etishni, asosiy parametrlarini hisoblash usullarini;
- qayta tiklanuvchan energiya manbalariga bo'lgan talablarni;
- qayta tiklanuvchan energiya manbalari asosida elektr ta'minoti tizimi qismlarini ishlash tamoyilini;
- qayta tiklanuvchan energiya manbalari nazariyasini, tuzilish tamoyilini va tasniflarini hisoblash usullarini;
- qayta tiklanuvchan energiya manbalari asosidagi elektr ta'minoti tizimi qismlarini kompyuter modellashtirish va tadqiq etish;
- elektr ta'minoti tizimi va qismlarini turli variantlarini ishonchliligini baholashni;
- telekommunikatsiya va aloqa apparaturalari elektr ta'minoti tizimini ishlatish va ularga xizmat ko'rsatish tajribalarini;
- bir necha energiya manbalaridan narx, sifat va boshqa ko'rsatkichlar bo'yicha eng qulayini tanlashni;
- qayta tiklanuvchan energiya manbalarining tajriba maketlari bilan amaliy ishlay olishni;
- qurilmalarning tahliliy ko'nikmarini, uskunalarni nosozliklardan xoli etgan holda, sinalgan uskunalardan va stendlardan foydalanish va ularni ishlash rejimida taminot manbalari bilan ishlash vaqtida texnika

xavfsizlik qoidalariga rioya etib, telekommunikatsiya va televideniya sohasida bu qurilmalarni yanada yaxshilash uchun iqtisodiy samaradorlikni baholashda barcha savollarga javob berishi to'g'risida ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

1.2. Zamonaviy energiya o'zgartirish tizimlarining maqsadi va vazifalari

Fan aloqa qurilmalarining qayta tiklanuvchan elektr ta'minoti manbalarining tuzilishi, ishlash prinsipi, qo'llash sohalari, ishlab chiqarishdagi o'rni va shu bilan birgalikda telekommunikatsiya va televideniyaning turli xil tizimlarida noan'anaviy elektr ta'minoti manbalarini qo'llash va tadbiq qilish asoslari bo'yicha nazariy hamda amaliy bilimlarni oladi. Elektr ta'minoti uzluksizligini ta'minlovchi taklif qilingan usullar orasidan optimal variant tanlash imkonini beruvchi hisob-tahliliy tajribalar va kasb bilimini shakllantirish, shuningdek uzluksiz elektr ta'minoti tizimi elementlarini loyihalash, ularni elektr sxemalardagi ishlashlarini optimallashtirish to'g'risida kasbiy mahoratlarni mustahkamlashdan iborat.

Mamlakatimizda birinchi bo'lib qaytalanuvchi energiya manbalaridan biri bo'lgan suv energiyasidan foydalanish, 1926 yili qurilgan Bo'zsuv gidroelektrostansiyasini ishga tushirishdan boshlandi. O'tgan asrning 1987 yilida esa, 3000 °S dan ortiq issiqlik to'playdigan dunyoda eng katta quyosh pechi ishga tushirildi. Hozirgi kunda mamlakatimizning Samarqand viloyatida 400 gektar maydonga quvvati 100000 MVt ga teng quyosh elektrostansiyasi uchun Osiyo taraqqiyot bankining investitsiyalari kiritildi va qurilish ishlari boshlab yuborildi.

Kichik quvvatli quyosh energetik qurilmalaridan respublikamizning barcha burchaklarida foydalanilmoqda. Shamol energiyasidan foydalanish nazariyasi va usullari 1950 yillarda ishlab chiqilgan bo'lib, Respublikamizda birinchi shamol energetik qurilmalaridan 1983 yilda, Navoiy viloyati Tomdi tumani chorvadorlari foydalana boshlashdi. Chorva mollarining go'ngi, qishloq xo'jalik mahsulotlarining qoldiqlari hisobiga biogaz ishlab chiqarish va undan foydalanish esa, 1987 yillardan boshlab amalga oshirila boshladi.

Mamlakatimizda noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga qiziqish va ulardan foydalanish, misli ko'rilmagan tusda o'ziga xos ravishda tobora ommalashib bormoqda. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga energetik ob'ektlar qurish va ulardan foydalanish uchun chet el va xalqaro banklarning investitsiyalari kiritilmoqda. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to'g'risida birinchi Prezidentimizning 1995 yil 28 dekabrda 476-sonli «O'zbekiston Respublikasida kichik gidroenergetikani rivojlantirish haqida»gi, 2001 yil 22 fevralda «Energetikada iqtisodiy islohatlarni chuqurlashtirish to'g'risida»gi hamda 2013 yil 1 martdagi «Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi farmonlari qabul qilindi. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga quriladigan energetik ob'ektlarda loyiha-qidiruv ishlarini olib borish, loyihalash, qurish, ekspluatatsiya qilish, ta'mirlash va rekonstruksiya qilish uchun albatta chuqur bilimga ega bo'lgan raqobatbardosh mutaxassslarni tayyorlash taqoza etiladi.

1.3. Qayta tiklanuvchi elektr ta'minot manbalarining O'zbekistonning energiya mustaqilligidagi o'rni

Bugungi kunda, butun dunyoda bo'lgani kabi, O'zbekistonda ham tabiiy boyliklarni tejash va ishlab chiqarish tarmoqlariga ekologik sof texnologiyalarni joriy etish masalasiga alohida e'tibor qaratilmoqda. Chunki bu ham iqtisodiy barqarorlikka erishish, ham atrof-muhitga salbiy ta'sirlarni kamaytirishda juda muhim omil hisoblanadi. Shu ma'noda aytganda, birinchi Prezidentimizning 2013 yil 1 martdagi "Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni o'z vaqtida qabul qilingan tarixiy ahamiyatga ega hujjatdir.

Muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalarining afzalliklari haqida so'z yuritishdan avval jahon energetikasidagi hozirgi ahvol xususida qisqacha to'xtalib o'tsak. Xalqaro tashkilotlarning hisob-kitoblariga ko'ra, iqtisodiy taraqqiyot tufayli 2030 yilga borib energetikaga bo'lgan talab asrimiz boshidagiga nisbatan 50 foizdan ziyodroqqa o'sadi va umumiy ehtiyoj 23,27 milliard tonna shartli yoqilg'ini tashkil qiladi. Demakki, o'z-o'zidan atrof-muhitga salbiy ta'sir ham kuchayib boradi.

Ayni paytda jahonda ishlab chiqarilayotgan barcha energiyaning 10,2 foizi qayta tiklanuvchi quvvatlar hisobiga to'g'ri kelayapti. 2050 yilga borib esa uning ayrim turlaridagi ulushi 70 foizdan oshishi kutilmoqda. Bu birgina korxonalar tomonidan ekologiyaga chiqarilayotgan zararli chiqitlarni 500 milliard tonnaga kamaytirish imkonini beradi. Zero, kam uglerodli energetikani rivojlantirishdan maqsad ham bug' gazlarining havoga ko'tarilishi ortayotgani tufayli

yuzaga kelayotgan global muammolarni hal etishdan iboratdir. Koʻzda tutilgan rejaga muvofiq, masalan, 2020 yilga borib bunday gazlar miqdorini 20-25 foiz, 2040 yilda 40 foiz, 2060 yilda esa 50-60 foizga ozaytirish moʻljallangan.

Maʼlumki, Oʻzbekiston yoqilgʻi-energetika resurslari boʻyicha oʻz ehtiyojini toʻla taʼminlay oladigan davlatdir. Hozirgi vaqtda bu taʼminotning asosiy qismini, yaʼni qariyb 80 foizini tabiiy gaz, 7,6 foizini neft, 5 foizdan ortigʻini koʻmir tashkil etadi. Mamlakatimiz muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalari boʻyicha ham ulkan salohiyatga ega. Jumladan, yurtimiz hududiga tushadigan quyosh energiyasi hamda hosil boʻladigan nazariy quvvat miqdori 6 milliard 750 million tonna shartli yoqilgʻiga teng. Bu mavjud qayta tiklanmaydigan resurslar zaxirasiga nisbatan uch barobar koʻpdir.

2011 yilning asosiy yakunlari va 2012 yilda Oʻzbekistonni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning ustuvor yoʻnalishlariga bagʻishlangan Vazirlar Mahkamasi majlisidagi maʼruzada tabiiy resurslardan samarali foydalanish masalasiga alohida eʼtibor qaratib, muqobil energiya resurslarini izlash va joriy etish ishlarining talab darajasida emasligini, ushbu sohada zudlik bilan hal etilishi lozim boʻlgan muammolar toʻplanib qolganini alohida taʼkidlab oʻtgan edilar. Ana shu tanqidiy fikrlar tadqiqotlarni rivojlantirish va istiqbolli, deb topilgan ilmiy ishlanmalarni amaliyotga tezroq joriy etish masʼuliyatini yanada oshirdi.

Chindan ham, yurtimizda muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari katta. Aytaylik, respublikamizda yilning asosiy qismi quyoshlidir. Uning quvvati 50 trillion 973 million tonna shartli yoqilgʻiga teng boʻlib, bu

mamlakatimizda aniqlangan jami energiya zaxiralariga nisbatan ancha ko'pdir.

To'g'ri, muqobil energiya manbalaridan, eng avvalo, quyosh energiyasidan foydalanish sohasida ilmiy va eksperimental tadqiqotlar olib borish borasida O'zbekistonda muayyan tajriba to'plangan. Ular yuzasidan ishlanmalar qilinayapti. Xususan, Fanlar akademiyasi "Fizika-Quyosh" ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasining tadqiqotlari natijalari jahon miqyosida e'tirof etilgan. Issiq suv va issiqlik ta'minoti uchun past potentsialli qurilmalarni yaratish, elektr quvvati olish uchun fotoelektrik va termodinamik o'zgartkichlar, maxsus materiallar sintezi texnologiyalarida, materiallar va konstruksiyalarga termik ishlov berishda quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha ilmiy tadqiqot va tajriba-konstruktorlik ishlari, ayniqsa, faol va samarali davom etmoqda. Respublikada quyosh energiyasi bilan suv isitadigan qurilmalar asosida uy-joylar hamda ijtimoiy ob'ektlarni issiq suv bilan ta'minlash tizimlari ishlab chiqilmoqda va ulardan tajriba tariqasida foydalanilmoqda.

Olimlar oldida turgan vazifa innovatsion ilmiy ishlanmalarni iqtisodiyotning turli tarmoqlariga keng tatbiq qilish, fan, texnologiya va iqtisodiyot rivojlanishining uyg'unligini ta'minlashdan iboratdir. Fikrimizcha, innovatsion ishlab chiqarishning rivojlanishida elektr va issiqlik energetikasi resurslarini tejash texnologiyalarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Respublikamiz sharoitida, ayniqsa, bu sohada quyosh batareyalari, shamol va mikrogidroenergetik asboblari kabi energiyani tiklash manbalarining keng ko'lamda joriy qilinishi kutilgan samarani berishi, shubhasiz. Sababi, agar mamlakatimiz eng ko'p quyoshli kunlarga ega mintaqada ekanligini hisobga oladigan

bo'lsak, joylarni isitishda quyosh kollektorlarini ishlatishga o'tilsa, bu bilan iqtisodiyot hamda energetika tizimida katta yutuqqa erishgan bo'lardik.

Qayd etish kerakki, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish hamda quyosh energiyasida ishlaydigan ulkan ob'ektlarni qurish uchun muayyan yer maydonlari talab qilinadi. Chunki 1 MVt elektr energiyasi hosil qilish uchun bir gektar maydonga, 100 MVt quvvat uchun esa 100 gektar yerga quyosh qurilmalarini o'rnatish zarur. Shuning uchun respublikamizda muqobil va qayta tiklanadigan energetikaning barcha yo'nalishlari bo'yicha alohida texnologiya va texnologik baza yaratilishi kerak.

O'zbekistondagi yana bir qayta tiklanuvchi energiya manbai, bu - gidroenergiya resurslari bo'lib, uning salohiyati boshqalariga nisbatan ancha chuqur o'rganilgan. Quyidagi raqamga e'tibor bering: mamlakatimizdagi katta-kichik daryolarning energiya hosil qilish quvvati 107 milliard 1 million 50 ming kVt soatga teng. Qolaversa, muqobil energiya sohasida biomassadan foydalanish bo'yicha ham ko'plab loyihalar amalga oshirilayapti.

Nazorat savollari

1. "Alternativ energiya manbalari" fanining vazifalari va uning o'quv jarayonida tutgan o'rnini ayting.

2. Alternativ energiya manbalarining qanday turlarini bilasiz?

3. Muqobil energiya manbalari haqida davlatimizda olib borilayotgan ishlar haqida nimalarni bilasiz?

4. Energiya o'zgartirish tizimlarining maqsadi va vazifalarini ayting

5. Muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalarining afzalliklari nimalardan iborat?

6. Quyosh energiyasidan foydalanish yer yuzidagi barcha energiya resurslarining qancha miqdoriga teng energiyaga ega bo'linadi?

2-BOB. ELEKTR ENERGIYASINI XARAKTERLOVCHI ASOSIY KATTALIKLAR

2.1. O'lchov birliklari

Elektr kuchlanishi. Elektr maydoni ikki nuqtasi orasidagi potentsiallar ayirmasi elektr kuchlanish deb ataladi:

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = \frac{A_{ab}}{q_0} = \int_a^b \bar{E} d\bar{l} \quad [B] \quad (2.1).$$

Elektr kuchlanish qiymati jihatdan birlik zaryadni maydonning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirishda sarflangan ishga teng.

Kuchlanish – vektor kattalik bo'lib, uning musbat yo'nalishi potentsiali yuqori bo'lgan nuqtadan potentsiali past bo'lgan nuqtaga tomon olinadi, qiymati esa o'zi aniqlanayotgan nuqtalar holatiga bog'liq va zaryad ko'chayotgan yo'lga bog'liq emas.

Elektr toki. Elektr zaryadlari erkin tashuvchilarining elektr maydoni ta'sirida tartibli harakati elektr tok deyiladi.

Elektr tok son jihatdan quyidagicha aniqlanadi: $i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$, (2.2),

bu yerda Δq - elementar zaryad, Δt – shu zaryadni biror yuzadan o'tish vaqti.

Vaqt bo'yicha qiymati va yo'nalishi o'zgarmaydigan tok o'zgarmas tok, vaqt bo'yicha o'zgaradigan tok o'zgaruvchan tok deb ataladi.

O'zgarmas tokning qiymati o'tkazgich ko'ndalang kesimidan 1 s vaqt mobaynida o'tadigan elektr miqdori yoki zaryad bilan aniqlanadi:

$$I = \frac{Q}{t} \quad \left[\frac{K\lambda}{c} = A \right] \quad (2.3).$$

Amper - o'zgarmas tokning shunday qiymatiki, u cheksiz uzun va ingichka hamda vakuumda o'zaro 1 m masofada joylashgan ikkita o'tkazgichdan o'tganda ular orasida qiymati $2 \cdot 10^{-7}$ N ga teng bo'lgan kuch yuzaga keladi.

Elektr tokning musbat yo'nalishi sifatida musbat zaryadlarning manbaning «+» qismasidan «-» qismasiga harakat yo'nalishi shartli ravishda qabul qilingan.

Elektr tokni uzluksiz o'tishi uchun potentsiallar farqini hosil qiluvchi manba va zaryadlar harakati uchun berk yo'l bo'lishi shart.

O'tkazgichlarni elektr tok bilan qanday darajada yuklanganligini baholash uchun tok zichligi tushunchasidan foydalaniladi.

SI SISTEMASIDA ELEKTR VA MAGNIT KATTALIKLAR BIRLIKLARI



Kattaliklar	Shartli belgilar	O`lchov birliklar			SI ning boshqa birliklari orqali ifodalanishi
		Nomlari	O`zbekcha belgi	Xalqaro belgi	
Elektr tok kuchi	I	amper	A	A	
Elektr kuchlanish	U	volt	V	V	$m^2 \cdot kg / A \cdot s^3$
Elektr yurituvchi kuch	E	volt	V	V	Vt / A
Aktiv quvvat	P	vatt	Vt	W	$m^2 \cdot kg / s^3$
Reaktiv quvvat	Q	volt-amper reaktiv	var	var	
To`la quvvat	S	volt - amper	VA	VA	
Elektr energiyasi	W	vatt- soat	Vt·soat	W·h	$m^2 \cdot kg / s^2$
Elektr sig`imi	S	farada	F	F	Kl / V
Elektr qarshiligi	R, r	Om	Om	Ω	$m^2 \cdot kg / A^2 \cdot s^3$
Elektr o`tkasuvchanlik	G	simens	Sm	S	$A^2 \cdot s^3 / m^2 \cdot kg$
Induktivlik va o`zaro induktivlik	L, M	genri	G	H	$m^2 \cdot kg / A^2 \cdot s^2$
Chastota	f	gerts	Gts	Hz	s^{-1}
Burchak tezlik	ω	radian/sekund	rad/s	rad/s	
Elektr zaryad miqdori	Q, q	kulon	Kl	C	$A \cdot s$
Elektr maydon kuchlanganligi	E	volt/metr	V/m	V/m	$m \cdot kg / A \cdot s^3$
Elektr doyimiyasi	ϵ_0	farada/metr	F/m	F/m	$A^2 \cdot s^4 / m^3 \cdot kg$
Magnit oqimi	Φ	veber	Vb	Wb	$m^2 \cdot kg / A \cdot s^2$
Magnit induksiya	B	tesla	T	T	$kg / A \cdot s^2$
Magnit doyimiyasi	μ_0	genri/metr	G/m	H/m	$m \cdot kg / A^2 \cdot s^2$
Magnit maydon kuchlanganligi	H	amper/meter	A/m	A/m	
Magnit yurituvchi kuch	F	amper -o`ram	A	A	
Magnit qarshilik	R_μ	amper/veber	A/Vb	A/Wb	$A^2 \cdot s^2 / m^2 \cdot kg$
Magnit momenti	p_m	amper · m ²	A · m ²	A · m ²	

Elektr tokining quvvati. Elektr tokining quvvati vaqt birligida bajarilgan ishga yoki sh u ishni bajarish uchun sarflangan energiyaga teng, ya'ni

$$P = U \cdot I \quad (2.4).$$

XB (xalqaro birliklar) sistemasida quvvatning o'lchov birligi sifatida vatt (Vt) qabul qilingan.

2.2. Elektr zanjir va uning elementlari

Elektr zanjir elektr tokni hosil qilish va uning o'tishini ta'minlaydigan qurilma va ob'ektlarning majmui bo'lib undagi elektromagnit jarayonlar elektr yurituvchi kuch (EYuK), tok va kuchlanish tushunchalari bilan ifodalanadi.

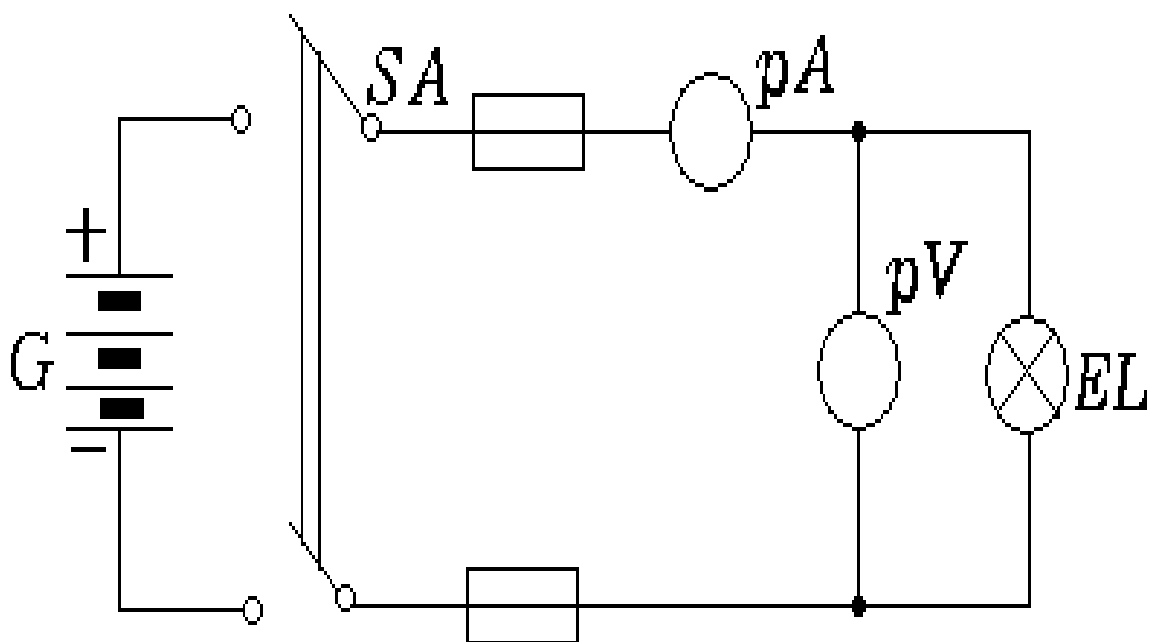
Elektr zanjir tushunchasi elektrotexnika fanining tayanch tushunchasidir.

Elektr energiya manbai, iste'molchi va ularni o'zaro birlashtiruvchi o'tkazgichlar elektr zanjirning asosiy elementlari, o'lchash asboblari, ulab-uzgichlar va himoyalash qurilmalari esa uning yordamchi elementlari hisoblanadi. Demak, elektr zanjir elementi bu elektr zanjir tarkibiga kiruvchi alohida qurilma bo'lib, u zanjirda aniq funksiyani bajaradi.

Elektr zanjirning elementlari shartli belgilar bilan tasvirlanadi.

Elektr zanjirning elementlari va ularni o'zaro ulanishining grafik tasviri elektr zanjirining sxemasi deb ataladi.

1-rasmda oddiy elektr zanjirining sxemasi keltirilgan.



2.1. - rasm

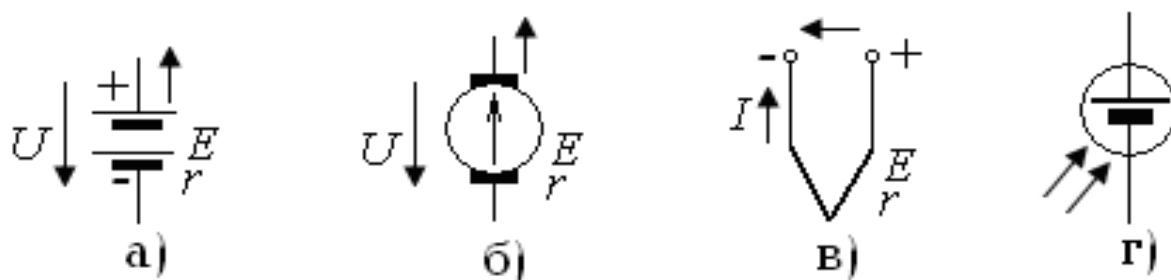
G - akkumulator - elektr energiyach manbai. U kimyoviy energiyani elektr energiyaga aylantiradi. *YeL* - cho‘g‘lanma lampa - iste‘molchi, unda elektr energiyasi yorug‘lik va issiqlik energiyalariga aylantiriladi. *SA* – kalit, zanjirni ulab uzadi. *pA* – ampermetr, *pV* – voltmetr. To‘g‘ri chiziqlar – ulagich simlar - o‘tkazgichlardir.

Elektr energiya manbalarining shartli belgilari - sxemalari: 2 - a, b, v, g rasmlarda keltirilgan.

Elektr energiya manbalarida turli tabiatli energiya maxsus o‘zgartgichlar vositasida elektr energiyasiga aylantiriladi.

O‘zgartiriladigan energiyaning turiga ko‘ra elektr energiya manbalari kimyoviy va fizik manbalarga bo‘linadi. Kimyoviy reagentlar orasida oksidlanish-qaytarilish jarayonlari hisobiga elektr energiya ishlab chiqaruvchi manbalar **kimyoviy manbalar** deyiladi. Kimyoviy manbalarga galvanik elementlar, akkumulatorlar va batareyalar kiradi.

Mexanik, issiqlik, elektromagnit, yorug‘lik, radiatsion nurlanish, yadroviy parchalanish energiyalarini elektr energiyaga aylantiradigan qurilmalar fizik manbalari deyiladi. Ularga elektr generatorlar, termoelektr generatorlar, termoemission o‘zgartgichlar, magnitogidrodinamik (MGD) generatorlar va quyosh nurlanishi hamda atom parchalanish generatorlari kiradi.

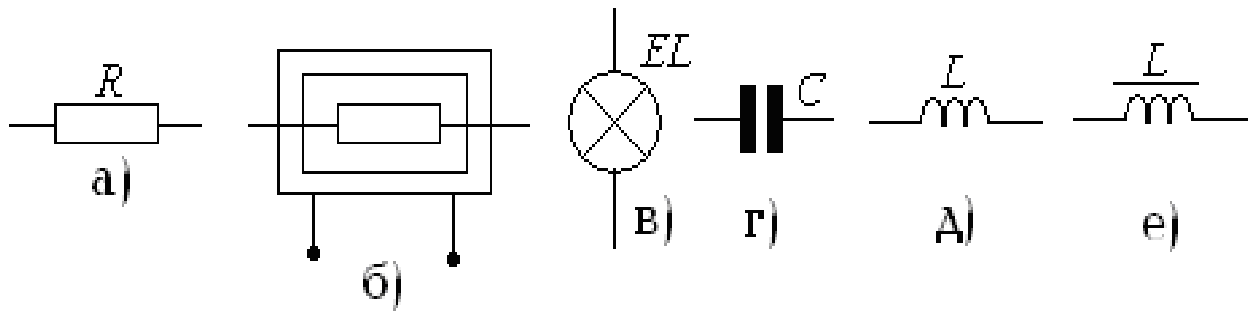


2.2.-rasm

- a) galvanik element;
- b) doimiy magnitli o‘zgarmas tok elektr generatori;
- v) termojuftlik;
- g) fotoelement.

Elektr energiyasi iste‘molchilarining shartli belgilari-sxemalari 3 - rasm a, b, v, g, d, ye rasmlarda keltirgan.

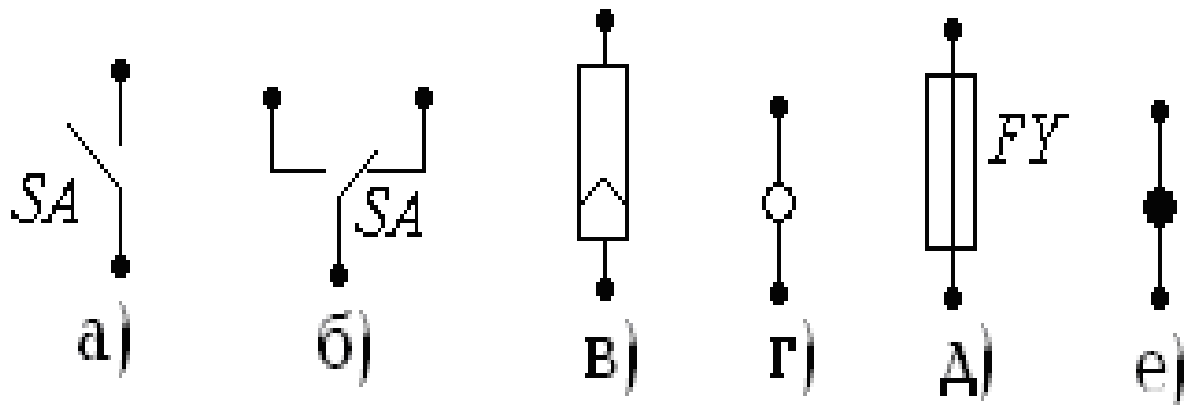
Elektr energiya iste‘molchilari (elektr motorlar, elektr qizdirgichlar, issiqlik qurilmalari, cho‘g‘lanma lampalar, rezistorlar va boshqalar) elektr energiyasini boshqa tur energiyalarga aylantirish uchun xizmat qiladi.



2.3.-rasm.

a) rezistor; b) elektr qizdirgich; v) cho‘g‘lanma lamp; g) kondensator;
 d) induktiv g‘altak; ye) o‘zakli g‘altak - drossel.

Elektr zanjir yordamchi elementlarining shartli belgilari-sxemalari 6-a, b, v, g, d, ye-rasmlarda keltirilgan.



2.4.-rasm

a) kalit (uzib-ulagich); b) qayta ulagich; v) shtepsel (raz'em); g) ajratish mumkin bo‘lgan o‘tkazgichning ulangan joyi-qisqich; d) eruvchan saqlagich; ye) o‘tkazgichlar kavsharlanib ulangan tugun.

Manba bilan iste‘molchilar o‘zaro o‘tkazgich simlar yordamida birlashtiriladi. Ular elektr energiyasini manbadan iste‘molchiga kam isrof bilan uzatadi. Elektr zanjirlariga ko‘pincha yordamchi va o‘lchash qurilmalari ulanadi. Ular elektr zanjiri ish holatini (misol uchun

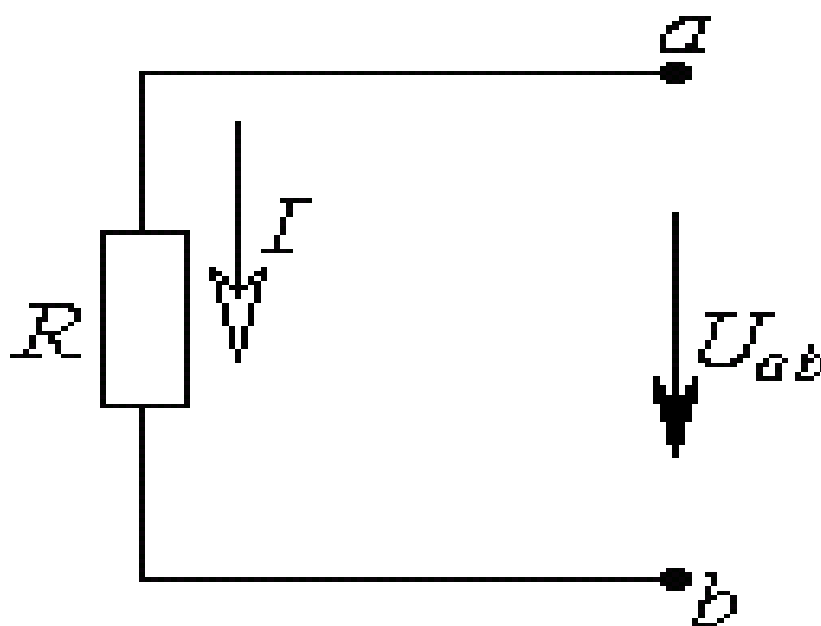
saqlagichlar) boshqarish, o‘ta kuchlanish va katta toklardan saqlash va h.k. uchun xizmat qiladi.

Demak, har qanday elektr zanjirining asosiy vazifasi elektr energiyasini manbadan iste‘molchiga uzatishdan iboratdir.

Elektr zanjiridagi elektromagnit jarayonlar (Elektr yurituvchi kuch)- EYuK, tok, kuchlanish, qarshilik (o‘tkazuvchanlik), induktivlik, sig‘im tushunchalari bilan ifodalanadi.

2.3. Elektrotexnikaning asosiy qonunlari Om qonuni

Agar zanjirning biror qismida EYuK manbai bo‘lmasa (5-rasm), u holda undagi tok bilan kuchlanish orasidagi bog‘liqlik quyidagicha aniqlanadi:



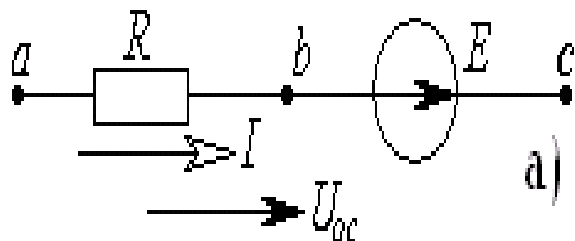
2.5.-rasm

$$U_{ab} = RI \text{ yoki } I = \frac{U_{ab}}{R} = \frac{\varphi_a - \varphi_b}{R} \quad (2.5).$$

Zanjirning EYuK manbali qismi uchun Om qonuni

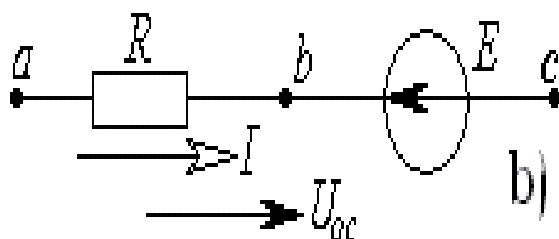
Agar zanjirning biror qismida EYuK manbai bo‘lsa, u holda bu zanjir uchun potentsiallar ayirmasi EYuKning yo‘nalishini e‘tiborga

olgan holda aniqlanadi. Om qonuni esa quyidagicha ifodalanadi (6-rasm, a):



$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_c + E}{R} = \frac{U_{ac} + E}{R} \quad (\text{a-})$$

rasm)



$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_c - E}{R} = \frac{U_{ac} - E}{R} \quad (\text{b-})$$

rasm)

2.6.-rasm

Umumiy holda, ya'ni elektr zanjir tarkibida bir nechta EYuK manbai va rezistorlar bo'lsa,

tok
$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_c + \Sigma E}{\Sigma R_{ac}} \quad (2.6) \quad \text{ifodadan aniqlanadi.}$$

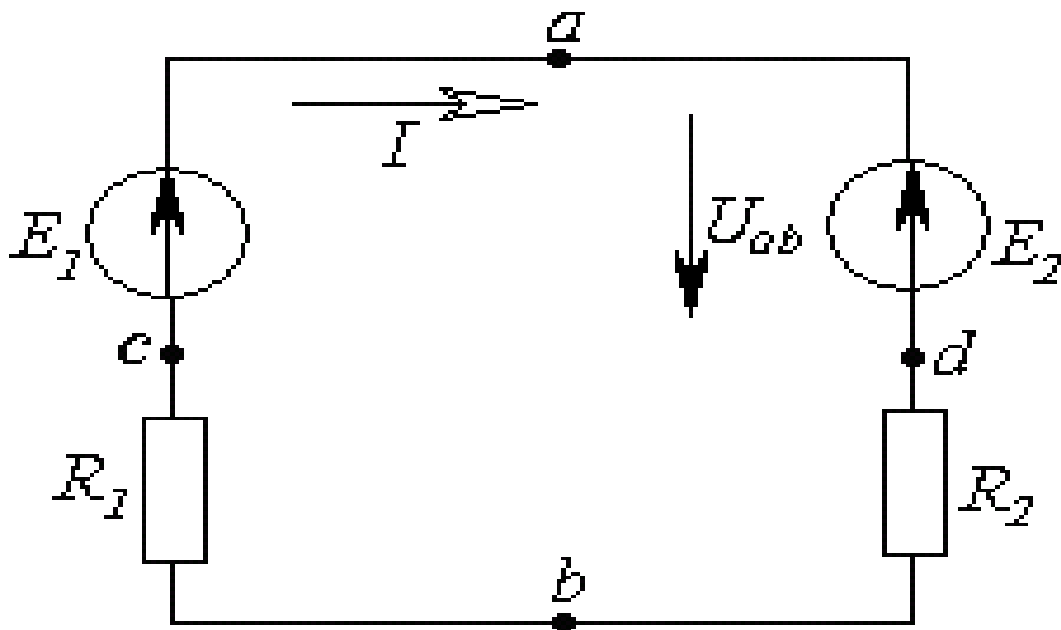
Bu ifoda umumlashgan Om qonuni deyiladi.

Bir konturli elektr zanjiri uchun Om qonuni quyidagicha yoziladi:

$$I = \Sigma E / \Sigma R \quad (2.7)$$

bunda ΣR - ichki va tashqi qarshiliklarning zanjir bo'yicha arifmetik yig'indisi, ΣE - zanjirdagi EYuKlarning algebraik yig'indisi. Agar tok yo'nalishi EYuK yo'nalishi bilan bir xil bo'lsa, u holda EYuK Ye musbat, qarama-qarshi yo'nalishda bo'lsa, manfiy ishora bilan olinadi.

Masala: tarmoqlanmagan zanjirda (2.7-rasm) EYuK $Ye_1=110\text{ V}$, $Ye_2=48\text{ V}$, rezistor $R_1=18\text{ Om}$, $R_2=13\text{ Om}$. a va b nuqtalar orasidagi kuchlanishni aniqlang.



2.7.-rasm

Yechish. Tokning musbat yo‘nalishini soat mili harakati yo‘nalishi bo‘yicha qabul qilamiz. Om qonuniga asosan:

$$I = \frac{\sum E}{\sum R} = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{110 - 48}{18 + 13} = 2\text{ A.}$$

EYuK Ye_1 ning yo‘nalishi tok I yo‘nalishi bilan bir xil bo‘lgani uchun Ye_1 musbat ishorada, Ye_2 yo‘nalishi esa tok I yo‘nalishiga teskari bo‘lgani uchun manfiy ishorada olindi. Tok yo‘nalishi ixtiyoriy qabul qilinadi. Agar topilgan tokning qiymati manfiy ishora bilan chiqsa, u holda tokning haqiqiy yo‘nalishi dastlab qabul qilingan tok yo‘nalishiga teskari yo‘nalgan bo‘ladi.

a va b nuqtalar orasidagi potentsiallar ayirmasi U_{ab} ni aniqlash uchun zanjirni adb qismini olib, unga zanjirning EYuK manbali qismi uchun Om qonuni qo'llaniladi:

$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_b - E_2}{R_2} = \frac{U_{ab} - E_2}{R_2} \quad (2.8), \text{ bundan}$$

$$U_{ab} = E_2 + R_2 I = 48 + 13 \cdot 2 = 74 \text{ B.}$$

Zanjirning asb qismi uchun esa

$$I = \frac{\varphi_b - \varphi_a + E_1}{R_1} = \frac{U_{ba} + E_1}{R_1}, \text{ bundan}$$

$$U_{ba} = -E_1 + R_1 I_1 = -110 + 18 \cdot 2 = -74 \text{ B.}$$

Demak, $U_{ab} = 74 \text{ B}$ yoki $U_{ba} = -74 \text{ B}$.

Kirxgof qonunlari

Har qanday elektr zanjiridagi jarayonlar Kirxgofning 1- va 2 - qonunlari bilan ifodalanadi.

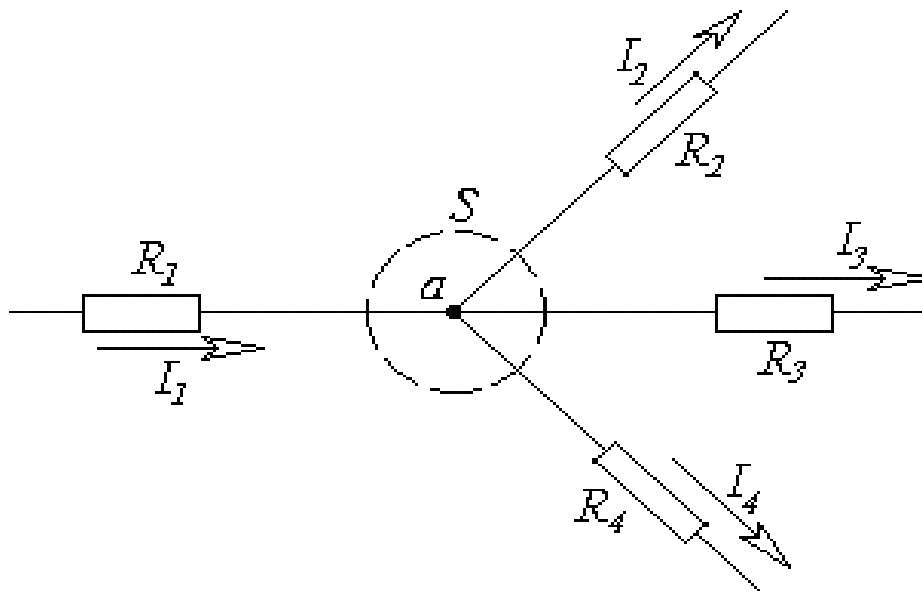
1-qonun. Kirxgofning 1 - qonuni zanjirning tugunlariga tegishli bo'lib, unga ko'ra zanjirning istalgan tugunida toklarning algebraik yig'indisi nolga teng bo'ladi, ya'ni:

$$\sum_{k=1}^m I_k = 0 \quad (2.8)$$

yoki elektr zanjirning istalgan tuguniga kiruvchi toklarning arifmetik yig'indisi shu tugundan chiquvchi toklarning arifmetik yig'indisiga tengdir, ya'ni:

$$\sum_{i=1}^m I_i = \sum_{j=1}^q I_j. \quad (2.9)$$

8–rasmda elektr zanjirning a tuguni ko‘rsatilgan. Agar a tugunga kiruvchi toklar musbat ishora bilan olinsa, tugundan chiquvchi toklar ishorasi manfiy olinadi (yoki aksincha).



2.8.-rasm

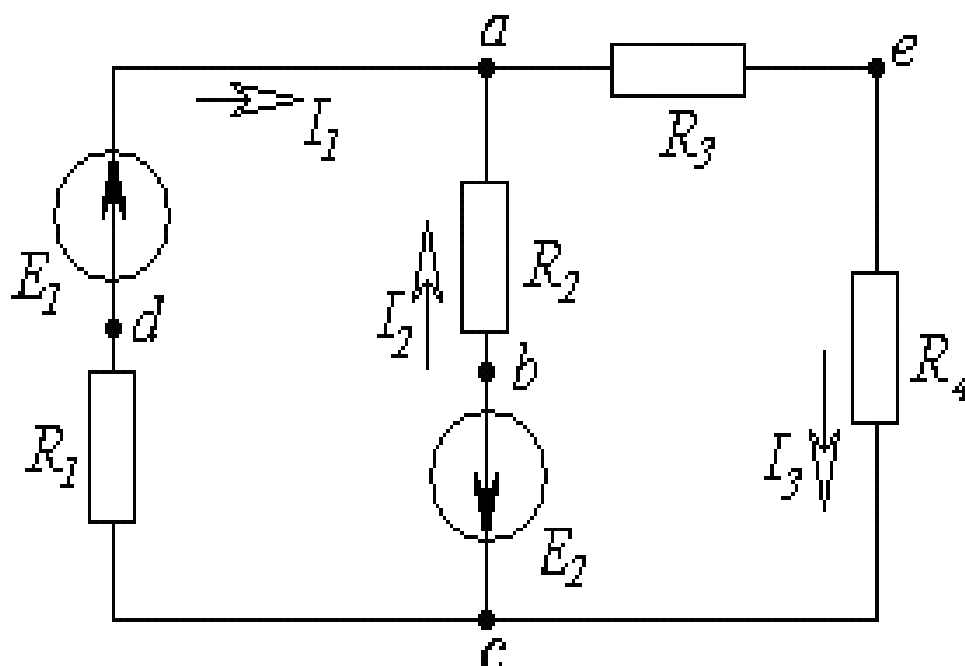
Kirxgofning 1 - qonuniga asosan:

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0 \text{ yoki } I_1 = I_2 + I_3 + I_4. (2.10)$$

Kirxgofning 1- qonunining fizik ma‘nosi: elektr zanjirining tugunida zaryadlarning harakati uzluksizdir va unda zaryadlar to‘planib qolmaydi.

2-qonun. Kirxgofning 2-qonuni zanjirning berk konturlariga tegishli bo‘lib, unga ko‘ra elektr zanjirining istalgan berk konturida kuchlanishlar tushuvining algebraik yig‘indisi shu konturdagi EYuKlarning algebraik yig‘indisiga teng, ya‘ni

$$\sum_{k=1}^n R_k I_k = \sum_{i=1}^m E_i .$$



2.9.-r

asm

Agar konturni aylanib chiqish yo‘nalishi bilan tok yoki EYuK yo‘nalishi bir xil bo‘lsa, u holda yig‘indiga tegishli tashkil etuvchilar «**musbat**» ishora bilan, aks holda esa «**manfiy**» ishora bilan kiradi.

Kirxgofning 2 - qonunini boshqa ko‘rinishda yozish ham mumkin: zanjirning ixtiyoriy konturida kuchlanishlarning algebraik yig‘indisi nolga teng:

$$\sum_{k=1}^n U_k = 0 \quad (2.10).$$

2.4. Bir fazali va uch fazali sinusoidal tok elektr zanjirlari

Amaliy elektrotexnikada asosiy rolni o‘zgaruvchan tok o‘ynaydi. Hozirgi vaqtga kelib deyarli barcha elektr energiya o‘zgaruvchan tok elektr energiyasi ko‘rinishida ishlab chiqariladi. O‘zgaruvchan tokni o‘zgarmas tokka nisbatan asosiy afzalligi-uni uzatishda kuchlanishni oson va kam isrof bilan o‘zgartirish imkoniyatidir. Bundan tashqari,

o'zgaruvchan tok generatorlari va motorlari o'zgarmas tok mashinalariga nisbatan tuzilishi sodda, ishlashda ishonchli va narxi arzon.

Sinusoidal tok va kuchlanishlarning amplitudasi, chastotasi va fazasi

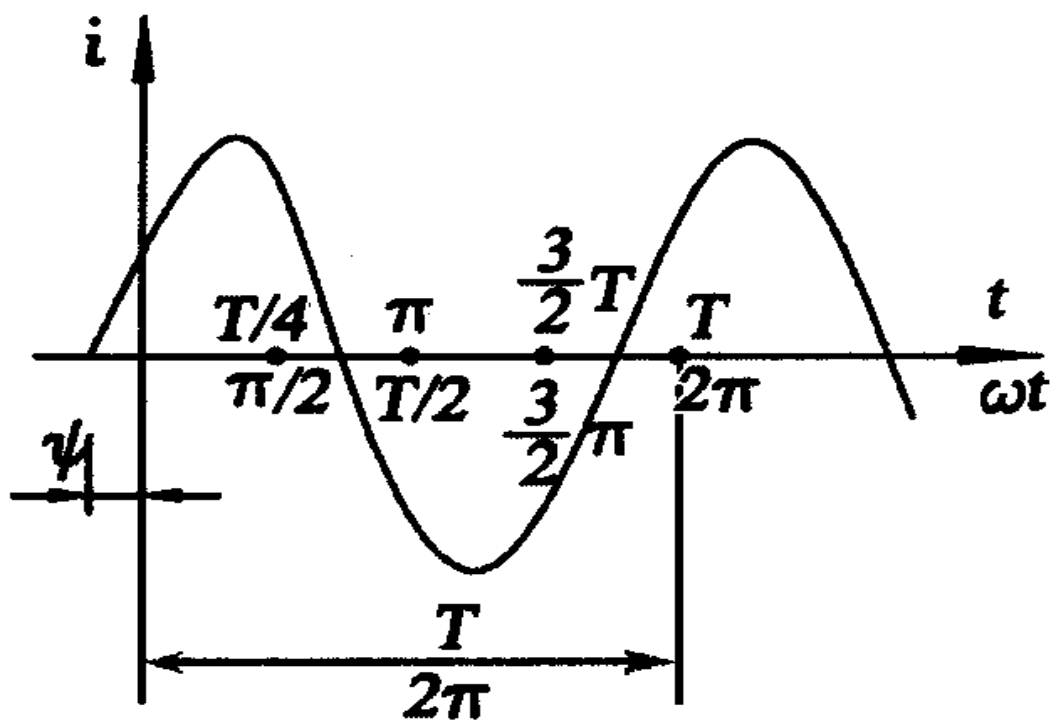
Yo'nalishi va kattaligi davriy ravishda o'zgarib turuvchi (elektr yurituvchi kuch) EYuK, tok va kuchlanish o'zgaruvchan EYuK, tok va kuchlanish deb ataladi. *Vaqt bo'yicha sinusoidal qonuniyat bilan o'zgaruvchan EYuK, tok va kuchlanish sinusoidal EYuK, tok va kuchlanish deb ataladi.* Sinusoidal tok quyidagicha ifodalanadi:

$$i = I_m \sin (\omega t + \psi_i) \quad (2.11),$$

bunda i - tokning oniy qiymati, I_m - tokning maksimal (amplituda) qiymati, ω - burchak chastota, ψ_i - boshlang'ich faza – fazaning $t = 0$ paytdagi qiymati. 10 – rasmda sinusoidal tokning to'liq diagrammasi keltirilgan.

Davr T – bu muayyan vaqt oralig'i bo'lib, tokning o'zgarishi takrorlanadi, ya'ni to'liq bitta to'liq o'zgarishi kuzatiladi. Bir sekunddagi davrlar *soni chastota* f deb ataladi. $f = 1/T$ (2.12).

$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ -o'zgaruvchan tokning *burchak chastotasi* rad/sek yoki sek⁻¹ da



2.10.-rasm

o'lchanadi. Sinusning argumenti, ya'ni $(\omega t + \psi_i)$ kattalik faza deb ataladi.

Faza tebranishning oniy t vaqtdagi holatini tasvirlaydi. Elektrotexnik qurilmalar uchun kuchlanishning chastotasi standartlashtirilgan. Yevropada va mustaqil davlatlar hamdo'stligi hududlarida 50 Gs, AQSh va Yaponiyada esa 60 Gs qilib qabul qilingan. Sanoatda maxsus maqsadlar uchun turli xil chastotali o'zgaruvchan toklardan keng foydalaniladi. Masalan, tezyurar yuritmalarda chastotasi 200-400 Gs, elektron qurilmalarda-500 Gs – 50 MGs va h.k. Radiotexnika, televideniya $3 \cdot 10^{10}$ Gs gacha va sanoat elektronikasining ko'p qurilmalarida nisbatan kichik miqdordagi energiyani elektromagnit to'lqinlar vositasida simsiz uzatish uchun yuqori chastotali o'zgaruvchan toklar zarur. *Har qanday sinusoidal o'zgaruvchan funksiya uchta kattalik bilan aniqlanadi: amplituda qiymati, burchak chastotasi va boshlang'ich fazasi.* Past chastotali sinusoidal EYuK va toklar sinxron

generatorlar yordamida hosil qilinadi. Yuqori chastotali sinusoidal EYuK va toklar esa yarim o‘tkazgichli generatorlar yordamida olinadi.

Uch fazali elektr zanjirlari

Elektr energiyasi asosan uch fazali manbalar, uzatish liniyalari va iste’molchilar yordamida ishlab chiqariladi, uzatiladi va iste’mol qilinadi. Bu holat uch fazali tizimlarni bir fazalilarga nisbatan quyidagi bir qator afzalliklari bilan izohlanadi:

1. Elektr energiyasi uch fazali toklar sistemasi ko‘rinishida uzatilganda bir fazali tok ko‘rinishida uzatilgandagiga nisbatan qariyb 50% rangli metallarni (o‘tkazgichlarni) tejash imkonini beradi;

2. Uch fazali toklar sistemasi tuzilishi jihatdan sodda, yaxshi ish xarakteristikalariga ega bo‘lgan, ishlashda ishonchli va arzon hamda bir necha 10 Vt dan 100 kVt va undan katta quvvatli motorlar, transformatorlar va boshqa qurilmalarni yaratish imkonini beradi;

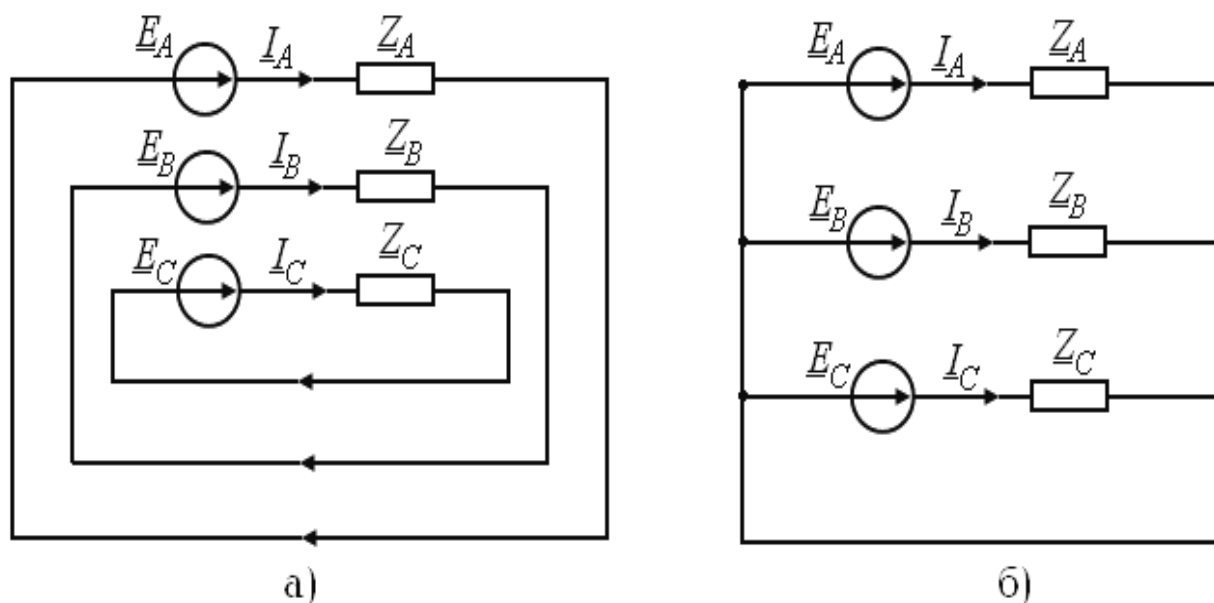
3. Uch fazali simmetrik va to‘rt simli nosimmetrik sistemada bir-biridan $\sqrt{3}$ ga farq qiluvchi ikkita kuchlanishlardan foydalanish mumkin bo‘ladi.

Uch fazali zanjirlarni hisoblash bir fazali sinusoidal tok zanjirlarini hisoblashga o‘xshash bo‘lsa-da, zanjirda boshlang‘ich fazalari har xil bo‘lgan bir nechta EYuK va toklar ishtirokini hisoblashni ancha murakkablashtiradi.

Uch fazali tizimlar. Uch fazali sinxron generator

Bir xil chastotali va fazalari bo‘yicha o‘zaro siljigan sinusoidal EYuK lar ta’sirida bo‘lgan uchta zanjirlar majmuasi sinusoidal tok uch fazali tizimlari deb ataladi. Agar uch fazali tizimni hosil qiluvchi

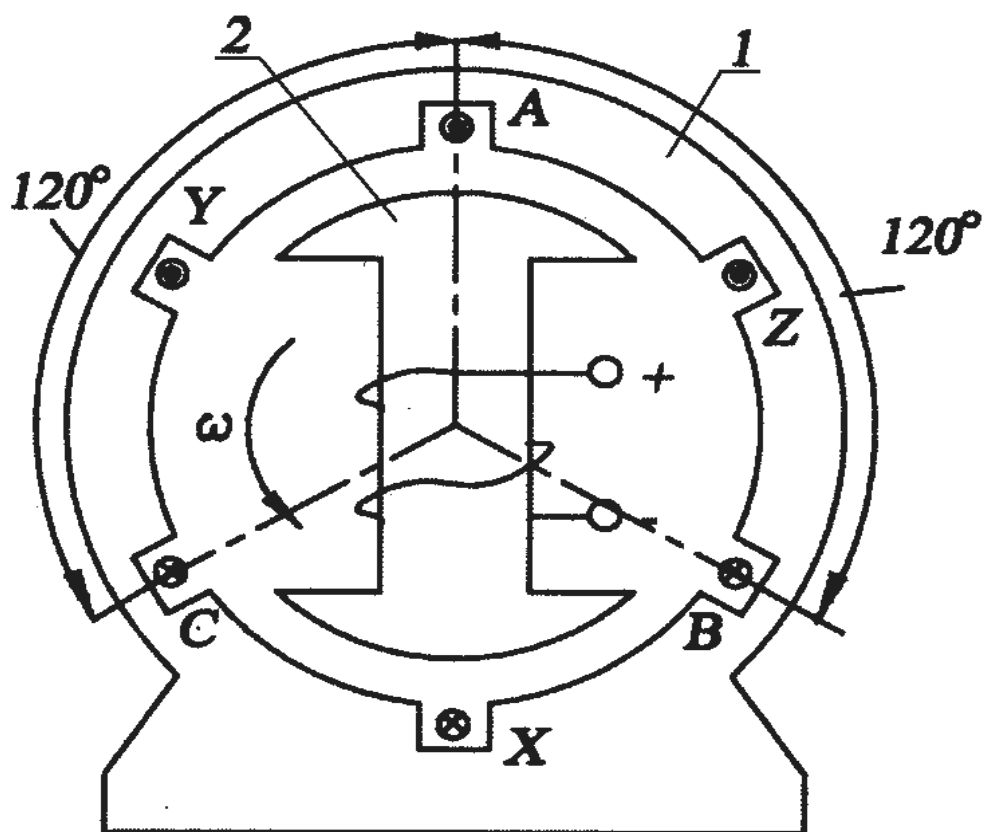
zanjirlar elektr jihatdan o‘zaro ulanmagan bo‘lsa, u holda bunday tizim bog‘lanmagan uch fazali tizim deb ataladi (11 a-rasm). Amaliyotda ko‘pincha bog‘langan uch fazali tizimlar qo‘llaniladi. Bunda toklarni manbaga qaytishi uchun uchta emas, balki ko‘pi bilan bitta simdan foydalaniladi (11 b-rasm).



2.11.-rasm.

Uch fazali tizimlarni birinchi bo‘lib mashhur rus olimi M. O. Dolivo-Dobrovolskiy (1862-1919) yaratgan. 1891 yilda bu olim uch fazali elektr toki tizimlarining barcha bo‘g‘inlari–elektr generatori, transformator va elektr motorlarni dastlabki modellarini yaratgan olimdir.

Uch fazali tok elektr energiyasi uch fazali sinxron generatorlar yordamida ishlab chiqariladi. Bu generator asosan ikkita qismdan - qo‘zg‘almas stator 1 va aylanuvchan rotor 2 dan iborat bo‘ladi (12-rasm).



2.12.-rasm

Rotor chulgʻami oʻzgarmas tok manbaidan taʼminlanadi va ushbu tok rotor va statorni kesib Oʻtuvchi doimiy magnit oqimini hosil qiladi. Statorda bir-biridan 120° ga siljigan uchta chulgʻam joylashtiriladi. 12-rasmda bu chulgʻamlar statorning uchta diametral qarama-qarshi pazlarida joylashtirilgan holatda koʻrsatilgan. Choʻlgʻamlar boshlari A, B, C, oxirlari esa X, Y, Z harflari bilan belgilanadi.

Elektromagnit induksiya qonuniga koʻra bu choʻlgʻamlarda qiymatlari teng va fazalari boʻyicha oʻzaro 120° (davrning uchdan bir boʻlagi)ga siljigan sinusoidal EYuK lar tizimi hosil boʻladi, yaʼni

$$e_A = E_m \sin \omega t \quad (2.13),$$

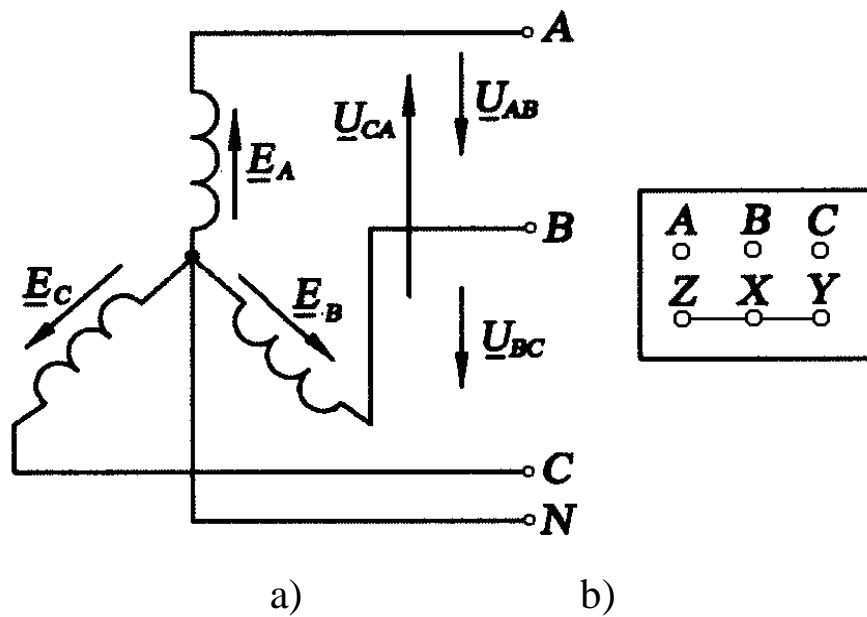
$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^{\circ}),$$

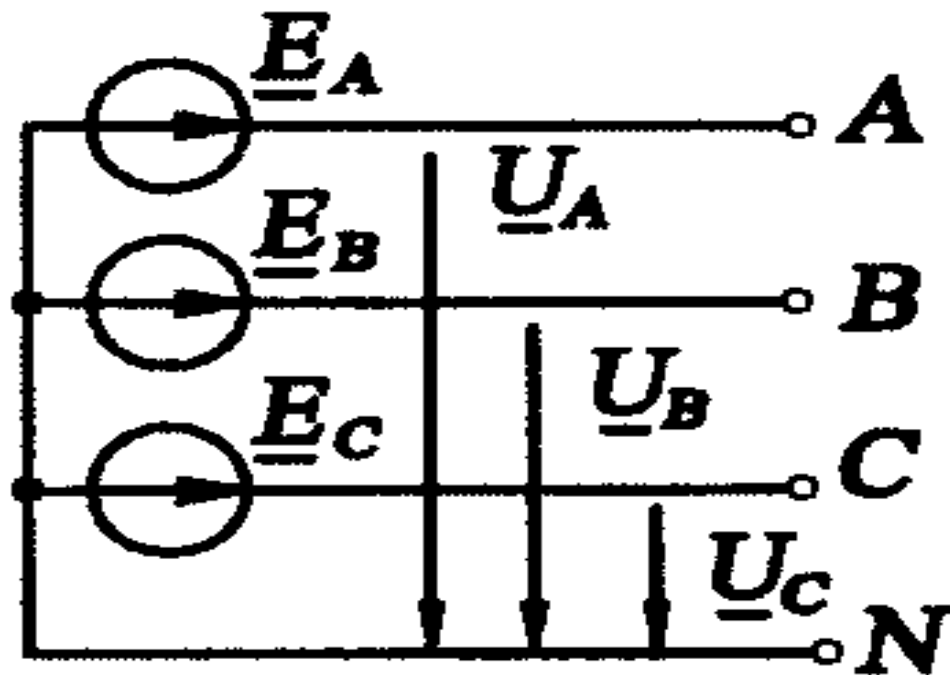
$$e_c = E_m \sin(\omega t - 240^\circ) \quad (2.14).$$

Uch fazali zanjirlarning ulanish sxemalari

Uch fazali zanjirlarda generatorlar, motorlar, transformatorlar cho'lg'amlari va iste'molchilar asosan yulduz va uchburchak sxemalari bo'yicha ulanadi.

Agar generator cho'lg'amlarining uchlari o'zaro ulansa, u holda yulduz sxema hosil bo'ladi (13 a-rasm). Buning uchun elektr mashina va transformatorlar cho'lg'amlari uchlarni sim bilan ulash yetarli bo'ladi (13 b-rasm).





v)

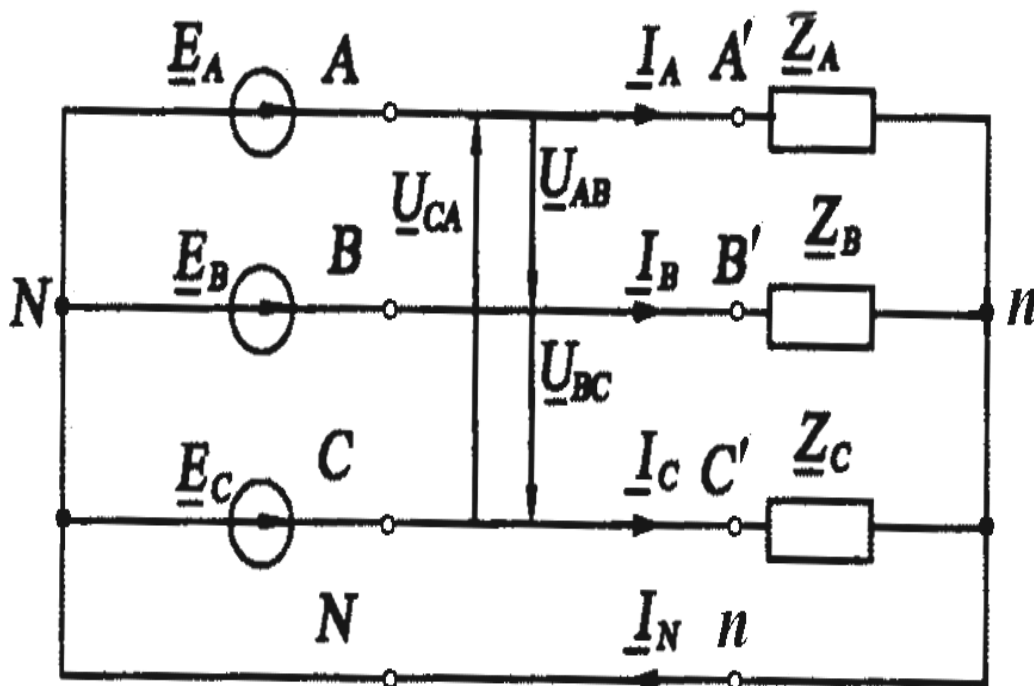
2.13.- rasm

Faza cho'lg'amlarining uchlari o'zaro ulangan umumiy nuqta generator neytral nuqtasi deb ataladi va N harfi bilan belgilanadi. Sxema ko'rinishini soddalashtirish maqsadida generator fazalarini o'zaro 120° burchak ostida emas, balki parallel joylashtiramiz (2.13. v-rasm).

Uch fazali zanjirda yuklama ham yulduz sxemasida ulanishi mumkin. Iste'molchilar fazalari O'zaro ulangan umumiy nuqta iste'molchilar neytral nuqtasi n , uni generator neytral nuqtasi bilan ulab turuvchi Nn sim neytral sim deb ataladi (2.14.- rasm). Neytral sim fazalar kuchlanishlarining o'zaro bog'liqsizligini ta'minlaydi.

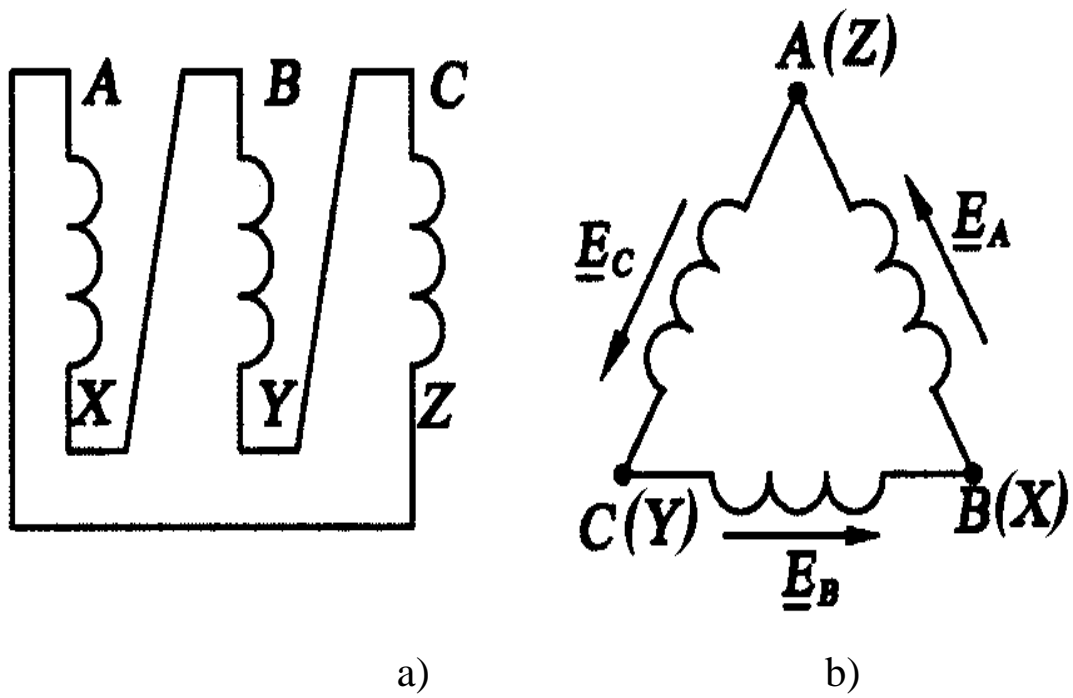
Generator va iste'molchi mos fazalarini ulovchi AA' , VV' , SS' simlar liniya simlari, ulardagi \underline{I}_A , \underline{I}_V , \underline{I}_S toklar esa liniya toklari deb ataladi. Liniya simlari orasidagi \underline{U}_{AV} , \underline{U}_{VC} , \underline{U}_{CA} kuchlanishlar liniya kuchlanishlari deb ataladi. Liniya simlaridagi toklarning musbat yo'nalishi generator (manba)dan yuklama (iste'molchi)ga tomon, neytral

simdagi tokning musbat yo'nalishi esa yuklamadan generator tomon olinadi. Generator faza chulg'amlaridan yoki iste'molchilardan o'tayotgan toklar faza toklari deb ataladi. 14-rasmdan ko'rinib turganidek, yulduz sxemada liniya toklari faza toklariga teng bo'ladi.



2.14-rasm

Uch fazali generator faza cho'lg'amlarini uchburchak sxemasi bo'yicha ulash uchun ular o'zaro ketma-ket ulanadi (2.15. a, b- rasm). Uchburchak ulanganda chulg'amlar berk kontur hosil qilsada, konturdagi tok nolga teng, chunki EYuK lar geometrik yig'indisi nolga teng bo'ladi.



2.15.-rasm

Uchburchak sxemasida faza kuchlanishi unga mos liniya kuchlanishiga teng, ya'ni $U_F = U_L$ bo'ladi.

Elektroenergetikada generator cho'lg'amlari hamda yuklamaning «yulduz-uchburchak», «uchburchak-yulduz», «yulduz-yulduz», «uchburchak-uchburchak» sxemalari keng qo'llaniladi.

Nazorat savollari

1. *Elektr energiyasini xarakterlovchi asosiy kattaliklarni ayting.*
2. *Elektr tokini o'lchov birliklarini sanab bering.*
3. *Elektr zanjiri va uning asosiy elementlari nimalardan iborat?*
4. *Elektrotexnikaning asosiy qonunlari Om va kirxgof qonunlarini tushintiriring.*

5. *Bir fazali sinusoidal tok elektr zanjirlari.*
6. *Uch fazali elektr toki zanjirlari va uning afzalligi.*
7. *Uch fazali elektr zanjirini ulanish sxemalarini tushintiring.*

3 –BOB.ELEKTR ENERGIYASI MANBALARI

3.1. Elektr energiya manbalari

Aloqa korxonalarini elektr energiya bilan ta'minlashda, avval uning elektr ta'minoti qurilmasi ishlab chiqiladi. Elektr ta'minoti qurilmasini ishlab chiqishda asosiy texnik ko'rsatkichlar talab qilinadi.

Elektr ta'minoti tizimlarini hisoblashda, texnik ko'rsatkichlari bilan birgalikda qo'yidagi ma'lumotlar ham ko'rsatiladi:

1. Loyihalashtirilayotgan qurilmaning vazifasi.
2. Elektr tarmog'ining nominal kuchlanishi va tok chastotasi.
3. To'g'rilangan kuchlanish va tokning nominal qiymatlari.
4. O'zgarmas kuchlanishning to'g'rilash oralig'i.
5. Yuklamadagi tok va tarmoq kuchlanishining o'zgarish chegaralari.
6. Chiqish kuchlanishining ruxsat etilgan o'zgarish chegaralari (to'g'rilagichlar va stabilizatorlar).
7. Nominal yuklamadagi to'g'rilagich va stabilizatorlar chiqishidagi ruxsat etiladigan pulsatsiya koeffitsienti.
8. Konstruktiv va ekspluatatsion talablar.
9. Iqlimiy shartlar (maksimal va minimal harorat, namlik va o'rab turgan atrof muxit).
10. Mexanik shartlar (vibratsiya, silkinish).

Elektr ta'minoti qurilmalarini loyihalashtirishda ratsional sxemalar tanlanadi, uning ko'rsatkichlari aniqlanadi, ekspluatatsion

xarakteristikasi, ishlab chiqish konstruksiyasi tanlanadi, massasi, xajm o'lchamlari va qurilmaning tannarxi aniqlanadi.

O'zgarmas kuchlanish manbalarini ishlab chiqarishda qo'yidagi loyihalashtirish ketma-ketligi tavsiya etiladi:

1. Qurilmaning tuzilish sxemalarini qurish (yoki blok sxemalar), qurilmaning tarkibini aniqlash.

2. Tuzilish sxemalarini hisoblash.

3. To'g'rilagich qurilmasining boshlang'ich hisobi (transformator, filtr).

4. To'g'rilagich va filtr sxemalarini tanlash.

5. To'g'rilagichni hisoblash.

6. Filtrni hisoblash.

7. Transformatorni hisoblash.

8. Ishga tushirish va rostlash qurilmasini hisoblash.

9. To'g'rilagich qurilmasining oxirgi hisobi.

10. Stabillash sxemasini hisoblash.

11. Iqtisodiy arzon elektr ta'minoti manbai sxemasini hisoblash.

12. Boshqarish sxemasini hisoblash.

13. Tashqi qurilmalar bilan moslashish sxemasini hisoblash.

14. Ta'minot manbaini samarador xarakteristikasi va texnik parametrlarini aniqlash.

15. Ta'minot manbaini iqtisodiy ko'rsatkichlarini baholash.

Barcha hisoblar qilingandan so'ng elektr ta'minot tizimining to'liq prinsipial elektr sxemasini elementlar ro'yxati bilan tuzish va konstruktorlik xujjatlarini va texnik shartlarini ishlab chiqish kerak bo'ladi.

Elektr ta'minoti manbalarining tuzilish sxemalari funksional elektrli, ekspluatatsiyaviy va konstruktiv-texnologiyali talablar asosida quriladi.

Elektron qurilmalar va ikkilamchi ta'minot manbalar iste'molchilari qo'p hollarda bir necha qurilma va bloklardan tashkil topadi. Bu qurilma va bloklar har xil nominallardagi tok va kuchlanishlarni talab qiladi. Shundan ma'lumki, ta'minot manbaini qurishning qo'yidagi uch asosiy yondashuvi mavjud:

- markazlashtirilgan elektr ta'minot manbai sxemasi;
- markazlashtirilmagan yoki taqsimlangan elektr ta'minot manbai sxemasi;
- har xil turdagi jamlangan elektr ta'minot manbai sxemasi.

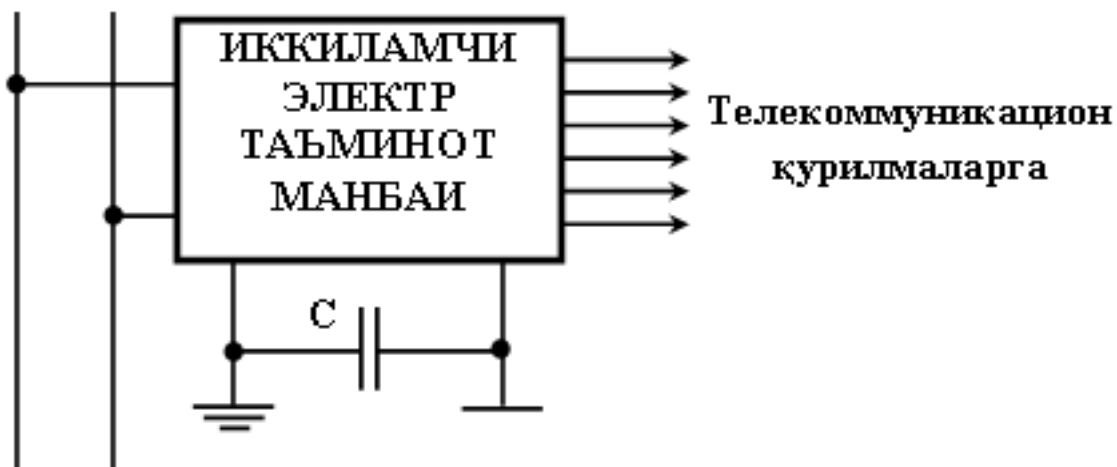
Markazlashtirilgan elektr ta'minot manbai sxemasida (16-rasm) hamma kuchlanishlar umumiy bitta blokda ishlab chiqarilib iste'molchilarga uzatiladi. Bunday markazlashtirilgan elektr ta'minot manbai sxemasi ixchamlashtirilgan qurilmalarda keng qo'llaniladi. Markazlashtirilgan ta'minot manbai sxemasi boshqa ta'minot manbai sxemalariga qaraganda ixcham va iqtisodiy arzon hisoblanadi. Lekin, markazlashtirilgan elektr ta'minotida o'tkazgichlardagi yo'qotishlar oshadi va umumiy manba orqali qurilmalar o'rtasida xalaqitli aloqa paydo bo'ladi.

Markazlashtirilmagan yoki taqsimlangan elektr ta'minot manbai sxemasida (3.2-rasm) alohida tugun va blok qismlarini energiya bilan ta'minlashda shaxsiy ta'minot manbalari qo'llaniladi yoki uning qismlari bo'lgan o'zgartirgichlar va stabilizatorlar markaziy taqsimlash qurilmasi orqali o'zaro bog'langan holda bo'ladi. Taqsimlangan elektr ta'minot manbai sxemasi afzalliklari qo'yidagilardan iborat:

- aloxida tugunlarning xalaqitlardan himoyalanganligi;
- turli iste'molchi qurilmalari uchun yuqori ta'minot xarakteristikalariga erishish mumkin.

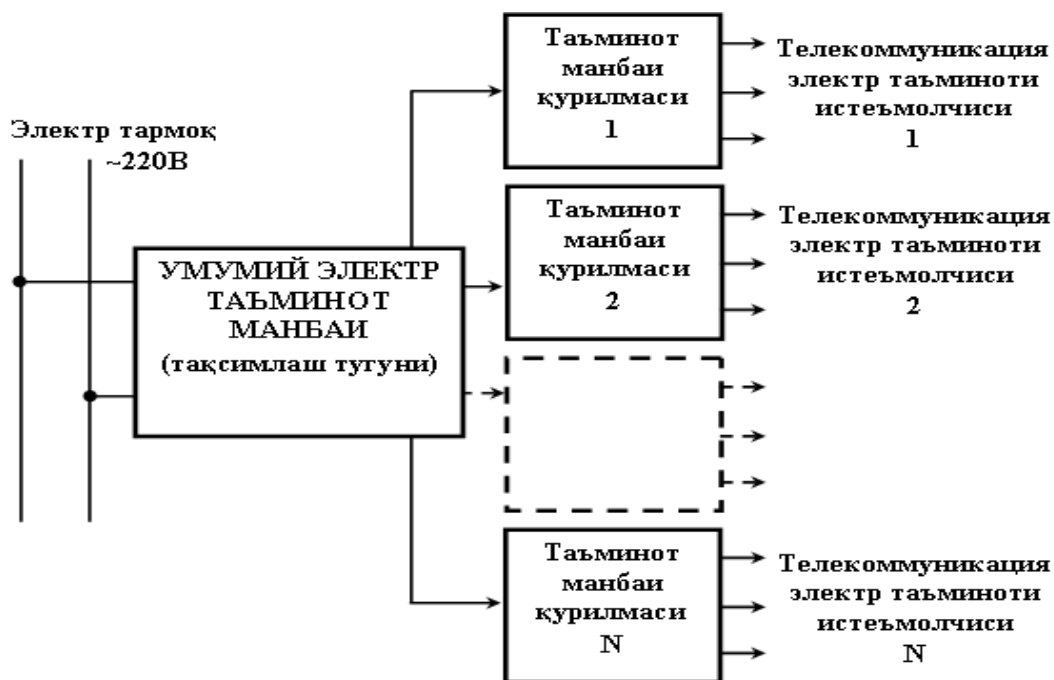
Электр тармоқ

~220В

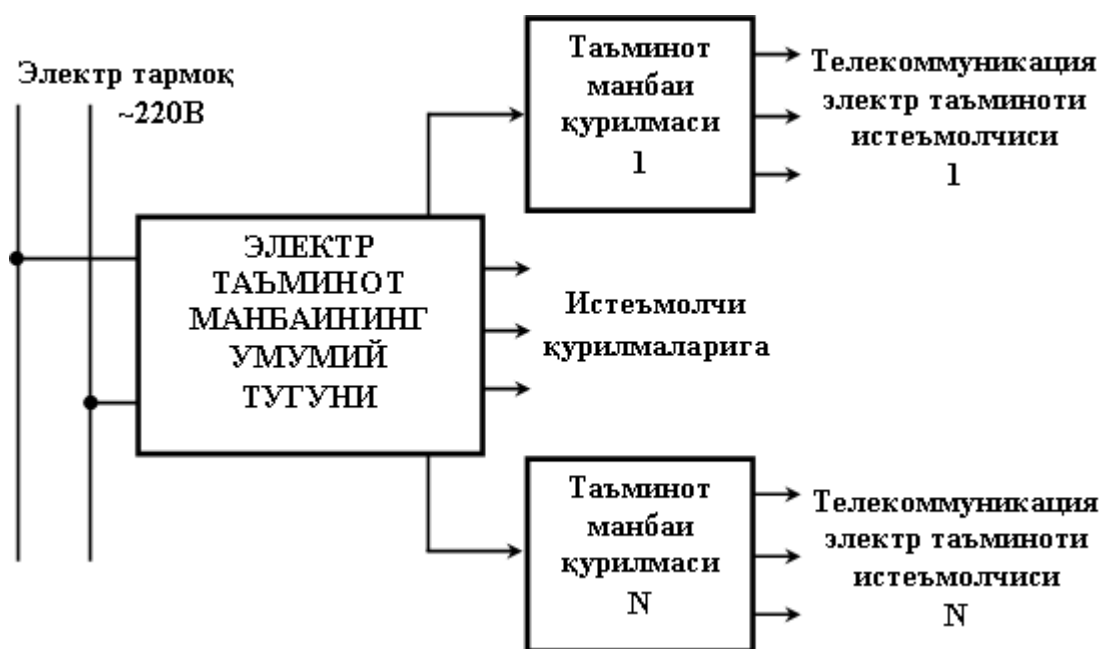


3.1.-rasm. Markazlashtirilgan elektr ta'minot manbai sxemasi

Har xil turdagi, jamlangan elektr ta'minot manbai sxemasida (18-rasm) ham yuqorida aytib o'tilgan markazlashtirilgan va taqsimlangan elektr ta'minot manbai sxemalaridagi jarayonlar bo'ladi. Bunda ayrim bloklar markazlashtirilgan elektr ta'minoti manбайдan elektr energiyasi bilan ta'minlansa, qolgan bloklar uchun esa alohida qo'shimcha stabilizatorlar, o'zgartirgichlar va boshqa elementlar ishlatiladi.



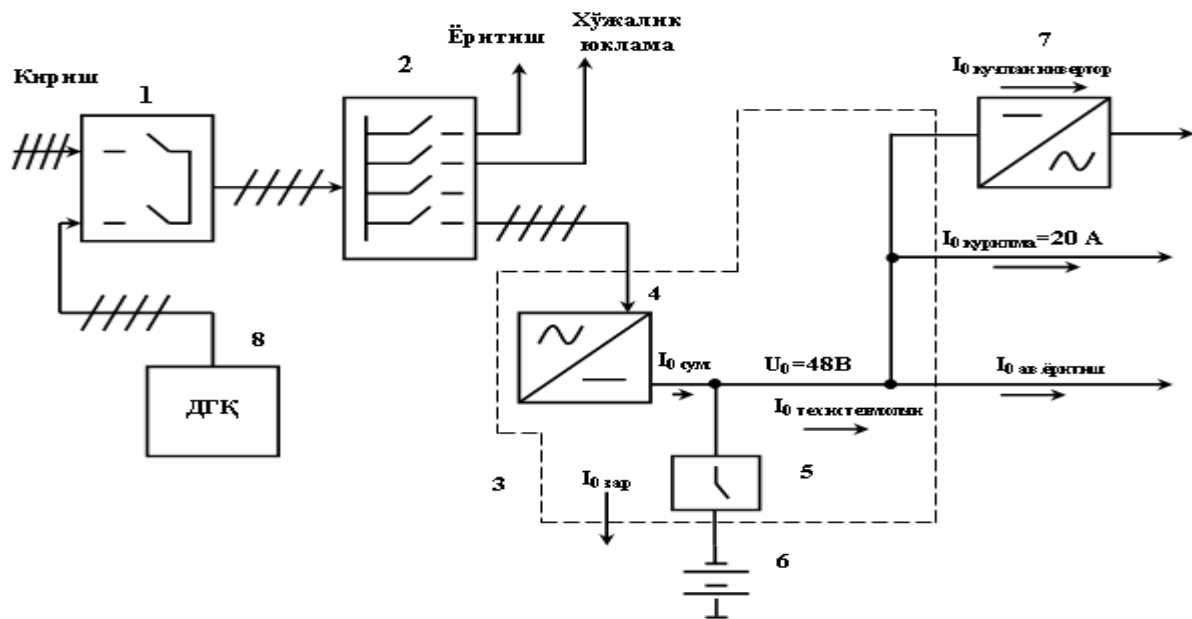
3.2.-rasm. Taqsimlangan elektr ta'minot manbai sxemasi



3.3.-rasm. Jamlangan elektr ta'minot manbai sxemasi

48 V kuchlanishli avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti manbalari

O'zgaruvchan tok energiyasi bilan birgalikda o'zgarmas elektr energiyasini ham iste'mol qiladi. Kurilmalar tomonidan elektr ta'minoti manbalariga qo'yiladigan talablar ortib bormoqda. Hozirda qurilmalar 24, 48, 60, 220, 380, 6000 va 1000 V kuchlanishlarda ishlaydi. 4-rasmda 48 v kuchlanishli avtomatlashtirilgan elektr ta'minotining funksional sxemasi keltirilgan. Birlamchi tarmoq kuchlanishi to'rtta o'tkazgichdan iborat bo'lib, u stansiyaning kirish-taqsimlash qurilmasiga (A,V,S uch fazali o'tkazgich va neytral o'tkazgich N) ulangan. Kirish-taqsimlash qurilmasiga (1) uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlab berish uchun zaxira dvigatel-generator qurilmasi ulangan. To'g'rilagich moduli (4) bir fazali to'g'rilagichlar guruhini tashkil qilib, kirish tarmog'ining neytral o'tkazgichlari va fazalaridan biriga, chiqishi esa nazorat va himoya akkumulator batareya bloki bilan bog'langan. Elektr ta'minoti qurilmasi chiqishlari iste'molchilarning talablariga mos ravishda taqsimlangan. Elektr energiyani taqsimlash qurilmasida o'lchash asboblari (ampermetr, voltmetr, vattmetr) o'rnatilgan bo'lib, u tarmoqdagi kuchlanishning pasayishi yoki ortishini avtomatik tarzda nazorat qilib turadi. Tarmoqda kuchlanish bo'lmagan vaqtida akkumulator batareyasi (6) bog'lash qurilmasi (5) orqali ishga tushadi.



3.4.-rasm. 48 V kuchlanishli avtomatlashtirilgan elektr ta'minotining funksional sxemasi

3.2. Elektr energiya manbalarining o'rni

Xalk xujaligi ko'p energiya talab qiluvchi soha bo'lib, tizimning ishlashiga ketadigan energiya uchun ko'p sarf talab qilinadi. Bunda, iste'mol qilinadigan energiyaning katta qismi sohaning texnologik jarayonlari (signallarni kuchaytirish va uzatish, tebranishlarni generatsiyalash, signallarni qayta ishlash, abonentlar orasidagi aloqani o'rnatish va h.k.) uchun sarf bo'ladi. Elektr qurilmalarining ish sifati ko'p jihatdan elektr energiyasi manbalarining ishonchliligi orqali aniqlanadi. Elektr ta'minot manbai ta'minot tarmog'idagi avariya holatida ham aloqa qurilmalarining uzluksiz ishlashini ta'minlashi talab qilinadi. Bu ikki omillar (energiya sarfi va energiya sifati) ham yirik aloqa tugunlari (telemarkazlar, telefon stansiyalari va h.k.), ham alohida elektron qurilmalar elektr ta'minoti manbalari, tizimlari elementlarini va tuzilmasini aniqlaydi.

ETM elektron qurilmalar, asboblar, tizimlarning tarkibiy qismi sifatida ko'p jihatdan ularning texnik tavsiflarini aniqlaydi. Hozirda zamonaviy kompyuterlar, elektron va optik tolali avtomat telefon stansiyalari (ATS) hajmining 20...30 foizini ETMlar tashkil qiladi, shuning uchun ularning kelajakda takomillashtirilishi ETMlarning takomillashtirilishiga bog'liq. ETMlar tavsiflarini keyingi yaxshilash yangi fizik samaralardan va elektron texnikaning yangi elementlaridan foydalanishni talab qiladi.

Yirik elektr ta'minoti tizimlari sohasida ularning takomillashtirishning eng ilg'or yo'nalishi metallarning ishlatilishini kamaytirish (ayniqsa qimmatbaho rangli metallarni) va energiyani o'zgartirishda quvvat isroflarini kamaytirish (foydali ish koeffitsientini oshirish) hisoblanadi. Afsuski, bunda ma'lum cheklashlar mavjud. Xususan, ATSlar elektr ta'minoti uchun 200...400 A tokli zamonaviy to'g'rilagichlar FIK i 90 foizlarga yetadi.

Fanni rivojlanishi elektron texnika yutuqlariga bog'liq. Binobarin, yarim o'tkazgichli texnikaning taraqqiyoti yarim o'tkazgichli asboblardagi nisbatan yuqori toklarda o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka o'zgartirish muammosini samarali yechishga imkon berdi. Aloqa sohasida ishlab chiqarishda to'liq kremniyli diodlar asosidagi to'g'rilash qurilmalarini ishlab chiqarishga o'tildi. Katta quvvatli tiristorli kalitlarning paydo bo'lishi to'g'rilagichlarni takomillashtirish, qurilmaning chegaraviy quvvatlarini oshirish, foydali ish koeffitsienti va ularni avtomatlashtirish darajasini oshirishga imkon berdi.

To'g'rilash texnikasining takomillashishi bilan bir qatorda o'zgarmas kuchlanishni o'zgaruvchan kuchlanishga va boshqa qiymatdagi

o'zgarmas kuchlanishga o'zgartirish ham rivojlandi. Bu yo'nalish boshqariladigan yarim o'tkazgichli kalitlar bo'lgan tranzistorlarga to'liq asoslandi. Bugungi kunda tranzistorlar tiristorlar bilan kommutatsiyalanadigan toklar qiymatlari bo'yicha raqobat qiladi, ularning ishlash tezligi esa tiristorlarga nisbatan ikki marta yuqori. Ko'p vaqt tranzistorlarning imkoniyatlari tok bo'yicha kichik kuchaytirish koeffitsienti qiymati va ularning kuchsiz yuklanish qobiliyati bilan chegaralandi. Maydoniy tranzistorlarning paydo bo'lishi va yangi texnologiyalarning o'zlashtirilishi boshqarish elementli quvvatli tranzistorlar, kuchlanish va tok bo'yicha yuklanishlardan himoyani o'z ichiga olgan "maqsadli" kalitlar va butun modullarni yaratish imkoniyatini berdi.

Bu texnologiya bo'yicha elektr ta'minoti tizimini modulli loyihalashtirishni ta'minlaydigan o'zgartirish qurilmalarining funksional jihatdan tugallangan qator ko'plab boshqarish va nazorat qilish qurilmalari ishlab chiqildi.

3.3. Birlamchi va ikkilamchi elektr ta'minoti manbalari

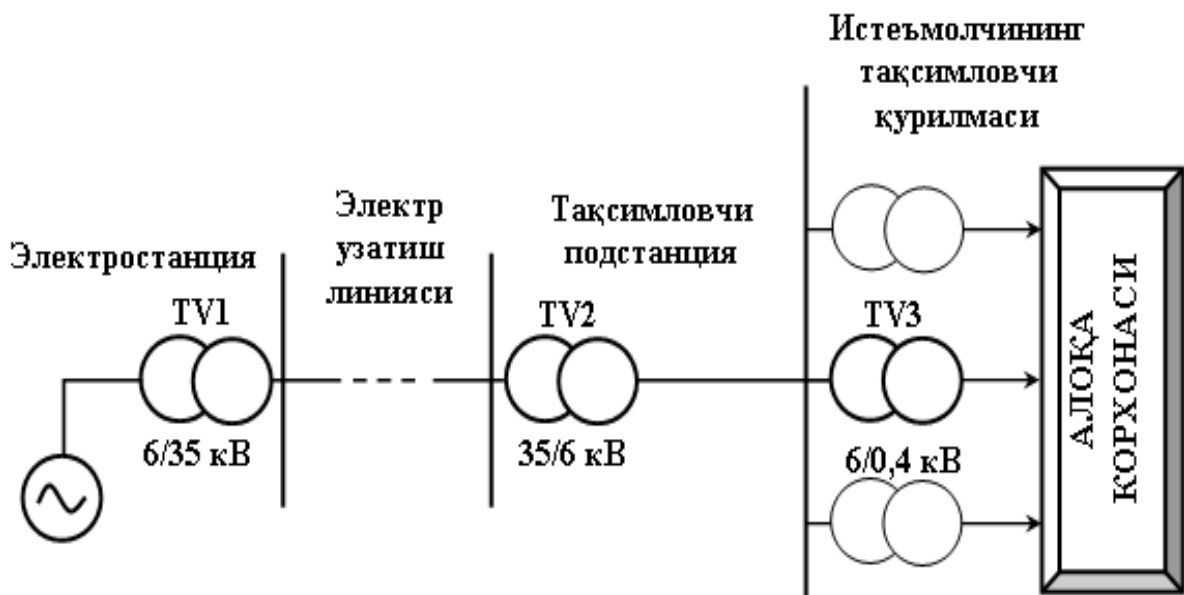
Elektr energiya manbalari birlamchi (BTEM) va ikkilamchi elektr ta'minoti manbalariga (IETM) bo'linadi.

BETMlarga har xil turdagi energiyalarni (mexanik, issiqlik, kimyoviy, quyosh va h.k.) bevosita elektr energiyasiga aylantiruvchi o'zgartirgichlar kiradi, ya'ni elektromashina generatorlari, galvanik elementlar, quyosh batareyalari va h.k.

IETMlarga bir turdagi elektr energiyani ikkinchi turdagi elektr energiyasiga aylantirib beruvchi o'zgartirgichlar (transformatorlar, to'g'rilagichlar, stabilizatorlar, IETMlar va h.k.) kiradi.

Elektr ta'minoti asosan energiya tizimi yoki mahalliy elektrostansiya orqali amalga oshiriladi. Korxonalari apparaturalarining elektr ta'minoti turli elektr ta'minotini amalga oshiruvchi inshootlar majmuasi bo'lgan elektr qurilma orqali amalga oshiriladi. Korxonada elektr qurilmasi tarkibiga transformator podstansiyasi va elektr ta'minot tizimi kiradi.

Elektr energiyasi ta'minoti tizimi bu o'zaro elektr tarmoq liniyalari orqali bir-birlari bilan bog'langan, elektrostansiyalar, podstansiyalar va elektr energiya qabullagichlari majmualari to'plamidir.



3.5.-rasm. Elektr energiyasi tizimining tuzilish sxemasi

Elektr energiyasi tizimining tuzilish sxemasidan ko'rinib turibdiki, elektrostansiyada generator ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi TV1 transformator yordamida 6 kVli kuchlanishdan 35 kVli

kuchlanishgacha orttiriladi va elektr uzatish liniyasi orqali TV2 taqsimlovchi podstantsiyaga beriladi. Bu transformator orqali 35 kVli kuchlanish 6 kVli kuchlanishgacha pasaytiriladi va iste'molchining (aloqa korxonasi) TV3 transformatorlariga uzatiladi. TV3 transformator yordamida 6 kVli kuchlanish iste'molchi uchun zarur bo'lgan 380/220, 220/127 Vli kuchlanishlarga aylantiriladi. Ko'rinib turibdiki, elektr energiyasi iste'molchiga yetib kelguncha uch marotaba o'zgartirilmoqda. Amaliyotda o'zgartirishlar soni bundan ham ko'p bo'lishi mumkin.

Nazorat savollari

- 1. Elektr energiyasining asosiy manbalari*
- 2. Elektr tarmog'ining nominal kuchlanishi va tok chastotasi.*
- 3. Elektr energiya manbalarining o'rni va ahamiyati*
- 4. Birlamchi va ikkilamchi elektr ta'minoti manbalarining asosiy ko'rsatkichlari*
- 5. 48 V kuchlanishli avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti manbalari.*
- 6. Elektr energiyasi tizimining tuzilish sxemasini tushintiring.*

4 -BOB. ELEKTR ENERGIYASI MANBALARI TURLARI

4.1.Qayta tiklanuvchi energiya manbalari Biror jism (qattiq, suyuq va gaz holatida) o‘z energiyasini, energiyani boshqa turiga aylantiruvchi moslamaga uzatib yana harakatda bo‘lsa hamda o‘z energiyasini hohlagan marta uzatib o‘zi yo‘qolib ketmasa bunday manbaga **qayta tiklanuvchi energiya manbalari** deyiladi (shamol, quyosh, suv sathining ko‘tarilib tushishi, to‘lqinlar, kichik- va mini-hamda mikroGESlar, geotermal, kosmik, bioyoqilg‘i, vodorod va kvant).

Qaytalanmaydigan energiya manbalari. Organik yokilg‘ilardan bir marta foydalanilgandan so‘ng undan qayta foydalanib bo‘lmaydi. Shuning uchun ularni **qaytalanmaydigan energiya manbalari** ham deb ataladi (organik yoqilg‘ilar-neft mahsulotlari, toshko‘mir va boshqa har xil qattiq yoqilg‘ilar, gaz, atom va boshqalar).

An’anaviy energiya manbalari. Amaliy jihatdan boshka energiya turlariga qaraganda elektr energiyasi olish oson va ishlab chiqilgan elektr energiyani uzoq masofalarga uzatish imkoni bo‘lgan manbalariga ana’naviy energiya manbalari deyiladi (organik yoqilg‘ilar-neft mahsulotlari, toshko‘mir va boshqa har xil qattiq yoqilg‘ilar, gaz, atom va boshqalar).

Noan’anaviy energiya manbalari. Organik yoqilg‘ilarda ishlaydigan ana’naviy energiya manbalari o‘rnini bosib elektr energiyasi (yoki boshqa zarur turdagi energiya) olish imkonini beradigan, hozircha keng

qo'llanilmaydigan usul, qurilma yoki inshootlarga noana'naviy energiya manbalari deyiladi (shamol, quyosh, suv sathining ko'tarilib tushishi, to'lqinlar, kichik- va mini- hamda mikroGESlar, geotermal, kosmik, bioyoqilg'i, vodorod va kvant).

4.2. Issiqlik, gidravlik va gidroakkumulyatsion, to'lqinlar, geotermal, atom, quyosh, shamol, biomassa va boshqa energiya turlari

Issiqlik elektrostansiyalari (IES), organik yoqilg'ilar (ko'mir, neft mahsulotlari va gaz)ni yoqish natijasida hosil bo'ladigan issiqlik energiyasini elektroenergiyaga aylantirib beruvchi energetik agregatlardir. Organik yoqilg'ilardan bir marta foydalanilgandan sung undan qayta foydalanib bo'lmaydi.

Shuning uchun ularni qaytalanmaydigan energiya manbalari ham deb ataladi.

Qaytalanmaganligi uchun ulardan tejab-tergab foydalanish xamda ularning o'rmini bosadigan boshqa arzon elektroenergiya olish mumkin bulgan usullardan foydalanish lozim. Shuning bilan bir katorda, issiklik elektrostansiyalarinig chiqindilari atrof-muhitga katta zarar etkazadi.

Atom elektrostansiyalari (AES), atom (yadro) energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi. Atom reaktori energiya generatori hisoblanadi. AES yadro yoqilg'isi (uran, plutoniy va boshqalar)da ishlaydi. Yadro yoqilg'isining zahiralari organik yokilg'ilar zahiralaridan katta miqdorda ko'pdir.

Suv energiyasi. Gidroelektrostansiyalar (GES) – gidrotexnik inshootlar va energetik jihozlar majmuasidan iborat bo'lib, ularning yordamida suv oqimi energiyasi elektr energiyasiga aylantirib beriladi.

GESlarni qurish natijasida ham atrof muhitga zarar yetkaziladi: daryolar oqimi to‘silishi bilan ularning o‘zani o‘zgarib ketadi, juda katta maydonlar suv ostida qoladi, flora va faunaga katta zarar yetkaziladi. Issiqlik energetikasiga qaraganda suv oqimi energiyasining asosiy xususiyatlaridan biri, uning qaytalanib turishidir.



3.1.-rasm. Katta bosimli GES (gidroelektr stansiyasi)

GESlarning yana bir turi, nasos va turbinalar bir-biriga joylashtirilib ishlatiladigan **gidroakkumulyatsion GESlardir**. Bunday GESlarning yuqori befi suv ombori yoki daryo bo‘lishi mumkin. Yuqori bef sifatida yuqorida joylashgan ko‘l (oqmaydigan) yoki maxsus sun‘iy qurilgan kichik suv ombori bo‘lishi mumkin.

To‘lqinlar energiyasi. To‘lqinlar energiyasi ikki turga bo‘linadi: to‘lqinlar energiyasi va suv sathining ko‘tarilib-tushish energiyasi. Okean va dengizlardagi to‘lqinlar energiyasidan foydalanish, K.Ye.Sialkovskiy

tomonidan 1935 yilda taklif qilingan. 1985 yilda dunyoda birinchi marta Norvegiyada 850 kVt quvvatli to‘lqinlar elektrostansiyasi ishga tushirilgan. Hozirgi kunda dunyodagi barcha to‘lqinlar elektro-stansiyalari ishlab chiqaradigan quvvat, dunyoda ishlab chiqariladigan quvvatning 1 % ni tashkil qiladi.

Kam quvvat ishlab chiqarilishining asosiy sababi, uning juda qimmatligidir.

Quyosh, yer va oyning bir chiziqda turib qolgan vaqtida okean va dengizlardagi suv sathlari ko‘tariladi va so‘ng pasayadi. Mana shu tabiatda sodir bo‘ladigan jarayondan foydalanib ham elektr energiyasni hosil qilish mumkin. n. Buning uchun dengizning biror qo‘ltig‘i to‘g‘on bilan berkitiladi. Suv sathi ko‘tarilganda, to‘g‘on tanasiga joylashtirilgan gidroagregatlardan suv qo‘ltiqqa o‘tadi va ma’lum miqdorda elektr energiyasi ishlab chiqariladi. Dengizdagi suv sathi tushganda qo‘ltiqdagi suv dengizga gidroagregatlardan o‘tkaziladi va yana ma’lum miqdorda elektroenergiya ishlab chiqariladi. Shunday qilib sikl takrorlanayveradi.

Geotermal energiya. Yer qa’rida juda katta issiqlik miqdori mavjud. Undan juda arzon va ekologik zararsiz bitmas-tuganmas energiya olish mumkin. Hisoblarga ko‘ra, yer bag‘rida to‘plangan issiqlikdan olinadigan energiya, yer yuzidagi hamma organik yoqilg‘i zahirasidan olnadigan energiyadan bir necha barobar ko‘p ekan. Ammo issiqlik energiyasi faqatgina yer ostidagi qaynoq suvlardan olinadi xolos.

Shamol energiyasi. Bug‘ dvigatellari paydo bo‘lguncha, Angliya, Germaniya, Fransiya, Daniya, Gollandiya va boshqa mamlakatlarda shamol energiyasidan juda katta masshtabda sanoatda va qishloq xo‘jaligida ko‘llanib kelingan. Shamol energiyasidan foydalanish bo‘yicha

olib borilayotgan hozirgi ishlar, katta alohida shamol generatorlari yaratish va ularning energiyasidan ishlab turgan energiya tarmoqlariga ulashdan va asosiy tarmoq sifatida foydalanishdan iboratdir.

Quyosh energiyasi. Quyosh radiatsiyasining energiyasini doimiy elektroniga aylantirish mumkin. Buning uchun yupqa kremniy plyonkalari boshqa biror yarim o'tkazgich materialdan foydalaniladi. Fotoelektrik energiyaga aylantirishning potensial qulayliklari:

- harakat qiluvchi qismlarning yo'qligi;
- ishlash muddati 100 yildan ortiq;
- ekspluatatsiya qilishning soddaligi, quyosh radiatsiyasidan samarali foydalanish mumkinligi.

Ammo bu usulda energiya ishlab chiqarish an'anaviy energiya ishlab chiqarishdan 75 martadan ko'p qimmatroqdir. Shuning uchun hozirgi vaqtda arzonroq elektr energiya ishlab chiqaruvchi qurilmalar ustida ish olib borilmoqda. Masalan, kremniy o'rniga arsenid galliy qo'llanilmoqda.



3.2.-rasm. Shamol generatori qurilmasi va elektr stansiyalari



Quyosh energiyasidan olinadigan elektr energiyasining har xil turdagi iste'molchilari ko'rsatilgan.

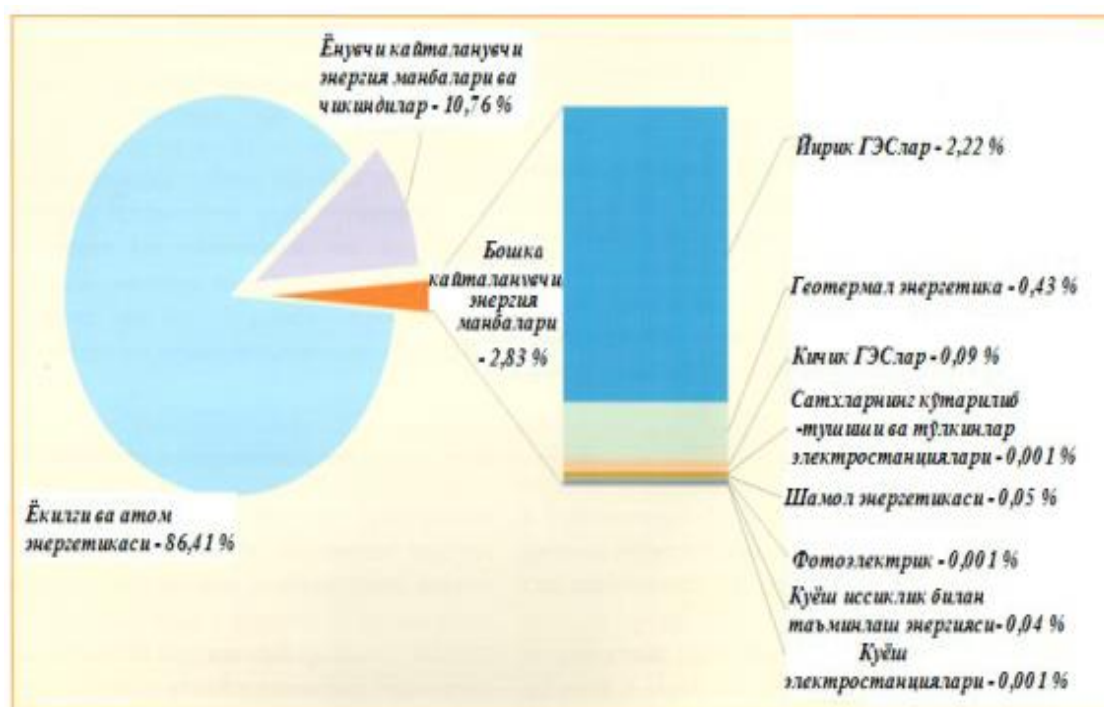


3.3.-rasm.Quyosh elektr stansiyasi.

4.3. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari hamda ularning dunyo mamlakatlarida qo'llanilayotgan turlari.

Hozirgi kunda energiya iste'mol qiluvchi barcha sohalarning organik yoqilg'ilardan foydalanishi tufayli atrof muhit ifloslanmoqda. Natijada tabiatning flora va faunasida salbiy o'zgarishlar yuz bermoqda. Odamlar va hayvonot dunyosida har xil yangi turdagi kasalliklar paydo bo'lmoqda. Shuning uchun insoniyat oldida turgan jiddiy muammolardan biri, barcha turdagi energiya iste'mol qiluvchilarni toza ekologik energiya bilan ta'minlashdir.

Ekologik toza energiyani faqatgina tabiatda mavjud bo'lgan energiya manbalaridan olish mumkin. Shuning uchun bunday manbalarni noana'naviy va qaytalanuvchi energiya manbalari deyiladi. Hozirgi kunda dunyodagi barcha rivojlangan mamlakatlarda energiyaning bunday turlaridan foydalanib har xil energiya turlarini ishlab chiqarishga kirishilgan.



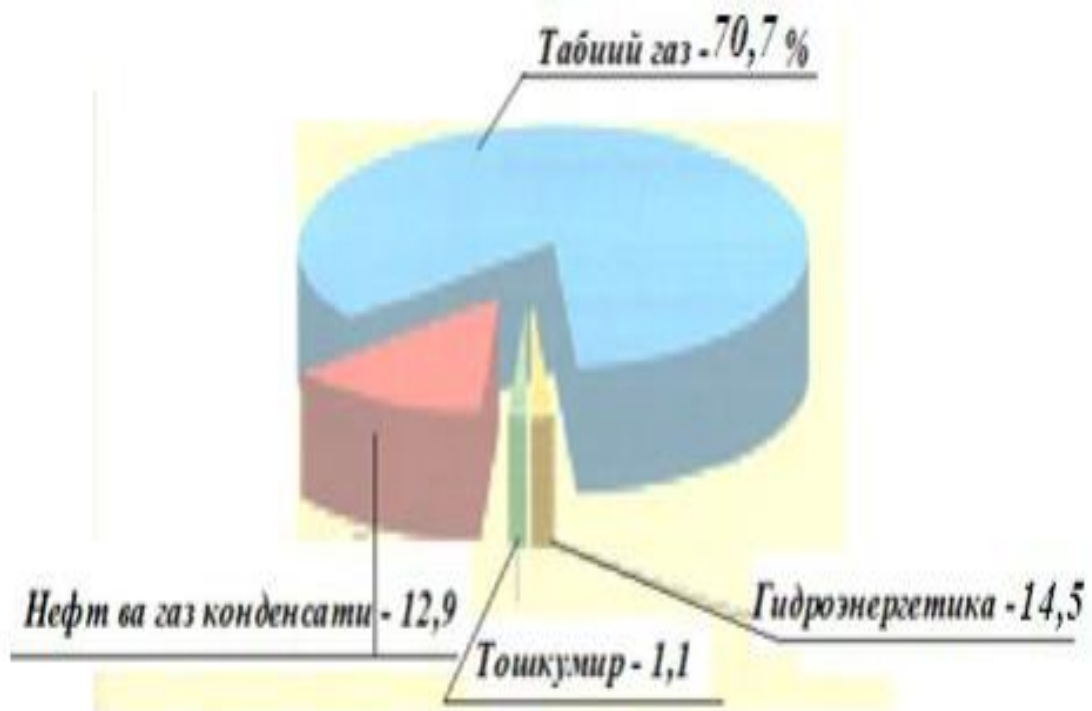
3.4.-rasm. Jahonda energiya etkazib berish sxemasi

Dunyodagi rivojlangan malakatlar foydalanayotgan noana'naviy va qaytalanuvchi energiya manbalari turlariga quyidagilarni kiritish mumkin:

- quyosh energiyasi;
- shamol energiyasi;
- gidroenergetika (o'rta-, kichik- va mikrogidroenergetika);
- to'liqlar energiyasi;
- suv sathlarinig ko'tarilib-tushish energiyasi;
- okean va dengizlardagi har xil oqimlar energiyasi;
- geotermal suvlar va geyzerlar energiyasi;
- biomassa energiyasi;
- shahar chiqindilari energiyasi;
- chorvachilik va parrandachilik fermalari chiqindilari energiyasi;
- yer ostidan issiqlik nasoslari orqali olinadigan energiya.

4.4. O'zbekistonda mavjud bo'lgan noan'anaviy energiya manbalari

Hozirgi kunda jamiyatning rivojlanishini uning energiya bilan ta'minlanganligi belgilaydi. Ammo energiya iste'molining kundan-kunga oshib borishi hamda uni ishlab chiqarish uchun organik yoqilg'ildan foydalanish, atrof-muhitni global ifloslanishiga olib kelmoqda va natijada insoniyat hayotiga jiddiy xavf solmoqda. Shuning uchun hozirgi kun energetikasining dolzarb masalalaridan biri, ekologik toza, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishdir.



3.5.-rasm. Respublikamizda organik yoqilg'ilar va suv energiyasidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining miqdori (foizda).

Bugungi kunda Respublikamizda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining 84,7% organik yoqilg'ilardan foydalanadigan issiqlik elektrostansiyalarida ishlab chiqariladi. Umumiy ishlab chiqariladigan energiyaga nisbatan atigi 14,5% elektr energiyasi GESlar yordamida ishlab chiqariladi. Kelajakda O'zbekiston Respublikasida qaytalanuvchi energiya manbalaridan quyidagi miqdorda foydalaniladi:

- quyosh energiyasidan 98,8 % ;
- gidroenergetikadan 1,0 % ;
- shamol energiyasidan 0,2 % .



3.6.-rasm. O‘zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalarining texnik imkoniyatlari sxemasi

Nazorat savollari

1. *Elektr energiyasi manbalarining turlari*
2. *Qayta tiklanuvchi energiya manbalari.*
3. *Issiqlik, gidravlik va gidroakkumulyatsion energiya turlari.*
4. *To‘lqinlar, geotermal, atom, quyosh, shamol, biomassa energiya turlari.*
5. *Noana’naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalarining turlari.*
6. *Noana’naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalarining dunyo mamlakatlarida qo‘llanilayotgan turlari*
7. *O‘zbekistonda mavjud bo‘lgan noan’anaviy energiya manbalari haqida nimalarni bilasiz?*

5-BOB. SHAMOL VA QUYOSH ENERGIYASI MANBALARI

5.1. Quyosh energiyasi va undan foydalanish asoslari, amaliyoti hamda kelajagi

Insoniyat paydo bo'lgandan buyon quyoshga sig'inib kelgan, uni xudo o'rnida ko'rganlar. Chunki u xaqiqatdan xam yer yuzidagi hayotning manbaidir. Qadimgi Misr fir'avinlaridan biri (Nefertitining eri) exnaton ismini qabul qilgan (Atonga – quyoshga sajda qiluvchi), ya'ni exnaton - tabiiy termoyadro reaktoriga sajda qilgan. Quyoshdagi energiyani hosil bo'lishi – termoyadro reaksiyasi tufaylidir.

Quyosh nurlari – bu vodorodning 4 dona va geliyning bir dona atomining qo'shilganidan hosil bo'ladi.

Termoyadro reaksiyasi Quyoshning ichida temperatura $T_0=20 \text{ mln.S}^0$ ga yetganda boshlanadi. Shuning uchun termoyadro energiyasi yer yuzidagi barcha energetik resurslarning dastlabki manbai hisoblanadi; ko'mir, neft, gaz; gidroenergiya; shamol va okeanlar energiyasi.

Quyosh yer yuzida barcha energiya turlarining manbai hisoblanadi. Quyosh har sekundda o'rtacha 88×10^{24} kaloriya issiqlik yoki 368×10^{12} TVt energiya tarqatadi. Ammo bu energiya miqdorining atigi $2 \times 10^{-6} \%$, ya'ni 180×10^6 TVt miqdorigina yer yuzasiga etib keladi. Shu miqdor ham yer yuzidagi barcha doimiy energiya ishlab chiqaruvchi qurilmalarning energiyasidan taxminan 5000 barobar ko'pdir.

5.2. Quyosh energiyasi kadastri

Quyosh radiatsiyasi oqimi hamda tushayotgan energiya yig'indisi to'g'risidagi ma'lumotlar quyosh kadastri deb hisoblanadi. Quyosh kadastri to'g'risidagi ma'lumotlar quyidagi ko'rsatgichlarga asosan yig'iladi:

- quyosh radiatsiyasining gorizontal tekislikka tushayotgan oylik va yillik yig'indilari;

- gorizontal tekislikka to'g'ri normal-urina holatida tushayotgan quyosh nurlari;

- quyoshning nur sochish vaqti.

Umuman quyosh radiatsiyasi oqimi hamda tushayotgan energiya yig'indisi to'g'risidagi ma'lumotlarni quyidagi usullar bilan olish mumkin:

- aniq geografik nuqtadagi ma'lumotlarni hisoblash yo'li-analitik usul bilan;

- qisqa muddatda aniq geografik nuqtada, asbob va jihozlar bilan o'lchash orqali, to'g'ridan-to'g'ri ma'lumot olish bilan;

- qabul qilingan yagona usul bilan ko'p yillik o'lchashlar o'tkazgan meteorologik stansiyalarining ma'lumotlari yig'ilgan ma'lumotnomalardan ma'lumot olish bilan.

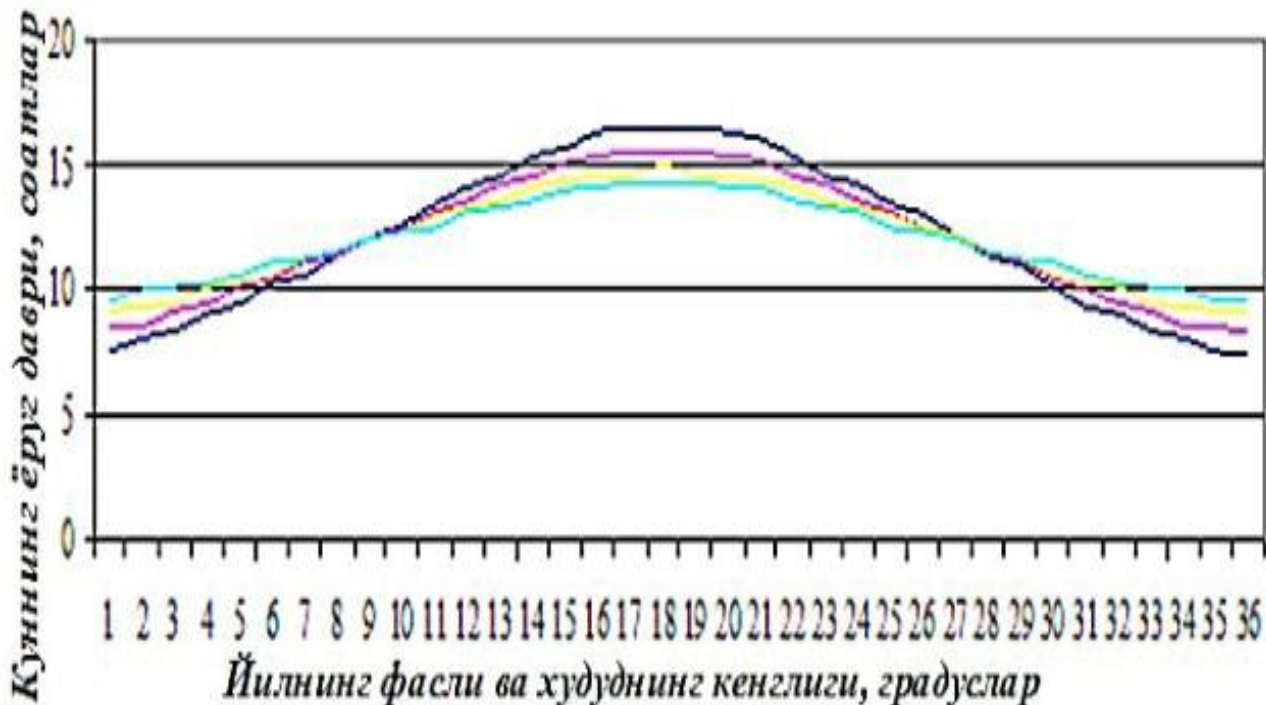
Quyosh energiyasidan foydalanishni hisoblashda asosan, quyosh nurining 1m^2 maydonga berayotgan energiya miqdori hisobga olinadi. Koinotning atmosfera qatlamidan yuqori qismiga tushayotgan quyosh radiatsiyasining energiyasi $1,395\text{ kVt/m}^2$ ni tashkil qiladi va bu miqdor quyosh doimiysi deb ataladi. Ammo bu miqdor yer yuzasiga yetib kelguncha har xil qarshiliklarga uchraydi hamda yilning fasli va hisob

qilinayotgan hududning kengligiga nisbatan uning miqdori o'zgarib turadi. Masalan, yer yuzasiga tushadigan quyosh nurlarining o'rtacha intensivligi:

- Yevropa mamlakatlarida – 2 kVt soat/m²;
- Tropik va Osiyo mamlakatlarida – 6 kVt soat/m² ga teng.

O'zbekiston Respublikasi serquyosh mamlakatlardan hisoblanadi. Bir yilda o'rtacha:

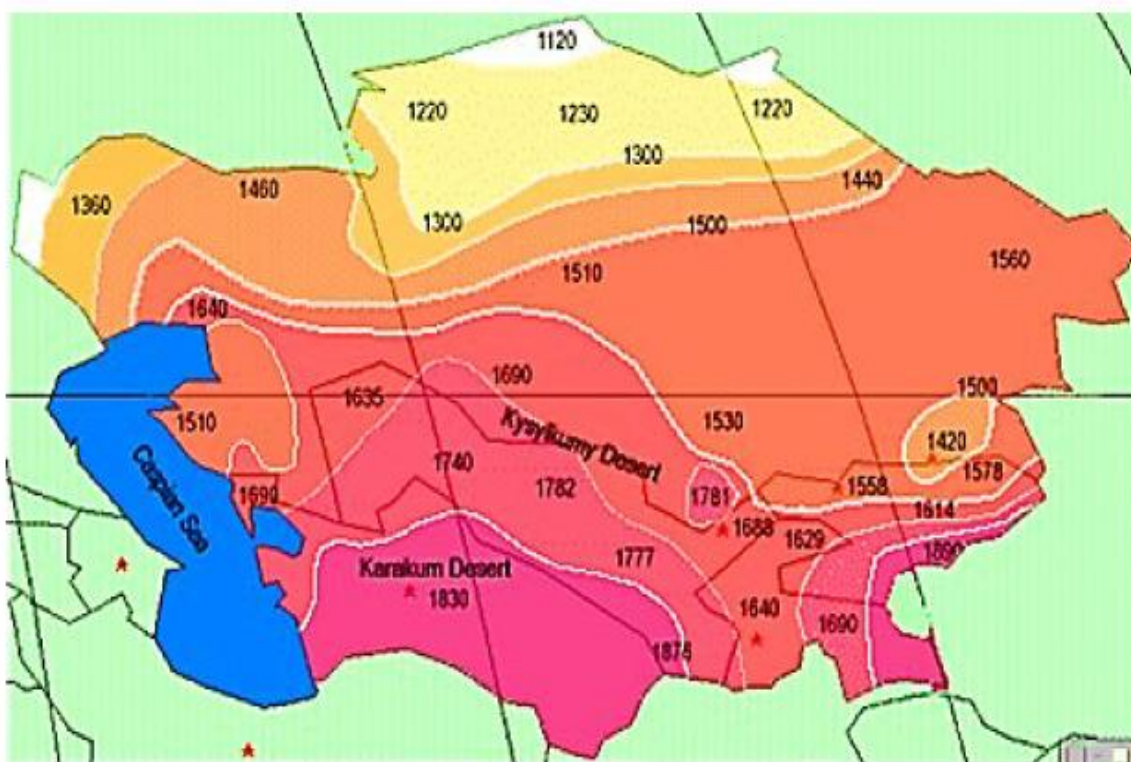
- 300 kun quyoshli kun hisoblanadi;
- 2980÷3130 soat temperaturaning o'rtacha miqdori +42⁰S ni, kunning uzunligi 14-16 soatni tashkil kiladi;
- cho'l hududlarida temperatura + 70⁰S gacha ko'tariladi;
- har bir m² maydonda 1 yilda 1900-2000 kVt gacha quyosh radiatsiyasidan energiya hosil bo'lishi mumkin.



5.1-rasm. O'zbekiston Respublikasida hududning kengligi va yilning fasliga nisbatan kunning yorug' vaqti

5.1.-rasmda O‘zbekiston Respublikasida hududning kengligi va yilning fasliga nisbatan kunning yorug‘ vaqti, 5.2.-rasmda esa Markaziy Osiyo mamlakatlarida quyosh radiatsiyasining taqsimlanishi ko‘rsatilgan.

O‘zbekiston Respublikasi hududning 16 hamda 21 kengliklarida kunning yorug‘lik davri 16-17 soatni tashkil qilishi ko‘rinib turibdi.



5.2.-rasm. Markaziy Osiyo mamlakatlarida quyosh radiatsiyasining taqsimlanishi

Quyosh Yer kurramizni yoritadi va isitadi va shu sababli Yerda bo‘ladigan har qanday jarayonlarning sababchisidir. Birlik vaqt ichida Quyosh kosmik fazoga $4,0 \cdot 10^{23}$ kVt miqdorida energiya tarqatadi. Quyoshning umri bir-necha milliard yillarga teng va shuning uchun uni abadiy energiya manbai desa bo‘ladi. Quyosh bilan bog‘liq turli amaliy jarayonlarni o‘rganish uchun Quyosh doimiysi deb atalmish kattalikdan foydalaniladi. Quyosh doimiysi deb Yer atmosferasidan tashqarida birlik yuzaga tik tushadigan energiya miqdoriga aytiladi va uning o‘rtacha

qiymati $S_0=1366 \text{ kVt/m}^2$ ga teng. Eslatib o'tish joiz, Quyosh doimiysi S_0 yillar davomida 0.1-0.15 % ga o'zgarib turadi. 1-rasmda 2020 yilgacha bo'ladigan nazariy xisoblashlar natijasi keltirilgan. Quyosh nurlanishi (radiatsiyasi) E_0 to'g'ridan-to'g'ri va sochilgan qismlardan tashkil topadi. Birlik yuzaga tushadigan quyosh radiatsiyasi qiymati ko'p omillarga bog'liq: joy geografik kengligi, ob-havo, yil mavsumi, sirtning quyoshga nisbatan burchagi va hokazo. Respublikamiz quyoshli yurt hisoblanib, Yer sirtida radiatsiya qiymati 1100 Vt/m^2 ga yetadigan kunlar mavjud (quyosh tikkaga kelganda) va bulutsiz kunlar Respublika hududlarida yiliga 270-320 kun oralig'ida o'zgaradi.

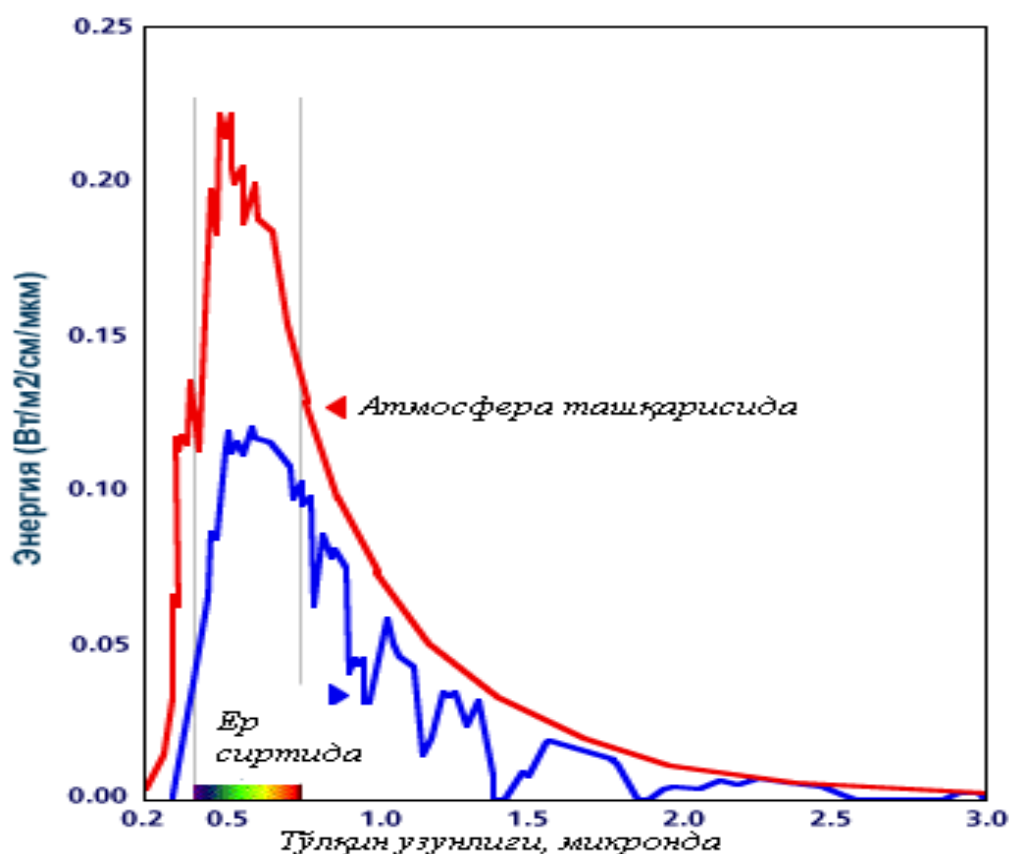
Quyosh radiatsiyasi elektromagnit nurlanishi bo'lib, asosan 0,28...3,0 mkm to'lqin oralig'ida jamlangan. Quyosh spektri quyidagi to'lqin oraliqlariga bo'linadi (rasm).

- Ultrabinafsha to'lqinlar, 0,28...0,38 mkm oralig'idagi to'lqinlardan iborat, ko'zga ko'rinmaydi va spektrning taxminan 2 % ni tashkil qiladi;
- 0,38 ... 0,78 mkm oralig'idagi yorug'lik to'lqinlari, spektrning taxminan 49 % tashkil qiladi;
- Infraqizil to'lqinlar, 0,78...3,0 mkm oralig'idagi to'lqinlardan iborat va qolgan 49% spektrning asosiy qismini tashkil qiladi.

Quyosh spektrning qolgan qismi Yer issiqlik muvozanati uchun muhim ahamiyat kasb etmaydi. Quyosh spektrining ma'lum qismlari turli jarayonlarga turlicha ta'sir ko'rsatadi (fizik, fiziologik, biologik va h.). O'zbekiston Respublikasi FAsining Materialshunoslik institutida mujassamlashgan quyosh energiyasini turli materiallarga ta'sirini o'rganish tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, quyosh spektri yangi va foydali

xossalarga ega bo'lgan materiallarni sintez qilishda, bu holatni hisobga olish muhim ahamiyat kasb etadi.

Turli manbaalardan ma'lumki, Quyoshdan Yerga juda ham katta miqdorda energiya kelib tushadi. Bu miqdorni Quyosh doimiysi S_0 ni bilgan holda hisoblash mumkin.



5.3.-rasm. Quyosh radiatsiyasida spektr taqsimoti

Yer atmosferasiga yetib keladigan energiyani xisoblash uchun quyosh doimiysi S_0 ni radiusi R ($R=6371000$ m-Yer radiusi) bo'lgan doira yuzasiga ko'paytirish hamda bu energiyaning Yer atmosferasida yutilishi, qaytishi va sochilishi natijasida faqatgina 47 foizi Yer sirtiga yetib kelishini hisobga olish kerak. Natijada quyidagi ifodaga ega bo'lamiz :

$$W_0 = 0.47 * S_0 * \pi * R^2 \approx 8.18 * 10^{16} \text{ kVt}$$

Bu miqdordan Yerning quruqlik qismiga tushadigan qismini ajratish mumkin (29.2%).

Respublikamiz hududiga kelib tushadigan quyosh energiyasi miqdorini ham raqamlarda ko'rsatish mumkin. Respublikamiz hududining yer maydoni $A=4.474 \cdot 10^{12} \text{m}^2$ ni tashkil qiladi. $\cdot 700 \text{Vt/m}^2=3.13 \cdot 10^{12} \text{kVt}$ ni tashkil qiladi.

Quyosh energiyasidan foydalanishda asosiy muammo Yer sirtida quyosh radiatsiyasi qiymatini kamligidir. Shu sababli quvvati yuqori bo'lgan quyosh qurilmalari uchun katta yer maydonlari kerak bo'ladi. Shunga ko'ra quyosh qurilmalarini bevosita quyoshdan va mujassamlashgan quyosh energiyasidan foydalaniladigan turlariga ajratish mumkin.

Birinchi turdagi qurilmalarda to'g'ridan-to'g'ri va sochilgan quyosh radiatsiyalaridan foydalaniladi. Bunga misol qilib fotoelementlardan tashkil topgan quyosh panellari va yassi kollektorlarni misol qilish mumkin. Ammo, ikkinchi holda, yuqori harorat olish uchun quyosh energiyasini yig'uvchi qurilmalar ishlatilishi lozim.

5.3. Shamol energiyasi va undan foydalanish asoslari, nazariyasi va amaliyoti

Shamol energiyasi. Insoniyat suv energiyasi hamda bug'dvigatellaridan ancha oldin, shamol energiyasidan foydalanib kelgan. Angliya, Germaniya, Fransiya, Daniya, Gollandiya, AQSh va boshqa mamlakatlarda, shamol energiyasi juda katta masshtabda, sanoat va qishloq xo'jaligida ko'llanilib kelingan. Shamol energiyasidan foydalanish bo'yicha olib borilayotgan xozirgi ishlar, alohida katta quvvatli shamol

generatorlarini yaratish va ularning energiyasini ishlab turgan energiya tarmoqlariga ulash va asosiy tarmoq sifatida foydalanishdan iboratdir.

Havo massasining yer atmosferasi atrofida aylanishi ekspertlar tomonidan turlicha baholangan. Shamollarning yillik nazariy zahirasi yer yuzidagi barcha energiya zahiralardan 100 marta ortiq bo‘lib, 3300×10^{12} kVt/soatni tashkil qiladi. Ammo bu energiyaning faqatgina 10–12 % foydalanish mumkin xolos. Masalan, 1987 yilda yer yuzidagi barcha shamol qurilmalari tomonidan 10×10^{12} kVt/soat energiya ishlab chiqilgan, ya’ni yillik zahiraning atiga 0,3 % dan foydalanilgan.

Shamol–bu quyosh nurining intensivligi hisobiga, havo bosimining o‘zgarib turishi natijasida havo massasining harakatga kelishidir.

Iqtisodiy jihatdan joylardagi shamolning tezligi 5 m/s dan kam bo‘lmasa shamol generatorlaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Shamol elektr generatorlari an’anaviy generatorlardan 2–4 barobar qimmatdir. Ammo shamol energiyasi doimiy bo‘lgan ba’zi bir hududlarda u muxim energiya manbalaridan hisoblanadi.

Odatda shamol energiyasi shamolga perpendikulyar joylashgan ma’lum maydon ta’siri orqali aniqlanadi ya’ni,

$$N_{\text{sham.oqimi}} = 0,0049 \times q \times V \times F$$

Bu erda: q – havoning zichligi (temperatura va atmosfera bosimiga nisbatan), kg/m^3 ; V –havo oqimining tezligi, m/s ; F – maydon yuzasi, m^2 . Shamol energetik qurilmasi uzatayotgan energiya miqdori,

havo oqimi hosil qiladigan energiya miqdoridan tubdan farq qiladi. Chunki havo oqimi energiyasining bir qismi shamol qurilmasi parraklarida, reduktor va generatorlarda isrof bo‘ladi. Isrof bo‘lgan energiya miqdori,

shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti bilan hisobga olinadi. Shamolga perpendikulyar joylashgan maydon yuzasini shamol qurilmasi diametri bilan belgilab, shamol energetik qurilmasining quvvatini quyidagi formulada hisoblash mumkin.

$$N_{\text{sham.ener.quril.}} = 0,00386 \times q \times V \times D^2 \times \xi_{\text{par.}} \times \eta_{\text{red.}} \times \eta_{\text{gen.}}$$

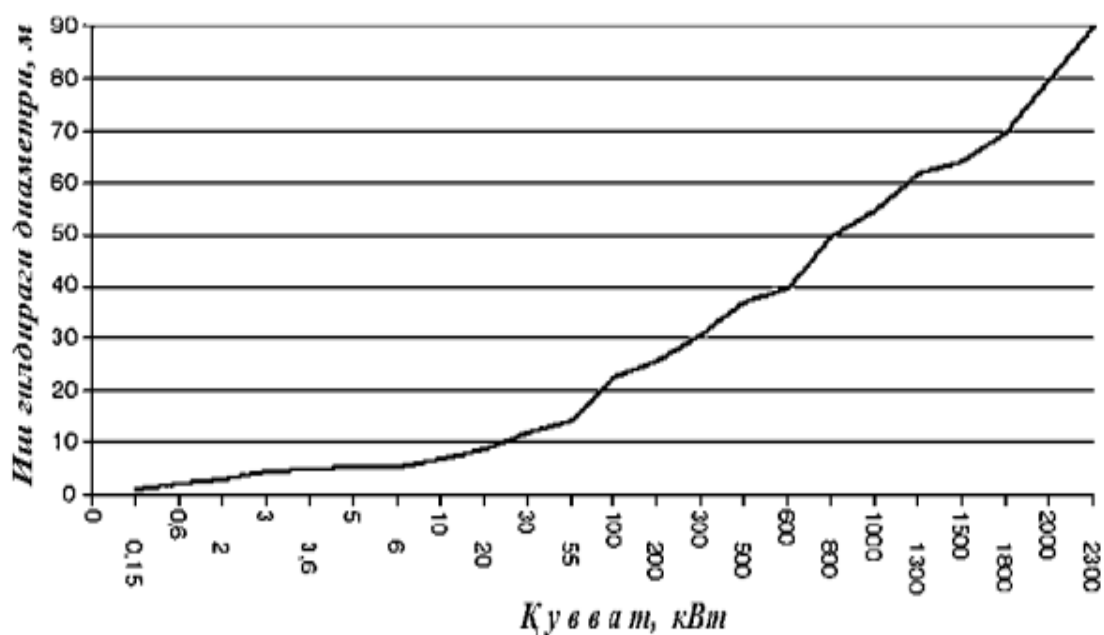
Bu erda: D -ish g'ildiragi diametri, m; $\eta_{\text{red.}}$ va $\eta_{\text{gen.}}$ -reduktor va generatorning foydali ish koeffitsientlari; $\xi_{\text{par.}}$ -parraklarda isrof bo'lgan havo oqimi energiyasi. Hisoblarga ko'ra, parrakli shamol dvigatellarining shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti 48 % gacha bo'lishi mumkin, shamol qurilmalarining umumiy foydali ish koeffitsienti undan ham kichikroq bo'ladi.

Shamolga perpendikulyar holda asosan, shamol qurilmalarining parraklari joylashadi. Shamol qurilmasi quvvatini parraklar soni emas balki, ish g'ildiragi diametri belgilaydi. 29-rasmda shamol qurilmasi ish g'ildiragi diametri bilan uning quvvati orasidagi bog'lanish grafigi keltirilgan.

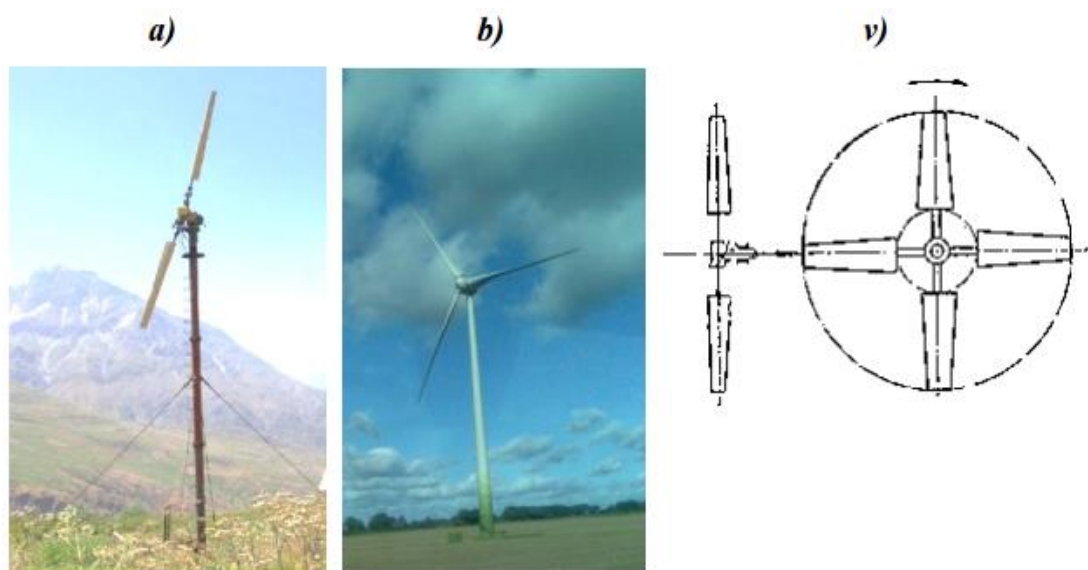
Shamol agregatining quvvati, shamol tezligiga to'g'ri, ish g'ildiragi parraklari soniga teskari proporsionaldir.

$$N_{\text{шам. энерг. курил.}} = f\left(\frac{V}{n}\right) \quad (5.1).$$

Havo oqimi hosil qiladigan mexanik energiyani elektr energiyaga aylantirish, shamol elektr stansiyalari yordamida amalga oshiriladi. Bir necha shamol qurilmalarining yig'indisi shamol elektr stansiyasini tashkil qiladi. Shamol qurilmalarining asosiy ishchi qismi, shamol g'ildiragi-parraklari hisoblanadi.



5.4.-rasm. Shamol qurilmasi quvvati qurilmasi ish g'ildiragi-parraklari diametri bilan uning quvvati orasidagi bog'lanish grafigi.

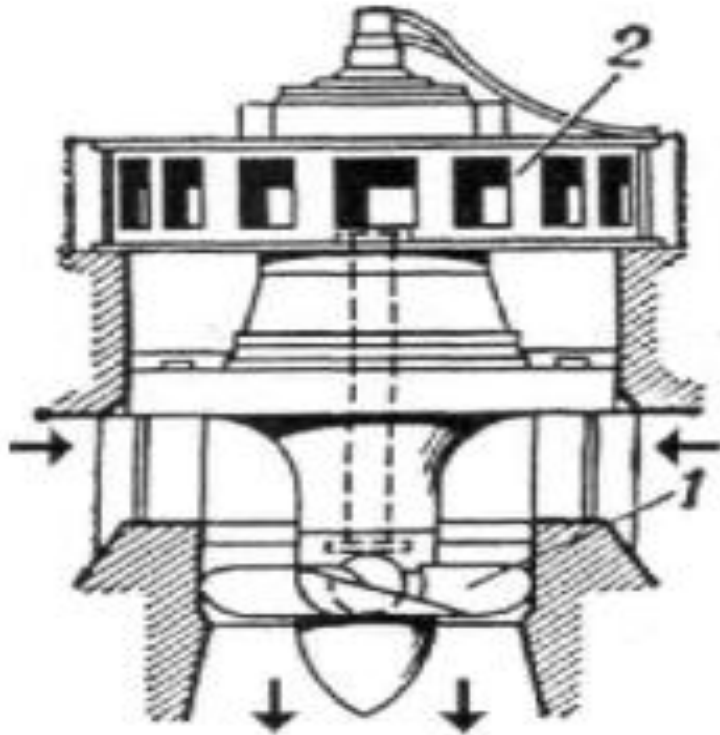


Qanotli shamol g'ildiraklarinig ko'rinishi:
a-ikki g'ildirakli; *b*-uch g'ildirakli; *v*-to'rt g'ildirakli

5.5.- rasm).

Oqar suv energiyasi. Balanddan tushib suv g'ildiragini-parragini aylantirayotgan suv energiyasidan qadim zamonlardan tegirmon toshlarini aylantirishda va boshqa maqsadlarda foydalanilgan. Birinchi marta 1882

yilda GESlarda, suv energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanilgan. Hidroenergetik qurilmani ishlash tarzi juda sodda. Yuqoridan tushayotgan suvning kinetik energiyasi elektr generatorga ulangan turbina valini aylantirishda foydalaniladi (5.630-rasm).



5.6.-rasm. Hidroagregat: 1 – gidroturbina; 2 – gidrogenerator.

GES «tekin yokilg'i»da ishlaydi: quyosh energiyasi suvni bug'lantiradi (okean, dengiz, daryo, suv omborlari, kanallar va boshqalardagi suv yuzasidan); havo oqimlari suv bug'larini bir mintaqadan ikkinchisiga surib keladi; suv bug'lari yomg'ir va qor shaklida yana yerga qaytib tushadi. Yer yuzasiga tushgan suvning bir qismi yana bug'lanib ketadi, qolganlari yig'ilib, foydalanilgandan so'ng yana daryolar hamda dengizlar orqali yana dunyo okeaniga qaytib ketadi.

Birinchi gidrokuch qurilmalaridan IIX asrdan boshlab foydalanilganligi to'g'risida ma'lumotlar mavjud. XVIII asrning

boshlarida gidrokuch qurilmalaridan ishlab chiqarishning barcha tarmoqlarida foydalanish avj olib ketdi.

Masalan, XVIII asrning oxirlarida Rossiyada gidrokuch qurilmalari bilan ishlaydigan zavodlarning soni 3000 donadan oshib ketgan. Gidrokuch qurilmalari suv g'ildiraklari shaklida bajarilib, undan hosil bo'ladigan mexanik kuch harakatga keltiriladigan mashinalarga tasmalar, keyinchalik tishli uzatmalar orqali uzatilgan.

Ularda kamchiliklar juda ko'p bo'lgan: quvvati kichik, konstruksiyasi juda katta, foydali ish koeffitsienti juda kichik bo'lgan. Eng asosiysi, ulardan foydalanadigan korxonalar suv manbalari qirg'oqlariga qurilgan va manbadagi suvning sathi hamda sarfiga bog'liq bo'lgan.

5.4. Biomassa va boshqa energiya turlari

Biomassa – o'simlik va hayvonot dunyosidagi barcha organik moddalarni kelib chiqishini birlashtiruvchi termindir. Biomassa **birlamchi** - o'simliklar, hayvonlar, mikroorganizmlar va boshqalar hamda ularning uzoq yillik jarayonlardan so'ng boshqa turdagi yoqilg'iga aylanishi va

a)



b)



Bioyoqilg'i xom ashyolari:

a- qoratollardan barpo qilingan bioyoqilg'i maydonlari; b- o'simlik dunyosining uzoq yillik biologik jarayonlardan sung torf holatidagi ko'rinishi

ikkalamchilarga (biomassani qayta ishlashda hosil bo‘ladigan chiqindilar hamda inson va hayvonlarning hayoti davomida foydalaniladigan

5.7.- rasm.

mahsulotlarga) bo‘linadi. O‘z navbatida chiqindilar ham **birlamchilarga** – birlamchi biomassani qayta ishlaganda hosil bo‘ladigan chiqindilar (xashak, poya va barglar, qirindilar, spirt quyqasi, shox-shabballarga) va **ikkalamchilarga** – inson va hayvonot dunyosining fiziologik almashinuvi mahsulotlari kiradi.

Bundan tashqari ba’zibir Yevropa mamlakatarida, elektr energiyasini hosil qilishda, xom ashyo sifatida o‘rmonlarni haddan ko‘p kesilishini oldini olish uchun maxsus tez o‘sadigan o‘simliklardan foydalaniladi. Masalan Shvesiyada, biomassa uchun maxsus tez o‘sar qoratollar ekiladi. Qoratollar ekiladigan maydonlar miqdori, biomassa bilan ishlaydigan elektr stansiyalarining biomassa yoqig‘isi bilan ta’minlanishiga nisbatan belgilanadi. Bunday stansiyalarda biologik yoqilg‘i sifatida biomassadan tashqari, biomassaning uzoq yillik biologik jarayonlardan keyingi ko‘rinishidagi torf va boshqa yoqilg‘ilardan ham foydalanilishi mumkin.

Biomassa keng ko‘lamli qayta tiklanadigan energiya resurslari demakdir va yog‘och, sanoat, qishloq xo‘jaligi va maishiy chiqindilarni o‘z ichiga oladi.

Biomassadan energetika manbai sifatida yoqish, gazlashtirish, piroliz, spirt yoki biogaz olish uchun biokimyoviy qayta ishlash orqali foydalanish mumkin. Bu jarayonlarning har biri, belgalangan maqsadda qo‘llanish sohasiga ega.

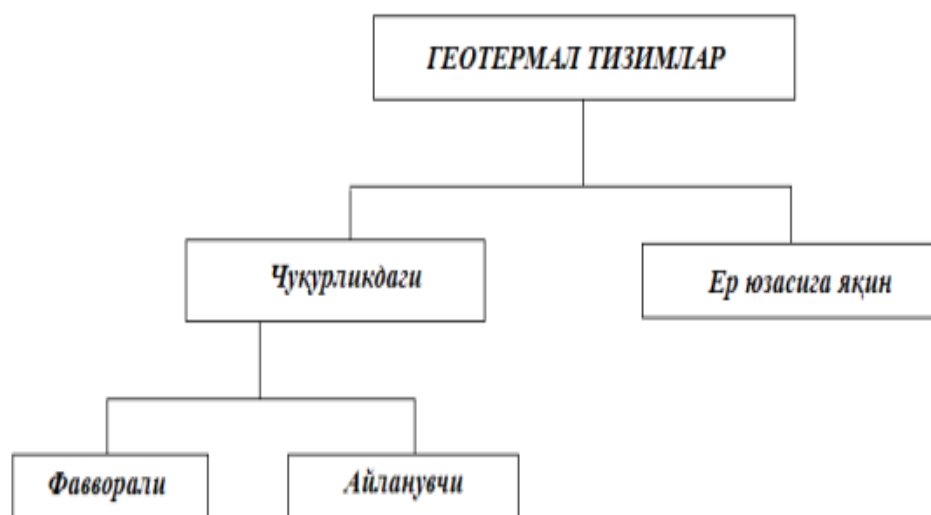
Ba'zi bir ma'lumotlarga ko'ra, biomassadan olinadigan energiyaning dunyo energetikasiga qo'shadigan hissasi 12 % ni tashkil qiladi. Yevropa Ittifoqi mamlakatlarida biomassadan olinadigan energiya miqdori, umumiy energiyaning atigi 3 % ni, ammo ba'zi mamlakatlada masalan, Avstriyada - 12%, Shvesiyada - 18% va Finlyandiyada - 23% ni tashkil qiladi.

Birlamchi biomassani tabiiy holda quruqlikda va suvda o'sadigan o'simliklar tashkil qiladi. Biomassa fotosintez natijasida hosil bo'ladi, ya'ni fotosintez natijasida quyosh energiyasi, o'sayotgan o'simlik massasida to'planadi. Fotosintezning energetik foydali ish koeffitsienti o'rtacha 5 % ni tashkil qiladi.

Energiya olish maqsadida birlamchi biomassadan, ana'naviy yoqilg'ilar o'rmini qoplaydigan yoqilg'i sifatida foydalaniladi. Birlamchi biomassaga, o'rmon va yog'ochni qayta ishlash sanoati hamda qishloq xo'jalik mahsulotlari chiqindilarini kiritish mumkin.

O'zbekistonda sug'oriladigan qishloq xo'jalik maydonlarini asosan g'oz, g'alla, tamaki, kungaboqar va poliz ekinlari egallaydi. Hozirgi kungacha g'ozaning poyasidan qisman spirt, qog'oz va bir qancha qurilish materiallarini ishlab chiqarishda xom ashyo sifatida foydalanib kelinadi. Qolgan o'simliklarning poyalari tashlab yoki yoqib yuboriladi. Mana shu qishloq xo'jalik chiqindilaridan ham biomassa, ya'ni bioyoqilg'i sifatida foydalanish mumkin.

Geotermal energiyani topish, unga ishlov berib ma'lum energiya holatiga olib kelish hamda iste'molchiga energiya yetkazib berish yerning issiqlik energiyasidan foydalanish jarayonidir. Issiqlik energiyasi olib yuruvchi geotermal energiyani topishni quyidagi klassifiakatsiyalarini keltirish mumkin.



Geotermal energiyani joylashishi va harakati bo'yicha klassifikatsiyasi.

5.8.- rasm.

Yer sathidan 50-100 m va undan ortiq chuqurlikda joylashadigan geotermal suvlar favvorali yoki aylanuvchi bo'lishi mumkin. Favvorali texnologiya hozirgi kunda ko'p ishlatiladigan turlardan bo'lib, undagi bosim atmosfera bosimidan bir necha barobar katta bo'lishi mumkin. O'z bosimi ostida yoki nasoslar bilan ko'tarib berilgan favvorali suvlar ishlatib bo'lingandan so'ng tashlab yuborilishi kerak.

Tarkibida har xil tuzlar va boshqa atrof-muhitga zarar keltiruvchi moddalar borligi tufayli ulardan foydalanish uncha ham maqsadga muvofiq emas. Shuning uchun bu usul uncha qo'llanilmaydi.

Nazorat savollari

1. Shamol va quyosh energiyasi manbalari haqida nimalarni bilasiz?

2. Quyosh energiyasi va undan foydalanish asoslari.

3. *Quyosh energetikasining kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari.*
4. *Quyosh nurlanishining spektri*
5. *Shamol energiyasi va undan foydalanish asoslari.*
6. *Biomassa energiyasi va boshqa turdagi energiyalar haqida nimalarni bilasiz?*

6 -BOB. QUYOSH ENERGIYASI

6.1. Quyosh energiyasidan issiqlik va elektr energiyasi olish usullari va qurilmalari

Quyosh energiyasidan issiqlik ishlab chiqarishda ham, elektr energiya ishlab chiqarishda ham foydalanish mumkin.

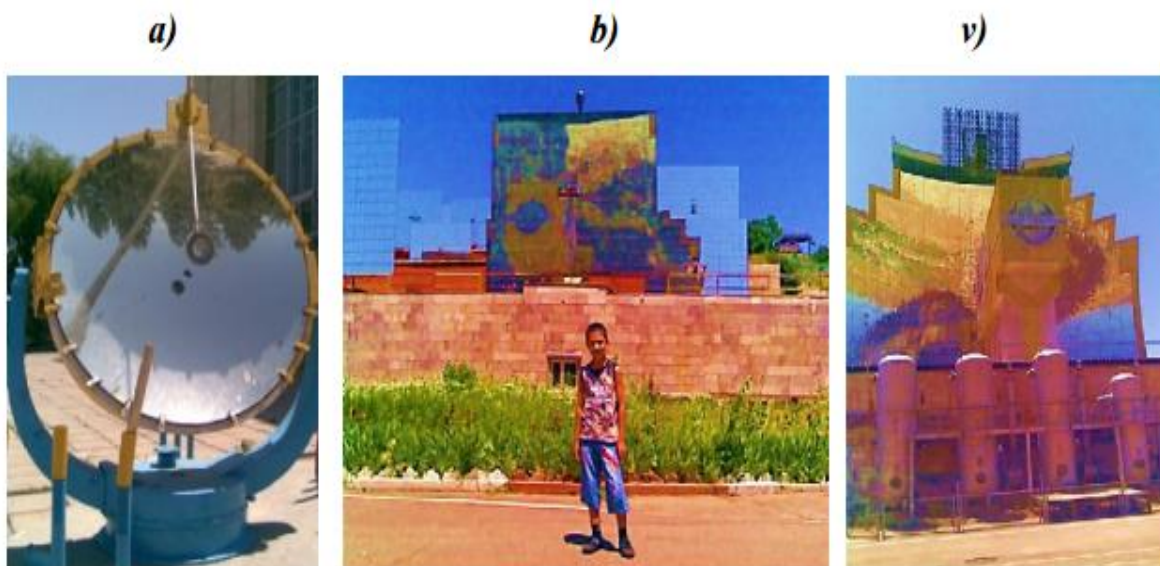
Birinchi holatda yassi konsentratsiyalashgan quyosh kollektorlari qo'llaniladi. Ulardan issiqlik tashuvchi sifatida suv, havo yoki antifrizlar ishlatish mumkin. Ikkinchi holatda esa, yorug'lik oqimi energiyasi fotoelektr o'zgartirgichlarda bevosita elektr energiyasiga aylanadi yoki issiqlik elektr stansiyalarining an'anaviy sxemalari ishlatiladi.

Insoniyat qadim zamonlardan quyoshning qudratini sezganlar va o'zlarini bir umr unga bog'liq ekanliklarini his qilganlar. Shuning uchun quyosh energiyasidan uzluksiz foydalanishni o'ylaganlar. Dastlab quyosh nuridan qo'shimcha energiya olish-suvni va binolarni isitishda, dengiz suvlarini tozalash va boshqa maqsadlarda amalga oshirilgan.

Hozirgi kunda dunyodagi barcha mamlakatlarda ekologik toza energiya hisoblangan quyosh energiyasidan foydalanishga harakat qilinmoqda. Quyosh nurlari energiyasi, issiqlik hamda elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanilmoqda.

Birinchi holatda yassi konsentratsiyalashgan quyosh kollektorlari qo‘llanilsa, ikkinchi holatda yorug‘lik oqimi energiyasi fotoelektr o‘zgartgichlar yordamida bevosita elektr energiyasiga aylantiriladi (yoki quyosh nuridan olingan issiqlik energiyasidan, an’anaviy issiqlik elektr stansiyalaridagidek foydalaniladi).

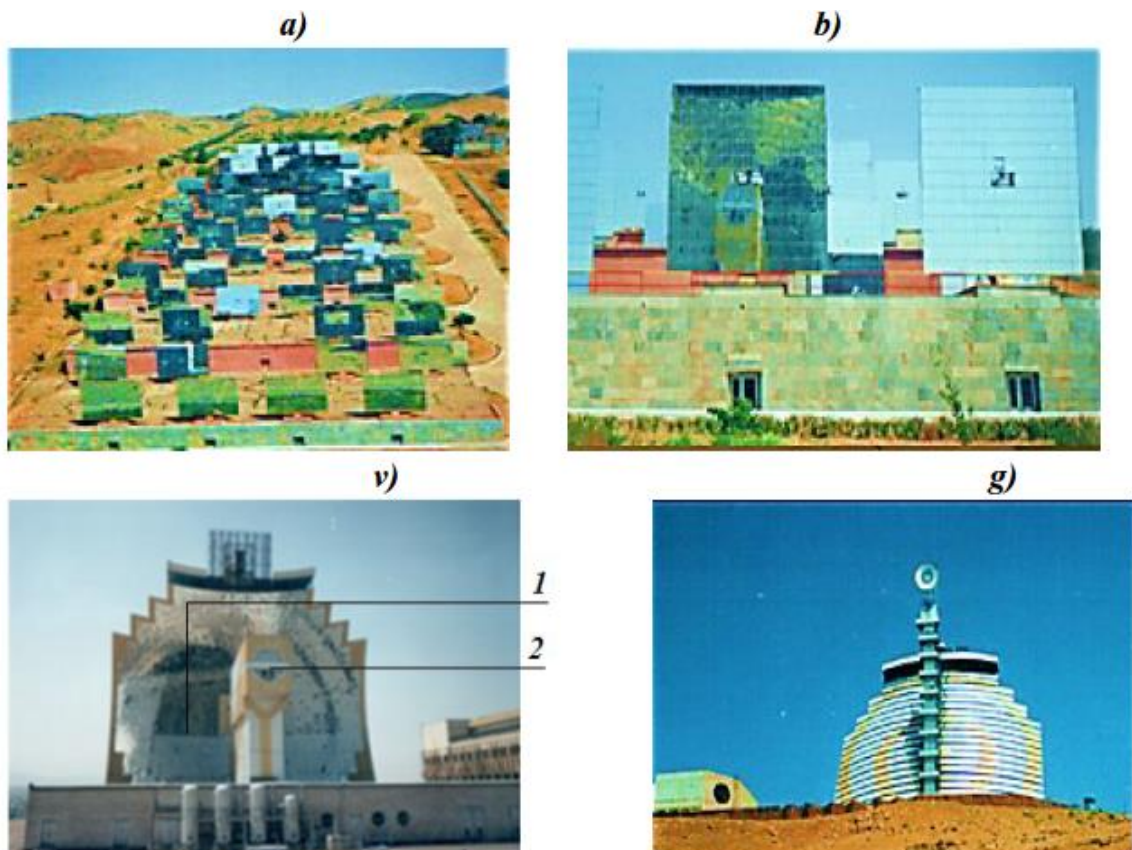
Past temperaturali ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha) issiqlikni quyosh energiyasi yordamida olish, hozircha ishlab chiqilgan texnologiyalar bo‘yicha uncha murakkab emas va u yer yuzasining har xil nuqtalarida uzoq vaqt davomida foydalanib kelingan. Quyidagi rasmlarda quyosh nurlarini



Quyosh nurlarini issiqlik energiyasiga aylantiruvchi moslamalar:

a-ana’naviy geliostatlar; b- yassi geliostatlar; v- geliostatlardan kelayotgan quyosh energiyasini yig‘ib quyosh pechiga yo‘naltiruvchi moslama.

yig‘uvchi qurilmalarining turlari ko‘rsatilgan.



O‘zbekiston Respublikasidagi quyosh pechi:
a-quyosh pechining yassi geliostatlar maydoni; b-geliostatlarning yaqindan ko‘rinishi; v-geliostatlarga tushayotgan quyosh nurlarini yig‘ib oluvchi geliostatlar minorasi (1) va quyosh pechi (2); g-quyosh pechining umumiy ko‘rinishi.

6.1.- rasm.

6.2. Issiqlik ishlab chiqarish

Quyosh energiyasidan issiqlik olish uncha qiyin jarayon emas. Nazariy jihatdan quyosh nurlarini yig‘uvchi moslamalar yordamida 5600 °C ga yaqin issiqlik olish mumkin. Dunyoda ikkita ulkan quyosh pechlari mavjud: O‘zbekiston Respublikasida va Fransiyada. O‘zbekistondagi

quyosh pechida hosil qilinadigan issiqlikning temperaturasi $t^0=4000-4500^0\text{C}$ ga teng, Fransiyada ishga tushirilgan quyosh pechining temperaturasi esa $t^0=3800^0\text{C}$ ga teng.

Issiq oqim (suyuqlik yoki gaz holatidagi oqim) hosil qilish.

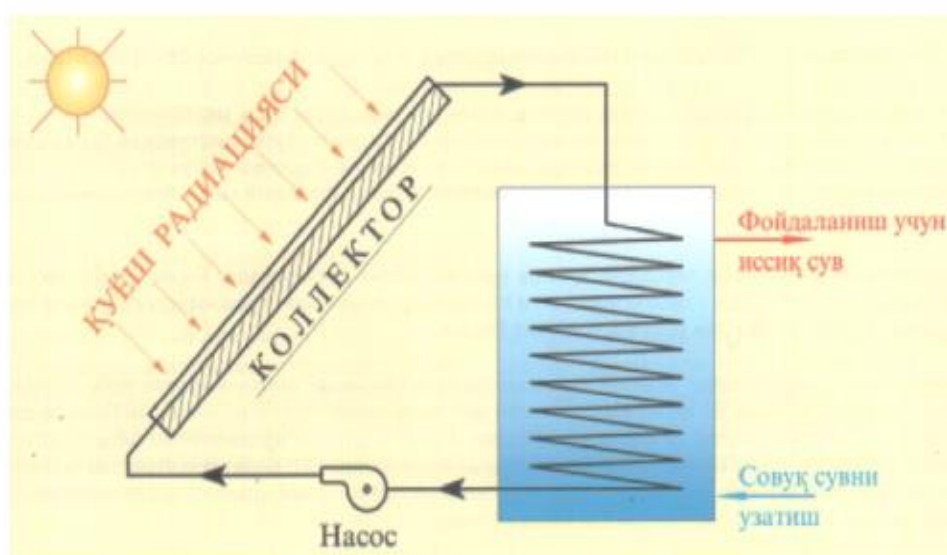
Zamonaviy asboblarning konstruksiyasini mukammallashtirish, quyosh nurlarining issiqlikka aylantirish samaradorligini oshirishga olib kelmoqda. Bu qurilmalarning sxemasi—suyuq yoki gaz holatidagi issiqlik qabul qiluvchi yassi quyosh kollektorlari qurilmasidan tashkil topgan. Bu sistema, binolarni issiq suv bilan ta'minlash va isitishda qo'llaniladi.

Quyoshdan quvvat oladigan suv isitgich moslamalarda quyosh kollektori orqali suv haroratini oshirish uchun quyosh nurlari energiyasidan foydalaniladi. Shaffof qoplamali havo o'tkazmaydigan korpusli, qora rangga bo'yalgan, suv o'tkazgich naychalarga ega singdiruvchan metall plastina va korpusining orqa hamda yonbosh devorlarida issiqlikni yo'qotmaslik uchun izolyatsiyalangan yassi quyosh kollektorlari keng tarqalgan.

Rasmda izolyatsiyalangan quvur— kollektorlarga uzatilgan suv, quyosh nuri ostida 100^0C haroratgacha isitiladi hamda quvurlar orqali iste'molchiga—binolarni issiq suv bilan ta'minlash va isitish uchun uzatiladi. Binolarni isitishga uzatilgan suv sovigandan so'ng nasoslar yordamida (yoki o'z oqimi bilan) yana isitish kollektorlariga uzatiladi. Jarayon shu tarzda davom etadi. Yuqoridagi jadvalda quyosh suv isitgichlarining ko'rsatkichlari va narxlari keltirilgan.

Quyosh suv isitgichlarning taxminiy narxlari, AQSH dollari.

Unumdorligi, l	Kollektorning maydoni, m ²	Narxi, AQSH dollarida
100	1,5	1000
200	3,0	1350
300	4,5	1900
450	6,0	2400



Quyosh nuridan quvvat oladigan suv isitgich qurilmaning soddalashtirilgan sxemasi.

6.2.-rasm.

6.3. Quyosh energiyasidan elektr energiyasini hosil qilish

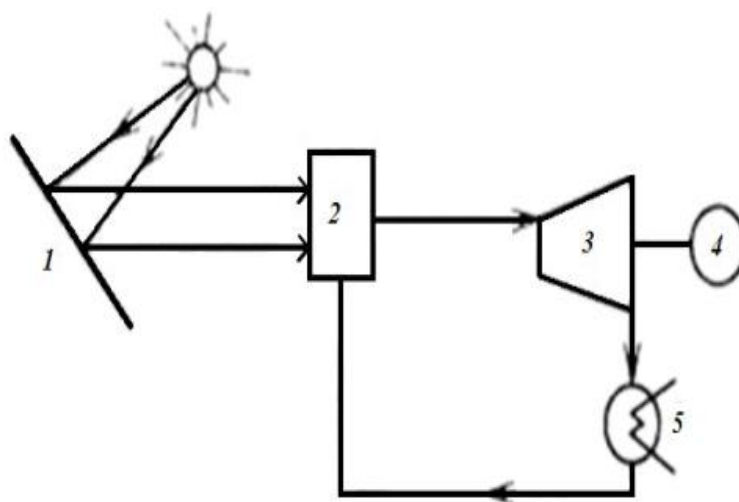
Quyosh energiyasidan ikki xil usulda elektr energiyasi ishlab chiqarish mumkin.

1. Ana'naviy usulda—suyuqlikni isitish va hosil bo'lgan bug'ni issiqlik turbinasiga uzatish orqali;

2. Fotoelektrik usulda.

Ana'naviy usulda quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun quyosh energiyasini yig'ib oluvchi geliostatlarining-1(31-rasm) energiyasi suvga to'ldirilgan bug' qozoniga-2 yo'naltiriladi. Hosil bo'lgan bug', generatorni-4 harakatga keltiruvchi issiqlik turbinasiga-3 uzatiladi. Turbinani harakatga keltirib ish bajargan bug' kondensatorga-5, bug'ni suvga aylantiruvchi moslamaga uzatiladi.

Kondensatordan chiqqan suyuqlik yana quyosh geliostatlariga uzatiladi va shu tariqa jarayon davom etadi. 31-rasmda quyosh energiyasini suyuqlik-bug' yordamida elektr energiyasiga aylantirish sxemasi berilgan.

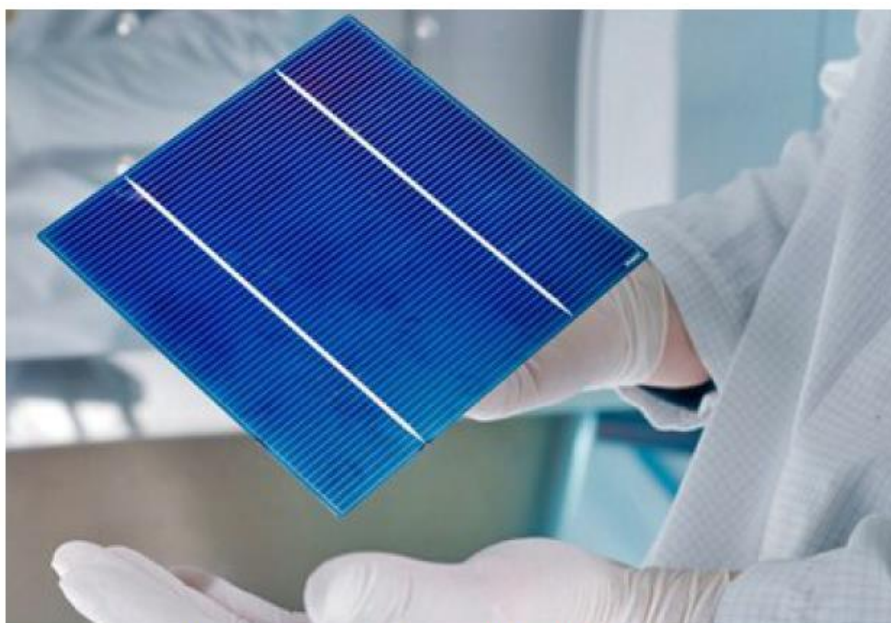


Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish sxemasi:
1-geliostatlar; 2-qozon; 3-turbina; 4-generator; 5-kondesator (bug'ni suvga aylantiruvchi qurilma).

6.3.- rasm.

Fotoelektr usulda elektr energiyasi ishlab chiqarish. Ma'lumki quyosh nuri elektromagnit to'liqindir. Kvant nazariyasiga asosan, elektromagnit to'liqlar-yorug'lik nuri-fotonlar oqimi bo'lib, tinch holatda massaga ega emas. Quyosh energiyasini fotoelektrik energiyaga aylantirish 1887 yilda

Gers tomonidan yaratilgan fotoeffekt hodisasiga asoslanadi. Yoruglik fotonlari ba'zi metallarning yuzasiga tushganda uning yuzasidan elektronlarni urib chiqarish xususiyatiga ega bo'ladi. Bu elektronlar oqimi fototokni hosil qiladi va jarayon fotoeffekt deb ataladi. Elektronlar ma'lum miqdordagi energiyaga ega bo'ladilar. Mana shu energiyadan foydalangan holda quyosh energiyasidan to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasini olish mumkin. Shunday kilib, fotoelektronlar hisobiga yoruglik nurlanishi energiyasi elektr energiyasiga aylantiriladi. Fotoelektr qurilmalarini tayyorlashda birinchi bulib mono- yoki polikristall kremniydan foydalanilgan. Hozirgi kunda bu elementdan tayyorlanadigan fotoplastinkalar butun dunyoda o'rnatilgan tizimlarning 80 foizini tashkil etadi. Ularning foydali ish koeffitsenti $11 \div 16$ foizni tashkil etadi.



Kremniy plastinkalarini ishlab chikarish jarayoni.

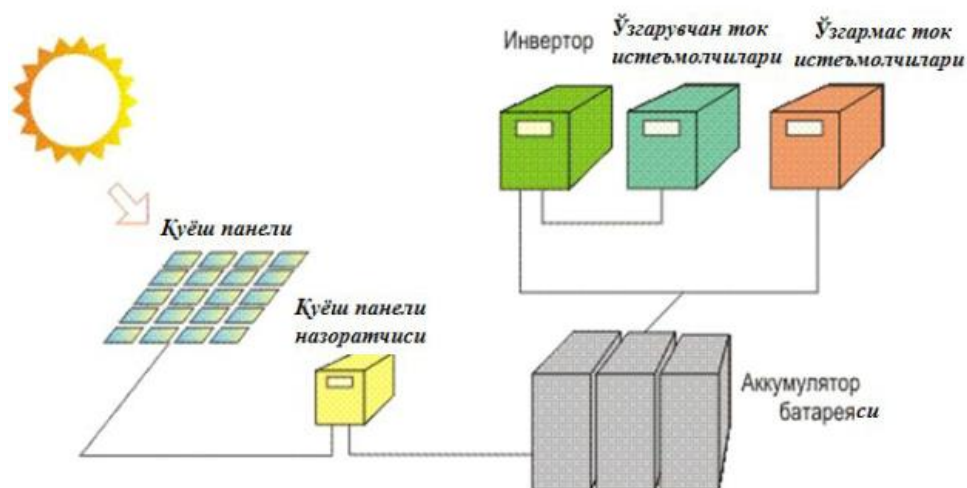
6.4.- rasm.

Keyingi vaqtlarda fotoelektr plastinkalari amorf kremniy, kadmiy – tellurid yoki mis– indiy-selen elementlari asosida yupqa plyonkalar shaklida tayyorlanmoqda.

Ularning foydali ish koeffitsienti 8 foizni tashkil etadi, biroq mono-yoki polikristall kremniydan tayyorlanadigan fotoelektr plastinkalarga qaraganda tayyorlanishi arzonrokdir.

Hozirgi vaqtda fotoelektr plastinkalarning foydali ish koeffitsientini 30÷60 foizga oshirish ustida ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Buning uchun plyonkalarni 4÷8 marta ustma- ust oʻrnatish zarur boʻladi. Ushbu tadqiqotlar natijasida qurilma quvvati oshiriladi hamda ishlab chikarish narxi keskin pasayadi.

Fotoelektr tizimi doimiy elektr tokini ishlab chiqaradi va invertor yordamida doimiy elektr toki oʻzgaruvchan elektr tokiga aylantirilib isteʼmolchilarga uzatiladi.



Quyosh batareyasidan elektroenergiya olish sxemasi

6.5.- rasm.

Quyosh elektr stansiyalari. Bir necha quyosh qurilma (batareya)larini bir-biriga ulab quyosh elektr stansiyalarini tashkil qilish mumkin. Hozirgi kunda dunyoda juda koʻplab quyosh elektr stansiyalari qurilib ishga tushirilgan.



Dunyodagi eng katta quyosh elektrostansiyasi.

6.6.-rasm.



Dunyodagi eng katta fotoelektrik elektrostansiyasi.

6.7.- rasm.

Mamlakatimizning Samarqand viloyatida, Osiyo taraqqiyot bankining yordamida, dunyoda eng yirik quyosh fotoelektrik stansiyasi qurilishi rejalashtirildi. Quyosh fotoelektr stansiyasi 400 ga maydonga joylashib, uning quvvati 100 MVt ni, yillik elektr energiya ishlab chiqarishi esa, 200 mln. kVt/soatni tashkil qiladi. Elektr stansiyaning qurilishi 5 yil davom etishi rejalashtirilgan.

«O‘zbekenergo» DAK mutaxassislarining hisoblariga qaraganda O‘zbekiston Respublikasi hududi, quyosh energiyasi bo‘yicha juda katta imkoniyatlarga ega. Mamlakatdagi barcha qayta tiklanuvchi energiya manbalarining 99 % ni quyosh energiyasi tashkil qilib, 50 mlrd. tonna neft ekvivalentiga teng ekanligi aniqlandi. Hukumatning noana‘naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish bo‘yicha olib borayotgan tadbirlari natijasida 2031 yilda mamlakatda iste‘mol qilinayotgan elektr energiyasining 21 % i qayta tiklanuvchi energiya manbalarida ishlab chiqariladigan elektr energiyasi hisobiga qoplanadi.

Xalqaro hamjamiyatning qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish bo‘yicha tajribalari bilan tanishish uchun, Hukumatimiz tomonidan ko‘plab xalqaro ilmiy anjumanlar tashkil qilinmoqda va o‘tkazilmoqda. «Qayta tiklanuvchi energiya manbalari Markaziy Osiyoda, oziq-ovqat xavfsizligini ta‘minlashda hamda uzoqda joylashgan aholi punktlarini ijtimoiy-iqtisodiy sharoitlarini yaxshilovchi muhim omildir» mavzusida 2008 yil noyabr oyida o‘tkazilgan halqaro anjuman ham, ushbu sohada olib borilayotgan ilmiy, ilmiy-tadqiqot, konstruktorlik va qaytalanuvchi energiya manbalariga o‘rnatilgan energetik qurilmalar bilan tanishish imkonini berdi.

Hozirgi kunda quyosh energiyasidan foydalanish uchun juda katta investitsion mablag‘lar kiritilmoqda. 2013 yilning noyabr oyida mamalakatimiz birinchi Prezidentining tashabbusi bilan Toshkentda, «Quyosh energetikasi texnologiyalarining istiqbollari va yo‘nalishlari» mavzusida «Quyosh energiyasi bo‘yicha Osiyo forumi»ning 6-yig‘ilishi bo‘lib o‘tdi. Ushbu yig‘ilishda birinchi Prezidentimiz, oxirgi 5 yilda quyosh energiyasidan foydalanishga kiritilayotgan investitsiyalar miqdori

520 mlrd. dollarni, shundan 2012 yilda 143 mlrd. dollarni tashkil qilganini, 2012 yilda quyosh energiyasidan elektroenergiya ishlab chiqarish 113 mlrd. kVt/soatni, shundan fotoelektrik quyosh stansiyalari bilan 110 mlrd. kVt/soat elektroenergiya ishlab chiqarilganini ta'kidlab o'tganlar.

Nazorat savollari

- 1. Quyosh energiyasidan foydalanish usullari.*
- 2. Quyosh energiyasidan issiqlik energiyasi olish usullari va qurilmalari.*
- 3. Quyosh energiyasidan elektr energiyasi olish usullari va qurilmalari.*
- 4. Issiqlik ishlab chiqarish.*
- 5. Quyosh energiyasidan elektr energiyasini hosil qilish usullari.*
- 6. Quyosh fotoelektr qurilmalarining tuzilishi va turlari.*
- 7. O'zbekiston Respublikasidagi quyosh pechi haqida nimalarni bilasiz?*

7-BOB. SHAMOL ENERGIYASI VA UNING XARAKTERISTIKALARI

7.1. Shamolning mexanik energiyasi

Insoniyat suv energiyasi hamda bug‘ dvigatellaridan ancha oldin, shamol energiyasidan foydalanib kelgan. Angliya, Germaniya, Fransiya, Daniya, Gollandiya, AQSh va boshqa mamlakatlarda, shamol energiyasi juda katta masshtabda, sanoat va qishloq xo‘jaligida ko‘llanib kelingan. Shamol energiyasidan foydalanish bo‘yicha olib borilayotgan xozirgi ishlar, alohida katta quvvatli shamol generatorlarini yaratish va ularning energiyasini ishlab turgan energiya tarmoqlariga ulash va asosiy tarmoq sifatida foydalanishdan iboratdir.

Havo massasining yer atmosferasi atrofida aylanishi ekspertlar tomonidan turlicha baholangan. Shamollarning yillik nazariy zahirasi yer yuzidagi barcha energiya zahiralaridan 100 marta ortiq bo‘lib, 3300×10 kVt/soatni tashkil qiladi. Ammo bu energiyaning faqatgina 10-12% idan foydalanish mumkin. Masalan, 1987 yilda yer yuzidagi barcha shamol qurilmalari tomonidan 10×10 kVt/soat energiya ishlab chiqilgan, ya‘ni yillik zahiraning atiga 0,3 % i dan foydalanilgan.

Shamol-bu quyosh nurining intensivligi hisobiga, havo bosimining o'zgarib turishi natijasida yuzaga keladigan havo massasining harakatidir.

Iqtisodiy jihatdan joylardagi shamolning tezligi 5 m/s dan kam bo'lmagan holdagina shamol generatorlaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Shamol elektr generatorlarining tannarxi an'anaviy generatorlarnikidan 2-4 barobar qimmatroqdir. Ammo shamol energiyasi doimiy bo'lgan ba'zi bir hududlarda shamol elektr generatorlari muxim energiya manbalaridan hisoblanadi.

Odatda shamol energiyasi shamolga perpendikulyar joylashgan ma'lum yuzadan o'tayotgan shamolning mexanik energiyasi orqali aniqlanadi ya'ni,

$$N_{\text{sham.oqimi}} = 0,0049 \times q \times V \times F$$

Bu yerda:

q - havoning zichligi (temperatura va atmosfera bosimiga nisbatan), kg/m ;

V-havo oqimining tezligi,m/s;

F- maydon yuzasi, m².

Shamolning o'rtacha tezligi ma'lum vaqt oralig'idagi teng vaqtlar ichida o'lchangan shamolning oniy tezliklarining o'rta arifmetik miqdori sifatida aniqlanadi, ya'ni

$$V_{\text{yppm.}} = \frac{\sum_1^n V_i}{n}$$

Bu yerda:

V_{o'rt}shamolning o'rtacha tezligi, m/s;

V_{oniy} - shamolning oniy tezligi miqdorlari, m/s;

n - o‘lchangan oniy tezliklarning soni.

Vaqtning uzoq davri (oy, yil) uchun shamolning tezligi to‘g‘risidagi ma’lumotlar, joylardagi meteostansiyalarning kuzatuvlari asosida olinadi. Bir kunda bir necha bor o‘lchangan shamolning tezligiga asosan o‘rtacha bir kunlik, o‘rtacha oylik hamda ko‘p yillik davr uchun shamolning o‘rtacha yillik tezliklari jadvallari tuziladi.

Yer yuzasi va (okean, dengiz va daryolar) suv yuzasidagi shamolning tezligini aniqlash uchun odatda Bofort shkalasidan foydalaniladi.

Shamol tezligini aniqlash Bofort shkalasi jadvali

Bofort ort shk	Ballga mos shamo	Shamolning tezligi:		Yerdagi predmetlarga shamolning ta’siri
		m/s	km/so	
0	Shamo lsiz	0,0- 0,5	0,0- 1,8	Tutun vertikal ko‘tariladi. Daraxt barglari qimirlamaydi
1	Sokin shamol	0,6- 1,7	2,2- 6,4	Tutun vertikal ko‘tarilmaydi. Daraxt barglari qimirlamaydi
2	Yengil shamol	1,8- 3,3	6,5- 11,9	Tutun shamol esayotgan tarafga qarab egiladi. Daraxt barglari
3	Kuchsi z	3,4- 5,2	12,2- 18,7	Daraxt barglari va bayroqlar tinimsiz tebranib turadi.
4	O‘rtac ha	5,3- 7,4	19- 26,6	Daraxt shoxlari tebranadi. Erdan chang va qog‘oz bo‘laklari

5	Salqin shamol	7,5- 9,8	27- 35,2	Katta bayroqlar tortqilanadi. Daraxt- lar tebranadi. Quloq
6	Kuchli shamol	9,9- 12,4	35,6- 44,6	Daraxt shoxlari kuchli tebranadi. Uylar va qimirlamaydigan
7	Qattiq shamol	12,5- 15,2	45- 54,7	Uncha katta bo‘lmagan daraxtlar tanasi tebranadi. Shamolga qarshi
8	Juda kuchli shamol	15,3- 18,2	55- 65,5	Katta daraxtlar tebranadi. novdalari. Daraxt novdalari va sshoxlari sinadi. Shamolga qarshi
9	Dovul	18,3- 21,5	65,9- 77,3	Katta daraxtlar qayriladi, katta shox -lari sinadi. Narsalar joyidan
10	Kuchli dovul	21,6- 25,1	77,7- 90,6	Daraxtlar sina boshlaydi va tomiri bilan yulib olinadi. Tomlar
11	Shiddatli	25,2- 29	90,7- 105	Binolar kuchli vayron bo‘ladi
12	Bo‘ron	>29	> 105	Daraxtlar sina boshlaydi va tomiri bilan yulib olinadi. Tomlar

Jadvalda Bofort shkalasi keltirilgan.

Bofort shkalasi bo‘yicha shamolning taxminiy tezligi aniqlanadi.

1-9 ballarda, shkala bo‘yicha shamolning tezligi (m/s),

7.2. Shamol tezligini o‘lchash usullari va asboblari

Shamolning asosiy energetik xarakteristikalaridan biri bo‘lgan

tezligini o‘lchash uchun anemometr (Grekcha «anemometr»

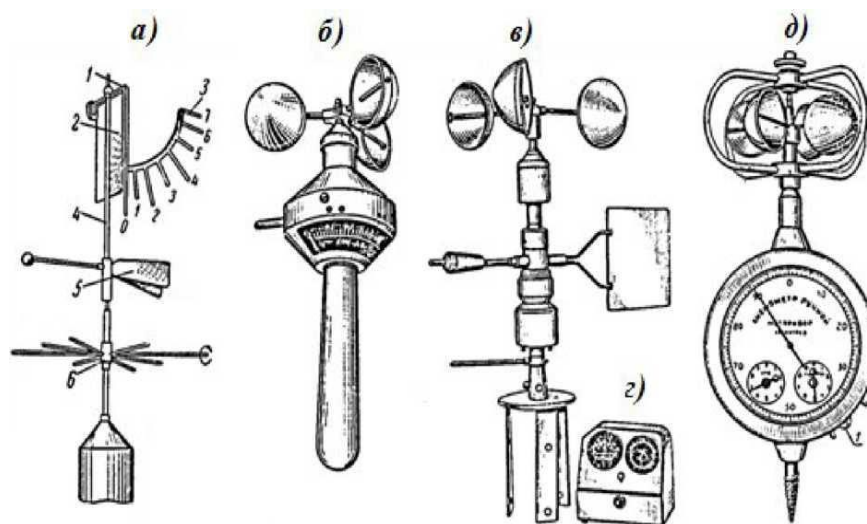
so‘zi-«anemo»- shamol, «metr»-o‘lchayman) asboblari

qo‘llaniladi. Shamol tezligini o‘lchovchi asboblari ikki

guruhga bo‘linadi.

Ko'rsatuvchi anemometrlar-shamolning oniy tezligini ko'rsatuvchi asboblardir.

Anemometr integratorlar-ma'lum vaqt oralig'ida shamolning o'rtacha tezligini aniqlab beruvchi asboblardir.



7.1.-rasm. Shamol tezligini o'lchovchi asboblardir:

a-doskali (flyugerli) anemometr: 1-o'q; 2-metall doska; 3 - sakkiz shtift- (metall o'zakchali)li sektor; 4 -shtok; 5 -shamolyo'nalishini ko'rsatuvchi; 6-tutqich. b- qo'lda ishlatiladigan induksion anemometr; v-shamolning tezligi va yo'nalishi datchiklari bloki - elektr energiyasida ishlaydigan; anemorumbometr; g- qabul qiluvchi o'lchov asboblari; d-shamolning o'rtacha tezligini o'lchovli yarim sharli qo'lda ishlatiladigan anemometr.

Hozirgacha ularning orasida ko'rsatuvchi anemometrlar-doskali (flyugerli) anemometr, qo'lda ishlatiladigan induksion anemometr va anemorumbometr hamda anemometr integratorlar - qo'lda ishlatiladigan yarim sharli anemometrlardan ko'p foydalanilgan.

Hozirgi kunda ilm-fanning taraqqiyoti natijasida ishlatish qulay, o'lchamlari kichik va chiroyli dizayndagi anemometrlar yaratilib, ulardan muvaffaqiyatli foydalanilmoqda. Ishlash prinsipi bo'yicha bunday anemo- metrlar quyidagi turlarga bo'linadi:

- pallali anemometrlar;
- parrakli anemometrlar;
- issiqlik anemometrlari;
- Ultratovushli anemometrlar.

Quyida mana shunday anemometrlarning bir nechasini qarab chiqamiz. Eng sodda konstruksiyali anemometrlardan biri, 1846 yilda Arma obser-vatoriyasi doktori Robinson tomonidan pallali anemometr yaratilgan. Vertikal o'q atrofida aylanadigan rotaga maxsus simlar orqali mahkamlangan yarim sferik shar shaklidagi pallalar yig'indisiga pallali anemometrlar deyiladi. Ushbu anemometrlar uch va to'rt pallali bo'lishi mumkin.

Konstruksiyasiga nisbatan shamol tezligi qo'lda foydalaniladigan yoki yordamchi elektron induksiyali taxeometr asbobli anemometrlarda aniqlana-di. Berilgan vaqt ichida pallalarning aylanishlar soni va ularga mos maso-fa hisoblanib, hisoblangan masofani vaqtga bo'lish yordamida shamolning tezligi aniqlash qo'lda foydalaniladigan anemometr yordamida amalga oshiriladi. Elektron induksiyali taxeometr asbobli anemometrlar esa, to'g'ridan to'g'ri shamol tezligini ko'rsatadi.

Anemometrlarning yana bir turi parrakli anemometrlardir. Ma'lumki shamolning yo'nalishi o'zgarishi bilan parraklarning o'qi ham shu yo'nalishga burilishi lozim. Bu vazifani parrakli anemometrlarda flyugerlar amalga oshiradi. Yo'nalishi o'zgarmaydigan (masalan

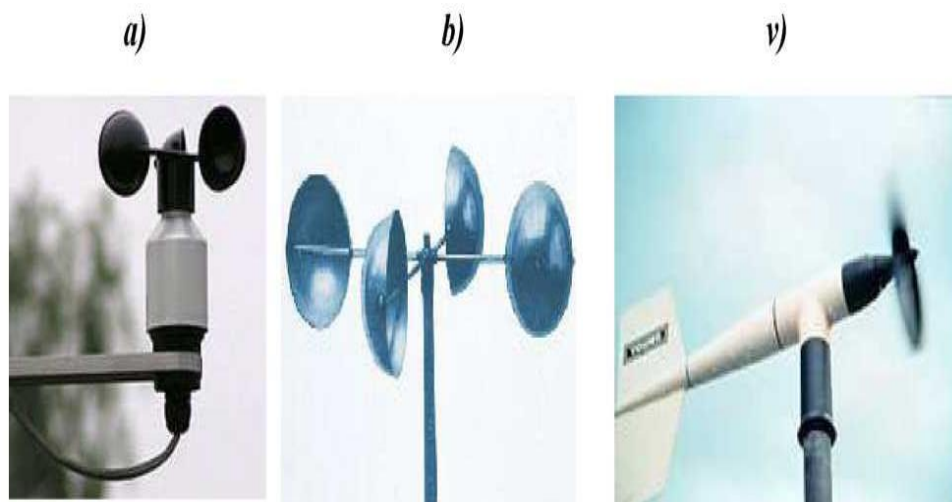
shaxtalarda, binolarda va boshqalarda) shamollarning tezligini o'lchashda, o'qi bir yo'nalishga nisbatan qo'zg'almaydigan qilib mahkamlangan parrakli anemometrlar qo'llaniladi.

Issiqlik anemometrlari bilan, issiqlik yordamida qizdiriladigan juda kichik diametrli volfram va nixrom materiallaridan tayyorlanadigan simning shamol tezligi natijasida sovishini o'lchash natijasida shamolning tezligi aniqlanadi.

Kichik o'lchamli, ko'p funksiyali sonli anemometrda (32-rasm), yuqori aniqlikda shamolning tezligini, havoning haroratini, dengiz sathiga nisbatan balandlikni, joylardagi atmosfera bosimini, namlikni hamda sovish ko'rsatgichini aniqlashda foydalaniladi.

Undagi barometr hozirgi atmosfera bosimini emas, balki o'tgan 3, 6, 12 va 24 soat oralig'ida bosimni o'zgarishini ham ko'rsatadi. Shamolning tezligini har sekunda o'lchab aniqlash mumkin. 33-rasmda parrakli cho'ntak shamol anemometrlari ko'rsatilgan. Ular parraklarni aylanishlar tezligiga asosan shamolning tezligini sonlarda ko'rsatadi.

To'g'ridan to'g'ri shamolning tezligini ko'rsatuvchi ultratovushli cho'ntak anemometrlar foydalanishga juda qulaydir. «Xplorer-1» anemometri faqatgina shamolning kerakli vaqtdagi tezligini ko'rsatsa, «Xplorer-2» anemometri shamolning zarur vaqtdagi tezligi yoki ma'lum vaqt oralig'idagi o'rtacha tezligini hamda havoning haroratini (hattoki sizning tanangizni haroratini ham) ko'rsatadi. «Xplorer-Z» anemometrini shamolning tezligidan tashqari uning yo'nalishini hamda havoning haroratini (hattoki Sizing tanangizni haroratini) ham ko'rsatadi. Bundan tashqari unga shamolning yo'nalishini aniq ko'rsatadigan elektron kompas ham o'rnatilgan.



Uch (a) va to‘rt (b) pallali hamdaparrakli (v) anemometrlar

7.2.- rasm.



Issiqlik (a), ko‘p funksiyali sonli (b) va cho‘ntak (v) anemometrlari.

7.3.- rasm.



7.4.-rasm. Cho‘ntak anemometrlari. a-«Xplorer-1»; b-«Xplorer-2»;
v-«Xplorer-3».

Ushbu cho‘ntak anemometrlari batareyalar yordamida ishlab, ulardan qorong‘u tunda ham foydalanish mumkin. Ularni boshqarish 1 dona tugmacha orqali amalga oshiriladi.

Shamol energetik qurilmalari

Shamol energetik qurilmasi uzatayotgan energiya miqdori, havo oqimi hosil qiladigan energiya miqdoridan tubdan farq qiladi. Chunki havo oqimi energiyasining bir qismi shamol generatori parraklarida, reduktorlarda isrof bo‘ladi. Isrof bo‘lgan energiya miqdori, shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti bilan hisobga olinadi. Shamolga perpendikulyar joylashgan maydon yuzasini shamol parragi diametri bilan belgilab, shamol energetik qurilmasining quvvatini quyidagi formula orqali hisoblash mumkin.

$$N_{\text{sham.ener.quril.}} = 0,00386 \times q \times V \times D^2 \times \xi_{\text{par.}} \times \eta_{\text{red.}} \times \eta_{\text{gen}}$$

Bu yerda:

D -ish parragi diametri, m;

$\eta_{red.}$ va $\eta_{gen.}$ -reduktor va generatorning foydali ish koeffitsientlari;

$\xi_{par.}$ -parraklarda isrof bo'lgan havo oqimi energiyasi.

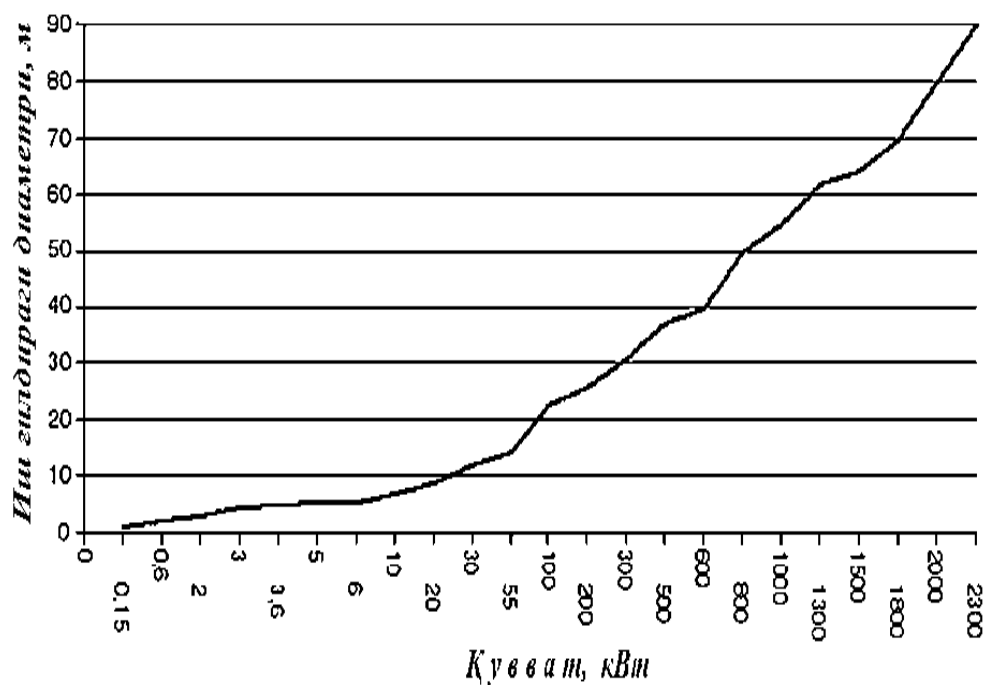
Hisoblarga ko'ra, parrakli shamol dvigatellarining shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti 48 % gacha bo'lishi mumkin, shamol qurilmalarining umumiy foydali ish koeffitsienti undan ham kichikroq bo'ladi.

Shamolga perpendikulyar bo'lib asosan, shamol qurilmalarining parraklari joylashadi. Shamol qurilmasi quvvatini parraklar soni emas balki, ish parragi diametri belgilaydi. 34-rasmda shamol qurilmasi ish parragi diametri bilan uning quvvati orasidagi bog'lanish grafigi ko'rsatilgan.

Shamol agregatining quvvati, shamol tezligiga to'g'ri, ish g'ildiragi parraklari soniga teskari proporsionaldir.

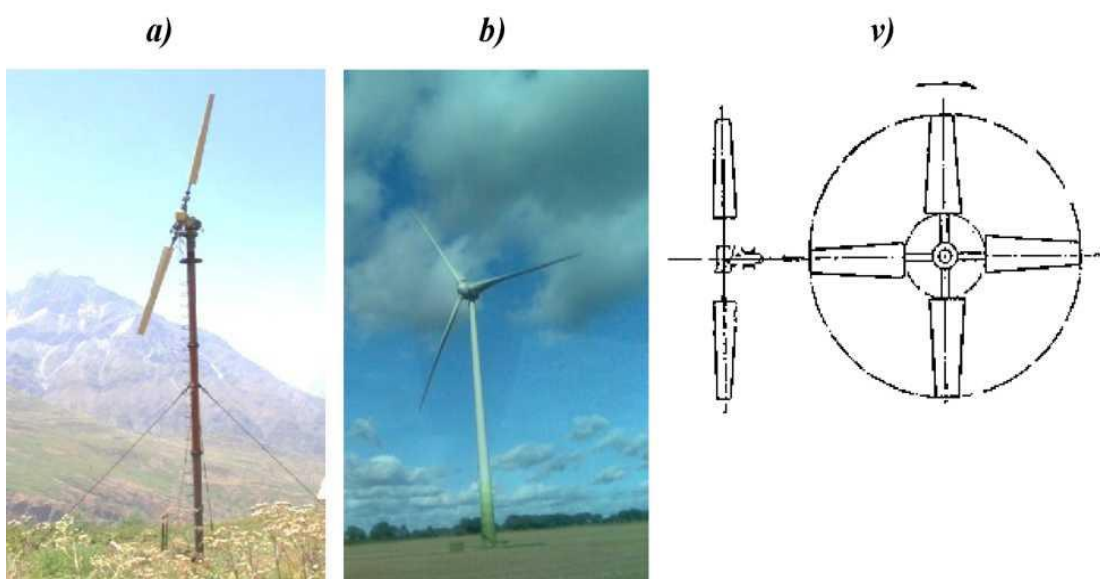
$$N_{шам. энерг. курил.} = f\left(\frac{V}{n}\right)$$

Havo oqimi hosil qiladigan mexanik energiyani elektr energiyaga aylantirish, shamol elektr stansiyalari yordamida amalga oshiriladi. Bir necha shamol qurilmalarining yig'indisi shamol elektr stansiyasini tashkil qiladi.



7.5.-rasm. Shamol qurilmasi ish parragi diametri bilan uning quvvati orasidagi bog‘lanish grafigi.

Shamol qurilmalarining asosiy ishchi qismi, shamol g‘ildiragi hisoblanadi. Shamol g‘ildiraklarining qanotli, karuselli va barabanli turlari mavjud. Shamol elektrostansiyalarida asosan eng samarali bo‘lgan qanotli shamol parraklari qo‘llaniladi.



7.6.- rasm. Qanotli shamol generatorlarining ko‘rinishi: a-ikki parrakli; b-uch parrakli; v-to‘rt parrakli.

Shuni esda tutish lozimki, shamol parragi tomonidan qabul qilinayotgan shamol oqimi, shamol parragining diametri bilan aniqlanadi, undagi parraklar soni hech qanday ahamiyatga ega emas. Hozirgi kunda ish parragi diametri 1,0-64 m bo‘lgan shamol qurilmalari mavjud.

Ko‘pgina shamol generatorlari sekundiga 3-4 m/s dan yuqori tezlikdagi shamol yordamida ishlaydi. Shamol generatorlari 8-25 m/s tezlikda esadigan shamol yordamida maksimal quvvatga ega bo‘ladi. Odatda shamol generatorlarining maksimal ishlash tezligi 25-30 m/s ni tashkil qiladi. Shamol energetikasi ekologik toza energiya manbaidir. Ammo shamol elektr stansiyalari uchun juda katta hududlar zarur (shamol energetik qurilmalarining bir-biridan uzoqda joylashishi va ular orasidagi masofa ish parragi diametrining 6-18 barobariga teng bo‘lishi kerak). Masalan, ish parragi $D = 100$ m bo‘lgan shamol energetik qurilmasi uchun 5-7 km hudud kerak. Butun boshli shamol elektr stansiyasi uchun esa o‘nlab km hududlar zarur. Boshqa bir noqulay tarafi - ish arragi shovqin chiqarib va havoni tebratib ishlashi natijasida teleko‘rsatuvlar va radioeshittirishlarga xalaqit beriladi.

Shamol energiyasidan foydalanish bo‘yicha Germaniya dunyo xamjamiyatida birinchi o‘rinni egallab kelmoqda. Bu mamlakatda shamol energiyasini ishlab chiqarish yiliga 500-1500 MVt ga ko‘paymoqda, hozirgi vaqtda ishlab chiqariladigan energiya miqdori 2 mln.kVt/soatdan oshib ketdi.

7.3. Shamol elektr stansiyasining texnik – iqtisodiy ko‘rsatkichlari hisobi

Yer sirtining, daryo, dengiz, okean suvlarining quyosh nurlari orqali notekis qizishidan havo oqimining harakati, ya’ni shamol yuzaga keladi. Shamolning mexanik energiyasidan shamol tegirmonlarida, yelkanli kemalarda, suvni yuqoriga ko‘tarish qurilmalarida foydalanilgan. Dastlab bu qurilmalar ikki ming yil oldin Xitoy, Yaponiya, yaqin sharq mamlakatlari, Misr kabi mamlakatlarda ishlatilgan. XIX asrda, aniqrog‘i 1885 yillarda Daniyada quvvati 10 – 20 kvt bo‘lgan shamol elektr stansiyalaridan keng foydalanilgan. 1880 -1930 yillarda AQSh da 6 milliondan ortiq shamol elektr stansiyalaridan foydalanilgani qayd etilgan.

1931 yilda sobiq ittifoqda, Qrimda quvvati 100 kvt bo‘lgan D 30 markali shamol elektr stansiyasi ishga tushirilgan. U 1942 yilgacha Sevastopolenergo tizimida faoliyat ko‘rsatgan. 1956 yil hisobi bo‘yicha sobiq ittifoqda 9 mingdan ortiq shamol elektr stansiyalaridan foydalanilgani haqida ma’lumotlar saqlangan.

Shamol tunganmas elektr manbai bo‘lib, energiya zahiralarini tashishni talab etmaydi, qurilmalari nisbatan arzon. Bu qurilmalar shamol tezligi va yo‘nalishining o‘zgaruvchanligi, quvvatining kichikligi, elektr energiyasi miqdorining sakrab o‘zgaruvchanligi kabi kamchiliklarga ega.

Avstraliya, Yangi Zelandiya, Lotin Amerikasi, Gresiya kabi mamlakatlarda shamol energiyasidan keng miqyosda foydalaniladi.

Daniyaning Yutlandiya yarim orolining Tvint tumani eng shamolli joy hisoblanadi. 1974 yilda bu joyga 2000 kvt quvvatga ega bo‘lgan shamol

elektr stansiyasi qurilgan. Uning har bir parragining og'irligi salkam 3000 kg bo'lib, minutiga 40 marta aylanadi va 50 Gs chastotali o'zgaruvchan elektr tokini hosil qiladi. Bu shamol elektr stansiyasi tejamkorligi va mustahkamligi jihatidan issiqlik va atom elektr stansiyalaridan qolishmaydi.

Shamol elektr stansiyalarining narxi issiqlik elektr stansiyalariga nisbatan 6 martagacha arzonroqdir. Yonilg'i resurslarining kamayib borishi, ularning tannarxini kundan – kun ortib borishi shamol va quyosh elektr stansiyalariga bo'lgan talabni orttirib bormoqda.

Shamol elektr stansiyasining quvvatini hisoblash

Avvalo shamol hosil qilgan havo oqimining kinetik energiyasi hisoblanadi. Shamol parragi yuzasi orqali o'tadigan havo oqimining kinetik energiyasi Y_{ek} quyidagicha aniqlanadi.

$$E_k = \frac{m g^2}{2} \quad (7.1)$$

Bu yerda m – havo oqimining massasi, g - havo oqimining tezligi. Havo oqimining quvvati esa vaqt birligi ichida parrak yuzasi orqali o'tadigan oqimning energiyasiga teng bo'ladi:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{E_k}{t} = \frac{\frac{m g^2}{2}}{t} = \frac{m g^2}{2t} \quad (7.2)$$

Bu yerda vaqt birligi ichida berilgan yuza orqali oqayotgan havo oqimining massasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{m}{t} = \frac{\rho V}{t} \quad (7.3)$$

Bu yerda ρ - havo zichligi;

V – havo oqimining hajmi;

t – vaqt.

Havo oqimining hajmi $V = S \cdot l$, S – havo oqimining ko‘ndalang kesim yuzasi, l – oqim uzunligi. Havo oqimining vaqt birligi ichida o‘tadigan hajmi quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{V}{t} = \frac{S \cdot l}{t} = S \cdot g \quad (7.4)$$

Bu yerda S – havo oqimining ko‘ndalang kesim yuzasi:

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (7.5)$$

r – radius havo parragi hosil qilayotgan aylana radiusi, D – shu aylana diametri.

Yuqoridagilardan

$$\frac{m}{t} = \frac{\rho \cdot V}{t} = \frac{\rho \cdot S \cdot l}{t} = \rho \cdot S \cdot g = \rho \frac{\pi \cdot D^2}{4} g$$

hosil bo‘ladi.

Bu formulalarga asosan quvvat quyidagicha hisoblanadi;

$$N = \frac{m g^2}{2t} = \frac{g^2}{2} \rho \frac{\pi \cdot D^2}{4} g = \frac{\pi \cdot D^2 \rho \cdot g^3}{8} = \frac{\pi \cdot \rho}{8} D^2 \cdot g^3 \quad (7.6)$$

Ma'lumki havo zichligi $\rho = 1,236 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, shunga asosan

$$\frac{\pi \cdot \rho}{8} = \frac{3,14 \cdot 1,236}{8} = 0,4851.$$

Quvvatni kilovatda o'lchansa ($1 \text{ k} \text{v} \text{t} = 1000 \text{ v} \text{t}$), u holda (7.6) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$N = \frac{D^2 \cdot g^3}{1000} = \frac{D^2 \cdot g^3}{2060} \text{ k} \text{v} \text{t} \quad (7.7)$$
$$0,4851$$

Shamol energiyasidan foydalanish koeffitsientini $\eta = 0,43 - 0,47$ deb olinadi, u holda quvvat

$$N = \frac{D^2 \cdot g^3}{2060} \eta \quad \text{kvt} \quad (7.8) \quad \text{bo'ladi.}$$

Shamol energiyasidan foydalanish koeffitsientini $\eta = 0,43 - 0,47$ bo'lsa, bu shamol elektr dvigatelining foydali ish koeffitsienti 43 – 47 % ga teng demakdir. Nazariy hisoblashlarda $\eta = 0,593$ bo'lib, amalda bu qiymatga erishib bo'lmaydi. Shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- shamol elektr dvigatelining turi;
- shamol tezligining o'zgaruvchanligi;
- shamol yo'nalishining o'zgaruvchanligi;
- podshipniklardagi yo'qotishlar;
- aerodinamik yo'qotishlar;
- stator cho'lg'amidagi reaktiv quvvat hisobiga yuz beradigan yo'qotishlar;

- elektr uzatish liniyalari qarshiligi hisobiga yuz beradigan yo‘qotishlar.

Xususiyl holda VEU – 3000 markali shamol elektr dvigateli quvvati hisoblanadi. Buning uchun shamol elektr dvigatelining pasportida keltirilgan ma’lumotlardan foydalaniladi.

Shamol elektr dvigateli pasportida quyidagilar keltirilgan:

1. Shamol elektr dvigatelining parragi diametri $D = 2,44$ m;
2. Shamol elektr dvigatelining normal ishlashi uchun shamolning nominal tezligi $g_{nom} = 12 \frac{M}{c}$ ($g_{min} = 3 \frac{M}{c}$; $g_{max} = 15 \frac{M}{c}$);
3. Shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti $\eta_{ypm} = 0,45$
($\eta_{amaluy} = 0,43 - 0,47$; $\eta_{nazaryuy} = 0,593$).

Quvvatni hisoblash formulasi (8) dan foydalaniladi:

$$N = \frac{D^2 \cdot g^3}{2060} \eta = \frac{2,44^2 \cdot 12^3}{2060} 0,45 \kappa \epsilon m = \frac{5,9536 \cdot 1728}{2060} 0,45 \kappa \epsilon m = 2,247 \kappa \epsilon m .$$

Shamol tezligining minimal va maksimal qiymatlarida erishish mumkin bo‘lgan quvvatlar hisoblanadi. $g_{min} = 3 \frac{M}{c}$, $g_{max} = 15 \frac{M}{c}$ bo‘lgan hollarda uning quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$N_{min} = \frac{D^2 \cdot g^3}{2060} \eta = \frac{2,44^2 \cdot 3^3}{2060} 0,45 = \frac{5,9536 \cdot 27}{2060} 0,45 = 0,035 \kappa \epsilon m = 35 \epsilon m$$

$$N_{max} = \frac{D^2 \cdot g^3}{2060} \eta = \frac{2,44^2 \cdot 15^3}{2060} 0,45 \kappa \epsilon m = \frac{5,9536 \cdot 3375}{2060} 0,45 \kappa \epsilon m = 4,389 \kappa \epsilon m$$

Quvvatning o‘rtacha qiymati hisoblanadi:

$$N_{\text{ypr}} = \frac{N_{\text{min}} + N_{\text{max}}}{2} = \frac{0,035 + 4,389}{2} = 2,21\text{кВт} .$$

Shamolning nominal tezligida quvvatning nazariy qiymati aniqlanadi. Bu holda shamoldan foydalanish koeffitsienti $\eta = 0,593$ deb olinadi:

$$N_{\text{назр}} = \frac{D^2 \cdot g^3}{2060} \eta = \frac{2,44^2 \cdot 12^3}{2060} 0,593\text{кВт} = \frac{5,9536 \cdot 1728}{2060} 0,593\text{кВт} = 2,961\text{кВт} .$$

Shamol elektr dvigatelining hisoblangan quvvatlari VEU – 3000 qurilmasining pasportida keltirilgan qiymatlarga ($N = 3000 \text{ vt} = 3 \text{ kvt}$) mos keladi.

7.4. Shamol elektr stansiyalari

Bir necha shamol qurilmalarining yig'indisi shamol elektr stansiyasini tashkil qiladi. Quvvatiga mos holatda shamol elektr stansiyalarini 3 guruhga bo'lish mumkin.

1. Kichik quvvatli - 0,1-1,0 kVt/soatgacha, ularga asosan doimiy elektr toki ishlab beradigan shamol qurilmalari kiradi. Ular asosan akkumulator batareyalarini zaryadka qilishda qo'llaniladi;

2. O'rtacha quvvatli - 10-100kVt/soatgacha, ular o'zgaruvchan tok ishlab chiqaradi;

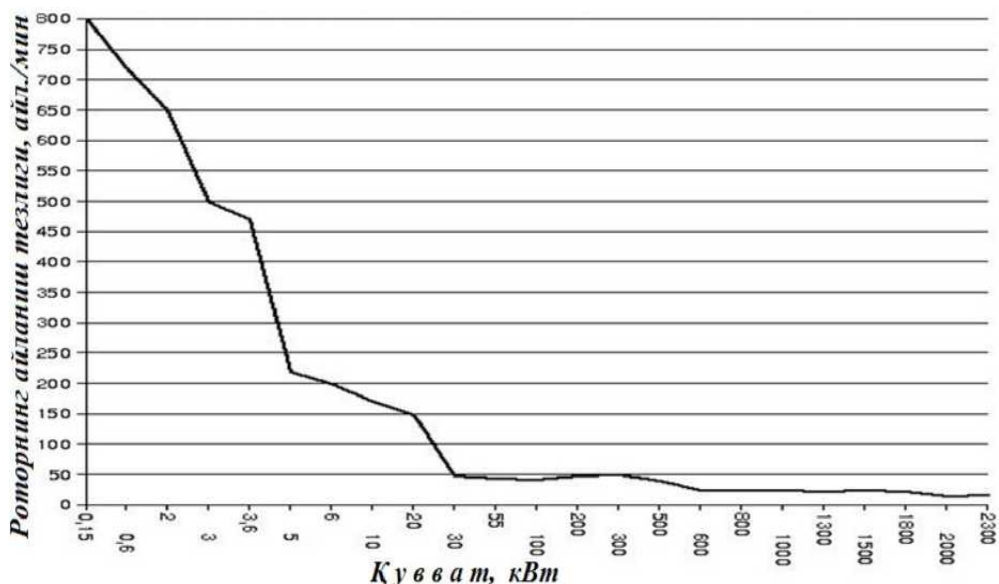
3. Yirik quvvatli - > 1000 kVt/soatgacha, hozirgi vaqtda bunday shamol energetik qurilmalarining tajriba nusxalari sinab ko'rilmoqda. Ma'lumki shamol agregatining quvvati, shamol tezligiga to'g'ri proporsional va ish parraklari soniga esa teskari proporsionaldir. Hozirgi kunda, seriyali ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan shamol agregatlari ish parragining aylanishlar soni quyidagilarga teng (ayl./min.): 3000; 1500;

1000; 250; 75; 30. Shamol tezligining oshishi bilan shamol qurilmasi ish g'ildiragining aylanishlar soni oshadi, hamda mos holda shamol qurilmasining quvvati oshib boradi.

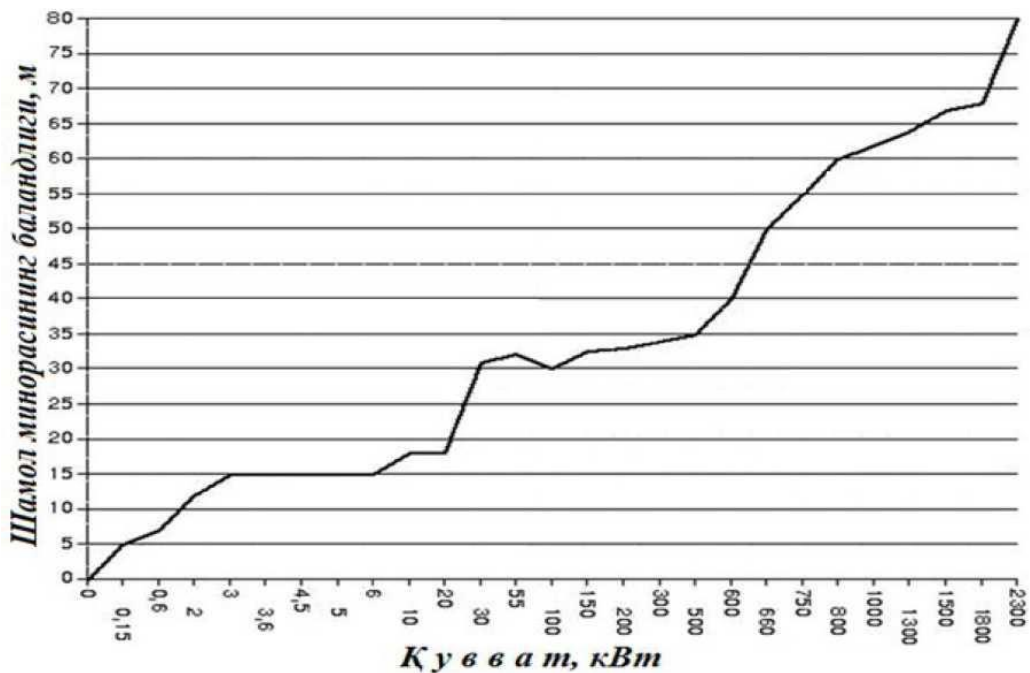
Shamol qurilmasining yana bir muhim elementlaridan biri, shamol minorasining balandligidir. Tajribalarga asosida shamol minorasi balandligining oshishi bilan shamol qurilmasi quvvatiining ortib borishi aniqlangan.

7.8.-rasmdan ko'rinib turibdiki, yer sathidan balandga ko'tarilgan sari shamolning tezligi kuchayib, shamol energetik qurilmalarining ishlab chiqarayotgan quvvati ham ortib boradi. Ammo shamol energiya qurilmalari ma'lum bir balandlikka o'rnatiladi. Shamol qurilmasi o'rnatilgan balandlikda esa shamolning tezligi bir xil bo'lmasdan katta diapazonda o'zgarib turadi.

Shuning uchun shamol energiya qurilmalari to'liq quvvat bilan elektr energiya ishlab chiqara olmaydi 36-rasm.



7.7.-rasm. Shamol qurilmasi ish parragi (rotori) aylanish tezligi bilan uning quvvati orasidagi bog‘lanish grafigi

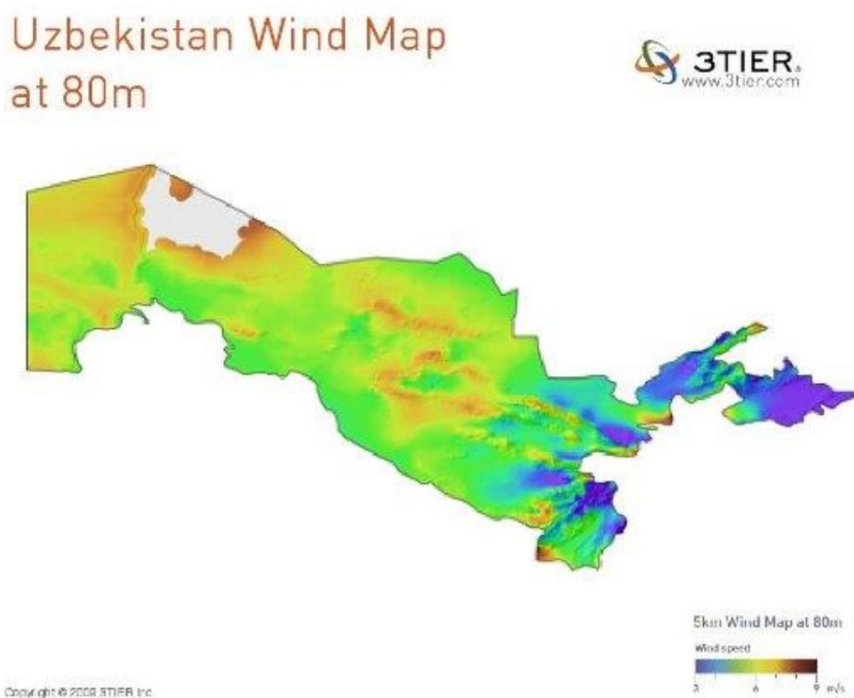


7.8.-rasm. Shamol minorasining balandligi bilan shamol qurilmasi quvvati orasidagi bog‘lanish grafigi

Ishlab chikarilayotgan energiya miqdori va uning tannarxi. AQSh shamol energetikasi uyushmasining ma’lumotiga ko‘ra 2006 yilda Amerikada shamol elektr generatorlarida 17 543 kVt elektr energiyasi ishlab chikilgan, umumiy narxi 56 082 850 dollarga, 1 kVt elektr energiyaning narxi - 3200 dollarga teng bulgan. Shu yili dunyo buyicha shamol elektr stansiyalari tomonidan 19 483 kVt elektroenergiya ishlab chikilgan. 2020 yilga kelib. AQShda shamol elektrostansiyalari tomonidan ishlab chikariladigan elektroenergiya miqdori 50 ming MVtga yetkazilgan. Bu miqdor mamlakatda ishlab chikariladigan elektr energiyaning 3 % ni tashkil kiladi xolos.

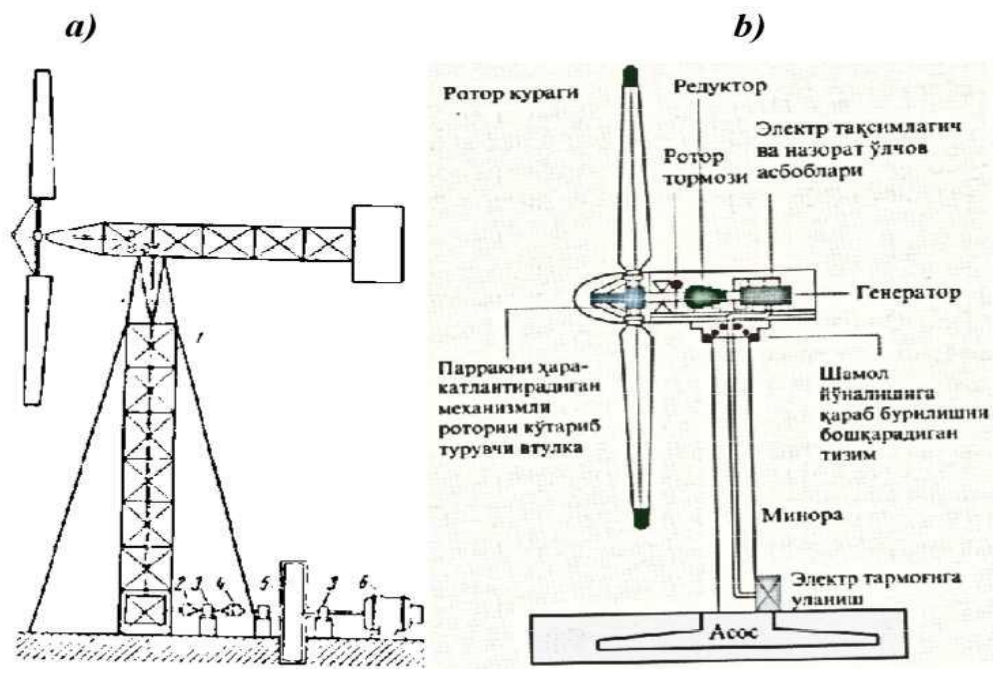
Hozirgi kunda shamol elektr stansiyasini qurishga ketgan mablag‘ qoplangandan sungen, 1 kVt elektr energiyaning narxi 0,10 -0,07 dollarga teng bo‘lgandagina shamol energetikasi samarali hisoblanadi.

Abb. 14: Windatlas Usbekistan (in 80 Meter Höhe)²¹³



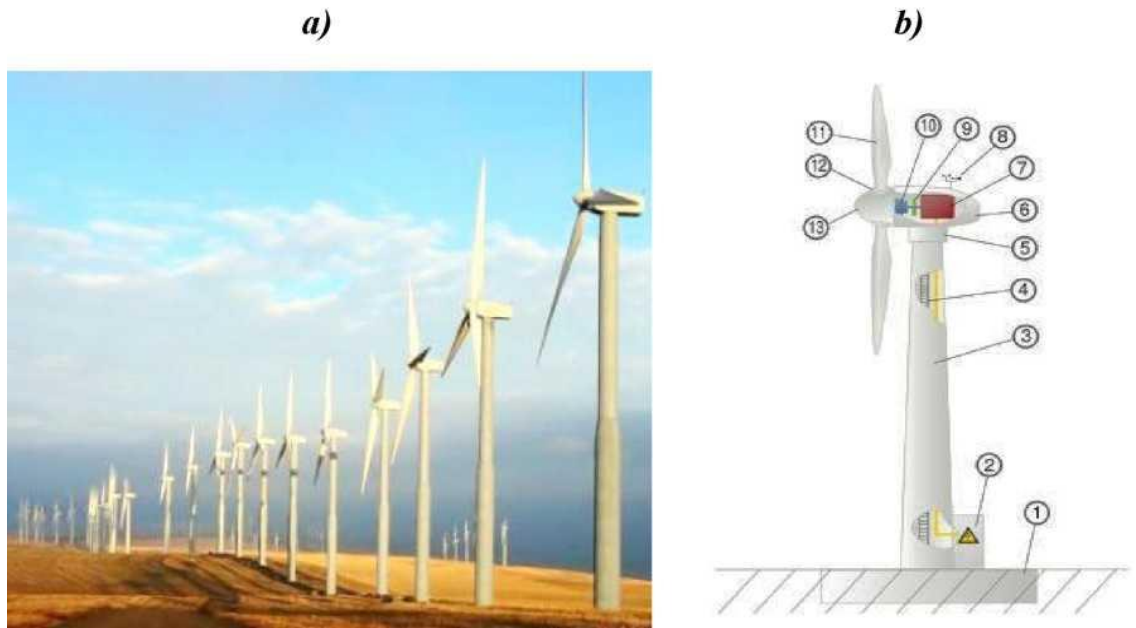
7.9.-rasm.O‘zbekiston shamolli xududlarining xaritasi.

O‘zbekiston Respublikasida birinchi bo‘lib Chorvoq suv omborining dam olish zonasida (Toshkent viloyatida) eng katta shamol energetik qurilmasi o‘rnatildi. Quvvati 750 kVt/soat bo‘lgan shamol energetik qurilmasini o‘rnatish, Janubiy Koreyaning «Doojin Co. LTD» kompaniyasi yordamida amalga oshirildi. Shamol energetik qurilmasi maydonchasiga 40 m balandlikdagi minoraga shamol tezligini o‘lchovchi anemometrlar va boshqa nazorat-o‘lchov asboblari o‘rnatilgan. Shamol energetik qurilmasi bir yilda 12,3 million kVt/soat elektr energiyasi ishlab chiqaradi, natijada 700 000 m³ tabiiy gaz tejaladi.



7.10.-rasm. An'anaviy (a) hamda zamonaviy sanoat (b) shamol energetik qurilmalarining sxemasi:

1-shamol dvigateli; 2-ulash muftasi; 3-tayanch podshipnigi; 4-yerkin aylanish muftasi; 5-inersion akkumulator; 6-sinxron generator.



7.11.-rasm. Sanoatda ishlab chiqariladigan shamol energetik qurilmalarining joylashishi (a) va tuzilishi (b):

a) joylashishi; b): 1-fundament; 2-kuch kontaktorlari va boshqaruv zanjirini o‘z ichiga olgan kuch shkafi; 3 - minora; 4-chiqish narvoni; 5-aylantirish mexanizmi; 6 - gondola; 7 - elektr generatori; 8 -shamol yo‘nalishini shamol yo‘nalishi va tezligini kuzatuvchi tizim(anemometr) 9 - to‘xtatish tizimi; 10- transmissiya;11-parraklar;12-parraklar joylashish burchagini o‘zgartirish tizimi;13 -rotor qalpog‘i.

«O‘zgidromet» institutining xabar berishicha, shamol energetik qurilmasi o‘rnatilgan hududda shamolning o‘rtacha tezligi 4,3 m/s ni, qish davrida esa 6,6-7,1 m/s ni tashki qilar ekan. Shamolning ko‘rsatilgan tezliklari, shamol energetik qurilmasini barqaror ishlashini ta‘minlaydi.

Nazorat savollari

- 1. Shamol energiyasi va undan foydalanish usullari.*
- 2. Shamol energetikasining xarakteristikallari.*
- 3. Shamolning mexanik energiyasi.*
- 4. Shamol tezligini o'lchash usullari.*
- 5. Anemometrlarning qanday turlarini bilasiz?*
- 6. Shamol elektr dvigatelining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari.*
- 7. Shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti nima?*
- 8. Shamol elektr stansiyalari haqida nimalarni bilasiz?*

8-BOB. SHAMOL ENERGIYASINING ZAXIRALARI

8.1. Shamol energiyasidan dunyoda foydalanish imkoniyatlari

Shamol energiyasining resurslari quyidagi ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi. SHamol energiyasi shamolning tezligi va kuchiga bo'liq bo'lib, 16 Vt/m^2 ($V=20\text{m/s}$, kuchi – 10 balli) dan 15000 V/m^2 ($V=30\text{m/s}$, kuchi 12 balli) gacha bo'lishi mumkin. Nazariy hisoblarga ko'ra 1 m^2 maydondan shamol tezligiga qarab 57% gacha shamol energiyasidan foydalanish mumkin bo'lsa, amaliyotda bu ko'rsatkich 33% dan oshmaydi.

Evropa davlatlaridagi SHEQ larining umumiy quvvati 1990 yilda 324MVt tashkil qilib, buni katta qismi Daniya davlatiga to'g'ri keldi. Ekspertlarni baholashicha, 2010 yil Evropa davlatlaridagi SHEQ larining umumiy quvvati 4860 MVt ga etishi kutilmoqda. Evropada SHEQ laridan asosiy foydalanuvchilariga Daniya, Angliya, Germaniya va Belgiya davlatlarini kiritish mumkin.

Daniya davlati SHEQ larini ishlab chiqarish va eksport qilish bo'yicha dunyoda etakchi bo'lib, ikkinchi o'rinda AQSH hisoblanadi. 2010 yilda Daniya iste'mol qilayotgan elektr energiyasi quvvatini 10% SHEQ lari yordamida olishga rejalashtirgan. 2010 yilda Germaniyada iste'mol qilinayotgan elektr energiyasi quvvatini 0,2% SHEQ lari hissasiga to'g'ri kelishi, bu ko'rsatkich 500MVt quvvatni tashkil etishi rejalashtirilgan.

Niderlandiyada SHEQ laridan foydalanish 1976 yildan boshlangan. SHamol energiyasidan foydalanish davlat dasturi ishlab chiqilgan bo'lib, 1990 yili SHEQ larining quvvatini 100÷150 MVt ga, 2008 yili 1000

MVt ga etkazildi va 2010 yilga kelib umumiy elektr energiyasi iste'molining 4÷7% ni shamol energiyasidan olish rejalashtirilgan.

Angliyada shamol energiyasidan foydalanish istiqbolli soha hisoblanib, davlat dasturi asosida SHEQ larining quvvatini 2008 yili 600 MVt ga etkazildi va 2018 yili umumiy elektr energiya iste'molining 20% ni shamol energiyasidan olish rejalashtirilgan.

Italiyada elektr energiyasini qo'shni davlatlarga importi 8% ni tashkil qilib, atom va muqobil energiya manbalaridan foydalanish milliy Kengash dasturiga asosan 3 ta 1,5 MVt li va 2 ta 10 MVt li SHEQ larni yaratish rejalashtirilgan. 2018 yilda Italiyada shamol energiyasidan foydalanib 2÷3 TVt/soat energiya olish rejalashtirilgan.

Evropadagi Ispaniya, Portugaliya, Belgiya, Shveysariya, Gresiya, Finlyandiya va boshqa davlatlarda ham shamol energiyasidan foydalanish bo'yicha sezilarli ishlar olib borilmoqda.

Hindiston davlati ham shamol energiyasidan foydalanish davlat dasturi ishlab chiqqan bo'lib, 2010 yili SHEQ laridan 5000 MVt energiya olinmoqda. Xitoy xalq respublikasida 2010 yili SHEQ laridan olinadigan energiya quvvatini 100 MVt ga etkazish rejalashtirilgan. Jadvalda Xitoy xalq respublikasida ishlab chiqarilayotgan shamol elektr stansiyalari haqida ma'lumot berilgan.

Xitoy xalq respublikasida ishlab chiqarilayotgan quvvati 2 dan 20 kVt bo'lgan shamol elektro stansiyalari haqida ma'lumot

8.1-jadval

Texnik Tavsiflari	Model`				
	3SFD- 2000	3SFD- 3000	3SFD- 5000	3SFD- 10000	3SFD- 20000
Nominal quvvati, Vt	2000	3000	5000	10000	20000
chiqish kuchlanishi, V	48/96/28 0	96/280	96/280	280	280/420
Shamolni boshlang`ich tezligi, m/s	4	4	4	4	4
Shamolni nominal tezligi, m/s	9	9	10	10	12
Parraklar soni	3	3	3	3	3
Aylananing diametri, m	3,7	4	6,4	8	12
Generatorni aylanish tezligi, ayl/min	400	400	200	200	160
Shamolni foydali ish koeffisenti, FIK	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Minora trubasining diametri	89	108	114	273	325
Minora	9	9	9	12	18

balandligi, m						
Tavsiya etilgan akkumulyatorlar		12V150 AH	12V180 AH	12V3050 AH	12V400 AH	12V400 AH
Og'irligi, kg		300	320	800	900	1500
Sistemadan chiqish		Avtomatik – invertor				
Upakov ka, mm	Generat or	875×550×430			440×800×580	
	Aksess uar	2210×350×400			580×700×1000	
Invertor tannarxi, ming rubl		144,0	216,0	360,0	720,0	1140,0

Rossiya davlatida SHEQ larini yaratish bo'yicha Evropa davlatlaridan sezilarli orqada qolgan bo'lib, hozirda birgina AVES-6-4M 2-4 kVt quvvatli agregatlari ishlab chiqiladi va xalq xo'jaligining turli sohalarida foydalaniladi. Bundan tashqari kam sonli zaryadlovchi 100÷200 Vt quvvatdagi SHEQ lari ishlab chiqilib, suvlarni balandlikka ko'tarishda ishlatiladi. So'nggi 8 yil ichida bu turdagi shamol agregatlari 10 mihtasi ishlab chiqilib foydalanib kelinmoqda.

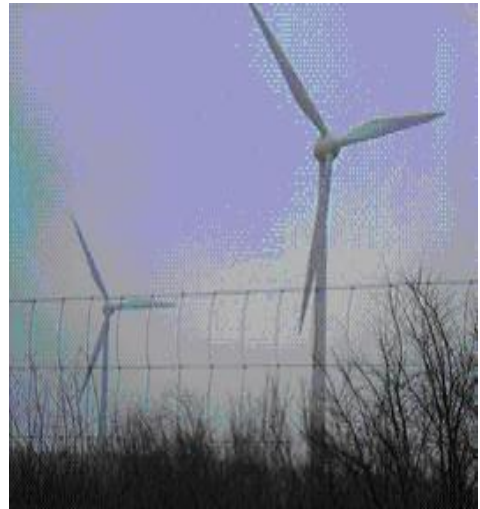
Rossiyadagi shamol energiyasining resurslarini baholashda, shamol doimiy bo'ladigan maydon 8 mln.km² ni tashkil qilib (bunda shamolni o'rtacha yillik tezligi 5m/s kattaligi e'tiborga olingan) bu maydonni 1% ga SHEQ larini o'rnatsa yiliga taxminan 300 mil.kVt energiya olish mumkin bo'ladi.

“Vetroen” ilmiy ishlab chiqarish birlashmasining ma’lumotlariga ko‘ra 2010 yilga kelib Rossiyada turli xildagi SHEQ larga talab taxminan 1 mil. Tashkil etdi. Ularning umumiy energiya quvvati 31,4 ming MVt bo‘lib, yillik ishlab chiqargan elektr energiya miqdori 62 mln.MVt/soat bo‘ladi. Bu SHEQ larini qo‘llash 18,6 mil. Tonna shartli yoqilg‘ini tejash imkonini beradi. (hisoblarda 1kVt/soat energiya ishlab chiqarish uchun SHES lar 300 g mazut, dizel va benzo-elektr agregatlar uchun 400 g yoqilg‘i sarfi inobatga olindi).

Rossiya davlatida qabul qilingan shamol energiyasidan foydalanishda “Ekologik toza energiya” davlat dasturi asosida quvvati 250 kVt bo‘lgan SHEQ larni yaratish va ulardan foydalanish istiqbollari ko‘rsatib berilgan. Bulardan quyidagilarni kiritish mumkin:

- alohida mustaqil elektr va issiqlik energiyasiga iste’molchi bo‘lganlar uchun 8 kVt gacha quvvatga ega bo‘lgan SHEQ larini yaratish (Rossiyaning Uzoq SHarq, Poveljd markaziy Evropa va boshqa regionlar) yillik yoqilg‘I tejami 3-8 tonna shartli yoqilg‘ini tashkil etadi.
- bir necha SHEQ larini to‘plamidan iborat, quvvati 100 kVt gacha bo‘lgan mustaqil yoki elektr manbasi bilan parallel ishlaydigan SHEQ lari Bashkriyada tajriba sifatida qurilgan bunday stansiya yiliga 92÷100 tonna shartli yoqilg‘i tejash imkonini berdi.
- quvvati 250-400 kVt energiyali SHEQ lari asosida yaratilingan va elektr energiya tizimi bilan parallel ishlaydigan SHEQ lari Noverosmsk shaxrida yaratilingan bunday stansiyada yoqilg‘I tejashi 200-300 tonna shartli yoqilg‘ini tashkil etadi.
- qo‘zg‘aluvchan transportda olib yurish va yog‘ib-buzish oson bo‘lgan SHEQ. Bunday agregatlar qishliq xo‘jaligida iste’molchiga mustaqil elektr va suv ta’minotini amalga oshiradi. Yillik yoqilg‘I tejashi 10÷15

tonna shartli yoqilg'ini tashkil etadi. Bu qurilmalarga; VES-II 80Vt.soat/sutka, VVU-1,5-1,5m³/sutka suv, VVU-6-6m³/sutka suv larni misol qilish mumkin.



8.1-rasm. Shamol generatorining turlari



8.2. Shamol dvigatellari va kuchlanish rostlagichi bilan ishlash uchun generator turlari

Odatda shamol dvigatellari shamolning 4 dan 3m/sek gacha bo'lgan kuchsiz tezliklarida o'zgaruvchan aylanish bilan ishlasa, 8 m/sek dan katta tezliklarida esa shamol dvigatellari avtomatik rostlashga ega bo'lsa, o'zgarmas aylanish bilan ishlaydi. Aylanishlarning notekisligi mazkur shamol dvigatellarining rostlash tizimiga bog'liq ravishda 3 dan 15% gacha bo'lgan oraliqlarda o'zgaradi.

Shunday qilib, shamol dvigatellariga ulangan generator aylanishlarning o'zgarmasligini ta'minlashi kerak. Bu shartlarga o'zgarmas tok ceneratorlari javob beradi va odatda ular kichik quvvatli shamol elektr stansiyalariga o'rnatiladi.

Sinxron va asinxron o'zgaruvchan tok generatorlari katta quvvatli dismol elektr stansiyalarida umumiy tarmoqda boshqa katta quvvatli issiqlik yoki gidravlik elektrstansiyalri bilan parallel ishlashi uchun qo'llaniladi.

Shamol dvigateli bilan ishlashi uchun o'zgarmas tokning shunt generatorlari ishlatiladi.

Mazkur generatorlari shunt g'alayonlanishli (sxemasi rasmda ko'rsatilgan) yoki aralashma g'alayonlanishli bo'lishi mumkin.

Ularda asosiy shunt o'ramlaridan tashqari qo'shimcha tarzda g'alayonlanishning serkes o'ramlari bo'lishi mumkin.

Qo'shimcha o'ram shunday ulanishi kerakki, uning magnit oqimi shunt o'ramning asosiy oqimi bilan qo'shilishi kerak. Buning natijasida kompaund g'alayonlanishli generator sxemasini olamiz.

Quvvati 100 dan 1000Vatt gacha bo'lgan kam quvvatli shamol elektr stansiyalarida traktor va avtomobillar va o'rnatilgan generatorlar ishlatiladi. Mazkur mashinalar o'zgaruvchan aylanish bilan ishlaganligi uchun ularga generatorlar katta magnit to'yinish bilan tayyorlanadi.

Shuningdek kuchlanish rostlagichlari mavjud bo‘ladi. Shu sababli ularda aylanishlarni katta oraliqlarida tebranishiga ruxsat beriladi. Bu esa shamol dvigatellari ishlaydigan notekisliklarga mos keladi. GVT GAU va GBF rusumi bilan ma’lum bo‘lgan mazkur generatorlarning kamchiligi foydali ish koeffisientining kichikligidir. GBT generatorlari OT3 va XT3 traktorlariga o‘rnatiladi va quvvati 60 dan 85 Vatt gacha, kuchlanishi 6 Volt ,g‘alayonlanishning ikki qutubli shunt o‘ramlariga ega bo‘ladi xamda kuchlanishni avtomatik rostlash bilan ishlaydi. Rostlagich yuklamali rejimda aylanishni 1100 dan 2100 ayl/min gacha o‘zgartirishga imkon beradi. Kuchlanish esa o‘zgarmas xolatda ushlab turiladi.

Uch shyotkali GBF generatori M-2, 34 C-101 rusumidagi yengil avtomobillarga o‘rnatiladi. Ularning quvvati 60dan 80 Vattgacha bo‘ladi, kuchlanishi-6 volt; ikki qutibli, g‘alayonlanishni shunt o‘ramli.

Uch shyotkali generatorlarning afzalligi ularning aylanishlari 700dan 4500 ayl/min o‘zgarishida maxsus kuchlanish rostlagichsiz akumlaytorlarni zaryadlashda ishlashi mumkindir.

Galayonlanish shunt musbat qutubi betarafga nisbatan 60 atrofida ma’lum bir burchakka siljigan maxsus uchunchi shyotkaga ulangandir.

Mazkur xolatda generator qutublaridagi magnit oqimining taqsimlanishiga yakor o‘ramlarining resusiyasi ta’siridan foydalaniladi. Yakor o‘ramlari tomonidan xosil qilinayotgan oqim kompaundga qarshi o‘ramlar oqimiga o‘xshash vazifani bajaradi, ya’ni qutublarni magnitsizlantiradi. Shu tufayli aylanishlar sonini juda katta tebranishlarda xam generator qisqichlaridagi kuchlanish katta bo‘lmagan oraliqlarda o‘zgaradi. Shuni aytib o‘tish joizki, kuchlanishning cheklanishi faqatgina generator akkulaytor batareyasiga yoki katta

quvvatli yuklamaga ishlaganda yuz beradi. To‘liq bo‘lmagan yuklamada yoki solt ishlashida kuchlanish katta oraliqlarda o‘zgaradi. Bu xolatda ishchi tok bo‘lmaydi va buning natijasida yakorning reaksiyasi mavjud bo‘lmaydi. Aylanishlarni 1 daqiqada 600dan 3200gacha tebranishdagi zaryad tok kuchining o‘zgarishi rasmda ko‘rsatilgan.

Shuntli GA 250/12 rusumdagi generator, to‘rt qutubli quvvati 250Vatt, kuchlanishi 12V bo‘lib, avtobuslarda ishlashi uchun mo‘ljallangandir. PPT turdagi kuchlanishni avtomatik rostlash bilan ishlaydi. Mazkur rostlagich yuklamaga ega bo‘lgan aylanishlarni 1300dan 3000ayl/min gacha o‘zgarishida kuchlanishning o‘zgarmasligini ta‘minlab turadi. Generator shamol g‘ildiragining diametric 3m bo‘lgan shamol dvigatellari bilan ishlashi uchun qo‘llanilishi mumkin.

Quvvati 1000Vatt, kuchlanishi 24 volt bo‘lgan GT 1000/24 generatori PPT turdagi kuchlanish rostlagichi bilan ishlaydi xamda aylanishlarni 350dan 3000gacha tebranishda kuchlanishning o‘zgarmasligini ta‘minlaydi. Mazkur generator shamol g‘ildirakining diametri 3 dan 3,5 m gacha bo‘lgan shamol dvigatellarida ishlatilishi mumkin xamda shamolning yuqori o‘rtacha yil tezliklariga ega bo‘lgan shamolnin o‘rtacha yilning tezliklari 5m/sek past bo‘lgan tumanlarda ishlatish uchun mo‘ljallangandir. Shuningdek diametri 5m bo‘lgan shamol g‘ildiragiga egabo‘lgan shamol dvigatellarida ishlatilishi mumkin.

Umumiy qo‘llanishli o‘zgarmas tok generatori normal to‘yinishli magnit tizimiga ega bo‘ladi. Buning natijasida ularning tavsirlari katta og‘ish burchakli (gorizontalga nisbatan) egri chiziqqa ega bo‘ladi xamda aylanishlarni tebranish ko‘lami kichik bo‘lishi bilan farqlanadi. Bunday

generatorlar yurish notekisligi kichik va yuqoriroq quvvatli shamol dvigatellari bilan ishlashi mumkin.

Galayonlanish zanjirida o'zgarmas qarshilik bilan ishlash rejimi. Shunt generatorlarining o'zgarmas kuchlanishdagi aylanishlarga bog'liq xoldagi tavsiri to'g'ri chiziq ko'rinishidagi chizma sifatida ko'rsatiladi. To'g'ri chiziqning koordinataning gorizonta o'qqa og'masi generator shunt o'ramlari zanjirida g'alayonlanish tokining kattaligini ko'rsatadi.

Generator shuntiga qarshilikni kiritgan xolda tavsifni o'ngga siljitamiz va rasmda ko'rsatilgandek og'ma qiyaligini kamaytiramiz.

Shamol elektr agregati ishlaganda kuchlanishning o'zgarmasligini olish maqsadiga muvofiqdir. Bu esa generator yuklamasini rostlash bilan erishiladi.

Bunday rostlashni akkumlyator batareyasini generator klemmalariga parallel ulash orqali amalga oshiriladi. Mazkur xolatda akkumlyatorning vazifasi shamol dvigatelining quvvat tebranishini silliqlash va generator klemmalarida normal kuchlanish kattaligini ushlab turishdan iboratdir. Shamol dvigatelining aylanishi pasayganda generator klemmalaridagi kuchlanish tushib ketadi. Agarda akkumlyator batareyasi normal zaryad xolatida bo'lsa, uning kuchlanishi generatordagiga qaraganda katta bo'ladi. Shu sababli u shamol dvigatellini toksizlantirish xisobiga yuklamani bir qismini o'ziga oladi. Bu bilan birga uning aylanishi oshadi va generator kuchlanishi tiklanadi.

Izolyasiyalangan turdagi shamol elektr stansiyalari sezilarli darajadagi kamchilikka ega bo'lib, u energiyani bir tekisda uzatishni ta'minlash uchun akkumlaytor va zaxira issiqlik dvigatelini o'rnatish kerakligidan iboratdir. Buning natijasida o'zgarmas tokning katta quvvatli shamol qurilmasini amalgam oshirish qiyin bo'lsa, olinadigan

energiyaning tannarxi juda katta bo‘ladi. Izolaytsiyalangan turdagi shamol qurilmasini energiyaning boshqa manbalari qimmat bo‘lgan joylarda o‘rnatish maqsadga muvofiqdir. Biroq mazkur shamol qurilmalari agarda ular mexanik uzatma bilan ishlasa, elektr energiya esa yordam maqsadida ishlab chiqarilsa (xizmat qiluvchi xonalarni yoritish, zaryadlash va boshqalar) foydali bo‘lishi mumkin. Bu xolatda katta sig‘imdagi akkumlyator kerak bo‘lmaydi.

Elektr yoritish va motor yuklamaga xizmat qiluvchi shamolqurilmalar xam mexanik, xam elektr mashinalardagi yo‘qotishlarga ega bo‘ladi, ya’ni foydaligi kamroq bo‘ladi.

8.3. Shamol generatorining ideal va real F. I. K. hisoblash

Shamol oqimini ko‘ndalang $S(m^2)$ kesim yuzasidan perpendikulyar $v(M/s)$ tezlik bilan va m -havo massasi inobatga olib, oqimning kinetik energiyasi E_{kin} ni hisoblash mumkin

$$E_{kin} = \frac{mv^2}{2} \quad (8.1)$$

havo massasini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin

$$m = \rho_x v s \quad (8.2)$$

bunda ρ_x - havoning zichligi (kg/M^3). Qulay klimatik sharoitlarda ($t=15^0C$, $P=760$ mm. em. us.) $\rho_x=1,226$ kg/M^3 deb qabul qilingan.

Agarda (8.1) dagi m -ni qiymatini birlik vaqtga mos kelganini olsak (kg/s), u holda shamol oqimining quvvati quyidagiga teng bo‘ladi.

$$N = 0,5\rho_x v^3 s \quad (8.3)$$

$S=1M^2$ ga tengligiga shamol oqimining solishtirma quvvati

$$N_c = 0,5\rho_x v^3 \quad (8.4)$$

Shamol energiyasini hisoblaganda va foydalanilganda shamolning o'rtacha tezligi $\bar{v}=25m/s$ dan oshmaydi deb hisoblanadi. Bu o'rtacha tezlik 12 ballik Bofort shkalasida 9 ballik shamolni tashkil etadi.

Shamol oqimining solishtirma quvvati, shamol tezligini belgilangan oralig'ida quyidagicha o'zgaradi.

$\bar{v}, m/s$	2	3	4	5	10	14	18	20	23	25
$N_s,$ Bt/m^2	4,9	16,55	39,2	76,6	613	1682	3575	4904	7458	9578

Shamol tezliklarining v_p^{\min} dan v_p^N oralig'ida SHEQ larning foydali quvvatini $N_{sheq},(kVt)$ shartli hisoblashda, olingan shamolning o'rtacha tezligida \bar{v} (m/s), minoraning balandligi $H_m(M)$ va SHEQ si rotorining diametrini $D,(M)$ belgilab, quyidagi formuladan foydalanish mumkin.

$$N_{sheq} = NS_{sheq} \eta_p \eta_r \xi 10^{-3} \quad (8.5)$$

bunda $N+4$ formuladan aniqlanadi, S_{sheq} – gorizantal o'qida aylanuvchi SHEQ aylana yuzasi,

$$S_{sheq} = \frac{PD_1^2}{4} \quad (8.6)$$

ξ - quvvat koeffisienti, hisoblarda ξ - 0,45 ga teng deb qabul qilinadi. η_p - rotni FIK (taxminan 0,9 ga teng).

(8.5) formuladagi kattaliklarni qo‘ysak, SHEQ larining foydali quvvatini shartli hisoblasak quyidagi ko‘rinish oladi.

$$N_{sheq} = 1,85 D_1^2 v^3 \quad (8.7)$$

Kichik SHEQ larida $v_p^{\min} = 2,5 \div 4 m/s$, $v_p^N = 8 \div 10 m/s$ qiymatlari oralig‘ida bo‘ladi. SHamol tezligining yuqori chegarasi SHEQ larining mustaxkamligini aniqlashda $v^{\max} = 60 m/s$ deb qabul qilingan.

SHEQ sidagi har bir qurilma kamida rotor diametric o‘lchamidan kamida 5 marta katta bo‘lgan masofada joylashtirish zarur. Agarda SHEQ lari perpendikulyar yo‘nalishda qator qilib joylashtirilsa bu masofani rator diametri o‘lchamiga nisbatan 4 martaga kamaytirish mumkin. SHEQ larni boshqarish va hamma funksiyalarining monitoringini olib boorish va nazorat qilish mikroprosessorlar yordamida masofaviy amalgam oshiriladi.

SHEQ larida shamol trubinalarini sekin aylanishi texnik jihatdan xavfsizlikni ta‘minlash bilan bir qatorda, atrof muhitdagi kushlarni yashashi va parvozigam ham ekologik xavfsiz hisoblanadi. Hamda inson va hayvonot uchun zararli bo‘lgan infratovush to‘lqinlarini hosil qilmaydi.

Rossiyada ishlab chiqarilayotgan SHEQ lari quyidagi asosiy parametrlari bilan mavjudlaridan farq qiladi. Bular SHEQ larini ishlashidagi samaradorligi va konstruksiyasini ajralib turishi, metal qismini pishiqligi va yig‘ilishini soddaligi.

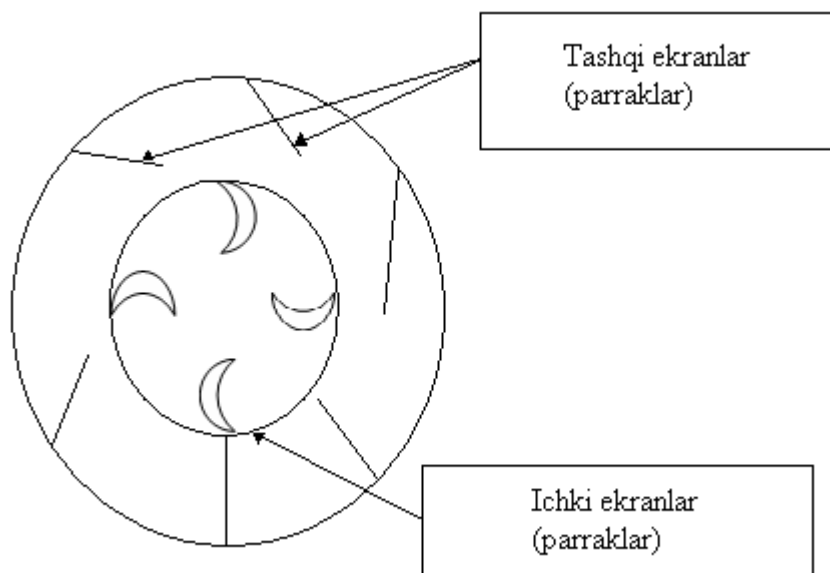
AQSH dagi NASA aerokosmik firma tomonidan yaratilingan va foydalanishga chiqariladigan SHEQ lari o‘lchamlarini kattaligi bilan ko‘p joylarda qo‘llash imkoniyatini bermaydi. Ulardagi parraklarni aylanish aylanish diametri 185 metrni tashkil etadi. Bunday katta SHEQ

laridan foydalanishda, xavfsizligini ta'minlashda noqulaylik va qiyinchiliklar kelib chiqadi.

Rossiyada yaratilgan SHEQ lari quyidagi parametrlari bilan etakchi davlatlarda ishlab chiqilgan SHEQ laridan afzalliklarga ega.

1. SHEQ lari ishlashida shamol oqimining yo'nalishiga bog'liq emas. SHamol oqimini o'zgarishi bilan SHEQ si o'zini shamolning yo'naltiruvchi ekranlari holatini o'zgartirib shamolga moslashib oladi. Bunga SHEQ sidagi "qong'iroqsimon" parraklarni shamol yo'nalishiga moslanib, turg'unlovchi tekislik holatini o'zgartirishiga olib kelishi sabab bo'ladi.

Shamolni yo'naltiruvchi ekranlar shamol trubinasidagi shamol oqimining tezligini sezilarli oshishiga xizmat qiladi. Shamol yo'naltiruvchi ekranlar, shamolni yo'nalishini ham o'zgartirib shamol trubinasining parraklariga yo'naltiradi.



8.2.- rasm. Shamolni yo'naltiruvchi ekranlar

3. SHEQ larining modul konstruksiyasi, qurilmani mustaqil ishlay oladigan alohida bloklardan yig'ish imkonini beradi. SHEQ sini bu xususiyati yaratilgan SHEQ ning quvvatini qiyinchiliksiz qo'shimcha yangi modullar qo'shib oshirish imkoniyatini beradi.
4. SHEQ si shamol tezligini boshlang'ich qiymatlari $v = 3 \div 4 \text{ m/s}$ dan maksimal qiymati 20 m/s gacha bo'lgan oralig'ida ishlashi mumkin. Mavjud SHEQ lari shamol tezligini $v = 5 \div 6 \text{ m/s}$ dan ishlay boshlaydi.
5. SHEQ sining parraklari uchidagi tezlik 330 m/s ni tashkil etadi. Bu shamol to'liqini sodir qilmaydi va qushlarni yashashi va parvozigacha xalaqit bermaydi. SHovqinni kamligi qurilmani aholi yashash joyiga yaqin joylashtirishga, elektr energiyasini qisqa masofaga uzatish imkonini beradi va sarf xarajatlarni kamayishiga olib keladi.
6. SHEQ larning ishlash samaradorligi boshqa SHEQ larnikidan kattaligi bilan ajralib turadi.

Turli konstruksiyadagi SHEQ larini texnik tavsiflarini hisoblashda 3-AT-17,5/3 aerodinamik trubadan foydalanilganda quyidagilar aniqlanadi.

8.4. Shamol energiya resurslari

Shamol quvvat energiya manbalardan biri xisoblanib, xalq xo'jaligida hozirgi kundagiga qaraganda katta ko'lamda ishlatilishi mumkin.

Shamollarning xosil bo'lishining sababi, xavoning kengayishiga va konvektiv oqimning paydo bo'lishiga olib keluvchi quyosh nurlanishini yer atmosferasi tomonidan otilishidir. Katta ko'lamlarda mazkur termik xodisaga shamollarning yo'nalganliklarini xosil bo'lishiga olib keluvchi yerning aylanish effekti qo'shiladi.

Umumiy yoki sinoptik qonuniyatlardan tashqari mazkur jarayondagi ko'pgina qonunlar ma'lum bir geografik yoki ekologik omillar bilan asoslanuvchi maxalliy o'ziga xosliklar bilan aniqlanadi.

Shamol tezliklari balandlikka qarab oshadi, xamda uning gorizontal tashkil qiluvchisi vertikal tashkil qiluvchidan ancha



katta bo'ladi. Oxirgi xolat keskin qattiq shamollarni va ayrim boshqa kichik o'lchamdagi effektlarni paydo bo'lishining asosiy sababchisidir.

Shamol energiyasining qancha ulushi ishlatilishi mumkinligini ishonchli baxolashning iloji yo'qdir. Bunga sabab mazkur baxolash shamol energetikasining rivojlanish darajasi va uning istemolchilarga kuchli bog'liq bo'ladi. Shunday bo'lsada energetikadagi shamol energiyasining imkoniy ulushining rasmiy baxolanishi, masalan, Buyuk britaniya va Germaniyada energiya istemolining movjud infrastrukturasi o'zgartirishlar kiritmagan xolda 20 % dank am bo'lgan qiymatni berishadi.

Infrastrukturaning ma'lum bir o'zgartirilishida shamol energetikasining ulushi sezilarli katta bo'lishi mumkin. Avtonom shamol elektr qurilmalari neft maxsulotlarida, ayniqsa uzoqlashgan tuman va

orollarda ishlovchi isitish qurilma va dizel elektrstansiyalarni siqib chiqarishda istiqbollidir.

Shamol energetik resurslarini uchta ko‘rinishga ajratish kerak;

-tabiiy resurslar (nazariy potensial)

-amaliy qo‘llanish uchun yaroqli bo‘lgan resurslar (texnik potensial)

-iqtisodiy resurslar(iqtisodiy potensial)

Shamol energiyasining tabiiy resurslari bu undagi kinetik energiyadir, tabiat qonuniga muvofiq va texnikaning zamonaviy rivojlanish darajasiga ko‘ra foydali energiyaga aylantirilishi mumkin bo‘lgan shamol kinetic energiyasining katta ulushini amaliy qo‘llanish uchun yaroqli bo‘lgan resurslar tashkil qiladi. Odatiy energiya resurs bilan taqqoslanganda xarajatlar iqtisodiy oqlanganligi bilan an’anaviy energiya turiga aylantirishi mumkin bo‘lgan energiya ulushi iqtisodiy resurslarga kiradi.

Shamol resurslarini baxolash.

Xavo oqimi massa birligining kinetik energiyasi $v^2/2$ teng bo‘lsa, mazkur ko‘ndalang kesim yuzasi A orqali oqim massa rasxodi(isrofi) ρAV ni tashkil qiladi. Xavo oqimining nazariy ixtiyordagi quvvati mazkur kattaliklarning ko‘paytmasidir:

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (8.8)$$

Bu yerda v - xavoning xarakatlanish tezligi, ρ – uning zichligi. Agarda D diametrli shamol g‘ildiragi parraklari xosil qiladigan aylana yuzasi A bo‘lsa, u xolda

$$\frac{\pi}{4} D^2 = A \quad (8.9)$$

bo‘ladi xam ixtiyordagi quvvat quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi

$$P = \frac{\pi}{8} \rho D^2 v^3 \quad (8.10)$$

Amalda ixtiyordagi quvvatni quyidagi shaklda ifodalash qulaydir:

$$P = K_\gamma D^2 v^3 \quad (8.11)$$

bu yerda K_γ – shamol dinamikasi va rotor tizimining samaradorligini xisobga oluvchi shamol energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti.

Harakatlanayotgan havo oqimidan olish mumkin bo‘lgan maksimal energiya miqdori nazariy ixtiyordagi energiyaning 0,59253 ni tashkil qiladi.

Bu energiya miqdori faqatgina parraklar konstruksiyasi mukammal bo‘lganda og‘ish mumkin. Bunda parrak uchlarining xarakatlanish tezligi shamol tezligidan 6-marta katta bo‘lishi kerak. Ixtiyoriy aerogeneratorlar faqat shamol tezliklarining ma’lum oralig‘ida, minimal (ishga tushuvchi) V_n tezlikdan boshlab, to nominal V_{nom} ishchi tezliklargacha ishlashi mumkin.

Odatda V_{nom} ni V_n ga nisbati 2dan 3gacha bo‘lgan oraliqda bo‘ladi. V nom oluvchi shamol tezliklarida qurilma parraklarining burchagini o‘zgartirish mumkin bo‘lsa, tizim xosil qilinayotgan quvvatning nominal energiyasida ishlashni dettiradi. Tezlikning chegaraviy qiymati faqatgina konstruksiyaga bog‘liq bo‘ladi. Ayrim tizimlarda shamol katta tezliklarda shamol g‘ildiragini buzilishini oldini olish uchun ular to‘laligiga shamol ostidan chiqariladi.

Ko‘pgina zamonaviy shamol agregatlarida quvvatni shamol g‘ildiragi validan generator chiqishga uzatishdagi FIK 73% yetadi, normal atmosfera bosimida (1000 Pa) va 290 K xaroratda xavo zichligi $\rho=1,201\text{kg/m}^3$ bo‘lishi va shamol g‘ildiragi validan generator

chiqishlarga uzatishda FIK 75% tashkil qilishini e'tiborga olgan xolda quyidagini olamiz:

$$K_{\gamma} = \frac{\sqrt{1}}{8} \cdot \frac{1,201 \cdot 0,593 \cdot 0,75}{1000} \approx 0,0002$$

Shamol agregati machtasi balandligi uning tasvirlariga ta'siri selilarli bo'lishi mumkin. Shamol agregati qurilmasini o'rnatishning ideal joyi uzun, tekis qollar xisoblanadi.

8.5. Shamol energetikasi asoslari

Zamonaviy texnika ta'minlangan shamol energetikasining yo'nalishi xisoblanadi. Quyidagi v_0 shamol tezliklarida va ρ xavo zichliklarida A yuzani aylanuvchi (ometet) shamol g'ildiragi quyidagi quvvatga yetishi mumkin;

$$P = C_p A \rho (rv^3 / 2)$$

bu yerda C_p – shamol g'ildiragining shamol oqimi energiyasidan foydalanish samaradorligi ifodalovchi va quvvat koeffitsiyenti deb nomlanuvchi parametr. Tenglamadan ko'rinib turibiki, P quvvat aylanuvchi A yuza v tezlik kubiga proporsionaldir. C_p quvvat koeffitsiyenti shamol g'ildiragi konstruksiyasiga va shamol tezligiga bog'liq bo'ladi.

Shamol tezligi doimiy bo'lmasligi, quvvat esa tezlikka juda bog'liq bo'lgani uchun shamol g'ildiragining optimal konstruksiyasini tanlash istemol qilinayotgan energiya talablari bo'yicha aniqlanadi.

Shamol g'ildiragining yuza birligidan olinayotgan o'rtacha yillik quvvat C_p , ρ xavo zichligi va o'rtacha tezlik kubiga proporsionaldir, ya'ni

$$P \sim C_p A \rho (v)^3$$

Shamol energiyasi qurilmasining maksimal loyixaviy quvvati shamolning ma'lum bir standart tezliklari uchun aniqlanadi. Odatda mazkur tezlik taxminan 12 m/s tengdir. Bunda C_p ning qiymatlari 0,35 dan 0,45 gacha bo'lganda 1m^2 aylanuvchi yuzadan olinadigan quvvat $300Vt$ atrofida bo'ladi.

Shamol sharoitlari qulay bo'lgan tumanlarda elektr energiyaning o'rtacha yillik ishlab chiqarilishi uning maksimal loyixaviy qiymatining 25-33% ni tashkil qiladi.

Mexanik qurilmalarda shamol energiyasi, masalan tegirmonlarda va suv nasoslarida bir necha yuz yillardan beri ishlatib kelinmoqda. Neft narxining keskin sakrashidan so'ng bunday qurilmalarga bo'lgan qiziqish ya'na uyg'ondi va ularni nazorat qilish va boshqarish uchun mikroelektronikadan keng foydalangan xolda ko'pgina zamonaviy shamol agregatlari qurildi. Shamol qurilmalarini loyixalashda asosiy shartlardan biri ularni juda kuchli tasodifiy xosil bo'luvchi shamollardan buzilishidan ximoya qilishni ta'minlashdir. Shamol yuklamasi shamol tezligining kvadratiga proporsionaldir. 50 yilda bir marta o'rta tezliklardan 5-10 marta oshuvchi tezlikdagi shamollar bo'lib turadi. Shuning uchun qurilmani juda katta mustaxkamlik zaxirasi bilan loyixalashga to'g'ri keladi.

Bundan tashqari, shamol tezligi vaqt bo'yicha o'zgarib turadi. Bu esa gergashni buzilishiga olib kelishi mumkin. Parraklar uchun o'zgaruvchan gravitatsion yuklamalar sezilarli bo'ladi

Shamol elektr qurilmalari ikkita asosiy alomatlariga ko'ra sirlanadi-shamol g'ildiragining geometriyasi va uning shamol yo'nalishiga nisbatan joylashuvi. Xavo oqimini shamol g'ildiragi parraklari bilan ta'sirlashuvi va bunda xosil bo'luvchi kuchlar rasmda ko'rsatilgan

tezligi V bo'lgan xavo oqimi V_1 tezlik bilan xarakatlanuvchi parrakka kelsin, u xolda parrakka nisbatan oqim tezligi V bo'ladi. Oqimning parrak bilan ta'sirlashganda quyidagilar xosil bo'ladi:

- 1) keluvchi oqim tezligiga V_1 nisbatan vektoriyaga parallel bo'lgan F_D qarshilik kuchi;
- 2) F_D kuchiga perpendikulyar bo'lgan F_L ko'tarish kuchi. Mazkur termindagi "ko'tarish" so'zi aerodinamikadagi kabi ma'noni anglatmaydi. Bu kuch yuqori yo'nalgan;
- 3) Parrakni oqib o'tuvchi oqimini uyurmalaishi. Buning natijasida shamol g'ildiragi tekisligi orqasida xavo oqimining burilishiga olib keladi, ya'ni keluvchi oqim tezligi vektoriga nisbatan uning aylanishi;
- 4) Oqimning turbulizatsiyasi, ya'ni uning tezligini kattalik va yo'nalishi tartibsiz g'alayonlanishi, turbulentlik xam g'ildirak orasida xam uning oldida xosil bo'lishi mumkin. Natijada parraklar boshqa parraklar tomonidan turbulentlashtirilgan oqimida bo'lib qoladi;
- 5) Kelayotgan oqim uchun to'siq. Geometrik to'ldirish deb ataluvchi perimetr bilan tasvirlanuvchi xossa bo'lib u parrak proeksiyasining yuzasini oqimiga perpendikulyar bo'lgan tekislikka nisbatiga tengdir. Misol uchun parraklari bir xil bo'lganda to'rt parrakli g'ildirak ikki parrakliga qaraganda ikki marta ko'p geometrik to'ldirishga egadir.

Nazorat savollari

- 1. Shamol energiyasining zairalari*
- 2. Shamol energiyasidan dunyoda foydalanish imkoniyatlari*
- 3. Shamol dvigatellari va kuchlanish rostlagichi bilan ishlash uchun generator turlari*
- 4. Shamol generatorining ideal va real F. I. K. hisoblash*
- 5. Shamol energiya resurslari*
- 6. Shamol energetikasi asoslari*

9-BOB SHAMOL ELEKTR STANSIYASI

9.1. Shamol generatorlarining tuzilishi va ishlash prinsipi

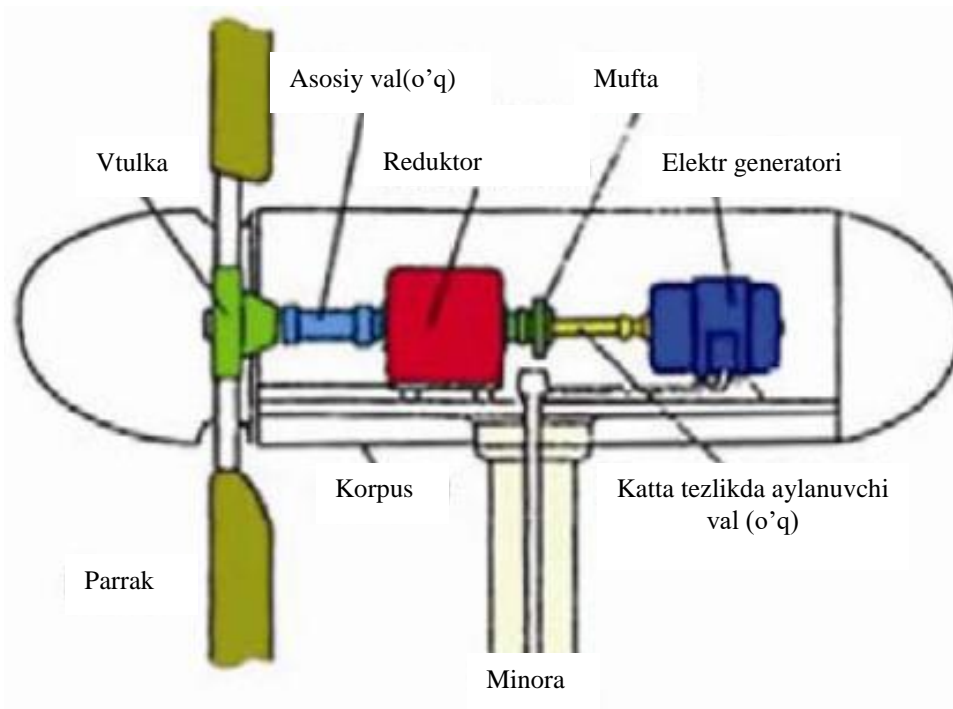
Elektr energiya ishlab chiqarishda foydalaniluvchi qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan yana biri shamol energiyasidir. Energiyaning bu turi katta potensialga ega bo'lib, elektr energiyaga aylantirish uchun nisbatan kam xarajatlarni talab etadi.

Shamol energetika qurilmasining tuzilishi va ishlash prinsipi oddiy. 9.1.-rasmda shamol energiyasini elektr energiyasiga o'zgartiruvchi qurilma – shamol turbinasining prinsipial sxemasi keltirilgan. Unda shamolning kinetik energiyasi vintning parraklariga urilib, uni harakatga keltiradi. Hosil bo'lgan aylanma harakat kinetik energiyasi asosiy val, reduktor va tez aylanuvchan val orqali elektr generatoriga uzatiladi. Generatorda uning rotorini aylanishidagi kinetik energiya elektr energiyasiga o'zgartiriladi.

Elektr generatori o'zgarmas tok generatori bo'lgan holatda u mos o'zgarmas tok elektr iste'molchilarini ta'minlash va akkumulyatorlarni zaryadlash maqsadlarida foydalanilishi mumkin. Bunday shamol qurilmasida ishlab chiqarilgan elektr energiyasi bilan o'zgaruvchan tok elektr istemolchilarini ta'minlash yoki uni o'zgaruvchan tok elektr tarmog'iga uzatish uchun generatorda ishlab chiqarilgan o'zgarmas tok, avvalo, inverterli o'zgartkich yordamida yuqorida ko'rib o'tilgan tartibda sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaruvchi nominal chastotadagi tokka o'zgartiriladi.

Agar shamol qurilmasida o'zgaruvchan tok elektr generatori o'rnatilgan bo'lsa, u holda hosil bo'luvchi o'zgaruvchan tokning

chastotasi shamolning va mos holda parrakning aylanish tezligiga muvofiq tarzda o'zgaruvchan bo'ladi. Bunday hollarda generatorda ishlab chiqarilgan o'zgaruvchan chastotali tok, avvalo, to'g'rilagich yordamida o'zgarmas tokka aylantiriladi. To'g'rilagichdan olingan o'zgarmas tok energiyasi mos kuchlanishda ishlovchi o'zgarmas tok elektr iste'molchilarini ta'minlash va akkumulyatorlarni zaryadlashga ishlatilishi mumkin. Bu holatda ham o'zgaruvchan tok elektr iste'molchilarini ta'minlash yoki elektr quvvatini o'zgaruvchan tok elektr tarmog'iga uzatish uchun to'g'rilagichda hosil qilingan o'zgarmas tok invertorli o'zgartkichlar yordamida sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaruvchan nominal chastotadagi tokka aylantiriladi.



9.1.- rasm. Shamol qurilmasining prinsipial sxemasi va tuzilishi

2009 yilning oxiriga kelib, butun Jahon mamlakatlarida mavjud bo'lgan shamol qurilmalarining umumiy quvvati 157900 MVtni, yil davomida bu quvvatning umumiy o'sishi 31% ni tashkil etdi. 2009 yil

davomida butun Jahonda ishlab chiqarilgan elektr energiyaning 1,3 % qismi shamol qurilmalari ulushiga to‘g‘ri keldi.

Elektr energiysi bugungi kunda shamol enegiyasining eng muhim qismi hisoblanadi. Shamol qurilmalarining eng muhim qismlari bular:

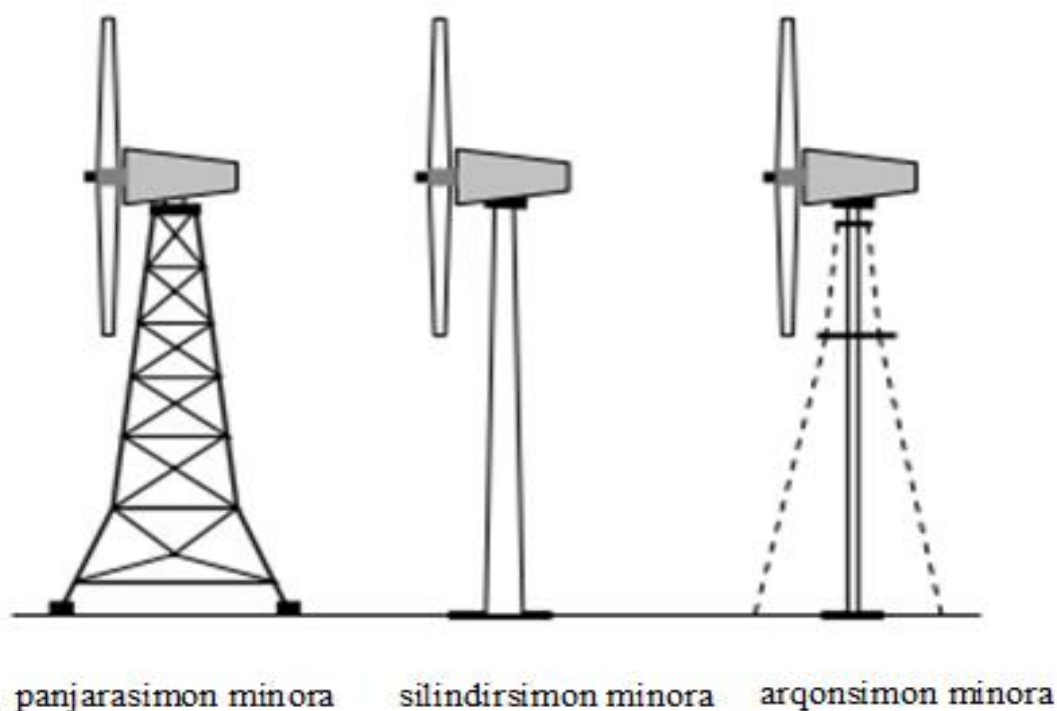
1. Minora
2. Parrak
3. Yuqori va past tezlik tayoqchalari
4. Motor qismlari qutisi
5. Elektr generator
6. Sensor va yo‘nalish qismi
7. Kuchni taqsimlash va control qilish
8. Havfsilik tizimi

Turbinani muhim qismlari tepadagi rasmda keltirilgan.

9.2. Minora

Minora shamol turbinasini parrakini istalgan balandlikda ushlab turishga yordam beradi. Minoraning eng yiriklari bular panjarasimon minora, silindirsimon minora va arqonsimon minoralardir. Panjarasimon minora temir ustunlarining bir biriga qo‘shilib paydo bo‘lgan minoradir, tepadagi chizmadagidek. Ular elektr energiyaning to‘lqin tashuvchi minoraga o‘xshash. Bu turdagi minorani qurish uchun silindirsimonga ketadigan materialdan faqat yarmi talab qilinadi. Bu jihat uni yengil va arzonroq bo‘lishiga olib keladi. Masalan, panjarasimon minorani qurish uchun silindrsimon minoraga qaraganda \$25000 ga kamroq odatiy turbina sarflanadi. Ularning oyoqlari rasmda ko‘rsatilganidek keng ochilgan bo‘ladi. Og‘irlik keng joyga tarqalishi oqibatida, bu minoralar er yuziga kamroq yuk tashlaydi, urning pastki qismini ko‘p qazishga

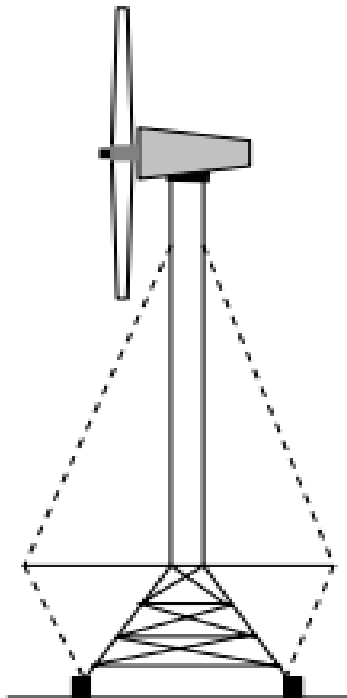
hojat qoldirmaydi, natijada bu omil ham narxlarni kamayishiga sabab bo'ladi.



9.2.- rasm. Turli tipdagi minoralar

Panjarasimon minora bir qancha noqulayliklari bor. Eng asosiy muammo bu yomon ko'rinishga ega ekanligi, ular kuzatuvchilar uchun ijobiy tarzda qabul qilinmaydi. Undan tashqari qushlarni o'limiga sabab bo'ladi, chunki ular gorizontallarda o'rnatiladi. Bu harakat bo'lsa qushlarni o'limini ko'paytirib yuboradi panjarasimon minora ishlatish tizimi ham ijobiy emas. Qurilish ishlari paytida agar hav harorati juda past darajaga tushib ketsa panjarasimon minorani qurilish tizimi qiyinlashadi, chunki ishchilar qo'rqqinchli ob havo tufayli tasir qilinadi. Bundan tashqari, uning qulflari yo'qligi sababli uning davomiyligi havf ostida bo'ladi. Shu kamchiliklar tufayli, oxirgi qurilmalar silindirsimon minora temir minoralar bilan ta'minlanayapti. Bu minoralar 10-20 metrli silindirsimon bo'limlarning qo'shilishi orqali paydo bo'ladi. Bitta

minorani to'liq qurish uchun 2-3 kun sarflanadi. Silindrsimon minora o'zining dumaloq kross bo'limi bilan hamma yo'nalishga qarshi eng ma'qul qarshilikni taklif qiladi. Bu minoralar odamlar tarafdan yaxshi qabul qilinadi va qushlar uchun havfi kamroq.

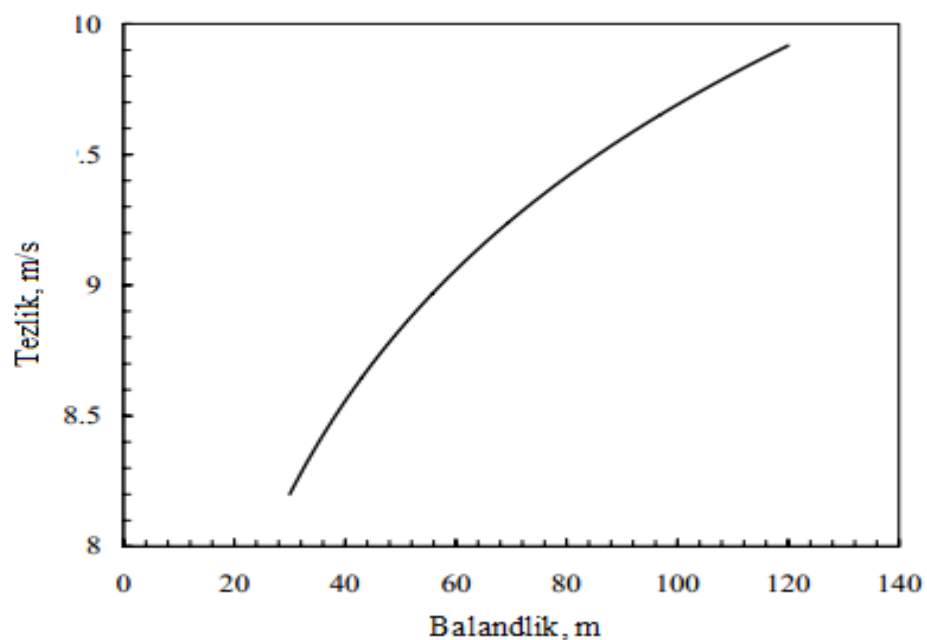


9.3.-rasm. Gibril minora

Kichkina tizimlar uchun arqonsimon temirli minoralar foydalanilyapti. Qisman arqonli simlar, og'irligini hisobga olgan holda minorani harajatini ancha qisqartirish mumkin. Odatda to'rtta kabel tenglik bilan joylashtiriladi va 45 darajada moslashadi va minoraga mos keladi. Bu minoralarga yetishish oson emasligi sababli bularni ko'p hajmda qurish unchalik ham mashhur emas. Shunga qaramasdan, arqonsimon minoralar Germaniyada foydalanilyapti. Minoradagi yuk turbinaning hajmi bilan parallel tarzda kattalashadi. Shu sababli oxirgi vaqtlarda urf bo'lgan Mega Watti tizimlar koproq diameter va devor qalinligi kattaroq bo'lishiga e'tibor qaratishyapti. Bu minoralarni transportda olib kelishda qiyinchiliklarni tug'diradi. Odatda yerda

tashish hizmati uchun 4.3 metr balandlikdagi va 50-60 tonna bo'lgan yukni tashish qiyin. Qo'shimchasiga katta strukturali obektzni qurish oson vazifa emas, uni ko'tarish, qalinligi 50 mm dan katta bo'lgan qattiq metalni bir biriga qo'shib chiqish muammo tug'diradi. Mana shu muammolar tufayli, gibril minoralar yuqori hajmdagi tizimlar uchun mo'ljallangan.

Beton turbosimon gibril minorada, pastgi qismi betondan qilingan bo'ladi, yuqori qismi esa odatiy turbosimon temir strukturadan tashkil topadi. Shunaqa dizaynlardan biri biriga ulanadigan uzun va kalta beton qismlarni pastki bo'lagi uchun foydalanadi. Bu elementlar uzunligi 10-15 metr, kengligi 3-4 metr va qalinligi 250-350 mm. bu o'lchamlar bilan ular yuk mashinasida tashish mumkin bo'ladi. Temir kabellar chirishdan himoyalangan va betonni yomonlashib ketasligi uchun foydalaniladi. Umumiy struktura bir hafta ichida tashkil qilinishi mumkin. Yana bitta gibril dizayni NREL tomonidan tuzilgan. Bu ustun, silindirsimon va arqonsimon minoralarning birlashishidir. Ustunning pastki qismi kattaroq joydan foydalanish imkoniyatini beradi, va bu arqonsimon simlar va silindirsimon temirning kamayishiga olib keladi.



9.4.- rasm. Minora balandligining tepalikdagi tezligiga ta'siri

Bu minoraning narxi boshqa minoralaridan ozgina qimmat turadi. Shu bilan birgalikda bu g'oya trubaning maksimum diameterini kamaytiradi va transport muammosini yechadi. Undan tashqari qurilish hajmi 25 foizga kamayadi. Shamol tezligi shamolning qancha balandlikda ekanligiga qarab oshib boradi. Bu degani, minora qancha baland bo'lsa parraklarga bo'ladigan kuch ham shuncha kuchli bo'ladi. Balandlik bilan oshadigan shamol darajasi yer yuzining tekisligiga ham bog'liq. Quyidagi formula orqali shamol tezligining ikki xil balandlikda hisoblash mumkin:

$$\frac{V(Z_R)}{V(Z)} = \frac{\ln\left(\frac{Z_R}{Z_0}\right)}{\ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right)} \quad (9.1)$$

Bu formula orqali minora balandligining odatiy shamol turbinasiga ko'rsatgichini tekshirib ko'rish mumkin. Tasavvur qiling, 30 metr balandlikda shamol tezligi 8.2 m/s. Tekislikdagi balandligi 0.04 m, qaysiki ochiqgazonli maydon. Tepadagi formulaga joylashtiramiz. 120 metr balandlikdagi tezlik 9.9 m/s, buni shuni anglatadiki 30 metr balandlikdagi tezligidan 1.75 barobar kattaroq.

Shamol tezligidagi o'sishdan tashqarishamol spektri va trubining bir biriga mosligi ham unumdorlik omilini oshiradi. Shamol turbinasi ko'rsatgichi minora balandligi bilan o'sib boradi. Shunga qaramasdan, uzunroq minoralar qimmatroq turadi. Minoralar umumiy narxning 20

fozini tashkil qiladi. Hozirgi kunda, minoraning qo'shimcha 10 metr balandligi \$1500 turadi. Bu degani, agar biz 30metrlik minorani 120 metrlik minoraga aylantirmoqchi bo'lsak, tizim narxi \$135000 gacha boradi. Bu o'zgarish tizimdagi yaxshilanish bilan ifoda etiladimi? Boshqa so'z bilan aytganda mukammal minora balandligi qancha bo'lishi kerak? Eng yaxshi ko'rsatkichni olish uchun har bitta k Wt elektr energiyasi qanchaga tushishini hisoblab chiqish kerak.

Ishlab chiqarilgan elektr energiyasi narxini topishni quyida berilgan formula orqali hisoblab chiqamiz:

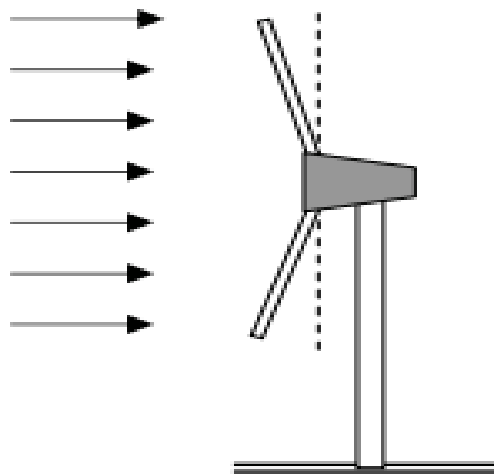
$$c = \frac{C_I}{8760 n} \left(\frac{1}{P_R C_F} \right) \left\{ 1 + m \left[\frac{(1+I)^n - 1}{I (1+I)^n} \right] \right\} \quad (9.2)$$

Bu yerda C_1 kapital investitsiya, n tahminiy ishlash davri, P_r kuch tezligi, C_f unumdorlik omili, m harajatlar narxi va I bo'lsa inflyatsiya uchun chegirma darajasi. Bu yerda, C_1 minora balandligi bilan o'sib boradi. Bunda agar balandlik oshsa C_f ham oshadi. Shuning uchun ham eng mukammal minora balandligi uning narxi va ko'rsatgichi orasida o'lchanadi.

9.3. Parrak

Parrak shamol turbinasining eng muhim qismi hisoblanadi. Parrak shamol oqimidan kinetik energiyani mexanik energiyaga aylantiradi. Shamol parrak tig'lar, gildirak ushlagichi, mashina qismlari va ichki qismlardan tashkil topadi. Parraklarni bitta tig' bilan ham yasash mumkin, bu turdagi parraklarni balanda ushlab turish haqiqiy injenerlik bosh qotirmasi. Bir tig'li parraklar tez aylanadi

va shu sababli vibratsiya va shovqin chiqaradi. Shuning uchun ular odamlar tarafdin yaxshi qabul qilinmaydi. Ikki tig'li parraklarda bo'lsa



balans ushlashda muammoga olib keladi va ko'rinishi yaxshi qabul qilinmaydi. Shu omillar sababli deyarli hamma shamol turbinasining parraki 3 tig'li parraklardan iborat. Ayrim battereyalarni zaryad qiladigan shamol

trubinalarida 4,5 va hatto 6 ta ti'g bo'lishi mumkin, va bu kichkina shamolda ham harakatlanishi mumkin. Parrakning kattaligi turbinaning kuch darajasiga bog'liq. Turbina narxi, kW narxiga nisbatan, turbina qancha katta bo'lsa uning narxi shuncha past bo'ladi. Shu sababli MW hajmdagi dizaynlar sanoatda mashhur bo'lyapti. Masalan, NEG MICON allaqachon Daniyada 4.5 MW namunalarini o'rnatdi. Bu turbinaning parraki yirik 54 metrli tig'lardan iborat. Ayrim ishlab chiquvchilar bo'lsa kelajakda undan ham kattaroq tig'larni ishlab chiqarishni rejalashtiryapti. Tig'lar har xil materiallardan tayyorlangan bo'ladi, yog'ochdan uglerodgacha. Katta miqdordagi tijoriy tizimlar ko'p qismli fiberli oynalardan tashkil topadi. Ishlab chiqarishni yaxshilash orqali tig'larning harakterini yaxshilashga harakat qilinyapti. Mahalliy tig'larning ishlab chiqarish metodi bu ochiq mog'ordan iborat. Hajmdagi o'sish bilan birgalikda ayrim ishlab chiqaruvchilar uglerod ouna gibrid

tig'larni ham sinab ko'ryapti. Bu tig'lar katta bosim va qiyin sharoitlarda yaxshi natija ko'rsatishi kutilyapti. Uglerodning qattiqligi kuchli shamolda tig'larning qiyshayib ketishini kamaytiradi va ular minoraga yaqinroq joylashadi. Uglerod shu bilan birgalikda tig'larning o'tkirligiini yaxshilaydi va bu parraklar uchun yaxshi jihat hisoblanadi. Dizaynda uglerodlarning paydo bo'lshi parraklarning og'irligini 20 foizga kamaytiradi. Yengilroq parraklar minoralarning ham yengilroq bolishini taminlaydi va tizimning umumiy narxiga ham tasir o'tkazadi. Bundan tashqari uglerodlarni dizaynga qoshish orqali biz tig'larni ikkita qilishimiz mumkin. Bu esa oz navbatida yuqori boshqarish tizimi orqali trubinaning faoliyatini yaxshilaydi va to'satdan keladigan shamollarga tayyor turadi. Shu bilan birgalikda uglerod oyna gibrud tig'lar qimmator turadi. Hozirgi kundagi ko'plab shamol turbinalarida shamolga qarshi parraklar bor. Shamol bolayotgan paytdi parraklar tig'lari minoraga qarab itarilishi mumkin. Bu narsa tig uzunligini ham parrak maydonini kamaytiradi. Bu qayrilish tiglarning tez charchab qolishiga olib kelishi mumkin. Bu muammodan qochish uchun hozirgi kun parraklarda qayyirilishga qarshi geometriyalar bor. Bu tig'lar shamol paytida o'zining eng yuqori uzunligiga yeatdi va parrakning yuqori samaradorligiga yetadi.

9.4. Rivojlangan mamlakatlarda shamol qurilmalarini yaratish, o'rnatish va ishlatishni

Hozirgi davrda shamol qurilmalaridan Yevropa davlatlarida keng va AQSH hamda Osiyo davlatlarida nisbatan kamroq darajada foydalanib kelinmoqda. Elektr energiyani ishlab chiqarishda shamol

qurilmalarining ulushi Daniyada 19%, Ispaniya va Portugaliyada 11% va Irlandiya Respublikasida 9% ni tashkil etadi.

Rivojlangan chet el malakatlarida, shu jumladan AQSH, Germaniya, Kanada kabi mamlakatlarda shamol qurilmalarini yaratish, oʻrnatish va ishlatishni rivojlantirish maqsadida muayyan energetik siyosatlar olib borilmoqda. Bunday siyosatlarga muvofiq holda ushbu faoliyat bilan shugʻullanuvchi korxonalar, firmalar va tashkilotlarga imtiyozli kreditlar berish, ushbu qilmalar uchun zarur boʻlgan uskunalarni imtiyozli narxlarda sotib olish, har xil soliqlardan ozod qilish singari ragʻbatlantirishlar koʻzda tutilgan.

3.5.- rasmda misol tariqasida AQSHning Texas shtatida Oldxam qoʻrgʻoni yaqinida joylashgan shamol elektr stansiyasining umumiy koʻrinishi tasvirlangan.

Hozirgi davrda Jahon miqyosida oʻrnatilgan shamol turbinalarining umumiy quvvatida Yevropa malakatlarining umumiy ulushi 48% ni, AQSHniki 35% ni tashkil etadi. Shamol qurilmalarining umumiy quvvati boʻyicha jahon miqyosida birinchi beshtalikka AQSH, Germaniya, Ispaniya, Xitoy va Hindiston kiradi. Uch parrakli SHEQ eng koʻp qoʻllaniladigan boʻlib, uning konstruksiyasidagi asosiy qismlari, ishchi aylana, reduktorli gondola va generator, minora, fundamentdan iboratdir.



9.5. rasm. - AQShning Texas shtatida joylashgan shamol elektr stansiyasining umumiy ko‘rinishi

Shamol havoning Er yuzasida notekis qizishidan hosil bo‘ladi. Bunda issiq havo qatlami yuqoriga, sovuq qatlami patga almashadi.

Oxirgi 10 yillardan Jahonda shamol energetikasi (SHE) ulkan rivojlanishga ega bo‘ldi. O‘rtacha yillik SHE qurilmalari (SHEQ) quvvati 32 % dan yuqori bo‘ldi.

Hozirgacha hech bir energetika sohasi bunaqa darajada rivojlanmagan. 3.1- jadvalda SHEQ geografik taqsimlanishi keltirilgan. Bunda SHEQ nominal quvvati 1 MVt va undan ortiq bo‘lgani hisobga olingan. Ilg‘or o‘rinlarda Evropa mamlakatlari va AQSH egallaydi, chunki bu geografik manzillarda SHE rivojlantirishga 1980 yildan boshlab ahamiyat berilla boshlangan. Rivojlanayotgan mamlakatlarda ham bu energiya turiga katta e‘tibor qaratilmoqda, chunki u mamlakatlarda yoqilg‘i energetika resurslarining kamligi yaqqol isbotlangan [1].

Shamol parametrlarini har bir region uchun aniqlashda va undan samarali foydalanishda shamol energetik kadastri ishlab chiqiladi. Asosiy SHEK xarakteristikalariga quydagilar kiradi:

- shamol o‘rtacha yillik tezligi va uning sutkali darajasi;
- tezlik qaytalanuvchanligi, uning xili va parametrlari;
- shamolning maksimal tezligi;
- shamol davrisining taqsimlanishi va energetik tinch davr davomiyligi;
- shamol solishtirma quvvati va energiyasi;
- region shamol energetik resurslari.

Shamol resurslari iqlim ma’lumotlarini o‘rtacha shamol tezligi kattaliklarini statik tahlil asosida olinadi va ularni standart anemometr balandligi keltiriladi (Er sathidan 10 m).

Shamol noteksligini har bir oy uchun aniqlashda mahalliy ta’sirlarni orografiya, g‘adir-budirlik, do‘nglik-pastlik, uning ochiqligi, dengiz sathidan balandligi va boshqalar hisobga olinib, shamol kuchiga va yo‘nalishiga ta’siri o‘rganiladi.

Shamol energiyasi doimiy emasligi, joylarda turlicha darajada kuzatilishi real ravishda uning potensialini aniqlashda maxsus ishlarni bajarish, joy tanlash va SHEQ o‘rnatish kabi masalalar hal qilinadi.

O‘zbekistonda SHE istiqboli quvvati 1-5 kVt kichik qurilmalar hisobiga amalga oshishi mumkin.

Bunga sabab katta iste’molchilar joylashgan regionlarda shamol tezligi 3-4 m/s, katta potentsialli joylarda 10-12 m/s bo‘lgan xollarda iste’molchilar kam darajada.

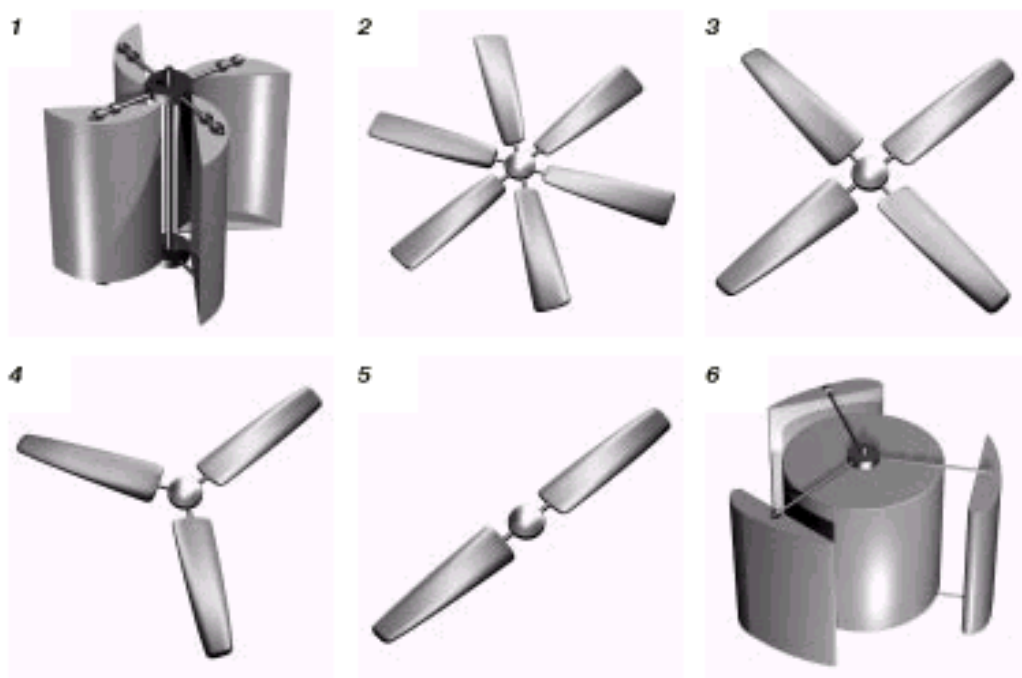
9.1.-jadval

Mamlakatlar	MVt	Mamlakatlar	MVt
Germaniya	6107	Braziliya	20
Ispaniya	2836	Belgiya	19
SSHA	2610	Turkiya	19
Daniya	2341	Lyuksemburg	15
Hindiston	1220	Argentina	14
Niderlandiya	473	Norvegiya	13
Angliya	425	Iran	11
Italiya	424	Polsha	11
Xitoy	352	Tunis	11
Gretsiya	274	Avstraliya	30
Shvetsiya	265	Janubiy Koreya	8
Yaponiya	142	Izroil	8
Kanada	139	SNG	20
Irlandiya	122	Yangi Koledaniya	4,5
Potrugaliya	111	Chexiya	4
Avstriya	79	Shri-Lanka	3
Misr	68	Shveytsariya	3
Fransiya	63	Meksika	1,6
Marokash	54	Iordaniya	1,2
Kosta-Rika	51	Latviya	1
Finlandiya	39	Qolgan mamlakatlar	1,7
Yangi Zelandiya	35	Jami	18449

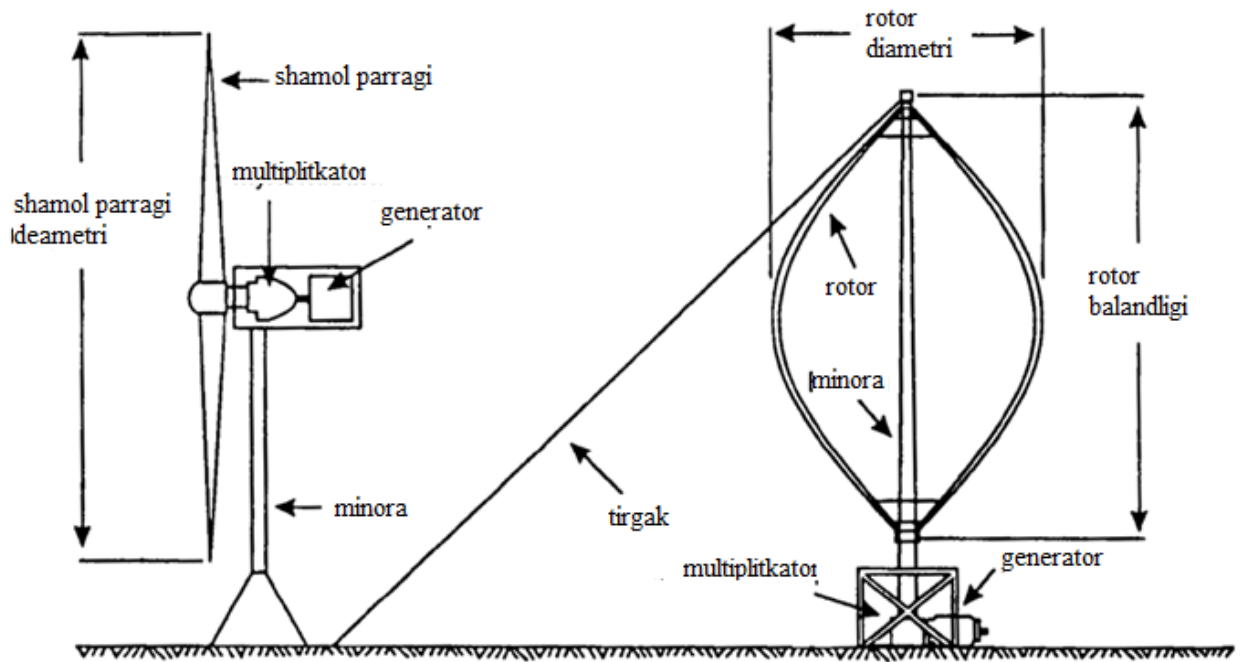
Shamol oqimini mexanik energiyaga aylantiruvchi shamol g'ildiraklari 2 turga bo'linadi (9.6 - rasm):

1. Gorizontal o'q bo'yicha aylanuvchi shamol g'ildiragi (parrakchali) (2-5);
2. Vertikal o'q bo'yicha aylanuvchi shamol g'ildiragi (karuselli: kurakli (1) va ortogonal (6)).

2.



9.6.- rasm. Shamol g'ildiraklari turlari



9.7.- rasm. SHEQ ko‘rinishi



*Gorizontal o‘q bo‘yicha
aylanuvchi shamol g‘ildiragi*

*Vertikal o‘q bo‘yicha
aylanuvchi shamol g‘ildiragi*

9.8.- rasm. SHEQ umumiy ko‘rinishi.

Shamol oqimi (SHO) energiyasini hisoblashda m massali jism kinetik energiyasini V tezlikda xarakati orqali aniqlanadi.

Bunda SHO massasi W hajmda $E = m \frac{v^2}{2} = \rho W \frac{v^2}{2}$ (9.3) ga teng bo'ladi.

ρ -havo zichligi.

Unda vaqt birligi ichidagi havo oqimi quvvati, F yuzadan Q sarfda quyidagicha aniqlanadi:

$$N_n = \rho Q t \cdot \frac{v^2}{2z} = \rho F \frac{v^2}{2} \quad (9.4)$$

SHEQ quvvati SHO quvvatidan undan foydalanish koeffitsienti S farq qiladi:

$$N_A = C \cdot \rho \cdot F_u \cdot \frac{v^3}{2} \quad (9.5)$$

bu erda F_u -SHEA g'ildiragi ta'siridagi yuza.

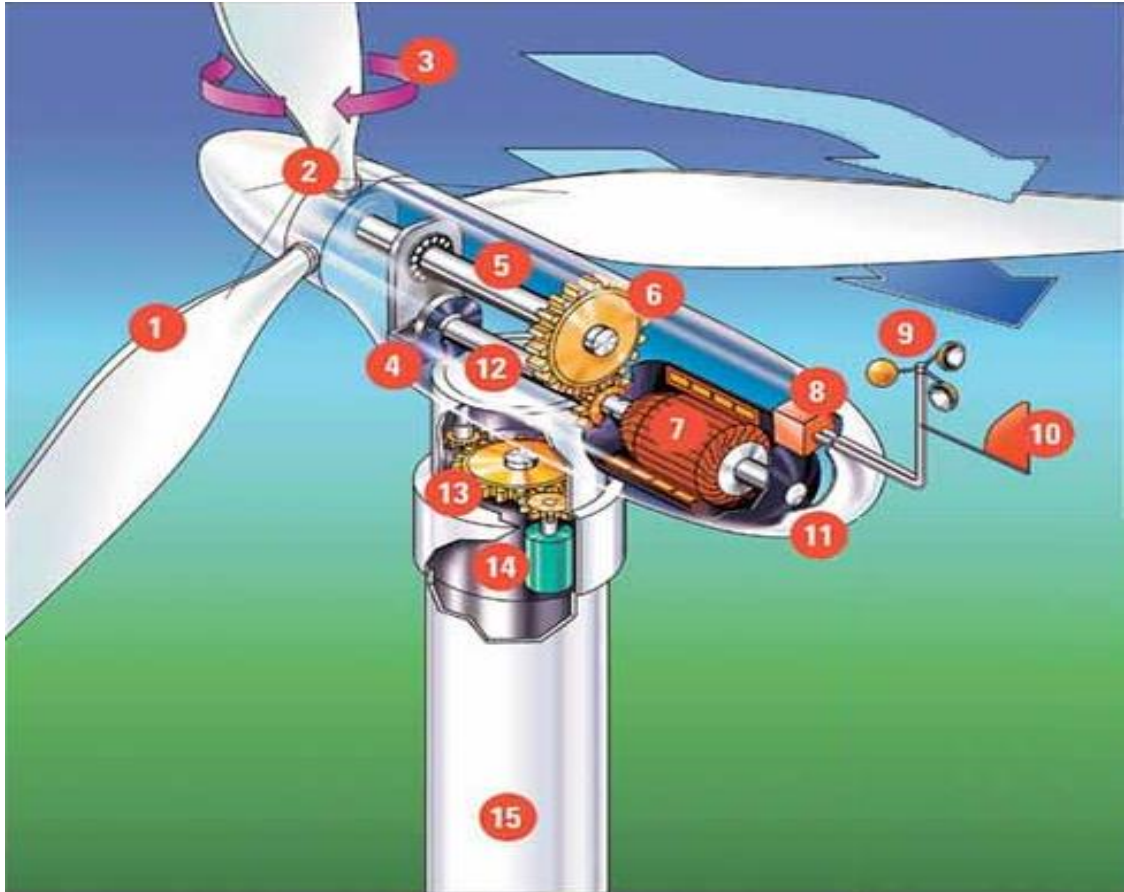
$C = C_k \cdot \eta_e \cdot \eta_m$ dan aniqlanib, S_k - SHEQ g'ildiragi shamol oqimidagi foydalanish koeffitsienti;

η_e va η_m - generator va multiplikator f.i.k.

Tez yuruvchi shamol g'ildiraklari odatga ko'ra, ko'p kuraklar (2ta yoki 3 ta parraklari bilan). Kuraklar har xil ob-havoga chidamli, baquvvat va engil qilib po'lat, alyuminiy, plastmass materiallar yoki maxsus daraxt navidan ishlanadi. Bunday shamol g'ildiraklari shamol energetikasi qurilmalarida elektr energiya olish uchun qo'llaniladi. Qattiq shamol, bo'ron va to'g'on paytida markazdan qochma kuchlar shamol g'ildiragining kuraklarini buzishi mumkin, shuning uchun SHEQ tarkibiga flyugerning joylashishiga qarab bir vaqtning o'zida

kuraklarning o'girilishi uchun maxsus qurilmalar o'rnatiladi. Ularning FIKi (shamol energiyasining ishlatilishi) etarlicha baland: 0,3-0,46.

Zamonaviy katta quvvatli shamol energetik qurilmasi tuzilishi 9.9 – rasmda ko'rsatilgan.



9.9.- rasm. Zamonaviy katta quvvatli shamol energetik qurilmasi tuzilishi.

1 - kurakchalar (parrak); 2 – rotor; 3 - kurakchalarini burish mexanizmi;

4 - to'xtatish (tormozlash) moslamasi; 5 - sekin yurar val;

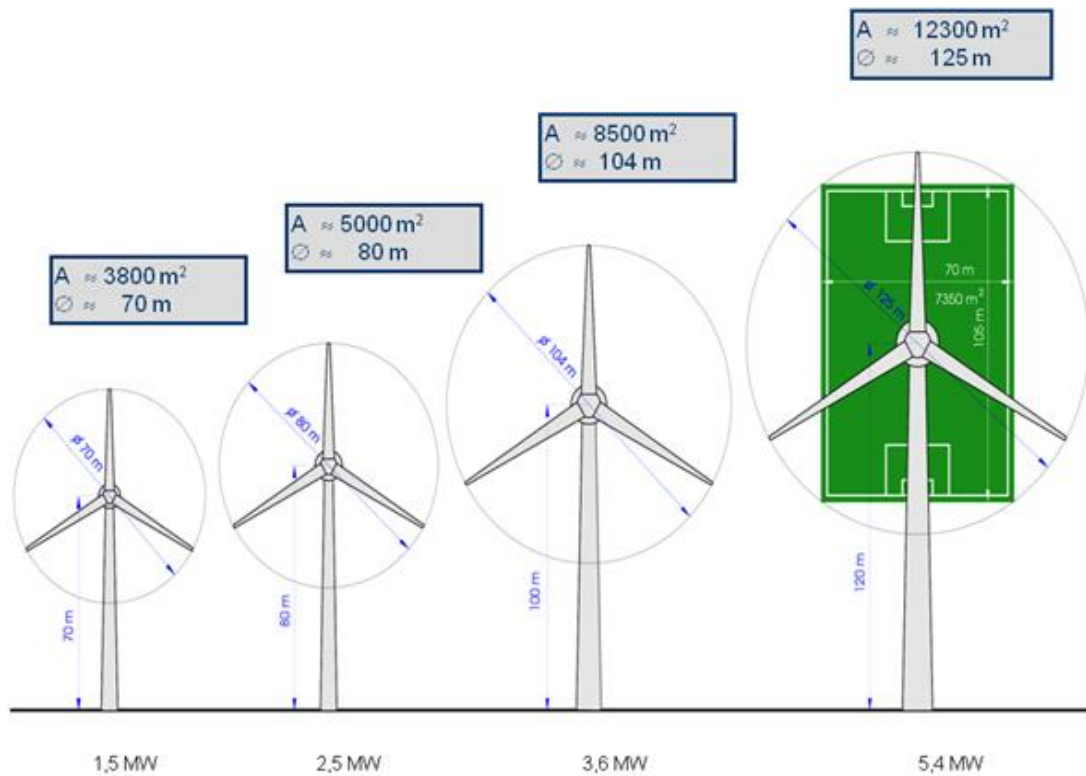
6 – multiplikator; 7 – generator; 8 – kontroller; 9 – anemometr;

10 – flyuger; 11 – gondola; 12 - tez yurar val; 13 - gondolani burish reduktori; 13 - gondolani burish dvigateli; 14 – bashnya.

SHE yillik potentsiali juda katta. Gidroenergiya potentsialiga nisbatan u 100 marta kattaroq va $3300 \cdot 10^{12}$ kVt·s. Bundan faqat 10-12 % ini ishlatish mumkin.

Dvigatellarning aylanma tezligi shamol tezligidan oshmaydi, birlik quvvatiga og'irligi katta emas. Ularni mahsulotni qayta ishlash yuklanishsiz aylanishni boshlash mumkin bo'lgan joyda kichik aylantirish moment bilan qurilmalar uchun ishlatiladi, ya'ni umuman salt yo'lida. Bunga esa maxsus markazdan qochma mufta yordami bilan ishladi, u transmissiyani bo'sh ishlashi uchun uzib qo'yadi, hamda berilgan aylanish chastotasiga erishishda kelasi avtomatik ulash bilan shamol g'ildiragining ishlashi uchun.

9.10.- rasm. Shamol energeti



k

qurilmalari ishchi g'ildiragi diametriga ko'ra quvvatining taqsimlanishi.

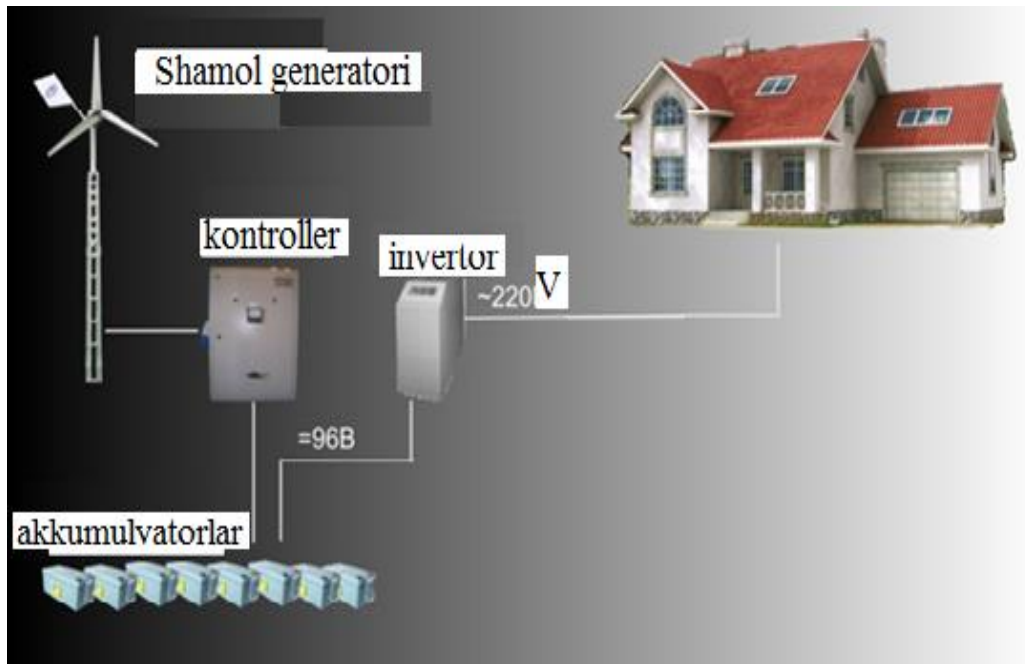
Aylanishning katta tezligi markazdan qochma va elektrgeneratori bilan birgalikda ularning ishlashiga ta'sir ko'rsatadi.

Shamolning yo'nalishi o'zgargan vaqtida shamol agregatining boshchasi avtomat holda bakovoy shamol g'ildiraklari – vindrozlar bilan mo'ljalga olinadi. Shamol g'ildiragining aylanish tezligi 6-40 m/s diapozonda boshqariladi.

Shamol elektr agregatlarining ba'zi bir turlarining xarakteristikallari 9.2. -jadvalda ko'rsatilgan.



9.11.- rasm. Shamol energetik qurilmalari surati.



9.12.- rasm. Xonadonni elektr energiyasi bilan ta'minlashgan mo'ljallangan SHEQ sxemasi.

Generatorning aylanish chastotasi shamol g'ildiragi rotorining aylanish chastotasidan 4 marta va undan ko'proq oshishi kerak. Bunga esa generator turini yoki uzatib berish qurilmasini to'g'ri tanlash bilan erishish mumkin. O'zgaruvchan tok generatorlari keng ko'lamda

ishlatishga ega, chunki ular arzonroq, osonroq va elektr energiyani rotorning ancha past aylanish chastotasida olish mumkin.

Shamol elektr agregatlarning xarakteristikasi

9.2.-jadval

Asosiy ko'rsatkichlar	Shamol agregatining turi			
	AVEU- 6-4M	AVE- 16	AVE- 18-30	AVE- 25- 100/250
Shamol g'ildiragining diametri, m	6,6	12,0	18,0	25,0
Suyanchiqning (opora) balandligi, m	9,0	12,0	18,0	25,0
Papastlar soni	2	3	3	3
Shamolni qo'llash hududlardagi o'rtacha yillik tezligi, m/s kam bo'lmagan	5,0	5,0	5,0	5,0
Nominal quvvatga erishilgandagi shamolning hisobli tezligi, m/s	9,5	10,5	10,0	9/14
Ishlash tezliklarining diapozoni, m/s	4,5-40	4,5- 25,0	5,0- 25,0	5,0-30
Nominal quvvati, kVt	4	16	30	100/250
Okupaemost vaqti, yil	3-4	4-5	4-6	4-6
Yoqilg'ing yillik tejami, t	4,4	16,3	28	84
Og'irligi, kg	1210	3300/ 4400	5000	18000

9.5. Meteorologik sharoitlar. Shamol tavsifi

Shamol energiyasidan foydalanish imkoniyatlarini aniqlovchi asosiy omillarga meteorologik sharoitlar, shamol energiya qurilmasini optimal joylashuvini tanlash, shamolning kinetik energiyasini elektr energiyasiga o'zgartirish usuli, uning umumiy energiya ta'minot tizimida ishlatilishi, iqtisodiy samaradorlik kiradi.

Shamolning energetik qiymatini aniqlovchi muxim tavsif uning tezligi va yo'nalishidir. Mazkur kattaliklar xarakatlanayotgan xavo massasiga xam gorizontal, xam vertikal yo'nalishlarda amal qiluvchi kuchlarning ta'siriga bog'liq bo'ladi. Bir qator meteorologik omilar (xavo atmosferasi, quyosh faolligining o'zgarishi, Yerga keluvchi issiqlik energiya miqdori va boshqalar), shuningdek relef sharoitning ta'siri natijasida mazkur joylarda shamolning uzluksiz davomiyligi, uning tezligi xamda yo'nalishi tasodifiy qonun bo'yicha o'zgaradi. Shuning uchun turli vaqt davrlarda ShEQ ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan quvvatni extimollik bilan aytish mumkin. Shu bilan birga agregatning, ayniqsa uzoq vaqt oralig'ida ishlab chiqariladigan umumiy energiyani yuqori darajadagi ishonchlilik bilan xisoblab chiqiladi. Bunga sabab yil yoki fasl davomida shamolning o'rtacha tezligi va tezliklarning taqsimlanish chastotasi kam o'zgarishidir.

Bizning qiziqtirayotgan shamol parametric, odatda aeroport va shaxarlar yaqinidagi meteostansiyalarda bir xil standart 10 m balandlikda qayd qilishadi., ya'ni ular shamoldan ximoyalangan joylarda o'lchanadi. Shuning uchun mazkur ma'lumotlarni ko'rilayotgan tumanda shamol energiya resurslarini qo'pol baxolash uchungina

ishlatish mumkin, biroq ular aniq texnik yechimni qabul qilishi masalan shamol qurilmasining aptimal konstruksiyasini tanlash uchun yetarli emasdir. Buning uchun, yilning turli oylarida, odatda joylarning ko'pgina nuqtalarida va xar xil balandliklarida sinchiklab kuzatish kerak bo'ladi.

Shamol tezligi meteoxizmatlar tomonidan tarixiy bo'lgan Bofort shkalasi bo'yicha sinflanadi. Uning asosiy visual kuzatish yotadi. Standart meteorologik o'lchamlarda shamol tezligi 10 metrli balandlikda bo'lgan anemetrning 10 daqiqa vaqt oralig'ida ko'rsatishlarining o'rtasi orqali aniqlanadi. Mazkur o'lchamlarni xar soatda takrorlash mumkin, biroq ular o'ta kam amalga oshiriladi. Shuning uchun ular bo'yicha shamol qurilmalarning tavsiflarini xisoblash uchun kerak bo'lgan shamol tezligini tebranish va uning yo'nalishi to'g'risida xulosa qilish qiyindir.

Shamol yo'nalishi shamol esa yotgan tomon bo'yicha aniqlanadi. Shamol yo'nalishi to'g'risidagi meteomalumotlar turli yo'nalishlarda shamolning o'rtacha tezligini ko'rsatuvchi shamol atirguli sifatida keltiradi.

Shamol qurilmasini tog'li joylarda, binoda yoki boshqa shamol qurilmalari yonida, ya'ni shamolning ayrim yo'nalishlarda ko'chishi mumkin bo'lgan xolatlarda shamol yo'nalishi to'g'risidagi axborot o'ta muxim xisoblanadi.

Shamol parametrining balandlikka bog'liqligi. Turli balandliklarda shamol tezliklari xar xildir, tabiiyki xar xil balandliklarda joylashgan shamol g'ildiraklariga shamolning ta'sirlashuvi xam xar xildir. Yer yuzasida (220) shamol tezligi xar doim nolga tengdir. Songra mazkur joylarda joylashgan turli to'siqlar (binolar, daraxtlar va hokazo)

balandliklarga taxminan teng balandliklar shamol tezligi juda murakkab ko‘rinishda oshadi. Bunda uning yo‘nalishi tasodifiy o‘zgaradi.

Bundan kelib chiqadiki, shamol g‘ildiraklari joylardagi to‘siqlarda yetarli darajada balandroqda joylashtirilishi kerak. Bu bilan unga kelayotgan shamol oqimi kuchli bo‘lishi, bir jinsligi va tezligi va yo‘nalishining minimal o‘zgarishlari ta‘minlanadi. Shamol qurilmasini joylashtirish uchun eng qulay joy tekis, gumbazsimon, xech narsa bilan to‘siq bo‘lmagan balandlikdir. Umuman olganda bir necha yuz metr rezusda shamol qurilmasi maydon yoki suv bilan o‘ralishi maqsadga muvofiqdir. Odatda shamol qurilmasining boshi 5 dan 50 m gacha bo‘lgan balandlikda joylashadi.

Nazorat savollari

- 1. Shamol elektr stansiyalari haqida nimalarni bilasiz?*
- 2. Shamol generatorlarining tuzilishini tushintiring.*
- 3. Shamol elektr generatorlarining ishlash prinsipini tushintiring*
- 4. Shamol elektr generatorlari minoralarining turlari qanday?*
- 5. Shamol elektr generatorlari parraklarining tuzilishini tushintiring.*
- 6. Rivojlangan mamlakatlarda shamol elektr qurilmalaridan foydalanish haqida nimalarni bilasiz?*
- 7. Meteorologik sharoitlar haqida gapirib bering.*
- 8. Shamol tezligi, yo‘nalishi va uning tavsifi.*

10-BOB. SHAMOL ENERGETIK QURILMANING KONSTRUKSIYASI

10.1. Shamol energetik qurilmaning konstruksiyasi va xarakteristikasi

Shamol qabul qilgich qurilmalarning ko'pgina turlari mavjud:

- shamol yo'nalishiga parallel bo'lgan gorizonta o'qi orqali aylanish (shamoli melnitsaturiga o'xshash);
- shamol yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan gorizonta o'qi bo'yicha aylanish (suvli g'ildirak turiga o'xshash);
- shamol oqimiga perpendikulyar bo'lgan vertikal o'qi bo'yicha aylanish (Darve rotori) (10.1-rasm).

Biz bu erda keng ko'lamga ega bo'lgan shamol qabul qilgich qurilmasining birinchi variantini ko'rib chiqamiz.

10.2-rasmda UVM-2 ning shamol mexanik qurilmasi ko'rsatilgan, u qishloq ho'jaligining ishlab chiqarish ob'ektlarida suv manbalardan suvni ko'tarib olishning mexanizatsiyasi uchun mo'ljallangan.

Asosiy bo'g'inlar: shamol g'ildiragi, boshchasuyanchiq, suv ko'targich qurilmasi. Ko'p va katta aylanish momentlari bilan sekin yuruvchi ishlash hususiyatiga ega va hech qanday qo'shimcha qurilmalarsiz shamol yo'nalishi bo'yicha o'rnatiladi.

Boshcha mushtga va ыchagli tizimi yordamida shamol g'ildirani aylanish harakatdagi valning nasos yuritish og'irligining qayta-tutish harakatiga aylantirish bilan ta'minlaydi. Suyanchiq 3 ta ustundan tashkil

topgan. Uning yuqorigi qismida boshchan shamol g'ildiragi bilan qotiruvchi flanets mavjud. Asosiy qurilmani ta'mirlashda gruntga cho'ktirilgan nasosdan tashkil topgan, hamda suv bosimli trubadan tashkil topgan.

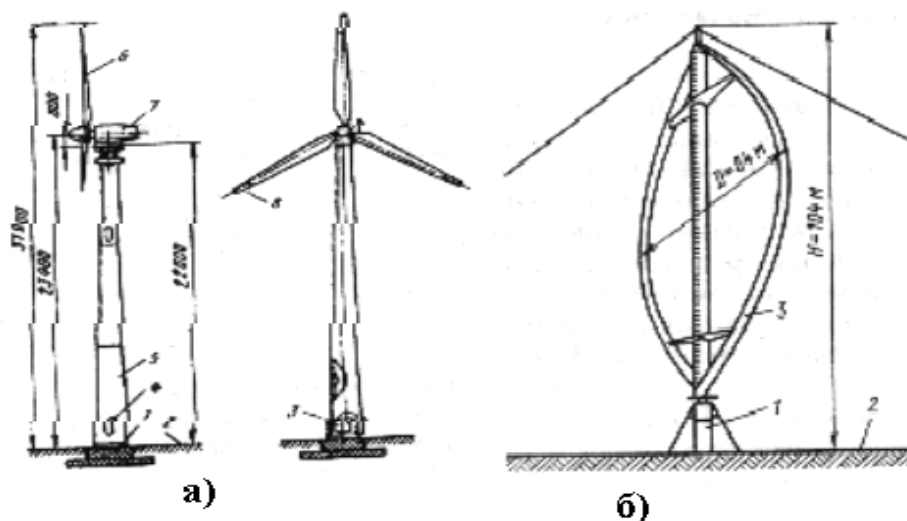
Shamol qurilmasining yuklanishdan shamol tezligining 7 m/s dan oshmaganda himoya shamol g'ildiragining og'dirilishi hisobiga amalga oshiriladi.

Shamol qurilmasining va ishga tushirish ishlarini og'irlik ko'tarish mexanizmisiz 3 kishilik brigadasi yo'lga qo'yishi mumkin.

Qurilmaning ekspluatatsiyasi uchun xizmat qilish personalining doimiy joyida bo'lmasligi ham mumkin.

10.3-rasmda ishlab chiqarishning (litr/soatda) shamol tezligiga (m/s) bog'liqlik xarakterli grafigi ko'rsatilgan.

Shamol mexanik agregatlarning turli madifikatsiyasi o'zining konstruktiv hususiyatlari va ekspluatatsion xarakteristikalariga ega (10.1-jadval).



10.1- rasm. Shamol energetikasi qurilmasi.

a) gorizontal o'qi bilan aylanish; b) vertikal o'qi bilan aylanish.



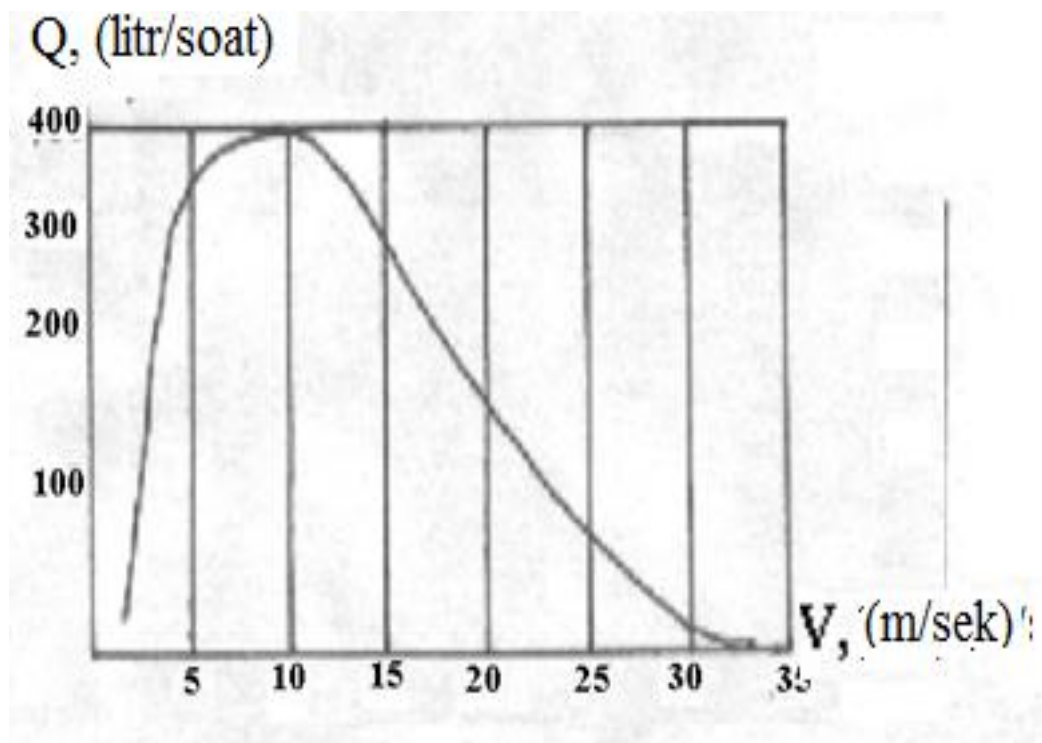
a)



b)

10.2. rasm.- UVM-2 (a) ko‘plapostli qurilmaning sirtqi ko‘rinishi va uch parrakli tezyuruvchi shamolgeneratorining megavattli sinfi (b).

Sekinyuruvchi ko‘p parrakli shamol dvigatellari yog‘och yoki metall dan ishlanadi. Foydali ishni fakat g‘ildirakning birgina qismining lopastlari ishlab chiqaradi, boshqa qismi ega unga qarshilik ko‘rsatadi. Bu g‘ildirakning o‘lchamini katta qilib ishlashda majbur qiladi. Bunday shamoldvigatellarini FIKi 0,08-0,1.



10.3- rasm.- Shamolli suv ko‘taruvchi qurilma uchun UVM-2 ishlab chiqarishning Q (litr/soat) shamol tezligiga V (m/s) bog‘liqligining xarakterli kodi.

Tez yuruvchi shamol dvigatellari odatga ko‘ra, ko‘p kuraklar (2ta yoki 3 ta parraklari bilan). Kuraklar har xil ob-havoga chidamli, baquvvat va engil qilib po‘lat, alyuminiy, plastmass materiallar yoki maxsus daraxt navidan ishlanadi. Bunday shamoldvigatiellari shamol energetikasi qurilmalarida elektr energiya olish uchun qo‘llaniladi. Qattiq shamol, bo‘ron va shtorm paytida markazdan qochma kuchlar dvigatellarining lapastlarini buzishi mumkin, shuning uchun SHEU sostaviga flyugerning joylashishiga qarab bir vaqtning o‘zida lapastlarning o‘girilishi uchun maxsus qurilmalar o‘rnatiladi. Ularning FIKi (shamol energiyasining ishlatilishi) etarlicha baland: 0,3-0,46.

Dvigatellarning aylanma tezligi shamol tezligidan oshmaydi, birlik quvvatiga og‘irligi katta emas. Ularni mahsulotni qayta ishlash yuklanishsiz aylanishni boshlash mumkin bo‘lgan joyda kichik

aylantirish moment bilan qurilmalar uchun ishlatiladi, ya'ni umuman salt yo'lida. Bunga esa maxsus markazdan qochma mufta yordami bilan ishladi, u transmissiyani bo'sh ishlashi uchun uzib qo'yadi, hamda berilgan aylanish chastotasiga erishishda kelasi avtomatik ulash bilan shamol g'ildiragining ishlashi uchun.

Shamolli suv ko'taruvchi qurilmalarning xarakteristikasi

10.1-jadval

Asosiy ko'rsatkichlar	UV EV-1	UV M-2	UV M-3	UVM -4	VS V6-4-40	UV EV-6s nasos bilan	
						VE 20/3	Km 8-18
Shamol g'ildiragining diametri a, m	2	2	3	4	6,6	6,6	6,6
Tayanch balandligi, m	5	4	4	5,5	9	9	9
Suyanchiqning o'rtacha yillik tezligi m/s, kam bo'lmagan	3,5	4,0	3,0	4,0	5,5	5,5	5,0
N ko'targichning balandligidagi nominal ishlab chiqarish, m ³ /soat	0,36 N=1 5m 0,8N =10 m	0,25 N=2 0m 0,5N =10 m	1,0N =20 m	2,0N =30m	4,0N =25- 30m	6,0N= 10÷30 m	8N=5 ÷10m

Nominal ishlab chiqarish ta'minlangandagi shamolning tezligi m/s	8,0	7,0	5,0	6,0	8,0	7,0	7,0
Og'irligi, t	0,2	0,2	0,25	0,75	2,0	2,0	2,0

Aylanishning katta tezligi markazdan qochma va elektrgeneratori bilan birgalikda ularning ishlashiga ta'sir ko'rsatadi.

Shamolning yo'nalishi o'zgargan vaqtda shamol agregatining boshchasi avtomat holda bakovoy shamol g'ildiraklari – vindrozlar bilan mo'ljalga olinadi. Shamol g'ildiragining aylanish chastotasi 360130 yil/min 6-40 m/s diapozonda boshqariladi.

Shamol elektr agregatlarining ba'zi bir turlarining xarakteristikalarini 10.1-jadvalda ko'rsatilgan.

Generatorning aylanish chastotasi shamol dvigateli ratorining aylanish chastotasidan 4 marta va undan ko'p va ortiq oshishi kerak. Bunga esa generator turini yoki uzatib berish qurilmasini to'g'ri tanlash bilan erishish mumkin. O'zgaruvchan tok generatorlari keng ko'lamda ishlatishga ega, chunki ular arzonroq, osonroq va elektr energiyani rotorning ancha past aylanish chastotasida olish mumkin.

Hozirda dunyo bo'yicha eng katta quvvatli shamol elektr stansiyalari AQSHning Texas shtatida joylashgan quvvati 781,5 MVt bo'lgan Roscoe Wind Farm va quvvati 735.5 MVt bo'lgan Horse Hollow Wind Energy Center shamol elektr stansiyalari hisoblanadi.

2010 yilda quvvati 800 MVt li Alta Wind Energy Center nomli shamol elektr stansiyasi AQSHning Kaliforniya shtatida qurilishi boshlangan.



10.4. rasm.- AQSHning Texas shtatida joylashgan dunyo bo‘yicha eng katta quvvatli Roscoe Wind Farm shamol elektr stansiyasi.

Janubiy-sharqiy Angliyaning Kent grafligidagi SHimoliy dengizda joylashgan quvvati 300 MVt ni tashkil etuvchi Thanet Wind Farm offsher shamol parki eng yirik hisoblanadi.

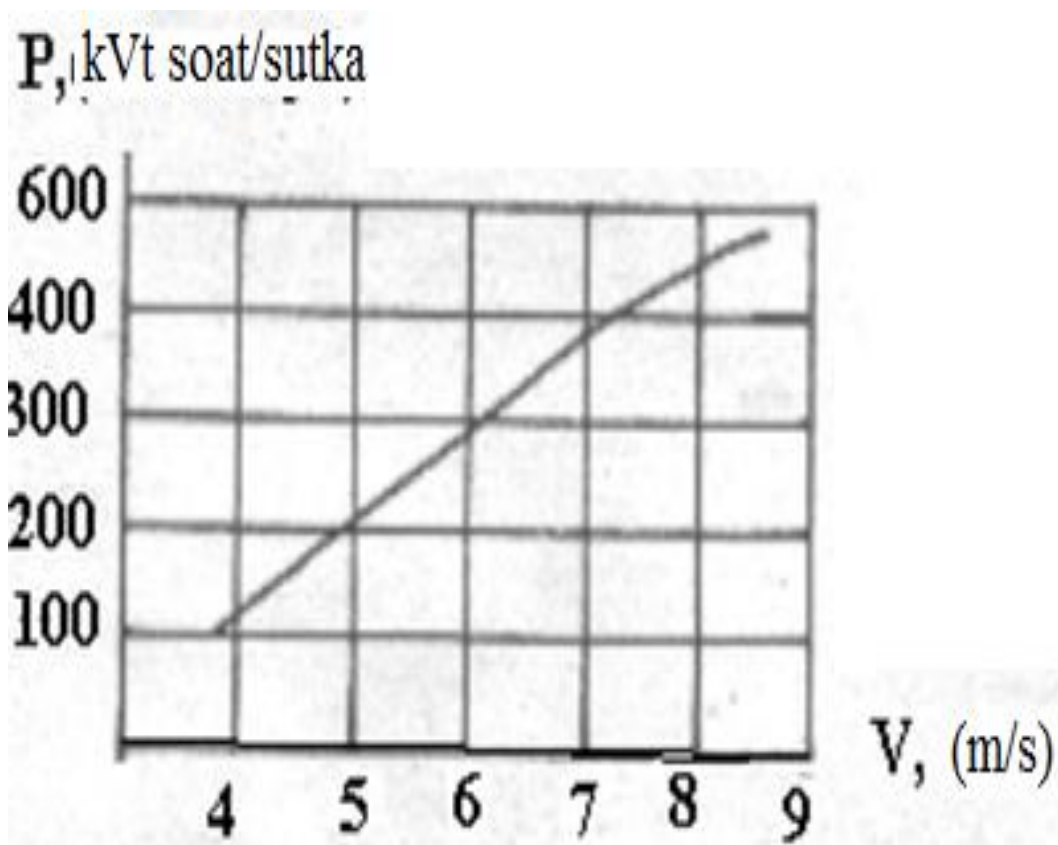
Unda Vestas V90 rusumli quvvat 3 MVt dan bo‘lgan 100 ta shamol qurilmasi o‘rnatilgan.

U erdagi suv chuqurligi 20 – 25 m ni tashkil etadi. Narxi 1,4 mlrd. AQSH dollari.

Ungachan Daniyaning YUtlandiya yarim oroli qirg‘oqlarida joylashgan quvvati 209,3 MVt bo‘lgan Horns Rev 2 offsher shamol parki hisoblangan.



10.5.-rasm.-Janubiy-sharqiy Angliyaning Kent grafligidagi SHimoliy dengizda joylashgan eng yirik Thanet Wind Farm offsher shamol parki.



10.6.- rasm. Elektr energiya ishlab chiqarishning shamol tezligiga bogʻliqligi.

P – elektr energiyaning ishlab chiqarilishi; V – shamol tezligi.

Shamol elektr qurilmalarining kam quvvatli individual avtonom texnik xarakteristikalarini

Shamol elektr agregatlarning xarakteristikasi.

10.2-jadval

Asosiy koʻrsatkichlar	Shamol agregatining turi			
	AVE U-6- 4M	AVE-16	AV E- 18- 30	AVE- 25- 100/250
SHamol gʻildiragining diametri, m	6,6	12,0	18,0	25,0
Suyanchiqning (opora) balandligi, m	9,0	12,0	18,0	25,0
Papastlar soni	2	3	3	3
SHamolni qoʻllash hududlardagi oʻrtacha yillik tezligi, m/s kam boʻlmagan	5,0	5,0	5,0	5,0
Nominal quvvatga erishilgandagi shamolning hisobli tezligi, m/s	9,5	10,5	10,0	9/14
Ishlash tezliklarining diapozoni, m/s	4,5- 40	4,5-25,0	5,0- 25,0	5,0-30
Nominal quvvati, kVt	4	16	30	100/250
Okupaemost vaqti, yil	3-4	4-5	4-6	4-6

Toplivaning yillik tejami, t	4,4	16,3	28	84
Og'irligi, kg	1210	3300/440 0	500 0	18000

10.2. Shamol dvigatellarini hisoblash

Shamol energiyasini ishlatish prinsipi oddiy harakatlanuvchi shamol oqimi, suv oqimiga o'xshab, dvigatelning harakatlanuvchi qismiga ta'sir etib, uni aylanishiga majbur etib va elektr tokining generator rotoriga hosil qilgan tokni yuboradi.

Ko'ndalang kesishma G' bilan havo oqimining energiyasi:

$$\mathcal{E} = \frac{mv^2}{2} \quad (10.1)$$

Havodagi sekundli og'irligi t , kg/s uning plotyusti R kg/m³, G' kesishmasi orqali o'tuvchi tezlik bilan v , m/s.

$$m = \rho \cdot v \cdot F \quad (10.2)$$

(2)ni (1)ga qo'ygandan so'ng havo oqimi bilan keltirib chiqaruvchi quvvat qiymatini olamiz.

$$N = \frac{1}{2} \rho \cdot v^3 \cdot F \quad (10.3)$$

SHEUsi bilan keltirib chiquvchi quvvat, havo oqimi bilan keltirib chiqaruvchi, mexanik energiyaning elektr energiyasiga aylanishi (generator reduktorida) bilan bog'liq quvvatdan farq qiladi, yana shamol oqimining energiya yo'qolishlarining shamol g'ildiragidagi lopastlarining u bilan o'zaro ta'sirida ham.

$$N = \frac{9,81}{21,000} \rho \cdot v^3 \cdot F = 0,0049 \rho \cdot v^3 \cdot F \quad (10.4)$$

Oxirgisi shamol energiyasini ishlatish koeffitsienti ξ bilan ataluvchi orqali aniqlanadi. (10.4) da G' maydoni shamol g'ildiragining diametri orqali D, m ko'rsatib, shamol energetikasi qurilmasining quvvatini olamiz, kVt.

$$N = 0.00385 \cdot \rho \cdot v^3 \cdot D^2 \cdot \eta_p \cdot \eta_e \quad (10.5)$$

Bu erda: η_p, η_e - generator va reduktor F.I.K.

Ideal parrakli shamol g'ildiragi uchun maksimal etarli kattalik N.E. Kukovskiy bo'yicha 0,593 ga teng.

SHunday qilib, (10.5) dan ko'rinib turibdiki, SHUE ning quvvati tezlikning kubiga proporsional holda o'zgaradi va shamol g'ildiragining lopastlar soniga bog'liq emas.

Ammo er yaqini chegarali qatlamidagi shamol tezligi o'zgarmas emas va er yuzasi balandligining o'sib borish darajasi bo'yicha ko'payadi.

$$V = V_o \left(\frac{h}{h_o} \right)^2 \quad (10.6)$$

Bu o'zgarish odatda darajali bog'liqlik bilan aniqlanadi:

Bu erda $_$ - darajaning o'lchamsiz ko'rsatkichi, uning qiymati esa shamol tezligi, atmosferaning qattiqligi va yuzaning g'adur-budurligiga (o'rtacha 1/5 ga teng deb olinadi) bog'liq.

SHamol tezligining o'zgarishi bilan darajali qonun va shamol energiyasi bo'yicha o'zgaradi. Bunda shamol energiyasi uning kubiga proporsional holda o'zgargani uchun daraja ko'rsatkichi 3_ ga teng.

Shamol g'ildiragining muhim xarakteristikasi bu tez yurishlik, u lopast elementining aylanma tezligining shamol tezligi nisbati bilan aniqlanadi:

$$n_R = \frac{\omega R}{V} \quad (10.7)$$

- burchak tezligi rad/s; R – shamol g'ildiragi radiusi, m

Bunda – ω burchak tezligi, rad/s; R – shamol g'ildiragining radiusi, m.

Shamol g'ildiragining o'zgarmas aerodinamik ko'rsatkichlarida uning aylanish chastotasi shamolning tezligiga va tezyurishlikka proporsional va diametrga teskari proporsional yuqorida aytib o'tilganidek shamol g'ildiragi ishlab chiqaradigan quvvat uning lopastlar soniga bog'liq emas. Ammo, (10.5) formulaga

kiruvchi koeffitsient qiymati – g'ildirakning tez yurishi, formasi va lopastlar soniga bog'liq. Bu ma'noda SHEU quvvati shamol g'ildiragining lapastlar soniga bog'liq.

Shamol g'ildiragining ishlash momenti maxsus aerodinamik profilga ega, lapastlarga paydo bo'luvchi aerodinamik kuch hisobiga hosil bo'ladi.

Bu jarayon paytida fizikaviy ma'nosi samalyotning parraki bilan havoli oqim bilan o'tishiga o'xshash bunday holda parrak ostida ko'tarilgan bosim zonasi hosil bo'ladi, uning ustida esa, qarama-qarshi pasaygan bosim zonasi bo'lsa ko'tarma kuchini r hosil bo'lishi bilan asoslanadi, u esa shamol g'ildiragi ustida aylanishi mamentiga aylanadi.

10.3. Shamol oqimining energiyasidan foydalanish

O'rtacha shamol tezligining (v) kinetik energiyasi quyidagicha aniqlanadi.

$$E_{sh} = \frac{m_{sh}v^2}{2} \quad (10.8)$$

Bu erda E_{sh} – shamolning kinetik energiyasi. J ; m_{sh} -shamol oqimining massasi m/s ; v -shamol tezligi m/s ;

Vaqt birligi bo'yicha shamolning quvvati (m_{sh})

$$N = \dot{E} = \frac{\dot{m}v^2}{2} \quad (10.9)$$

Shamol massasini hisobga olib m_{sh} bu shamol hajmining maxsuli (v) shamol zichligi (ρ) $m = V\rho$ ni shamolning umumiy sarfi deyish mumkin.

$$\dot{m}_{sh} = \rho \cdot \dot{V} = \rho \cdot A \cdot \dot{s} = \rho \cdot A \cdot v \quad (10.10)$$

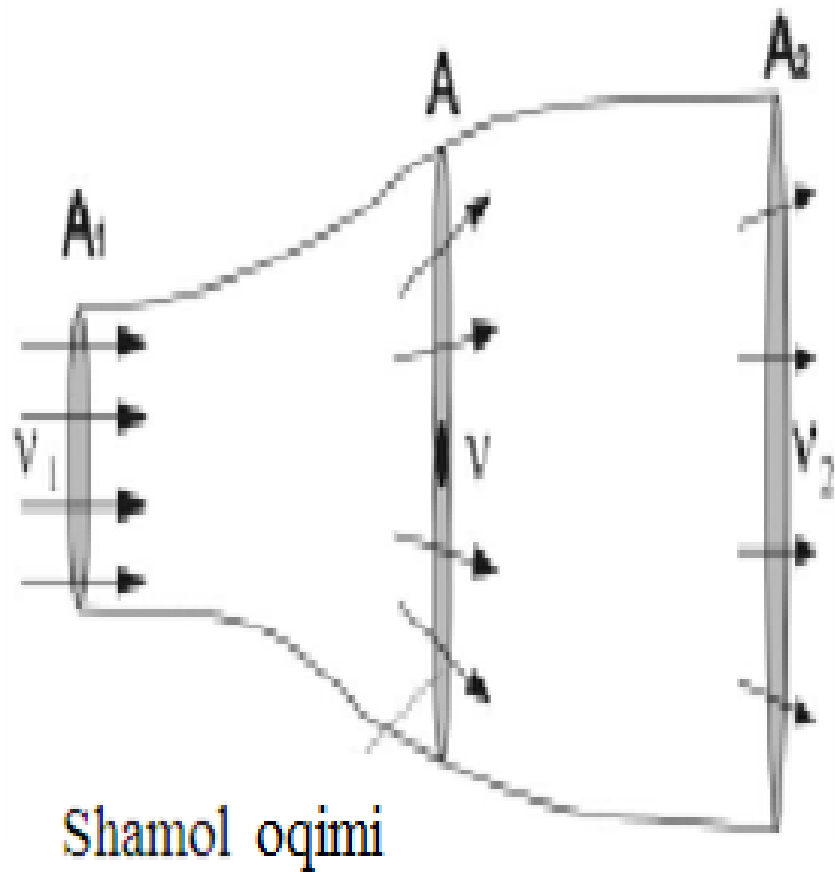
Bu erda s -hosilaviy masofa, A – shamol oqimining maydoni.

(10.8) va (10.9) formulani ko'rib chiqib shamol oqimining quvvati quyidagicha aniqlanadi.

$$N = \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2} \quad (10.11)$$

Shamol oqimi o'z energiyasini shamol qurilmalari va shamol tegirmonlariga beradi va mos ravishda o'z energiyasini va tezligini yuqotadi. Biroq umumiy shamol sarfi bir xilligicha qoladi.

$$\dot{m}_{sh} = \rho \cdot \dot{V} = \rho \cdot A \cdot v_1 = \rho \cdot A \cdot v_2 \quad (10.12)$$



10.7.- rasm. Shamol oqimi.

Shamolning tezligini va zichligini ixtiyoriy kundalang kesimda va tebranishda bir xil aylanayotgan g'ildirak ta'sir qilish maydoni A_1 va A_2 maydon ko'ndalang yuzasidan shamol oqimi parrak orqali v_1, v, v_2 mos ravishda oldin va keyin A_1, A, A_2 , oqim tezligi to'g'ri keladi. Havo parragiga ta'sir qilayotgan F kuch undan birlik vaqt ichida o'tayotgan havo sarfini o'lchamiga teng.

$$F = \dot{m} \cdot v_1 - \dot{m} \cdot v_2 = \dot{m} \cdot (v_1 - v_2) \quad (10.13)$$

Bu kuch g'ildirakka shamol oqimi kelayotgan tomondan ta'sir qiladi.

$$N_{sh} = F \cdot v = \dot{m} \cdot (v_1 - v_2) \cdot v \quad (10.14)$$

Shamol g'ildiragi bilan o'zaro ta'sirlashuvi shamol oqimining vaqt birligi ichida yo'qotilgan energiyasi N_{sh} ekanligini nazarda tutib va quvvatlarni biri-biriga tenglab shamol g'ildiragi kesimida shamol tezligini quyidagicha ifodalash mumkin.

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (10.15)$$

Bu ifodadan kelib chiqadiki, shamol g'ildiragi tekisligida shamol oqimining tezligi yuguruvchi oqim tezligi yarmidan kichik bo'lishi mumkin emas. Shamol g'ildiraklari tomonidan xosil qilayotgan quvvat quyidagicha ifodalash mumkin.

$$N_{sh} = \frac{\rho \cdot A \cdot (v_1^2 - v_2^2) \cdot v}{2} = \frac{\rho \cdot A \cdot (v_1^2 - v_2^2)}{2} \cdot \frac{(v_1 + v_2)}{2} = \frac{\rho \cdot A \cdot (v_1^2 - v_2^2) \cdot (v_1 + v_2)}{4} \quad (10.16)$$

Shamol g'ildiragi mavjud bo'lmagan holda. Bu kesimda shamol oqimining g'ildiragi quyidagini tashkil etardi.

$$N = \frac{\rho \cdot A \cdot v_1^3}{2} \quad (10.17)$$

Shamol g'ildiragi yordamida ajratib olingan quvvatning N_{sh} shamol oqimining quvvatiga nisbati quvvat koeffitsenti deyiladi.

$$C_r = \frac{N_{sh}}{N} = \frac{(v_1^2 - v_2^2) \cdot (v_1 + v_2)}{2 \cdot v_1} \quad (10.18)$$

Quvvatning maksimal koeffitsenti (s_r) shamol g'ildiragidan oldin va keyingi tezligi $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{3}$ da 1:3 nisbatda bo'ladi. 1920 yilda Betsom tomonidan aniqlangan shuning uchun maksimal koeffitsentini ($s_{r,bets}$) orqali ifodalaymiz.

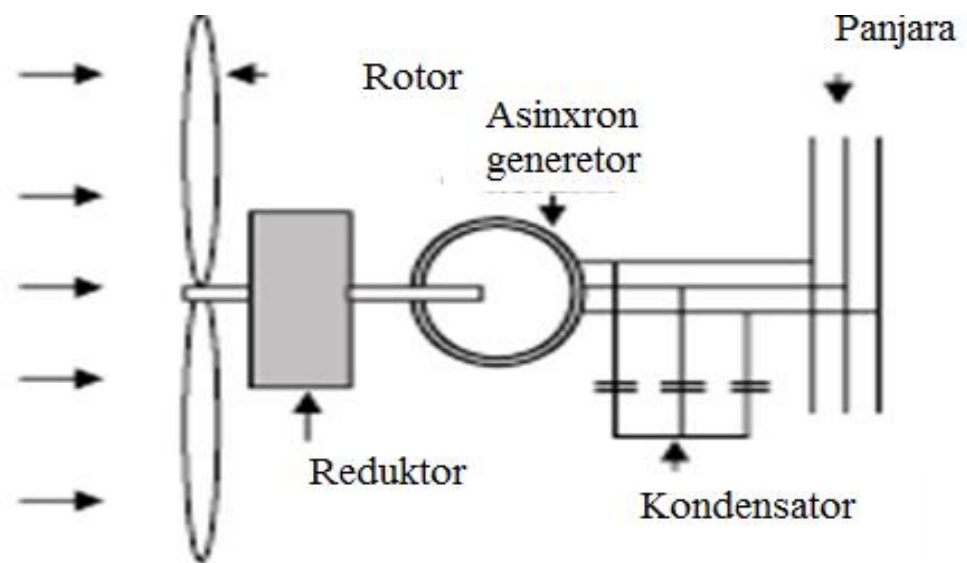
$$s_{r,bets} = \frac{16}{27} = 0,593$$

Bundan ko‘rinib turibdiki, shamol qurilmasi yaxshi bo‘lsa oqib o‘tayotgan shamol oqimining energiyasini yarmidan ko‘prog‘ini olish mumkin. Shamol g‘ildiragini atrofini tark etish uchun shamol oqimi ma‘lum kinetik energiyaga ega bo‘lishi kerak.

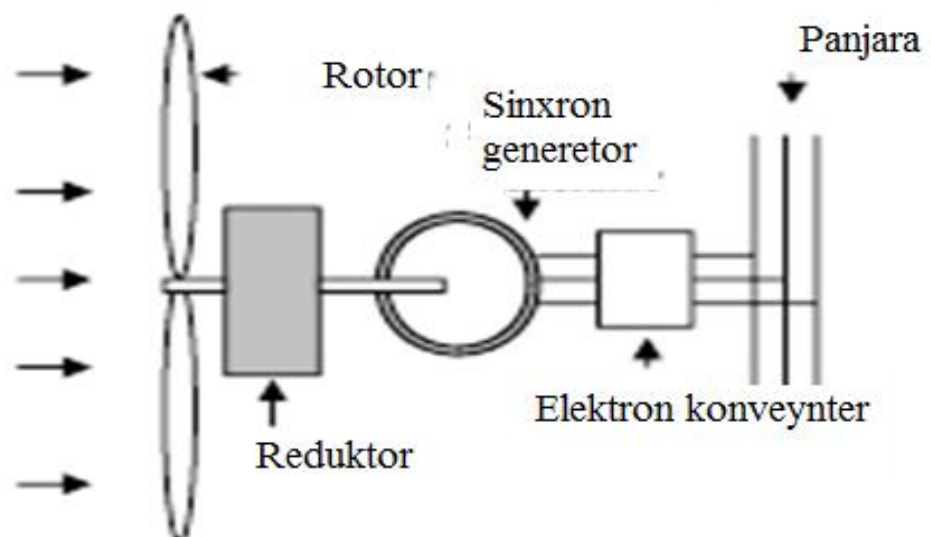
Ayni kunda shamol agregatlari maksimal qiymatda ishlay olmaydi. Ular ko‘pi bilan 0,5 koeffitsent quvvat bilan ishlaydi. Shamol g‘ildiragining F.I.K. g‘ildirakning yig‘ilgan quvvatini maksimal yig‘ilgan quvvatga nisbatiga teng.

$$\eta = \frac{N_{yig'}}$$

$$= \frac{N_{yig'}}{N \cdot c_{r,bensa}} = \frac{c_r}{c_{r,bensa}} \quad (10.19)$$



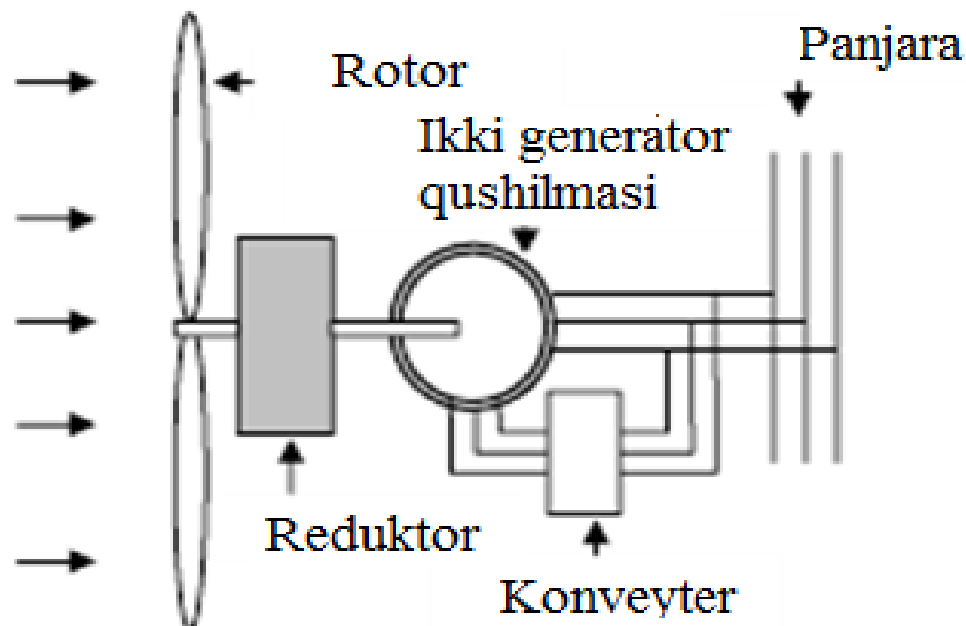
Rasm 4.8. Shamol turbinasinig doimiy tezligi



10.9.- rasm. Sinxron generator shamol turbinasi

Shamol turbinasi doimiy yoki o'zgaruvchan tezlikda ishlatish uchun mo'ljallangan. Doimiy turbina tezligi, rotor tezligi orqali bog'langanda kirish generator motor tezligini oshirish orqali sodir bo'ladi 10.8 rasmda ko'rsatilgnidek. Generatorning statorini o'rash bevosita panjaraga o'raladi. Ko'rib turgnamizdek dastlabki generatorlar panjaradan kuchli qizishni talab qiladi. Bu keraksiz kuchlanish o'zgarishlar, ayniqsa tarmoqlarning zaiflashishiga olib kelishi mumkin. Bu muammoni oldini olish uchun rasmda ko'rsatilganidek kondensatorlar o'rnatilgan.

Ushbu tuzilma bilan, shamol turbinasi barqaror ishlaydi (yoki deyarli o'zgarmas) teshlik va oldindan belgilangan chastota bilan kuch orqali panajarani oziqlantiradi (50 Hz yoki 60 Hz).



10.10.- rasm. Ikki generator qushilmasining shamol turbinasi doumiy tezligi

Shamol turbinalari qaysiki o'zgaruvchan tezlik bilan harakatlanadigan yoki sinxron generatorlar bilan yoki ikki marta oziqlanadigan kirish genertorlar bilan jihozlangan. Sinxron generator tizimlari bilan, operatsion tezligi tebranishlar bilan tasodifiy o'zgaradi, shamol tezligi va chiqish kuchlanish va chastot ham farq qiladi. Bu mahsulot panjaraga bevosita oziqlantira olmaydi elektr sifati pastligi sababli. Shunday qilib, o'zgarmaydigan tezlik variantida shamol turbinasi panjaraga umuman bog'lanmagan. Mos iterfays orqali elektr panjaran ioziqlantiradi. Shundy qilib, sinxron generatordan AC ishlab chiqarilgan birinchi to'g'ridan to'g'ri joriy kirishni va ACga teskari ag'darilgan standart panjarac hastotalarda o'zgartirish mumkin (50 Hz or 60Hz). Panjaraga oziqlantirish oldin. Ikki barobar oziqlanadigan kirish

generatorlar bilan o'zgar olmaydigan tezlik turbinalarda stator o'rash bevosita panjaraga ulangan. Shunga qaramay, rotor o'rash kerakli panjara orqali bitta konverterdan oziqlantiriladi qaysiki elektr chastotasi farq qilinishi mumkin. Shunda, elektr chastotasi mexanik chastotasi bilan farqlanadi, o'zgaruvchan tezlik operatsion ishlashga imkoniyat yaratadi.

10.4. Dengizda shamol elektr stansiyasini o'rnatish

Dengizda shamol orqali energiya ishlab chiqaruvchi proektning bir qancha o'ziga jalb qiladigan jihatlari mavjud. Dengiz shamoli quruqlik shamoliga qaraganda ancha kuchliroq va barqaror. Masalan, qirg'oqdan 10-15 m balandlikda shamol tezligi 20-25 foizga kuchliroq. Shamol tezligi energiya ishlab chiqarishga ta'siri kuchliligi sabab, kuchliq shamol spektri katta afzallik hisoblanadi. Bundan tashqari, quruqlik shamoli bilan solishtirganda, dengiz shamoli kamroq dovullli. Bu uskunalarni charchashdan asraydi va uskunalarning hayotini uzaytiradi. Proekt hayotining uzayishi rivojlanish narxining kamayishini bildiradi. Bundan tashqari, dengiz shamoliga kamqarshilik qilganligi sabab baland minoralar dengizga qurilishi talabga mos kelmaydi.

Dengiz shamoli proektlari ekologik jihatdan yerdan foydalanish kabi ma'qul, shovqin ta'siri va ko'rinish jihatidan tashvishdan holi. Dengiz sistemasi baland tezlikda faoliyat ko'rsatishga moslashgan, ba'zida 10 foiz baland tezlik yaxshiroq aerodinamik samaradorlikka sabab bo'ladi. Dengiz uskunalari hajm jihatidan katta va iqtisodiy tarafdin yaxshi ko'rsatkichlarga ega. Hozirda, 2 yoki undan katta MW lik turbinalar dengizda o'rnatilmoqda. Unga an'anaviy 3tani o'rniga 2ta

o`tkirlangan rotorlar o`rnatilmoqda. Bu nafaqat og`irlikni kamaytiradi balki aerodinomik samaradorlikni ham oshiradi.

Dengiz sharoitlarini yaxshi o`rganish muhim ahamiyatga ega. Shamoldan tashqari, suv omillari, tolqin sharoitlari, muzlash darajalari va ularning tasirlarini ham o`rganish talabga muvofiq. Hozirgi zamon texnikasi bilan chuqurligi 40m bolgan dengizga ham fermalar qurish qo`rqinchli emas. Aksincha, ko`pchilik uskunalar dengizning oqimli joylariga o`rnatilmoqda. Chunki dengiz to`lqini shamolni kuchaytiradi. Dengizda odatda to`lqinlar 4-8 m bo`lsa chuqur joylarida 16-20 metrgacha ko`tarilishi mumkin.



10.11.- rasm. Daniyada urnatilgan dengiz shamol elektr stnsiyasi

Dengiz uskunalari chirishga qarshi maxsus qoplama bilan jixozlanadi. Minorani tuzli suv ta`siridan saqlash uchun germetik qoplamadan foydalaniladi. Ba`zi uskunalar tuzatish oson bo`lishi uchun va maxsus komponentlarni ko`tarish uchun kranlar bilan jixozlangan.

Dengiz uskunasi o'rnatishda ajralib turadigan qismlardan bittasi bu uning suv ichiga ko'milgan fundamentidir. Tortishga asoslangan va qoqilgan fundament kop qollaniladigan turlaridir (rasm 4.11.). Uchoyoqli strukturada yuk kengroq joyga tuwadi. Tortishga asoslangan strukturada esa minora va trubina katta materialga bog'langan. Ko'p material talab qilgani uchun tortishga asoslangan struktura qoqilgan strukturaga qaraganda qimmatroqqa tushadi. Keyingi fundament turi bu suzuvchi struktura. Unda bir necha turbinalar birga platformaga joylashtiriladi. Dengiz uskunalari maxsus ehtiyojlari tufayli quruqlik uskunalaridan qimmatroq. Hozirda dengiz uskunalarini o'rnatish o'rtacha \$ 14.000-17.000 turadi, bu quruqlik uskunasi narxidan 30%ga ko'proqdir. Narxning oshishining eng katta sababi bu dengiz uskunasi fundamenti. Fundament narxi ham dengiz chuqurligi va to'lqin balandligiga qarab qimmatlashadi. Ba'zida u umumiy narxning 40% ni tashkil qiladi. Ammo shu bilan birga dengiz uskunalarini odatda yaxshi energiya beradi.

Nazorat savollari

1. Shamol energetik qurilmalarining qanday konstruksiyasilari bor?
2. Shamol energetik qurilmalari qanday xarakteristikalariga ega?
3. Shamol energetik qurilmalari qanday hisoblanadi?
4. Shamol oqimining energiyasidan qanday foydalaniladi?
5. Dengizda shamol elektr stansiyasi qanday shartlar asosida

o‘rnatiladi?

6. Dengizga o‘rnatilgan shamol elektr stansiyasining narxi nega qimmatlashadi?

11-BOB. GEOTERMAL ENERGIYA MANBALARI

11.1. Geotermal energiya manbalarining rivojlanish tarixi

“Geotermal” so‘zi grekcha so‘zdan olingan bo‘lib, “geo” – Yer va “therme” – issiqlik energiyasi, ya‘ni geotermal energiya – Yer osti issiqlik energiyasidir. Ushbu issiqlikni bug‘ yoki issiq suv sifatida tiklab binolarni isitishda va elektr energiya ishlab chiqarishda foydalansa bo‘ladi. Ayrim mamlakatlarda uzoq yillar mobaynida geotermal energiya taom tayyorlashda va binolarni isitishda foydalanab kelinmoqda. Yer markazida harorat 4000-5000 K oralig‘ida bo‘ladi va bu Yer qa‘ridagi jinslarni osonlik bilan eritish imkoniyatini beradi, shuningdek Yer yuzasiga yaqin joylashgan magma o‘choqlarida 1200-1500 K ni tashkil etadi. Chunki Yer tubiga kirib borgan sari har 1000 metrda harorat 30-35 °S ga ko‘tariladi. Vulqon mavjud hududlarda erigan jinslar Yer yuzining ustki qatlamiga juda yaqin joylashgan bo‘ladi. Yer hajmi taxminan 1085 mlrd. km³ bo‘lib Yer po‘stlog‘ining yupqa qatlamini hisobga olmaganda juda yuqori haroratga ega. Sayyoraning faol vulqonli faoliyatga ega ayrim hududlarida harorat gradienti 200⁰S/km, shuningdek yuqori haroratli qatlamlari Yer yuzasiga yaqin joylashgan. Ba‘zi hududlarida esa tabiatning o‘zi geotermal energiyani Yer yuzasiga chiqarib beradi, bu bug‘, qizigan suv yoki qaynayotgan bug‘ ko‘rinishiga ega holatda geyzerlar sifatida namoyon bo‘ladi.

Geotermal energiya – topib ishlatish - axtarib topish, unga ishlov berib ma’lum energiya holatiga olib kelish hamda iste’molchiga sifatli energiya yetkazib berish jarayonidan iboratdir. Issiqlik energiyasi olib yuruvchi geotermal energiyani axtarib topishni quyidagi klassifikatsiyasini keltirish mumkin. Yer sathidan 50-100 m va undan ortiq chuqurlikda joylashadigan geotermal suvlar favvorali yoki aylanuvchi bo‘lishi mumkin. Favvorali texnologiya hozirgi kunda ko‘p ishlatiladigan turlardan bo‘lib, undagi bosim atmosfera bosimidan bir necha barobar katta bo‘lishi mumkin. O‘z bosimi ostida yoki nasoslar bilan ko‘tarib berilgan favvorali suvlar ishlatib bo‘lingandan so‘ng tashlab yuborilishi kerak. Tarkibida har xil tuzlar va boshqa atrof-muhitga zarar keltiruvchi moddalar borligi tufayli ulardan foydalanish uncha ham maqsadga muvofiq emas. Shuning uchun bu usul uncha qo‘llanilmaydi. Energiyaning ushbu turi kelajakda katta rol o‘ynashi mumkin. Geotermal energiyadan foydalanuvchi qurilmalar odatda yagona elektr tizimi yoki markazlashtirilgan issiqlik ta’minoti tizimi uchun ishlaydigan katta qurilmalarga mos keladi.

Yer osti issiq suvlari aylanib yuradigan tabiiy yer osti rezervuarlarni qazish uzatma turbinalar uchun yuqori bosimli bug‘ manbalaridan foydalanishni ta’minlaydi. Katta energiyaga ega yerosti suvlaridan ularni yerosti suv omborlariga qaytarishdan oldin markazlashtirilgan issiqlik ta’minoti tizimi uchun ham foydalanilishi mumkin. Geotermal energiya manbalarining ikki turi – yuqori haroratli va o‘rta/past haroratli manbalari mavjud. Yuqori haroratli manbalardan odatda elektr energiya ishlab chiqarish uchun, past haroratli manbalardan esa markazlashtirilgan issiqlik ta’minoti va qishloq xo‘jaligida foydalaniladi. Manba harorati issiqlik tashuvchi haroratini

o'shirish maqsadida issiqlik nasoslaridan foydalanmasdan turib, markazlashtirilgan issiqlik ta'minotini to'g'ridan-to'g'ri ta'minlash uchun 90 °S dan kichik bo'lmasligi lozim. Geotermal manbalardan foydalanish orqali ishlab chiqariladigan elektr energiyasining narxi manba xususiyati va qurilma hajmiga qarab, ma'lum miqdorda o'zgaradi. Energiya birligining tannarxi 1 kVt soat uchun taxminan 0,25-0,1 AQSh dollari atrofida bo'ladi. Bug'ning eng kam narxi esa bir tonna uchun 3,50 AQSh dollarini tashkil etadi.

Narxga ta'sir ko'rsatadigan asosiy omillar resurs harorati, quduq unumdorligi, ob'ekt infratuzilmasi va quvvati hisoblanadi. Odatda elektr energiyasini geotermal yo'l bilan ishlab chiqarish nisbatan ko'p mablag' sarflashni talab qiladi. Bu mablag'lar qidirish, qazish va qurilmalarni barpo etish uchun zarur. Shunday bo'lsa-da, foydalanish sarf-xarajatlari unchalik ko'p emas.

11.2. Geotermal energiya manbalarining fan taraqqiyotidagi o'rni

Insoniyatning geotermal energiya manbalaridan isitish maqsadlarida foydalanishi uzok tarixga borib taqaladi. Shunga karamasdan, fakat 70 - chi yillarda bu keng ko'lamda Islandiya, Vengriya va sobik SSSR da boshlangan. Tabiiy bug'dan birinchi bo'lib sanoat miqyosida katta o'lchamda foydalanish 1904 yilda Italiyaning Larderello degan joyida (geotermal elektr stansiyasi) yerosti bug'i yordamida elektr energiyasi ishlab chikarish boshlangan. 1827 yilda Franchesko Larderel (Francesco Larderel) termal suvda ishlovchi tizimni ishlab chiqdi. 1950 yilda Uayrakee (Yangi Zelandiya) geotermal xududlarida kaynagan suv bug'idan foydalanishni o'zlashtirish boshlandi. AQSh da sanoat miqyosida elektr energiya ishlab chikarish

geotermal elektrstansiyasida (GeoES) «Dolina Bolshix geyzerov» (Kaliforniya shtati) boshlandi. 1960 yilda birinchi energoblok, 1977 yil oxirida 15 ta shunaka energoblok ishlay boshladi. Ko‘p isitilgan suvda ishlaydigan katta geotermal elektr stansiyasi 1973 yildan Meksikaning shimoliy-garbiy kismi – Serro-Prietoja ishlay boshladi. Unchalik katta bo‘lmagan GeoIES Meksikaning Pate xududida, Italiya, Yaponiya, SSSR, Yangi Zelandiya, Islandiya va boshka mamlakatlarda foydalanila boshlandi.. 1973 yil may oyida dunyoda jami ishlaydigan GeoIES lar kuvvatlari 800 MVt dan oshmadi, ya’ni bu ko‘rsatkich bitta katta issiklik yoki atom elektr stansiyasi kuvvatidan ham kam edi. Birok, 1975 yilda dunyo buyicha jami GeoIES quvvati 1300 MVt ga yetdi (11.1-jadval). Deyarli barcha bu elektr stansiyalarda tabiiy namsiz (kuruk) bug‘ yoki ko‘p isitilgan suv kaynashidan hosil bo‘ladigan namli bug‘idan foydalanilgan.

Dunyoning ko‘pgina mamlakatlarda tabiiy bug‘ va issik qaynoq suv konlarini topish ishlari olib borilgan. Iqtisodiy foydali energiya manbalari sifatida manfaatga ega bunday konlar aniqlana boshlandi.



11.1-rasm. Mutnov GeoES – Kamchatka (Rossiya)

Rossiya Federativ Respublikasining Kamchatka hududida joylashgan jami elektrik quvvati 76,5 MVt bo‘lgan GeoIES ning yillik elektr energiya ishlab chiqarish ko‘rsatkichi 420 mln. kVtsoat ni tashkil etadi. Stansiyaning 2011 yildagi quvvati 50 MVt, 80 MVt ga yetkazish rejasi mavjud bo‘lgan.

Yer ichidagi bu harorat kanchaga tengligi anik ma’lum emas, agar otilib chiqayotgan lavalar yoki yashirish holatda Yer ostida turgan termal manbalar, geyzerlar va fumarollar misolida oladigan bo‘lsak, ular butun Yer sharidagi insoniyatni zarur energiya bilan ta’minlashga yetarli ekanligiga amin bo‘lamiz. Yana bu energiya, kayta ishlash uchun hech kanday reaktor yoki yokilgi talab kilmaydigan toza energiya manbasidir.

Dunyo mamlakatlari buyicha mavjud bulgan GeoES kuvvatlari to'g'risida ma'lumot 11.1.-jadvalda aks etgan.

11.1-jadval

Mamlakatlar	Viloyat, shahar, posyolka	Mazkur GeoES quvvati, MVt		GeoES kutilayotgan quvvat, MVt
		1972 y	1975 y	
AQSh	Katta Geyzerlar vodiysi	192	502	718
Italiya	Larderello	358,6	380,8	
	Travale		15	
	Monte-Amiata	25,5	22	
Yangi Zelandiya	Uayrakey	160	192	150
	Kavervu	10	10	
	Brodlends			
Meksika	Serro-Prieto		75	140
	Pate	3.5	3,5	
Yaponiya	Masukava	22	20	50
	Otake	13	13	
	Onuma			
	Onikobe			
	Xachobaru			
	Takinoue			

Sobiq SSSR	Paujetka Paratunka	5	5	
Islandiya	Namafyadl Krafpa		2,5	55
Turkiya	Qizilder		0,5	3
Filippin	Tivi			100
Salvador	Auachapan		30	60
Jami		792,8	1306,8	

Geotermal konlari to'rtta turga bo'linadi:

- kuruk(namsiz) bug' konlari;
- nam bo'g' konlari;
- qaynoq suv konlari;
- qizigan quruq jinlardan iborat konlar.

Namsiz(kuruk) bug' konlari misoliga Larderello(Italiya) va Katta Geyzerlar vodiysi (Kaliforniya shtati-AQSh) konlarini keltirish mumkin. Uayrakey va Yangi Zelandiyadagi boshqa konlar o'ta qizigan suv konlari turiga kiradi.

Geotermal energiya turlari yordamida elektr energiya ishlab chikarishdan tashqari, bu konlardan qo'shimcha maxsulotlar tabiiy gaz, mineral xom-ashyo va chuchuklashtirilgan suv ham olish mumkin.

Ko'pgina mutaxassislar geotermal energiya boshka energiya manbalari bilan tan narxi va atrof-muxitga ta'siri jihatidan rakobatdosh bo'lishi mumkinligi ta'kidlashadi.

Termal suv kuduklaridagi buloqlaridan uy-joy va issikxonalarni kizdirishda foydalanilayotgan xududlar mavjud. Lekin umuman olganda, Yer osti issikligini Yer yuzasidan ancha chukur

joylashganligini inobatga olib dunyoda xozirgi vaqtda geotermal energiyadan foydalanish o‘ta chegaralangan.



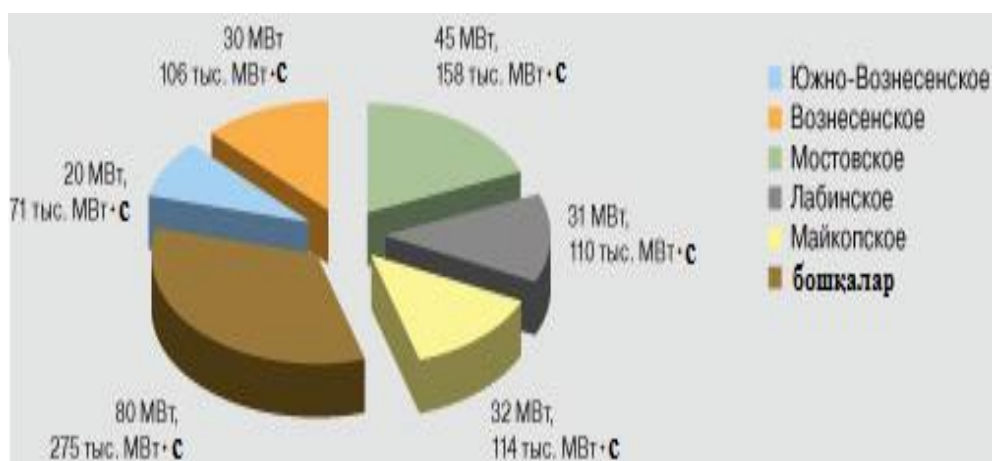
11.2-rasm.

11.3. Geotermal energiya manbalaridan foydalanishda jahon va O‘zbekiston tajribasi tahlili

Sayyoramizning ko‘plab vulqonli hududlarida issiq suv manbalari mavjud. Bularga Kamchatka, **Kurill**, Yapon va Filippin orollari, Kordiler va And tog‘larining keng hududlari misol bo‘la oladi.

2006 yilda Rossiyada sutkasiga 300 ming m³ geotermal issiq suv chiqadigan 56 ta kon qidirib topilgan. Xozirgi kunda shularning 20 tasi sanoat miqyosida ishlaroqda, ularning orasida Paratun (Kamchatka), Kazminsk va Cherkassk (Qorachoy-Cherkasiya va Stavropol o‘lkasi), Kizlyar va Maxachqala (Dog‘iston), Mostovsk va Voznesensk (Krasnodar o‘lkasi) geotermal suv makonlari mavjud. Geotermal energiyaning asosiy ustunligi manbadan doimiy suv chiqib turishi va atrof – muhit sharoitidan mustaqilligidadir.

Yerosti issiqligidan foydalanishning bir qancha imkoniyatlari mavjud. Suv yoki suv aralashmasini va bug‘ni ularning haroratiga qarab issiq suv ta‘minoti va elektr energiyasi ishlab chiqarishga va bir vaqtning o‘zida barcha tizimlarga yuborish mumkin. Vulqon hududlarga yaqin va quruq tog‘ jinslarining yuqori haroratli issiqligini elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqarish maqsadga muvofiqdir va qaysi turdagi geotermal energiya manbalaridan stansiyada ishlayotgan qurilmalarga bog‘liq. Agar ushbu hududda yerosti termal suvlar mavjud bo‘lsa, ulardan issiqlik ta‘minoti va issiq suv ta‘minotida foydalanish maqsadga muvofiqdir. Masalan, G‘arbiy Sibir hududida 3 mln km² maydonli yerosti dengizi mavjud va ushbu dengizda suvning harorati 70-90 °S ga teng. Yerosti termal suvlarning katta zahiralari Dog‘istonda, Shimoliy Osetiyada, Ingushetiyada, Kavkazortida, Stavropolda, Krasnodar o‘lkasida, Kamchatkada hamda Qozog‘iston hududlarida mavjud. Krasnodar o‘lkasida jami 12 ta geotermal manba makoni ekspluatatsiya qilinmoqda hamda 79 ta quduq burg‘ilanib harorati 75 – 110 °S bo‘lgan issiqlik tashuvchi olinmoqda va issiqlik quvvati 5 MVt gacha yetadi. Quyidagi 5-rasmda Krasnodar o‘lkasida geotermal manba asosida ishlab chiqarilgan yillik issiqlik energiyasi va issiqlik quvvatilarini keltirilgan.



11.3 – rasm. Krasnodar o‘lkasida geotermal manba asosida ishlab chiqarilgan yillik issiqlik energiyasi va issiqlik quvvati

Yer osti suvlaridan foydalanishning asosiy muammolaridan biri bu yerosti suvli gorizontga suvning davriy tushirilishi hisoblanadi. Termal suvlar tarkibida ko‘p miqdorda turli zaharli tuzlar (masalan, bor, qo‘rg‘oshin, rux, kadmiy, margumush) va kimyoviy birikmalar (ammiak, fenol) mavjudligi tufayli suvlarni yuzada joylashgan tabiiy suv tizimlariga chiqarib tashlash taqiqlanadi. Rossiyada eng katta qiziqish elektr energiya ishlab chiqarish va issiqlik ta‘minoti tizimida qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan yuqori haroratli termal suvlar yoki chiqayotgan bug‘ga qaratilgan.

Jahonda geotermal elektrostansiyalarning potensial umumiy ishchi quvvati boshqa qayta tiklanuvchi manbalar asosida ishlayotgan aksariyat stansiyalarning ishchi quvvatidan pastroq hisoblanadi. Ammo ushbu yo‘nalish ayrim aholi joylashgan geografik hududlarda yuqori energetik zichlik va hukumat dasturlari tufayli rivoj topdi. Chunki o‘sha yerlarda yoqilg‘i manbalari umuman bo‘lmagan yoki boshqa tabiiy yoqilg‘ilarga nisbatan qimmat bo‘lgan. Geotermal

elektrostansiyalarning o‘rnatilgan quvvati 1990 – yil boshlarida 5000 MVt, 2000 yil boshlarida – 6000 MVt ga yaqin bo‘lgan, shuningdek 2008 – yil oxirida jahonda geotermal elektrostansiyalarning umumiy quvvati 10,5 ming MVt gacha o‘ydi. 11.2 – jadvalda geotermal energiya manbalaridan foydalangan holda yetakchi mamlakatlarning elektr energiya ishlab chiqarish ulushi haqida ma’lumotlar keltirilgan.

11.2-jadval

Mamlakatlar bo‘yicha o‘rnatilgan quvvat			
Mamlakat nomi	Quvvati, MVt 2007 yil	Quvvati, MVt 2010 yil	Umumiy elektr energiya ishlab chiqarish ulushi 2010 yil
AQSh	2687	3086	0,3 %
Filippin	1969,7	1904	27 %
Indoneziya	992	1197	3,7 %
Meksika	953	958	3 %
Italiya	810,5	843	
Yangi Zelandiya	471,6	628	10 %
Islandiya	421,2	575	30 %
Yaponiya	535,2	536	0,1 %
Salvador	204,2	204	14 %
Keniya	128,8	167	11,2 %
Kosta-Rika	162,5	166	14 %
Nikaragua	87,4	88	10 %
Rossiya	79	82	

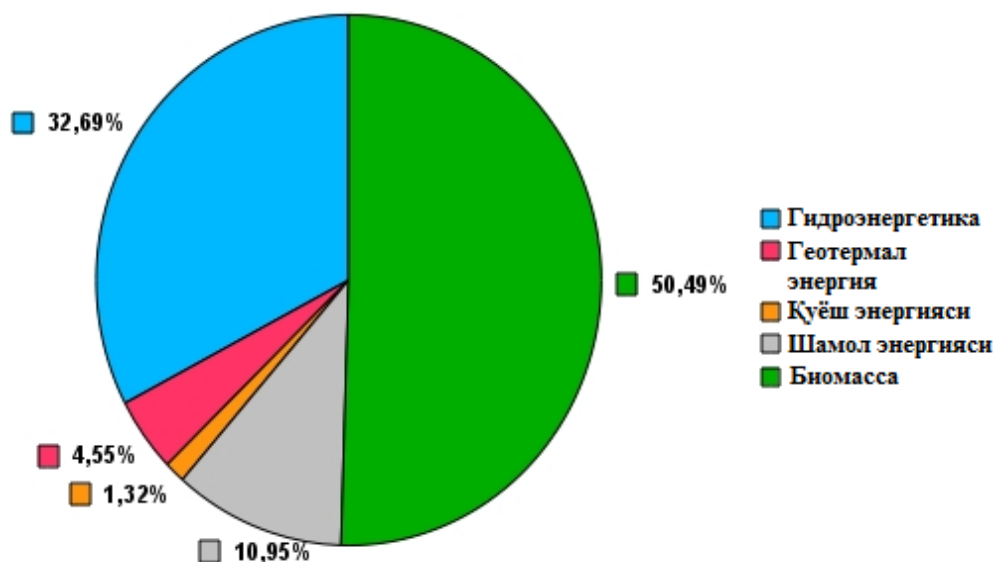
Turkiya	38	82	
Papua-Novaya Gvineya	56	56	
Gvatemala	53	52	
Portugaliya	23	29	
Xitoy	27,8	24	
Fransiya	14,7	16	
Efiopiya	7,3	7,3	
Germaniya	8,4	6,6	
Avstriya	1,1	1,4	
Avstraliya	0,2	1,1	
Tailand	0,3	0,3	
Jami	9731,9	10709,7	

Geotermal energiya manbalaridan foydalanish AQSh da tez suratlarda rivojlanib kelmoqda, lekin uning ulushi boshqa muqobil energiya manbalariga nisbatan past darajada va u umumiy energiya ulushidan 4,55 % ni tashkil etadi.

Geotermal manba asosida elektr energiya ishlab chiqarish 2005 yilda 16 mlrd. kVt·soatni tashkil etgan. 2009 yilda 77 ta geotermal elektrostansiyalarining jami quvvati 3086 MVtni tashkil qilgan. Hozirgi vaqtgacha AQSh hukumati mavjud quvvatni 4400 MV ga yetkazishni rejalashtirmoqda.

AQShdagi eng mashhur va ko‘p quvvatli geotermal elektrostansiya San-Fransisko shahrining shimolida joylashgan bo‘lib uning nomi “Geyzers” (“Geysers”) bo‘lib, u 22 ta geotermal elektrostansiyaning o‘z ichiga oladi va umumiy o‘rnatilgan quvvati 1517 MVtni tashkil etadi.

Bundan tashqari 570 MVt quvvatli markaziy Kaliforniyada hamda 235 MVt quvvatli Nevadada joylashgan geotermal elektrostansiyalar mamlakat energiya ta'minotida o'z o'rinlariga ega. AQSh bugungi kunda dunyoning ko'plab mamlakatlari bilan geotermal energetikani rivojlantirish buyicha aloqalar o'rnatmoqda.



11.4 – rasm. AQSh ning energiya ta'minotida muqobil energiya manbalarining ulushi (2009 yil monitoring ko'rsatgichlari)

Geotermal energiya manbalaridan samarali foydalanish bo'yicha AQShdan so'ng Filippin davlati turadi. 2003 yilga kelib Filippin orollarida geotermal elektrostansiya quvvati 1930 MVtni tashkil qildi. Bugungi kunda davlat elektroenergiyasining 27 % ni bug'gidrotermalari tashkil qilmoqda.

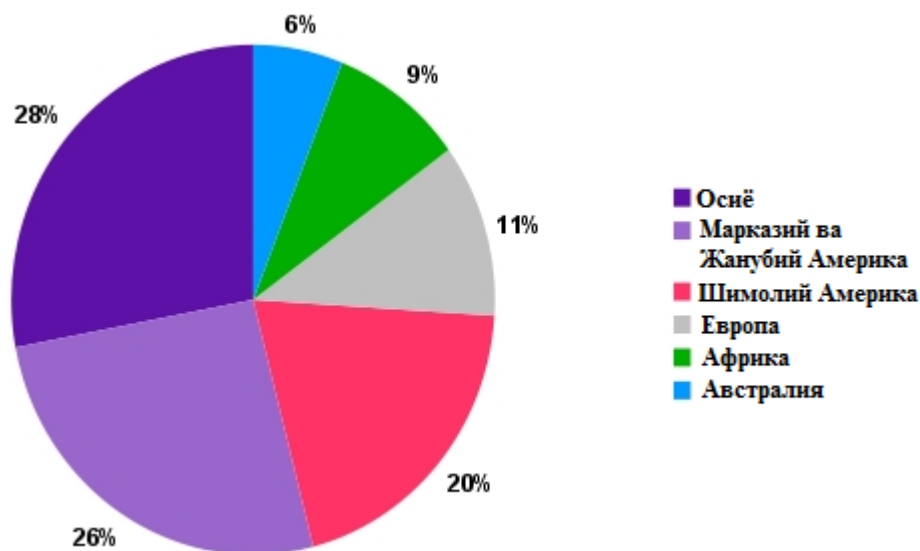
Meksika davlati 2003 yilda dunyoda geotermal energiya ishlab chiqarish bo'yicha uchinchi o'rinni egallagan edi. Davlatda o'rnatilgan elektrostansiyalarning quvvati 935 MVtni tashkil qildi. Serro Prieto geotermal zonasida umumiy quvvati 750 MVtni tashkil qilgan stansiya joylashgan.

Geotermal energiya birinchi bor rivoj topgan davlat – Italiyada geotermal energoqurilmalarining umumiy quvvati 790 MVtga yetdi va hamon rivojlanishda davom etmoqda.

Katta geyzerlar yurti hisoblangan Islandiyada hozirgi vaqtga kelib 570 MVt quvvatga ega 5 ta teplofikatsion geotermal elektr stansiyalari ishlab turibdi, hamda mamlakat umumiy elektroenergiyasining 25% tashkil etmoqda. 5 ta stansiyalardan biri poytaxt shahar Reyk'yavikni elektr va issiqlik energiyasi bilan ta'minlaydi. Ortiqcha suvni juda katta hovuzlarga qo'yib yuborishadi.

Afrika qit'asining Keniya davlatida umumiy quvvati 160 MVt bo'lgan 3 ta geotermal elektrostansiya faoliyat yuritmoqda. Kelgusi yillarda mavjud quvvatni 576 MVt gacha yetkazish rejalashtirilgan.

Rossiya Fanlar akademiyasi tasarrufidagi Vulqonshunoslik institutining tadqiqotlariga ko'ra, Kamchatkada geotermal resurslarning quvvati 500 MVtni tashkil etadi va bugungi kunga qadar Rossiyada 80 MVt quvvatli qurilmalar ishlamoqda, yilliq elektr energiya ishlab chiqarish esa 450 mln. kVt·soatga yetgan. Keyingi yillarda Rossiya geotermal qurilmalarning quvvatini 100 MVtgacha ko'tarishni rejalashtirmoqda.



11.5–rasm. Dunyo miqyosida hududlar bo‘yicha geotermal resurslar potentsiali

Geotermal energiya manbalaridan foydalanish bo‘yicha eng kelajagi bor hudud Osiyo hisoblanadi. Xususan Osiyoning Indoneziya davlati 27000 MVt quvvatli potentsialga ega. Yuqoridagi 7-rasmda dunyo miqyosida hududlar bo‘yicha geotermal energiya manbalarining potentsiali keltirilgan.

11.4. Geotermal energiyaning avzalliklari va kamchiliklari

Geotermal energetika va geotermal elektr stansiyalar shu jumladan, mukobil energiya manbalaridan elektr energiya ishlab chiqarish yoki issiklik energiya sifatida foydalanish energetikaning eng istiqbolli turlaridan hisoblanadi. Shunday bo‘lsada, geotermal energiyadan foydalanishda uni afzallik va kamchiliklarini to‘liq xisobga olishga tug‘ri keladi.

Geotermal energiyaning asosiy afzalliklari:

- geotermal suv yoki suv va bug‘ aralashmasi (haroratga muvofik) ko‘rinishida issik suv ta‘minotida, isitish tizimida, xamda elektr energiyasi ishlab chikarish uchun yoki bir vaqtning o‘zida ikkala maqsadlarda ham foydalanish imkoniyati mavjudligi;

- atrof-muxit uchun deyarli to‘liq xavfsiz ekanligi. Yuqori haroratli geotermal manbalardan 1 kVt elektr energiya ishlab chiqarish uchun ajraladigan karbonat angidrid-SO₂ , miqdori 13 grammdan 380 grammgacha (masalan, ko‘mirda ishlovchi elektr stansiyasidan 1 kVt-soat energiya ishlab chikarilganda 1042 g - SO₂ ajralar edi);

- elektr energiya olishdagi iqtisodiy samaradorlik an’anaviy va boshqa noan’anaviy qayta tiklanuvchi energiya turlariga nisbatan bir necha barobar oshadi;

- bitmas-tuganmas manbaligi;

- ishlashini yil va kun vaqtlariga, atrof muhit sharoitlariga tuluq bog‘lik emasligi;

- foydalanish koeffitsienti 90% oshadi;

Shunga qaramasdan geotermal energiyadan foydalanish (ekologik toza qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish bilan bir qatorda) kuyidagi kechiktirib bo‘lmaydigan muammolarni yechishda katta hissa qo‘shishi mumkin;

- aholini muntazam elektr energiyasi va issiklik bilan ta‘minlash uchun sayyoramizdagi markazlashtirilgan tartibda energiya ta‘minoti bo‘lmagan yoki haddan tashqari qimmatga tushadigan hududlarida foydalanish (misol uchun, Rossiyani Kamchatka, Uzoq Shimol rayonlari va shunga o‘xshash joylar);

- elektr energiyasi yetishmovchiligi sababli energiya tizimlarida avariya va quvvat cheklovi kabi holatlarni oldini olish uchun markazlashgan

elektr energiya ta'minoti nomuntazam bo'lgan zonalarda aholini kafolatli minimal elektr energiya bilan ta'minlashga;

- murakkab ekologik holatda bo'lgan alohidagi xududlarda energiya qurilmalaridan chiquvchi zararli chiqindilarni kamaytirish;

Yuqorida ko'rsatilgan afzalliklar geotermal energetikani, uni ancha kichik vaqtlik tarixiga qaramasdan (1904 yil Larderelloda birinchi GeoTES) dunyoda xozirgi kunda rivojlanishga egaligini ko'rsatadi;

Geotermal energiyani asosiy kamchiliklari:

- ishlatilgan suvni yer osti suvli gorizontga qayta yuborish zaruriyati borligi;

- aksariyat konlardagi termal suvlarni yuqori darajada minerallasganligi, suvda zaharli birikmalar va metallar mavjudligi sababli aksariyat holatlarda bu suvlarni Yer yuzasida joylashgan tabiiy suv tizimlariga chiqarib tashlash mumkin bo'lmaydi;

- bunday energiya manbalari bo'lgan xududlarning cheklanganligi;

- issiklik tashuvchi manbani harorat potensialining pastligi;

-bu turdagi stansiyalarni foydalanishdagi sanoat tajribasini kamligi;

Shuningdek, qurilmalarning yuqori narxlarda ekanligi, hamda neft va gaz kuduqlariga nisbatan energiya chiqishini ancha sustligi geotermal energetikani rivjlanishini to'xtatib turadi. Boshka tomondan, an'anaviy konlarga nisbatan ularni anchagina uzokrok ishlatish mumkin.

Geotermal energiyani yuqorida belgilangan kamchiliklari shunga olib keladiki, geotermal suvlar issiqligidan amalda foydalanish uchun quduqlar qazishga, hamda korroziyaga chidamli issiqlik texnikasi uskunalari yaratishni, ishlatilgan geotermal suvni Yer ostiga qayta

yuborish kabi ortiqcha ko'p kapital harajatlar zarur bo'lishiga olib keladi.

Biroq, quduqlarni burg'ulash texnologiyalarini yangicha, kam harajatli usullarini qo'llash, suvni zaharli birikmalar va metallardan tozalashni samarali usullarini qo'llash natijasida geotermal suvlarni issiqligini chiqarib olishga sarflanadigan kapital harajatlar uzluksiz pasaymokda. Buni ustiga oxirgi paytlarda geotermal energetika o'z rivojlanishida sezilarli darajada oldinga siljidi. Shunday bo'lsada, oxirgi ishlanmalar harorati 80°S past bo'lgan suv-bug' aralashmasidan elektr energiyasi ishlab chikarish imkoniyatini borligini ko'rsatdi va bu GeoTESlarni juda keng qo'llash imkonini yaratadi.

Nam bug'da ishlovchi geotermal qurilmalar, odatda o'lchami unchalik katta emas va bu avzallik va kamchiliklarga ega. Bug'ni uzok masofalarga tejamkor tashib uzatib bo'lmaganligi uchun tabiiy bug'da ishlovchi GeoTES larni issiqlik va elektr energiya iste'molchilaridan uzokrokda bevosita konlar yaqinida joylashtirishga to'g'ri keladi. Past bosimda bulgan issik suvni quvurlar orkali bir necha o'nlab kilometrlarga samarali uzatish mumkin va shunga qaramasdan issik suv tizimlari uchun xam qurilmalarni termal manbalardan uzokrok joylashtirish cheklovlari tegishli buladi.

Quruq geotermal konlardan energiyani olib chikish bir necha sabablarga ko'ra maksadga muvofik buladi. Kuruk issik katlamlar nafakat juda katta, balki keng tarkalgan energiya manbaidir. Agar kuruk katlamlardan energiyani chikazib olishni iktisodiy manfaatli usuli ishlab chikilsa, geotermal energiyani olish sistemalarini, issiklik va elektr energiya zarur bulgan barcha joylarda yaratish imkoniyati paydo buladi. Bunaka sistemani kushimcha afzalligi shundaki, termal manbalarni

uzatish uchun quvurlar va boshqa sistemalar o'rnatish hamda elektr energiyasini uzatish uchun yangi simlar tortib chiqish singari talablarni kamaytirishga imkon beradi.

Geotermal energetikani holati va rivojlanish istiqbollari.

Organik yenilgi narxlarini oshib ketishi kayta tiklanuvchi energiyaga asoslangan (KTE) energetik texnologiyalarni, ayniksa geotermal energetikani rakobatdoshligi keskin oshiradi. Bugungi kunda dune buyicha urganilgan geotermal resurslar potentsiali 0,2 TVt(trillion vatt) elektr energiyasi va 4,4 TVt issiklik energiyasi kuvvatlarini tashkil kiladi. Bu potentsialning taxminan 70% suyuklik xarorati 130 °C kam bulmagan konlarga tugri keladi.

Taxminlarga kura, bugunga geotermal potentsialni 3,5% atrofida elektr energiya ishlab chiqarish uchun va faqatgina 0,2% — issiqlik olish uchun ishlatilmoqda.

So'nggi yillarda geotermal resurslarni ishlatish hajmi oshganligi va foydalanish sohalari ko'payganligi kuzatilyapti. Qator mamlakatlarning energetik balansida geotermal energetik texnologiyalar ustunlikga ega bo'layapti va dunyo energetik balansida geotermal energetika salmog'i barqaror o'sib bormoqda.

Haroratiga ko'ra geotermal resurslar elektr energetika va issiqlik ta'minotida, sanoatda, qishloq xo'jaligida, balneologiya (kasalliklarni davolashda) va boshqa sohalarda keng foydalanilmoqda.

Geotermal resurslardan foydalaniladigan eng yangi energetik texnologiyalar ekologik tozaligi va samaradorligi jixatidan an'angaviy texnologiyalarga yaqin keladi. Zamonaviy GeoESlarda quvvatlardan foydalanish koeffitsienti 90% ga yetadi, bu ko'rsatkich boshqa turdagi QTE (quyosh, shamol, to'lqin, h.k.) texnologiyalaridan 3–4 marta

yuqori. GST (geotermal sirkulsiya tizimlari)-texnologiyalar va binar siklda (BET-binar energetik tizimlar) ishlaydigan GeoESlarda dioksid uglerod-SO₂, atmosferaga chiqarib tashlanishi to'liq bartaraf qilinadi, bu esa bunday energetik qurilmalarning eng ahamiyatli ekologik ustunligi hisoblanadi.

Quyidagi jadvalda 2007 yil holatiga dunyo mamlakatlarida ishlab turgan GeoES lar quvvatlari keltirilgan.

11.3.-jadval.

Mamlakatlar	Quvvat (MVt)
AQSh	2687
Filippin	1969,7
Indoneziya	992
Meksika	953
Italiya	810,5
Yaponiya	535,2
Yangi Zelandiya	471,6
Islandiya	421,2
Salvador	204,2
Kosta-Rika	162,5
Keniya	128,8
Nikaragua	87,4
Rossiya	79
Papua-Novaya Gvineya	56
Gvatemala	53

Oxirgi yillarda issiklik ta'minotida geotermal resurslarni tugridan-tugri ishlatish texnologiyasi tezkor sur'atlarda rivojlanmokda. Oxirgi 15 yil ichida issiklik ta'minotiga ishlatiladigan geotermal tizimlarni yigindi kuvvati 3 martobadan oshikrok oshdi va 28000 MVt yetkazildi.

Geotermal tizimlarni o'rnatilgan issiklik kuvvati bo'yicha dunedagi yetakchi mamlakatlar: AQSh — 7817MVt, Shvesiya — 3840MVt, Xitoy — 3687MVt, Islandiya — 1791MVt, Turkiya — 1177 MVt.

GeoES kurish uchun yukori xaroratdagi issiklik tashuvchi mavjud bulgan geotermal resurslar bazasidan farkli ravishda, issiklik ta'minoti uchun kerak bulgan urta va past xaroratli issiklik manbalari dune bo'yicha juda ko'p va deyarli dunyoni hamma joylarida mavjud.

11.5. Geotermal energiya manbalarining energetik potensialini baholash metodikasi

Hozirgi vaqtda energiya resurslarini tejash, atrof – muhitga chiqariladigan zararli chiqindilar miqdorini kamaytirish va uzluksiz energiya ta'minotini ta'minlash asosiy masalalar hisoblanadi. Binolarning issiqlik ta'minotida bir yilda qazib olinadigan organik tabiiy yoqilg'ilar (toshko'mir, neft va gaz)ning 40% ga yaqini sarflanadi. Bu juda katta sarf bo'lib, energiya ta'minotida, ayniqsa binolarni isitish va issiq suv ta'minotida energetik, ekologik va iqtisodiy muammolarni yuzaga keltiradi.

Qashqadaryo viloyatida barcha muqobil energiya manbalari zahiralari mavjud bo'lib, ular orasida geotermal issiq suv manbalari ham keng tarqalgan. Ushbu energiya manbalaridan foydalanish, birinchidan, birlamchi yoqilg'i sarfini 60 – 80 %ga tejalishiga olib keladi,

atmosfera ga chiqarilayotgan zararli gazlar miqdorini 1,5 – 2,0 % baravarga kamaytiradi.

Qashqadaryo viloyatining Muborak, Koson, Nishon, Qamashi tumanlarida mavjud geotermal issiq suv manbalarining harorat rejimlari tadqiqot qilindi, suv sarfini o‘lchab borish va geotermal quduqlar debitini aniqlash bo‘yicha o‘lchash ishlari bajarildi. Viloyatdagi mavjud geotermal manbalarda olib borilgan tadqiqotlar va o‘lchash-kuzatish natijalari umumlashtirildi va geotermal energiya manbalarining energetik potensialini aniqlash metodikasi ishlab chiqildi. Tadqiqotlar natijasida 1ta innovatsion loyiha ishlab chiqildi va 2014 yil aprel oyida bo‘lib o‘tgan Respublika innovatsion g‘oyalar, texnologiyalar va loyihalar yarmarkasiga taqdim qilindi.

Geotermal issiq suv manbasining issiqlik quvvati quyidagicha aniqlandi:

$$Q = G_m c_p \Delta t,$$

bu yerda **Q** – issiqlik quvvati, kVt; **G_m** – geotermal suv sarfi, kg/s. $G_m = 2,0 \text{ kg/sek} * 3600 = 7200 \text{ kg/soat} = 7,2 \text{ t/soat}$; (Muborak tumani “Qarliq” geotermal energiya manbaida olib borilgan tajriba natijalari); **c_p** – suvning issiqlik sig‘imi, **kDj/ kg°S**.

Olib borilgan kuzatish va tadqiqotlar natijalari quyidagi jadvallarda keltirilgan.

11.3 – jadval

Muborak tumanidagi “Qarliq” geotermal energiya manbasi:

$$t_{s.o'r.} = 70 \text{ °S}; G_m = 2,0 \text{ kg/sek}; Q = 585,2 \text{ kVt (qishki paytda)}$$

Qashqadaryo viloyati Muborak tumanidagi “Qarliq” geotermal energiya manbasining issiqlik quvvati

№	$t_{\text{tash.m.}},$ °S	$\Delta t, \text{°S}$	$G_m, \text{kg/s}$	Q, kVt	$c_p, \text{kJ/ kg°S}$
1	-20	90	2,0	752,4	4,18
2	-10	80	2,0	668,8	4,18
3	0	70	2,0	585,2	4,18
4	10	60	2,0	501,6	4,18
5	20	50	2,0	418	4,18
6	30	40	2,0	334,4	4,18
7	40	30	2,0	250,8	4,18

11.4 – jadval

Nishon tumanidagi «Otquduq» geotermal energiya manbasi:

$t_{\text{s.o'r.}} = 60 \text{°S}; G_m = 1,5 \text{ kg/sek}; Q = 376,2 \text{ kVt}$ (qishki paytda)

Qashqadaryo viloyati Nishon tumani “Otquduq” geotermal energiya manbasi geotermal issiq suvning issiqlik quvvatlari

№	$t_{\text{tash.m.}}, \text{°S}$	$\Delta t, \text{°S}$	$G_m, \text{kg/s}$	Q, kVt	$c_p, \text{kJ/ kg°S}$
1	-20	80	1,5	501,6	4,18
2	-10	70	1,5	438,9	4,18
3	0	60	1,5	376,2	4,18
4	10	50	1,5	313,5	4,18
5	20	40	1,5	250,8	4,18
6	30	30	1,5	188,1	4,18
7	40	20	1,5	125,4	4,18

11.5 – jadval

Koson tumanidagi “Chiroqchi” geotermal energiya manbasi:

$t_{s.o'r.} = 60 \text{ }^{\circ}\text{S}$; $G_m = 1,3 \text{ kg/sek}$; $Q = 326,04 \text{ kVt}$ (qishki paytda)

Qashqadaryo viloyati Koson tumani «Chiroqchi» geotermal energiya manbasi geotermal issiq suvning issiqlik quvvatlari

No	$t_{\text{tash.m.}}, \text{ }^{\circ}\text{S}$	$\Delta t, \text{ }^{\circ}\text{S}$	$G_m, \text{ kg/s}$	$Q, \text{ kVt}$	$c_p, \text{ kJ/ kg}^{\circ}\text{S}$
1	-20	80	1,3	434,72	4,18
2	-10	70	1,3	380,38	4,18
3	0	60	1,3	326,04	4,18
4	10	50	1,3	271,17	4,18
5	20	40	1,3	217,36	4,18
6	30	30	1,3	163,02	4,18
7	40	20	1,3	108,68	4,18

11.6 – jadval

Koson tumanidagi «Gulbog‘» geotermal energiya manbasi:

$t_{s.o'r.} = 75 \text{ }^{\circ}\text{S}$; $G_m = 2,5 \text{ kg/sek}$; $Q = 783,75 \text{ kVt}$ (qishki paytda)

Qashqadaryo viloyati Koson tumani «Gulbog‘» geotermal energiya manbasi geotermal issiq suvning issiqlik quvvatlari

No	$t_{\text{tash.m.}}, \text{ }^{\circ}\text{S}$	$\Delta t, \text{ }^{\circ}\text{S}$	$G_m, \text{ kg/s}$	$Q, \text{ kVt}$	$c_p, \text{ kJ/ kg}^{\circ}\text{S}$
1	-20	95	2,5	992,75	4,18
2	-10	85	2,5	888,25	4,18

3	0	75	2,5	783,75	4,18
4	10	65	2,5	679,25	4,18
5	20	55	2,5	574,75	4,18
6	30	45	2,5	470,25	4,18
7	40	35	2,5	365,75	4,18

11.7 – jadval

Muborak tumanidagi “Muborak” geotermal energiya manbasi:

$t_{s.o'r.} = 50 \text{ }^{\circ}\text{S}$; $G_m = 2,0 \text{ kg/sek}$; $Q = 418 \text{ kVt}$ (qishki paytda)

Qashqadaryo viloyati Muborak tumanidagi «Muborak» geotermal energiya manbasi geotermal issiq suvning issiqlik

No	$t_{\text{tash.m.}}, \text{ }^{\circ}\text{S}$	$\Delta t, \text{ }^{\circ}\text{S}$	$G_m, \text{ kg/s}$	$Q, \text{ kVt}$	$c_p, \text{ kJ/ kg}^{\circ}\text{S}$
1	-20	70	2,0	585,2	4,18
2	-10	60	2,0	501,6	4,18
3	0	50	2,0	418	4,18
4	10	40	2,0	334,4	4,18
5	20	30	2,0	250,8	4,18
6	30	20	2,0	167,2	4,18
7	40	10	2,0	83,6	4,18

11.8 – jadval

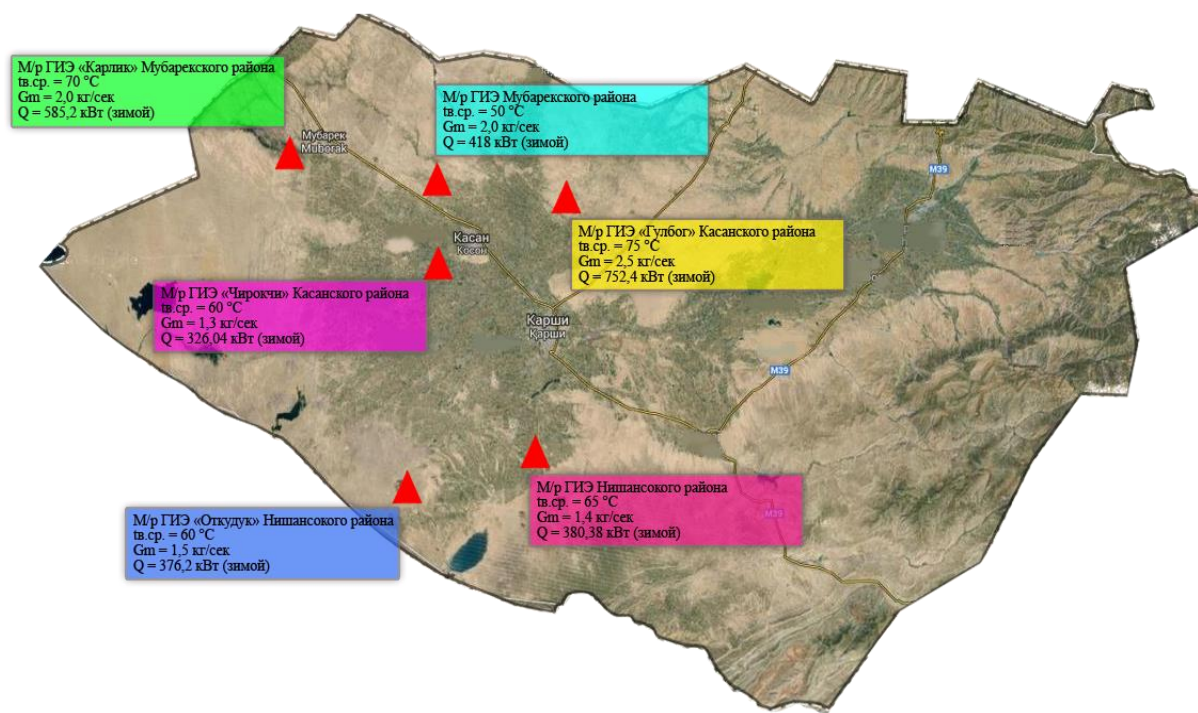
Nishon tumanidagi “Nishon” geotermal energiya manbasi:

$t_{s.o'r.} = 65 \text{ }^{\circ}\text{S}$; $G_m = 1,4 \text{ kg/sek}$; $Q = 380,38 \text{ kVt}$ (qishki paytda)

Qashqadaryo viloyati Nishon tumani «Nishon» geotermal energiya manbasi geotermal issiq suvning issiqlik quvvatlari

№	$t_{\text{tash.m.}}$, °S	Δt , °S	G_m , kg/s	Q, kVt	c_p , kJ/ kg°S
1	-20	85	1,4	497,42	4,18
2	-10	75	1,4	438,9	4,18
3	0	65	1,4	380,38	4,18
4	10	55	1,4	321,86	4,18
5	20	45	1,4	263,34	4,18
6	30	35	1,4	204,82	4,18
7	40	25	1,4	146,3	4,18

Viloyatdagi geotermal issiq suv manbalarida olib borilgan tajribalar va hisoblar natijasida geotermal energiya manbalarining xaritasi ishlab chiqildi (3.1-rasm).



11.6. – rasm. Qashqadaryo viloyati geotermal energiya manbalari xaritasi.

11.6. Geotermal energiya manbalarini avtonom isitish va issiq suv ta'minoti tizimida qo'llanilishi.

O'zbekiston sharoitida qishloqlarda va markazlashgan energiya ta'minoti tizimidan uzoqda joylashgan joylarda issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlash asosiy muammo hisoblanadi. Shuning uchun ham O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.A.Karimovning "Jahon moliyaviy – iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etish choralari va yo'llari" asarida qishloqlarda uzluksiz energiya ta'minotini yo'lga qo'yish bo'yicha vazifalar belgilandi. Birlashgan Millatlar tashkilotining (BMT) klassifikatsiyasiga ko'ra quyidagilar noan'anaviy energiya turlariga kiradi.

1. Quyosh energiyasi;
2. Shamol energiyasi;
3. Suv energiyasi;
4. Geotermal energiya;
5. Biomassa energiyasi.

Respublikamiz janubiy rayonlarida quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlari katta va bu sohada olimlar, mutaxassislar va konstruktorlar tomonidan bir muncha ilmiy ishlar, loyihalar va ishlanmalar ishlab chiqilmoqda.

Lekin, respublikamizda mavjud bo'lgan yer osti issiq suv manbalaridan foydalanishga yetarlicha ahamiyat berilmagan. Fanda bunday suvlar – geotermal energiya manbalari deyiladi. 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 yetarli ahamiyat berilmaydi. Lekin geotermal

manbalardan Fermer xo‘jaligi va dala shiyponlarining issiqlik ta‘minotida foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Aholi bu suvdan tashib kelish yo‘li bilan maishiy ehtiyojlar uchun va hatto ichimlik suvi sifatida iste‘mol qilish holatlarini kuzatish mumkin. Endi, geotermal issiq suvida mavjud issiqlik energiyasining potensialini aniqlaylik. 10 tonna suvni $t_1 = 18^\circ C$ dan $t_2 = 70^\circ C$ ga qizdirishda quyidagi miqdorda issiqlik energiyasi sarflanadi:

$$Q = mC_p(t_2 - t_1) = 10000 \cdot 4,18(70 - 18) = 217,4 \cdot 10^4 \text{ kJ} = 2174 \text{ Mj}.$$

Agar $1 \text{ km} \cdot \text{coam} = 3,6 \text{ Mj}$ ekanligini e‘tiborga olsak:

$$Q = 603,88 \text{ km} \cdot \text{coam} \text{ bo‘ladi. Bir sutkada esa: } Q = 603,88 \cdot 24 = 14493 \text{ km} \cdot \text{coam}$$

yoki 52176 Mj sutkada $\frac{52176}{29,31} = 1780 \text{ km}^2$ shartli yoqilg‘i yoqilishi kerak bo‘ladi.

Yuqorida bajarilgan issiqlik – texnikaviy hisoblar shuni ko‘rsatadiki, geotermal issiq suv energiyasidan foydalanish yoqilg‘i – energiya resurslarini tejash imkonini beradi.

Ilmiy tadqiqotlar va adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Yerning 3 km li yuqori sirtida 1020J elektr energiyani ishlab chiqarishga issiqlik mavjud. Bunday miqdordagi Yerning issiqligini organik yoqilg‘ilarga alternativ sifatida qarash mumkin.

Xalqaro Energetika agentligi (XEA) ning klassifikatsiyasi bo‘yicha geotermal energiya manbalari 5 ta turga bo‘linadi:

- 1) Geotermal quruq bug‘ manbalari (konlari) (GeoIES larda foydalaniladi);
- 2) Geotermal nam bug‘ manbalari (issiqlik suv va bug‘ aralashmasi); Bunday manbalar ko‘p uchraydi, lekin ishlatish jarayonida korroziyani oldini olish choralari ko‘rish lozim.

- 3) Geotermal issiq suv manbalari;
- 4) Quruq qattiq tog‘jinslari, magma bilan qizdirilgan holati (2 km dan chuqurda);
- 5) Erigan tog‘ jinslarining 1300°S gacha qizigan magma holatidagi energiya resurslari.

Geotermal issiqlikni utilizatsiya qilish, yoki elektr energiyaga aylantirish orqali ishlatish mumkin (harorati 150°S dan yuqori bo‘lsa).

Geotermal issiq suv issiqligidan binolarni isitishda, teplitsalarda, basseynlarda va baliq yetishtirishda foydalanish yaxshi samara beradi.

Geotermal energiyaning asosiy afzalliklaridan biri yilning istalgan sutkasida va soatlarida atrof-muhit paraetrlariga bog‘liq emasligi hisoblanadi.

Yuqoridagi tahlillar natijasida Qashqadaryo viloyati sharoitida harorati $t = 60 \div 80^{\circ}\text{C}$ bo‘lgan geotermal issiq suv energiyasidan isitish tizimida foydalanish bo‘yicha prinsipial sxemalar ishlab chiqildi.

Bajarilgan hisoblar shuni ko‘rsatadiki, bir yilda $B = 2000 - 3000 \text{кz}$ shartli yoqilg‘i tejash mumkin.

Agar geotermal suvning harorati 50°S dan yuqori bo‘lsa, undan issiq suv ta‘minoti tizimida quyidagi oddiy sxema bo‘yicha foydalanish mumkin.

Bu sxema bo‘yicha geotermal suv quduqdan o‘z bosimi bilan bak – akkumulatorda to‘planadi. Bakdan quvurlar yordamida va nasos orqali issiq suv ta‘minotiga yuboriladi. Bitta quduq $G = 1500 \text{ m}^3/\text{sutka}$ debit bilan $60-65^{\circ}\text{S}$ haroratli suvni katta yashash mikrorayoniga yetkazib bera oladi.

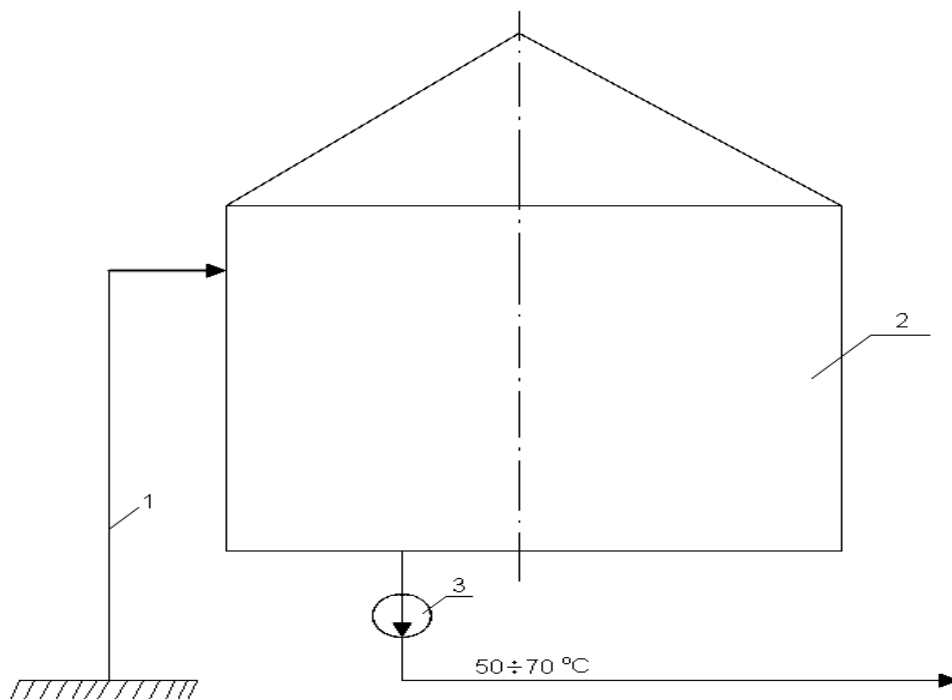
Agar quduqdan $G = 100 \text{ m}^3/\text{sutka}$ suv haydalsa quyidagicha issiqlik tejashga erishiladi.

$$Q = G C_p \Delta t; \quad G = 100 \frac{\text{m}^3}{24 \cdot 3600} = 0,00115 \frac{\text{m}^3}{\text{cek}}.$$

$$Q = 0,00115 \cdot 4,18 \cdot 45 = 0,21 \text{кВм}$$

yoki

$$G = 4,16 \frac{T}{\text{coam}} \text{ bo'lsa}$$



11.7-rasm. Geotermal issiq suv ta'minotining sxemasi:

1 – skvajina (quduq); 2 – bak – akkumulator; 3 – issiq suv ta'minot nasosi;

$$Q = 4,16 \cdot 4,18 \cdot 45 = 783,75 \cdot 10^3 \frac{\text{кЖ}}{\text{coam}} = 783,75 \frac{\text{МЖ}}{\text{coam}} \text{ energiya tejaladi, ya'ni bir}$$

soatda 26,74 kg shartli yoqilg'i, sutkada esa 641,7 kg shartli yoqilg'i tejaladi. Norma bo'yicha bir odamga sutkasiga 100-120 litr issiq suv sarflanishi kerak bo'ladi,

$$100 \frac{\text{m}^3}{\text{сутка}} = 100 \frac{T}{\text{сутка}} = 100000 \frac{\text{л}}{\text{сутка}}. \text{ Demak, 1000}$$

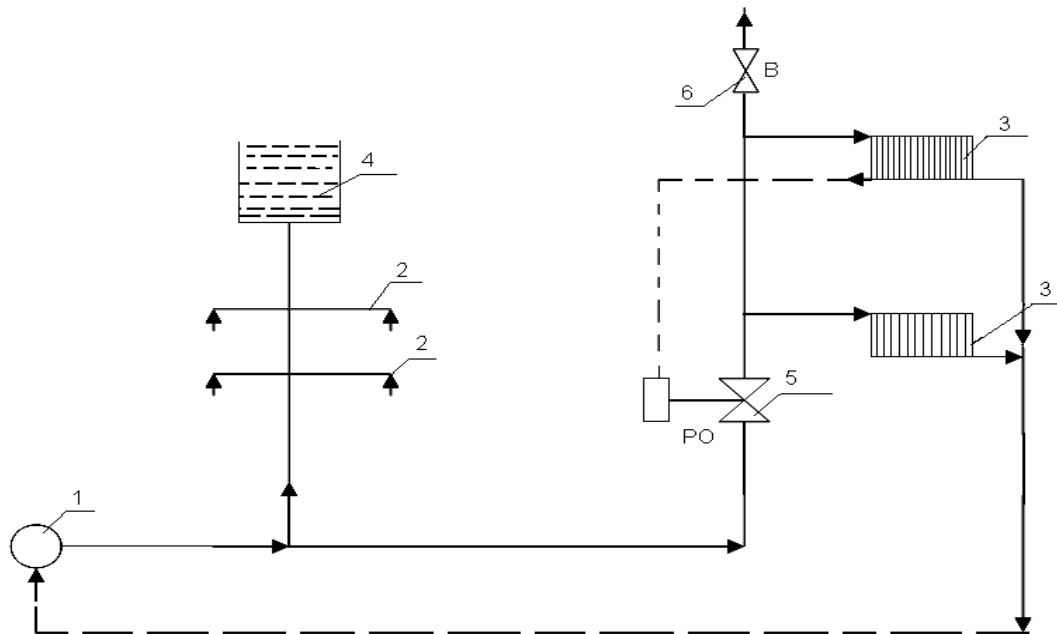
ta odamni sutkasiga 100 litrdan issiq suv bilan ta'minlandi.

Agar quduq debiti $G = 10 \frac{T}{\text{coam}}$ bo'lsa 100 ta odamni ta'minlash mumkin.

Geotermal suvlar ma'lum darajada minerallasgan 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 – akkumulatorga 4 hamda 3 – isitish asboblariyga yuboriladi. Issiqlik yuklama RO – regulyator bilan rostlanadi.



11.8-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 – akkumulator; 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 afzalliklarga 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 sirkulyatsiya qilinadigan suv sarfi kamayadi;

- energetik samaradorligi yuqori.

Asosiy kamchiliklar:

- geotermal suv tarkibida SO₂ va O₂ gazlari bo‘lib, isitish tizimida korroziya hosil qiladi.;

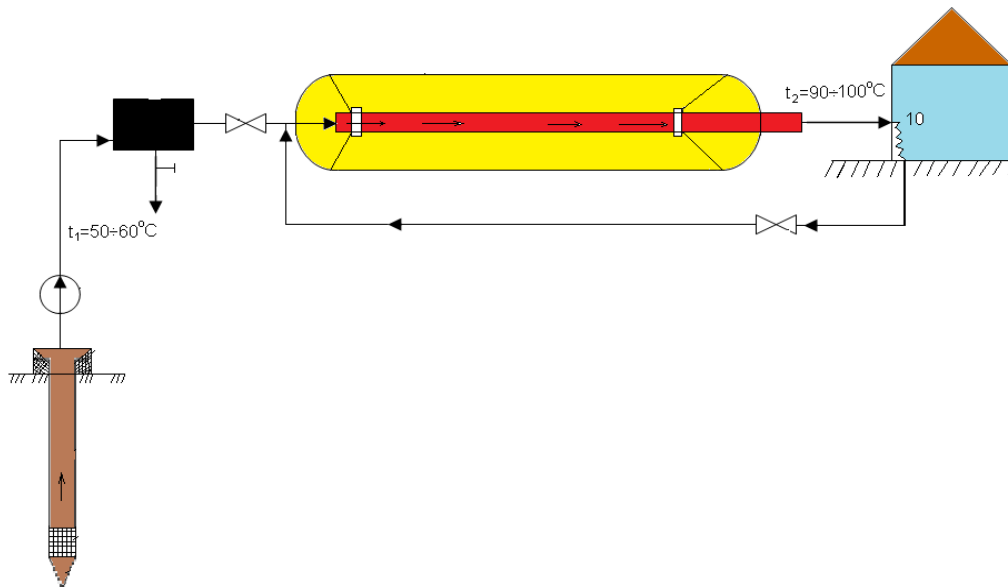
- asosiy geotermal issiq suv manbalari aholi punktlaridan va boshqa iste‘molchilardan olisda joylashgan va iste‘molchiga uzoq masofada energiya uzatish issiqlik tashuvchining harorati pasayib ketadi.

Xulosa qiladigan bo‘lsak, geotermal issiq suv manbai mavjud yerlarda kichik hajmli bir qavatli binolar (fermer uylari, dala shiyponlari, pansionat, dam olish uylari, ...) ning isitish tizimida foydalanilsa, 60÷80% gacha birlamchi energiya tejalishiga erishiladi. Bir yilda atrof – muhitga chiqariladigan zararli gazlarning miqdori 1,5–2,0 baravarga kamayadi. Dissertatsiya ishida olib borilgan tadqiqotlar natijasida kombinatsiyalashgan geliogeotermal issiqlik ta‘minoti tizimi taklif qilindi va prinsipial sxemasi ishlab chiqildi. Taklif qilingan tizimning prinsipial sxemasi 7.12-rasmda tasvirlangan.

Taklif qilingan geliogeotermal isitish tizimi quyidagi asosiy qurilmalardan tashkil topadi (7.12-rasm). 1–tindirgich; 2–tuzli suvni tozalash filtri; 3–geotermal quduq; 4–beton plita; 5–suv nasosi; 6–tindirgich; 7–kran; 8–zadvijka; 9–parabolasilindrik konsentrator; 10–isitish batareyasi.

Isitish tizimi quyidagi tartibda ishlaydi. Qish oylarida ya‘ni isitish mavsumida geotermal quduqdan suv (harorati 50-70°S) tindirgich 1, filtr 2 orqali nasos 5 bilan 6 ikkinchi tindirgichga beriladi. So‘ngra geotermal issiq suv qo‘shimcha ravishda (quyoshli kezlarda) parabolasilindrik konsentrator 9 (PSK) da qizdiriladi. PSK ning umumiy yuzasi 10 m² bo‘lib, quyosh radiatsiyasi natijasida maksimum

qish oylarida 4-5 kVt qo‘shimcha issiqlik olish mumkin. Agar ($q_p = 400 - 500 \frac{Bm}{m^2}$) natijada $100^\circ S$ haroratdan kam bo‘lmagan issiq suv binoning isitish tizimiga 10 ga beriladi va binoda optimal harorat rejimini o‘rnatishga imkon beradi. Yozgi rejimda sistema issiq suv ta‘minoti uchun xizmat qiladi.



11.9-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–parabolo-silindrik quyosh konsentratori; 10–isitish batareyasi.

Geotermal issiqlik ta‘minoti tizimining samaradorligini baholash koeffitsientini quyidagi metodika asosida hisoblaymiz.

Quyidagilar berilgan:

- 1) geotermal suvning harorati $-t'_T = 100^\circ C$;
- 2) geotermal issiq suvning isitish tizimidan qaytishdagi harorati $-t'_o = 75^\circ C$;
- 3) tashqi havoning harorati (qishgi rejimda) $-t_n = 9^\circ C$;

4) isitish mavsumining davomiyligi – 132 sutka;

5) isitish tizimida hisobiy issiqlik yuklama – $Q = 1MBm$;

6) issiq suv ta'minotida yuklama – $Q_{TB} = 0,58MBm$;

7) isitish asbobi (batareya) ga kirishdagi harorat – $t''_r = 76^\circ C$;

chiqishdan harorat – $t''_0 = 31^\circ C$;

8) Binoning ichida hisobiy harorat – $t_{6H} = 19^\circ C$.

1. Geotermal issiq suvning solishtirma sarfi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$G_T^{y\delta} = \frac{10^3}{c} \cdot \left(\frac{Q'_{OT}}{\delta \cdot t'_{OT}} + \frac{Q'_{\Gamma.B.}}{\delta \cdot t'_{\Gamma.B.}} \right), \quad (11.1)$$

bunda Q'_{OT} , $Q'_{\Gamma.B.}$ – isitish, ventilyatsiya va issiq suv ta'minoti hisobiy yuklamalari Vt ;

c – issiqlik tashuvchining solishtirma issiqlik sig'imi, $J/(kg \cdot ^\circ S)$,

$\delta \cdot t'_{OT}$, $\delta \cdot t'_{\Gamma.B.}$ – isitish, ventilyatsiya va issiq suv ta'minotida issiqlik tashuvchining harorat o'zgarishi $^\circ S$,

$G_T^{y\delta}$ – geotermal suvning solishtirma sarfi, kg/Dj .

$$G_T^{y\delta} = \frac{10^3}{4,19} \left(\frac{1,04/1,16}{100-75} + \frac{0,58/1,16}{100-5} \right) = 9,8 \quad kg/s.$$

2. Isitish uchun sarflanadigan geotermal suvning hisobiy debit ulushi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{Q'_{OT}}{c \cdot G_T^{y\delta} \cdot \delta \cdot t'_{OT}} \quad (11.2)$$

$$\alpha = \frac{(1,04/1,16) \cdot 10^3}{4,19 \cdot 9,8 \cdot (100-75)} = 0,88$$

Xuddi shunday issiq suv ta'minoti uchun:

$$\alpha + \beta + \gamma = 1, \quad (11.3)$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0,88 = 0,12$$

3. Isitish tizimida maksimal yuklamani ishlatishni solishtirma darajasi

$$z_{om} = \frac{T_{cez} \cdot \varphi_{cp.om.}}{8500}, \quad (11.4)$$

bunda $\varphi_{sp.ot.}$ – Issiqlikni o‘rtacha isitish koeffitsienti quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\varphi_{CP} = \frac{(t_B - t_{HCP})}{(t_B - t_H)}, \quad (11.5)$$

$$\varphi_{cp} = \frac{(18 - 3)}{(18 + 9)} = 0,56$$

bu yerda: t_e – binoning ichidagi havo harorati, °S;

t_H – isitish va ventilyatsiya tizimi loyihalanadigan hududning tashqi havo harorati hisobiy qiymati, °S;

$t, t_{n.st.}$ – isitish va ventilyatsiya tizimining tashqi havo haroratining o‘rtacha miqdori, °S (sm. SniP).

Agar $\varphi_{cp} = 0,56$, u holda $z_{om} = \frac{(167 \cdot 24 \cdot 0,56)}{8500} = 0,26$,

issiq suv ta’minotida:

$$z_{\Gamma.B.} = \frac{5500 + 0,35 \cdot T_{cez}}{8500}, \quad (11.6)$$

$$z_{\Gamma.B.} = \frac{(5500 + 0,35 \cdot 167 \cdot 24)}{8500} = 0,812$$

4. Geotermal quduqning ishlatish koeffitsienti

- isitish uchun:

$$\bar{\tau}_{cks.om} = z_{om} \cdot \frac{(t_T' - t_0')}{(t_T' - t_e' - 5) - \varphi_{cp.om} \cdot (t_0' - t_e' - 5)} \quad (11.7)$$

$$\bar{\tau}_{cks.om} = 0,26 \cdot \frac{(100 - 75)}{(100 - 18 - 5) - 0,56 \cdot (75 - 18 - 5)},$$

– issiq suv ta’minoti uchun:

$$\bar{\tau}_{cks.\Gamma.B.} = \frac{6800 + 0,2 \cdot T_{cez}}{8500}, \quad (11.8)$$

$$\bar{\tau}_{\text{ck8.}\Gamma.B.} = \left(\frac{6800 + 0,2 \cdot 167 \cdot 24}{8500} \right) = 0,89$$

5. Geotermal quduqning ishlatish koeffitsientining o‘rtacha keltirilgan qiymati:

$$\bar{\tau}_{\text{ck8.o6}} = \alpha \cdot \bar{\tau}_{\text{ck8.om}} + \gamma \cdot \bar{\tau}_{\text{ck8.}\Gamma.B.}, \quad (11.9)$$

$$\bar{\tau}_{\text{ck8.o6}} = 0,88 \cdot 0,136 + 0,12 \cdot 0,89 = 0,23$$

6. Geotermal quduqning hisobiy debiti ortish darajasi umumin ob’ekt uchun yarim chegeralangan $\bar{\tau}_{\text{ck8.o6}} = 0,23$ qatlam uchun $I_{II} = 4,9 \text{ km} - \xi_{o6} = 1,6$.

7. Harorat o‘zgarishining nisbiy darajasi formulalar orqali aniqlanadi,

$$t'_\Gamma = t'_T = 100^\circ \text{C} :$$

– isitish uchun:

$$I_{om} = \frac{(t'_\Gamma - t'_0)}{(t'_T - 5)}, \quad (11.10)$$

$$I_{om} = \frac{(100 - 75)}{(100 - 5)} = 0,263$$

– issiq suv ta’minotida $I_{\Gamma.B.} = 1$ (max kak $t'_{\Gamma.B.} = t'_T$).

8. Geotermal issiqlik ta’minotining samaradorlik koeffitsienti quyidagiga teng:

$$\eta_{\text{zeom}}^{o6} = (\alpha \cdot I_{OT} \cdot z_{OT} + \gamma \cdot I_{\Gamma.B.} \cdot z_{\Gamma.B.}) \cdot \xi_{o6}, \quad (11.11)$$

$$\eta_{\text{zeom}}^{o6} = (0,88 \cdot 0,263 \cdot 0,26 + 0,12 \cdot 1 \cdot 0,812) \cdot 1,6 = 0,25$$

Nazorat savollari

1. *Geotermal energiya manbalarining rivojlanish bosqichlari haqida tushincha bering.*

2. *Geotermal energiya manbalari qaysi mamlakatlarda keng tarqalgan?*

3. *Geotermal energiya manbalaridan foydalanishda jahon va O‘zbekiston tajribasi tahlilini keltiring.*
4. *Geotermal energiyaning afzalliklari va kamchiliklarini ayting.*
5. *Geotermal energiya manbalarining energetik potensialini baholash metodikasi nimadan iborat?*
6. *Geotermal energiya manbalarini avtonom isitish va issiq suv ta’minoti tizimida qo‘llanilishi haqida tuushincha bering.*

XULOSA

Mamlakatlarning dunyo hamjamiyatida tutgan o‘rni, aholining yashash farovonligining o‘sishi kishi boshiga to‘g‘ri keladigan energiya iste’moli miqdori bilan belgilanadi. Hozirgi kunda dunyo bo‘yicha kishi boshiga to‘g‘ri keladigan energiya iste’moli o‘rtacha 2-4 kVt* soatga teng. Ammo farovon hayot kechirish uchun bu miqdor yetarli emas va u 10 kVt* soatga teng bo‘lishi lozim. Neft, gaz ko‘mir, torf kabi yoqilg‘i manbalarining yildan - yilga miqdori kamayib, tannarxi oshib borayotgan hozirgi sharoitda aholining energiyaga bo‘lgan ehtiyojini to‘la qondirish, energiya iste’molini talab darajasida yetkazish dunyo hamjamiyati oldida turgan asosiy muammo bo‘lib turibdi. Ushbu muammoni hal etishning yagona yo‘li muqobil-qayta tiklanuvchi alternativ energiya manbalaridan foydalanishdir. Bu muammolar O‘zbekiston Respublikasining birinchi Prezidenti I.Karimovning 2013 yil 1-martdagi “Muqobil energiya manbalarini rivojlantirish chora tadbirlari to‘g‘risida”gi 4512 sonli farmonida o‘z aksini topgan. Ushbu

farmonda belgilanishicha qayta tiklanuvchi energiyalarning samaradorligi yuqori bo'lishi bilan bir qatorda ekologik jihatdan sof energiya ekanligi ko'rsatib o'tilgan va bu sohani rivojlantirish chora-tadbirlari haqidagi vazifalarga katta e'tibor qaratilgan. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M. Mirziyoevning 2017 yil 26 mayda qabul qilingan № 3012 sonli "2017- 2021 yillarda iqtisodiyot tarmoqlarida va ijtimoiy sohada qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni rivojlantirish va energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlari" to'g'risidagi Qarorlari ijrosida gidroenergetikaning quvvatini 601,9 MVt, Quyosh energetikasi quvvatini 300 MVt, shamol energetikasining quvvatini 102,0 MVt, umumiy holatda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish quvvatini 1003,9 MVt ga oshirish ko'zda tutilgan.

Ma'lumki, hozirda qayta tiklanuvchi muqobil energiya manbalarining asosan 5 ta turi sanab o'tiladi, bular Quyosh energetikasi, shamol energiyasi, suv energiyasi, Yer tubidagi issiqlik energiyasi, biomassa energiyalaridir. Dunyo buyicha Quyosh batareyalari orqali olingan energiya miqdori yiliga 200 MVt ni tashkil etadi. Butun jaxondagi kabi Mamlakatimizda ham energiyaga bo'lgan talabning ortib borishi muqobil energiya manbalariga, xususan Quyosh energiyasiga bo'lgan ehtiyojning ortishiga olib keldi. Shu sababli mazkur darslikda alternativ energiya manbalarining tarixi, kelajagi, texnologik tuzilishi, ishlash prinsiplari, ekologik jihatidan energetika sohasida tutgan o'rni kabi muammolar bilan tinglovchilarni tanishtirishga harakat qilindi.

Ilova-1. Glossariy-izohli lug'at

1. Quyosh energetikasi

Quyosh energiyasini elektr va issiqlik energiyalariga aylantirish bilan bog'liq energetika sohasi.

2. Quyosh elektrostansiyasi (QES);

Quyosh energiyasini elektr energiyasiga o'zgartirish uchun mo'ljallangan elektr stansiya.

3. Quyosh issiq suv ta'minoti

Quyosh nurlanishi energiyasidan kommunal, maishiy va iste'molchilarning texnologik ehtiyojlarini ta'minlash maqsadida suvni isitish uchun foydalanish.

4. Quyosh elementi

Turli fizik tamoyillari asosida tuzilgan, quyosh nurlanishi energiyasini to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga o'zgartirgich.

5. Quyosh fotoelektrik o'zgartirgichi

Fotoeffekt asosida ishlaydigan quyosh elementi.

6. Termoelektrik quyosh elementi

Quyosh nurlanishi energiyasi issiqlik manbai bo'lgan

holda termoelektrik hodisa asosidagi quyosh elementi.

7. Quyosh kollektori

Quyosh nurlanishi energiyasini yutuvchi va uni issiqlik energiyasiga o'zgaruvchi qurilma.

8. Quyosh nurlanishi konsentratori

Nurning qaytishi va sinishi hodisalariga asoslangan quyosh nurlanishi zichligini oshiruvchi optik qurilma.

11. Quyosh fotoelektrik stansiyasi

Quyosh nurlanishi energiyasini bevosita fotoelektrik usulda elektr energiyasiga aylantiruvchi quyosh elektr stansiyasi

12. Minora turidagi quyosh elektrostansiyasi

Optik jamlovchi geliostatlar maydonidan akslangan quyosh nurlanishini minoraga o'rnatilgan issiqlik qabul qilgichga yo'naltiruvchi quyosh elektr stansiyasi.

13. Ko'zguli konsentrator

Akslantiruvchi (ko'zgu) qoplamali quyosh nurlanishi jamlagich.

14. Parabolasilindrik konsentrator

O'zaro parallel siljuvchi parabolik yasovchidan iborat ko'zguli quyosh nurlanishini jamlagich.

15. Parabolik konsentrator

Parabolaning o'z o'qiga atrofida aylanishdan hosil bo'lgan yasovchidan iborat kulguli shaklga ega

akslantiruvchi parabolosilindrik jamlagich ko'zguli quyosh nurlanishini jamlagich.

16. Geliostat

Quyosh nurlanishini qabul qilgichga individual yo'naltirilgan tik tushayotgan quyosh nurlanishini yo'naltiruvchi (qaytaruvchi) optik yig'uvchi tizim yassi yoki fokuslovchi element

17. Quyosh bug' generatori

Bug' hosil qilishi jarayoni yuz beradigan termodinamik quyosh elektr stansiya elementi.

18. Quyosh elektrostansiyaning foydali ish koeffitsienti (FIK)

Hosil qilingan elektrostansiyaning shu vaqt davomida tik tushuvchi quyosh nurlari sirtga nisbatan proeksiya tashkil qiluvchi sirtga tushgan quyosh nurlanishi energiyasiga nisbati.

19. Fotoelektrik modul

O'zaro elektrik bog'langan fotoelektrik quyosh elementlarini konstruktiv birlashtiruvchi va tashqi is'temolchiga ulanish uchun chiqish klemmalariga ega qurilma.

20. Quyosh kollektorining FIK i

Kollektorning birlik vaqt ichidagi issiqlik unumdorligining kollektor birlik vaqt ichida kollektor sirtiga kelib tushayotgan quyosh nurlanishi energiyasiga nisbati.

21. Nur yutuvchi panelning samaradorlik

koeffitsienti

Quyosh kollektorning haqiqiy issiqlik samaradorligining kollektor nur yutuvchi panelining hamma issiqlik qarshiliklari nolga teng bo'lgan holdagi issiqlik samaradorligiga nisbati bilan aniqlanadigan va nur yutuvchi panel sirtidan issiqlik tashuvchi muhitga issiqlik berish samaradorligini tavsiflovchi qiymat.

Ilova-2. Elektr va magnetizmga doir asosiy kashfiyotlar yilnomasi

1600- yil Gilbert magnetizm haqidagi kitobni chop ettirdi

1747- yil elektrga tegishli birinchi ma'lumotlar berilgan kitobni abbat Nole nashr ettirdi

1747- yil elektr o'tkazuvchi va o'tkazmovchilar orasidagi farq borligini Grey aniqladi

1749- yil Franklin jismlarni elektrlaganda bir xil miqdorda ikkala jins zaryadlari hosil bo'lishini aniqladi

1753- yil Rixman atmosferadagi elektr hodisasini kuzatayotib sharsimon yashindan xalok bo'ldi

1784-yil - universal issiqlik (par) dvigitel yaratildi -

D.Uatt

1785- yil Kulon zaryadlarning o'zaro ta'sir qonunini kashf etdi

1786- yil Galvani galvanik elementlarni yaratishga muvaffaq buldi

1785-yil- Elektrostatika qonuni ochildi -

Sh.Kulon

1799-yil -Dastlabki elektr toki manbai-galvanik element,
Elektrokimyoviy tok manbai "volta ustuni" yaratildi - A.Volta

1802-yil elektr yoyi hodisasi kashf etildi - V.V.Petrov

1820- yil elektr tokining magnit ta'siri kashf etildi-

X.Ersted

1820- yil elektr toklarining o'zaro ta'sir qonuni, magnetizm

nazariyasini molekular toklarga bog‘liqligi kashf etildi-

A.Amper

1827- yil elektr zanjirining asosiy qonuni Om qonuni kashf etildi-

G.Om

1832- yil o‘zaro induksiya hodisasi kashf etildi - D.Genri

1832- yil elektromagnit telegraf yaratildi - P.L.Shilling

1833- yil induksion tok yo‘nalishini aniqlovchi lens qoidasi kashf etildi- . E.X.Lens

1838-yil galvanoplastika hodisasi kashf etildi- B.S.Yakobi

1838-yil dastlabki elektrodvigatel (amalda ishlatiladigan) yaratildi - B.S.Yakobi

1841-42-yil elektr tokining issiqlik ta’siri hodisasi kashf etildi-

D.Joul, E.X.Lens

1842- yil kondensator razryadining tebranma xarekteri kashf etildi- D.Genri

1842-47- yil energiyaning saklanishi va aylanish qonuni

Kashf etildi - Yu.Mayer, D.Joul’, G.Gelmgols

1843- yil elektroliz qonuni kashf etildi - M.Faradey

1853- yil elektr tebranishlarning tomson formulasi keltirib chiqarildi- U.Tomson

1860-yil Qurg‘oshinli akkumulator yaratildi - G.Plante

1860-65 yil elektromagnit maydon nazariyasi yaratildi- D.Maksvell

1865-yil elektromagnit to‘lqinlarning mavjudligi

va yorug‘likning elektromagnit nazariyasi yaratildi-

D.Maksvell

1868 -yil “Quruq ” galvanik element yaratildi -G.Leklanshe

1870- yil ishlatish mumkin bo‘lgan generator yaratildi-

Z.T.Gramm

1873 - yil cho‘g‘lanma elektr lampa yaratildi -A.N.Lodigin

1876-yil telefon kashf qilindi - A.Bell

1876-yil yoy lampa –“Yablochkov shami”yaratildi-

P.N. Yablochkov

1876-yil elektr shamlarini elektr toki bilan ta‘minlash

uchun transformator yaratildi - P.N. Yablochkov

1881-yil yoy-elektr payvandlash uskunasi yaratildi-

N.N.Bernardos

1882-yil dastlabki elektr uzatish liniyasi qurildi - M.Depre

1883-yil termoelektron emissiyasi hodisasi kashf etildi-

T.Edison

1887-yil elektromagnit tebranishlarni xosil

qilish uchun vibrator kashf etildi - G.Gers

1895-yil rentgen nuri kashf etildi - V.Rentgen

1895-yil radio kashf etildi - A.S.Popov

1897-yil elektron kashf etildi - D.Tomson

1847- yil kirxgof qonuni elektr zanjiri uchun yaratildi

1877- yil Lodigin lampasini Edison takomillashtirdi,

lampa ballonidan havoni so‘rib olish usulini yaratdi

1880- yildan boshlab lampalarni ko‘plab ishlab chiqarish

yo‘lga qo‘yildi

1890- yil Lodigin volfram tolali elektr lampani yasadi

1880- yil D.A.Lachinov elektr energiyasini yuqori kuchlanishli tok bilan uzatish mumkinligini taklif etdi

1890- yil M.O.Dolivo-Dobrovolskiy uch fazali tok bilan ishlaydigan asinxron motorni yaratdi

1802- yil Petrov galvani elementlar batareyasidan foydalanib barqaror elektr zaryadini xosil qildi

1820- yil elektr tokini magnit tasirini Ersted aniqladi

1820- yil Bio-Savar Laplas tokining magnit qutblarga ta'sir etish qonunini yaratdi

1831- yil elektromagnit induksiya xodisasini Faradey kashf etdi

1833- yil Lens lens konunini kashf etdi, Induksiyalangan tok ynalishini aniqladi

1855-65- yil Maksvell tenglamalari sistemasi yaratildi

1865- yil Maksvell yorug'likning elektromagnit to'lqin nazariyasini yaratdi

1832- yil P.L. Shilling elektromagnit telegrafni ixtiro qildi

1876- yil "Yablochkov shami" – elektr yoy lampasi amalda qo'llanildi

1904-yil diod kashf qilindi - D.Fleming

1906-yil triod kashf etildi - L.de Forest

1908-yil zaryadli zarrachalarni qayd etuvchi qurilma

Yaratildi- G.Geyger, E.Rezerford

1911-yil elektr zaryadining diskretligi tajribada

isbotlandi- R.Milliken

1911-yil o'ta o'tkazuvchanlik xodisasi kashf qilindi -

G.Kamerling Onnes

1913-yil elektr zaryadining diskretligi xonadagi

tajribada amalga oshirildi - A.F.Ioffe

1913- yil L.I.Mandelstam,N.D. Papaleksi tajribasida

elektronlar xarakatida inersiya tufayli elektr toki

xosil qilindi

1916- yil Styuart, Tolmen tajribasida elektronlarning

inersiyasi tufayli tok xosil bo'lishi isbotlandi

1918-yil metallarda elektronlarning inersiya

hodisasi kuzatildi- R.Tolmen, T.Styuart

1942-yil uranning dastlabki zanjirli reaksiyasi -yadro

reaktorida amalga oshirildi- E.Fermi

1946-yil zanjirli yadro reaksiyasi birinchi sobiq ittifoqda

yadro reaktorida amalga oshirildi - I.V.Kurchatov

1986-yil yuqori temperaturali o'ta o'tkazuvchanlik

hodisasi kashf etildi- K.Myuller, G.Bernard

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mirziyoev Sh.M. Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistan №UP-3012 «O programme mer po dalneyshemu razvitiyu vozobnovlyaemoy energetiki , povыsheniyu energoeffektivnosti v otraslyax ekonomiki i sotsialnoy sfere na 2017-2021 gg.» Sobranie zakonodatelstvo Respubliki Uzbekistan, 2017 g.
2. Karimov I. A Ukaz pervogo Prezidenta Respubliki Uzbekistan №UP-4512 «O merax po dalneyshemu razvitiyu alternativnykh istochnikov energii». Sobranie zakonodatelstvo Respubliki Uzbekistan, 2013g., №10. S.124
3. Popel O.S.,Ye V. Fortov Vozobnovlyaemaya energetika v sovremennom mire//Uchebnoe posobie.Moskva. Idatelskiy dom MEI.2015
- 4.Allayev Q.R.,Sidiqov I.H. va bosh. Stantsiya va podstantsiyalarning elektr qismi. O‘zR OO‘MTV – T.: Cho‘lpon nomidagi NMIU, 2016. 304 b.
5. Kalugin N.G. Elektropitanie ustroystv i sistem telekommunikatsiy: uchebnik dlya stud. uchrejdeniy vыssh. prof. obrazovaniya/. N.G.Kalugin; pod red. Ye.Ye.Chapлыgina. - M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2011. – 192 s. ISBN 978-5-7695-6857-2.
6. Geytenko Ye.N. Istochniki vtorichnogo elektropitaniya. Sxemotexnika i raschet. Uchebnoe posobie. – M.: Solon-press, 2008.- 448 s.

7. Elektropitanie ustroystv i sistem telekommunikatsiy. Bushuev V.M., Deminskiy V.A. i dr. Izdatelstvo: Goryachaya Liniya – Telekom 2009. – 383 s. ISBN: 978-5-9912-0077-6.
8. Siddikov I.X. Aloqa qurilmalari qayta tiklanuvchi elektr ta'minoti manbalari fanidan uslubiy qo'llanma – Toshkent, TATU, 2016 – 92 b.
9. Majidov N.Sh. NOANA'NAVIY VA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARI. O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan. T., 2014 – 177 b.
10. Shefter Ya.I. “Ispolzovanie energii vetra” – 1975 g.
11. Bokunyaev A.A., Gorbachev B.V., Zaxarov M.F. i dr. Elektropitanie ustroystv i sistem telekommunikatsiy (konspekt leksiy)- M.: MTUSI. 2004, 129 s.
12. Murashko V.P., Системы кондиционирования воздуха. Теория и практика. Izdatelstvo: Yevroklimat, -2017. -672 s. EAN-9785519501224.
13. Mustafakulov A., Xudoyberdiev O., Mustafakulov A. Elektrotexnika materillari. Toshkent Turon-iqbol nashryoti, 2015. 188 b.
14. Klichev Sh.I., Muxammadiev M.M., Avezov R.R., Potaenko K.D. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.- Toshkent. izd-vo “Fan va texnologiya”, 2010, 192 str.
15. Baxadirxanov M.K., Markovsev A.S., Tachilin S.A. «Metodi issledovaniya solnechnykh elementov» Tashkent 2009 g.
16. Iliev X.M., Koveshkikov S.V., Usenko N.Yu. «Альтернативные источники энергии» Tashkent 2007y.
17. Мустафакулов, А. А., Муртазин, Э. Р., & угли Сафаров, А. А. (2016). Исследование возобновляемых источников энергии. *Ученый XXI века*, (3-1).

18. Мустафакулов А.А., Муртазин Е.Р., Джураев О.
«Автоматизированная система коммерческого учета
альтернативных источников энергии и электроэнергии. «Создание и
повышение эффективности ресурсо-сберегающей сельскохозяйственной
техники». Сборник научных статей. 20-21 ноября, Гульбахор - 2014.
С. 398-400.

19. Mustafakulov A., Arzikulov F. EPRA International Journal of
Multidisciplinary Research (IJMR). V.6,
№ 9. September, 2020.pp.278-290. 2020 EPRA IJMR |
www.eprajournals.com | Journal DOI
URL: <https://doi.org/10.36713/epra2013>.

20. Mustafakulov A., Arzikulov F. The American Journal of Engineering
And Technology. September 14, 2020 | Pages:
32-36. Doi:<https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue09->.

Internet saytlari

21. <http://alternativenergy.ru>
22. <http://www.energy-bio.ru>
23. www.viecosolar.com
24. www.unisolar.com.ua
25. www.solarvalley.org
26. www.polpred.com
27. www.solar.newtel.ru

MUNDARIJA

Kirish	5
1- BOB. Elektr energiyasi tizimi va elektr taʼminoti	12
1.1.Zamonaviy energiya oʻzgartirish tizimlari va uning ahamiyati	12
1.2.Zamonaviy energiya oʻzgartirish tizimlarining maqsadi va vazifalari	16
1.3. Qayta tiklanuvchi elektr taʼminot manbalarining Oʻzbekistonning energiya mustaqilligidagi oʻrni	18
2- BOB. Elektr energiyasini xarakterlovchi asosiy kattaliklar	22
2.1. Oʻlchov birliklari	22
2.2. Elektr zanjir va uning elementlari	25
2.3. Elektrotexnikaning asosiy qonunlari, Om qonuni	29
2.4. Bir fazali va uch fazali sinusoidal tok elektr zanjirlari	34
3-BOB. Elektr energiyasi manbalari	43
3.1. Elektr energiya manbalari	43
3.2. Elektr energiya manbalarining oʻrni	49
3.3. Birlamchi va ikkilamchi elektr taʼminoti manbalari	51
4 -BOB. Elektr energiyasi manbalari turlari	53
4.1.Qayta tiklanuvchi energiya manbalari	53
4.2.Issiqlik, gidravlik va gidroakkumulyatsion, toʻlqinlar, geotermal, atom, quyosh, shamol, biomassa va boshqa energiya turlari	54
4.3. Noanaʼnaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari hamda ularning dunyo mamlakatlarida qoʻllanilayotgan turlari	59
4.4.Oʻzbekistonda mavjud boʻlgan noanʼnaviy energiya	61

manbalari	
5-BOB. Shamol va quyosh energiyasi manbalari	63
5.1.Quyosh energiyasi va undan foydalanish asoslari, amaliyoti hamda kelajagi	63
5.2.Quyosh energiyasi kadastri	63
5.3.Shamol energiyasi va undan foydalanish asoslari, nazariyasi va amaliyoti	69
5.4. Biomassa va boshqa energiya turlari	74
6- BOB. Quyosh energiyasi	78
6.1. Quyosh energiyasidan issiqlik va elektr energiyasi olish usullari va qurilmalari	78
6.2.Issiqlik ishlab chiqarish	80
6.3.Quyosh energiyasidan elektr energiyasini hosil qilish	81
7-BOB. Shamol energiyasi va uning xarakteristikalarini	87
7.1.Shamolning mexanik energiyasi	87
7.2. Shamol tezligini o'lchash usullari va asboblari	90
7.3. Shamol elektr dvigatelinin texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari hisobi	99
7.4.Shamol elektrostansiyalari	104
8-BOB. Shamol energiyasining zairalari	110
8.1. Dunyoda shamol energiyasidan foydalanish imkoniyatlari	110
8.2.Shamol dvigatellari va kuchlanish rostlagichi bilan ishlash uchun generator turlari	116
8.3.Shamol generatorining ideal va real F. I. K. hisoblash	120

8.4. Shamol energiya resurslari	125
8.5. Shamol energetikasi asoslari	128
9-BOB. Shamol elektr stansiyasi	131
9.1. Shamol generatorlarining tuzilishi va ishlash prinsipi	131
9.2 Minora	134
9.3. Parrak	139
9.4. Rivojlangan mamlakatlarda shamol qurilmalarini yaratish, oʻrnatish va ishlatishni	141
9.5. Meteorologik sharoitlar. Shamol tavsifi	153
10-BOB. Shamol energetic qurilmalarining konstruksiyasi	155
10.1. Shamol energetik qurilmaning konstruksiyasi va xarakteristikasi	155
10.2. Shamol dvigatellarini hisoblash	163
10.3. Shamol oqimining energiyasidan foydalanish	166
10.4. Dengizda shamol elektr stansiyasini oʻrnatish	172
11- BOB. GEOTERMAL ENERGIYA MANBALARI	185
11.1. Geotermal energiya manbalarining rivojlanish tarixi	185
11.2. Geotermal energiya manbalarining fan taraqqiyotidagi oʻrni	187
11.3. Geotermal energiya manbalaridan foydalanishda jahon va Oʻzbekiston tajribasi tahlili	192
11.4. Geotermal energiyaning afzalliklari va kamchiliklari	199

11.5. Geotermal energiya manbalarining energetik potensialini baholash metodikasi	206
11.6. Geotermal energiya manbalarini avtonom isitish va issiq suv ta'minoti tizimida qo'llanilishi	211
Xulosa	224
Ilova-1. Glosariy izohli lug'at	226
Ilova-2. Elektr va magnetizmga doir asosiy kashfiyotlar yilnomasi	230
Foydalanilgan adabiyotlar royxati	235
Mundarija	238

Содержание

Введение.....	5
Глава 1. Энергетическая система и электроснабжения.....	12
1.1. Современные системы преобразования электрической энергии и его значимость.....	12
1.2. Цели и задачи современных систем преобразования электрической энергии.....	16
1.3. Роль возобновляемой электрической энергетики в энергетической независимости Узбекистана.....	18
Глава 2. Основные величины измерения электрической энергии.....	22
2.1. Единицы электрического измерения.....	22

2.2. Электрическая цепь и его элементы.....	25
2.3. Основные законы электротехники, закон Ома.....	29
2.4. Однофазные и трехфазные синусоидальные электрические токи.....	34
Глава 3. Источники электрической энергии.....	43
3.1. Источники электрической энергии.....	43
3.2. Роль источников электрической энергии.....	49
3.3. Источники и вторичные источники электрической энергии.....	51
Глава 4. Типы источников электрической энергии.....	53
4.1. Возобновляемые источники энергии.....	53
4.2. Тепловые, гидравлические и гидроаккумуляционные, волновые, геотермальные, атомные, солнечные, ветровые, биомассовые и другие виды энергией.....	54
4.3. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и типы используемые в мире.....	59
4.4. Нетрадиционные источники энергии Узбекистана.....	61
Глава 5. Ветер и солнечные источники энергии.....	63
5.1. Использование энергии солнечного света, практика и будущее солнечной энергетики.....	63
5.2. Кадастр солнечной энергетики.....	63
5.3. Ветровая энергия и основы ее использования, теория и практика.....	69

5.4. Биомасса и другие виды энергии.....	74
Глава 6. Солнечная энергия.....	78
6.1. Методы и устройства для получения тепла и электричества от солнечной энергии.....	78
6.2. Производство тепловой энергии.....	80
6.3. Производство электрической энергии от энергии солнечного света.....	81
Глава 7. Энергия ветра и его характеристики.....	87
7.1. Механическая энергия ветра.....	87
7.2. Методы измерения скорости ветра и приборы	90
7.3. Технические и экономические показатели ветрового электрического двигателя.....	99
7.4. Ветровые электростанции	104
Глава 8. Ресурсы ветровой энергетики.....	110
8.1. Возможности использования ветровой энергии в мире	110
8.2. Модели ветровых двигателей и типы генераторов для настройки напряжения.....	116
8.3. Расчёт к.п.д. идеального и реального ветрогенератора.....	120
8.4. Ресурсы ветровой энергетики.....	125
8.5. Основы ветровой энергетики.....	128
Глава 9. Ветровая электростанция.....	131

9.1. Структура и эксплуатация ветрогенераторов.....	131
9.2 Башня	134
9.3. Винты ветровые.....	139
9.4.Установка и эксплуатация ветровых установок в развитых странах мира.....	141
9.5. Метеорологические условия. Описание ветра.....	153
Глава 10. Конструкция ветровых энергетических устройств.....	155
10.1. Конструкция и характеристики энергетических устройств.....	155
10.2. Расчет ветровых двигателей.....	163
10.3 Использование энергии ветрового потока.....	166
10.4. Установка электростанции ветра в море.....	172
Глава 11. Геотермальные источники энергии.....	185
11.1. История развития геотермальных источников энергии	185
11.2. Роль геотермальных источников энергии в развитии науки.....	187
11.3. Анализ мирового и узбекского опыта в использовании геотермальных источников энергии.....	192
11.4. Преимущества и недостатки геотермальной энергии	199
11.5. Методы оценки энергетического потенциала геотермальных источников энергии.....	206

11.6. Геотермальные источники энергии. Автономное отопление и система горячего водоснабжения	211
Заключение.....	224
Приложение-1. Глосарий	226
Приложение-2. Основные открытия по электричества и магнетизма	230
Литература.....	235
Содержание.....	238