

4302
620.4
M-21

T. Majidov

NOANA'NAVIY VA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARI

Toshkent – 2014

T.Sh. MAJIDOV

NOANA'NAVIY VA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan oliy o'quv yurtlarining 450000 (irrigatsiya va melioratsiya
sohasi bo'yicha), 5450100 (tarmoqlar bo'yicha) darslik sifatida
tavsiya etilgan*

TOSHKENT
«VORIS-NASHRIYOT»
2014

UO'K: 621.39(075)

KBK 31.39

M 15

Taqrizchilar:

t.f.d., professor – **E.J. MAXMUDOV**

t.f.d., professor – **M.N. TURSUNOV**

Darslikda ana'naviy va noana'naviy, qaytalanuvchi va qaytalanmaydigan energiya manbalari haqida tushunchalar berilgan.

Barcha energiyalarning manbasi bo'lmish quyosh energiyasi, quyosh energiyasi yordamida energiya ishlab chiqarish, shamol energiyasi va energetikasi, to'liqlar energiyasi va elektrostansiyalari, suv ko'tarilishi energiyasi va elektrostansiyalari, geotermal energiya va elektrostansiyalari, dengiz va okeanlardagi ichki oqimlar energiyasi haqida ma'lumotlar bayon qilingan.

Dunyodagi eng quvvatli: gidroelektrostansiya; shamol elektrostansiyasi; suv sathining ko'tarilib-tushish elektrostansiyasi va turbinasi; to'liqlar va quyosh elektrostansiyalari; fotoelektrik va geotermal hamda biomassa yoquvchi elektrostansiya to'g'risida qisqacha ma'lumotlar berilgan.

Bundan tashqari, darslikda kimyoviy (galvanik) elementlar energiyasi, vodorod yoqilg'isi, shahar chiqindilari, fotosintez, fotoelektrik o'zgartiruvchilar to'g'risida ham asosiy tushunchalar yoritilgan.

Ushbu darslik suv energiyasi sohasidagi bakalavriat ta'lim yo'nalishlari va magistratura mutaxassisliklarida o'rganilishini hisobga olib, uning tarkibiga O'zbekistonda va dunyoda gidroenergetikaning rivojlanish tarixi, gidroenergetikaning hozirgi holati va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari, gidroenergetika asoslari, suv va suv resurslari, gidrologiyaning asosiy tushunchalari, suv manbasining ishi, gidroenergetik resurslar, suv omborlari va gidroelektrostansiyalar beflarining xarakteristikallari va boshqalar haqida ma'lumotlar berilgan.

Darslik amaldagi o'quv dasturi asosida tayyorlangan bo'lib, oliy o'quv yurtlarining suv xo'jaligi hamda noana'naviy va qayta tiklanuvchi energetika sohasi bo'yicha bakalavriat ta'lim yo'nalishlari va magistratura mutaxassisliklari uchun mo'ljallangan. Undan suv xo'jaligi hamda noana'naviy va qayta tiklanuvchi energetika sohasi mutaxassislari, kasb-hunar ta'limi o'qituvchilari va talabalari, ilmiy xodimlar va ilmiy-texnik xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

Majidov T.Sh.

Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari /T. Majidov. – T.: «Voris nashriyot». – 168 b.

UO'K: 621.39(075)

KBK 31.39

ISBN 978-9943-4215-5-4

© «Voris-nashriyot», 2014.

SO'ZBOSHI

Inson ta'siri natijasida dunyo o'zgarimoqda. Insoniyatning organik energetik resurslarni o'ylamasdan energetikada, transportda, katta zavod va fabrikalarda qo'llashi, atom energetikasi va katta shaharlar chiqindilarini dunyo okeaniga tashlanishi natijasida atrof-muhit o'zgarimoqda. Yer yuzida iqlimning o'zgarishi kuzatilmoqda, mangu muzliklar erimoqda, shaharlar suv ostida qolmoqda, o'rmonlar yonmoqda. Yer yuzining juda ko'p mamlakatlarida insonlarni ichimlik suvining yetishmasligi, qurg'oqchilik va ocharchilik qiynamoqda, yangi-yangi kasalliklar paydo bo'lmoqda. Yuqorida keltirilgan salbiy o'zgarishlarning barchasi millionlab yillar tabiat tomonidan o'rnatilgan tabiiy muvozanatni insoniyat tomonidan o'ylamasdan buzulishi natijasida yuz bermoqda. Shuning uchun ham ulug' ingliz faylasufi Frensis Bekon «Tabiat faqatgina unga bo'ysunish bilan yengiladi» degan edi.

Yuz berayotgan falokatlarini to'xtatish uchun nima qilish kerak? Birinchi navbatda insonning ichki dunyosini tabiatga nisbatan ijobiy o'zgartirish, so'ngra organik energetik resurslardan foydalanishni butunlay to'xtatish lozim.

Qanday qilib? Axir zamonaviy inson maishiy qulayliklarsiz – komfortsiz, ya'ni mashinasiz, uzoqni yaqin qiluvchi tez yuruvchi poyezdlarsiz, samolyotlarsiz, televizorsiz, muzlatgichsiz, isitgichsiz, issiq va sovuq suvsiz va boshqa qulayliklarsiz yashay olmaydi-ku. Zavod va fabrikalar energiyasiz ishlay olmaydilar. Hozirgi rivojlangan dunyoda energiya insoniyatni olg'a yetaklovchi asosiy manba hisoblanadi. Mamlakatlarning qudrati ham ularning energiya bilan qanchalik ta'minlanganliklariga qarab belgilanadi.

Atrof-muhitga zarar keltirmay insoniyat xizmatini bajaradigan energiya tabiatda mavjud bo'lgan *ekologik toza tabiiy energiyalardir*. Bu energiya turlariga suv, quyosh, shamol, geotermal suvlar, geyzerlar, to'liqlar, suv sathining ko'tarilib-tushishi, vulqonlar, chaqmoqlar, okean va dengizlardagi har xil oqimlar, biomassa, vodorod yoqilg'isi, shahar

chiqindilari, fotosintez; fotoelektrik o'zgartiruvchilar, kimyoviy (galvanik) elementlar va boshqalar kirishi mumkin. Mana shu energiya turlari *noana'naviy va qaytalanuvchi energiya manbalari* deyiladi. Faqatgina yuqorida ko'rsatilgan energiya manbalaridan toza ekologik energiya ishlab chiqarish mumkin.

Mamlakatimiz kichik daryolar, irrigatsiya kanallari, suv omborlari, katta kollektorlar, soylar, baland tog'lardagi buloqlar, termal suvlar, quyosh va shamol kabi qayta tiklanuvchi energiya manbalariga juda boydir.

Ushbu darslikda talabalar uchun, mamlakatimiz va dunyo mamlakatlarida foydalanilayotgan noana'naviy hamda qaytalanuvchi energiya manbalari to'g'risida ma'lumot beriladi. Darslikni tayyorlashda asosan internet ma'lumotlaridan, xalqaro anjumanlar materiallaridan, ilmiy-texnik hisobotlar va loyiha materiallaridan hamda eng so'nggi nashrdan chiqqan adabiyotlardagi ma'lumotlardan foydalanildi.

Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga quriladigan energetik obyektlarda loyiha-qidiruv ishlarini olib borish, loyihalash, qurish, ekspluatatsiya qilish, ta'mirlash va rekonstruksiya qilish uchun albatta chuqur bilimga ega bo'lgan raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash taqozo etiladi. Chuqur bilimli bakalavr va magistrnlarni tayyorlash uchun esa ularni o'zbek tilida tayyorlangan, zamon talabiga javob beradigan o'quv qo'llanmalari hamda darsliklar bilan ta'minlash zarur.

Ushbu darslik 5450100 – «Irrigatsiya tizimlari suv energiyasidan foydalanish», 5450400 – «Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiylaridan foydalanish», 5310200 – «Elektr ta'minoti (suv xo'jaligida)» va 5430200 – «Qishloq xo'jaligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish» ta'lim yo'nalishlari hamda 5A310101 – «Gidroelektrostansiyalar va qayta tiklanuvchi energiya manbalari», 5A450101– «GES qurilishi va ulardan foydalanish», 5A450102 – «Qayta tiklanuvchi energiya manbalari» va 5A450402 – «Nasos stansiyalari va qurilmalaridan foydalanish va tashxisi», 5A310201 – «Elektroenergetikasi (suv xo'jaligida)» mutaxassislklari talabalariga mo'ljallangan.

Darslik o'zbek tilida yaratilgan birinchi darslik bo'lganligi sababli kamchiliklardan xoli bo'lmasligi mumkin. Shu sababli darslik to'g'risida o'z fikr va mulohazalarini bildiruvchilarga muallif minnatdorchiligini bildiradi. Fikr va mulohazalarni quyidagi manzilga yuborish mumkin: 100000, GSP, Toshkent shahri, Qori Niyoziy ko'chasi, 39-uy.

Muallif

KIRISH

Insoniyat paydo bo'lgandan buyon tabiatdagi tabiiy energiya manbalari bo'lmish quyoshni, shamolni, suv manbalarini va boshqalarni kuzatib kelgan. Ularga sig'inib, ba'zilarini, masalan, quyoshni, olovni xudo o'rnida ko'rganlar, ulardan foydalanish yo'llarini axtarganlar. Turar joylarni quyoshga qaratib qurish, quyosh nurida suv isitish, shamolda xirmon sovirish, shamol va suv tegirmonlari qurib ulardan foydalanish va boshqalar shular jumlasidandir.

Mamlakatimizda birinchi bo'lib qaytalanuvchi energiya manbalaridan biri bo'lgan suv energiyasidan foydalanish 1926-yili qurilgan Bo'zsuv gidroelektrostansiyasini ishga tushirishdan boshlandi [3]. 1987-yilda esa 3 000°C dan ortiq issiqlik to'playdigan dunyoda eng katta quyosh pechi ishga tushirildi [4]. Hozirgi kunda mamlakatimizning Samarqand viloyatida 400 gektar maydonga quvvati 100 000 MW ga teng quyosh elektrostansiyasi uchun Osiyo taraqqiyot bankining investitsiyalari kiritildi va qurilish ishlari boshlab yuborildi [5]. Kichik quvvatli quyosh energetik qurilmalaridan respublikamizning barcha burchaklarida foydalanilmoqda [6]. 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 [7].

Mamlakatimizda noana'naviy va qayti 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 obyektlar qurish va ulardan foydalanish uchun chet el va xalqaro banklarning investitsiyalari ki-

ritilmoqda. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to'g'risida Prezidentimizning 1995-yil 28-dekabrda 476-sonli «O'zbekiston Respublikasida kichik gidroenergetikani rivojlantirish haqida»gi [8], 2001-yil 22-fevralda «Energetikada iqtisodiy islohotlarni chuqurlashtirish to'g'risida»gi [9], 2013-yil 1-martdagi «Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi [10] farmonlari qabul qilindi.

1-bob. ENERGETIK RESURSLAR

1.1. Fanning tarkibi va vazifalari

«Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari» fani talabalarga organik yoqilg'ilarni yoqish bilan bog'liq bo'lmagan energetika to'g'risida bilim beradi.

«Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari» fanini o'rganish davomida talabalarga ana'naviy va noana'naviy, qaytalanuvchi va qaytalanmaydigan energiya manbalari haqida tushunchalar beriladi. Barcha energiya manbalarining asosi bo'lmish quyosh energiyasi va quyosh energiyasi yordamida issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarish hamda elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi quyosh elektrostansiyalarining sxemasi va ishlash tartibi ko'rsatiladi. Bundan tashqari, fanning tarkibiga qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan – shamol energiyasi va energetikasi hamda elektrostansiyalari, to'liqlar energiyasi va elektrostansiyalari, suv ko'tarilishi energiyasi hamda elektrostansiyalari, geotermal energiya va elektrostansiyalar, toza energiyani axtarish va energiyani tejash haqida ma'lumotlar kiritilgan.

Hozirgi kunda mamlakatimizda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan biri hisoblangan irrigatsiya tizimlarida foydalaniladigan suv energiyasiga katta e'tibor berilmoqda. Shuning uchun ushbu fanning tarkibiga gidroenergetikaning rivojlanishi – O'zbekiston Respublikasi va dunyoda gidroenergetikaning rivojlanish tarixi, gidroenergetikaning hozirgi holati va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari, gidroenergetika asoslari, suv va suv resurslari, gidrologiyaning asosiy tushunchalari, suv manbasining ishi, gidroenergetik resurslar, suv omborlari va gidroelektrostansiya (GES) beflarining xarakteristikallari va boshqalar haqida ma'lumotlar kiritilgan.

Ma'lumki, har qanday GESni uning asosiy energetik jihozlari va gidrotexnik inshootlari tashkil qiladi. Shuning uchun ushbu fanda gidravlik turbinalar va gidrogeneratorlar, asosiy gidrotexnik inshootlari

tarkibi, suv xo'jaligi tizimi, suv resurslaridan kompleks foydalanish, irrigatsiya tizimlari suv energiyasidan foydalanish, GESning irrigatsion va energetik tizimda ishlashi to'g'risida ma'lumotlar beriladi.

Fanning so'nggida, energetika rivojlanishining muammolari, energetikaning salbiy oqibatlari, energiyani tejash va tejash usullari beriladi.

Ushbu fanni o'qitishdan maqsad – talabalarni mamlakatlar va dunyo energetikasining hozirgi ahvoli, muammolari va kelajakdagi rivojlanishi bilan tanishtirishdan iborat. Fanning asosiy vazifasi ana'naviy – qaytalanmaydigan va noana'naviy – qaytalanuvchi energiya manbalari haqida ma'lumot berish, energiya ishlab chiqarish imkonini beruvchi manbalarning resurslari, ularni ishlab chiqarish usullari va jihozlari, ularni hisoblash, tanlash, ekspluatatsiya qilish bilan talabalarni tanishtirishdan iborat. Quyida dunyodagi umumiy energetik resurslar bilan qisqacha tanishtirib o'tamiz.

1.2. Yer yuzidagi umumiy energetik resurslar va ularni baholash

Dunyo mamlakatlarida elektr energiyasi ishlab chiqarish bir xil emas. Elekt renergiyasi ishlab chiqarish qarab chiqilayotgan mamlakatdagi energetik resurslar organik yoqilg'ilar (neft mahsulotlari, ko'mir, gaz va boshqalar), gidroenergetik zahiralalar, atom elektrostansiyalarini harakatga keltiruvchi xomashyolar, daryo, dengiz va okeanlar bilan chegaradoshligi hamda boshqa omillarga bog'liqdir. Elektr energiyasi ishlab chiqarish bo'yicha yer yuzi mamlakatlari quyidagicha joylashgan: Janubiy Amerika; G'arbiy Yevropa; Osiyo; MDH mamlakatlari; Lotin Amerikasi; Afrika; Avstraliya. Iqtisodiy rivojlangan mamlakatlarda umumiy elektr energiyasining 80% ishlab chiqarilayotgani holda, rivojlanayotgan mamlakatlarda bu 20% ni tashkil qiladi. Elektr energiyasi ishlab chiqarish bo'yicha AQSh, Rossiya, Yaponiya, Xitoy, Germaniya, Kanada, Fransiya, Angliya, Ukraina va Hindiston mamlakatlari yetakchi o'rinlarni egallaydilar. 1-jadvalda dunyoning ba'zi mamlakatlarida elektr energiyasi ishlab chiqarish, mlrd. kW · soat hisobida,

2-jadvalda esa dunyodagi ba'zibir mamlakatlar aholisini elektr energiyasi bilan ta'minlanganligi haqida ma'dumotlar keltirilgan [11].

1-jadval

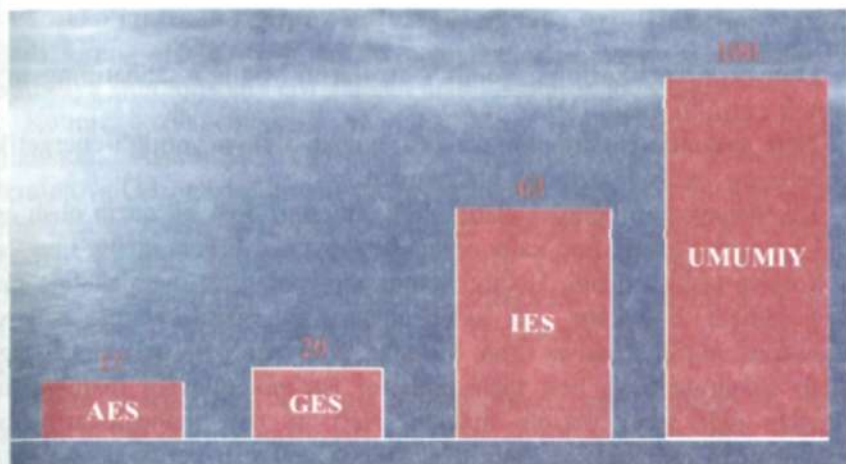
Dunyoing ba'zi mamlakatlarida elektr energiyasi ishlab chiqarish, mlrd. kW·soat

Mamlakatlar	Yillar				
	1990	1995	2000	2005	2010
1	2	3	4	5	6
Kanada	482	560	595	635	693
AQSh	3197	3280	3572	3867	4112
Avstriya	50	52	57	62	69
Belgiya	70	74	76	81	87
Daniya	25	35	41	43	41
Finlandiya	54	67	80	86	94
Fransiya	420	474	526	528	552
Germaniya	549	510	534	550	573
Irlandiya	14	16	17	20	23
Italiya	216	232	285	354	405
Gollandiya	71	86	94	100	103
Shvetsiya	146	148	155	158	160
Angliya	319	336	382	411	499
Bolgariya	42	39	46	49	52
Chexiya	62	57	63	65	66
Vengriya	28	34	37	41	45
Polsha	136	142	165	187	214
Ruminiya	63	66	81	97	125
Rossiya	1082	940	1050	1160	1210
Islandiya	4	4	4	5	5
Isroil	20	26	35	46	56
Shveytsariya	55	58	61	62	63
Turkiya	57	88	139	207	307
O'zbekiston	49	47	47	50	51

Dunyodagi ba'zibir mamlakatlar aholisining elektr energiyasi bilan ta'minlanganligi (2005-yil ma'lumoti)

Mamlakatlar	Ta'minlanganlik, ming kW. soat/jon boshiga	Mamlakatlar	Ta'minlanganlik, ming kW. soat/jon boshiga
Islandiya	25,9	Irlandiya	5,4
Norvegiya	23,4	Ispaniya	5,4
Shvetsiya	15,3	Chexiya	5,4
Finlandiya	15,0	Slovakiya	5,3
Kanada	14,9	Italiya	5,1
AQSh	12,4	Malta	5,0
Avstraliya	9,7	Estoniya	4,8
Yangi Zelandiya	8,8	Gretsiya	4,4
Yaponiya	7,6	Bolgariya	4,4
Belgiya	7,6	Portugaliya	4,0
Shveytsariya	7,3	Vengriya	3,6
Fransiya	6,8	Makedoniya	3,5
Avstriya	6,7	Xorvatiya	3,4
Germaniya	6,3	Polsha	3,0
Rossiya	6,2	Litva	2,8
Gollandiya	6,1	Ruminiya	2,6
Isroil	6,1	Latviya	2,5
Janubiy Koreya	6,1	O'zbekiston	1,95
Sloveniya	5,9	Meksika	1,8
Daniya	5,8	Turkiya	1,7
Angliya	5,6		

Dunyoda elektr energiyasi ishlab chiqarish quyidagicha amalga oshiriladi: issiqlik elektrostansiyalarida (ISE) – 63%, GESlarda – 20%, AESlarda – 17% (1-rasm). Ammo mamlakatlardagi energoresurslarning turi va miqdoriga qarab elektr energiyasi ishlab chiqariladi (3-jadval). Masalan, Lotin Amerikasida 75% elektr energiyasi GESlar yordamida ishlab chiqariladi. G'arbiy Yevropa va Janubiy Amerikada AESlar yordamida elektr energiyasi ishlab chiqarish dunyodagi o'rtacha miqdordan yuqoriroq [11].



1-rasm. Dunyoda elektr energiyasi ishlab chiqarishning strukturasi.

Elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi energetik resurslar hamda elektrostansiyalar bo'yicha dunyo mamlakatlarini **4 guruhga** bo'lish mumkin.

Ko'mir, mazut va tabiiy gaz yordamida ishlovchi issiqlik elektrostansiyalari bilan ko'p miqdorda elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi **birinchi guruh** mamlakatlariga AQSh, ko'pchilik G'arbiy Yevropa mamlakatlari va Rossiyaning kiritish mumkin.

Mamlakatda foydalaniladigan barcha elektr energiyasini issiqlik elektrostansiyalarida ishlab chiqariluvchi **ikkinchi guruhga** Xitoy, Polsha, Avstraliya (yoqilg'i sifatida asosan ko'mirdan foydalanadi), Meksika, Gollandiya va Ruminiya mamlakatlari kiradi.

Uchinchi guruhga juda ko'p miqdorda GESlar bilan elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi quyidagi mamlakatlar kiritilgan: Norvegiya (99,5%), Braziliya, Paragvay, Gonduras, Peru, Kolumbiya, Shvetsiya, Albaniya, Avstriya, Efiopiya, Keniya, Gabon, Madagaskar, Yangi Zelandiya. Ammo gidroenergetikadan foydalanish bo'yicha Kanada, AQSh, Rossiya va Braziliya mamlakatlari dunyoda yetakchi o'rinlarni egallaydilar. Hozirgi kunda gidroenergetika rivojlanayotgan mamlakatlarda ham tez rivojlanmoqda. O'zbekiston Respublikasida ham gidroenergetika yordamida elektr energiyasi ishlab chiqarish tez sur'atlar bilan amalga oshirilmoqda.

Atom energetikasidan ko'p foydalanadigan **to'rtinchi guruh** mamlakatlariga Fransiya, Belgiya, Yaponiya va Koreya Respublikasini kiritish mumkin.

1.3. Dunyo energetikasining yoqilg'i asoslari

Dunyo energetikasining yoqilg'i asoslarini yoqilg'i sanoatining to'rt tarmog'i tashkil qiladi [11].

Neft sanoati. Hozirgi kunda neft sanoati dunyo yoqilg'i-energetika sanoatining yetakchi tarmog'i hisoblanadi.

Rivojlanayotgan mamlakatlarda neft zahiralari 86% ni, qazib olish esa 50% ni tashkil qiladi. Eng katta neftga boy rayonlarni Fors qo'ltig'i regionini va Rossiya tashkil qiladi. Hozirgi kunda dunyoning 80 mamlakatida neft qazib olinadi. Eng katta neft ishlab chiqaruvchi mamlakatlarga Saudiya Arabistoni, AQSh, Rossiya, Eron, Meksika, Xitoy va Venesuela kiradi. Neft ishlab chiqaruvchi va neft mahsulotlarini iste'mol qiluvchi mamlakatlar o'rtasida juda katta masofa mavjud. Neft va neft mahsulotlarini bir mamlakatdan ikkinchisiga katta masofalarga yetkazib berish uchun katta diametrli sifatli po'latdan tayyorlangan quvurlar qo'llaniladi.

Gaz sanoati. Gaz sanoati o'tgan asrning 50-yillaridan rivojlana boshladi. Dunyo bo'yicha gaz iste'mol qilish umumiy iste'mol qilinadigan energetik resurslarning 20% i ni tashkil qilib, neft va toshko'mirdan so'ng 3-o'rinni egallaydi. Ekologik jihatdan gaz eng toza energiya resursi hisoblanadi. Tabiiy gaz zahiralari bo'yicha MDH mamlakatlari, Osiyo, Rossiya va Eron yetakchi o'rinlarni egallaydilar.

Dunyo bo'yicha gaz qazib olish yildan-yilga oshib bormoqda. Hozirgi kunda qazib olinadigan gazning hajmi 4,0 trln. m³ ga yetib qoldi. Gaz ishlab chiqarish bo'yicha dunyodagi birinchi o'nlikka Rossiya, AQSh, Kanada, Turkmaniston, Gollandiya, Fransiya, O'zbekiston, Indoneziya, Jazoir, Saudiya Arabistoni mamlakatlari kiradi.

Gaz yoqilg'isi asosan G'arbiy Yevropa, Yaponiya va AQSh mamlakatlariga eksport qilinadi.

Toshko'mir sanoati. Toshko'mir sanoatining energetika sohasidagi o'rni kamayib borishiga qaramasdan hozirgi kunda ushbu sanoat dunyo energetikasida yetakchi o'rinlarni egallaydi. Neft va gaz sanoatiga qaraganda toshko'mir sanoati zahiralari bilan yaxshi ta'minlangan. Ekspertlarning fikriga ko'ra, yaqin o'n yillikda elektrostansiyalarning yoqilg'iga bo'lgan talabining 40% i toshko'mir sanoati bilan qondiriladi. Bu kabi o'zgarishning asosiy sabablaridan biri, toza ko'mir qazib olish va foydalanish texnologiyasining mukammallashtirilganligi tufayli elektrostansiyalarning atrof-muhitga chiqarayotgan zararli chiqindi gazlarning kamaytirilganligidir.

Toshko'mirning dunyodagi zahiralari 1,2 trln. tonnani tashkil qiladi. Uning 66% i AQSh, MDH mamlakatlari, Fransiya, Germaniya va Avstraliya kabi iqtisodiy rivojlangan mamlakatlarda joylashgan.

Ko'mir qazib chiqarish bo'yicha Xitoy, AQSh, Rossiya, Polsha, Hindiston, Avstraliya, Germaniya, Shimoliy Afrika Respublikasi, Ukraina va Qozog'iston mamlakatlari dunyoda yetakchi o'rinlarni egallab kelmoqdalar. Neft va gazga qaraganda toshko'mir atigi 8% eksport qilinadi. Eksport asosan AQSh, Avstraliya va MDH mamlakatlaridan qilinadi. Asosiy import qiladigan mamlakatlar – Yaponiya, Koreya Respublikasi, Italiya, Kanada, Fransiya, Gollandiya, Angliya, Germaniya va Braziliya hisoblanadi.

Atom energetikasi sanoati. Hozirgi kunda yer yuzidagi 30 mamlakatda atom elektrostansiyalari qurilgan bo'lib, ular umumiy iste'mol qilinadigan elektr energiyasining 17% i ni ishlab chiqaradi.

Yer yuzidagi atom elektrostansiyalarining o'rnatilgan quvvati 360 W ni tashkil qiladi. Dunyodagi rivojlangan mamlakatlar – AQShda 98 W, Fransiya 63 W, Yaponiyada 44 GW, Angliyada 13 GW, Rossiyada 20 GW va Germaniyada 22 GW elektr energiyasi ishlab chiqariladi.

Xalqaro MAGATE tashkilotining ma'lumotiga qaraganda AESlar uchun yadro yoqilg'isi zahiralari hech qanday muammo tug'dirmaydi. Yadro yoqilg'isi xomashyosi – boyitilgan uranning zahiralari dunyodagi barcha AESlarni 3000 yil to'xtovsiz ishlashiga yetadi.

3-jadvalda dunyodagi elektrostansiyalarning o'rnatilgan quvvati va 2-rasmda umumiy quvvati 5416 GW bo'lganda dunyo elektrostansiyalarining o'rnatilgan quvvati strukturasi to'g'risidagi 2020-yil uchun bashorat diagrammasi keltirilgan.

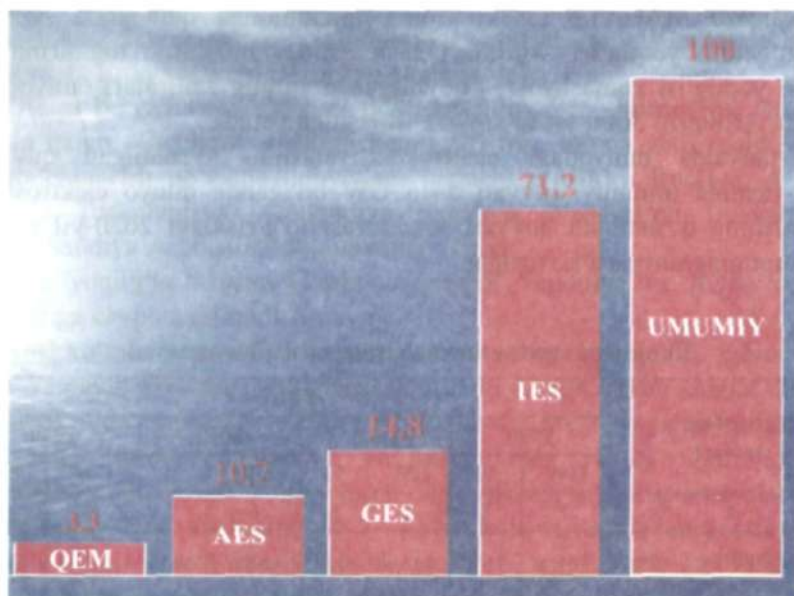
3-jadval

Dunyodagi elektrostansiyalarning o'rnatilgan quvvati

Elektrostansiya turlari	Yillar							
	1990		2000		2010		2020	
	GW	%	GW	%	GW	%	GW	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gazli issiqlik elektrostansiyalari	481,4	17,0	716,2	20,0	979,0	22,0	1635,0	30,2
Mazutli issiqlik elektrostansiyalari	424,5	15,0	501,2	14,0	578,0	13,0	293,0	5,4

Ko'mirli issiqlik elektrostansiyalari	933,9	33,0	1146	32,0	1424,0	32,0	1928,0	35,6
GES va qaytalanuvchi energiya manbalari	650,6	23,0	823,4	23,0	1024,0	23,0	980,0	18,1
AES	339,6	12,0	393,6	11,0	445,0	10,0	580,0	10,7
Dunyo bo'yicha hammasi	2830	100	3580	100	4450	100	5416	100

Dunyodagi 50 mamlakatda uran rudasi resurslari mavjud, ammo uni faqatgina 25 mamlakat ishlab chiqaradi. Uran qazib olish bo'yicha Kanada (yiliga 8500 tonna), Avstraliya (6500 tonna), Namibiya va Nigeriya (har qaysisi 2900 tonnadan) va Rossiya (2600 tonna) mamlakatlari yetakchi o'rinlarni egallaydilar. Uran xomashyosini qazib olish uchun 1 kg ga 40 dollar xarajat qilinadigan dunyo zahirolari 1,32 mln. tonnani tashkil qilsa, 1 kg ga 130 dollar xarajat qilinadigan zahiralar 4 mln. tonnani tashkil qiladi. Dunyodagi barcha AESlarning ishlashi uchun 64 ming tonna uran talab qilinadi.



2-rasm. Umumiy quvvati 5416 GW bo'lganda dunyo elektrostansiyalarining o'rnatilgan quvvati strukturasi to'g'risidagi bashorat (2020-yil).

2-bob. NOANA'NAVIY VA QAYTALANUVCHI HAMDA QAYTALANMAYDIGAN VA ANA'NAVIY ENERGIYA MANBALARI

2.1. Qaytalanuvchi, qaytalanmaydigan hamda ana'naviy va noana'naviy energiya manbalari

Qaytalanuvchi energiya manbalari. Biror jism (qattiq, suyuq va gaz holatida) o'z energiyasini energiyani boshqa turga aylantiruvchi moslamaga uzatib yana harakatda bo'lsa hamda o'z energiyasini xohlagan marta uzatib o'zi yo'qolib ketmasa bunday manba **qayta tiklanuvchi energiya manbasi** deyiladi (shamol, quyosh, suv sathining ko'tarilib-tushishi, to'liqlar, kichik- va mini- hamda mikroGESlar, geotermal, kosmik, bioyoqilg'i, vodorod va kvant).

Qaytalanmaydigan energiya manbalari. Organik yoqilg'ilardan bir marta foydalanilgandan so'ng ulardan 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).

Ana'naviy energiya manbalari. Amaliy jihatdan' elektr energiyasini boshqa energiya turlariga qaraganda olish oson va ishlab chiqarilgan elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish imkoni bo'lgan manbalarini **ana'naviy energiya manbalari** deyiladi (organik yoqilg'ilar).

Noana'naviy 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 inshootlar **noana'naviy energiya manbalari** deyiladi (shamol, quyosh, suv sathining ko'tarilib-tushishi, to'liqlar, kichik- va mini- hamda mikroGESlar, geotermal, kosmik, bioyoqilg'i, vodorod va kvant).

2.2. Issiqlik, gidravlik va gidroakkumulatsion, to'liqlar, 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 elektr energiyasiga aylantirib beruvchi energetik agregatlardir. Organik yoqilg'ilardan bir marta foydalanilgandan so'ng undan qayta foydalanib bo'lmaydi. Shuning uchun ularni **qaytalanmaydigan energiya manbalari** ham deb ataladi. Qaytalanmaganligi uchun ulardan tejab-tergab foydalanish va ularning o'rnini bosadigan boshqa arzon elektr energiyasi olish mumkin bo'lgan usullardan foydalanish lozim. Shuning bilan bir qatorda, issiqlik elektrostansiyalarinig chiqindilari atrof-muhitga katta zarar yetkazadi [19, 29].

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 yoqilg'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 maydon suv ostida qoladi, flora va faunaga katta zarar yetkaziladi. Issiqlik energetikasiga qaraganda suv oqimi energiyasining asosiy xususiyatlaridan biri uning qaytalanib turishidir [19, 29, 62, 63] (3-rasm).



3-rasm. Katta bosimli GES.

GESlarning yana bir turi nasos va turbinalar bir-biriga joylashtirilib ishlatiladigan **gidroakkumulatsion GESlardir**. Bunday GESlarning yuqori bafi 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 [19, 29, 61].

To'liqlar energiyasi. To'liqlar energiyasi ikki turga bo'linadi: to'liqlar energiyasi va suv sathining ko'tarilib-tushish energiyasi. Okean va dengizlardagi to'liqlar energiyasidan

foydalanishi K.E. Sialkovskiy tomonidan 1935-yilda taklif qilingan. 1985-yilda dunyoda birinchi marta Norvegiyada 850 W quvvatli to'qinlar elektrostansiyasi ishga tushirilgan. Hozirgi kunda dunyodagi barcha to'qinlar elektrostansiyalari ishlab chiqaradigan quvvat dunyoda ishlab chiqariladigan quvvatning 1% i ni tashkil qiladi. Kam quvvat ishlab chiqarilishining asosiy sababi, uning juda qimmatligidi

Quyosh, Yer va Oyning bir chiziqda turib qolgan vaqtida okean va den-gizlardagi suv sathlari ko'tarilib tushadi. Mana shu tabiatda sodir bo'ladigan jarayondan foydalanib ham elektr energiyasi ishlab chiqarish mumkin. 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 elektr energiyasi 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 olinadigan energiyadan bir necha barobar ko'p ekan. Ammo bu issiqlik energiyasi faqatgina yer ostidagi qaynoq suvlardan olinadi, xolos [29].

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 qo'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 [64] (4-rasm).



4-rasm. Shamol generator qurilmasi va elektrostansiyasi.

Quyosh energiyasi. Quyosh radiatsiyasining energiyasini doimiy elektr tokiga aylantirish mumkin. Buning uchun yupqa kremniy plyn, kalari yoki boshqa biror yarim o'tkazgich materialdan foydalaniladi. Foto, elektrik energiyaga aylantirishining potensial qulayliklari:

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

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

5- va 6-rasmlarda quyosh energiyasidan olinadigan elektr energiya-sining har xil turdagi iste'molchilari ko'rsatilgan.



5-rasm. Quyosh energiyasidan olinayotgan elektr energiyasi iste'mochilari.



6-rasm. Quyosh energiyasidan foydalanib uchayotgan turbovintli samolyot.

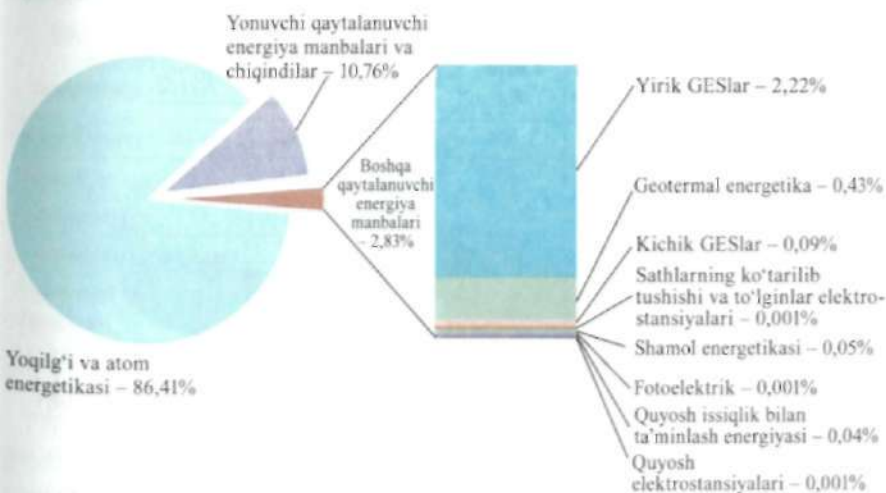
2.3. Noana'naviy va qaytalanuvchi energiya manbalari hamda ularning dunyo mamlakatlarida qo'llanilayotgan turlari

Hozirgi kunda energiya iste'mol qiluvchi barcha sohalarining 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 [12] (7-rasm).

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'lqinlar energiyasi;
- suv sathlarinig ko'tarilib-tushish energiyasi;



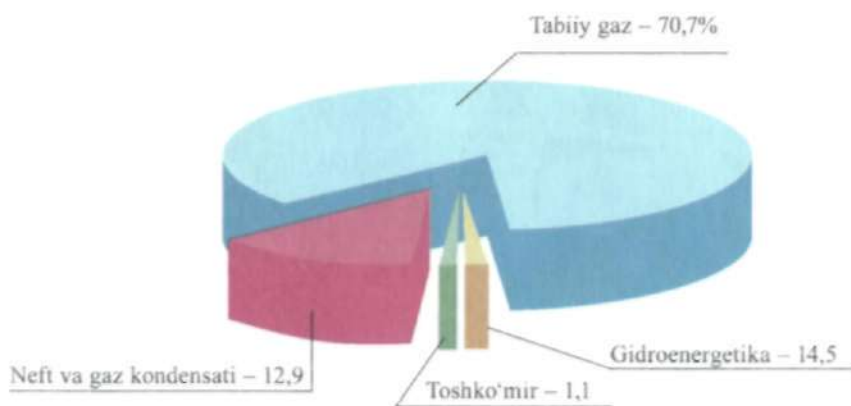
7-rasm. Jahonda energiya yetkazib berish sxemasi.

- 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.

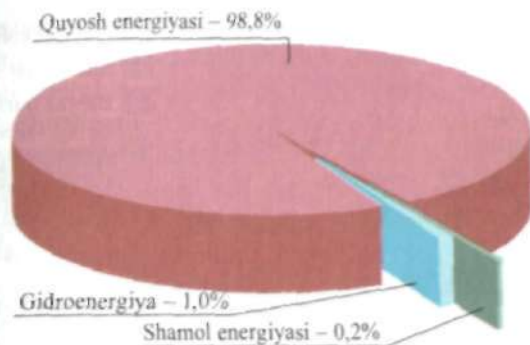
2.4. O'zbekistonda mavjud bo'lgan noana'naviy energiya manbalari

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'ilardan foydalanish atrof-muhitning 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.

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 (8-rasm). Kelajakda O'zbekiston Respublikasida qaytalanuvchi energiya manbalaridan quyidagi miqdorda foydalaniladi (9-rasm) [12]:



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



9-rasm. O'zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalarining texnik imkoniyatlari sxemasi.

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

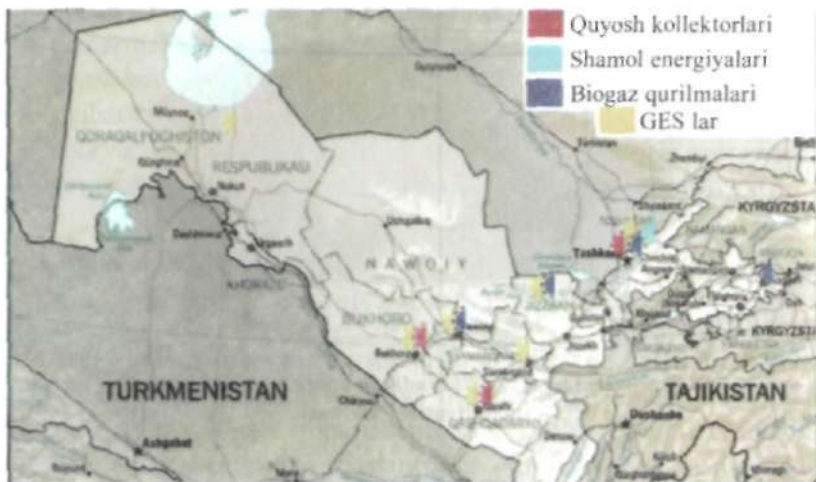
4-jadvalda O'zbekiston Respublikasi hududidagi eng muhim qaytalανuvchi energiya manbalarining turlari va miqdorlari keltirilgan.

4-jadval

O'zbekiston Respublikasi hududidagi eng muhim qaytalανuvchi energiya manbalarining turlari va miqdorlari (mln.t.n. e.)

Qaytalανuvchi energiya manbalari turlari	Yalpi potensial		Texnik potensial		O'zlashtirilgan	
	mln.t. n.e	MW·s	mln.t n.e	MW s	mln.t. n.e	MW·s
Quyosh energiyasi	50973	$592,9 \times 10^9$	176,8	$2,08 \times 10^9$	–	–
Shamol energiyasi	2,2	$25,6 \times 10^6$	0,4	$4,7 \times 10^6$	–	–
Gidroenergiya	9,2	107×10^6	1,8	21×10^6	0,6	7×10^6
Biomassalar energiyasi	10,8	$125,7 \times 10^6$	4,7	$54,7 \times 10^6$	–	–
Geotermal suv energiyasi	0,4	$4,7 \times 10^6$	–	–	–	–
JAMI	50984,6	593×10^9	179,0	$2,1 \times 10^9$	0,6	7×10^6

Hozirgi kunda O'zbekistonda qaytalανuvchi energiya manbalaridan foydalanish bo'yicha juda ko'p ilmiy-tadqiqot, loyiha hamda qurib ishga tushirish ishlari xalqaro grantlar va loyihalar asosida bajarilmoqda [13]. (10-rasm).



10-rasm. Qaytalanuvchi energiya manbalaridan foydalanish bo'yicha O'zbekistonda bajarilayotgan loyihalar.

2.5. Noana'naviy energiya manbalariga qurilgan energetik obyektlar va elektrostansiyalar tarixi, hozirgi holati va kelajagi

Hozirgi kunda insoniyat oldida kelajak avlodlar uchun atrof-muhitni toza holda saqlab qolish muammosi turibdi. Buning uchun organik yoqilg'ilardan foydalanib ishlab chiqariladigan energiya miqdorini kamaytirish hamda ekologik toza energiya ishlab chiqarish zarur. Shu sababli dunyo mamlakatlarida qaytalanuvchi energiya manbalaridan foydalanib toza ekologik energiya ishlab chiqarishga qiziqish taboro oshib bormoqda. Hozirgi kunda asosan quyidagi qaytalanuvchi energiya manbalaridan foydalanib energiya ishlab chiqarilmoqda:

- quyosh energiyasi;
- shamol energiyasi;
- gidroenergetika (o'rta-, kichik- va mikrogidroenergetika);
- to'liqlar energiyasi;
- suv sathlarinig ko'tarilib-tushish energiyasi;
- geotermal suvlar va geyzerlar energiyasi;
- biomassa energiyasi.

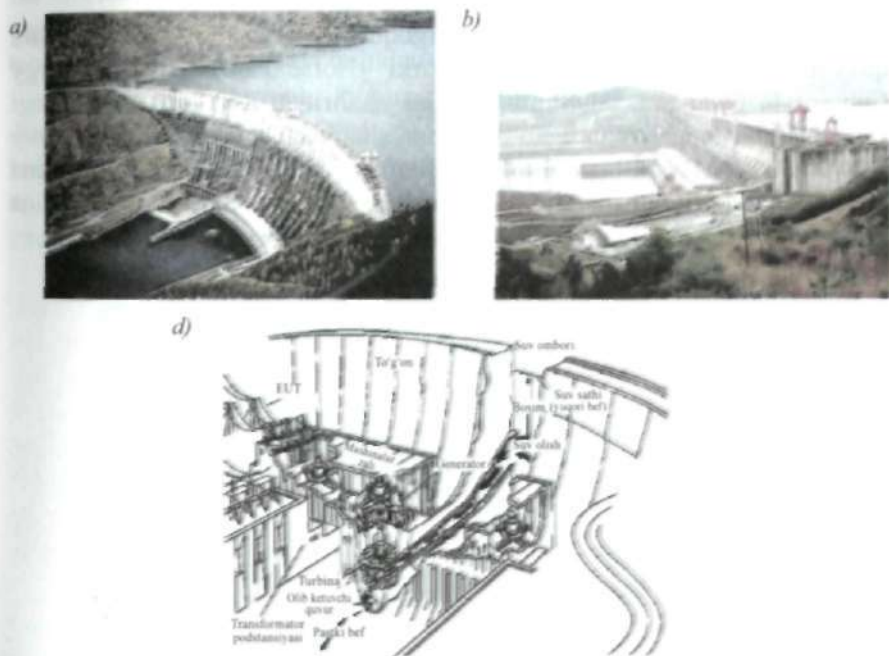
Dunyo mamlakatlari hududlarini olib qaraydigan bo'lsak, ularning hammasida ham qaytalanuvchi energiya manbalarining barcha turlari mavjud emas. Masalan, mamlakatimizda suv sathlarining ko'tarilib-tushish energiyasi, to'liqlar va okean hamda dengizlardagi har xil oqimlar

energiyasi, geyzerlar energiyasi manbalari mavjud emas, chorvachilik va parrandachilik fermalari chiqindilaridan hamda yer ostidan issiqlik nasoslari orqali energiya olish yo'lga qo'yilmagan. Respublikamizda eng ko'p energiya olinadigan manba quyosh energiyasi hisoblanadi. Xuddi shuningdek, ba'zi mamlakatlarda kuchli shamollar, geyzerlar, to'lqinlar, okean va dengizlardagi har xil oqimlar, biomassalarning manbalari ekologik toza energiya ishlab chiqarishda yetakchi o'rinlarni egallaydi.

Har qanday sohada birinchilar bo'ladi. Quyida 2009–2013-yillarda, qaytalanuvchi energiya manbalaridan foydalanib hozirgi kunda eng ko'p energiya ishlab chiqaruvchi energetik obyektlarni ko'rib chiqamiz.

2.5.1. Dunyoda eng katta quvvatli gidroelektrostansiya

Xitoyning Yanzi daryosidagi «Three Gorges Dam-Tri uselya – Uch dara» to'g'oniga qurilgan, quvvati 22,4 GW ga teng GES dunyodagi eng quvvatli hisoblanadi. Quvvati bo'yicha dunyoda ikkinchi o'rinni Braziliya va Paragvay mamlakatlari chegarasiga qurilgan quvvati 14 GW ga teng GES egallaydi (11-rasm). Hozirgi kunda, Kongo Demokratik Respublikasidagi «Inga Dam»



11-rasm. Dunyodagi eng katta quvvatli gidroelektrostansiyalar:

a – Sayano Shushensk – 6,4 GW (Rossiya); b – Uch dara – 22,4 GW (Xitoy);
d – to'g'onli GESning ko'rinishi.

to'g'oniga qurilayotgan va qurilishi 2025-yilda tugatilib ishga tushirilishi rejalashtirilayotgan GESning quvvati 39 GW ni tashkil qiladi [14]

O'zbekiston Respublikasida eng quvvatli gidroelektrostansiyalarga quyidagilar kiradi:

- Chorvoq GESi – 600 MW;
- Andijon GESi – 190MW;
- Tuyamo'yin GESi – 150 MW;
- Farhod GESi – 126 MW.

2.5.2. Dunyoda eng katta quvvatli shamol elektrostansiyasi

2009-yilning kuzida «E.ON Climate and Renewables» kompaniyasi tomonidan AQShning Texas shtati markaziy qismida joylashgan Rosko shahri yonida, dunyoda eng quvvatli «Roscoe Wind Farm» shamol energoqurilmalari parki ishga tushirildi [14]. «Roscoe Wind Farm» shamol energoqurilmalari parkidagi har birining quvvati 1,25 MW bo'lgan 627 ta shamol energoqurilmalari 400 km² maydonga o'rnatilgan bo'lib, umumiy quvvati 781,5 MW ga teng (12-rasm).

«Roscoe Wind Farm» shamol energoqurilmalari parkigacha eng katta quvvatli shamol energoqurilmalari parki «Horse Hollow Wind Energy Center» hisoblangan. AQShning Dallas shahridan 160 km uzoqlikdagi 190 km² maydonga o'rnatilgan 394 dona shamol turbinalarining umumiy quvvati 735,5 MW ni tashkil qiladi. Ulardan 1,5 MW li 291 dona turbina «General Electric» firmasi tomonidan, 2,3 MW li 103 dona turbina «Siemens» firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan.



12-rasm. Eng katta quvvatli shamol elektrostansiyasining ko'rinishi.

2.5.3. Dunyoda eng katta quvvatli offshor shamol elektrostansiyasi

2009-yilning sentabr oyida, Shimoliy dengizning Daniyadagi Yutlandiya yarimoroli qirg'oqlarida, 91 dona shamol energoqurilmalaridan tashkil topgan dunyoda eng quvvatli «Horns Rev-2» offshor shamol elektrostansiyasi ishga tushirildi [14]. «Siemens» kompaniyasi ishlab chiqargan har bir shamol energoqurilmalarining quvvati 2,3 MW ga, «Horns Rev-2» offshor shamol elektrostansiyasining umumiy quvvati esa 209,3 MW ga teng. Shamol energoqurilmalari dengiz suvi sathiga nisbatan 114,5 m balandlikka o'rnatilgan (13-rasm).

«Horns Rev-2» offshor shamol elektrostansiyasigacha dunyoda eng katta offshor shamol elektrostansiyasi qirg'oqdan 5,2 km uzoqda hamda Angliyaning Linkolnshir grafligidagi Skegness shahri yaqinida joylashgan «Lynn and Inner Dowsing» shamol energoqurilmalari parki hisoblanardi. Shamol energoqurilmalari parki «Siemens» kompaniyasi ishlab chiqargan, har biri 3,6 MW quvvatga ega bo'lgan 54 dona shamol turbinalaridan tashkil topgan. Shamol energoqurilmalari parkining umumiy quvvati 194,4 MW ga teng bo'lib, ular dengiz suvi sathidan 107 m balandlikka o'rnatilgan.

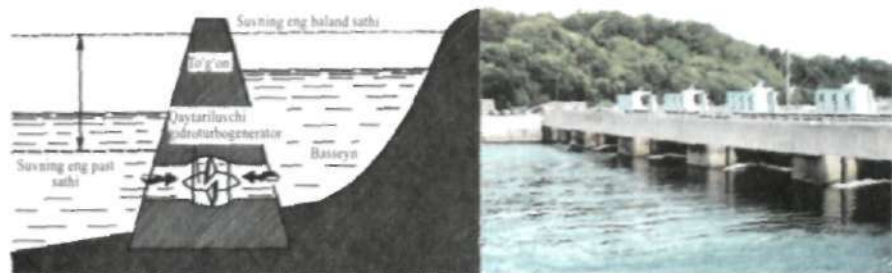
Energoqurilmalarning minorasi dengiz tubiga qoqilgan qoziq-fundamentlarga o'rnatiladi. Qoziq-fundamentlarni o'rnatish uchun maxsus kema qurilgan. Kema chayqalmasdan ishlashi uchun, dengiz tubiga tayanadigan 6 dona gidravlik tayanch bilan jihozlangan. Offshor shamol energoqurilmalari o'rnatiladigan suvning chuqurligi 30 m dan oshmaydi.



13-rasm. Eng katta quvvatli offshor shamol elektroqurilmalarini o'rnatish.

2.5.4. Dunyodagi eng katta, suv sathining ko'tarilib-tushish prinsipi asosida ishlaydigan gidroelektrostansiya

Dunyoda eng birinchi va eng katta suv sathining ko'tarilib-tushish prinsipi asosida ishlaydigan gidroelektrostansiya 1967-yilda Fransiyadagi Rans daryosining okeanga quyilish joyiga qurilgan. Bu yerda suv sathi ko'tarilib-tushishining o'rtacha miqdori 8 m ni, maksimal miqdori 12 m ni tashkil qiladi [14].



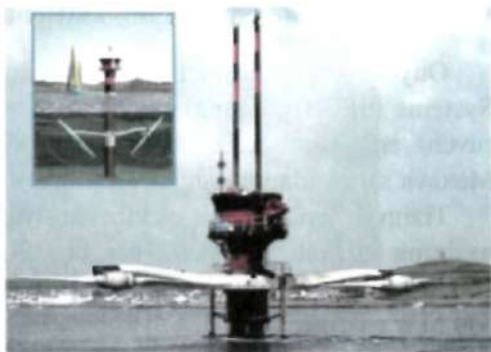
14-rasm. Suv sathining ko'tarilib-tushish prinsipi asosida ishlaydigan eng katta gidroelektrostansiya.

Gidroelektrostansiyada og'irligi 470 tonna, diametri 5,35 m li 24 dona generator o'rnatilgan bo'lib, har biri 10 MW dan, hammasi bo'lib esa 240 MW elektr energiyasi ishlab chiqaradi (14-rasm).

2.5.5. Dunyodagi eng katta sathning ko'tarilib-tushish prinsipi asosida ishlaydigan turbina

Suv sathining ko'tarilib-tushish prinsipi asosida ishlaydigan turbina ham xuddi shamol oqimi kelib uriladigan turbinalar kabi kelib urilayotgan suv oqimining kinetik energiyasini elektr energiyasiga aylantiradi. Shimoliy Irlandiya suvlari yaqiniga o'rnatilgan dunyodagi eng katta ushbu SeaGen turbinasining quvvati 1,2 MW tashkil qiladi. U diametri 20 m dan bo'lgan 2 dona turbinadan tashkil topgan [14]. Turbina parraklarini tashkil qiluvchi tizim o'z o'qi atrofida aylanishi tufayli, turbina to'lqinlarning har qanday yo'nalishiga moslashib ishlaydi. Turbinaga xizmat ko'rsatish uchun uni suvdan yuqoriga ko'tarib tushirish mumkin (15-rasm).

Bunday tizim ishlab chiqargan 1 MW o'rnatilgan quvvatning qiymati 5 mln. dollarga teng. Bu qiymat offshor shamol qurilmalarining narxidan 30% ziyodroqdir. Shunga qaramasdan 2015-yili Janubiy Koreya qirg'oqlarida, narxi 820 mln. dollarga teng 1 MW dan yuqori quvvatli suv



15-rasm. Suv sathining ko'tarilib-tushish prinsipi asosida ishlaydigan eng katta turbina.

sathining ko'tarilib-tushish prinsipi asosida ishlaydigan turbina o'rnatish rejalashtirilgan.

2.5.6. Dunyodagi eng katta to'liqlar elektrostansiyasi

Dunyodagi eng katta to'liqlar elektrostansiyasi Portugaliyaning qirg'oq bo'yida joylashgan Povua-de-Varzin shahari yaqinida 2011-yilda ishga tushirildi (16-rasm). Elektrostansiya yarmi suvga to'ldirilgan ilonga o'xshaydi. Uning uzunligi 150 m ni va kengligi 3,5 m ni tashkil qiladi. To'liqlar ularni harakatga keltirib tebratadi va tebranishlar energiyaga aylantiriladi [14, 15]. Har bir turbina 0,75 MW elektr energiyasi ishlab chiqaradi. Hozirda umumiy qiymati 13 mln. dollarga va quvvati 2,25 MW ga teng 3 dona qurilma o'rnatilgan. Keyinchalik, uning quvvati 21 MW ga oshiriladi. Umuman, bunday qurilmalarning quvvatini 1 GW ga yetkazish mumkin.



16-rasm. Dunyodagi eng katta to'liqlar elektrostansiyasi.

2.5.7. Dunyodagi eng katta quyosh elektrostansiyasi

Quyosh energiyasini o'zlashtirish tizimi – Solar Energy Generating Systems (SEGS) bugungi kunda dunyoda quyosh energiyasini o'zlashtiruvchi eng katta tizim hisoblanadi. AQShning Kaliforniya shtatidagi Moxava sahrosida joylashgan [14].

Tizim 9 dona quyosh elektrostansiyasidan iborat bo'lib, ulardan 6 donasining quvvati 180 MW (har biri 30 MW)ni; 2 donasining quvvati 160 MW (har biri 80 MW)ni va 1 donasi 14 MW ni; hammasi bo'lib 354 MW ni tashkil qiladi. Ushbu elektrostansiyalar uchun 6,5 km² da joylashgan 936 384 dona parabolik konsentrator(quyosh energiyasini yig'uvchi)lar o'rnatilgan (17-rasm).



17-rasm. Dunyodagi eng katta quyosh elektrostansiyasi.

2.5.8. Dunyodagi eng katta fotoelektrik elektrostansiyasi

Olmedilya quyosh elektrostansiyasi Ispaniyada 2008-yili ishga tushirilgan. Qurilish 15 oy davom etib, 530 mln. dollar mablag' sarflandi.

Uning quvvati 60 MW ni tashkil qiladi. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun 16 200 dona fotoelektrik panellardan foydalaniladi [14] (18-rasm).



18-rasm. Dunyodagi eng katta fotoelektrik elektrostansiya.

2.5.9. Dunyodagi eng katta geotermal elektrostansiya

The Geysers – eng katta geotermal energiya to'plangan joy AQShning Kaliforniya shtatidan 116 km uzoqlikda joylashgan. Bu yerda joylashgan 18 dona geotermal elektrostansiya 2000 MW quvvat ishlab chiqaradi (19-rasm).

Geotermal elektrostansiyalar joylashgan hudud 78 km^2 ni tashkil qiladi. Ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi Kaliforniya shtatining janubida joylashgan iste'molchilarning 60% ehtiyojini qoplaydi [14].



19-rasm. Dunyodagi eng katta geotermal elektrostansiyaning ko'rinishi.

2.5.10. Dunyodagi eng katta biomassa yoquvchi elektrostansiya

«Alholmens Kraft Ab» nomli Finlandiya kompaniyasi 550 MW issiqlik energiyasi hamda 240 MW elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi dunyodagi eng katta biomassa yoquvchi stansiyaning ishga tushirdi. Stansiya asosan yog'och qoldiqlari va torf yoqilg'ilaridan foydalanadi (20-rasm).

Stansiya 1 soatda 1000 m³ bioyoqilg'ini yoqib energiya oladi. Yoqilg'i yoqiladigan qozonning pastki (asosi) diametri 8,5 m va 40 m balandlikdagi yuqori diametri 24 m ni tashkil qiladi. Stansiyaning bioyoqilg'i bilan ta'minlash uchun 1 kunda 120 dona yuk tashish mashinalaridan foydalaniladi. Stansiya yoqilg'i sifatida toshko'mirdan ham foydalanishi mumkin [14].

Hozirgi kunda insoniyat tomonidan noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan energiya ishlab chiqaruvchi xilma-xil qurilmalar va usullar ishlab chiqilmoqda. Oddiy suv va shamol g'ildiraklaridan foydalanib energiya olishdan boshlangan ushbu yo'nalishda kvantli tezlatgichlar bilan jihozlangan turbinalaridan foydalanilmoqda [65, 66].



20-rasm. Dunyodagi eng katta biomassa yoquvchi stansiyaning ko'rinishi.

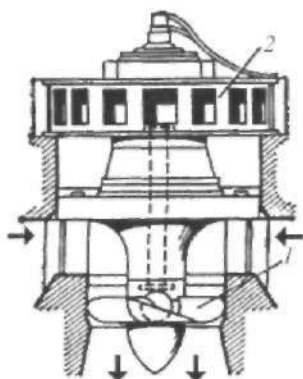
3-bob. GIDROENERGETIKANING RIVOJLANISH TARIXI

3.1. Hidroenergetikaning rivojlanishi. O'zbekistonda gidroenergetikaning rivojlanish tarixi

Balanddan tushib suv g'ildiragini aylanti-rayotgan suv energiyasidan qadim zamonlardan tegirmon toshlarini aylantirishda va boshqa maqsadlarda foydalanilgan. Birinchi marta 1882-yilda GESlarda suv energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanilgan. Gidroenergetik qurilmaning ishlash tarzi juda sodd. Yuqoridan tushayotgan suvning kinetik energiyasi elektrogeneratorga ulangan turbina valini aylantirishda foydalaniladi (21-rasm).

GES «tekin yog'ilg'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 va dengizlar orqali yana dunyo okeaniga qaytib ketadi.

Birinchi gidrokuch qurilmalaridan IX 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 dan 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



21-rasm. Gidroagregat:

1 – gidroturbina;

2 – gidrogenerator.

koefitsiyenti juda kichik bo'lgan. Eng asosiysi, ulardan foydalanadigan korxonalar suv manbalari qirg'oqlariga qurilgan va manbadagi suvning sathi hamda sarfiga bog'liq bo'lgan.

XIX asr boshlarida esa suv manbalari qirg'og'iga o'rnatilgan gidrokuch qurilmalari o'rniga bug' mashinalari qo'llanila boshladi. Bug' mashinalarini harakatga keltirish uchun ham yoqilg'i manbasi zarur edi. Yoqilg'i manbasi bo'lmagan joylarda ularni qo'llashning imkoni yo'q edi, chunki u vaqtda transport vositalari juda kuchsiz edi. Bundan tashqari, bug' mashinalarini ekspluatatsiya qilish gidrokuch qurilmalarini ekspluatatsiya qilishga nisbatan qimmatroq edi. Ammo bug' mashinalarini xohlagan joyda o'rnatish imkoni borligi tufayli, ular gidrokuch qurilmalari – suv g'ildiraklarini siqib chiqardi.

Taniqli olimlardan D. Bernulli, Y. Segner va L. Eylerlar yangi turdagi suv g'ildiraklarining nazariyasini ishlab chiqdilar. Shundan so'ng olimlar tomonidan yangi turdagi gidrokuch qurilmalarining juda ko'p konstruksiyalari ishlab chiqildi va ular gidravlik turbinalar deb atala boshladi. Gidravlik turbinalar gidrokuch qurilmalari – suv g'ildiraklariga nisbatan ixchamligi va quvvatliroqligi bilan ajralib turardi.

Birinchi reaktiv gidravlik turbina 1837-yili rus gidrotexnigi I.E. Safonov tomonidan tayyorlandi. Uning FIK 53% ga, keyinchalik qurilgan ushbu turdagi turbinaning FIK 70% ga yetkazildi. 1881-yili Pelton aktiv (cho'michli) turbinaning konstruksiyasini ishlab chiqdi. Ammo bu turbinalar ham o'zlari hosil qilgan mexanik energiyani iste'molchilarga uzatar edi. Hali gidravlik energiyani mexanik energiyaga, so'ngra elektr energiyasiga aylantirib iste'molchiga uzatish ishlab chiqilgan emas edi.

1887-yili F.A. Pirotskiy birinchi marta gidroelektrostansiyalar to'g'risidagi g'oyasini e'lon qildi. Ammo hali o'zgaruvchan elektr toki ishlab chiqish va uni uzoq masofalarga uzatish yo'lga qo'yilmagan edi.

1888-yili rus muhandisi M.O. Dolivo-Dobrovolskiy uch fazali tok tizimini yaratdi. 1891-yili esa u Germaniyadagi Nekkar daryosiga gidrokuch qurilmasini o'rnatib, 300 ot kuchiga teng quvvatni 175 km ga uzatishga muvaffaq bo'ldi. 1891-yilda Peterburgda, Neva daryosining irmog'i Oxta daryosidagi GESga 120 va 175 kW quvvatli generatorlar o'rnatildi. Shunday qilib, butun dunyoda suv oqimining gidravlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi gidroturbinalarga ulangan gidrogeneratorlar orqali uzoq masofalarga uzatish mumkin bo'lgan uch fazali elektr toki ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi.

Mamlakatimiz hududida bundan 3000 yillar avval ham, suv energiyasidan tegirmon toshlarini aylantiruvchi suv g'ildiraklarini harakatga keltirishda, charxpalak shaklidagi suv g'ildiraklari bilan yuqoriga suv ko'tarishda foydalanib kelingan. Suv manbalariga elektr stansiyalari – GESlar qurib elektr energiyasi ishlab chiqarish 1926-yildan boshlangan. Yurtimizda gidroenergetikaning rivojlanishini 7 bosqichga bo'lish mumkin.

Birinchi bosqich (1923–1941-yillar). O'zbek Osiyoda birinchi bo'lib Toshkent shahridan o'tadigan Bo'zsuv kanaliga 4 000 kW·soat quvvatga ega bo'lgan Bo'zsuv GESi qurilishi boshlandi. Bo'zsuv GESi 1926-yili 1-mayda ishga tushirildi. 1930-yilda Bo'zsuv kanalida 13 000 kW·soat quvvatli Qodiriya GESining qurilishi boshlandi va 1933-yili ishga tushirildi.

Bu bosqichda O'rta Osiyo, xususan, O'zbekistondagi suv yo'llariga GESlar qurish mumkinligi asoslandi hamda Farg'ona va Marg'ilon shaharlarini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun Isfayram soyga quriladigan Isfayram GESi, Samarqand shahrini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun Darg'om kanaliga quriladigan Xishrau GESining loyihalari ishlab chiqildi [16].

Chirchiq daryosida quriladigan Tovoqsoy va Komsomol GESlari uchun loyiha-qidiruv ishlari amalga oshirildi. 1932-yildan Chirchiq daryosiga quriladigan GESlar kaskadi qurilishi boshlandi.

O'rta Osiyo suv yo'llariga quriladigan GESlarni loyiha-qidiruv va loyiha ishlarini amalga oshirish uchun 1930-yilda «Sredazgidroproekt» instituti tashkil qilindi. Ushbu institut Bo'zsuv kanalida 1933-yilda qurilishi boshlangan va 1936-yilda ishga tushirilgan 8 000 kW·soat quvvatli Bo'rjar GESi hamda 15 000 kW·soat quvvatli Oqtepa GESi uchun ishchi chizmalarni tayyorladi. O'nlab kichik qishloq GESlari loyihalandi va qurildi.

Birinchi bosqichda O'rta Osiyo bo'yicha 120 000 kW·soat quvvatga ega bo'lgan 9 dona GESlar qurilishi boshlanib, 76 500 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 7 dona GES ishga tushirildi.

Ikkinchi bosqich (1941–1950-yillar). Ushbu bosqich O'rta Osiyo energetikasi, xususan, O'zbekiston energetikasi uchun ham eng mas'uliyatli davrlardan biri bo'ldi. Chunki ikkinchi jahon urushi boshlanishi bilan juda ko'p mudofaa korxonalari O'zbekistonga ko'chirib keltirildi. Ularni juda qisqa vaqt ichida ishga tushirib, front uchun qurol-aslaha ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish zarur edi. Mudofaa korxonalarini ishga

tushirish uchun esa katta miqdorda energiya talab qilinardi. Shuning uchun O'zbekistonda juda qisqa vaqt ichida Chirchiq-Bo'zsuv suv yo'lida va boshqa suv yo'llarida ko'plab GESlar loyiha qilindi va qurildi.

Bir yil (1943–1944-yil, 15 oy) da Solor GESi va (1942–1943 yillarda) 3-Oqqovoq GESi qurilib ishga tushirildi. Urush ketayotgan bir vaqtda shu davr uchun eng katta hisoblangan 126 000 kW·soat quvvatli Farhod GESi qurilishi boshlandi. 1943-yili xalq hashari yo'li bilan boshlangan qurilish 1949-yili tugatildi.

Bu davrda loyihachilar va quruvchilar texnik hamda ishlab chiqarish masalalarini hal qilishda juda katta bilimdonlik va jonbozlik ko'rsatdilar. Natijada iqtisodiy arzon va noyob yechimli gidrotexnik inshootlar, qurilish-montaj ishlari amalga oshirildi. Masalan, yangi, minorali suv tashlagichlarni, arzon turdagi suv energiyasini so'ndiruvchilarni, armatura-g'ishtli va yig'ma temir-beton konstruksiyalarni, tuproq to'g'onlar qurishdagi «ho'l usulni», opalubkasiz betonlashni, energetik jihozlarni bir-biriga montaj qilish(ulash)ni va boshqalarni ko'rsatish mumkin.

1948-yili O'zbekiston energetiklari eng ulkan yutuqni qo'lga kiritdilar. Farhod GESining birinchi agregati ishga tushirildi, natijada Mirzacho'l va Dalvarzin cho'llaridagi 500 000 gektar yerni Sirdaryo suvi bilan sug'orish imkoni tug'ildi. Hammasi bo'lib bu bosqichda 296 000 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 26 dona GESlarning qurilishi boshlanib, ulardan 285 000 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 21 dona GES qurilib ishga tushirildi.

Uchinchi bosqich (1951–1960-yillar). Bu bosqichning oxiriga kelib, tekislikda joylashgan daryolarning deyarli hammasiga qurilishi mumkin bo'lgan GESlar qurib bo'lindi.

O'zbekistonda Shayxontoxur, 3–4–6 – Quyi Bo'zsuv, 7 – Shahrixon, 1–3–Namangan, Xishrau, Yerteshar GESlari qurib ishga tushirildi. Bu bosqichda avvalgi bosqichlardagidek kichik va o'rtacha GESlar emas, balki daryo o'zanlariga katta va ulkan GESlar qurilishi boshlab yuborildi.

Sirdaryo suvidan foydalanishni tartibga solish uchun uning o'zanida Qayroqqum suv ombori va GESi (1951-yili qurilish boshlanib, 1957-yili tugagan) hamda Chordara suv ombori va GESi (1959-yili qurilish boshlanib, 1966-yili tugagan) qurilib ishga tushirildi. O'rta Osiyoda eng katta GESlardan biri hisoblangan 180 000 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 1-Uchqo'rg'on GESi (1956-yili qurilish boshlanib, 1964-yili tugagan) ishga tushirilgan.

Ushbu bosqichda hammasi bo'lib 842 000 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 20 dona GESning qurilishi boshlanib, 888 000 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 23 dona GES qurilib ishga tushirilgan.

To'rtinchi bosqich (1961–1970-yillar). To'rtinchi bosqichda O'rta Osiyodagi gidroenergetik qurilishlar dunyo amaliyotida misli ko'rilmagan natijalarga yerishdi. Baland to'g'onli GESlar qurilishi boshlandi. Amudaryoning Vaxsh irmog'iga dunyoda eng baland – 300 m li, tuproq to'g'onli, quvvati 2 700 000 kW·soatga teng Nurek GESi, Sirdaryoning asosiy irmog'i – Norin daryosiga to'g'onining balandligi 215 m bo'lgan, 1 200 000 kW·soat quvvatga teng Toxtag'ul GESi hamda Chirchiq daryosiga to'g'onining balandligi 168 m bo'lgan 600 000 kW·soat quvvatga teng Chorvoq GESi qurilishi boshlab yuborildi.

Baland to'g'onli GESlarning qurilishi ulkan gidrotexnik inshootlarni loyihalash va qurishni, tonnellar qurilishi ishlarini sifatli baja-rishga olib keldi. Murakkab geologik sharoitdan o'tgan tonnellarini hamda ulkan gidrotexnik inshootlarni loyihalash va qurish, eng baland to'g'onlarning qurilishi bu bosqichni sifat jihatidan ajralib turganini ko'rsatib turibdi.

Hammasi bo'lib bu bosqichda umumiy quvvati 4 558 000 kW·soat quvvatga ega bo'lgan 8 dona GES qurilishi boshlanib, ularning barchasi qurib bo'lindi va ular ishlab chiqaradigan elektr energiyasi miqdori 5 560 000 kW·soatga yetkazildi.

Beshinchi bosqich (1971–1980-yillar). Bu bosqich O'rta Osiyo-ning ulkan gidrouzellarida hali to'liq qurib bitkazilmagan to'g'onlardagi birinchi agregatlarni past bosimlarda ishga tushirishni nishonlashdan boshlandi. 1971-yilning boshida Chorvoq GESi, 1972-yilning oxirida Nurek GESi va 1975-yilning boshida Toxtag'ul GESlarining birinchi agregatlari ishga tushirildi. 1972-yilning iyul oyida Chorvoq GESining 600 000 kW·soat quvvatga teng to'rtala agregati ham ishga tushirildi.

1973-yilning may oyida Nurek GESining 300 000 kW·soat quvvatli uch dona agregatiga vaqtinchalik ish g'ildiraklari o'rnatilib, past bosimlarda ishga tushirildi. 1976-yilning oxirida 300 000 kW·soat quvvatli bir dona agregati hisob sxemasi bo'yicha ishga tushirildi, 1979-yilda esa Nurek GESi to'liq quvvat bilan ishlay boshladi.

1979-yili Toxtag'ul GESining umumiy quvvati 1 200 000 kW·soat bo'lgan to'rtala agregati ham ishga tushirildi. 1976-yilda Norin daryosida 800 000 kW·soat quvvat olinishi rejalashtirilgan Kurupsoy GESining qurilishi boshlab yuborildi.

1976-yilning oktabr oyida O'rta Osiyoda eng katta quvvatli Rog'un GESini qurishga tayyorgarlik ishlari boshlab yuborildi. Vaxsh daryosiga quriladigan, umumiy quvvati 3 600 000 kW·soatga mo'ljallangan GES to'g'onining balandligi 335 m bo'lib, mahalliy qurilish materiallaridan barpo qilish rejalashtirilgan edi.

Hozirgi kunda Rog'un GESi suv ombori quriladigan stvorda tuzli qatlamlar borligi va suv ombori kuchli zilzilalar ro'y beradigan hududda joylashganligi sababli, mamlakatimiz mutaxassislari ushbu GESni qurish maqsadga muvofiq emasligini isbotlashdi. Yuqorida keltirilgan yoki boshqa sabablarga ko'ra falokat ro'y bergan taqdirda ushbu gidrografik zonada joylashgan Turkmaniston, Tojikiston va O'zbekiston mamlakatlariga juda katta zarar yetkaziladi [17].

1976-yilda Chirchiq daryosiga qurilgan Xo'jakent GESining quvvati 55 000 kW·soatdan bo'lgan uch dona agregati ishga tushirildi va 120 000 kW·soat quvvatli G'azalkent GESining qurilishi boshlab yuborildi. Shu yili Oqbo'ra daryosida balandligi 120 m, hajmi uncha katta bo'lmagan Papan suv ombori qurilishi ham boshlab yuborildi. Amudaryodagi Tuyamo'yin gidrouzelidagi 150 000 kW·soat quvvatli GESning qurilishi davom ettirildi.

Bu bosqichda hammasi bo'lib umumiy quvvati 4 835 000 kW·soat quvvatli 5 dona yangi GESning qurilishi boshlanib, ulardan 3 175 000 kW·soat quvvatli 4 dona GES qurilib ishga tushirildi.

Oltinchi bosqich (1980–1991-yillar). Ushbu bosqichda qurilayotgan GESlardagi ishlar tugatilib, ular ishga tushirildi. Asosan, ekspluatatsiya qilinayotgan GESlarning uzluksiz ishlashini ta'minlash uchun ta'mirlash va rekonstruksiya qilish ishlari bajarilib turdi.

Yettinchi bosqich (1991-yildan hozirgi kungacha). Mamlakatimiz mustaqillika erishgandan so'ng, xalq xo'jaligini energiyaga bo'lgan talabini qondirish hamda ekologik toza energiya ishlab chiqarish uchun, irrigatsiya tarmoqlaridagi suv obyektlariga kichik va o'rta GESlar qurish rejalashtirildi. Ushbu bosqich bo'yicha hozirgi kunda irrigatsiya tarmoqlari – magistral, xo'jaliklararo va ichki xo'jalik tarmoqlaridagi kanallar, kollektor-zovur tizimlari, suv omborlari, sel-suv omborlari, soylar, buloqlar va boshqalarga kichik va o'rta GESlarni qurish uchun loyiha-qidiruv, loyiha, qurish, ta'mirlash, rekonstruksiya qilish ishlari davom ettirilmoqda [57].

3.2. O'zbekiston Respublikasida gidroenergetikaning hozirgi holati va kelajakdagi rivojlanish istiqboli

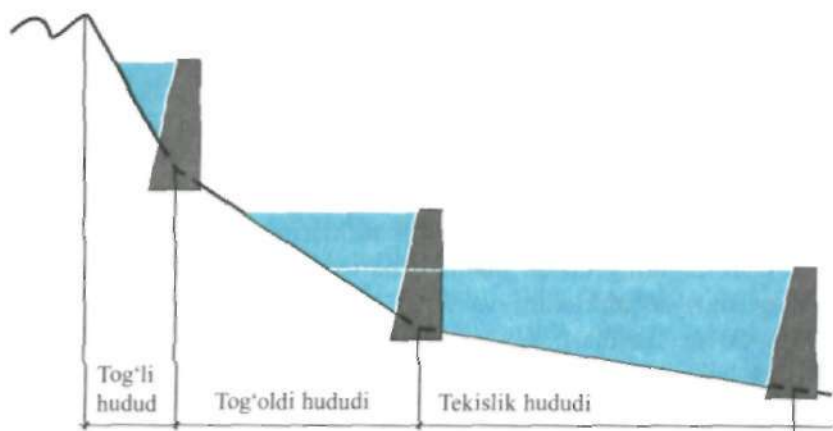
Ma'lumki, o'tgan asrning 20-yillaridan boshlab dunyoda kichik elektrostansiyalar qurib ulardan foydalanish avj olib ketdi. Keyinchalik (1960-yillardan boshlab) katta daryolarda yirik suv omborli GESlar qurila boshladi. Atom va yirik issiqlik hamda GESlarning qurilishi natijasida esa kichik GESlarni qurish va ulardan foydalanish to'xtatib qo'yildi.

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'ilardan foydalanish atrof-muhitning global ifloslanishiga olib kelmoqda va natijada insoniyat hayotiga jiddiy xavf solmoqda. Shuning uchun hozirgi kun energetikasining dolzarb masalalaridan biri ekologik toza, qayta tiklanadigan noana'naviy energiya manbalaridan foydalanishdir.

Mamlakatimiz hududi asosan tog' oldi va tekislik rayonlarida joylashgan. Shuning uchun bu hududlarda katta GESlar qurishning imkoni yo'q. Chunki katta GESlarning doimiy ishlashi uchun daryolarga to'g'onlar qurish hamda hosil bo'lgan suv omborlarida juda katta suv hajmini yig'ish zarur. Natijada juda katta hududlar suv ostida qolib ketadi. 22-rasmda daryo hududlarining bo'linishi va ularga (GESlar uchun) qurilgan suv omborlari hisob sathlarining yoyilish uzunliklari ko'rsatilgan. Shuning uchun mamlakatimizda asosan meliorativ tarmoqlar (magistral, xo'jaliklararo va ichki xo'jalik tarmoqlaridagi kanallar, kollektor-zovur tizimlari, suv omborlari, sel-suv omborlari, soylar, bu-loqlar va boshqalar)ga irrigatsiya rejimida ishlaydigan kichik va o'rta GESlar qurib ekspluatatsiya qilinmoqda.

Respublikamiz rivojlangan agrar mamlakat bo'lganligi va u arid zonasida joylashganligi sababli, qishloq xo'jalik ekinlaridan sun'iy sug'orish orqali hosil olinadi. Sug'orish suvlarini yetkazib berish uchun mamlakatimiz irrigatsiya tizimlarida uzunligi 28,6 ming km bo'lgan 75 dona yirik magistral va xo'jaliklararo kanallar va ulardagi 207 dona ulkan gidrotexnik inshootlar, 172,2 ming km uzunlikdagi ichki sug'orish tarmoqlari, hajmi 20,0 mlrd. m³ ga yaqin bo'lgan 56 dona suv ombori va 25 dona sel-suv ombori ekspluatatsiya qilinadi. Bundan tashqari, tog' va tog' oldi hududlarida, baland sharsharali yuzlab soy va bu-loqlar mavjud.

1990–1992-yillarda sobiq Melioratsiya va suv xo'jaligi vazirligining topshirig'iga asosan «Suvloyiha» instituti «2010-yilgacha O'zbekiston Melioratsiya va suv xo'jaligi vazirligi tizimida kichik GESlarni rivojlantirish sxemasi»ni ishlab chiqdi [18]. Ishlab chiqilgan sxemaga asosan yuqorida keltirilgan irrigatsiya tizimlarida 143 dona kichik GES qurib, yiliga 3,96–4,5 mlrd. kW·soat elektr energiyasi ishlab chiqarish rejalashtirilgan edi. Ushbu har bir irrigatsiya tizimidagi energetik nuqtalar aniqlanib, shu nuqtalarning rejada gidravlik va energetik xarakteristikalari ko'rsatib berildi. Bu reja O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 1995-yil 28-dekabrda 476-sonli «O'zbekiston Respublikasida kichik gidroenergetikani rivojlantirish to'g'ridagi qarori» bilan mustahkamlandi. Yuqoridagi qarorni amalga oshirish uchun O'zbekiston Respublikasi Qishloq va suv xo'jaligi vazirligi qoshida «O'zsuvenergo» ixtisoslashtirilgan birlashmasi tashkil qilindi.



22-rasm. Daryo hududlari va ularga qurilgan suv ombori natijasida suv sathining yoyilish chegaralari.

3.3. Irrigatsiya tarmoqlaridagi kichik va o'rta GESlar

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'ilardan foydalanish atrof-muhitning global ifloslanishiga olib kelmoqda va natijada insoniyat hayotiga jiddiy xavf solmoqda. Shuning uchun hozirgi

kun energetikasining dolzarb masalalaridan biri ekologik toza, qayta tiklanadigan noana'naviy energiya manbalaridan foydalanishdir.

Bugungi kunda respublikamizda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining 85% i organik yoqilg'ilardan foydalanadigan issiqlik elektrostansiyalarida ishlab chiqariladi. Atigi 14,5% elektr energiyasi gidroelektrostansiya (GES)lar yordamida ishlab chiqariladi.

Katta miqdordagi qayta tiklanuvchi, ya'ni bir necha bor foydalanish imkoni bo'lgan energiya manbalariga ega bo'lgan mamlakatimizda kichik gidroenergetika muhim o'rinni egallaydi. O'zbekiston Respublikasining gidroenergetik resurslari quyidagicha baholanadi [18].

1. Yillik umumiy (yoki nazariy) giroenergetik potensial – 88,5 mlrd. kW·soat, shundan:

- katta daryolar – 81,1 mlrd. kW·soatni;
- o'rtacha daryolar – 3,0 mlrd. kW·soatni;
- kichik daryolar – 4,4 mlrd. kW·soatni tashkil qiladi.

2. Energiya hosil qiluvchi suv oqimi o'z yo'lida juda ko'p qarshiliklarga duch keladi va isrof bo'ladi. Isrof bo'lgan energiyadan qolgan energiya – texnik gidroenergetik potensial, 27,4 mlrd. kW·soatga teng bo'lib, shundan:

- katta daryolar – 24,6 mlrd. kW·soatni;
- o'rtacha daryolar – 1,5 mlrd. kW·soatni;
- kichik daryolar – 2,3 mlrd. kW·soatni tashkil qiladi.

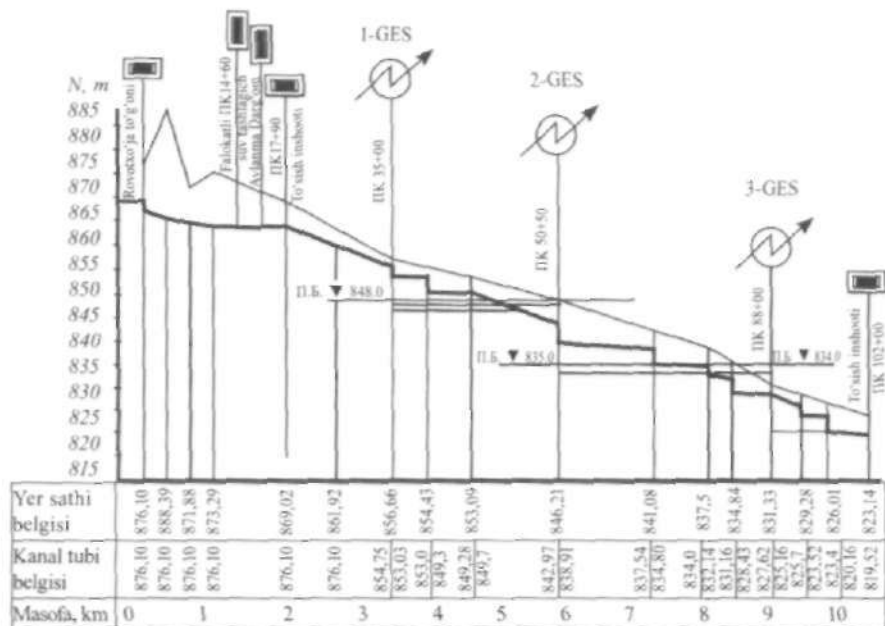
3. GES jihozlaridan o'tayotgan suv oqimi juda ko'p qarshiliklarni yengib o'tadi. Barcha qarshiliklardan so'ng qolgan sof iqtisodiy samarador gidroenergetik potentsiali 16,6 mlrd. kW·soatni tashkil qiladi.

Ishlab chiqilgan, «2010 yilgacha O'zbekiston Melioratsiya va suv xo'jaligi vazirligi tizimida kichik GESlarni rivojlantirish sxemasi»da har bir irrigatsiya tizimidagi energetik nuqtalar aniqlanib, shu nuqtalarning gidravlik va energetik xarakteristikalarini ko'rsatib berildi.

23-rasmda Yangi Darg'om kanalining bo'ylama kesimi va undagi energetik nuqtalar ko'rsatilgan, 5-jadvalda esa shu nuqtalarning gidravlik va energetik xarakteristikalarini keltirilgan [18].

Hozirgi kunda quyidagi kichik GESlar ishga tushirilgan:

- Surxondaryo viloyati To'palang suv omboridagi GESning 1-navbati;
- Toshkent viloyati Ohangaron suv omboridagi GES;
- Qashqadaryo viloyati Hisorak suv omboridagi GES;
- Samarqand viloyati Darg'om kanalidagi kichik Gulba GESi;



23-rasm. Yangi-Darg'om kanalining energetik nuqtalar ko'rsatilgan bo'ylama kesimi.

- Andijon viloyati Andijon suv omboridagi 2-GES;
- Xorazm viloyatidagi Tuyamo'yin GESi;
- Farg'ona viloyati Ko'ksuv kichik daryosidagi kichik Shohimardon GESi;
- Toshkent viloyatidagi Yertoshsoy GESi.

5-jadval

Yangi Darg'om kanalining asosiy energetik va gidravlik xarakteristikallari

T.r.	GESlarning nomi	Hisob bosimi, m	Hisob suv sarfi, m ³ /s	Quvvat, MW		O'rtacha ko'p yillik elektr energiyasi ishlab chiqarish, MW	Agre-gatlar soni, dona
				kafo-latlan-gan	o'rna-tilgan		
1	35+00-piket-dagi 1- GES	11,0	56	0	5,1	23,4	2
2	58+50-piket-dagi 2- GES	11,5	56	0	5,3	23,4	2
3	88+00-piket-dagi 3- GES	11,0	56	0	5,1	23,4	2

Bundan tashqari, qurish uchun quyidagi kichik gidroenergetik obyektlarning loyiha hujjatlari ishlab chiqilgan:

- Andijon viloyatidagi Shahrixon 0-GESi;
- Andijon viloyatidagi Shahrixon 1-GESi;
- Toshkent viloyati Chirchiq-Boʻzsuv energetik kaskadidagi Pioneer GESi;
- Samarqand viloyati Dargʻom kanalidagi ShaudarGESi;
- Samarqand viloyatidagi Bogʻishamol 2-GESi;
- Fargʻona viloyatidagi Karkidon GESi.

Hozirgi kunda Oʻzbekiston hududidagi kichik, oʻrtacha va katta daryolarda hamda irrigatsiya tizimlarida konservatsiya qilingan, ekspluatatsiya qilinayotgan, qurilayotgan, loyihalaniyalotgan, loyiha-qidiruv ishlari olib borilayotgan GESlar soni 204 donani tashkil qiladi. Shundan: ekspluatatsiya qilinayotgan GESlar 34 («Uzbekenergo» DAK ga qarashli 30, Oʻzbekiston Qishloq va suv xoʻjaligi vazirligi qoshidagi «Suvenergo» birlashmasiga qarashli 4) donani; konservatsiya qilingan GESlar 11 donani; qurilishi moʻljallanib, loyiha-qidiruv va loyiha ishlari bajarilayotgan GESlar soni 45 donani; qurilishi mumkin boʻlgan GESlar daryolarda 12 donani, suv omborlarida 23 donani va magistral kanallarda 79 donani tashkil qiladi.

Hukumatimiz tomonidan irrigatsiya tizimlaridagi kichik energetikani rivojlantirish boʻyicha olib borilayotgan ishlar – kelajakda ekologik toza energiya ishlab chiqarishning koʻpayishiga, atrof-muhitning sof saqlanishiga, asosiy energetik tizimdan uzoqda joylashgan qishloqlarni elektr energiyasi bilan ishonchli taʼminlanishiga, qishloq xoʻjaligida ishlab chiqarish jarayonlarini arzon elektr energiyasi bilan taʼminlanishiga va xalqimizning yanada farovon turmush kechirishini taʼminlashga imkon yaratib beradi.

3.4. Mikrogidroenergetika

Balanddan tushayotgan togʻli hududlardagi kichik soylar, buloqlar energiyasidan foydalanib, asosiy energetik tarmoqlardan uzoqda joylashgan togʻli hududlardagi aholini elektr energiyasi bilan taʼminlash mumkin. Kichik suv manbalariga odatda kichik quvvatli mikroturbinalar oʻrnatiladi (24-rasm).

Ishlash prinsipi boʻyicha mikro-GES turbinalarini ikki turga, oqimning kinetik va potensial energiyasidan foydalanuvchilarga boʻlish mumkin: [59].



24-rasm. Mikro-GESlarning turlari va ulardan foydalanish.

Quvvati bo'yicha. Birlashgan Millatlar Tashkilotining klassifikatsiyasi bo'yicha 10–15 MW gacha quvvatga ega bo'lgan GESlar kichik GESlar tarkibiga kiradi:

- mikro GESlarga – 100 kW gacha;
- mini GESlarga – 100–1 000 kW gacha;
- kichik GESlarga – 1 000–10 000 kW gacha.

Mamlakatimizda qabul qilingan klassifikatsiya bo'yicha 100 kW dan 30 000 kW gacha bo'lgan hamda ish g'ildiragi diametri 3,0 m gacha va bir gidroagregatning quvvati 10 000 kW gacha bo'lganlar kichik GESlar tarkibiga kiritilgan.

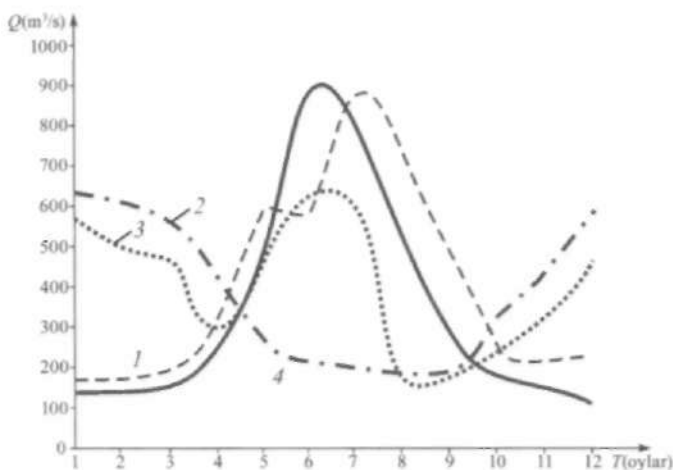
3.5. Energetik va irrigatsiya rejimida ishlovchi GESlar

Irrigatsiya tizimiga qurilib ekspluatatsiya qilinayotgan kichik GESlar **irrigatsiya rejimida**, ya'ni faqatgina ekinlarning vegetatsiya-sug'orish davrida (3 oy, 6 oy, 9 oy va hokazo) ishlaydi (masalan, Chirchiq-Bo'zsuv irrigatsiya tizimidagi 22 dona GESlar kaskadi). Chirchiq-Bo'zsuv energetik kaskadi 25-rasmda ko'rsatilgan. Irrigatsiya rejimida ishlaydigan GESlar to'xtovsiz energetik rejimda ishlaydigan GESlardan keskin farq qiladi. **Energetik rejimda** to'xtovsiz ishlaydigan GESlar yillik va ko'p yillik suv bilan ta'minlovchi, tog' va tog'oldi daryolariga quriladigan suv omborli to'g'onlarga o'rnatiladi (Masalan, Qirg'izstondagi To'xtag'ul, Tojikistondagi Rog'un GESlari va boshqalar).



25-rasm. Chirchiq-Bo'zsuv GESlar kaskadi.

To'xtovsiz energetik rejimda ishlaydigan GESlar irrigatsiya rejimida – ekinlarning vegetatsiya davriga bog'liq holda ishlaydigan GESlardan keskin farq qiladi. 26-rasmda har xil rejimda ishlayotgan suv ombori ko'rsatilgan.



26-rasm. Har xil rejimda ishlayotgan suv omborining suv sarflari:

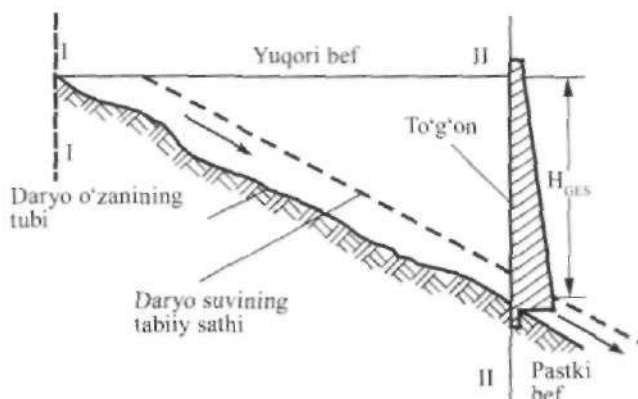
1 – irrigatsion; 2 – energetik; 3 – birgalikda (irrigatsion-energetik); 4 – suv omboriga o'rtacha ko'p yillik suvning oqib kelishi.

3.6. GES va GAESlar, ularning turlari va ishlash prinsipi

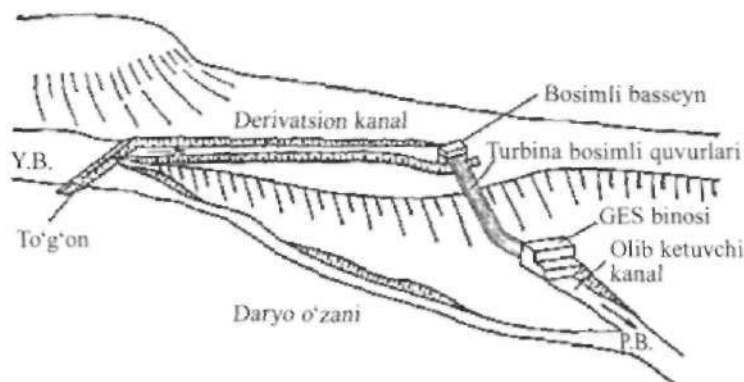
Suv oqimining gidravlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi gidrotexnik inshootlar va gidroenergetik jihozlar yig'indisi **gidroelektrostansiya (GES)** deyiladi [19, 29].

Ma'lum balandlikda joylashgan tabiiy va sun'iy yig'ilgan suvdan elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi, ham turbina, ham nasos joylashtirilgan energetik obyekt, **suvni yig'uvchi (gidroakkumulatsiyalovchi) gidroelektrostansiya (GAES)** deyiladi [19, 29].

Bosimni bir joyga to'plashning ikki xil usuli mavjud: **to'g'onli** (27-rasm) va **derivatsiyali** (28-rasm). Bosim ostidagi suv energiyasini elektr energiyasiga aylantirish gidravlik turbinalar yordamida amalga oshiriladi. Turbinanig asosiy qismlaridan biri – ish g'ildiragidir. Yuqori bef (Y.B.)dan bosim quvurlari orqali tushayotgan suv ish g'ildiragi parraklariga urilib uni aylantiradi. Ish g'ildiragi o'qiga ulangan generatorning aylanishi natijasida elektr energiyasi ishlab chiqariladi.



27-rasm. Bosimni bir joyga to'plashning to'g'onli usuli.



28-rasm. Bosimni bir joyga to'plashning derivatsion usuli.

To'g'onli sxemada daryo o'zani to'g'on bilan bekitiladi va suv sathi yuqoriga ko'tariladi hamda yuqori (Y.B.) va pastki bef (P.B.) suv sathlari farqi miqdorida bosim hosil qilinadi.

Katta nishabli tog' daryolarida bosim derivatsiya kanali yordamida hosil qilinadi. Daryo o'zani uncha baland bo'lmagan to'g'on bilan bekitiladi va suv derivatsiya kanali hamda uning oxiridagi bosimli basseynga joylashgan bosim quvurlari yordamida turbinalarga uzatiladi.

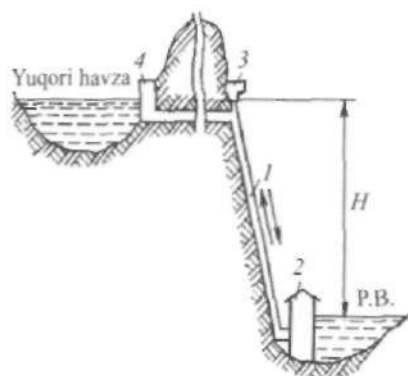
GAESlarda pastki basseyn (yoki bef) vazifasini suv ombori yoki daryo, yuqori basseyn (yoki bef) vazifasini tabiiy ko'llar yoki maxsus qurilgan suv omborlari bajaradi (29-rasm).

Birinchi ishlab chiqilgan sxemalarda GAESlarga ikkita alohida mashinalar: gidroturbina va gidrogenerator hamda nasos va elektrodvigatellar o'rnatilgan. Shuning uchun ular to'rt mashinali GAESlar deb atalgan.

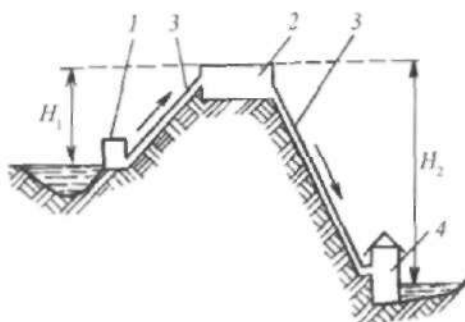
Ma'lumki, sinxron elektr mashinasidan ham elektrodvigatel, ham generator sifatida foydalanish mumkinligi sababli, GAESlarda uch mashinali sxemalar qo'llanila boshladi.

Ham nasos, ham turbina rejimida ishlaydigan qaytariluvchan mashinalarning paydo bo'lishi GAESlarda ikki mashinali sxemalardan foydalanishga sharoit yaratib berdi.

GAES quyidagi rejimda ishlaydi. Energiya yuklanishi juda pasayib ketgan kechki vaqtlarda GES binosidan yuqorida joylashgan manba (suv ombori yoki tabiiy chuqurlik)ni suvga to'ldirish uchun GAESning nasos qurilmalari ishga tushiriladi. Energiya iste'mol qilish ko'payib ketgan vaqtlari yuqoriga ko'tarilgan suv, bosim quvurlari orqali turbinalarga uzatiladi va qo'shimcha elektr energiyasi ishlab chiqariladi. GAESlarning xilma-xil sxemalari mavjud. 30-rasmda suv bo'luvchi tepalikka o'rnatilgan hovuzga nasoslar yordamida ko'tarib berilgan suvda ishlaydigan GAES sxemasi keltirilgan.



29-rasm. GAESning sxemasi:
1 – bosimli quvur; 2 – GES binosi;
3 – tenglashtiruvchi idish;
4 – suv qabul qiluvchi.



30-rasm. Suv bo'luvchi tepalikka o'rnatilgan hovuz suvi bilan ishlaydigan GAES sxemasi:
1 – nasos qurilmasi; 2 – suv bo'luvchi tepalikdagi hovuz; 3 – hovuzga va turbinaga suv uzatuvchi bosimli quvurlar; 4 – GES binosi.

4-bob. GIDROENERGETIKA ASOSLARI

Gidroenergetika – umumiy energetikaning tarmoqlaridan biri bo'lib, suv energiyasi va undan energiya olish usullarini o'rganuvchi texnika fandidir. Gidroenergetika ham xuddi issiqlik, atom energetikasi kabi energetikaning bir tarmog'i hisoblanadi. Gidroenergetika faqatgina yer usti suv manbalariga qurilgan gidrotexnik inshootlar yordamida energiya ishlab chiqarishni o'rganmasdan, balki suv bilan bog'liq barcha energiya ishlab chiqarish turlarini o'rganadi. Masalan, suv sathini ko'tarilib-tushish energiyasi, dengiz va okeanlarda hosil bo'ladigan va qirg'oqqa kelib uriladigan to'lqinlar energiyasi, geotermal suvlar energiyasi va hokazolar.

Gidroenergetika fan sifatida energiya olish va undan foydalanish usullarini o'z tarkibiga oladi. Gidroenergiya olish usullari ma'lum suv manbayidan foydalanish sxemasiga, ya'ni gidrologik, gidrotexnik va energoiqtisodiy asoslanishiga bog'liqdir.

4.1. Suv va suv resurslari

Insoniyat hayotini suvsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. «Suvni hayot uchun zarur narsa deyish gunoh, suv hayotning o'zidir» deyilgan muqaddas hadislarda. Suv tabiatda eng ko'p tarqalgan va eng harakatchan tabiiy resursdir. Suvning juda ko'p anomal fizik va kimyoviy xususiyatlari mavjud. Masalan, suvning «tirik suv», og'ir va juda og'ir turlari mavjud. Ba'zibir olimlarning fikriga ko'ra, tabiatda suvning 42 turi hosil bo'lishi mumkin va ulardan 9 turi o'zgarmas xususiyatlarga ega ekan.

Suv resurslari tarkibiga daryo oqimlari, ko'llar va suv omborlari suvlari, grunt suvlari, chuchuk va kam mineralizatsiyali bosimli yer osti suvlari kiradi. Muzliklar va qor zahiralari, bosimli chuqur yer osti suvlari, ichki dengizlarning suvlari, qirg'oq oldi va hududiy suvlar, kam sho'rlangan va sho'rlangan grunt suvlari kelajakda foydalanilishi ko'zda tutilgan suv resurslari hisoblanadi. Ilgari tekin hisoblangan, tabiat in'omi deb qaralgan suv resurslari bugungi kunda iqtisodiy va siyosiy resursga aylanmoqda.

Suv resurslarini baholaganda ikki xil: **statik zahiralalar** va **qaytalanuvchi resurslar** tushunchalaridan foydalaniladi. Statik yoki asriy chuchuk suv zahiralari ga ko'llar, daryolar, muzliklar va yer osti suvlari kiradi. Qaytalanuvchi suv resurslari – quruqlik va okeanlar orasidagi suv almashishi natijasida, tabiatda suvni aylanish jarayoni tufayli, har yili qayta tiklanadigan suvlardir [19].

Tabiatda aylanish jarayonida 577 000 km³ suv miqdori qatnashadi. Xuddi shu miqdordagi suv okeanlar (505 000 km³) va quruqlik (72 000 km³) sathidan bug'lanadi hamda yog'ingarchilik shaklida okeanlarga (458 000 km³) va quruqlikka (119 000 km³) qaytib tushadi. Hisoblarga qaraganda yer yuzidagi suv resurslari yer shari bo'ylab taqsimlansa, 3790 m ga teng suv ustuni hosil bo'lib, ularning og'irligi 1,5×10⁹ mln. tonnaga teng ekan.

Xalq xo'jaligi tarmoqlarining rivojlanishi ularning ko'p jihatdan yetarli suv resurslari bilan ta'minlanganligiga bog'liqdir. 6-jadvalda 1 tonna mahsulot uchun sarf bo'ladigan suv miqdori keltirilgan.

6-jadval

1 tonna mahsulot uchun sarf bo'ladigan suv miqdori

Mahsulotning nomi	Suv hajmi, m ³	Mahsulotning nomi	Suv hajmi, m ³	Mahsulotning nomi	Suv hajmi, m ³
G'isht	1,5	Ko'mir	3,0	Po'lat	300
Qog'oz	250	Azot o'g'iti	600	Sintetik tola	4000
Ip-gazlama	10	Sintetik gazlama	3000	Bug'doy	1500
Kapron tolasi	5600	Sholi	4000	Paxta	10000

Mamlakatimiz xalq xo'jaligi tarmoqlari, ayniqsa, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini suvsiz tasavvur etib bo'lmaydi. Chunki tabiiy sharoitining o'ziga xosligi, ya'ni atmosfera yog'inlarining miqdori, suv sathlari va dalalardagi bug'lanishga nisbatan 15–20 marta kamligi tufayli qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining asosiy qismi bo'lgan paxta, g'alla, poliz ekinlari, bog' mahsulotlari va boshqa mahsulotlarni yetishtirish sun'iy sug'orish orqali amalga oshiriladi.

O'rta Osiyo mamlakatlari hududida hosil bo'ladigan suv zahiralari ning o'rtacha 10% i, mamlakatimiz ehtiyoji uchun talab qilinadigan suv miqdorining esa atigi 20% i hosil bo'ladi. Yetishmagan suv resurslari qo'shni mamlakatlar Qirg'iziston va Tojikiston hududidan kelayotgan suv zahiralari bilan to'ldiriladi (7-jadval).

Orol dengizi havzasidagi davlatlar hududida shakllanadigan va iste'mol qilinadigan suv resurslari (mlrd. m³)

Davlatlar	Amudaryo havzasi		Sirdaryo havzasi		Orol dengizi havzasi	
	Shakllanadigan	Iste'mol qilinadigan	Shakllanadigan	Iste'mol qilinadigan	Shakllanadigan	Iste'mol qilinadigan
O'zbekiston	5,14	38,91	6,39	17,28	11,53	56,19
Qirg'iziston	4,04	0,38	26,79	4,03	30,83	4,41
Tojikiston	44,18	9,88	0,38	2,46	44,56	12,34
Qozog'iston	—	—	2,50	12,29	2,50	12,79
Turkmaniston	2,79	21,73	—	—	2,79	21,73
Afg'oniston	22,19	7,44	—	—	22,19	7,44
Jami	78,34	78,34	36,06	36,06	114,40	114,40

4.2. Hidrologiyaning asosiy tushunchalari

Yer yuzidagi suv manbalari va ulardagi jarayonlarni, bu jarayonlarning qonuniyatlarini **quruqlik gidrologiyasi** fani o'rganadi. Hidroenergetikaning gidrologik asosi bo'lib, barcha suv xo'jaligi hisoblaridagidek, oqim rejimi xizmat qiladi. Oqim rejimi quyidagi xarakteristikalar bilan aniqlanadi [19].

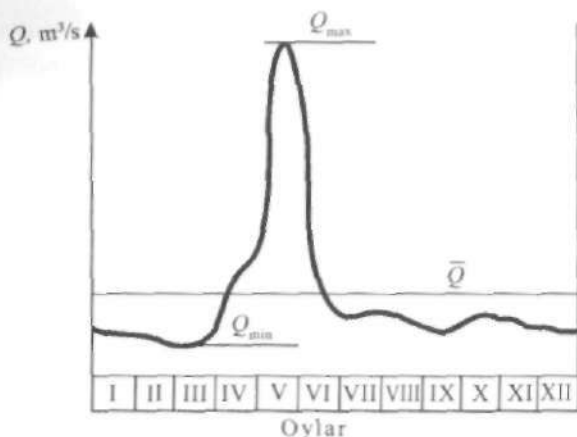
1. Suv sarfi (Q) – 1 s vaqt ichida suv manbasining ma'lum kesim yuzasidan o'tayotgan suv hajmiga aytiladi va l/s hamda m³/s larda o'lchanadi:

$$Q = W/t,$$

bu yerda: W – 1 s da o'tayotgan suv hajmi (l , m³);
 t – vaqt birligi (s, minut, soat).

Daryoning yoki har qanday suv manbasining vaqtga nisbatan suv sarfining xronologik o'zgarishini tasvirlovchi grafiklar **gidrograflar** deyiladi (31-rasm). Hidrograflar suv manbasida o'tkazilgan gidrometrik o'lchashlarning natijalari asosida quriladi.

Gidrograflar ma'lum – soatlik, kunlik, o'n kunlik, oylik, yillik va hakoza vaqt uchun quriladi. Hidrograflarda suv sarfining maksimal, o'rtacha va minimal miqdorlari ham ko'rsatladi.



31-rasm. Daryoning yillik gidrografi.

Oqim (ΣW) – suv manbasining ma’lum kesim yuzasidan ma’lum vaqtda o’tgan suv hajmiga aytiladi va m^3 hamda km^3 larda o’lchanadi.

Oqim me’yori (W_0) – suv manbasi yillik oqimlarining ko’p yillik o’rtacha miqdoriga aytiladi va m^3 hamda km^3 larda o’lchanadi.

Suv sarfi me’yori (Q_0) – suv sarfining o’rtacha ko’p yillik miqdoriga aytiladi va l/s hamda m^3/s larda o’lchanadi.

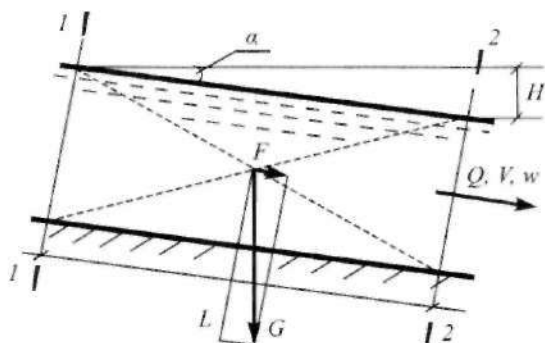
Oqimning boshqa xarakteristikalar ham mavjud, ammo ular ushbu fanda ko’p ishlatilmagani uchun ko’rib chiqilmagan.

4.3. Suv manbasining ishi

Tabiiy sharoitda suv manbasi oqimi to’xtovsiz ish bajaradi. Suv sarfi – Q , tezligi – V , uzunligi – L , harakat kesim yuzasi – ω ko’rsatkichlarga ega bo’lgan suv oqimini ko’rib chiqamiz [20]. Suv oqimida birinchi va ikkinchi qirqimlar orasidagi hajmni ajratamiz. Bu hajmning diagonallar kesimidagi og’irlik markazini topamiz [19]. Ajratilgan hajmga o’zining og’irligi $G = \rho \times g \times \omega \times L$ ta’sir qiladi, uning tashkil qiluvchilaridan biri kuch F bo’lib, u oqimning harakat tezligi kabi yo’nalgan (32-rasm):

$$F = G \times \sin \alpha = \rho g \times L \times \omega \times \sin \alpha.$$

Ajratilgan suv oqimi L uzunlikdagi masofani bosib o’tganda bajaradigan ishini topamiz:



32-rasm. Suv manbasining quvvatini aniqlash.

$$A = F \times L.$$

L – uzunlikdagi oqimning tushish balandligini N , tezligini V orqali belgilaymiz, unda

$$L = N / \sin \alpha;$$

$$L = V \times t.$$

Uzluksizlik qonuniyatidan kelib chiqib $V = \omega = Q$ ekanligini hisobga olsak, unda

$$A = \rho \times g \times \omega \times L \times \sin \alpha \times L = \rho \times g \times \omega \times V \times t \times H = \rho \times g \times Q \times t \times H, \text{ dj.}$$

Oqim quvvati:

$$N = A/t = \rho \times g \times Q \times H, \text{ gj/c;}$$

$$(W) = 1000 \times 9,81 \times Q \times H / 1000;$$

$$\text{kW} = 9,81 \times Q \times H, \text{ kW ga teng.}$$

Suv oqimining ko'rsatkichlari, bosim H , quvvat N va energiya E hisoblanadi.

Oqim energiyasi:

$$E = N \times t = 9,81 \times Q \times H \times t, \text{ kW} \cdot \text{soat.}$$

Daryo oqimi yuqori qismdan quyigacha harakat qilib, o'z energiyasini loyqalarni o'zan tubida harakatlantirishga va suvga aralashgan holda olib yurishga, suv massasi va mahsulotlarini tashishga sarflaydi. Tabiiy sharoitda (sharsharalardan tashqari) suv energiyasi suv oqimining barcha o'lchamlari bo'yicha tarqaladi.

Ko'proq quvvat hosil qilish yoki suv energiyasidan foydalanish uchun daryo energiyasini gidrotexnik inshootlar yordamida bir joyga tuplash zarur, ular suv oqimi bosimini hosil qiladi.

4.4. Suv omborlari, GES beflarining xarakteristikallari

Yer yuzida suv omborlarining soni 30 mingdan, suv yuzasi maydoni 400 ming km² dan ko'proqni tashkil qiladi. MDH mamlakatlarida hajmi 1010 km³ li 1000 donaga yaqin suv omborlari mavjud. 1974-yilga kelib AQShda 1600 dona suv ombori qurilgan. 2010-yilda esa AQShdagi suv omborlarining foydali hajmi 2 barobarga ko'paygan. Har yili dunyo bo'yicha 300–500 donagacha suv ombori qurilib ishga tushiriladi. Bundan 30–40-yil avval birorta ham suv ombori bo'lmagan Afrikada hozirgi kunda yer yuzidagi eng yirik suv omborlarining 4 donasi qurilgan. Oxirgi 40 yil oralig'ida dunyodagi suv omborlarining soni 4 barobarga, ularning hajmi esa 10 barobarga ko'paygan.

Ma'lumki, hozirgi kunda mamlakatimiz qishloq xo'jaligiga suv yetkazib beradigan, irrigatsiya rejimida ishlayotgan 56 dona suv ombori mavjud. Yuqorida suv resurslaridan energiya olish uchun ularning energiyasini – suv yo'lini to'g'onlar bilan to'sish va derivatsiya kanallari orqali bir joyga yig'ib energiya hosil qilish to'g'risida fikr yuritgan edik.

Suv yo'li to'g'on bilan to'silganda har xil hajmdagi irrigatsiya rejimida ishlaydigan suv omborlari – sun'iy suv havzalari hosil bo'ladi. Suv omborlarining asosiy vazifasi vegetatsiya davrida, suv taqchil bo'lgan davrlarda qishloq xo'jalik ekinlarini sug'orish uchun suv yetkazib berishdir. Ammo suv omboridan sug'orish uchun olinayotgan suv, avvalo, gidroturbinalardan o'tkazilib ekologik toza elektr energiyasi ishlab chiqariladi, so'ngra olib ketish irrigatsion kanallari orqali sug'oriladigan dalalarga uzatiladi.

Suv omborlarining asosiy xarakteristikalarini qarab chiqamiz [19].

1. Me'yoriy dimlangan sath – suv omborining yuqori chegaraviy sathi bo'lib, bu sathda GES uzoq vaqt ishonchli ishlashi mumkin. Bu sathga mos suv hajmi **to'liq hajm** deb ataladi va $W_{to'liq}$ deb belgilanadi.

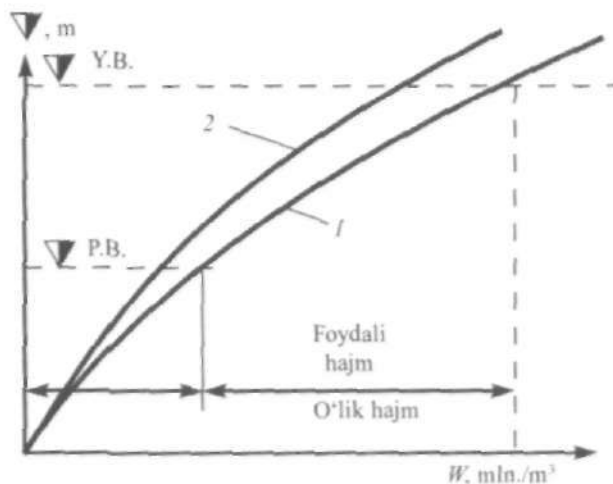
2. O'lik hajm sathi – suv omborining pastki chegaraviy sathi. GESning eng kichik parametrlarini ham qoniqtirmaydigan sath. Bu sathga mos suv hajmi **o'lik hajm** deb ataladi va $W_{o'lik\ hajm}$ deb belgilanadi.

3. Dimlangan forsirovka sathi – qisqa muddatli katta hajmdagi sel suvlari sathi. Dimlangan forsirovka sathi bilan me'yoriy dimlangan sath orasidagi hajm **zahira hajm** deyiladi.

4. **Foydali hajm** – to'liq va o'lik hajmlar orasidagi farqdan iborat bo'lib, undan suv omboridan chiqayotgan oqimni tartibga solishda foydalaniladi.

$$W_{\text{foydali}} = W_{\text{to'liq}} - W_{\text{o'lik hajm}}$$

Suv energetik hisoblarda har xil xarakteristikalarini bog'lovchi grafiklar keng qo'llaniladi. Suv omboriga ma'lum miqdorda suv kirib turgan holat uchun odatda topografik xarakteristikalaridan biri bo'lgan statik xarakteristikadan foydalaniladi. Statik xarakteristika ikki xil grafikdan iboratdir. Ulardan biri suv sathi bilan suv omboridagi hajm orasidagi bog'lanishni – $\nabla YB = f(W)$ ko'rsatadi va **hajmiy grafik** deb ataladi, ikkinchisi suv sathi bilan suv yuzasi orasidagi bog'lanishni $\nabla YB = f(F)$ ko'rsatadi va **maydon grafigi** deb ataladi. Ikkala xarakteristika ham joyning topografik rejasi ishlab chiqilgandan va suv hajmlari o'lchangandan so'ng quriladi (33-rasm).



33-rasm. Suv sathi bilan hajm va suv yuzasi maydoni orasidagi bog'lanish grafiklari: 1 – $\nabla YB = f(W)$, 2 – $\nabla YB = f(F)$.

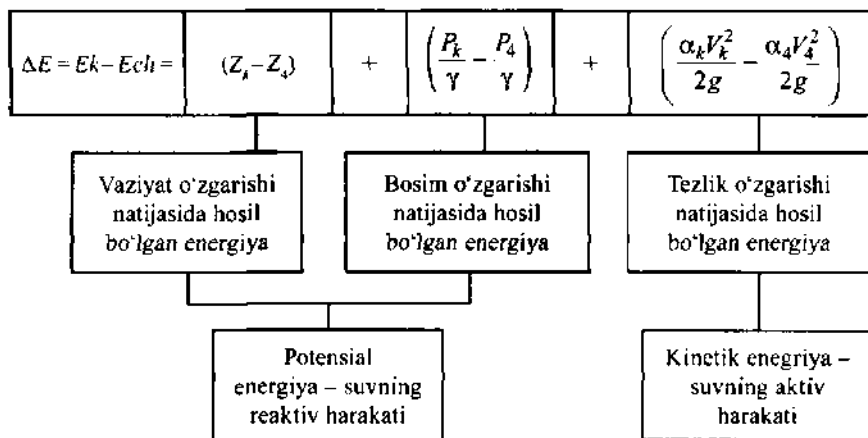
5-bob. GIDRAVLİK TURBINALAR

5.1. Gidroturbinalarning asosiy turlari

Harakatlanayotgan suvning gidravlik energiyasini ish g'ildiragini aylantiruvchi mexanik energiyaga o'zgartirib beruvchi dvigatel **gidravlik turbina (yoki gidroturbina)** deyiladi.

Ma'lumki, harakatdagi suyuqlikning umumiy energiyasi potensial va kinetik energiyalar yig'indisidan iboratdir. Suyuqlikning gidravlik turbinaga berayotgan energiyasi (ΔE), uning ish g'ildiragiga kirishdagi (E_k) va undan chiqishdagi (E_{ch}) energiyalar farqiga teng. Shunga asosan gidroturbinalar uchun Bernulli tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin (34-rasm, tenglama-sxema).

Foydalanilayotgan energiya turiga qarab, turbinalar **aktiv va reaktiv** turbinalarga bo'linadi. **Reaktiv turbinalar** oqimning potensial energiyasidan foydalanadi, **aktiv turbinalar** esa oqimning kinetik energiyasi hisobiga ishlaydi. Tuzilish jihatidan aktiv turbinalar quydagi sistemalarga bo'linadi: **cho'michli** (Pelton turbinas); **ikki karrali** (Banki turbinas);



34-rasm. Potensial va kinetik energiyaning tashkil qiluvchilari.



35-rasm. Gidravlik turbinalar klassifikatsiyasi.

qiya oqimli (Tyurgo turbiniasi). Hozirgi vaqtda, asosan, cho'michli turbinalar ko'p qo'llaniladi (35-rasm).

Reaktiv turbinalar **o'qiy** va **radial o'qiy** tizimlarga bo'linadi. O'qiy turbinalar o'z navbatida **parrakli** va **qayrilma parrakli**, radial o'qiy turbinalar esa **sekin yuruvchi**, **normal yuruvchi**, **tez yuruvchi** va **juda tez yuruvchi** seriyalarga bo'linadi (35-rasm).

Bir **tizimga** kiruvchi gidroturbinalar **seriyalarga** bo'linadi. Seriyalar suv oqib o'tadigan qismi bir-biriga geometrik o'xshash, ammo o'lchamlari har xil bo'lgan turbinalarni o'z ichiga oladi, 35-rasmda gidravlik turbinalar klassifikatsiyasi keltirilgan [21, 59, 60].

5.2. Reaktiv turbinalar

Reaktiv turbinalar tizimiga kiruvchi o'qiy turbinalar seriyasidagi parrakli gidroturbinalar barcha gidroturbinalar orasida eng yuqori tezyurar gidroturbinalardan hisoblanadi. Tezyurar gidroturbinalar oqimning juda kichik tezligida ham yuqoriroq aylanishlarga ega bo'ladi. Katta tezlikda aylanadigan gidroturbinalarga katta tezyurarlikka ega bo'lgan gidrogeneratorlarni qo'llash imkonini tug'iladi. Tezyurar gidroturbinalar yengil bo'lib, narxi arzon bo'ladi. Shuning uchun parrakli gidroturbinalarni oqimning juda kichik bosimi hamda tezligida qo'llash mumkin.

Parrakli gidroagregat turlari

Parametrlari	Gidroagregat turlari				
	ГА1	ГА8	ГА14	Пп15	Пп30
Quvvat, kW	100÷330	150÷1800	20÷300	130,0	200,0
Bosim, m	3,5÷9,0	6,0÷22,0	2,0÷7,2	2,0÷12,0	4,0÷18,0
Suv sarfi, m ³ /s	2,3÷6,2	2,5÷11,0	2,5÷5,75	0,44÷1,5	0,38÷1,10
Turbina rotorining aylanish tezligi, min ⁻¹	200÷360	300÷600	250÷375	600; 750; 1000	750; 1000
Nominal kuchlanish, V	400	400; 6000; 10000	400	230/400	230/400
Elektr tokining nominal chastotasi, Hz	50	50	50	50	50

Hozirgi kunda Sankt-Peterburg shahridagi **МНТО** (Межотраслевое научнотехническое объединение – Sohalararo ilmiy-texnik birlashma) **ИНСЭТ** (Иноватции в Современные Энергетические Технологии – Zamonaviy energetik texnologiyalarga innovatsiya) [22] mini- va mikro-GESlar hamda ularning gidroturbinalarini loyihalash, seriyali tayyorlash va montaj ishlarini bajaruvchi birlashmada 2÷22 m bosimda ishlaydigan quyidagi gidroagregatlarni ishlab chiqarilmoqda (8-jadval). Bundan tashqari, 2÷18 m bosimda ishlaydigan bir qancha parrakli gidroturbinalar bilan jihozlangan mikrogidroelektrostansiyalar kompleksi ham ishlab chiqarilmoqda (9-jadval).

Parrakli gidroturbinalar bilan jihozlangan mikroGESlar

Parametrlari	MikroGES va gidroagregat turlari					
	10 Пп		15 Пп	50 Пп		100 Пп
Quvvat, kW	0,6÷4,0	2,2÷10,0	3,5÷15,0	10,0÷30,0	10,0÷50,0	40,0÷100,0
Bosim, m	2,0÷4,5	4,0÷10,0	4,5÷12,0	2,5÷6,0	4,0÷10,0	6,0÷18,0
Suv sarfi, m ³ /s	0,07÷0,14	0,10÷0,21	0,10÷0,30	0,30÷0,80	0,40÷0,9	0,50÷1,20
Turbina rotorining aylanish tezligi, min ⁻¹	1000	1500	1500	600	750	1000
Nominal kuchlanish, V	230		400	230, 400		230, 400



36-rasm. Parrakli turbina rotorining yig'ilgan holatdagi ko'rinishi.

36-rasmda parrakli turbina rotorining yig'ilgan holatdagi ko'rinishi, 37-rasmda esa to'g'ri o'qli konussimon (a) va tirsaksimon (b) so'rib ketish quvurli parrakli gidroagregatlarning GES binosida joylashishi ko'rsatilgan.



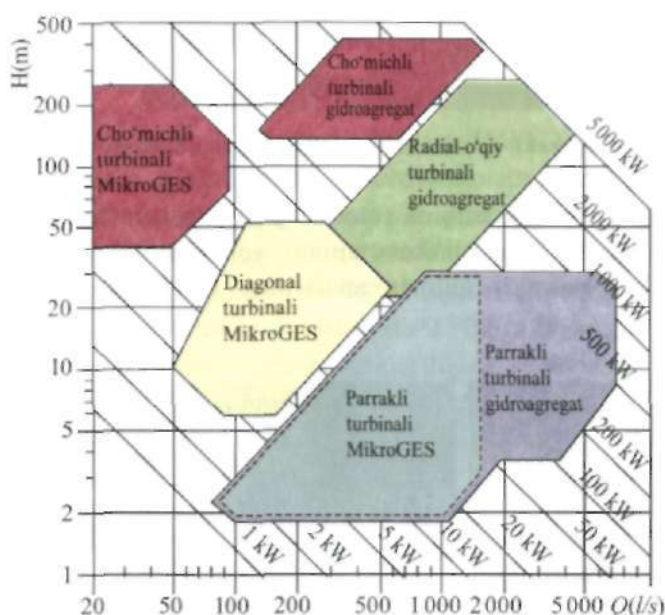
a)



b)

37-rasm. To'g'ri o'qli konussimon (a) va tirsaksimon (b) so'rib ketish quvurli parrakli gidroagregatlar.

Ma'lumki, turbinalar turini tanlash uchun ularning yig'ma grafiklari shakllantiriladi. Yig'ma grafiklar maydonida berilgan bosim, suv sarfi va quvvatga nisbatan gidroturbinalarning turlari joylashtiriladi. 38-rasmda **МНТО ННСЭТ** birlashmasi tomonidan kichik quvvatli turbinalar hamda mikroGESlarni tanlash uchun tayyorlangan diagramma keltirilgan. Yig'ma grafikning eng kichik bosim va suv sarflarida parrakli gidroturbinalar va parrakli turbinali kichik GESlar joylashgan. Ularning quvvati 1 kW dan 1 000÷1 200 kW oralig'ida joylashgan (38-rasm). Shunisi diqqatga sazovorki, ushbu gidroturbinalar uchun boshlang'ich bosim 1,8 m dan boshlanib 30 m da tugaydi (38-rasm). Bunday gidroturbinali agregatlar, ayniqsa, irrigatsiya tizimlaridagi bosimi kichik kanallarga o'rnatish uchun juda qulay.



38-rasm. Kichik quvvatli turbinalar hamda mikroGESlarni tanlash diagrammasi.

5.3. Diagonal turbinalar

Diagonal turbina parrakli turbina bo'lib, parraklarining o'qi rotor o'qiga perpendikular joylashmasdan, balki 30°, 45°, 60° burchak ostida joylashadi. Parraklarning ko'rsatilgan burchaklar ostida joylashishi, spiral kamera bo'ylab harakatlanayotgan suvning traektoriyasi, so'rib ketish

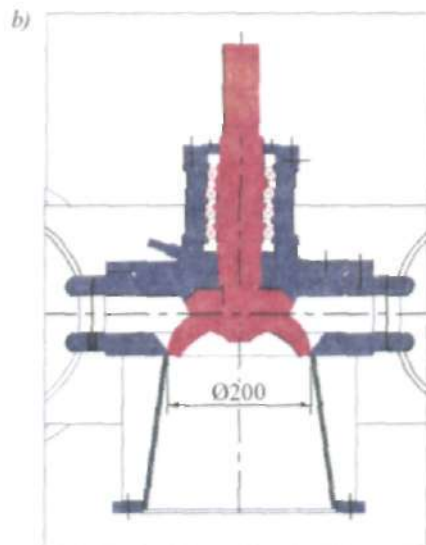
quvuriga ravon oqib o'tishini va gidravlik qarshiliklarning kamayishiga olib keladi. Diagonal turbinalar xuddi parrakli turbinalarga o'xshash, keng diapazonda tartibga solish imkoniyatiga ega bo'lib, barqaror bo'lmagan suv sarflarida hamda o'zgaruvchan elektr yuklamasida ham ishlashga moslashgan.

Hozirgi kunda **МНТО ИHCЭТ** birlashmasida quyidagi xarakteristikalar bilan ishlaydigan 20 ПpД diagonal turbini ishlab chiqarilmoqda [22] (10-jadval va 39-rasm).

10-jadval

20 ПpД diagonal turbinaning xarakteristikalari

Parametrlari	МикроГЭС 20 ПpД
Quvvat, kW	10 + 20
Bosim, m	8÷18
Suv sarfi, m ³ /s	0,08÷0,17
Turbina rotorining aylanish tezligi, min ⁻¹	1500
Nominal kuchlanish, V	230, 400
Elektr tokining nominal chastotasi, Hz	50



39-rasm. 20 ПpД parrakli diagonal turbinaning ishchi holatidagi ko'rinishi (a) o'rnatilish sxemasi va (b).

38-rasmdagi turbinalar va mikroGESlarni tanlash diagrammasida, 20 ПпД parrakli diagonal turbinalar bilan jihozlangan mikroGESlarning ishlash diapazoni quyidagicha: quvvati – 4,8 kW dan 120 kW gacha; suv sarfi – 50 l/s dan 600 l/s gacha; bosimi – 6 m dan 52 m gacha o'zgarib turishini ko'rish mumkin.

5.4. Radial-o'qiy (Frensis) turbinasi

Radial-o'qiy turbinalar ish g'ildiragiga ichki va tashqi suv uzatuvchi boshqa bir qancha turbinalarga qaraganda ilgariroq ishlab chiqilgan edi. 1847–1849-yillarda amerikalik gidrotexnik Frensis tashqi suv uzatuvchi turbinaning konstruksiyasini yaxshiladi. Uni boshqa olimlar tomonidan yanada takomillashtirilishi natijasida suv oqimini ish g'ildiragi ichida burish imkonini beradigan radial-o'qiy turbinaning yaratilishiga olib keldi.

MHTO IHCOT birlashmasida kichik GESlar uchun bir qancha turdagi radial-o'qiy turbinaning 11-jadvalda keltirilgan turlari yaratilgan [22].

11-jadval

Radial-o'qiy turbinali gidroagregatlar

Parametrlari	Gidroagregat turlari			
Quvvat, kW	950 gacha	550	3300	5600
Bosim, m	30÷100	25÷55	70÷120	100÷160
Suv sarfi, m ³ /s	0,4÷1,25	0,4÷1,3	0,6÷3,2	1,5÷4,0
Turbina rotorining aylanish tezligi, min ⁻¹	1000; 1500	1000	600; 750; 1000	750; 1000
Nominal kuchlanish, V	400; 6000	400; 6000	6000; 10000	6000; 10000
Elektr tokining nominal chastotasi, Hz	50	50	50	50

Radial-o'qiy turbinalarning bosimli quvurida gidravlik zarb hosil bo'lish ehtimoli bor. Generatorda halokat yuz berganida yoki yuklama birdan tushib ketganda yo'naltiruvchi parraklar suv sarfini kamaytiradi va hosil bo'lgan gidravlik zarb natijasida quvur yorilib ketishi mumkin. Falokatlarini yo'qotish uchun radial-o'qiy turbinalar bosim o'zgarib turganda spiral kameradan suvni tashlab yuboruvchi, saqllovchi salt tashlagichlar bilan ta'minlanadi.



a)



b)

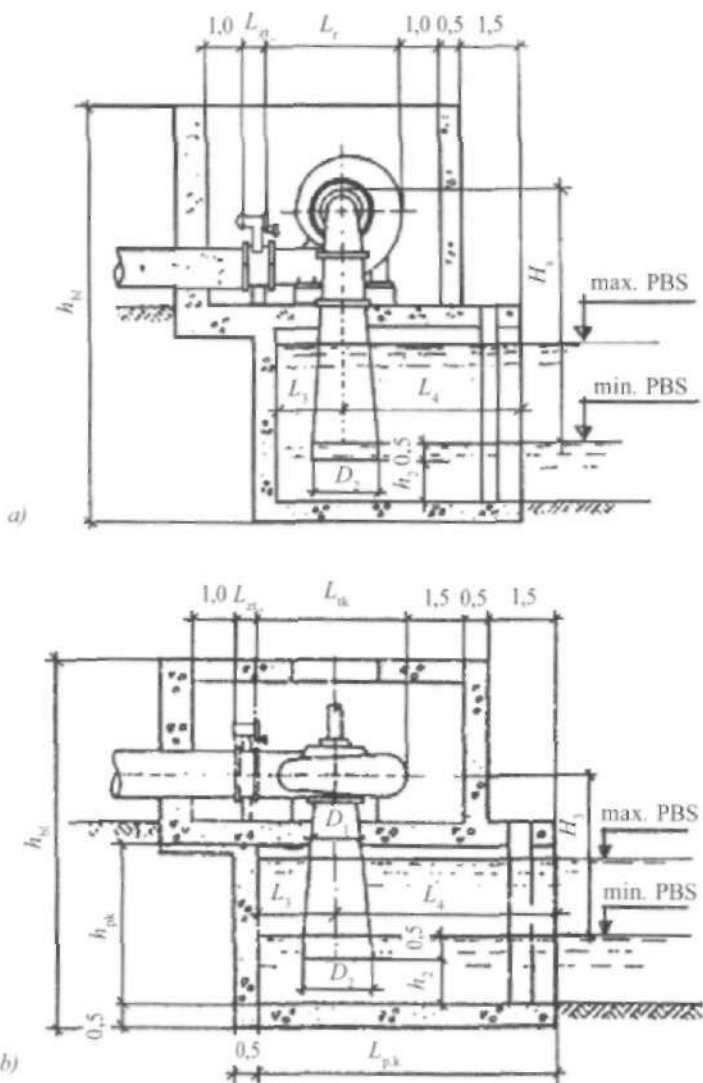
40-rasm. Vertikal (a) va gorizontal (b) o'rnatiladigan radial-o'qiy turbinalar.

Yuqori bosimda ishlaydigan radial-o'qiy turbinalarda ish g'ildiragi parraklariga urilmay oqib o'tadigan suv miqdorini kamaytirish muhim ahamiyatga ega. Buning uchun bir-biriga ulanadigan qismlar katta aniqlikda tayyorlanadi va bosim isrofini kamaytiruvchi maxsus tiqinlar bilan jihozlanadi.

Radial-o'qiy turbinalarni ishlab chiqarishda ularni uzoq vaqt va ishonchli ishlashini ta'minlovchi, yemirilishga chidamli maxsus po'lat materiallardan foydalaniladi.

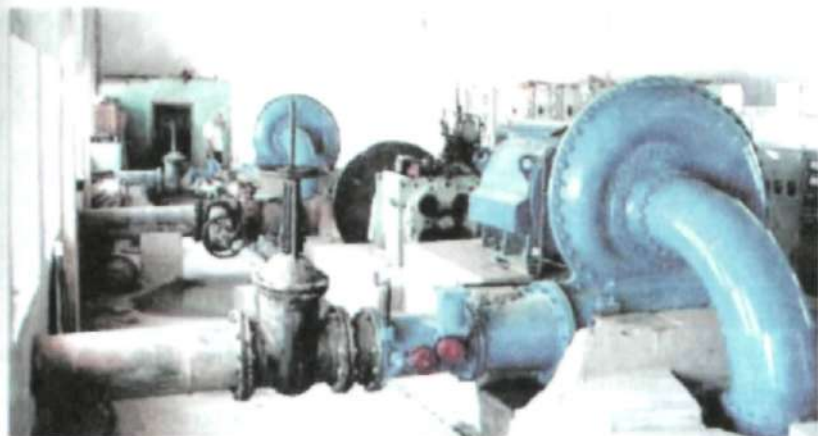
Radial-o'qiy turbinali gidroagregatlar, turbinalar va mikro GESlarni tanlash diagrammasida (38-rasm) 24÷250 m li bosimlari, 75÷5000 kW quvvatlari hamda 300÷4000 l/s suv sarfi oraliklarida ishlashi ko'rsatilgan.

Radial-o'qiy turbinalar vertikal va gorizontal holatlarda o'rnatilishi mumkin. 40-rasmda **MHTO ИHCЭТ** birlashmasida tayyorlangan hamda vertikal va gorizontal o'rnatiladigan radial-o'q turbinalar ko'rsatilgan. Radial-o'qiy turbinalar asosan konussimon so'rib ketish quvurlari bilan jihozlanadi. 41- va 42-rasmlarda konussimon so'rib ketish quvurlari bilan jihozlangan, gorizontal (41a va 42-rasmlar) va vertikal (41b-rasm) o'rnatilgan radial-o'qiy turbinalar ko'rsatilgan [23].



41-rasm. Gorizontial va vertikal o'rnatilgan radial-o'qiy turbinalar:

a – gorizontial o'rnatilgan; *b* – vertikal o'rnatilgan; L_z – zatvorning uzunligi; L_t – turbinaning uzunligi; L_3 – pastki kamera yon devoridan turbina o'qigacha bo'lgan masofa; L_4 – turbina o'qidan pastki kameradan chiqishigacha bo'lgan masofa; $D_2 = 1,8 D_1$ – konussimon so'rib ketish quvurining chiqish diametri; D_1 – turbina ish g'ildiragi diametri; h_{pk} – pastki kamera balandligi; h_k – turbina o'rnatilgan blokning balandligi; H_s – so'rib ketish balandligi; h_2 – kamera tubidan so'rib ketish quvuri chiqishigacha bo'lgan masofa.



42-rasm. Gorizontaal radial-o'qiy turbinalar o'rnatilgan kichik GES binosining ko'rinishi.

5.5. Aktiv-cho'michli turbinalar (Pelton turbinalari)

Aktiv-cho'michli turbinalar sekin yuruvchi turbinalar sinfiga mansub bo'lib, uning ishchi g'ildiragi, pastgi bef sathidagi erkin havo bo'shlig'ida joylashadi. Faqatgina kinetik energiyaga ega bo'lgan suv oqimi erkin holatda, atmosfera bosimi ostida ishchi g'ildirakka kelib uriladi. Shuning uchun ba'zibir vaqtlarda aktiv turbinalarni erkin oqimli turbinalar deb ham atashadi. Bir vaqtning o'zida faqatgina bir necha cho'michlargagina suv oqimi kelib urilishi mumkin.

Takomillashtirilgan cho'michli turbinalar – AQShning oltin qazib olish sanoatida qo'llaniladigan juda sodda konstruksiyadagi turbinalar amerikalik muhandis Pelton tomonidan takomillashtirilgandan so'ng 1884-yilda ishlab chiqilgan [20].

Yirik cho'michli turbinalar asosan yuqori – 40÷2000 m bosimlarda qo'llaniladi. **MHTO ИHCЭТ** birlashmasi mikro va kichik GESlarda foydalanish mumkin bo'lgan quyidagi ko'rsatkichli turbinalar va mikroGESlarni ishlab chiqaradi. Kichik quvvatli turbinalar va mikroGESlarni tanlash diagrammasi 38-rasmda, 12 va 13-jadvallarda cho'mich turbinali gidroagregatlar va mikrogidroagregatlarning asosiy parametrlari keltirilgan [22]. Suv oqimi kelib uriladigan cho'michlar sonini ko'paytirib, quvvatni oshirish uchun ikki karrali Banki turbinalari ishlab chiqilgan.

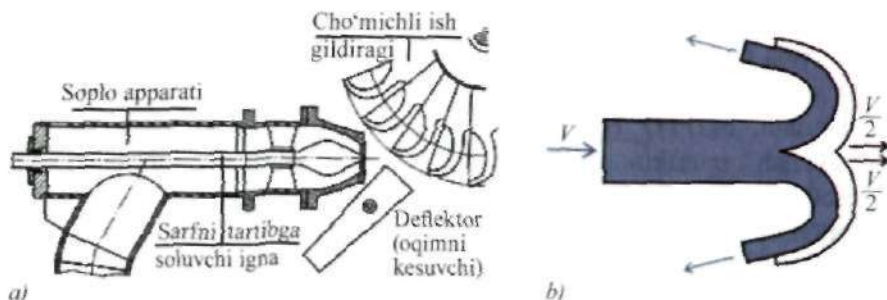
Cho'mich turbinali gidroagregatlar

Parametrlari	Gidroagregat turlari	
	GA-5	GA-10
Quvvat, kW	145÷620	290÷3300
Bosim, m	150÷250	200÷450
Suv sarfi, m ³ /s	0,17÷0,32	0,19÷0,90
Turbina rotorining aylanish tezligi, min ⁻¹	500; 600	600; 750; 1000
Nominal kuchlanish, V	400; 6000	400; 6000; 10000
Elektr tokining nominal chastotasi, Hz	50	50

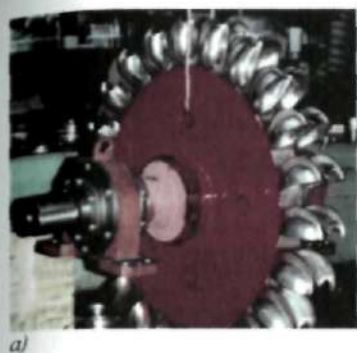
Cho'mich turbinali mikrogidroelektrostansiyalar

Parametrlari	MikroGES turlari	
	MikroGES 100K	MikroGES 200K
Quvvat, kW	100 gacha	180 gacha
Bosim, m	40÷250	
Suv sarfi, m ³ /s	0,015÷0,060	0,025÷0,100
Turbina rotorining aylanish tezligi, min ⁻¹	750; 1000; 1500	
Nominal kuchlanish, V	230, 400	
Elektr tokining nominal chastotasi, Hz	50	

Cho'michli turbina tarkibiga valga o'rnatilgan ish g'ildiragi, turbinaga kelayotgan suv miqdorini tartibga soluvchi soplo turidagi yo'naltiruvchi moslama va kojux (turbina qismlarini o'rab turgan metall qoplama)lar kiradi (43-rasm) [21]. Cho'michli turbinaning ish g'ildiragi doira shaklidagi metall disk va unga doira bo'ylab o'rnatilgan cho'michlardan iborat (44-rasm).



43-rasm. Cho'michli turbinaning yo'naltiruvchi moslamasi (a) hamda cho'michga suvning urilishi va tezlikning bo'linishi (b) sxemasi.



44-rasm. Osilgan (a) va yotqizilgan (b) cho'michli ish g'ildiraklari.

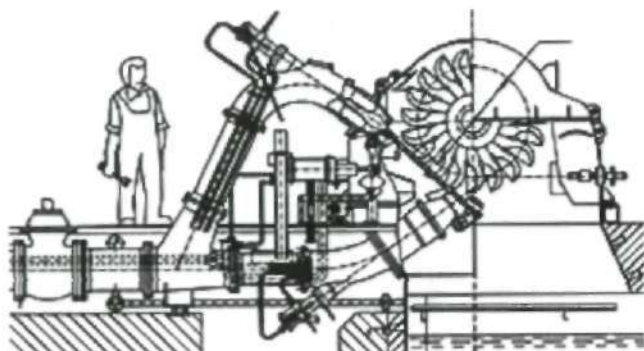
Bosimli quvur GES binosiga kiradi va uning oxiri oqimni turbina ish g'ildiragi cho'michlariga yo'naltiruvchi soplo bilan tugaydi. Soplodan katta tezlikda chiqqan suv oqimi cho'michning botiq sirtida dumalab harakatlanadi va o'zining harakat yo'nalishini teskari tomonga o'zgartiradi. Cho'michdan qaytgan oqimning tezligi korpusga nisbatan $V=0$ m/s bo'lsa, turbinaning foydali ish koeffitsiyenti maksimal miqdorga erishadi. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, maksimal foydali ish koeffitsiyentiga erishish uchun cho'michli turbinaning aylanma harakati tezligi oqimning yarim tezligi miqdoriga teng bo'lishi kerak (43b-rasm).

Turbinaning soplosi bosim quvuridan kelayotgan suv miqdorini tartibga solish uchun xizmat qiladi. Soplo ichida harakatlanayotgan igna esa suv chiqayotgan kanalning kesimini o'zgartirish orqali turbina ish g'ildiragiga kelayotgan suv sarfini o'zgartiradi. Ishlatib bo'lingan suv pastki befga olib ketiladi. Bosim isrofini kamaytirish uchun turbina va uning soplosi iloji boricha oqim sathiga nisbatan pastda joylashishi kerak.

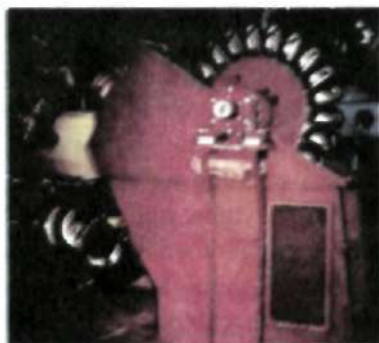
Ish g'ildiragi cho'michlarga suv oqimi zarbsiz kirishi uchun ular uchli qirra bilan bo'lingan ikkita, juft cho'michlar shaklida tayyorlanadi. Suv oqimi cho'michlardan oqib o'tib, o'zining yo'nalishini 180° burchak ostida o'zgartiradi. Natijada cho'michlarda kuchlanish hosil bo'lib, ish g'ildiragi aylanma harakat qila boshlaydi. Odatda, $14\div 60$ dona cho'michli ish g'ildiraklari tayyorlanadi (45-rasm).

Cho'michli turbinalarning aylanishlar soni va quvvatini oshirish uchun ish g'ildiragining diametri bo'ylab 2, 3, 4 va hattoki 5 va 6 donadan ham soplolar o'rnatilishi mumkin. Soplolar ish g'ildiragi diametri bo'ylab teng taqsimlanadi. Ammo soplolar soni oshishi bilan turbinaning foydali ish

a)



b)



45-rasm. Ikki soploli cho'michli turbinaning sxematik ko'rinishi (a) va o'rnatilgan holatii (b).

koeffitsiyenti pasayib ketishi mumkin. Tajribalar natijasida, soplolar soni 4 donadan oshmasligi tavsiya qilinadi. 45a-rasmda ikki soploli cho'michli turbinaning sxemasi ko'rsatilgan.

Cho'michli turbinalarning foydali ish koeffitsiyenti juda yuqori bo'lib, $0,88 \div 0,94$ ga teng. Ularni gorizontaal va vertikal holatlarda o'rnatilishi mumkin. Odatda, bir necha soploli ish g'ildiraklari gorizontaal holatda o'rnatiladi.

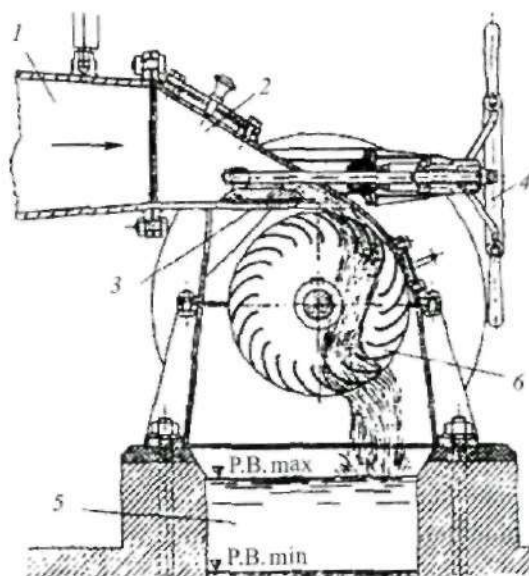
46-rasmda vertikal o'rnatilgan cho'michli ish g'ildirakli kichik GES mashina zalining ko'rinishi keltirilgan.

Ma'lumki, soplolar sonini ko'paytirish orqali cho'michli ish g'ildiragining aylanishlar soni va quvvatini oshirish mumkin. Ammo soplodan uzatilayotgan suv faqat bir marta bir necha cho'michga urilishi mumkin. Uzatilayotgan suv energiyasidan bir necha marta foydalanish ustida olib borilgan tajribalar natijasida Banki turbinasi yaratildi.



46-rasm. Vertikal o'rnatilgan cho'michli ish g'ildirakli kichik GES mashina zalining ko'rinishi.

Banki turbinasida ma'lum masofaga joylashtirilgan ikki dona aylana shaklidagi gardishlarga suv energiyasi quvvatini maksimal qabul qiluvchi shaklga ega bo'lgan parraklar o'rnatilgan.



47-rasm. Ikki karrali Banki turbinasi:

1 – suv olib keluvchi quvur; 2 – konfuzor-suv yig'uvchi; 3 – suv miqdorini tartibga soluvchi zatvor; 4 – zatvorni harakatga keltiruvchi; 5 – olib ketuvchi kanal; 6 – ish g'ildiragi.

Konfuzordan uzatilayotgan suv ish g'ildiragining yuqorida joylashgan parraklariga uzatiladi. Yuqoridagi parraklarga urilib ularni harakatga keltirgan oqim pastga harakatlanib, o'z og'irlik kuchi bilan pastdagi ish g'ildiragi parraklariga urilib ularni yana – ikkinchi marta harakatga keltiradi. Shunday qilib, bir marta uzatilgan suv oqimi turbina ish g'ildiragiga ikki marta ta'sir qilib uni harakatga keltiradi. 47-rasmda ikki karrali Banki turbinasining ishlash sxemasi ko'rsatilgan.

5.6. Kichik GESlar uchun tayyorlanadigan gidroagregatlar hamda mikroGESlarning narxlari

Har qanday yangi mashina va mexanizmlar, texnologiyalar, usullar juda qimmat narxlanadi. Chunki birinchi marta ishlab chiqariladigan mashina va mexanizmlarning qismlarini tayyorlash uchun yangi murakkab qoliplar va boshqalar zarur bo'ladi. Shuning uchun ham bugungi kunda noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga o'rnatiladigan energetik qurilmalarning narxi juda baland. Narxning yuqoriligi, yangi mashina va mexanizmlar, texnologiyalar va usullarning hayotga tadbiiq qilinishini sekinlashtirdi. Quyida **MHTO IHCAT** birlashmasida kichik GESlar uchun tayyorlanayotgan gidroagregatlarning hamda mikroGESlarning narxlarini ko'rib chiqamiz (01.03.2012-yil holatiga, Rossiya rublida) [22].

1. Kichik GESlar uchun gidroagregatlarning narxi (14-jadval). Jadvalda parrakli, radial-o'qiy va cho'michli gidroagregatlarning suv sarfi, bosimi va quvvatiga nisbatan narxlari keltirilgan.

14-jadval

Kichik GESlar uchun gidroagregatlarning narxlari, ming rublda

O'zgarish chegaralari			Agregat turiga nisbatan, 1 kW o'rnatilgan quvvatning narxi, ming rublda			Eslatma
quvvatlar, kW	bosimlar, m	suv sarflari, m ³ /s	parrakli	radial-o'qiy	cho'-michli	
100 gacha	2,5÷150	0,1÷5,5	70,0÷40,0	—	36,0	—
200÷500	7,5÷400	0,17÷7,0	36,0÷19,0	27,0÷14,5	27÷14,5	—
600÷1000	10÷450	0,3÷8,5	18,0÷15,0	14,0÷10,0	14,0÷9,0	—
1000÷3000	12÷450	0,9÷10,0	15,0÷12,0	9,0÷7,0	9,0	1600 kW gacha bo'lgan parrakli agregatlar uchun

14-jadvaldan ko'rinib turibdiki, ishlab chiqarish quvvati kichik bo'lgan gidroagregatlar eng qimmat agregatlar hisoblanadi. Masalan, 100 kW gacha bo'lgan parrakli agregatlar $40 \div 70$ ming rublni, cho'michli agregatlar esa 36 ming rublni tashkil qiladi. $1000 \div 3000$ kW gacha bo'lgan agregatlar $4 \div 5$ barobar arzon narxda baholangan. Masalan, parrakli agregatlar – $4,7 \div 3,3$ marta; radial-o'qiy agregatlar – $3,0 \div 2,0$ marta; cho'michli agregatlar – 4 marta.

2. MikroGESlarning narxi (15-jadval).

15-jadval

MikroGESning narxi, ming rublda

O'zgarish chegaralari			Agregat turi	MikroGES modeli
quvvatlar, kW	bosimlar, m	suv sarflari, m ³ /s	parrakli	
10 gacha	4–10	0,12–0,21	475	MikroГЭC-10IIp
15 gacha	6–12	0,12–0,303	525	MikroГЭC-15IIp
50 gacha	4–10	0,40–0,80	2500	MikroГЭC-50IIp

6-bob. SHAMOL ENERGIYASI

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

Shamol energiyasi. Insoniyat suv energiyasi va bug* dvigatellaridan ancha oldin shamol energiyasidan foydalanib kelgan. Angliya, Germaniya, Fransiya, Daniya, Gollandiya, AQSh va boshqa mamlakatlarda shamol energiyasi juda katta miqyosda, sanoat va qishloq xo'jaligida qo'llanib kelingan. Shamol energiyasidan foydalanish bo'yicha olib borilayotgan hozirgi 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^{12} kW·soatni tashkil qiladi. Ammo bu energiya faqatgina 10–12% dan foydalanish mumkin. Masalan, 1987-yilda Yer yuzidagi barcha shamol qurilmalari tomonidan 10×10^{12} kW·soat energiya ishlab chiqarilgan, ya'ni yillik zahiraning atigi 0,3% i dan foydalanilgan.

Shamol – bu quyosh nurining intensivligi hisobiga, bosimning o'zgarib turishi natijasida havo massasining harakatidir.

Iqtisodiy jihatdan joydagi shamolning tezligi 5 m/s dan kam bo'lmasa, shamol generatorlaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Shamol elektrogeneratorlari an'anaviy generatorlardan 2–4 barobar qimmatdir. Ammo shamol energiyasi doimiy bo'lgan ba'zi bir regionlarda u muhim energiya manbalaridan hisoblanadi.

Odatda, shamol energiyasi shamolga perpendikular joylashgan ma'lum maydon ta'siri orqali aniqlanadi ya'ni [19,23, 29].

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

Bu yerda: 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 g'ildiragi parraklarida, reduktor va generatorlarda isrof bo'ladi. Isrof bo'lgan energiya miqdori shamol energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti bilan hisobga olinadi. Shamolga perpendikular joylashgan maydon yuzasini shamol g'ildiragi 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 g'ildiragi diametri, m ;

$\eta_{\text{red.}}$ va $\eta_{\text{gen.}}$ – reduktor va generatorning foydali ish koeffitsiyentlari;

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

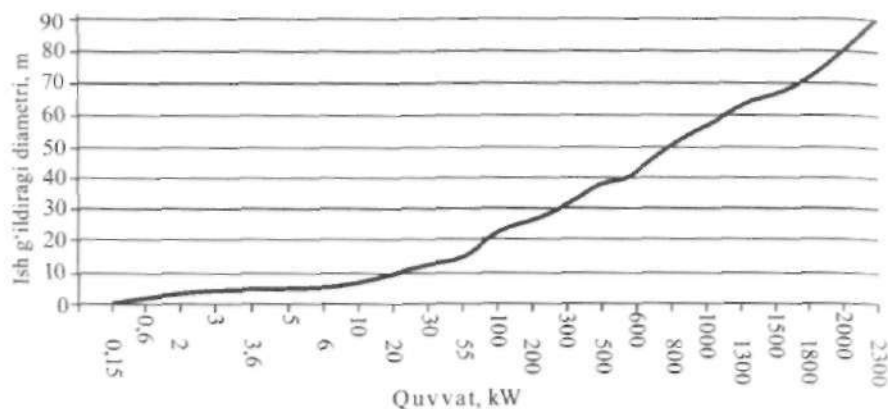
Hisoblarga ko'ra, parrakli shamol dvigatellarining shamol energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti 48% gacha bo'lishi mumkin, shamol qurilmalarining umumiy foydali ish koeffitsiyenti undan ham kichikroq bo'ladi.

Shamolga perpendikular bo'lib, asosan, shamol qurilmalarinig parraklari joylashadi. Shamol qurilmasi quvvatini parraklar soni emas, balki ish g'ildiragi diametri belgilaydi [24]. 48-rasmda shamol qurilmasi ish g'ildiragining 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:

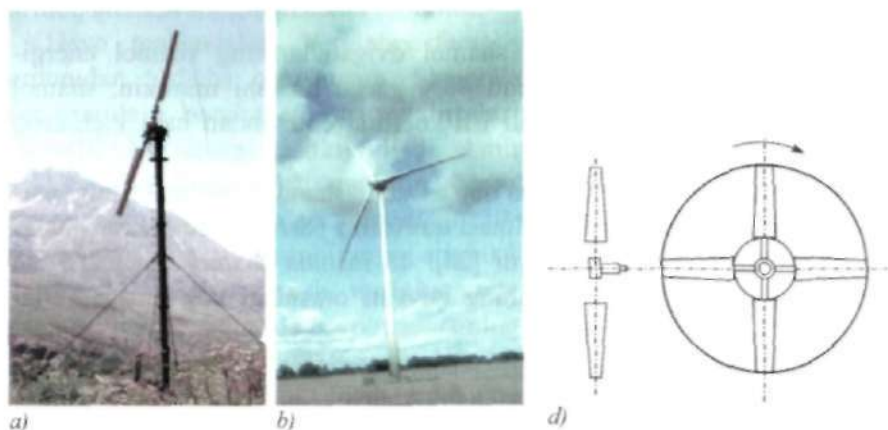
$$N_{\text{sham.ener.quril.}} = f\left(\frac{V}{n}\right).$$

Havo oqimi hosil qiladigan mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirish shamol elektrostansiyalari yordamida amalga oshiriladi. Bir necha shamol qurilmalarining yig'indisi shamol elektrostansiyasini tashkil qiladi. Shamol qurilmalarining asosiy ishchi qismi shamol g'ildiragi hisoblanadi.



48-rasm. Shamol qurilmasi ish g'ildiragining diametri bilan uning quvvati orasidagi bog'lanish grafigi.

Shamol g'ildiraklarining qanotli, karuselli va barabanli turlari mavjud. Shamol elektrostansiyalarida asosan eng samarali bo'lgan qanotli shamol g'ildiraklari qo'llaniladi (49-rasm).



49-rasm. Qanotli shamol g'ildiraklarining ko'rinishi:
a – ikki g'ildirakli; *b* – uch g'ildirakli; *d* – to'rt g'ildirakli.

Shuni esda tutish lozimki, shamol g'ildiragi tomonidan qabul qilinayotgan shamol oqimi shamol g'ildiragining diametri bilan aniqlanadi, undagi parraklar soni hech qanday ahamiyatga ega emas. Hozirgi kunda ish g'ildiragi diametri $1,0 \div 64$ m bo'lgan shamol qurilmalari mavjud.

Ko'pgina shamol generatorlari 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 manbayidir. Ammo shamol elektrostansiyalari uchun juda katta hududlar zarur (shamol energetik qurilmalarining bir-biridan uzoqda joylashishi va ular orasidagi masofa ish g'ildiragi diametrining 6–18 barobariga teng bo'lishi kerak). Masalan, ish g'ildiragi $D=100$ m bo'lgan shamol energetik qurilmasi uchun 5–7 km² hudud kerak. Butun boshli shamol elektrostansiyasi uchun esa o'nlab km² hudud zarur. Boshqa bir noqulay tarafi – ish g'ildiragi shovqin chiqarib va havoni tebratib ishlashi natijasida tele- va radioeshit-tirishlarga xalaqit beriladi.

Shamol energiyasidan foydalanish bo'yicha Germaniya birinchi o'rinni egallab kelmoqda. Bu mamlakatda shamol energiyasini ishlab chiqarish yiliga 500–1500 MW ga ko'paymoqda, hozirgi vaqtda ishlab chiqariladigan energiya miqdori 2 mln. kW/soatdan oshib ketdi.

6.2. Shamol energiyasi kadastri

Ma'lum vaqt oralig'i (kun, oy, yil) bilan bog'liq shamol energetikasi hisoblarini amalga oshirish uchun shamol energiyasi kadastri to'g'risida ma'lumotga ega bo'lish lozim.

Shamol energiyasi kadastri shamolning miqdor xarakteristikalari bo'lib, ular asosida shamol agregati ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan energiya va uning ishlash davriyligi to'g'risida ma'lumot olish imkonini beradi.

Shamol energiyasi kadastroga shamolning quyidagi xarakteristikalari kiradi.

1. Uzoq vaqt oralig'ida shamolning o'rtacha tezligi.
2. Shamol o'rtacha tezligining takrorlanishi.
3. Shamol tezligini kunlik va yillik siljish xarakteristikalari.
4. Shamolli va shamolsiz davrlarning davomiyligi.
5. Bofort shkalasi bo'yicha shamolning tezlik oraliqlari hamda Yerdagi predmetlarga shamolning ta'siriga mos bo'lgan o'rtacha oylik va yillik shamol tezligi.
6. Shamolning kuchayishidagi maksimal tezligi.

7. Shamolning yo'nalishi («shamol guli»).
8. Shamolning turbulentligi (havo oqimining ichki strukturasi).
9. Shamolning kuchayishi, susayishi va ko'tarilishi (birlik vaqt oralig'ida shamol tezligining o'zgarishi).

10. Shamol oqimining zichligi (atmosfera bosimi, temperatura va namlikka bog'liqligi).

11. Shamol oqimi tarkibining fazasi (bir fazali – toza shamol oqimi, ikki fazali – yomg'ir tomchilari aralash shamol oqimi, uch fazali – yomg'ir tomchilari va boshqa predmetlar aralashgan havo oqimi).

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

$$V_{o'rt} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

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 va 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 [25].

16-jadval

Shamol tezligini aniqlash Bofort shkalasi

Bofort shkalasi (ball)	Ballga mos shamolning holati	Shamolning tezligi:		Yerdagi predmetlarga shamolning ta'siri
		m/s	km/soat	
0	Shamolsiz	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 shitirlaydi.

3	Kuchsiz shamol	3,4÷5,2	12,2÷18,7	Daraxt barglari va bayroqlar tinimsiz tebranib turadi.
4	O'rtacha shamol	5,3÷7,4	19÷26,6	Daraxt shoxlari tebranadi. Yerdan chang va qog'oz bo'laklari ko'tariladi.
5	Salqin shamol	7,5÷9,8	27÷35,2	Katta bayroqlar tortqilanadi. Daraxtlar tebranadi. Quloq g'uvillaydi. Qo'l shamol tezligini sezadi.
6	Kuchli shamol	9,9÷12,4	35,6÷44,6	Daraxt shoxlari kuchli tebranadi. Uylar va qimirlamaydigan narsalar yonida guvillash tovushlari eshitiladi. Telefon simlari tovush chiqarib g'uvullaydi.
7	Qattiq shamol	12,5÷15,2	45÷54,7	Uncha katta bo'lmagan daraxtlar tanasi tebranadi. Shamolga qarshi yurish qiyinlashadi.
8	Juda kuchli shamol	15,3÷18,2	55÷65,5	Katta daraxtlar tebranadi. Daraxt novdalari va shoxlari sinadi. Shamolga qarshi yurish juda qiyinlashadi, egilib yurishga to'g'ri keladi.
9	Dovul	18,3÷21,5	65,9÷77,3	Katta daraxtlar qayriladi, katta shoxlari sinadi. Narsalar joyidan siljiy boshlaydi. Uylar tomi shikastlanadi.
10	Kuchli dovul	21,6÷25,1	77,7÷90,6	Daraxtlar sina boshlaydi va tomiri bilan yulib olinadi. Tomlar yulib olib ko'chiriladi, vayronagarchilik yuz beradi.
11	Shiddatli dovul	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 yulib olib ko'chiriladi, vayronagarchilik yuz beradi. Binolar kuchli vayron bo'ladi.

16-jadvalda Bofort shkalasi keltirilgan. Bofort shkalasi bo'yicha shamolning taxminiy tezligi aniqlanadi. 1÷9 ballarda, shkala bo'yicha shamolning tezligi (m/s), har bir ballni ikki karra ko'paytirish orqali aniqlanadi.

6.3. 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 asboblarni ikki guruhga bo'linadi [26].

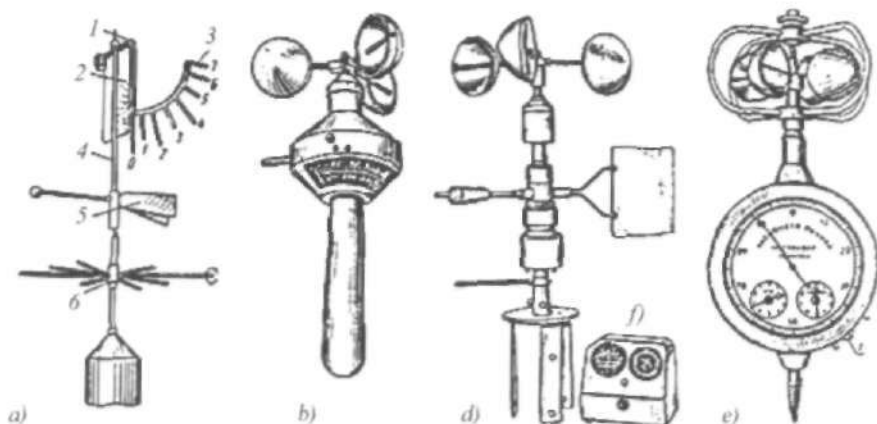
1. Ko'rsatuvchi anemometrlar – shamolning oniy tezligini ko'rsatuvchi asboblardir.

2. Anemometr integratorlar – ma'lum vaqt oralig'ida shamolning o'rtacha tezligini beruvchi asboblardir.

Hozirgacha ularning orasida ko'rsatuvchi anemometrlar – doskali (flugerli) anemometr (50a-rasm), qo'lda ishlatiladigan induksion anemometr (50b-rasm) va anemorumbometr (50d-rasm) hamda anemometr integratorlar – qo'lda ishlatiladigan yarim sharli anemometrlardan ko'p foydalanilgan (50e-rasm).

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

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



50-rasm. Shamol tezligini o'lchovchi asboblardir:

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

Quyida, mana shunday anemometrlarning bir nechasini qarab chiqamiz. Eng sodda konstruksiyali anemometrlardan biri 1846-yilda Arma observatoriyasi doktori Robinson tomonidan yaratilgan pallali anemometrlardir. Vertikal o'q atrofida aylanadigan rotorga maxsus simlar orqali mahkamlangan yarim sferik shar shaklidagi pallalar yig'indisi pallali anemometrlar deyiladi. Ushbu anemometrlar uch va to'rt pallali bo'lishi mumkin (51 *a* va *b*-rasmlar).

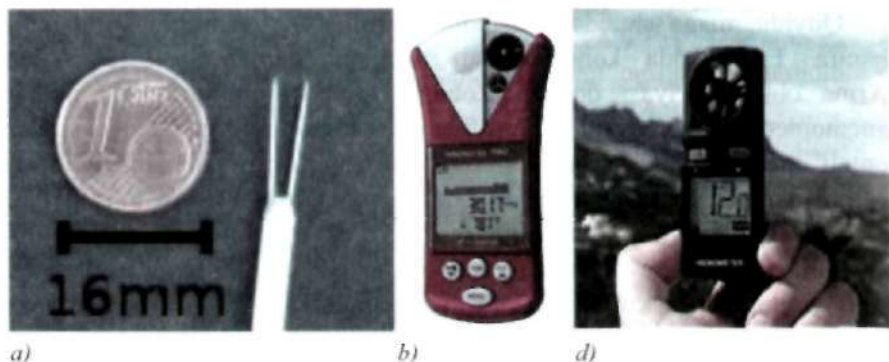
Konstruksiyasiga nisbatan shamol tezligi qo'lda foydalaniladigan yoki yordamchi elektron induksiyali taxometr asboblari anemometrlarda aniqlanadi. Berilgan vaqt ichida pallalarning aylanishlar soni va ularga mos masofa hisoblanib, hisoblangan masofani vaqtga bo'lish yordamida shamolning tezligini aniqlash qo'lda foydalaniladigan anemometr yordamida amalga oshiriladi (50 *b*-rasm). Elektron induksiyali taxometr asboblari anemometrlar esa to'g'ridan to'g'ri shamol tezligini ko'rsatadi (50 *d* va *e*-rasmlar).

Anemometrlarning yana bir turi parrakli anemometrlardir (51 *d*-rasm). Ma'lumki, shamolning yo'nalishi o'zgarishi bilan parraklarning o'qi ham shu yo'nalishga burilishi lozim. Bu vazifani parrakli anemometrlarda flugerlar amalga oshiradi (50 *a*-rasm). Yo'nalishi o'zgarmaydigan (masalan, shaxtalarda, binolarda va boshqalarda) shamollarning tezligini o'lchashda o'qi bir yo'nalishga nisbatan qimirlamaydigan qilib mahkamlangan parrakli anemometrlar qo'llaniladi [25].

Issqlik anemometrlari bilan issqlik yordamida qizdiriladigan juda kichik diametrli volfram va nixrom materiallaridan tayyorlanadigan simning shamol tezligi natijasida sovushini o'lchash natijasida shamolning tezligi aniqlanadi (52 *a*-rasm).



51-rasm. Uch (*a*) va to'rt(*b*)pallali hamda parrakli (*d*) anemometrlar.



52-rasm. Issiqlik (a), ko'p funktsiyali sonli (b) va cho'ntak (d) anemometrlari.

Kichik o'lchamli, ko'p funktsiyali sonli anemometr (52 b-rasm) yuqori aniqlikda shamolning tezligini, havoning temperaturasini, dengiz sathiga nisbatan balandlikni, joydagi atmosfera bosimini, namlikni hamda sovish ko'rsatgichini aniqlashda foydalaniladi. Undagi barometr faqat hozirgi atmosfera bosiminingigina emas, balki o'tgan 3, 6, 12 va 24 soat oralig'ida bosimning o'zgarishini ham ko'rsatadi. Shamolning tezligini har sekundda o'lchab aniqlash mumkin.

52 d-rasmda parrakli cho'ntak shamol anemometri ko'rsatilgan. U parraklarning 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» (53 a-rasm) anemometri faqatgina shamolning kerakli vaqtdagi tezligini ko'rsatsa, «Xplorer-2» (53 b-rasm) anemometri shamolning zarur vaqtdagi tezligi yoki ma'lum vaqt oralig'idagi o'rtacha tezligini hamda havoning temperaturasini (hattoki, Sizning tanangizni haroratini ham) ko'rsatadi [25]. «Xplorer-3» (53 d-rasm) anemometri shamolning tezligidan tashqari uning yo'nalishini va havoning temperaturasini (hattoki, Sizning tanangizning haroratini ham) ham ko'rsatadi. Bundan tashqari, unga shamolning yo'nalishini aniq ko'rsatadigan elektron kompas ham o'rnatilgan.



53-rasm. Cho'ntak anemometrlari:
a – «Xplorer-1»; b – «Xplorer-2»; d – «Xplorer-3».

6.4. Shamol elektrostansiyalari

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

Shamol elektrostansiyalari. Bir necha shamol qurilmalarining yig'indisi shamol elektrostansiyasini tashkil qiladi. Quvvatiga nisbatan shamol elektrostansiyalarini 3 guruhga bo'lish mumkin.

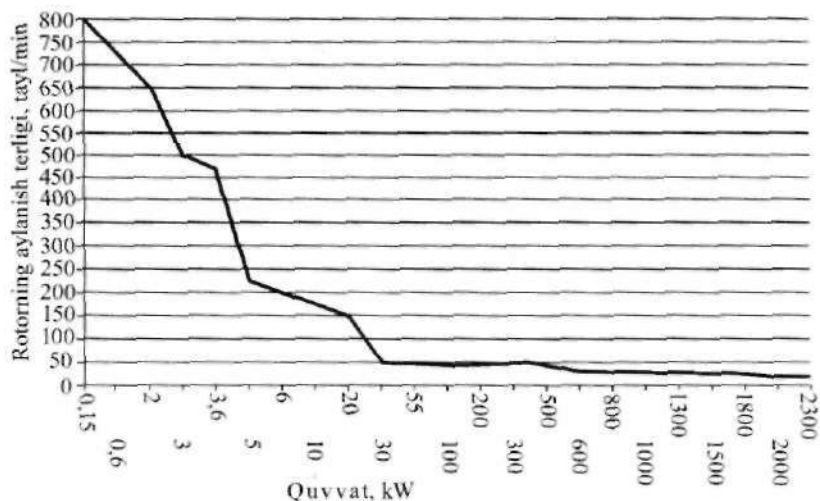
1. Kichik quvvatli – $0,1 \div 1,0$ kW·soatgacha, ularga asosan doimiy elektr toki ishlab beradigan shamol qurilmalari kiradi. Ular asosan akkumulator batareyalarini zaryadka qilishda qo'llaniladi.

2. O'rtacha quvvatli – $10 \div 100$ kW·soatgacha, ular o'zgaruvchan tok ishlab chiqaradi.

3. Yirik quvvatli – ≥ 1000 kW·soatgacha, hozirgi vaqtda bunday shamol energetik qurilmalarining tajriba nusxalari sinab ko'rilmogda.

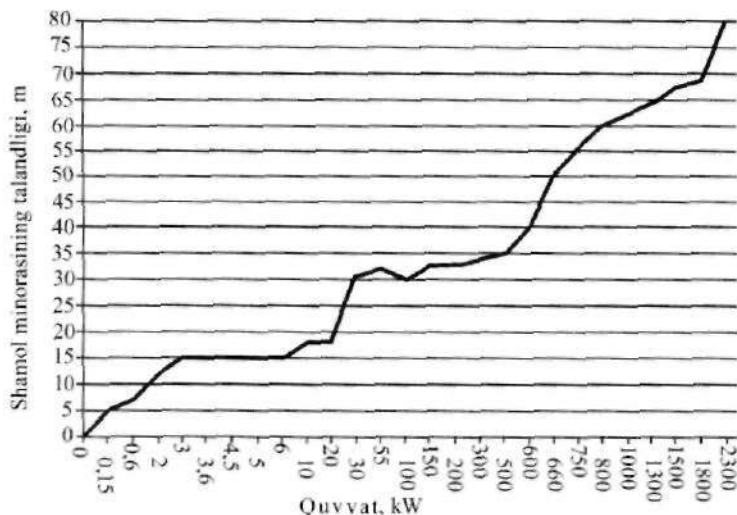
Ma'lumki, shamol agregatining quvvati, shamol tezligiga to'g'ri proporsional va ish g'ildiragi parraklari soniga esa teskari proporsionaldir.

Hozirgi kunda, seriyali ishlab chiqarilishi mumkun bo'lgan shamol agregatlari ish (shamol) g'ildiragining aylanishlar soni quyidagilarga teng (ayl./min.): 3000; 1500; 1000; 250; 75; 30. Shamol tezligining oshishi bilan shamol qurilmasi ish g'ildiragining aylanishlar soni oshadi va mos holda shamol qurilmasining quvvati oshib boradi [24] (54-rasm).



54-rasm. Shamol qurilmasi ish g'ildiragi (rotori)ning aylanish tezligi bilan uning quvvati orasidagi bog'lanish grafigi.

Shamol qurilmasining yana bir muhim elementlaridan biri shamol minorasining balandligidir. Tajribalar asosida [24] shamol minorasi balandligining oshishi bilan shamol qurilmasi quvvatining ko'tarilib borishi aniqlangan (55-rasm).



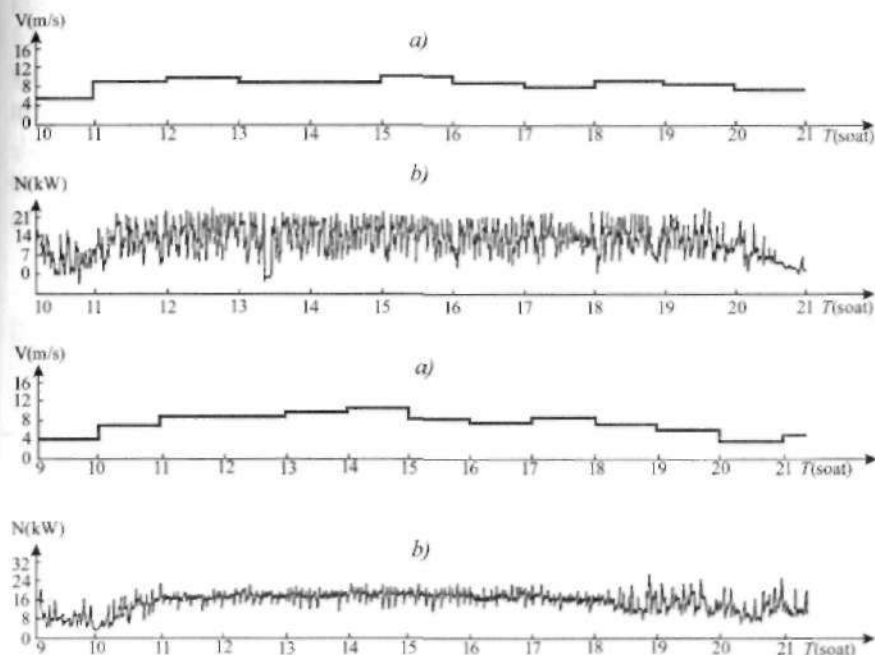
55-rasm. Shamol minorasining balandligi bilan shamol qurilmasi quvvati orasidagi bog'lanish grafigi.

55-rasmdan ko'rinib turibdiki, Yer sathidan balandga ko'tarilgan sari shamolning tezligi kuchayib, shamol energoqurilmalarining ishlab chiqarayotgan quvvati ham oshib boradi. Ammo shamol energoqurilmalari 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 energoqurilmalari to'liq quvvat bilan elektr energiyasi ishlab chiqara olmaydi.

56-rasmda bir xil balandlikka o'rnatilgan shamol qurilma (elektrostansiya)larining vaqt oralig'ida ishlab chiqaradigan energiyasi bir xil bo'lmasligi ko'rsatilgan.

Amerikaning «Altaeros Energies» va Kanadaning «Magenn Power» kompaniyalari tadqiqotlariga ko'ra, Yer sathidan 100 m va undan ortiq balandliklarda katta tezlikda doimiy kuchli shamol oqimlari esib turar ekan [26].

Yer sathidan 100÷500 m balandda doimiy katta tezlikda esib turadigan shamollar energiyasidan foydalanish uchun havo sharlariga shamol energoqurilmalarini o'rnatishni taklif qilishdi.



56-rasm. Shamol elektrostansiyasining ishlash grafigi:

a – shamolning tezligi; *b* – ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi miqdori.

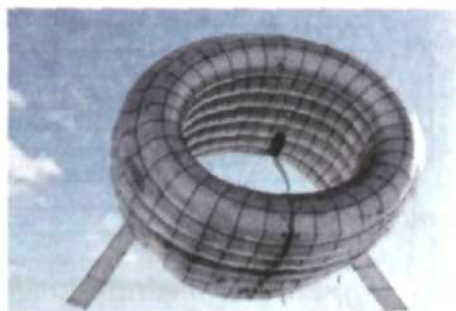
Amerikaning «Altaeros Energies» kompaniyasi ishlab chiqqan havo shari gaz o'tkazmaydigan mustahkam materialdan tayyorlanib, geliy yoki vodorod gazlari bilan to'ldiriladi (57 b-rasm). Havo sharlari yer sathidan 500 m balandlikkacha o'rnatilishi mumkin. Havo shariga o'rnatilgan shamol energoqurilmalari ishlab chiqaradigan elektr energiyasi, metall tros'larga bog'langan elektr simlari orqali yerga uzatiladi.

Kanadaning «Magenn Power» kompaniyasi ishlab chiqqan uchib turuvchi havo shari energetik qurilmalari ham geliy gazi bilan to'ldiriladi. Havo shari qurilmasi o'zining gorizontaal o'qi atrofiga aylanishi orqali elektr energiyasi ishlab chiqaradi. Havo shari qurilmasining ma'lum balandlikdagi barqaror turishi Magnus effekti hisobiga amalga oshiriladi. Ishlab chiqarilgan energiya metall tros'larga bog'langan elektr simlari orqali simlarni o'rab yig'uvchi chig'ir va transformatorlar o'rnatilgan maydonchaga uzatiladi. Kompaniya ishlab chiqaradigan ushbu konstruksiyadagi havo shari qurilmasi 200÷300 m balandlikka o'rnatilib, 90÷100 m/s tezlikda esadigan shamol bilan ishlashga mo'ljallangan (57 a-rasm).

Yuqorida keltirilgan havo sharli shamol energoqurilmalari ana'naviy shamol energoqurilmalariga qaraganda ikki marta ko'p va ikki marta arzon elektr energiyasi ishlab chiqaradi. 57-rasmda Amerikaning «Altaeros Energies» va Kanadaning «Magenn Power» kompaniyalari ishlab chiqqan, havo shariga o'rnatilgan shamol energoqurilmalarining ko'rinishi keltirilgan.



a)



b)

57-rasm. Havo shariga o'rnatilgan shamol energoqurilmalari:
a – «Magenn Power» kompaniyasi; b – «Altaeros Energies» kompaniyasi.

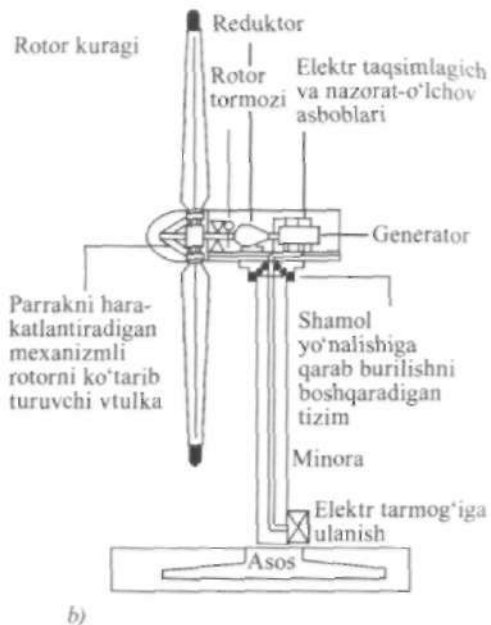
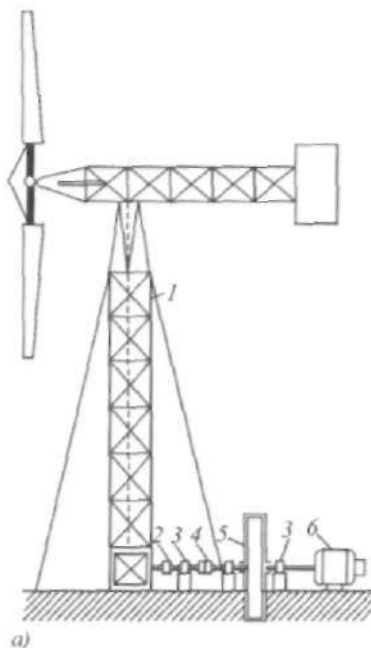
Shamol generatorlari – shamolning kinetik energiyasini elektr energiyaga aylantirib beruvchi qurilma. Shamol generatorlarining ikki xil turi mavjud: **sanoat** va **uy** uchun (58- va 59-rasmlar). Sanoat uchun shamol generatorlari davlat yoki katta energetik korporatsiyalar tomonidan quriladi. Ushbu qurilmalar energiyasi bir joyga to'planadi va natijada shamol elektrostansiyalari vujudga keladi. Uning asosiy farqi – ishlashi uchun xomashyoning zarur emasligi va hech qanday chiqindi chiqmasligidir.

Uning asosiy talablaridan biri – yillik o'rtacha shamol tezligining yuqori bo'lishidir. Har bir sanoat energetik qurilmalarida o't o'chirish tizimi, shamol generatorining ishlashi haqida ma'lumot berib turuvchi telekommunikatsion tizim va chaqmoqdan himoya qilish tizimi mavjud. Zamonaviy shamol generatorlarining quvvati 6MW(6000 kW)gacha yetadi.

Shamol generatorining turlari. Shamol turbinalarinig ikkita aso-siy turi mavjud: vertikal va gorizontal aylanish o'qli. Vertikal o'qli turbinalar kichik tezlikdagi shamollarda ishlaydi, shuning uchun ular past samarali hisoblanadi. Shu sababli vertikal o'qli turbinalar juda kam qo'llaniladi. Asosan ular uy uchun o'rnatiladi. Uy uchun quriladigan shamol qurilmalarini qo'llash tez sur'atlar bilan rivojlanib bormoqda. Odatda, uncha katta bo'lmagan uy uchun 1 kW atrofidagi elektr energiyasini 9 m/s tezlikda esayotgan shamol energiyasidan olish mumkin.

Hozirgi kunda MCHJ «Dialog» tomonidan mamlakatimiz viloyatlarida 1–3 kW·soat quvvatli shamol qurilmalari o'rnatilib ishlatilmoqda.

Ishlab chiqarilayotgan energiya miqdori va narxi. AQSh shamol energetikasi uyushmasining ma'lumotiga ko'ra 2006-yilda Amerikada 17 543 kW elektr energiyasi ishlab chiqarilgan, umumiy narxi 56 082 850 dollarga, 1 kW elektr energiyasining narxi 3200 dollarga teng bo'lgan. Shu yili dunyo bo'yicha shamol elektrostansiyalari tomonidan 19 483 kW elektr energiyasi ishlab chiqarilgan. 2020-yilga kelib AQShda shamol elektrostansiyalari tomonidan ishlab chiqariladigan elektr energiyasi miqdori 50 ming MWga yetkazilishi rejalashtirilgan. Bu miqdor mamlakatda ishlab chiqariladigan elektr energiyasining 3% ini tashkil qiladi, xolos.



58-rasm. Ana'naviy (a) va zamonaviy sanoat (b) shamol energetik qurilmalarining sxemasi:

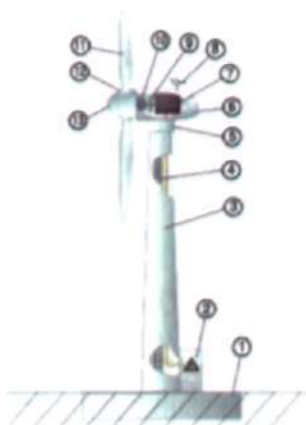
1 – shamol dvigateli; 2 – ulash muftasi; 3 – tayanch podshipnigi; 4 – erkin aylanish muftasi; 5 – inersion akkumulator; 6 – sinxron generator.

Hozirgi kunda shamol elektrostansiyasini qurishga ketgan mablag' qoplangandan so'ng, 1 kW elektr energiyasining narxi 0,10÷0,07 dollarga teng bo'lgandagina shamol energetikasi samarali hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasida birinchi bo'lib Chorvoq suv omborining dam olish zonasida (Toshkent viloyatida) eng katta shamol energoqurilmasi o'rnatildi. Quvvati 750 kW·soat bo'lgan shamol energoqurilmasini o'rnatish Janubiy Koreyaning «Doojin Co. LTD» kompaniyasi yordamida olib borildi. Shamol energoqurilmasi maydonchasiga 40 m balandlikdagi minoraga shamol tezligini o'lchovchi anemometrlar va boshqa nazorat-o'lchov asboblari o'rnatilgan. Shamol energoqurilmasi bir yilda 12,3 million kW·soat elektr energiyasi ishlabchiqaradi, natijada 700 000 m³ tabiiy gaz tejraladi [27].



a)



b)

59-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 energourilmasi o'ratilgan 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 energoqurilmasining barqaror ishlashini ta'minlaydi.

7-bob. QUYOSH ENERGIYASI

7.1. Quyosh energiyasi va undan foydalanish asoslari, amaliyoti va kelajagi

Insoniyat paydo bo'lgandan buyon quyoshga sig'inib kelgan, uni xudo o'rnida ko'rganlar. Chunki u haqiqatan ham Yer yuzida hayot manbayidir. Qadimgi Misr fir'a'vnlaridan biri (Nefertitining yeri) Exnaton ismini qabul qilgan (Atonga – quyoshga sajda qiluvchi), ya'ni Exnaton – tabiiy termayadro reaktoriga sajda qilgan. Quyoshdagi energiyani hosil bo'lishi – **termayadro reaksiyasi** tufaylidir. Quyosh nurlari – bu **vodorodning 4 dona** va **geliyning bir dona** atomining qo'shilganidir [19, 29].

Termayadro reaksiyasi quyoshning ichida temperatura $t^{\circ}=20$ mln. $^{\circ}\text{C}$ ga yetganda boshlanadi. Shuning uchun termayadro energiyasi yer yuzidagi barcha energetik resurslarning: ko'mir, neft, gaz; gidroenergiya; shamol va okeanlar energiyasining birinchi manbayi hisoblanadi.

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

7.2. Quyosh energiyasi kadastri

Quyosh radiatsiyasi oqimi va tashiyotgan energiya yig'indisi to'g'risidagi ma'lumotlar quyosh kadastri hisoblanadi. Quyosh kadastri to'g'risidagi ma'lumotlar quyidagi ko'rsatkichlarga asosan yig'iladi:

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

- gorizontal tekislikka to'g'ri normal-urinma holatida tushayotgan quyosh nurlari;
- quyoshning nur sochish vaqti.

Umuman quyosh radiatsiyasi oqimi va 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.

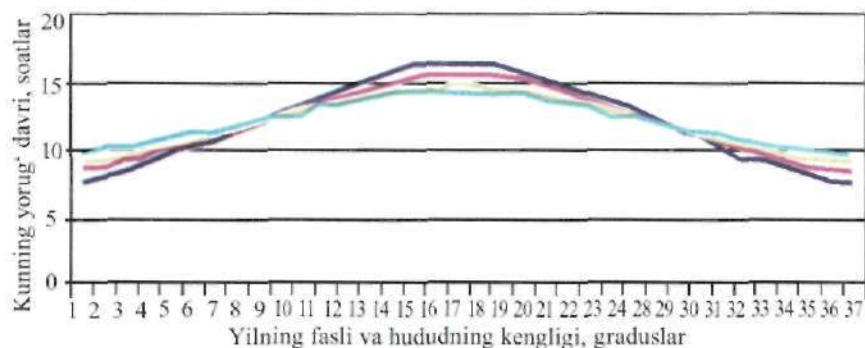
Quyosh energiyasidan foydalanishni hisoblashda, asosan, quyosh nurining 1 m^2 maydonga berayotgan energiya miqdori hisobga olinadi. Koinotning atmosfera qatlamidan yuqori qismiga tushayotgan quyosh radiatsiyasining energiyasi $1,395 \text{ kW/m}^2$ ni tashkil qiladi va bu miqdor **quyosh doimiysi** deb 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 – $2 \text{ kW} \cdot \text{soat/m}^2$;
- Tropik va Osiyo mamlakatlarida – $6 \text{ kW} \cdot \text{soat/m}^2$.

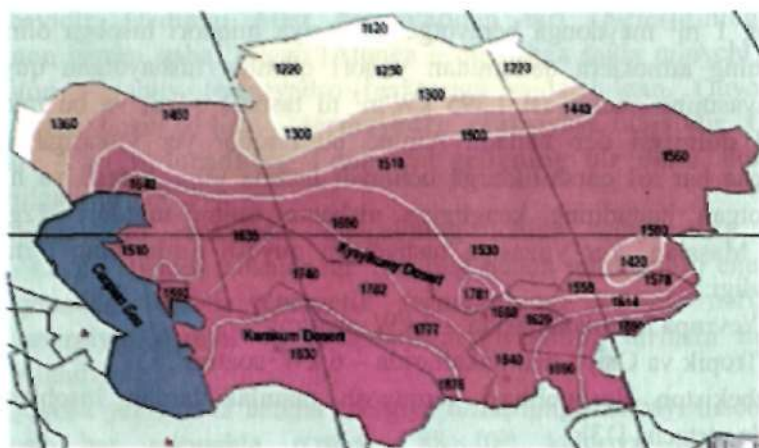
O'zbekiston Respublikasi serquyosh mamlakatlardan hisoblanadi. Bir yilda o'rtacha [13]:

- 300 kun quyoshli kun hisoblanadi;
- $2980 \div 3130$ soat temperaturaning o'rtacha miqdori $+42^\circ\text{C}$ ni, kunning uzunligi 14–16 soatni tashkil qiladi (60-rasm);
- cho'l rayonlarida temperatura $+70^\circ\text{C}$ gacha ko'tariladi;
- har bir m^2 maydonda 1 yilda 1900–2000 kW gacha quyosh radiatsiyasi hosil bo'lishi mumkin (61-rasm).

60-rasmda O'zbekiston Respublikasida hududning kengligi va yilning fasliga nisbatan kunning yorug' vaqti, 61-rasmda esa O'rta Osiyo mamlakatlarida quyosh radiatsiyasining taqsimlanishi ko'rsatilgan. 61-rasmda O'zbekiston Respublikasi hududining 16- va 21- kengliklarida kunning yorug'lik davri 16–17 soatni tashkil qilishi ko'rinib turibdi.



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



61-rasm. O'rta Osiyo mamlakatlarida quyosh radiatsiyasining taqsimlanishi.

7.3. Quyosh energiyasini yig'uvchi qurilmalar

Quyosh energiyasidan issiqlik ishlab chiqarishda ham, elektr energiyasi ishlab chiqarishda ham foydalanish mumkin. Birinchi holatda yassi konsentratsiyalashgan quyosh kollektorlari qo'llaniladi. Ulardan issiqlik tashuvchi sifatida suv, havo yoki antifrizlar ishlatilishi mumkin. Ikkinchi holatda esa yorug'lik oqimi energiyasi fotoelektr o'zgartirgichlarda bevosita elektr energiyasiga aylanadi yoki issiqlik elektrostansiyalarining an'anaviy sxemalari ishlatiladi.

Insonlar qadim zamonlardan quyoshning qudratini sezganlar va o'zlarini bir umr unga bog'liq ekanliklarini his qilganlar. Shuning uchun quyoshdan to'xtovsiz ko'proq foydalanishni o'ylaganlar. Avval quyosh nuridan qo'shimcha energiya olish – suvni va binolarni isitish, dengiz suvlarini tozalash va boshqa maqsadlarini amalga oshirishga harakat qilganlar.

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

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

Birinchi holatda yassi konsentratsiyalashgan quyosh kollektorlari qo'llanilsa, ikkinchi holatda yorug'lik oqimi energiyasi fotoelektr o'zgartirgichlar yordamida bevosita elektr energiyasiga aylantiriladi (yoki quyosh nuridan olingan issiqlik energiyasidan ana'naviy issiqlik elektr stansiyalaridagidek foydalaniladi).

Past temperaturali (100°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 rivojlanish tarixiga ega. 62- va 63-rasmlarda quyosh nurlarini yig'uvchi qurilmalarning turlari ko'rsatilgan.



62-rasm. Quyosh nurlarini issiqlik energiyasiga aylantiruvchi moslamalar:

a – ana'naviy geliostatlar; *b* – yassi geliostatlar; *d* – geliostatlardan kelayotgan quyosh energiyasini yig'ib quyosh pechiga yo'naltiruvchi moslama.

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 Respublikasi va Fransiya. O'zbekistondagi (63-rasm) quyosh pechining temperaturasi $t^{\circ}=4000-4500^{\circ}\text{C}$ ga teng, Fransiya ishga tushirilgan quyosh pechining temperaturasi esa $t^{\circ}=380-0^{\circ}\text{C}$ ga yetadi [4].



a)



b)



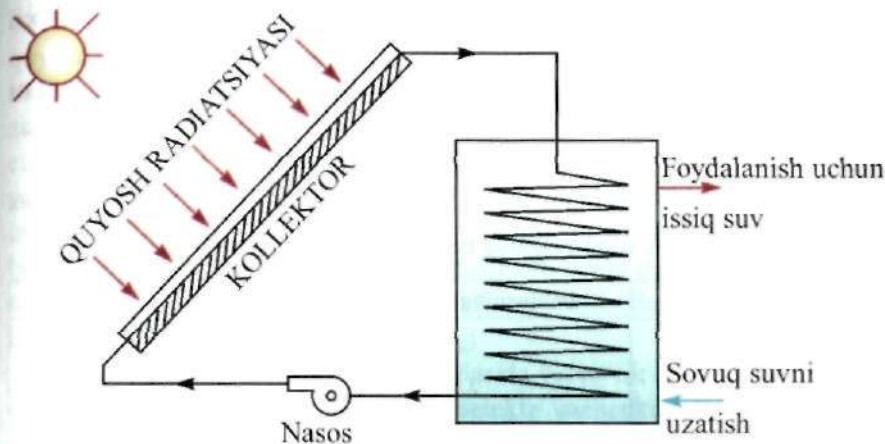
d)



e)

63-rasm. O'zbekiston Respublikasidagi quyosh pechi:

a – quyosh pechining yassi geliostatlar maydoni; *b* – geliostatlarning yaqindan ko'rinishi; *d* – geliostatlarga tushayotgan quyosh nurlarini yig'ib oluvchi geliostatlar minorasi (1) va quyosh pechi (2); *e* – quyosh pechining umumiy ko'rinishi.



64-rasm. Quyosh nuridan quvvat oladigan suv isitgich qurilmaning soddalashtirilgan sxemasi.

Issiq oqim (suyuqlik yoki gaz holatidagi) hosil qilish. Zamonaviy asboblار konstruksiyasining mukammallashtirilish quyosh nurlarini is-siqlikka aylantirish samaradorligining oshirilishiga olib kelmoqda. Bu qurilmalarning asosiy sxemasi – suyuq yoki gaz holatidagi issiqlik qabul qiluvchi yassi quyosh kollektorlari qurilmasidan tashkil topgan (64-rasm). Bu sistema binolarni issiq suv bilan ta'minlash va isitishda qo'llaniladi.

Quyoshdan quvvat oladigan suv isitgich moslamalar quyosh kollektor orqali suv haroratini oshirish uchun quyosh nurlari energiyasidan foydalanadi. 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 izolatsiyalangan yassi quyosh kollektorlari keng tarqalgan.

64-rasmda izolatsiyalangan quvur – kollektorlarga uzatilgan suv quyosh nuri ostida 100°C gacha isitiladi va quvurlar orqali iste'molchi-ga – binolarni issiq suv bilan ta'minlash va isitishga uzatiladi. Binolarni isitishga uzatilgan suv sovigandan so'ng nasoslar yordamida (yoki o'z oqimi bilan) yana isitish kollektorlariga uzatiladi. Jarayon shu tarzda davom etadi. 17-jadvalda quyosh suv isitgichlarning taxminiy narxlari keltirilgan.

Elektr energiyasi ishlab chiqarish. 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.

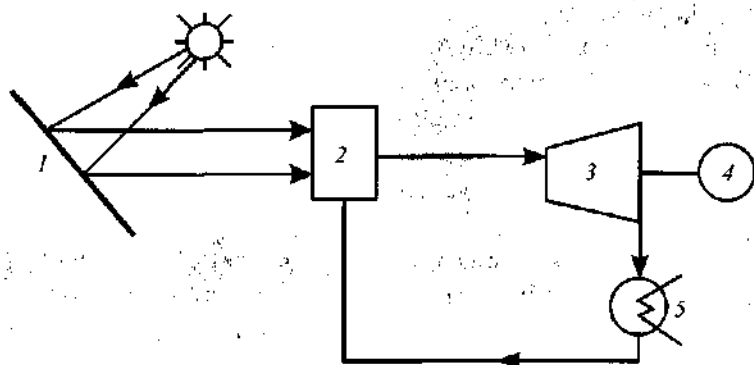
2. Fotoelektr usulida.

17-jadval

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

Ana'naviy usulda quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish shemasi 65-rasmda berilgan. Quyosh energiyasini yig'ib oluvchi geliostatlar 1 ning energiyasi suvga to'ldirilgan bug' qozoni 2 ga yo'naltiriladi. Hosil bo'lgan bug' generator 4 ni harakatga keltiruvchi issiqlik turbinasi 3 ga uzatiladi. Turbinani harakatga keltirib ish bajargan bug' kondensator 5 ga – bug'ni suvga aylantiruvchi moslamaga uzatiladi. Kondensatordan chiqqan suyuqlik yana quyosh geliostatlariga uzatiladi va shu tariqa jarayon davom etadi.

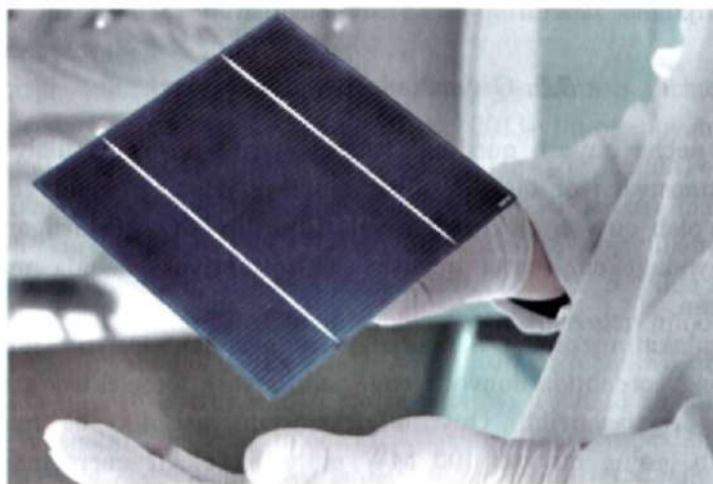


65-rasm. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish sxemasi:
1 – geliostatlar; 2 – qozon; 3 – turbina; 4 – generator; 5 – kondensator
(bug'ni suvga aylantiruvchi qurilma).

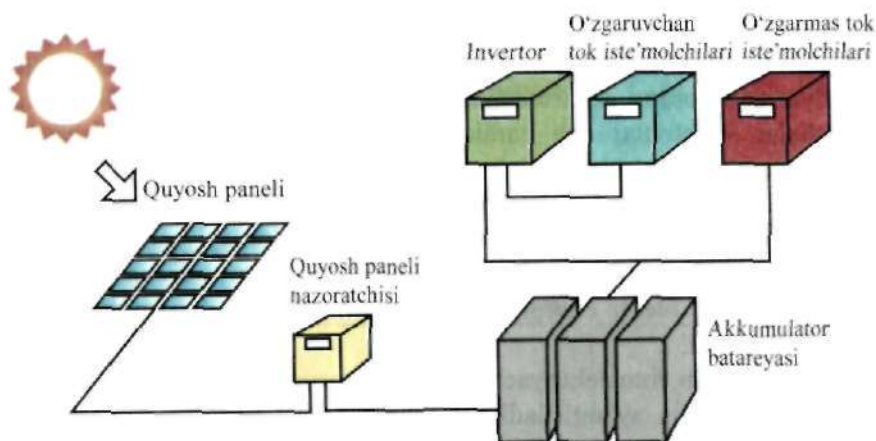
Fotoelektr usulda elektr energiyasi ishlab chiqarish. Ma'lumki, quyosh nurini elektromagnit to'liqlari deb qarash mumkin. Kvant nazariyasiga asosan, elektromagnit to'liqlarini nol massali elementar zarrachalar – fotonlar deb qaraladi. Quyosh energiyasini fotoelektrik energiyaga qayta aylantirish asosida 1887-yilda Gers tomonidan yaratilgan, yorug'lik fotonlarining ba'zibir metallarning elektronlari bilan kirishuvi natijasida elektronlar ma'lum miqdordagi energiyaga ega bo'ladilar. Mana shu energiyadan foydalangan holda quyosh energiyasidan to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasi olish mumkin. Bu jarayon fotoeffekt hodisasi deyiladi.

Shunday qilib, fotoelektr yacheykalarida yorug'lik nurlanish energiyasi elektr energiyasiga aylantiriladi. Fotoelektr yacheykalarini tayyorlashda birinchi bo'lib mono-yoki polikristall kremniydan foydalanilgan (66-rasm). Hozirgi kunda bu elementdan tayyorlanadigan yacheykalar butun dunyoda o'rnatilgan tizimlarning 80% ini tashkil etadi. Ularning foydali ish koeffitsiyenti 11÷16% ni tashkil etadi.

Keyingi vaqtlarda fotoelektr yacheykalar amorf kremniy, kadmiy-tellurid yoki mis-indiy-selendan yupqa plyonkalar shaklida tayyorlana boshladi. Ularning foydali ish koeffitsiyenti qariyb 8% ni tashkil etadi, biroq mono-yoki polikristall kremniydan tayyorlanadigan fotoelektr yacheykalariga qaraganda tayyorlanishi arzonroqdir.



66-rasm. Kremniy plastinkalarini ishlab chiqarish jarayoni.



67-rasm. Quyosh batareyasidan elektr energiyasi olish sxemasi.

Hozirgi vaqtda fotoelektr yacheykalarining foydali ish koeffitsiyentini 30÷60% ga oshirish ustida ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Buning uchun plyonkalarni 4÷8 marta ustma-ust oʻrnatish zarur boʻladi. Ushbu tadqiqotlar natijasida qurilma quvvati oshiriladi va ishlab chiqarish narxi keskin pasayadi. Fotoelektr tizimi doimiy elektr tokini ishlab chiqaradi va invertor yordamida doimiy elektr toki oʻzgaruvchan tokka aylantiriladi (67-rasm).

7.5. Quyosh elektrostansiyalari

Bir necha quyosh qurilma (batareya)larini bir-biriga ulab quyosh elektrostansiyalarini tashkil qilish mumkin. Hozirgi kunda dunyoda juda koʻplab quyosh elektrostansiyalari qurilib ishga tushirilgan. 2.5-§ da dunyodagi eng katta quyosh elektrostansiyasi haqida maʼlumot keltirilgan.

Mamlakatimizning Samarqand viloyatida Osiyo taraqqiyot bankining yordamida dunyoda eng yirik quyosh fotoelektrik stansiyasi qurilishi rejalashtirildi. Quyosh elektrostansiyasi 400 ga maydonga joylashib, uning quvvati 100 MW ni, yillik elektr energiyasi ishlab chiqarish esa 200 mln. kW·soatni tashkil qiladi. Elektrostansiyaning

qurilishi 5 yil davom etib, 2019-yilning mart oyida ishga tushirilishi kutilmoqda [5].

«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% i ni quyosh energiyasi tashkil qilib, 50mlrd. 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 bilan qoplanadi.

Xalqaro hamjamiyatning qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish bo'yicha tajribalari bilan tanishish uchun Hukumatimiz tomonidan ko'plab xalqaro ilmiy anjumanlar tashkil qilinmoqda. «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 xalqaro anjuman ham ushbu sohada olib borilayotgan ilmiy, ilmiy-tadqiqot, konstruktorlik va qaytalanuvchi energiya manbalariga o'rnatilgan energetik qurilmalar bilan tanishish imkonini berdi [58].

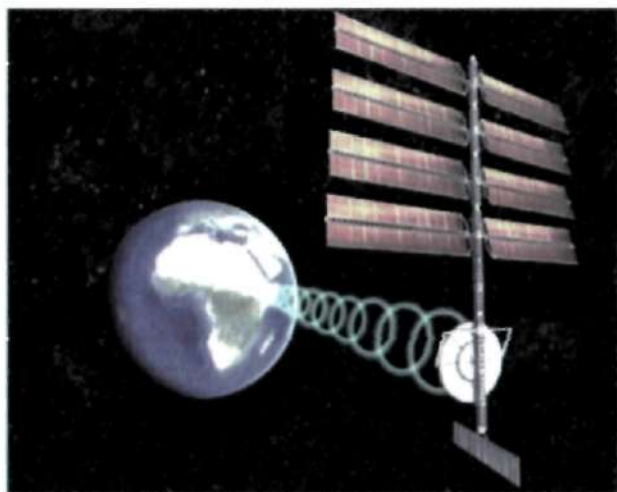
Hozirgi kunda quyosh energiyasidan foydalanish uchun juda katta investitsion mablag'lar kiritilmoqda. 2013-yilning noyabr oyida mamlakatimiz Prezidentining tashabbusi bilan Toshkentda «Quyosh energetikasi texnologiyalarining istiqbollari va yo'nalishlari» mavzusida «Quyosh energiyasi bo'yicha Osiyo forumi»ning 6-yig'ilishi bo'lib o'tdi [28]. Ushbu yig'ilishda 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 elektr energiyasi ishlab chiqarish 113 mlrd. kW·soatni, shundan fotoelektrik quyosh stansiyalari bilan 110 mlrd. kW·soat elektr energiyasi ishlab chiqarilganini ta'kidlab o'tdilar [28, 53-bet].

7.6. Kosmik quyosh elektrostansiyalari

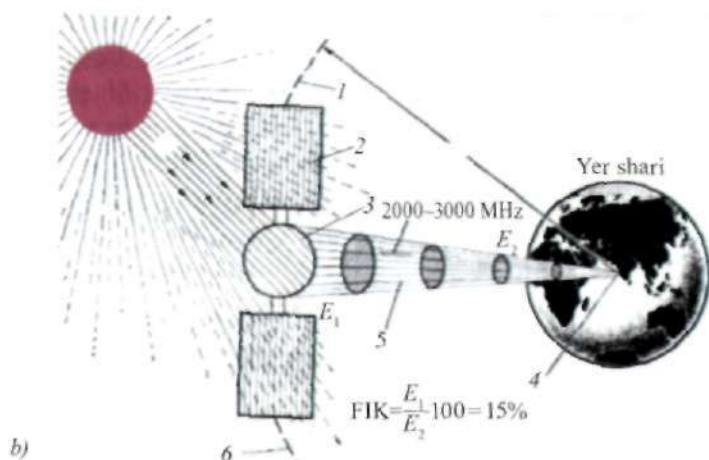
Hozirgi kunda quyosh radiatsiyasi zichligining kamligi, uning yilning fasliga va ob-havoga bog'liqligi tufayli quyosh energiyasidan katta miqdorda elektr energiyasi olish imkoni yo'q. Yuqoridagi kamchiliklarni bartaraf qilish uchun yerning sun'iy yo'ldoshi shaklidagi quyosh elektrostansiyalarini qurish lozim. Natijada ob-havoning qanday bo'lishiga qaramasdan, quyosh energiyasidan kunning 24 soatida foydalanish mumkin. Sun'iy yer yo'ldoshlariga o'rnatilgan quyosh elektrostansiyalari ishlab chiqaradigan elektr energiyasi, yerdagi iste'molchilarga ultraqisqa to'lqinlar (uzunligi 10 sm ga teng) kanali orqali uzatiladi. Uzatilgan to'lqinlar yerdagi qabul qilish antennalari yordamida qabul qilinadi va yerda sanoat chastotasi energiyasi (50 Hz)ga aylantirilib iste'molchiga uzatiladi [19, 29, 30].

Sun'iy yer yuldoshlariga o'rnatilgan quyosh elektrostansiyalarining foydali ish koeffitsiyentini kelajakda 77–95% ga yetkazish rejalashtirilgan.

Quyosh elektrostansiyalarining o'rtacha qamraydigan maydoni 20 km^2 ga teng bo'lib, uzatish antennasining diametri 1 km ga va qabul qilish antennasining diametri 7–10 km ga teng bo'ladi. 68-rasmda yer sun'iy yo'ldoshiga o'rnatilgan quyosh elektrostansiyasining sxemasi keltirilgan.



a)



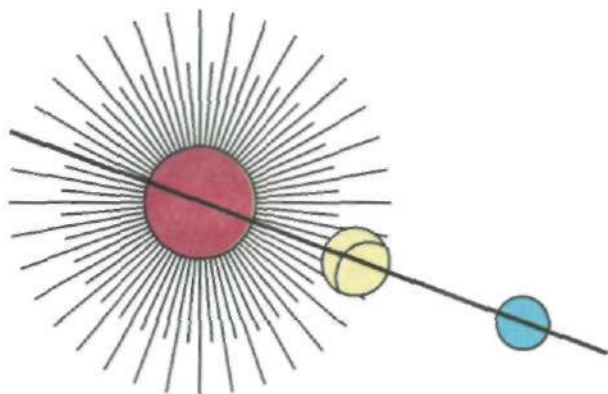
68-rasm. Yer sun'iy yo'ldoshiga o'rnatilgan quyosh elektrostansiyasining sxemasi: *a* – sxemasi; 1 – quyosh energiyasi oqimi; 2 – quyosh energiyasining sun'iy yo'ldosh kollektori; 3 – uzatuvchi antenna; 4 – qabul qiluvchi antenna; 5 – qisqa to'lqinli nur; 6-energetik sun'iy yo'ldoshning doimiy orbitasi; *b* – sun'iy yo'ldoshga o'rnatilgan quyosh elektrostansiyasining umumiy ko'rinishi.

8-bob. SUV SATHINING KO'TARILIB-TUSHISH ENERGIYASI

8.1. Suv sathining ko'tarilib-tushish energiyasidan foydalanish asoslari

Quyosh-Yer-Oy planetalari bir to'g'ri chiziqda joylashganda kosmik sistemalarning tortishish kuchlari natijasida dengiz va okean suvlarining sathi ko'tarilib-tushadi (69-rasm). Suv sathining ko'tarilib-tushish jarayoni har 6 soat-u 12 minutda ro'y berib turadi. Yer sharining ba'zi nuqtalarida bu jarayon 12 soat-u 25 minut yoki 24 soat-u 50 minutni tashkil qiladi. Suvning ko'tarilishi bir kunda 50 minutga suriladi. To'liq bir sikl (ko'tarilib-tushish)ning davom etishi 29, 53 kunga to'g'ri keladi [19, 29].

Ochiq denigiz va okeanlarda suv sathining ko'tarilib-tushish farqi 2 m dan oshmaydi. Ammo ko'rfazlarda, qo'ltiqlarda, daryolarning boshlanishi hamda dengiz va okeanlarga quyilish joylarida suv sathining ko'tarilib-tushish farqi 10–15 m va undan ham ortiq bo'lishi mumkin. Suv sathining ko'tarilib-tushish davrida ularning maksimal miqdori Atlantika



69-rasm. Quyosh, Oy va Yerning bir to'g'ri chiziqda joylashish sxemasi.

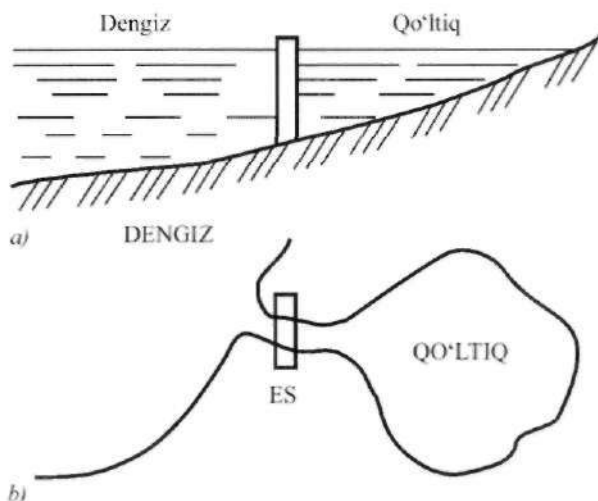
okeanining Kanada qirg'oqlarida 18 m gacha, Fandi qo'ltig'ida 19,6 m gacha yetadi. Sathlar tebranishining katta miqdori La-Mansh bo'g'ozining ba'zi joylarida 15 m gacha, Oxota dengizida 13 m gacha, Barens va Oq dengizda 10 m gacha kuzatiladi [19, 29].

Sathlarning ko'tarilib-tushishiga asoslangan elektrostansiya qurish uchun sathlar farqi 10 m ni tashkil qilishi zarur. Bunday joylar yer sharida atigi 30 donani tashkil qilishi mumkin. Shuning uchun ushbu elektrostansiyalarning umumiy energetikadagi o'rni unchalik sezilarli emas.

Dunyodagi dengiz va okeanlar suv sathining ko'tarilib-tushishi natijasida olinishi mumkin bo'lgan energiya bir yilda 1,0 mlrd kWni tashkil qiladi. Bu miqdor butun dunyodagi GESlar ishlab chiqaradigan elektr energiyasidan 2,5 barobar ko'proqdir.

8.1.1. Suv sathining ko'tarilib-tushish energiyasi

Suv sathining ko'tarilib-tushish energiyasidan foydalanish uchun suv sathi ko'tarilgan vaqtda dengiz havzasining biror kichraygan joyi (qo'ltiq – suv havzasi) bekitiladi (70-rasm). Suv qaytgan vaqtda dengiz va ajratilgan suv havzasi sathlari orasida ma'lum kattalikda bosim hosil bo'ladi.



70-rasm. Okean va dengizlar sathining ko'tarilib-tushish energiyasidan foydalanish sxemasi: *a* – bo'ylama kesimi; *b* – plani.

Hosil bo'lgan bosim ostida har xil gidroturbinalarni ishlatib elektr energiyasi olish mumkin bo'ladi. Dengiz sathining ikkinchi ko'tarilishida esa ajratilgan suv havzasidagi suv sathidan dengiz suv sathi baland bo'ladi. Natijada yana ma'lum balandlikda bosim hosil bo'lib, gidroturbinalarning ishlashi uchun sharoit yaratiladi.

Suv sathlarining ko'tarilib – tushishiga asoslangan elektrostansiya-larning potensial energiyasi va unga mos bo'lgan o'rtacha yillik quvvat quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$E_p = 2 \cdot 10^6 \times A_{o'rt}^2 \times K \times F;$$

$$N_p = \frac{E_p}{8760} = 225 \times A_{o'rt}^2 \times K \times F.$$

Bu yerda: $A_{o'rt}$ – yillik o'rtacha suv sathlarining farqi;

$K < 1$ – suv sathi o'zgarishiga nisbatan suv havzasi maydonining o'zgarishini hisobga oluvchi o'lchamsiz koeffitsiyent;

F – suv havzasining yuzasi, km^2 .

Bosimning kamayib ketishi natijasida elektrostansiyaning to'xtab qolishi va boshqa sabablarga ko'ra, potensial energiyaning faqatgina 1/3 qismidagina foydalaniladi. Suv sathining ko'tarilib-tushish elektrostansiyalari qurishga qulay bo'lgan joylar juda kam. Bunday elektrostansiyalarning samaradorligini oshirish uchun ikki, uch va undan ko'proq havzali, odatdagi turbina o'rniga ikki mashinali nasos turbinalar qo'llaniladi.

8.2. Suv sathining ko'tarilib-tushishiga asoslangan elektrostansiyalar

Suv sathi ko'tarilib-tushish elektrostansiyalarini loyihalash va qurishda quyidagi muammolarga duch kelinadi:

- agressiv dengiz suvi istida beton va temir konstruksiyalarning zanglashi;
- gidrotexnik inshootlarni to'lqinlarning dinamik ta'siridan va dengiz oqimlaridan himoya qilish;
- cho'kindi jinslar bilan kurashish;
- tuproqning mustahkamligini oshirish;
- tirik organizmlar, ayniqsa, molluskalarga qarshi kurashish.

Bu muammolarni yechish uchun juda ko'p ilmiy-tekshirish ishlarini o'tkazish va natijalarni joylar(natura)da ishlatib ko'rish zarur.

Hozirgi vaqtda dunyoda okean va dengizlar suv sathining ko'tarilib-tushishiga asoslangan faqatgina Fransiyadagi Rans va Rossiyadagi Kislogub elektrostansiyalari ishlab turibdi. 2.5-§ da dunyodagi eng katta suv sathning ko'tarilib-tushish elektrostansiyasi haqida ma'lumot keltirilgan.

Suv sathning ko'tarilib-tushish asosida ishlaydigan elektrostansiyalarga sarflanadigan kapital xarajatlar boshqa elektrostansiyalarga qaraganda kamroq ekanligi aniqlangan. Masalan, 11,4 mln.kW·soat elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi Mezen elektrostansiyasiga sarflangan kapital xarajatlar 1072 doll./kW (0,314 doll./kW·soat)ni tashkil qiladi. Bu ko'rsatkich GESlarga sarf qilinadigan xarajatlarga qaraganda 1,5 barobar arzonaga tushar ekan (Masalan, Gilyuy GESi-1587 doll./kW yoki 0,63 doll./kW·soat).



71-rasm. Po'kakli energoqurilmalar.

Amerikaning Nyu-Jersi shtatidagi «Ocean Power Technologies» kompaniyasi 10 dona to'liqin po'kaklari energetik qurilmalaridan tashkil topgan 1500 kW soat quvvatga ega bo'lgan to'liqlar elektrostansiyasini ishga tushirdi. Har bir po'kak to'liqlarda bekorga qalqib yurmaydi, uning ichidagi porshenlar to'liqlarga mos qaytma-ilgarilanma harakat qilib elektr energiyasi ishlab chiqaradi. Ishlab chiqarilgan elektr energiyasi suv osti kabel simlari yordamida qirg'oqqa uzatilib, qirg'oqdagi mingga yaqin uylarni yil bo'yi elektr energiyasi bilan ta'minlab turadi. Po'kaklarni nazoratda ushlab turish uchun unga yorug'lik signali berib turuvchi, o'chib-yonib turadigan lampalar o'rnatilgan [67] (71-rasm).

9-bob. ICHKI OQIMLAR

9.1. Okean va dengizlarda hosil bo'ladigan ichki oqimlar

Yer yuzining 2/3 qismi okeanlar, dengizlar va daryolar bilan qoplangan. Ulardagi suv resurslari har xil holatda – to'liqlar, qirg'oqqa kelib urilishlar, suv yuzidagi va har xil chuqurlikdagi oqimlar shaklida juda katta miqdorda qaytalanuvchi energiya olib yuradilar. Ulardan foydalanish orqali juda katta miqdorda ekologik toza energiya olish mumkin.

Dunyo okeani akvatoriysida har xil yo'nalishlarda oqimlar bir-biri bilan kesishadi. Oqimlar ustki va chuqurlikda bo'lishi mumkin. Ularning ba'zi birlari juda ulkan aylanalar bo'ylab harakatlanadi. Ularning yo'nalishlari va tezliklari har xil hamda juda katta kinetik energiya ($7,2 \times 10^{12}$ kW·soat / yil ga teng elektr energiyasi) zahiralari ega [31].

9.2. Oqimlarning turlari

Okean va dengizlardagi oqimlarga quyidagilar kiradi:

- Golfstrim;
- Kurosio;
- El-Nino;
- Ekvatorial oqimlar;
- g'arbiy shamollar oqimi;
- iqlim;
- passat (quruq) shamollar – tropiklardan ekvatorga tomon esib turadigan quruq shamollar.

Har xil tashqi alomatlariga qarab oqimlar doimiy va davriylarga bo'linadi. **Doimiy oqimlar** yildan yilga o'rtacha miqdorda qolishi, ya'ni yo'nalishi, o'rtacha tezligi va massasi o'zgarmay qolishi mumkin. **Davriy oqimlarda** yuqoridagi xarakteristikalar davriy o'zgarib turadi. Masalan, Musson oqimlari – Musson shamollari hosil qiladigan,

qishda okeandan dengiz tomon, yozda dengizdan okean tomon yo'nalgan oqimlar.

Oqimlar issiq va sovuq bo'lishi mumkin. Okean oqimlari suvni okeanning bir joyidan ikkinchisiga ko'chirib yuradi. Ko'chib yurgan oqimlar o'zidagi issiqlikni sovuq suvlarga berib asta-sekin soviydi. Agar oqimning temperaturasi o'zini o'rab turgan suv oqimi temperaturasidan yuqori bo'lsa, **issiq oqim**, past bo'lsa, **sovuq oqim** deyiladi.

Oqimlar **suv yuzasida** va **suv osti** yoki **chuqurlikda** hosil bo'lishi mumkin. Agar oqim okean yoki dengiz tubida hosil bo'lsa, bunday oqimlar **tubdagi oqimlar** deyiladi.

Oqimlar har xil belgilariga qarab klassifikatsiyalanadi: ularni hosil qiluvchi kuchlarga nisbatan; barqarorligiga nisbatan; suv qatlamlari chuqurligida joylashishiga nisbatan; harakatlanishiga nisbatan; fizik va kimyoviy xossalriga nisbatan.

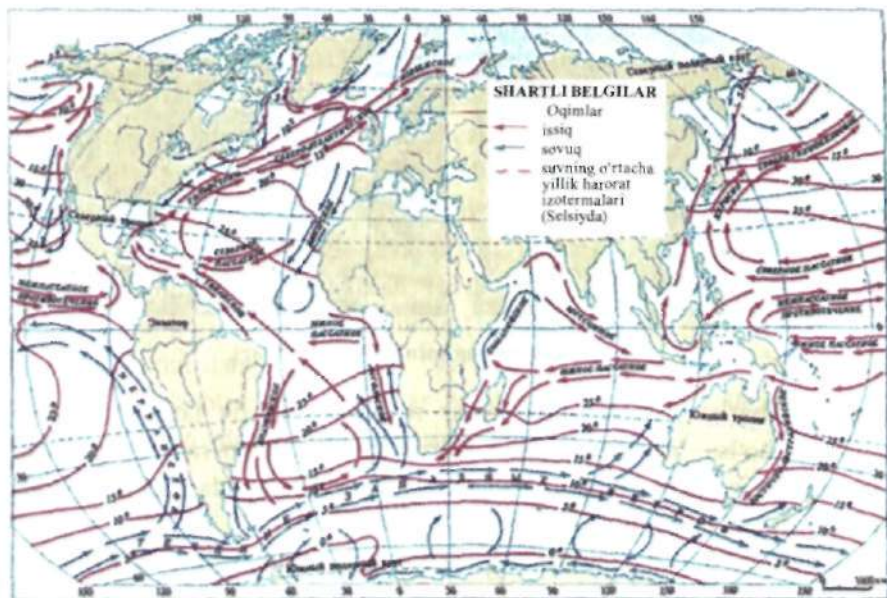
Hosil bo'lishiga nisbatan: **gradiyentli** (zichlik, to'ldiruvchi, barogradiyentli, seyshli, oqimli yoki oqava), **shamol ta'sirida (dreyf)** va **suv sathining ko'tarilib-tushishi** oqimlariga bo'linadi.

Okean yoki dengizning bir qismida qandaydir sabablarga ko'ra bo'shab qolgan hajmni to'ldiradigan oqimlar **to'ldiruvchi oqimlar**, yoki har xil zichlikdagi (masalan, Golfstrim) oqimlarga **gradiyentli oqimlar** deyiladi.

Suv yuzasiga shamolning (tangensial) ishqalanishi natijasida **dreyf oqimlari** hosil bo'ladi. **Suv sathining ko'tarilib-tushishi** natijasida hosil bo'ladigan oqimlar. Kosmik sistemalar (Quyosh-Oy-Yer)ning tortishish kuchlari natijasida dengiz va okean suvlarining sathi ko'tarilib-tushish jarayoni. 72-rasmda okean va dengizlarda hosil bo'ladigan oqim turlari ko'rsatilgan.

9.3. Golfstrim oqimi

Dengiz va okenlardagi oqimlar orasida eng kattasi **Golfstrim oqimi**dir. Golfstrim (Inglizcha «Golf» – ko'rfaz, qo'ltiq; «Strim» – oqim, ya'ni ko'rfazdagi oqim ma'nosini bildiradi.)Atlantika okeanining shimoliy qismida hosil bo'ladigan issiq oqim. Bu oqim 16-asr boshlarida dengizchilar tomonidan aniqlangan va **Florida oqimi** deb atalgan [32].

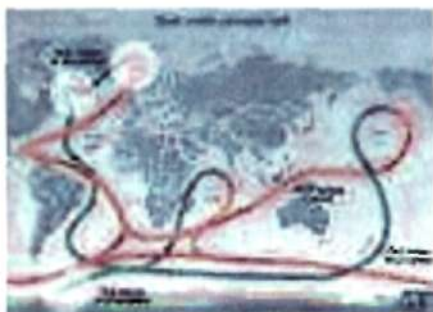
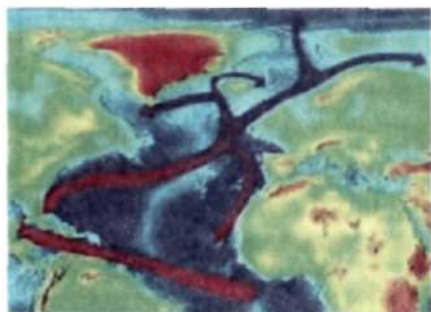


72-rasm. Okean va dengizlardagi oqim turlari.

1772-yilda amerikalik olim Benjamin Franklin bu oqimni **Golfstrim oqimi** deb atashni taklif qilgan.

Golfstrim oqimi Meksika qo'ltig'ining oqava suvlari sifatida Florida bo'g'ozida-yarim orolida hosil bo'ladi. Bu oqim $2160 \text{ m}^3/\text{kun}$ (yer yuzidagi barcha daryolar sarfidan 20 barobar ko'p) hajmda Yuktan bo'g'ozini orqali okeanga chiqadi va Antil oqimi bilan qo'shiladi hamda 6–10 km/soat tezlikda Shimoliy Amerikaning Atlantika qirg'oqlari bo'ylab Nyufaundlend sayozliklari orqali shimoliy sharqqa qarab harakatlanadi. Bu yerda oqim sovuq Labrador oqimi va shimoldan kelayotgan sovuq oqim bilan uchrashadi. Shundan so'ng Golfstrim oqimi sharqiy yo'nalishda Yevropa qirg'oqlari bo'ylab harakatlanadi (73-rasm). Golfstrim oqimi Atlantika okeanining shimoliy qismi hamda Shimoliy Muz okeanining yaqin qismi tabiatiga va Yevropa mamlakatlarining iqlimiga juda katta ta'sir ko'rsatadi.

Oxirgi vaqtlarda dunyo bo'ylab, issiq Golfstrim oqimi sekinlashmoqda, sovimoqda va natijada okean qa'riga kirib ketmoqda degan tash-



73-rasm. Golfstrim oqimining yo'nalishlari.

vishli xabarlar tarqalmoqda. Agar rostdan ham bu jarayon davom etayotgan bo'lsa, Yevropa mamlakatlarining yillik temperaturasi o'rtacha 12°C gacha pasayib ketishi kutiladi. Natijada Yevropada kichik muzlik davri boshlanishi mumkin.

Polyak va Italiya olimlarining Golfstrim oqimida olib borgan ilmiy-tadqiqot ishlari va kosmik yer yo'ldoshlaridan olingan rasmlar shunday xulosalar qilishga imkon beradi. Golfstrim oqimi Florida yarimorolidan Shpitsbergen va Novaya Zemlya orollarigacha bo'lgan 10 ming km uzunlikda harakatlanadi. Golfstrim oqimining kengligi janubdan shimolga qarab 75 km dan 200 km gacha kengayib boradi, chuqurligi 700–800 m ni, tezligi 2 m/s ni tashkil qiladi, suv yuzasidagi temperatura $10\text{--}20^{\circ}\text{C}$ dan $24\text{--}28^{\circ}\text{C}$ gacha o'zgarib turadi (74-rasm).



74-rasm. Golfstrim oqimi o'lchamlarining o'zgarishi.

Bunday jarayonning kelib chiqishiga: iqlimning o'zgarishi natijasida erigan muzlar bilan okeanning sho'r suvlari aralashishi natijasida toza suv hosil bo'lishi, 2010-yilda Meksika qo'ltig'ida falokat tufayli «British petroleum» kompaniyasining okeanga neft yoyilib ketishi va nihoyat tarixiy sikl ham sabab bo'lishi mumkin. Chunki bundan 10–60 ming yillar oralig'ida 17 marta bunday jarayonlar kuzatilgan, ammo oxirgi 10 ming yil davomida bunday hodisa ro'y bermagan.

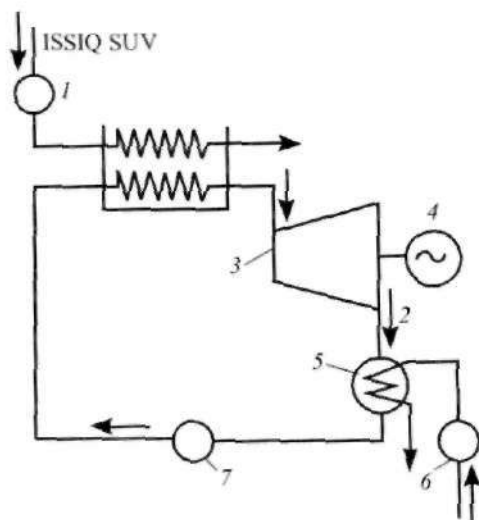
Bu oqimning energiyasidan foydalanish uchun to'g'ri suv qabul qiluvchi diametri 168 m li 242 dona (har birining quvvati 83 MW) turbinalarni kema qatnoviga xalaqit bermasliklari uchun 30 m chuqurlikka o'rnatish rejalashtirilgan. Gibraltar bo'g'ozida ham xuddi shunday oqim energiyasidan foydalanish loyihalashtirilgan.

9.4. Okeanning issiqlik energiyasidan foydalanish

Quyosh nurlari okean suvining faqat ustki qatlamini isitadi, isitilgan suv pastga tushmaydi, chunki uning zichligi sovuq suvning zichligidan kichik bo'ladi. Tropik o'lkalardagi dengizlarning yuqori qatlamdagi bir necha metr chuqurlikdagi suvlari 25–30°C gacha isiydi. Qolgan 1 km ga yaqin chuqurlikdagi suvlarning temperaturasi 5°C dan oshmaydi. Natijada hosil bo'lgan temperatura gradiyenti juda katta miqdorda issiqlik energiyasi (95×10^{12} kW·soat/ yilga teng elektr energiyasi)ni hosil qiladi.

Okean issiqlik elektrostansiyasi quyidagi tartibda ishlaydi. Issiq okean suvi 25–30°C da bug'lanadigan suyuqliklar(freon, propan, ammiak)ni bug'lantirishda qo'llaniladi. Bu suyuqliklarning bug'i turbogeneratorga uzatilib uni harakatga keltiradi. Nasos – 1 dengiz suvining yuqori qatlamidagi issiq suvni issiqlik almashtirgich – 2 ga uzatadi. Bu yerda ishchi suyuqlik bug'ga aylantiriladi va katta bosim bilan generator – 4 valiga ulangan turbina – 3 ga uzatiladi. Turbinadan o'tgan bug' kondensator – 5 ga kelib tushadi. Bu yerda nasos – 6 bilan uzatilayotgan sovuq suv yordamida bug' yana ishchi suyuqlik holatiga keltiriladi hamda nasos – 7 bilan yana issiqlik almashtirgichga uzatiladi va sikl yana takrorlanaveradi (75-rasm).

Dunyoda birinchi marta 1979-yili AQShdagi Gavayi orollarida suv barjasiga o'rnatilgan 50 kW·soat quvvatli okean issiqlik elektrostansiyasi ishga tushirildi.



75-rasm. Okean issiqlik elektrostansiyasining sxemasi:

1, 6 va 7 – nasos; 2 – issiqlik almashtiruvchi; 3 – turbina; 4 – generator; 5 – kondensator.

1980-yili o'sha yerda 1000 kW·soat quvvatli, 1981-yili Yaponiyaning Tinch okeanidagi «Nauru» orolida 100 kW·soat quvvatli elektrostansiyalar ishga tushirildi.

10-bob. TO'LQINLAR ENERGIYASI

10.1. To'lqinlar energiyasi

Inson necha ming yillardan buyon daryo, dengiz va okeanlar to'g'risida tanish bo'lgani bilan ularda hosil bo'ladigan to'lqinlar energiyasidan foydalanishga oz harakat qilingan. Dengizlarda hosil bo'ladigan to'lqinlar energiyasi to'g'ridan to'g'ri shamol energiyasiga bog'liq bo'lgani bilan o'z navbatida shamol energiyasi ham quyosh energiyasiga bog'liqdir.

Biroq quyosh energiyasiga nisbatan dunyodagi to'lqinlar energiyasi zahiralari juda kam miqdorni tashkil qiladi. Dunyo okeanining energetik zahiralari (har hil hisoblarga ko'ra) 10 mlrd. kW dan 90 mlrd. kW gacha hisoblanadi. Biroq bu energiyaning faqatgina 2,7 mlrd. kW soati foydali hisoblanadi, ammo mana shu miqdor ham dunyodagi barcha elektrostansiyalar quvvatiga taxminan teng va suvning ko'tarilib-tushishi energiyasidan 1,5 barobar ortiqroqdir [33].

To'lqinlar energiyasi qaytalanuvchi energiya manbasi hisoblanib, uni mexanik energiyaga aylantirish muhandis oldiga qo'yilgan asosiy masalalardan hisoblanadi (76-rasm). Mexanik, gidravlik yoki boshqa energiya turlariga aylantirilgan to'lqinlar energiyasidan foydalanib, uni elektr energiyasiga aylantirish mumkin bo'ladi.



76-rasm. Okean va dengizdagi hamda qirg'oqqa uriluvchi to'lqinlar.

To'lqin energiyasidan foydalanish bo'yicha birinchi ixtirochiga patent 1799-yili (Parij)da berilgan. Hozirgi vaqtda to'lqin energiyasidan foydalanish bo'yicha 1000 dan ortiq har hil ixtiro va takliflar mavjud (AQSh, Buyuk Britaniya, Fransiya, Rossiya).

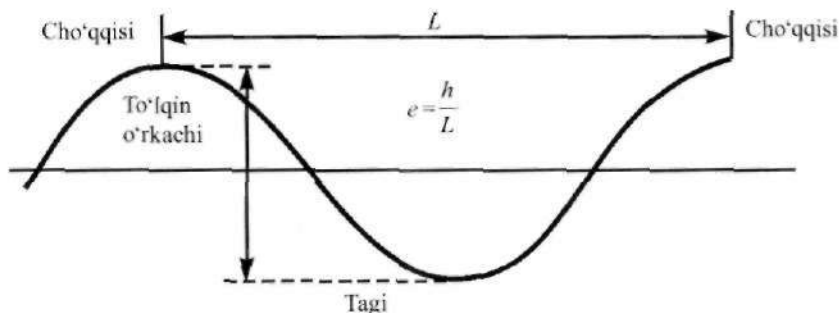
10.2. Okean va dengizlardagi to'lqinlar, ularning o'lchamlari va energetik xarakteristikalari

Dengiz va okeanlardagi to'lqinlar asosan shamol yordamida hosil bo'ladi. Ammo quyidagi sabablarga ko'ra ham to'lqinlar hosil bo'lishi mumkin [34]:

- suv sathining ko'tarilib-tushishiga (Oy, Yer va Quyoshning suv sathining o'zgartiruvchi kuchlariga) nisbatan;
- barometrik (atmosfera bosimining keskin o'zgarishiga nisbatan);
- seysmik-sunami (kuchli yer qimirlashi yoki vulqonlar otilishiga nisbatan);
- kemalar harakati tufayli hosil bo'ladigan to'lqinlar.

Har bir to'lqin quyidagi elementlari bilan xarakterlanadi (77-rasm):

- to'lqinning o'rkachi-cho'qqisi (to'lqin o'rkachining eng yuqori nuqtasi);
- to'lqinning tagi (to'lqin tagidagi eng past nuqta);
- to'lqin balandligi – h (to'lqin o'rkachi va tagi oralig'idagi masofa);
- to'lqin uzunligi – L (ikkala o'rkach orasidagi gorizontal masofa);
- to'lqinning davri – T (to'lqinning o'z uzunligi masofasini o'tishi uchun zarur bo'lgan vaqt);



77-rasm. To'lqinning elementlari.

- to'ldin qiyaligi – $e=h/L$ (to'ldin balandligining uning uzunligiga nisbati);
- to'ldin eng katta qiyaligi – $\delta=h/0,5 L$ (to'ldin balandligining uning yarim uzunligiga nisbati);
- to'ldin tezligi – S (to'ldin o'rkachining uning uzunligiga teng masofani o'tish tezligi);
- to'ldin fronti (ma'lum to'ldin o'rkachining plandagi uzunligi).

Okean va dengizlarning ochiq hududlarida to'ldin elementlari quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

$$\text{to'ldin balandligi} - h = aW \sqrt[3]{D};$$

$$\text{to'ldin uzunligi} - L = zW \sqrt[3]{D};$$

$$\text{to'ldin tezligi} - C = 1,25 \sqrt{L}.$$

Bu formulalardagi a va z o'zgarib turuvchi koeffitsiyentlar bo'lib, shu joydagi suvning chuqurligi (N) ga bog'liq va quyidagicha aniqlanadi:

$$a=0,0151 N^{0,342};$$

$$z=0,104 N^{0,573}.$$

W – shamolning tezligi; D – shamolning tezlik olishi (tezlanishi).

To'ldinlarning balandligi asosan shamolning tezligi va tezlanishiga bog'liqdir. Dengiz va okeanlardagi to'ldinlarning balandligi 2 m dan, anomal (normadan chetga chiqish) holatlarda esa 18 m, hattoki 30 m gacha bo'lishi mumkin.

To'ldinlar quvvatining o'lchov birligi kW/m bo'lib, 1 m uzunlikdagi to'ldinlarning quvvati hisobga olinadi. To'ldinlar energiyasi shamol va quyosh energiyasiga qaraganda birmuncha ko'pdir. Dengiz va okeanlardagi to'ldinlarning o'rtacha quvvati 15 kW/m dan oshiqroqdir. Masalan, to'ldin balandligi 2 m bo'lganda ularning quvvati 80 kW/m gacha yetadi. To'ldinlar energiyasining foydali ish koeffitsiyenti juda yuqori bo'lib, bu miqdor mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirishda 85% gacha bo'lishi mumkin.

10.3. Qirg'oqqa uriluvchi to'ldinlar va ularning energetik xarakteristikalar

Qirg'oqqa kelib uriluvchi to'ldinlarning energiyasi juda katta bo'lib, u asosan to'ldinning kinetik energiyasi hisoblanadi. Masalan, 1 m

balandlikda va har 10 sekunda 1 mil (1 dengiz mili = 1853 m) uzunligida hosil bo'ladigan to'liqlarning quvvati 35 000 ot kuchi (25 800 kW)ga teng ekan.

Qirg'oqqa uriluvchi to'liqlarning vayron qiluvchi energiyasi to'g'risida quyidagi misollarni keltirish mumkin. Shotlandiya qirg'oqlaridagi pirs (kemalar bog'lab qo'yiladigan joy)ga mustahkam o'rnatilgan 1350 tonnalik temir-beton blokni sindirib qirg'oqdan surib tashlagan. Uning o'rniga o'rnatilgan boshqa 2600 tonnalik beton blokni ham 5 yildan so'ng sindirib surib tashlagan. Muhandislar shu joyga uriladigan to'liqlarning kuchini o'lchab ko'rganlar va natijada to'liqlarning urilishi natijasida hosil bo'ladigan bosim 29 t/m^2 ni tashkil qilishini aniqlaganlar. Bundan tashqari, to'liqlar 60 kg og'irlikdagi tosh bo'lagini Oregon qirg'og'ida 28 m balandlikda joylashgan mayak tomiga uloqtirgan.

10.4. To'liqin elektrostansiyalari

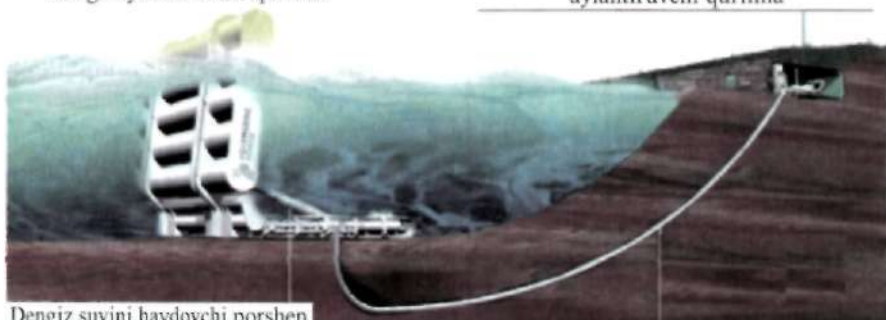
Hozirgi kunlarda kino, videofilm va televedeniyeda okean va dengizlardagi to'liqlar to'g'risida ko'plab ma'lumotlar berilmoqda. Ularda asosan to'liqlar o'rkachida sport taxtasida suzayotgan sportchilar ko'rsatiladi. Ammo dengiz va okean chuqurliklari o'zida juda katta energiya zahiralarni saqlab turadi.

To'liqlar energiyasidan mexanik, gidravlik va elektr energiyalarini olish mumkin. To'liqlar energiyasi olinadigan mexanik va gidravlik energiyadan har xil maqsadlarda, elektr energiyasi olishda, suvni balandlikka ko'tarishda va boshqalarda foydalanish mumkin. Bunday energiyalar va ulardan foydalanish shu soha bo'yicha ishlayotgan firmalarga ko'p vaqtdan buyon ayon. Ular dengiz to'liqlaridan energiya olishning har xil turlari va qurilmalarini ishlab chiqmoqdalar. Bunday qurilmalar hozirgi kunda Kaliforniya, Oregon, Shvetsiya, Shotlandiya va Orkni orolida ishlaroqda [35, 67].

«Ustritsa» mana shunday qurilmalardan biridir. Ammo uning ishlash prinsipi ilgari qurilmalardan tubdan farq qiladi. Bu qurilma to'liqin energiyasini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylantirib bermaydi. Qurilmadagi porshenlar to'liqin harakatiga mos ravishda ishlab okean va dengiz suvini ma'lum bosim ostida elastik quvurlar orqali qirg'oqqa haydaydi. Qirg'oqdagi turbinaga kelib urilayotgan suv generatorni harakatga keltiradi va elektr energiyasi ishlab chiqaradi (78-rasm).

To'liqin energiyasini boshqa energiya
turiga aylantiruvchi qurilma

Suv energiyasini elektr energiyasiga
aylantiruvchi qurilma



Dengiz suvini haydovchi porshen

Yuqori bosimli oqimni uzatuvchi elastik quvur

78-rasm. To'liqindan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi
«Ustritsa» qurilmasi.

Har bir «Ustritsa» qurilmasi $300 \div 600$ kW·soat elektr energiyasi ishlab chiqarishi mumkin. Bu qurilmalarni qirg'oqdan uncha uzoq bo'lmagan suvlarga o'rnatish, ularni boshqaradigan barcha jihozlarni esa qirg'oqqa o'rnatish imkonini beradi. Bundan tashqari, uni suvning harakati barqaror bo'lgan $12 \div 16$ m chuqurlikka o'rnatish mumkin. U deyarli tovushsiz ishlaydi, dengiz hamda okean flora va faunasiga zarar keltirmaydi [36].

To'liqin qurilmalaridan yana biri «Searaser», ya'ni «Dengiz to'ldiruvchisi»dir. U dengiz va okean suvlarini juda katta (200 m gacha) balandlikka ko'tarib beradi. Birinchi qarashda bu qurilma xuddi to'liqin generatoriga o'xshaydi. Ammo bu qurilma oddiy porshenli nasos sifatida ishlaydi.

Bu qurilma ikki dona bir-biriga nisbatan harakatlanuvchi po'kaklardan iboratdir. Ularning biri to'liqinlarda erkin harakatlanasa, ikkinchisi zanjir va og'ir langar bilan dengiz tubiga mahkamlangan. Po'kaklar o'rtasida ikki harakatli porshenli nasos qurilmasi – silindr bilan porshen hamda klapanlar va chiqish quvuri joylashgan (79- va 80-rasmlar).



a)

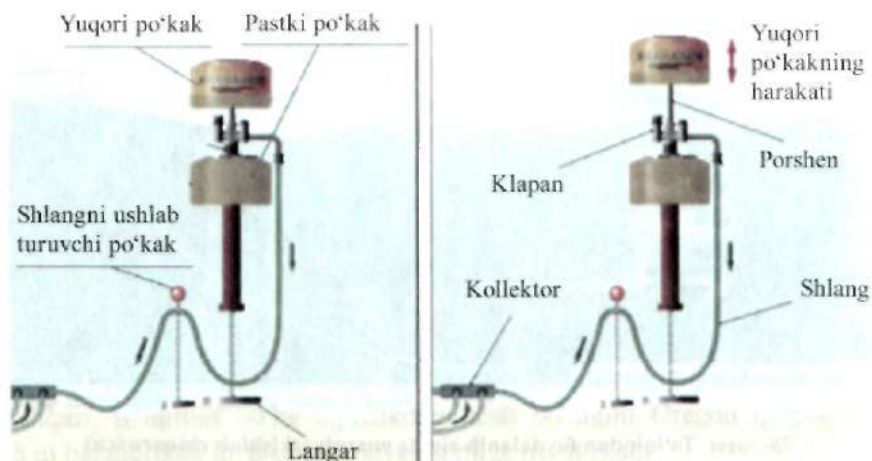


b)



d)

79-rasm. Porshenli po'kaklarni o'rnatish jarayoni (a va b) va undan chiqayotgan suv (d).



80-rasm. Po'kaklarning joylashishi va ishlash jarayoni.

To'liqida turgan qurilma quyidagicha ishlaydi: to'liqinning tubida turgan erkin po'kak to'liqin bilan birga yuqoriga ko'tariladi va u bilan birga porshen ham yuqoriga ko'tariladi hamda silindr suvga to'ladi; po'kak to'liqin bilan pastga harakatlanganda porshen silindrdagi suvni siqib, elastik shlang orqali suvni yig'uvchi kollektorga haydaydi; bir necha shunday qurilmalardan kelgan suv kollektorga ulangan asosiy shlang orqali yuqorida joylashgan idishlarga ko'tarib beriladi; idishdagi suv pastda joylashgan generatorli turbinaga uzatiladi va natijada elektr energiyasi ishlab chiqariladi (81-rasm).



81-rasm. Dengizdan yuqorida joylashgan hajmning suvga to'ldirilishi va suvni qayta tashlab elektr energiyasi olinishi.

Ushbu usul xuddi GAESlar orqali elektr energiyasi ishlab chiqarishga o'xshaydi. Agar GAESlarda suvni yuqoriga elektr energiyasi hisobiga ishlaydigan nasoslar ko'tarib bersa, bu qurilma to'liqlar energiyasi yordamida suvni yuqoriga ko'tarib beradi [19, 29, 37].

Bunday qurilmalarning 1 donasi 250 kW·soat elektr energiyasi ishlab chiqarishi mumkin. 1999-yili Yaponiyada dengiz qirg'og'ida 150 m balandlikka suv ko'tarib beradigan shunday qurilmalar qurilib ishga tushirildi. Bu qurilmalarning umumiy quvvati 30 000 kW·soatni tashkil qiladi.

2.5-§ da dunyodagi eng katta to'liqlar elektrostansiyasi haqida ma'lumot keltirilgan. Kelajakda dengiz to'liqlari insoniyatga ekologik toza, arzon, xavfsiz va yetarli energiya yetkazib beradigan manbalardan biri bo'lib qoladi.

11-bob. GEOTERMAL ENERGIYA

11.1. Geotermal energiyadan foydalanish asoslari

Geotermal soʻzi grekchadan **geo** – yer va **thermy** – **issiqlik** soʻzlari boʻlib, **geotermal energiya – yer issiqligi energiyasi** deb ataladi. Yer qaʼrida juda katta issiqlik miqdori mavjud. Undan juda arzon va ekologik zararsiz bitmas-tuganmas energiya olish mumkin [19, 29, 38]. Hisoblarga koʻra, yer bagʻrida toʻplangan issiqlikdan olinadigan energiya yer yuzidagi hamma organik yoqilgʻi zahirasiidan olnadigan energiyadan bir necha barobar koʻp ekan. Ammo bu issiqlik energiyasi faqatgina yer ostidagi qaynoq suvlardan olinadi, xolos. Bu suvlar ikki turga boʻlinadi (82-rasm).

1. Termal (issiq) suvlar – ularning temperaturasi 100°C gacha boʻladi.
2. Paragidrotermal suvlar – ularning temperaturasi 100°C dan ortiq boʻladi.

Oʻrta Osiyoda temperaturasi $40\text{--}200^{\circ}\text{C}$ atrofida oʻzgaradigan umumiy oqim sarfi $0,55\text{ mln.m}^3/\text{kun}$ boʻlgan geotermal suvlar zahirasi mavjuddir.

Hozirgi vaqtda geotermal suvlardan faqatgina xalq xoʻjaligining kommunal xoʻjaligida (uylarni isitish va issiq suv bilan taʼminlash), parniklarda va davolash maqsadlarida ishlatiladi.

Energetika va issiqlik bilan taʼminlashda asosan temperaturasi yuqori va kam mineralizatsiyali suvlar qimmatli hisoblanadi. Chunki mineralizatsiyasi oz boʻlsa, jihozlarning zanglashi va ularning devorlariga tuzlarning oʻtirib qolishi kam boʻladi.

Yer bagʻrida gidrotermal suvlar juda chuqurda (1000 m pastda, isteʼmol qilish mumkin boʻlgan suvlardan pastda) joylashadi. Hisoblarga qaraganda har 30–40 m chuqurlikda yer qaʼridagi suvlarning temperaturasi 1°C ga oshar ekan. Baʼzi bir joylarda ular 200–300 m chuqurlikda ham (Kamchatka, Kuril orollarida) joylashishi mumkin. Kam holatlarda ular issiq bugʻli buloqlar shaklida ham uchraydi.

Kamchatkada 100 dan ortiq yer yuziga chiqib turgan yuqori temperaturali termal suvlar mavjuddir. 1941-yilda geyzerlar vodiysi topildi. Shu vodiydagi Ulkan geyzeri 100°C temperaturadan ortiq bug'li suv aralashmasini 300 m balandlikka otib turadi. Kamchatkadagi manbalar faqat yuqori temperaturasi ($170\text{--}200^{\circ}\text{C}$) bilan emas, balki kichik mineralizatsiyasi ($0,6\text{--}5,0\text{ g/l}$) bilan ham ajralib turadi.

Dunyodagi geotermal suvlardan olinadigan energiya miqdori 60 000 MW ni tashkil qiladi. 1984-yilda geotermal suvlardan faqatgina 1800 MW energiya olingan, shulardan: Amerika – 500; Italiya – 420; Meksika – 75; Yaponiya – 70.

Geotermal suvlardan elektr energiyasi olish, asosan, yer yuzida energetik inqiroz boshlanishi va ekologik toza energiya olish uchun kurash avjiga chiqqandan so'ng boshlandi.

Termik suvlardan foydalanib elektr energiyasi olish qurilmalari xuddi issiqlik elektrostansiyalariga o'xshash, faqatgina termik elektrostansiyalarida bug' qozoni bo'lmaydi xolos, geotermal elektrostansiyalarga yoqilg'i kerak bo'lmagani sababli uning ishlashi uchun transportning ham keragi bo'lmaydi. Quyida geotermal elektrostansiyaning sxemasi keltirilgan (83-rasm). Bugungi kunda dunyodagi geotermal elektrostansiyalarinig umumiy quvvati 10751 MW tashkil qiladi [39].

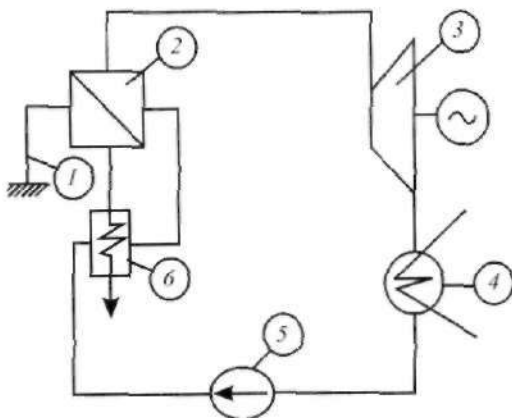


a)



b)

82-rasm. Paragidrotermal (a) va termal (b) suv manbalari.



83-rasm. Vulqonli rayonlarga o'rnatish mumkin bo'lgan geotermal elektrostansiyaning sxemasi:

1 – geotermal quduq; 2 – bug'ga aylantiruvchi moslama; 3 – turbina; 4 – kondensator; 5 – nasos; 6 – suvli issiqlik almashtirgich.

11.2. Geotermal energiya manbalari va ularning kadastri

Geotermal energiya sifatini, uning temperaturasi, mineralizatsiyasi (quruq qoldiq), umumiy qattiqligi, kislotaligi (pH), gaz tarkibi, gaz bilan to'yinganligi bo'yicha baholanadi va quyidagicha klassifikatsiyalanadi.

1. Temperaturasi bo'yicha geotermal suvlar: kuchsiz termal – 40°C gacha; termal – $40^{\circ}\text{C} \div 60^{\circ}\text{C}$ gacha; yuqori termal – $60^{\circ}\text{C} \div 100^{\circ}\text{C}$ gacha; qizib ketgan – 100°C dan yuqori.

2. Mineralizatsiyasi (quruq qoldig'i) bo'yicha: ultrachuchuk suvlar – $0,1 \text{ g/l}$ gacha; chuchuk suvlar – $0,1 \div 1,0 \text{ g/l}$; kuchsiz sho'rlangan suvlar – $1,0 \div 3,0 \text{ g/l}$; kuchli sho'rlangan suvlar – $3,0 \div 10,0 \text{ g/l}$; sho'r suvlar – $10,0 \div 35,0 \text{ g/l}$; o'ta sho'r suvlar – $35,0 \text{ g/l}$ dan oshiq.

3. Umumiy qattiqligi bo'yicha: juda yumshoq – $1,2 \text{ mg.ekv/l}$; yumshoq – $1,2 \div 2,8 \text{ mg.ekv/l}$; o'rtacha yumshoq – $2,8 \div 5,7 \text{ mg.ekv/l}$; qattiq – $5,7 \div 11,7 \text{ mg.ekv/l}$; juda qattiq – $11,7 \text{ mg.ekv/l}$ dan katta.

4. Kislotaligi (pH) bo'yicha: juda achchiq – $3,5$ gacha; achchiq – $3,5 \div 5,5$; kam achchiq – $5,5 \div 6,8$; neytral – $6,8 \div 7,2$; kam ishqorli – $7,2 \div 8,5$; ishqorli – $8,5$ dan katta.

5. Gaz tarkibi bo'yicha: oltingugurt vodorodli; oltingugurt vodorodli – karbonat-angidridli; karbonat angidridli; azotli-karbonat angidridli; metanli; azotli – metanli; azotli.

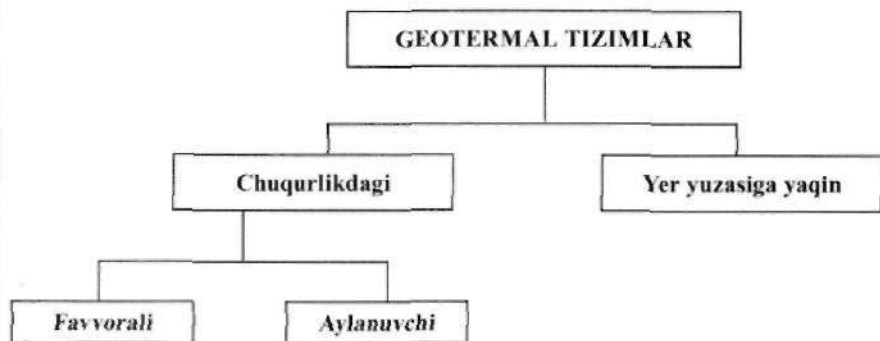
6. Gaz bilan to'yinganligiga nisbatan: kuchsiz – 100 mg/l gacha; o'rtacha – $100 \div 1000$ mg/l; yuqori – 1000 mg/l dan ortiq.

Yer qa'riining tabiiy issiqligi – geotermal energiya yer qobig'ining 10 km chuqurligicha masofada yig'ilgan. Olimlarning taxminiga ko'ra, geotermal energiyaning energiya sig'imi 137 trln. tonna toshko'mir yoqilg'isiga teng bo'lib, yer qobig'ida joylashgan barcha energetik resurslarning quvvatiga qaraganda 10 barobardan oshiqroqdir.

Hozirgi kunda dunyodagi barcha geotermal elektrostansiyalarning umumiy quvvati boshqa turdagi qaytalanuvchi energiya manbalari elektrostansiyalari quvvatiga qaraganda kichikroqdir. Ammo ba'zibir mamlakatlarda energiyaning bu turi asosiy energetik manbalardan hisoblanadi (Masalan, Islandiya mamlakati). Bundan tashqari, geotermal energiyadan foydalanish yildan yilga ko'payib bormoqda. Masalan, 1990-yilda geotermal energiyadan olinadigan o'rnatilgan quvvat miqdori 5000 MW ni tashkil qilgan bo'lsa, bu miqdor 2000-yilda 6000 MW ni, 2008-yilda esa 10 500 MW ni tashkil qildi.

11.3. Geotermal elektrostansiyalari va ularning ishlash prinsipi

Geotermal energiyani topib ishlatish – axtarib topish, unga ishlov berib ma'lum energiya holatiga olib kelish va iste'molchiga sifatli energiya yetkazib berish jarayonidan iboratdir. Issiqlik energiyasi tashuvchi geotermal energiyani axtarib topishning quyidagi klassifikatsiyasini keltirish mumkin (84-rasm).



84-rasm. Geotermal energiyani joylashishi va harakati bo'yicha klassifikatsiyasi.

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. 2.5-§ da dunyodagi eng katta geotermal elektrostansiyasi haqida ma'lumot keltirilgan.

12-bob. BIOMASSA ENERGIYASIDAN FOYDALANISH

12.1. Biomassa va uning tarkibi

Biomassa – o'simlik va hayvonot dunyosidagi barcha organik moddalarning 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 **ikkilamchilarga** (biomassani qayta ishlashda hosil bo'ladigan chiqindilar hamda inson va hayvonlarning hayoti davomida foydalaniladigan mahsulotlar) bo'linadi. O'z navbatida, chiqindilar ham **birlamchilarga** – birlamchi biomassani qayta ishlaganda hosil bo'ladigan chiqindilar (xashak, poya va barglar, qirindilar, spirt quyqasi, shox-shabbalar) va **ikkilamchilarga** – inson va hayvonot dunyosining fiziologik almashishi mahsulotlari kiradi.

Bundan tashqari, ba'zibir Yevropa mamlakatalarida elektr energiyasi olishda, xomashyo sifatida o'rmonlarni haddan ko'p kesilishining oldini



a)



b)

85-rasm. Bioyoqilg'i xomashyolari:

a – qoratollardan barpo qilingan bioyoqilg'i maydonlari; b – o'simlik dunyosining uzoq yillik biologik jarayonlardan so'ng torf holatidagi ko'rinishi.

olish uchun maxsus tez o'sadigan o'simliklardan foydalanishadi. Masalan, Shvetsiyada biomassa uchun maxsus tezo'sar qoratollar ekiladi (85a-rasm). Qoratollar ekiladigan maydonlar miqdori biomassa bilan ishlaydigan elektr stansiyalarining biomassa yoqig'isi bilan ta'minlanishiga nisbatan belgilanadi. Bunday stansiyalar biologik yoqilg'i sifatida biomassadan tashqari, biomassaning uzoq yillik biologik jarayonlardan keyingi ko'rinishidagi torf va boshqa yoqilg'ılardan ham foydalanishi mumkin [19, 40] (85b-rasm).

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 manbayi sifatida yoqish, gazlashtirish, piroliz, spirt yoki biogaz olish uchun biokimyoviy qayta ishlash orqali foydalanish mumkin. Bu jarayonlarning har biri belgilangan maqsadda qo'llanish sohasiga ega.

Ba'zibir 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% i ni, ammo ba'zi mamlakatlada, masalan, Avstriyada – 12%, Shvetsiyada – 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 koeffitsiyenti o'rtacha 5% ni tashkil qiladi.

Energiya olish maqsadida birlamchi biomassadan ana'naviy yoqilg'ılar o'rnini 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'o'za, g'alla, tamaki, kungaboqar va poliz ekinlari egallaydi. Hozirgi kungacha g'o'zaning poyasidan qisman spirt, qog'oz va bir qancha qurilish materiallarini ishlab chiqarishda xomashyo 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.

2.5-§ da dunyodagi eng katta biomassa yoquvchi elektrostansiyasi haqida ma'lumot keltirilgan.

11.2. Biogaz, uning tarkibi, hosil bo'lish jarayoni va miqdori

Biologik chiqindilarni to'g'ridan to'g'ri yoqish yo'li bilan energiya olishdan tashqari biogaz ham olish mumkin. Biogaz nima? Biogaz har xil biologik mahsulotlarni havosiz muhitda fermentatsiya – achishi natijasida hosil bo'ladigan mahsulotdir.

Biogaz – gazlarning aralashmasi. Uning asosiy tashkil qiluvchilari: metan (CH_4) – 55–70% , uglerod dioksidi (CO_2) – 28–43% va oz miqdordagi masalan, 500 promill vodorod sulfid (H_2S) va boshqa gazlardir. O'rtacha 1 kg organik modda 70% biologik parchalanganda 0,18 kg metan, 0,32 kg karbonat angidrid, 0,2 kg suv va 0,3 kg ajralmaydigan qoldiqqa bo'linadi. Fermentatsiya natijasida hosil bo'lgan gazlardan uylarni va suvni isitishda, ovqat tayyorlashda va boshqa maqsadlarda foydalanish mumkin. Ayniqsa, asosiy energetik tarmoqlardan uzoqda joylashgan qishloqlarda biogazdan foydalanish qishloq aholisi uchun juda ko'p qulayliklarni yaratishga xizmat qiladi.

Biogaz va organik o'g'itlar hosil bo'lish jarayoni maxsus bioreaktorlar – metantenklarda amalga oshiriladi.

Unutilgan yoqilg'i manbasi hisoblangan biogaz qadim Xitoyda birinchi bo'lib foydalanilgan. Shuning uchun hozirgi kunda biogaz ishlab chiqarish bo'yicha dunyoda yetakchi o'rinlarni Xitoy egallaydi. O'tgan asrning 70-yillari o'rtalarida bu mamlakatda bir millionga yaqin metantenklar qurilib ishga tushirilgan. Hozirgi vaqtda ularning soni 20 mln. dan oshib ketgan. Xitoy Xalq Respublikasida milliy energoiste'molining 30% i biogaz hisobidan qoplanadi [41].

Biogaz ishlab chiqarish bo'yicha dunyoda ikkinchi o'rinni Hindiston egallaydi. O'tgan asrning 30-yillarida dunyoda birinchi bo'lib Hindistonda biogaz olish texnologiyasini rivojlantirish bo'yicha milliy dastur qabul qilingan. 2000-yilning oxirlarida Hindistonning qishloqlarida qurilgan metantenklarning soni 1 mln. dan oshib ketdi. Natijada bir qancha qishloqlarning energiya bilan ta'minlanishi va ularning sanitar-gigiyenik holati yaxshilandi, o'rmonlardagi daraxtlarni kesish keskin kamaydi va tuproqning tarkibi yaxshilandi. Bugungi kunda Hindistonda kunlik biogaz ishlab chiqarish miqdori $2,5 \div 3,0$ mln. m^3 dan oshib ketdi.

Nepalda milliy biogaz kompaniyasi tashkil qilindi va u faollik bilan ish olib bormoqda. Yaponiyaning 8 dona chorvachilik xo'jaliklarida qurilgan biogaz qurilmalari muvaffaqiyatli ekspluatatsiya qilinmoqda.

Dastlabki hisoblar shuni ko'rsatadiki, chiqindilar bilan aralashtirilgan 1 tonna o'simlik biomassasidan 350 m³ (metan, vodorod) gaz olish mumkin.

Bir sigirning go'ngidan bir kunda 4,2 m³ gacha biogaz olish mumkin. 1 m³ biogazning energiyasi 0,6 m³ tabiiy yoqilg'i gaz, 0,74 l neft, 0,65 l dizel yoqilg'isi, 0,48 l benzin va boshqalarning energiyasiga to'g'ri keladi. Biogaz qo'llash bilan yoqilg'i mazuti, ko'mir, elektr energiyasi va boshqa elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi manbalar tejaladi. Biogaz qurilmalarini tadbiq etish chorvachilik va parrandachilik fermalarining hamda ular joylashgan atrof-muhit ekologiyasini yaxshilaydi.

Bir kilogramm go'ngdan qancha gaz olish mumkin? Bir litr suvni qaynatish uchun 26 litr gaz sarflanishini hisobga olib quyidagi chiqindilardan qancha suvni qaynatishga yetarli gaz olish mumkinligi aniqlangan:

- qoramolning 1 kg go'ngidan 7,5 ÷ 15 litr suvni qaynatishga;
- cho'chqaning 1 kg go'ngidan 19 litr suvni qaynatishga;
- qushlarning 1 kg tezigidan 11,5 ÷ 23 litr suvni qaynatishga;
- dukkakli ekinlarning 1 kg poxolidan 11,5 litr suvni qaynatishga;
- kartoshkaning 1 kg poyasidan 17 litr suvni qaynatishga;
- pomidorning 1 kg poyasidan 27 litr suvni qaynatishga.

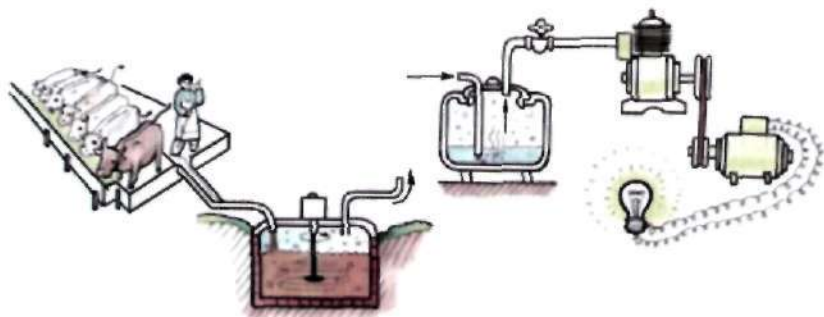
Biogazning afzalliklaridan biri, xohlagan joyda issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarish mumkinligidir.

Chiqindilarni biokonversiya jarayoni energetik muammoni hal qilishdan tashqari yana ikkita masalani hal qiladi. **Birinchidan**, achigan go'ng odatdagi go'ngga qaraganda qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini 10 ÷ 20% oshiradi.

Ikkinchidan, chiqindilar achigan vaqtda go'ng tarkibida ko'p miqdorda bo'lgan begona o'tlarning urug'lari, har xil mikroblarning birikmalari, gelmintin urug'lari va yoqimsiz hidlar yo'qotiladi.

11.3. Biogaz olish qurilmalari va ulardan foydalanish jarayoni

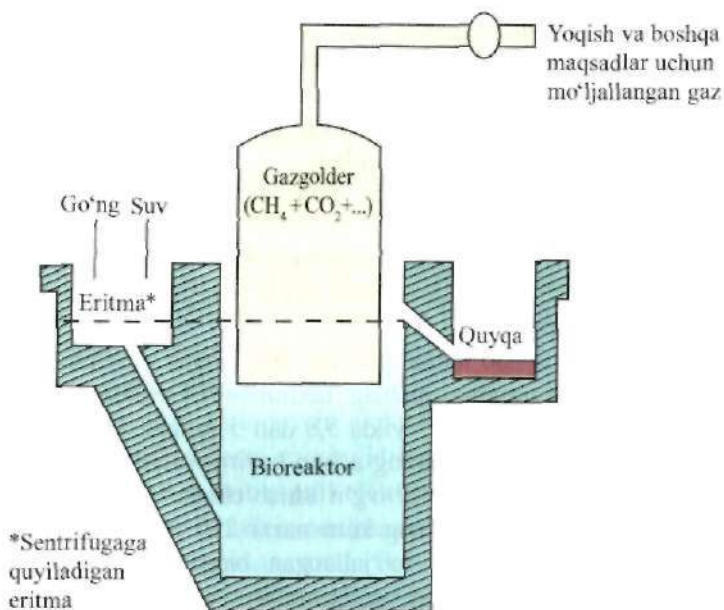
Biogaz olish qurilmalarining sxemasi va konstruktiv-texnologik parametrlari, qayta ishlanadigan xomashyoning hajmiga, achitiladigan xomashyo materialining xossalriga, issiqlik-namlik rejimiga, xomashyoni yuklash va achitish usuligi va boshqa bir qancha faktorlarga bog'liqdir [42].



86-rasm. Bioenergiya olish jarayoni.

Biogaz qurilmasining asosiy jihozi – issiqlik almashtiruvchi germetik yopilgan idish (issiqlik uzatuvchi 50–60°C gacha qizlirilgan suv), go'ngni kiritish va chiqarish hamda hosil bo'lgan gazni chiqarib ketish moslamalaridir. 86-rasmda bioenergiya olishning to'liq jarayoni ko'rsatilgan.

Biogaz qurilmalari xilma-xil bo'lib, ularning konstruksiyasi mahalliy sharoitga va biogaz olish uchun xomashyo miqdoriga bog'liqdir. Quyida ba'zibir biogaz qurilmalaring konstruksiyalarini ko'rib chiqamiz.



87-rasm. Biogaz reaktorining soddalashtirilgan sxemasi.

87-rasmda biogaz reaktorining soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan [12]. Sxemaga asosan, xomashyo – suv va go'ng aralashmasi bioreaktorga joylashtiriladi. Xomashyo – substrat miqdori bioreaktor hajmining 90% i ni to'ldirishga yetishi lozim. Substrat bioreaktorda $7 \div 12$ kun ushlab turiladi. Olingan gazni yoqib har xil maqsadlarda foydalaniladi yoxud uni issiqlik yoki elektr energiyasiga aylantirish mumkin. Foydalanib bo'lingan xomashyo bioreaktordan chiqarib tashlanadi va bioreaktor yangi xomashyo bilan to'ldiriladi.

11.4. Biogazdan foydalanishning afzalliklari

Biogaz moslamalaridan foydalanish quydagi afzalliklarga ega [7, 12].

- biogaz SO_2 ga qaraganda neytral yoqilg'i hisoblanadi, undan foydalanish esa atmosferada organik chiqindilarni achitishda yuzaga keladigan metan gazi miqdori ko'payishining oldini oladi;
- achitilgan bimassadan olinadigan o'g'itlar qiymati boshlang'ich xomashyonikidan ancha yuqori;
- fermerlarga qarashli yerlarda oziqa moddalarini ekologik xavfsiz va iqtisodiy foydali uslubda ikkilamchi qayta ishlash qattiq biomassani biogaz olish uchun achitishning afzalligi hioblanadi;
- atrof-muhitning ifloslanishi kamayishi hisobiga insonlarning sog'lig'i yaxshilanadi;
- uzoq qishloqlarda ham maishiy qulayliklar yaratadi;
- yerlarning hosildorligini oshiradi;
- chiqindilardan foyda olish imkonini beradi;
- energetik qaramlikdan ozod qiladi.

Shuning uchun hozirgi kunda mamlakatimizda biogazdan keng foydalanish yo'lga qo'yilmoqda.

Ba'zi noana'naviy energetik manbalardan foydalanishning sekin rivojlanishi ularni ishlab chiqarish ana'naviy energiya ishlab chiqarishga qaraganda qimmatligidadir.

Masalan, bir kunda 300 tonna quvvatga ega biogaz moslamasini yaratish uchun talab etiladigan umumiy mablag' taxminan 6,4 million AQSh dollarini tashkil etadi. Bu narx kelgusi 15 yilda 5,8 dan 5 million AQSh dollarigacha tushushi kutilmoqda [7, 12]. Shuning uchun hozirgi vaqtda bir kunda taxminan $6-8 \text{ m}^3$ biogaz va 100–120 litr o'g'it ishlab chiqaradigan kichik bioreaktorlar o'rnatilmoqda. Udarning eng kam narxi 250 AQSh dollarini tashkil etadi. Maishiy iste'molchilarga mo'jallangan biogaz moslamalaridan foydalangan holda, kichik xo'jaliklar va fermerlar uchun o'g'it ishlab chiqarish ularning iqtisodiy samaradorligini oshirishga yordam beradi.

13-bob. KIMYOVIY ELEMENTLAR ENERGIYASI

13.1. Kimyoviy (galvanik) elementlar energiyasidan foydalanish asoslari

Har xil metallarni bir-biri bilan ulash natijasida elektr energiyasi hosil bo'lish hodisasi 1876-yilda italyan fiziologi Luidji Galvani tomonidan ixtiro qilingan.

Galvanik elementlarga elektrodlar kiradi. Elektrodlar quyidagi turlarga bo'linadi [19, 43].

1. Tiklanuvchi elektrodlar, ularga quyidagilar kiradi:

- 1-tur elektrodlar – o'z tuzidan tashkil topgan yeritmaga cho'ktirilgan metallardir;
- 2-tur elektrodlar – o'zining erimaydigan tuzidan tashkil topgan va umumiy anionga ega bo'lgan eritmaga cho'ktirilgan metallardir (kumush xlorli elektrod, kalomel elektrodi va metall-oksidli elektrodlar);
- 3-tur elektrodlar – ikkita erimaydigan elektrolit cho'kindisidan iborat bo'lib, elektrod metallidan tashkil topgan kam eriydiganida kationlar mavjud, ko'proq eriydiganida esa birinchi cho'kma bilan umumiy anioni bor;
- gazli elektrodlar – eritma va gaz hamda noaktiv metallardan tashkil topgan elektrodlardir (kislorodli va vodorodli elektrodlar);
- amalgamli elektrodlar – simobdagi metall eritmasidan tashkil topgan elektrodlar;
- oksidlanuvchi – tiklanuvchi elektrodlar – noaktiv metallardan tashkil topgan (ferri-ferro va xingidron) elektrodlar.

2. Ionoselektivli membranali elektrodlanga quyidagilar kiradi:

- zaryadlarni to'plovchi ionalmashuvchi membranali elektrodlar – shisha elektrodlar;
- birlashgan suyuq ionitlardan tashkil topgan elektrodlar;
- membranoaktiv komplekslar asosidagi membranali elektrodlar;

– mono- va yarim kristall membranali elektrodlar.

Galvanik elementlar – elektr yurituvchi kuch (EYK), sig'imi, tashqi zanjirga beradigan energiyasi va saqlanishi bilan xarakterlanadi.

1. Galvanik elementning EUK elektrodning materialiga va elektrolitning tarkibiga bog'liq bo'ladi.

2. Elementning sig'imi deb, tok manbayining elektrsizlanishi tufayli bergan elektr energiyasi miqdoriga aytiladi. Sig'im reagentning manbadagi miqdori va massasiga hamda elektr energiyasiga aylanishiga bog'liq bo'lib, temperaturaning pasayishi yoki elektrsizlanishning ko'payishi bilan kamayadi.

3. Galvanik elementning energiyasi son jihatidan uning sig'imini kuchlanishiga ko'paytirilganiga tengdir.

Elementning saqlanish muddati, bu muddatda elementning xarakteristikalar o'rtacha o'zgarmasdan qoladi. Saqlanish muddati saqlash temperatuasi ko'tarilishi bilan kamayib boradi (masalan, batareykaning energiyasi issiq temperaturada tez kamayib ketadi).

Galvanik elementlar quyidagicha klassifikatsiyasiylanadi.

1. Birlamchi galvanik elementlar – reagentlar (oksidlanuvchi va tiklovchi) kimyoviy energiyasini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilma. Manba tarkibiga kiruvchi reagentlar uning ishlash jarayonida sarflanadi va reagentlar sarflab bo'lingandan so'ng uning harakati to'xtaydi. Hozirgi kunda elektrolit eritmasiz marganes-ruxli (quruq elementlar batareykalar) elementlardan ko'p foydalaniladi.

2. Tokning ikkilamchi manbasi (akkumulatorlar) – tokning tashqi manbasi elektr energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirib beradigan va uni to'playdigan qurilmalardir. To'plangan kimyoviy energiya zarur vaqtida yana qaytadan elektr energiyasiga aylantiriladi. Hozirgi kunda keng tarqalgan akkumulatorlardan biri – qo'rg'oshinli (yoki kislotali) akkumulatorlardir.

Bu akkumulatorlarda elektrolit sifatida 25–30% li oltingugurt kislotasi eritmasi, elektrodlar sifatida qo'rg'oshin oksidi bilan to'ldirilgan qurg'oshin panjaralari qo'llaniladi. Bundan tashqari, har xil elektron qurilmalar (mobil telefonlar, planshetlar, noutbuklar va boshqalar)da asosan katta sig'imli litiy-ionli va litiy-polimerli akkumulatorlardan foydalaniladi (88-rasm).



88-rasm. Vodorod yoqilg'isida ishlaydigan batareyaga ulangan noutbuk.

3. Elektrokimyoviy generatorlar (yoqilg'i elementlari) – bu elementlarda kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirish jarayoni yuz beradi. Oksidlovchi va tiklovchi moddalar elementdan tashqarida saqlanadi. Ish jarayonida to'xtovsiz va alohida-alohida elektrodلarga uzatilib turiladi. Yoqilg'i elementining ish jarayonida elektrodلar sarflanmaydi. Tiklovchi moddalar sifatida suyuq va gaz holatidagi vodorod – H_2 , metanol – CN_3OH , metan – CN_4 lardan foydalaniladi. Oksidlovchi modda sifatida odatda toza yoki havodagi kislorod – O_2 dan foydalaniladi. Ishqorli elektrolitli kislorodli-vodorodli elementda kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylantiriladi. Shunday energoqurilmalar kosmik kemalarda kosmonavtlar va kemaning o'zini energiya bilan ta'minlashda qo'llaniladi.

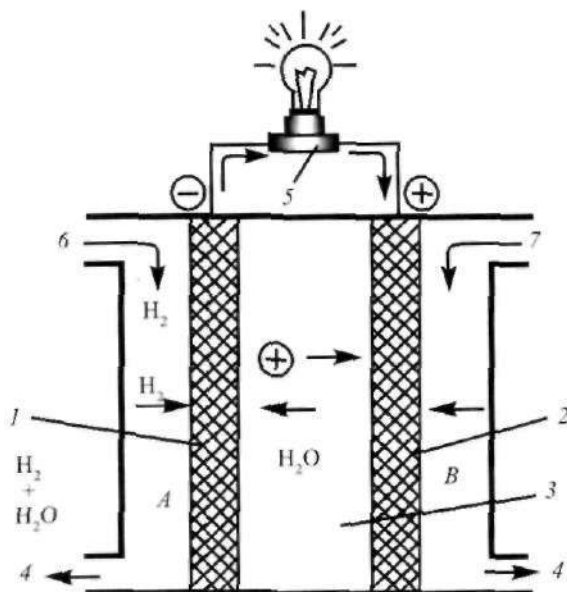
13.2. Galvanik elementlar energiyasini elektr energiyasiga aylantirish qurilmalari. Yoqilg'i elementlari.

Elektrokimyoviy generator

Birinchi bo'lib yoqilg'i to'g'risida XIX asrning o'rtalarida gapirila boshlandi. Bu vaqtga kelib galvanik elementlar nazariyasi yaratib bo'lingan edi. Rossiyada birinchi bo'lib yoqilg'i elementi 1878-yili P.N. Yablochkov tomonidan taklif qilingan edi.

Yoqilg'i elementi tokning kimyoviy manbasiga kirib va galvanik elementlaridan tashkil topgan bo'lib, yoqilg'ining va oksidlanuvchining kimyoviy energiyasi elektrokimyoviy yo'l bilan elektr energiyasiga aylantriladi. Boshqa so'z bilan aytganda, yoqilg'i elementlaridan elektr energiyasi oksidlanish reaksiyasi hisobiga olinadi. Oksidlanish reaksiyasi – yoqilg'ini (masalan, vodorodni) va oksidlanuvchini (masalan, kislorodni) qayta tiklashdir. Bu uzoq ishlovchi element hisoblanib, uning uzluksiz ishlashi mos elektrodلarga qayta ishlovchi va oksidlanuvchini uzatib turishdani boratdir. Qayta ishlovchi va oksidlanuvchilar orasida elektrolit joylashgan bo'ladi. Faqatgina o'z vaqtida reaksiya mahsulotlarini chiqarib tashlash, kerakli darajada temperatura va kuchlanishni ushlab turish zarur (89-rasm).

Yoqilg'i elementlarida bo'ladigan reaksiyaning yonishda kuzatiladigan oksidlanish reaksiyasidan farqi shundaki, yoqilg'i elementlarida boshlang'ich modda elektronlar energiyasining farqi bo'lib reaksiya mahsulotlari to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylanadi.



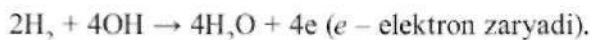
89-rasm. Suyuq – ishqorli – elektromagnitli (vodorod – kislorodli) yoqilg'i elementining sxemasi:

- 1 – anod; 2 – katod; 3 – elektrolit; 4 – reaksiya mahsulotlari;
5 – yuklanish; 6 – qayta tiklovchi; 7 – oksidlovchi.

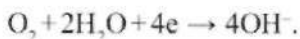
Elektrolit – biror moddani elektroliz yo'li bilan tarkibiy qismlarga ajralishi uchun tayyorlangan eritma.

Bunday elementlarda *A* va *B* gaz bo'limlari bor va bu bo'limlarga to'xtovsiz vodorod (qayta tiklovchi) va kislorod (oksidlovchi) uzatib turiladi. Bu bo'limlar oralariga elektrolit to'ldirilgan g'ovak elektrodlar bilan ajratib turiladi. Elektrolit vodorodning ionlarini – H^+ o'tkazadi, ammo kislorodning – O_2 molekulalarini o'tkazmaydi.

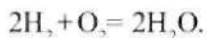
Yoqilg'i elementining anodida – 1 vodorodning elektrokimyoviy oksidlanishi ro'y beradi va vodorodning musbat ionlari elektrolitga, undan so'ng esa zanjir bo'ylab yuklanishga o'tadi. Qolgan elektronlar manfiy potensial hosil qiladi va katodga qarab harakatlanadi:



Katodda kislorodning tiklanishi ro'y beradi. Natijada kislorod atomlari o'ziga elektronlarni birlashtirib oladi va **manfiy** ionlarni hosil qiladi. Manfiy ionlar suvdagi vodorod atomi bilan birikib, gidroksil – ionlar shaklida elektrolitga o'tadi:

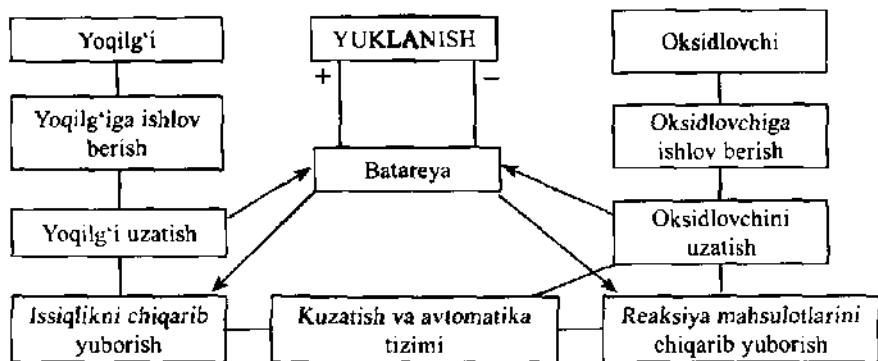


Elektrolitdagi gidroksid – ionlari katoddan anodga qarab harakatlanadi. Shunday qilib, elektrolit elektrodlar o'rtasida ionli tok o'tkazuvchi hisoblanadi va yoqilg'ini oksidlovchidan ajratib, ularga bir-biri bilan to'g'ridan to'g'ri o'zaro ta'sir qilishi imkoniyatini bermaydi. Yuqoridagilarga asosan elementdagi reaksiyalar yig'indisi quyidagicha yuz beradi:



Yoqilg'i (vodorod) va oksidlovchi (kislorod)ni to'xtovsiz uzatib turish natijasida, yoqilg'ini to'xtovsiz ionlar bilan elektrokimyoviy oksidlanish reaksiyasi davom etadi va bir vaqtning o'zida elektr energiyasi ishlab chiqariladi. Shubhasiz, elektrolitning tarkibi vaqt o'tishi bilan o'zgarmasligi lozim.

Bir qurilmaga yoqilg'i elementlari batareyasi, yoqilg'ini va oksidlovchini qayta ishlash va uzatish sistemasi, reaksiya mahsulotlarini chiqarib yuborish sistemasi, issiqlikni tartibga solish sistemasi, avtomatika va boshqa bir qancha qurilmalar birlashtirilsa, u elektrokimyoviy generator (EKG) deyiladi [44] (90-rasm).



90-rasm. Yoqilg'i elementlarida ishlaydigan elektrokimyoviy generatorning soddalashtirilgan sxemasi.

Yoqilg'i elementlari juda ko'p belgilarga qarab klassifikatsiyalanadi. Ulardan asosiysi – yoqilg'i va elektrolitning qanday holatda bo'lishidir. Shunga asosan yoqilg'i qattiq, suyuq va gaz holatlaridagi yoqilg'i elementlari bo'lishi mumkin.

Xullas, to'xtovsiz yoqilg'i (vodorod)ni va oksidlovchi (vodorod)ni uzatib turish natijasida yoqilg'i ionlarining to'xtovsiz elektrokimyoviy oksidlanishi va elektr energiyasining to'xtovsiz ajralishi ro'y beradi.

14-bob. ENERGIYANING BOSHQA TURLARI

14.1. Energiyaning boshqa turlari: vodorod yoqilg'isi; shahar chiqindilari.

Biz ko'rib chiqqan tabiatdagi qaytalanuvchi energiya manbalaridan tashqari energiyaning boshqa turlari ham mavjud. Quyida hozirgi kunda insoniyat tomonidan foydalanish yo'lga qo'yilayotgan vodorod yoqilg'isi va shahar chiqindilaridan energiya olishni ko'rib chiqamiz.

14.1.1. Vodorod yoqilg'isi

Ana'naviy-organik yoqilg'i bozorida ozgina inqiroz boshlanishi bilan neft va gaz mahsulotlarining o'rnini bosadigan boshqa energiya manbalaridan foydalanishga harakat qilinadi. Juda ko'p olimlarning fikricha, zamonaviy energetikaning rivojlanishida uglevodorod yoqilg'ilarinig o'rniga tabiatda juda ko'p tarqalgan kimyoviy element – vodoroddan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Vodorod zahiralari planetamizda bitmas-tuganmasdir. Bundan tashqari, bir xil og'irlikda vodorod benzina qaraganda 3 marta ko'proq issiqlik ajratadi va undan yoqilg'i sifatida xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarida foydalanish mumkin (transportda, sanoatda, maishiy xizmatda va boshqalarda).

Vodorod yoqilg'isini qo'llash atrof-muhitni toza saqlashga sharoit yaratadi, chunki vodorod yoqilishi natijasida undan chiqindi sifatida distillangan suvning bug'lari ajralib chiqadi, xolos.

Vodorodni tashish va saqlash juda qulaydir. Uzoq masofalarga uni quvurlar orqali uzatish mumkin. Vodorodni quvurlar orqali uzatish elektr energiyasini ulkan elektr uzatish tarmoqlarida uzatishga nisbatan bir necha barobar arzonroqdir [29, 45].

Olimlar vodorod yoqilg'isini sanoat asosida ishlab chiqarishning ko'pgina usullarini topishdi, asosan odatdagi suvdan. Uning juda katta

miqdorini yer kurrasida zahiralari juda katta bo'lgan toshko'mirdan olish mumkin. Vodrod yoqilg'isini suvda, havoda, hattoki havosi siyraklashgan kosmik kengliklardan olish mumkinligi bu yoqilg'ining biznes olamidagi dovrug'ini nihoyatda oshirib yubordi, chunki uni ishlab chiqarish uchun deyarli xarajatlar qilinmaydi, foyda to'g'ridan to'g'ri havodan olinadi.

XXI asr boshlarida dunyodagi katta biznes namoyondalari vodorod energetikasiga qiziqish juda katta ekanligi to'g'risida ochiq-oydin gapira boshlashdi. AQSh, Xitoy, Yevropa Ittifoqi mamlakatlari vodorod yoqilg'isi ishlab chiqarish uchun milliardlab dollar mablag'larni investitsiya qilishdi. Faqat birgina «FutureGen» vodorod elektrostansiyasining loyihasi uchun AQSh hukumati 1,2 mlrd. dollar mablag' sarfladi, Xitoy davlati xuddi shunday elektrostansiya uchun bundan ham ko'p mablag' sarfladi. Hozirgi kunda vodorod energetikasini rivojlantirish uchun Sharp, Sanyo, Hitachi, Toyota, Panasonic kompaniyalari juda katta mablag'larni investitsiya qilmoqdalar.

Vodorod energiyasidan foydalanish mumkin bo'lgan usullardan biri, bu kimyoviy elementni vodorod yoqilg'isiga aylanishidir, ya'ni vodorod va kislorod aralashmasining siqilgan yoki gaz holatidagi ko'rinishidir. Bu ko'rinishdagi aralashmaning yonish issiqligi benzin (tabiiy gaz) va havo aralashmasi issiqligidan yuqoriroqdir. Vodorod yoqilg'isini ishlab chiqarish va undan ommaviy tarzda foydalanish, hozircha, uning tannarxi qimmatligi hamda uni tarqatish infrastrukturasini yo'qligi sababli kechikmoqda. Vodorod yoqilg'isini ishlab chiqarish uni olish usuliga bog'liqdir. Masalan, quyidagi moddalardan ishlab chiqarilgan 1 kg vodorod yoqilg'isi narxi:

- metan gazidan ishlab chiqarish – 2,5 doll./kilo;
- suvdan elektroliz yo'li bilan – $2 \div 10$ doll./kilo;
- toshko'mirga havosiz joyda yuqori temperaturada ishlov berish yo'li bilan $1,5 \div 2,0$ doll./kilo.

Ma'lumki, vodorod yoqilg'isini ishlab chiqarish texnologiyasining bu xilda rivojlanishi uni ana'naviy organik yoqilg'ilar bilan raqobat qila olmasligini bildiradi. Ammo hozirgi texnologiyalarni zamonaviy texnologiyalar bilan almashtirilishi natijasida vodorod yoqilg'isini ishlab chiqarish tannarxining pasayishiga olib kelmoqda, ana'naviy yoqig'i turlari esa kundan-kunga qimmatlashib bormoqda.

Hozirgi kunda dunyodagi juda ko'p yengil avtomobil ishlab chiqaruvchi kompaniyalar vodorod yoqilg'isi va gibrid (benzin + vodorod) yoqilg'isida harakatga keladigan avtomobillarni ishlab chiqarishni yo'lga qo'ymoqda. Nemis olimlarinig hisobiga ko'ra, XXI asrning o'rtalarida vodorod yoqilg'isi bilan ishlaydigan avtomobillar yer yuzida 75% ni tashkil qiladi, qolgan 25% igina organik yoqilg'ilardan foydalanadi [46].

Bu sohada AQShning Daimler va Honda, Xitoyning Shanghai hamda nemislarning VW kompaniyalari etakchi o'rinlarni egallab kelishmoqda. Masalan, volorod yoqilg'isi bilan ishlaydigan Honda FCX avtomobilini ko'rib chiqaylik. To'liq vodorod yoqilg'isida ishlaydigan Honda FCX avtomobili 160 km/soatgacha tezlikni oshira oladi va to'ldirilgan yoqilg'i baki bilan 500 km masofani o'ta oladi. Uning yoqilg'i bakiga 5 kg siqilgan vodorod yoqilg'isi joylashadi. Hozirgi kunda 200 dona shunday avtomobillarga ega shaxslar bo'lib, yana 50 mingdan ortiq avtomobilchilar shu kabi mashinalarga ega bo'lish istagini bildirishgan. Havo temperaturasi 30° ga sovib ketganda ham uni birdan o't oldirish mumkin.

Honda FCX avtomobilini 3 dona elektrodvigatel harakatga keltiradi. Ulardan biri oldingi g'ildiraklarni aylantirsa, qolgan 2 dona elektrodvigatel keyingi g'ildiraklarga ulangan. Oldingi elektrodvigatelnig quvvati 80 kW·soat quvvatga ega bo'lsa, keyingi g'ildiraklarni harakatga keltiruvchi elektrodvigatellarning quvvati 25 kW·soatga teng (91 a-rasm).



a)



b)

91-rasm. Vodorod yoqilg'isida ishlaydigan Honda FCX yengil avtomobili va yoqilg'i quyish stansiyasi (a) hamda Citaro avtobusi (b).

Mercedes-Benz konsernining Mercedes Citaro loyihasi katta shaharlar uchun vodorod yoqilg'isida ishlaydigan jamoat transportini ishlab chiqarishdan iboratdir. Hozirgi kunda dunyoda bu kabi avtobuslardan 40 donasi ishlab turibdi. Avtobus elektrodvigatellarinig quvvati 250 kW·soatga teng bo'lib, 40 kishidan iborat yo'lovchilar va ularning yuklari bilan 80 km/soat tezlikda harakat qiladi. Har 100 km masofaga 25 kg vodorod yoqilg'isi sarflaydi. Avtobusning yoqilg'i bakiga 42 kg vodorod yoqilg'isi joylashadi va bu yoqilg'i bilan avtobus 167 km masofani bosib o'tadi (91 b-rasm).

Hozirgi kunda dunyo bo'yicha 55÷60 mln tonna vodorod ishlab chiqariladi. Vodorod asosan azotli o'g'itlar ishlab chiqarishda, past chastotali xom neftni motor yog'iga aylantirishda qo'llaniladi. Siqilgan vodoroddan juda past (minus) temperatura olishda va kriogen raketa dvigatellari uchun yoqilg'i sifatida foydalaniladi. Vodorod yoqilg'isidan ko'proq foydalanish va undan benzin o'rnida foydalanish to'g'risida doimiy ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

14.1.2. Shahar chiqindilari

Shahar chiqindilaridan organik yoqilg'i sifatida foydalanib, ana'naviy usulda issiqlik energiyasi yoki elektr energiyasi ishlab chiqarish mumkin. Ammo shahar chiqindilarining hammasidan organik yoqilg'i sifatida foydalanish maqsadga muvofiq emas. Uning yoqilg'i sifatida yoqish mumkin bo'lgan qismidangina organik yoqilg'i sifatida foydalanish mumkin. Shuning uchun shahar chiqindilarining asosi bilan qisqacha tanishib o'tamiz.

Ma'lumki, katta-kichik shaharlarining barchasida maishiy chiqindilar mavjud. Har yili butun dunyoda $25 \cdot 10^9$ (25 000 000 000) tonna chiqindi hosil bo'ladi. Atrof-muhitning tozaligi, shahardagi insonlarning sog'lig'i chiqindilarni o'z vaqtida yig'ib, utilizatsiya qilishga bog'liqdir [19, 47].

Katta shaharlarda chiqindilarni qayta ishlash muhim ahamiyatga ega. Chiqindilarni qayta ishlash natijasida yer yuzida kam qolgan juda ko'p resurs va materiallar tejraladi. Masalan, Yevropadagi firmalardan biri chiqindilar tarkibidan oltin ajratib olishni yo'lga qo'ygan.



a)



b)



d)



e)

92-rasm. Chiqindilarni yig'ish:

a – mashinalarda; *b* – idishlarda; *d* – qayta ishlash uchun chiqindilar maydoniga yig'ilgan kompyuterlar; *e* – qayta ishlash uchun yig'ilgan yangi yil archalari.

Chiqindilarni qayta ishlash uchun ularni yig'ish zarur. Yig'ish ishlari ham har xil amalga oshiriladi. Ba'zi joylarda chiqindilar aralashgan holda yig'iladi, ba'zi joylarda esa chiqindi turiga qarab alohida-alohida qilib yig'iladi. Chiqindilarni chiqindi yig'ish mashinalarida yoki doimiy qo'yilgan idishlarga yig'iladi [48] (92- va 94-rasmlar).

Chiqindi turlarini quyidagilarga bo'lish mumkin (93-rasm).

- 1. Qog'oz chiqindilari:** qog'oz; karton; gazetalar; gazlama.
- 2. Shisha chiqindilari:** shisha idishlar; shisha siniqlari.
- 3. Metall chiqindilari:** qora; rangli; qimmatbaho.
- 4. Kimyoviyatlar:** kislotalar; ishqorlar; organik moddalar.
- 5. Neft mahsulotlari:** yog'; bitum; asfalt.



93-rasm. Ajratilgan uy chiqindilari:

- 1 – shisha idishlar; 2 – yupqa plastik, 3 – qalin plastik, 4 – karton; 5 – aralash chiqindi;
 6 – temir bankalar; 7 – qog‘oz; 8 – polistirol; 9 – shisha; 10 – batareykalar; 11 – metall,
 12 – organik chiqindilar; 13 – «Tetrapak» o‘rama materiallari; 14 – gazlama;
 15 – tualet chiqindilari.

6. Elektronika: har xil buyumlar; platalar; akkumulatorlar; simobli lampalar; simlar.

7. Plastmassalar: PET (PETF) – Polietilentereftalat;

PVX – Polivinilxlorid; PP – Polipropilen; PEND – past bosimli polietilen; PEVD – yuqori bosimli polietilen; PV – Polietilen mum; PA – Poliamid; AVS – Akrilonitrilbutadienstirol; PS – Polistirol; PK – Polikarbonat; PBT – Polibutilentereftalat.

8. Rezina: g‘ildirak shinalari; rezinalar.

9. Biologik chiqindilar: oziq-ovqat chiqindilari; yog‘lar; najaslar.

10. Yog‘ochlar: shox-shabbalar; qirindi; barglar.

11. Qurilish chiqindilari: g‘isht; beton; boshqalar.

12. Oqova suvlar.

Chiqindilarni boshqarish tizimi – bu chiqindilarni yig‘ish, tashish, qayta ishlash, ikkilamchi foydalanish yoki utilitatsiya qilish va butun jarayonni nazorat qilishdan iboratdir. Chiqindilar inson faoliyatining mahsulidir.

Tabiatiga nisbatan organik chiqindilar (o'simlik va oziq-ovqat, qog'oz chiqindilari) ni biologik tarzda kompost qilish va chiritish mumkin. Biologik qayta tayyorlash natijasida olingan organik moddalar qishloq xo'jaligi va bog'dorchilikda organik o'g'it sifatida ishlatilishi mumkin. Bundan tashqari, chirish jarayonida hosil bo'lgan gaz (mas., biogaz – metan)dan isitishda va elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanish mumkin. Qayta ishlanma chiqindilardan dvigatellarga yoqilg'i sifatida foydalanish mumkin yoki ularni boshqa energiya turiga aylantirish mumkin.

Chiqindilarga yuqori temperaturada ishlov berish natijasida ulardan yoqig'i manbasi sifatida foydalanib, ovqat pishirish, binolarni isitish, bug' qozonlarini ishlatib, bug' va elektr energiyasi olish mumkin.

Chiqindilarni boshqarishning asosiy usullaridan biri – chiqindilarning to'planib qolishining oldini olishdir. Buning uchun, birinchi galda, ikkinchi marta foydalanish usulini qo'llash lozim. Masalan, ishdan chiqqan jihoz va asboblarni yana foydalanish uchun ta'mirlash, ko'p marta foydalaniladigan buyumlar (oziq-ovqat mahsulotlarini olib yurish va saqlash uchun polietilen paketlar emas, balki latta paketlar) tayyorlash, ko'p marta foydalaniladigan buyumlar (bir marta foydalaniladigan oshxona jihozlari – qoshiq, sanchqi, stakan va boshqalar)ni ishlatishni targ'ib qilish, banka va paketlarni oziq-ovqat qoldiqlaridan tozalash va boshqalar.



94-rasm. Chiqindilarni to'plash.

14.2. Energiyaning boshqa turlari: fotosintez; fotoelektrik o'zgartiruvchilar

Biz ko'rib chiqqan tabiatdagi qaytalanuvchi energiya manbalaridan tashqari energiyaning boshqa turlari ham mavjud. Quyida hozirgi kunda insoniyat tomonidan foydalanish yo'lga qo'yilayotgan fotosintez orqali va fotoelektrik o'zgartiruvchilardan energiya olishni qarab chiqamiz.

14.2.1. Fotosintez

«Fotosintez» so'zi grekcha bo'lib, «fotos» – yorug'lik, «sintez» – birikma so'zlaridan tashkilgan va karbonat anhidrid – CO_2 dan organik moddalarni hosil bo'lish jarayonidir.

O'simliklarda yuz beradigan fotosintez jarayoni Yer yuzidagi barcha hayotning asosi hisoblanadi. Fotosintez jaryoni tufayli: o'simliklar quyosh energiyasidan foydalanib, noorganik birikmalardan boshqa barcha tirik organizmlarga oziqa bo'lib xizmat qiladigan organik birikmalarni ishlab chiqaradi; yer planetasini o'rab turgan, biz nafas oladigan havoning o'zi ham, xuddi shuningdek, dunyo energetikasi tomonidan ishlab chiqarilayotgan barcha energiya – bu qazilma yoqilg'ilarning energiyasi, ya'ni qachonlardir yer yuzasida yashagan o'simliklarning fotosintez jarayoni mahsuloti tufayli hosil bo'lgandir.

Dunyo o'rmonlarining fotosintez natijasida beradigan umumiy issiqlik energiyasi $40\text{--}50 \times 10^{12}$ W ekvivalent energiyani tashkil qiladi. Bu energiya hozirgi vaqtda qazib olinayotgan neft va gaz energiyasidan 10 barobar ortiqdir [19, 49].

Fotosintez – quyosh yorug'ligi energiyasidan foydalanib, noorganik birikmalardan organik birikmalarning hosil bo'lish jarayonidir. Uning biologik ahamiyati yer yuzidagi tirik organizmlarni organik moddalar bilan ta'minlash va yer atmosferasini kislorod bilan boyitishdan iboratdir. Fotosintez – murakkab ko'p bosqichli jarayondir.

Fotosintez turlariga quyidagilar kiradi:

- 1) xlorofillsiz fotosintez;
- 2) xlorofilli fotosintez:
 - anoksigenli;
 - oksigenli.

Fotosintez bosqichlari:

- fotofizik;
- kimyoviy;
- kimyoviy.

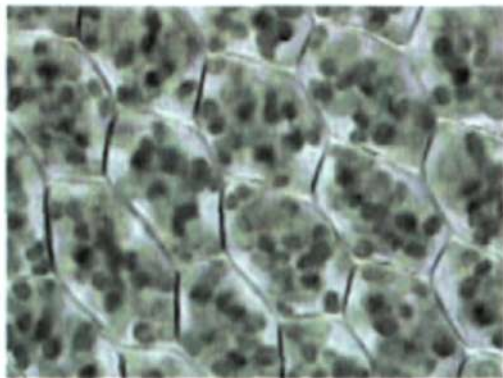
Birinchi bosqichda yorug'lik kvantlarini pigmentlar bilan yutish jarayoni sodir bo'ladi, natijada ular qo'zg'aluvchi holatga o'tib, energiyasini fototizimning boshqa molekulalariga uzatadi.

Ikkinchi bosqichda reaksiya markazida elektronlarning bo'linishi yuz beradi. Elektronlar elektronlarni harakatga keltiruvchi zanjir bo'ylab harakatlanadi. Ikkala bosqichdagi jarayonni fotosintezning yorug'likka bog'liq bo'lgan davri deyiladi.

Uchinchi bosqich yorug'lik qatnashmagan holda yuz beradi va yorug'likka bog'liq bo'lgan vaqtda yig'gan energiyasidan foydalangan holda organik moddalarning biokimyoviy sintezi reaksiyasini qamrab oladi

Insoniyat va hayvonot dunyosi kislorod iste'mol qilib (96-rasm) o'zidan karbonat angidrid ajratib chiqarsa, atmosferaga ajralib chiqqan karbonat angidrid – o'simliklarning asosiy uglerod manbayi hisoblanadi. Ammo o'simliklar karbonat angidridni faqatgina yorug'likda yutadi, yorug'liksiz ular ham o'zidan karbonat angidrid ajratadi. Masalan, xonada o'sayotgan juda ko'p uy gullari va o'simliklari kechasi – qorong'ulikda kislorod iste'mol qilishi sababli shu xonada uxlagan kishining kislorod etishmasligi sababli boshi og'riydi. O'simliklarda fotosintez jarayoni xloroplastlarda amalga oshadi.

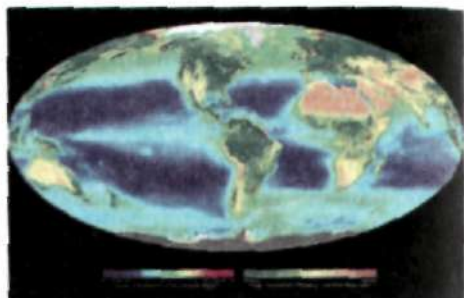
Xloroguruhlar o'simliklarning poya va mevalari hujayralarida bo'lishi mumkin, ammo fotosintezning asosiy organi ushbu jarayonga anatomik moslashgan o'simliklarning barglaridir (95-rasm). Chunki hajmiga nisbatan yuzasi katta bo'lgan barglar fotosintez uchun yorug'likning katta qismini qabul qiladi [50].



95-rasm. Barg hujayralaridagi xloroguruhlar.



a)



b)

96-rasm. O'simlik bargi (a) hamda yer kurrasi bo'ylab (suv osti va yer yuzidagi o'simliklarning) murakkab rangli fotosintezning taqsimlanishi (b).

Xlorofill ikki xil vazifani bajaradi: quyosh nurlarini yutib energiyaga aylantirish va uni uzatish. Xloroguruhlardagi 90% xlorofillar yorug'lik yig'uvchilar kompleksi guruhiga kiradi. Ular antenna vazifasini bajarib, yig'ilgan energiyani fototizimning reaksiya jarayoni o'tuvchi markazga uzatadi.

Hozirgi kunda **biomassa** muhim energetik manba hisoblanadi, chunki dunyoda foydalanilayotgan energiyaning 10% i **biomassadan** olinadi. Bundan keyin ham bu mamlakatlarda biomassa asosiy energiya manbasi bo'lib qoladi.

Rivojlanayotgan mamlakatlarda o'rmonlarni kesib va yoqib, undan energiya olishning ko'paytirishi tufayli juda ko'p mamlakatlarda o'rmonlarning kamayib ketishi yoki butunlay yo'qolib ketish xavfi tug'ilmoqda.

14.2.2. Fotoelektrik o'zgartiruvchilar

Fotoelektrik o'zgartiruvchilar quyoshning yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi yarim o'tkazgich asbobdir. Fotoelektrik o'zgartiruvchilarning ishlash prinsipi elektromagnit nurlanishni (yorug'lik energiyasini) elektr energiyasiga aylantirib beruvchi fotoeffekt hodisasiga asoslangan [19, 51].

Fotoeffektning quyidagi uch asosiy turi mavjud.

1. Tashqi fotoeffekt – nurlanish ta'siri ostida katod metali yuzasidan uni o'rab turgan vakuumga elektronlar ajralib chiqadi.

2. Ichki fotoeffekt – yorug'lik ta'siri ostida yarim o'tkazgichlar elektr o'tkazuvchanligining o'zgarishi.

3. Har xil turdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ikkita yarim o'tkazgichning bekutilgan qatlami fotoeffekti.

Elektromagnit nurlanishi energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda, amaliy jihatdan, asosan uchinchi fotoeffekt usulidan foydalaniladi va bu $r-p$ ga o'tish fotoeffekti deb ataladi.

$r-p$ o'tish fotoeffektida quyidagi jarayon yuz beradi. p yarim o'tkazgichda ortiqcha erkin elektronlar, r yarim o'tkazgichda esa musbat tirqishlar mavjud. Ularning o'zaro aloqasi natijasida elektronlarning diffuziyasi kuzatiladi. Diffuziyaning aloqa qilish tekisligida (bekutilgan qatlam) nisbiy va musbat zaryadlar konsentratsiyasi zaryadlar diffuziyasini tenglashtiruvchi potentsiallar farqi hosil bo'lmaguncha davom etadi. Biroq o'zaro aloqada hosil bo'lgan potentsiallar farqidan foydalanib bo'lmaydi, chunki yopiq zanjirda u xuddi shunday teskari belgili potentsiallar farqi bilan tenglashadi. Agar aloqa qilish tekisligiga yorug'lik berib turilsa, unda ikkala yarim o'tkazgichda qo'shimcha juft elektron-tirqishlar hosil bo'ladi. Ularning aloqa qilish farqi ta'sirida potentsiallar farqi aralashib ketadi: elektronlar p yarim o'tkazgichga o'tib uni manfiy zaryadlaydi; tirqishlar esa r yarim o'tkazgichga o'tib, uni musbat zaryadlaydi. Aloqa qilish tekisligi doimiy ravishda yoritilib tursa, potentsiallarning qo'shimcha farqi tashqi zanjirda doimiy elektr tokini hosil qiladi.

Aloqa qilish yuzasini yoritib turish imkoniyatini hosil qilish uchun, r yarim o'tkazgich, juda yupqa, amaliy jihatdan shaffof p yarim o'tkazgich bilan qoplanadi. Quyosh batareyalarini hosil qiluvchi quyosh elementlari yig'indisi xuddi shunday tayyorlanadi.

Hozirgi vaqtda butun dunyoda yuqori samarali quyosh elementlarini (arzon va yuqori FIKli) yaratish maqsadida har xil yarim o'tkazgichlarni izlash va tekshirib ko'rish ishlari olib borilmoqda. Bugungi kunda uch (va undan ortiq) komponentli yarim o'tkazgichli birikmalar asosidagi yupqa plyonkali fotoelementlarning namunalari bor. Xuddi shuningdek, qimmatroq, ammo yupqa plyonkali elementlarga qaraganda yanada samaraliroq monokristall kremniyli elementlardan foydalanish borasida ham muvaffaqiyatlar bor (olmosga o'xshash strukturali sintetik material). Kelajakda FIK 30% dan ko'proq bo'lgan quyosh elementlarini yaratish imkoniyati tug'ilmoqda (zamonaviy kremniyli fotoelementlarning FIK i 15% dan oshmaydi).

Hozirgi vaqtda, fotoo'zgartiruvchining narxini pasaytirish va uning umumiy samaradorligini oshirish maqsadida quyosh nurlanishini yig'uvchi har xil sistemalardan foydalanilmoqda. Bu holatda, polimer linzasi kichik maydon yuzasidagi quyosh nurlanishini yig'uvchi, uncha qimmat bo'lmagan qurilma sifatida xizmat qiladi. Bu esa o'z navbatida, fotoelementning o'lchamlarini kamaytirishga va shu hisobdan qimmatroq, yuqori samarali quyosh elementlaridan foydalanishga imkon beradi. Bu maqsadlarda nuqtali fokuslovchi Frenel linzasidan foydalanish tabiiy nurlanishdan bir necha yuz marta ko'proq quyosh nurlanishini yig'ish, shu bilan bir qatorda fotoelementning asosiy chiqish ko'rsathichlari samaradorligini mos holda oshirish imkonini beradi.

Biroq quyosh nurlanishini yig'ishdan foydalanish yig'uvchilarsiz fotoelektrik sistemalarga xos bo'lmagan bir qator xususiyatlarga ega. Shuningdek, yig'ilgan nurlanishni yutish davrida, quyosh elementlaridan samarali ravishda chetga olib chiqish zarur bo'lgan katta miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Bundan tashqari, fokuslashtirilgan nur dog'i element chegarasidan chiqib ketmasligi va elementni quyoshga nisbatan aniq joylashishini ta'minlashi lozim. Buni ta'minlash uchun quyoshning harakat holatini kuzatib turadigan maxsus tizim qo'llash zarur.

Nur yig'uvchilarni qo'llash quyosh batareyasining chiqishdagi energetik xarakteristikalarining oshishiga olib keladi, jumladan, kechki soatlarda quvvat va elektr energiyasi ishlab chiqarilishi (shuning o'zi ham quyosh elektrostansiyasining energosistemada ishlashida juda muhimdir), xuddi shuningdek, qurilmaning energoiqtisodiy ko'rsatkichlarini ko'taruvchi uning FIKidir.

Quyosh energiyasini fotoelektrik energiyaga aylantirish. Quyosh radiatsiyasining energiyasini doimiy elektrga aylantirish mumkin. Buning uchun yupqa kremniy plyonkalari va 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 marta qimmatroqdir. Shuning uchun hozirgi vaqtda arzonroq elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi qurilmalar ustida ish olib borilmoqda. Masalan, kremniy o'rniga arseniygeliy qo'llanilmoqda.

Fotoelektr generator, quyosh batareyasi – yorug'lik energiyasini elektr energiyaga aylantiruvchi qurilma. Fotoelementga yorug'lik nurlari tushganda fotoelektr generatorda elektr toki hosil bo'ladi. Eng samarali fotoelektr generatorning ishi o'tkazgich bilan yorug'lik sezgir yarim o'tkazgich (masalan, kremniy) yoki turli jinsli o'tkazgichlar orasidagi chegarada uyg'otiladigan elektr yurituvchi kuch (EYK)ga asoslanadi. Fotoelektr generator qalinligi 0,2–0,3 mm dan kichik bo'lgan yarim o'tkazgichli alohida fotoelementlardan tekis – panel ko'rinishida yig'iladi. 1 m² sirtli fotoelektr generatordan olinadigan quvvat 200–300 W bo'lib, FIK esa 10–20% gachadir. Fotoelektr generatorda o'ta yuqori zichlikdagi nurlanish energiyasidan bir necha kW·sm² gacha quvvat hosil qilish mumkin. Ixchamligi, uzoq muddat ishlashi, ishlatish qulayligi, o'zidan zararli gazlar chiqarmasligi fotoelektr generatorning afzalligi, qimmat turishi esa kamchiligidir. Fotoelektr generator kosmik uchish apparatlarida, avtomatik meteostansiyalar va boshqalarda ishlatiladi [52].

Fotoelement – yorug'lik nurlanishining EYK yoki elektr ishlashi fotoelektrik emissiya yoki ichki fotoeffekt hodisasiga asoslangan. Fotoelektrik emissiya asosida ishlaydigan fotoelektrik vakuum hosil qilingan yoki gaz to'ldirilgan shisha yoxud kolba shishaga joylashgan 2 ta elektrod – katod va anodli elektrovakuum asbobidan iborat. Fotokatodga tushadigan yorug'lik oqimi uning sirtida fotoelektron emissiya hosil qiladi. Fotoelektron emissiya zanjiri tutashtirilganda unda yorug'lik oqimiga proporsional fototok oqimi vujudga keladi. Fotokatodli surma – seziyli va kislorod – seziyli fotoelektron keng tarqalgan [53].

Fotoelektronlar, odatda, nurlanish yoki yorug'lik qabul qiluvchilar bo'lib xizmat qiladi. Yarim o'tkazgichli fotoelektronlardan quyosh batareyalari, fotoelektr generatorlar quyosh energiyasini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylantirishda foydalaniladi [54].

15-bob. TOZA ENERGIYANI AXTARISH VA ENERGIYANI TEJASH YO'LLARI

15.1. Toza energiyani axtarish

Energetikaning tez sur'atlar bilan rivojlanishi juda ko'p muammolarni keltirib chiqarmoqda [19, 55]. Ulardan **biri** – insoniyat energetik «Ocharchilikka» muhtalo bo'ladimi? Bu savolga – «yo'q», energiya taqchilligi insoniyatga xavf solmaydi, chunki yer yuzida energiya zahiralari yetarli deb javob qaytarish mumkin. Atom va termoyadro energetikasi insoniyatni bir necha o'n ming yilliklarda energiya bilan ta'minlash qobiliyatiga egadir.

Ikkinchi muammo – energetikani yanada rivojlanishiga yo'l qo'yish mumkinmi? Ba'zi mutaxassislarning fikricha – «yo'q». Elektr energiyasini ishlab chiqarishni ko'paytirishni to'xtatish zarur, uning o'rniga, uni tejab samarali foydalanishni va energiya manbalarini tejashni ham amalga oshirish zarur, aks holda sivilizatsiya halokatga uchrashi mumkin.

Boshqalarning fikriga ko'ra, energetikaning rivojlanishi tabiat va insoniyatga quyidagicha potensial xavf yetkazishi mumkin:

- atmosferaning ifloslanishi;
- suv havzalari va daryolarning isishi;
- planeta landshaftining izdan chiqishi;
- dunyoning ba'zi hududlarida iqlimning o'zgarishi;
- yerning isib ketishi;
- muzlarning erishi;
- okean sathining ko'tarilishi va boshqalar.

Ammo bularning barchasi bilan kurashish va ularni bartaraf qilish mumkin.

Energiyani katta masshtabda qo'llashdan, rivojlangan sanoatdan va qishloq xo'jaligidan voz kechish insoniyatning ko'p qismini o'limga mahkum qiladi.

Energiyasiz sanoat ishlab chiqarish usuli tabiatga yanada salbiy ta'sir ko'rsatadi (Masalan, o'g'itlarsiz va irrigatsiya usulisiz haydaladigan yerlar va o'tloqlar nobud bo'ladi).

Tuproq unumdorligini oshirish (o'g'itlar va irrigatsiya), yerlarning cho'lga aylanishiga qarshi kurashish, suv bilan ta'minlash (odamlarni, yerlarni, sanoatni), gidrotexnik inshootlar va boshqalarni qurishni energiyadan foydalanmasdan amalga oshirish mumkin emas.

Energetikaning salbiy oqibatlaridan: **birinchisi** – havo basseynining ifloslanishi (oltingugurt oksidi – SO_2 , ugleroda oksidi – CO_2 , azot oksidi – NO_2 va uglevodorodlar bilan). Asosan, kislorod va azotdan tashkil topgan yer shari atmosferasining og'irligi 5×10^{12} tonnaga tengdir. Bu massaga kelib qo'shiladigan qandaydir 100 mln. tonna boshqa moddalar uning tarkibiga o'zgartirish kirita olmaydigandek tuyuladi. Ammo bunday emas. Masalan, oltingugurt oksidining odam uchun mumkin bo'lgan konsentratsiyasi – 30 qism oltingugurt oksidiga 1.000.000.000 qism havo aralashishi zarur. Shaharlarda oltingugurt oksidi 15–20 qismga to'g'ri kelmoqda. Bu inson salomatligining yomonlashuviga va uni sekin-asta o'limga olib kelishi mumkin. Ko'mir va neft mahsulotlarining yonishi jarayonida hosil bo'ladigan zaharli gazlardan havoni tozalash usullari mukammal bo'lmaganligi sababli bu masala yanada chuqurlashib bormoqda.

Ikkinchisi – suv havzalariga issiq tashlamalarni tashlash tufayli atrof-muhit temperaturasining ko'tarilib borishi, ba'zibir holatlarda suv havzalarining isishi va unda kislorodning borligi sababli, suv havzalarida o'zidan zararli moddalar ajratuvchi mikroorganizmlarning rivojlanishiga qulay sharoit yaratib berilar ekan. Sh sababli elektrostansiyalarni sovitish uchun suv resurslarini tejash va sovitishning boshqa usullarini ishlab chiqish va tatbiq qilish ham talab qilinadi.

Uchinchisi – atrof-muhitning isishi natijasida sun'iy energiya zichligining o'rtacha 1 m^2 ga 0,03 vattga tengligi. Ammo quyosh nurlanishining quvvati bu miqdordan 10 ming barobar ortiq bo'lganligi sababli uning planetaga hech qanday zarari tegmasligi mumkin. Ammo yer yuzida shunday mamlakatlar borki, ularda sun'iy energiya zichligi katta bo'lib (masalan, Yaponiyada 1 m^2 ga $= 2$ vatt to'g'ri keladi.), atrof – muhitga xavf tug'dirishi mumkin, chunki u mikroiqlimga ta'sir qiladi.

Sun'iy issiqlikning quyosh nurlari energiyasidan 2–3% ko'tarilishi yer yuzidagi issiqlik balansining buzilishiga va iqlimning keskin o'zgarishiga

olib keladi. Biroq Yerning isishi asosan **parnik effekti** hodisasiga bog'liqdir. Parnik effekti – atmosferada hosil bo'lgan karbonat angidrid gazi qaytarilgan infraqizil nurlarning kosmosga qaytishiga yo'l qo'ymaslik hodisasidir. Shuning uchun karbonat angidrid gazi konsentratsiyasini belgilangan miqdordan yuqori bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

Boshqa tomondan olib qaraganda, atmosferaning chang bilan qoplanishi natijasida, Yer shari temperaturasining pasayishi kuzatilmoqda (aniqlashlarga ko'ra yer yuzida muzlash davri Yerni boshqa planetalardan kelgan zich chang bulutlari bilan qoplanganligi sabab bo'lgan ekan).

Energetikani qachongacha rivojlantirish mumkin degan savolga javob berish hozircha mumkin emas. Insoniyatning har xil faoliyati natijasida Yer sharining har xil hududlarida iqlim o'zgarish yuz berishi mumkin (masalan, daryo suvlarining ko'p qismidan sug'orishda foydalanish, bug'lanishning ko'payishi, atmosferada energetik balansning qayta taqsimlanishi va boshqalar).

Odamlar o'zlari hosil qilgan muammolarni yechish yo'llarini topishlari mumkin, ammo bu ishlarni ham energiyasiz amalga oshirib bo'lmaydi. Shuning uchun «toza energiya» zarurdir.

15.2. Energiyani tejash usullari

Energiyani tejashning asosiy maqsadi – texnik jihatdan bajarish mumkin bo'lgan, iqtisodiy asoslangan, sotsiologik va ekologik jihatdan qo'llash mumkin bo'lgan choralarni tatbiq qilish yo'li bilan energiya resurslaridan yanada samaraliroq foydalanishdir. Buning uchun tabiiy resurslar qazib olingandan iste'mol qilingunga qadar oraliqda yuqori energetik foydali ish koeffitsiyenti bilan ta'minlanishi kerak.

Energiyani iqtisod qilishning maqsadi – milliy yalpi mahsulot ishlab chiqarish birligiga to'g'ri keladigan energiya miqdorini kamaytirishdan iborat.

Hozirgi jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi davrida ishlab chiqarishning pasayishi inqirozning kuchayishiga, aholi yashash sharoitining yomonlashuviga sabab bo'ladi. Shuning uchun mamlakatimiz Prezidenti I.A. Karimov o'zining «Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari va choralari» nomli risolasiida inqiroz ta'sirini kamaytirish yo'llaridan biri «Iqtisodiyotimizning raqobatdoshligini yanada kuchaytirish, aholi farovonligini yuksaltirish

ko'p jihatdan bizning mavjud resurslardan, birinchi navbatda, elektr va energiya resurslaridan qanchalik tejimli foydalana olishimizga bog'liqdir» deb aytib o'tgan [1, 2].

Energiyani tejash turlari. Iqtisodiy yuksalish har tomonlama energiya iste'mol qilinishining o'sishi bilan bog'liqdir. Energiyaning narxi energiyadan oxirgi bosqichda qanday foydalanishga bog'liqdir. Narx belgilash energiyani tejashda muhim omil bo'lib xizmat qilishi kerak. Energiya narxini quyidagi faktorlarga mos holda qarab chiqish zarur: yoqilg'ini yonish issiqligi, shu bilan bir qatorda energetik resurslardan samarali foydalanishga harakat qilish lozim. Energiya narxining ko'tarilishi iste'molchilarni energiya bilan ta'minlash va energiya iste'mol qilishni birgalikda olib borish yo'llarini axtarishni, yangi texnologik yechimlarni axtarib topishni va ularni ishlab chiqarishga tatbiq qilishni taqazo qiladi.

Mamlakatlarning hukumatlari bozor iqtisodiyoti mexanizmiga moslashishi va energiyadan samarali foydalanishni rag'batlantirish choralarini qabul qilishlari kerak. Hukumatlar quyidagi tadbirlarni o'z ichiga oluvchi siyosatni amalga oshirishi mumkin [56]:

- energiya isrofini kamaytirish;
- energiyani tejashga yo'naltirilgan texnik yechimlarni rag'batlantirish;
- bir turdagi energiya resurslarini boshqa turdagi energiya turi bilan siqib chiqarilishi;
- energiyani ko'p iste'mol qiladigan mahsulotlarni ishlab chiqarishni chegaralash (cheklash);
- energiya iste'mol qiluvchi qurilmalar uchun milliy standartlarni kuchga kiritish;
- noan'anaviy va boshqa energoresurslar to'g'risidagi ilmiy izlanishlarni mablag' bilan ta'minlash.

Hukumatlar elektr energiyasini tejash bo'yicha qonunlar qabul qilishi, o'tkaziladigan tadbirlarni mablag' va soliq to'lashdagi ba'zi imtiyozlar bilan rag'batlantirishi mumkin. Masalan, sanoat uchun ishlab chiqarishni tatbiq qilish lozim. Energiya iqtisod qiluvchi maishiy uskunalar ishlab chiqarish bo'yicha tuzilgan dasturlarni rag'batlantirishi lozim.

Kombinatsiyalashgan issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi ishlarni olib borish zarur. Bu ishlar energiyani juda ko'p tejash imkonini beradi.

Sanoat korxonalaridan tashlanayotgan past temperaturali issiqlikni ikkinchi marta markaziy isitish tizimlarida qo'llashni kengaytirish lozim.

Dastlabki hisoblarga qaraganda, metallurgiyada 11% ga yaqin, selluloza-qog'oz sanoatida 4–12%, sopol va shisha mahsulotlari ishlab chiqarishda 8%, aluminiy ishlab chiqarishda esa 6% energiyani tejash mumkin ekan.

Transportning rivojlanishi neft mahsulotlariga juda bog'liqdir. Shuning uchun transportdan energiyani iqtisod qilish bo'yicha ko'riladigan choralar juda katta hajmda yoqilg'ini tejashga olib keladi. Buning uchun mashinalarning yoqilg'ini iqtisod qilish imkoniyatini oshirish va yoqilg'i sarfini kamaytirish lozim.

Katta miqdordagi energiya binolarda sarflanadi: isitish, issiq va sovuq suv uzatish, sun'iy iqlim yaratish va boshqalar.

Qurilish sektorlariga qurilish texnikasining yaxshilangan turlarini, energiya iqtisod qiluvchi binolar va jihozlarni qurish uchun material va jihozlarni tatbiq qilish zarur. Binolarda temperaturani termostatik yo'l bilan tartibga solishni amalga oshirish zarur.

Energiya ta'minotining iqtisodini ko'tarish uchun tubdan o'zgarishlar qilishni faqat kelajakda amalga oshirish mumkin. Buning uchun, albatta, ya'ngi yoqilg'i elementlarini o'zlashtirish hamda yangi texnologiya va jarayonlar rivojlangan bo'lishi lozim. Yoqilg'i texnologiyalari – bu magnitogidro-dinamik generatorlar, yuqori temperaturali gaz reaktorlari, tez neytronlarga asoslangan reaktor-ko'paytirgichlar va termoyadro reaktorlaridir.

Energiyani tejashning katta qismi takomillashtirilgan texnologiyalarni asta-sekin tatbiq qilish jarayonida amalga oshiriladi.

Energiyani tejash dasturini hayotga tatbiq qilish uchun iste'molchini iqtisodiy, energiya narxini ko'tarish va uni tejashni mablag' bilan ta'minlash, imtiyozlar berish yo'li bilan qiziqtirish, energetik ilmiy izlanishlarni mablag' bilan ta'minlash va xalqaro hamkorlikni yo'lga qo'yish zarur.

GLOSSARIY

«A»

- Absorbent** – o'zi bilan aloqada bo'lgan suyuq yoki gaz holatidagi muhitdan ba'zibir boshqa moddalarni yutish xususiyatiga ega bo'lgan modda.
- Absorbsiya** – (lotincha «absorbeo – yutaman») absorbent bilan gaz yoki suyuqliklarning bug'larini eritma hosil bo'lguncha hajmiy yutish.
- Akkumulatorlar** – (lotincha «accumulator – yig'uvchi») keyinchalik foydalanish uchun energiya yig'uvchi qurilma. Ko'p marta foydalaniladigan galvanik elementlar.
- Amorf jism** – kristall tuzilishga ega bo'lmagan jism, ya'ni kristallga nisbatan amorf jism – tarkibiga kiruvchi atomlar, molekulalar yoki boshqa zarralar tartibsiz joylashgan.
- Aralashma ishchi hajm** – ikki konturli GeoTESda qo'llaniladigan suv-ammiakli aralashma.

«B»

- Biogaz** – qishloq xo'jaligi va maishiy chiqindilardan olinadigan yoqilg'i gaz.
- Biosfera** – atmosferaning pastki qismi, gidrosfera va litosferaning yuqori qismini o'z ichiga oladigan faol hayot zonasi.
- Bioyoqilg'i** – fotosintez va xo'jalik faoliyati (maishiy chiqindilar, dala ekinlari, yog'ochlar, loyqa-balchiq cho'kindilari) tufayli har yili qayta hosil bo'ladigan – yangilanadigan yoqilg'i.
- Bir konturli GeoTES** – geotermal bug'-suv aralashmasidan ajratib olingan bug'da ishlaydigan bug' turbinali elektrostansiya.
- Birlashgan Millatlar Tashkilotining Iqlim** – Konvensiya 1992-yil 9-mayda Nyu-Yorkda qabul qilingan va shu yili Rio-De-Janeyroda imzolangan.

**o'zgarishi oldini olish
to'g'risidagi muvaqqat
konvensiyasi
(BMT IUMK)**

**Bifurkatsiya
Blistering**

Uning yakuniy maqsadi «atmosfera

- nimanidir bo'linishi yoki ikkiga bo'linishi.
- metallning yuzaga yaqin qismida gaz po'fakchalari-ning hosil bo'lishi. Natijada metallning yuza qismida qavariqlar hosil bo'ladi.

«D»

Degradatsiya

- sekin-asta yomonlashish, ijobiy sifatlarning pasayishi yoki butunlay yo'qolishi, inqirozga yuz tutish, aynish jarayonlari.

**Detander-generator
qurilmalari**

- magistral gaz o'tkazgich quvurlarning shoxobchasiga o'rnatilgan gaz taqsimlagich tarmoqlardagi gaz turbinali qurilmalar.

«V»

Vodorod

- (lotincha «Hydrogenium ~ H») D.I. Mendeleyevning elementlar davriy tizimidagi birinchi tartib raqamli kimyoviy element, atomining massasi 1,00797 ga teng. Odatdagi sharoitda vodorod – gaz, rangsiz, hid-siz va ta'rsiz.

Vodorod energetikasi

- vodorod yoqilg'isini ajratish va undan foydalanish.

«G»

Galvanik element

- elektrokimyoviy reaksiya hisobiga elektrsizlanish davrida elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi elektr toki manbai. Galvanik element tarkibiga elektrolit suyuqligi orqali bir-biri bilan aloqada bo'luvchi ikkita har xil elektrodlar (biri – oksidlanuvchi, ikkinchisi – tiklovchi) kiradi. Galvanik elementlarning ishlash prinsipi metallarning elektrolit eritmasi bilan o'zaro aloqasi natijasida yopiq zanjirda elektr tokining hosil bo'lish jarayoniga asoslangan.

Geliostatlar

- quyosh bug' turbinasi qurilmasi minorasiga o'rnatiladigan, quyosh nurlarini fokuslovchi ko'zgu.

**Geotermal elektro-
stansiya (GeoTES)**

- yer qatnag'i issiq manbalardan chiqayotgan issiqlik energiyasidan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarishda va issiqlik bilan ta'minlashda qo'llaniladigan jihozlar majmuasi.

**Gidroakkumulatsiyalash-
elektrostansiyasi
(GAES)**

- energotizimda iste'mol yuklanishining kamaygan davrida yuqori befga nasos agregatlari yordamida suv ko'tarib beradigan va iste'mol yuklanishi ko'paygan davrda yuqori befda to'plangan suvni turbina orqali tushirib elektr energiyasi ishlab chiqaradigan gidrostansiya.

Gidrid

- vodorodning boshqa element bilan kimyoviy qo'shilishidir.

Gidroenergetika

- elektr energiyasini olish uchun suv resurslarining mexanik energiyasidan foydalanish bilan bog'liq energetika sohasi.

**Gidroresurslarning
iqtisodiy potentsiali**

- gidroresurslarning elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun foydalanish mumkin bo'lgan qismi.

Gidroagregat

- gidravlik turbina va elektr generatori (gidrogeneratordan) dan tashkil topgan agregat.

**Gidroturbinaning
dastlabki bosimi**

- yuqori bef va pastgi bef sathlaridagi farqdan, gidravlik qarshiliklar natijasida isrof bo'lgan bosim ayirmasiga teng.

«Y»

Yondiruvchi (vodorodni)

- katalizator qavatidan o'tayotgan vodorodning oksidlanishi va suvga aylanishi yuz beradigan qurilma.

Yoqilg'i elementi

- yoqilg'ining oksidlanish reaksiyasi energiyasini, to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elektrokimyoviy generator.

**Yoqilg'i-energetika
resurslari**

- g'amlangan energiyasidan texnika va texnologiyalar rivojlangan mavjud sharoitda xo'jalik faoliyatida foydalaniladigan tabiiy qazilma yoqilg'i va ishlab chiqariladigan energiya tashuvchilar majmuyi.

«I»

**Ikkilamchi energetik
resurslar**

- ishlab chiqarish jarayonlari va issiqlik mashinalarida yoqilgan yoqilg'idan so'ng qolgan issiqlik. Undan elektr energiyasi ishlab chiqarishda va issiqlik bilan ta'minlashda foydalanish mumkin.

- Ikki konturli GeoTES*** – ishchi hajmi issiqni bug‘ generatoridan o‘tayotgan geotermal bug‘li suv aralashmasidan oladigan bug‘ turbinali elektrostansiya.
- II cho‘kindilari*** – shahardan chiqayotgan iflos suvlar qayta ishlangan-dan so‘ng, achib cho‘kkan organik qoldiqlar.
- Intermetallik qo‘shilish*** – metallarning bir-biri bilan qo‘shilishi.
- Issiqlik nasosining isitish koeffitsiyenti*** – isitilayotgan obyektga birlik mexanik energiyani sarflash hisobiga uzatilayotgan issiqlik miqdori.
- Issiqxona-parnik effekti*** – Yerdan tarqalayotgan issiqlikni karbonat angidrid gazi tomonidan yutib yuborilishi natijasida atmosferaning isib ketishi.
- Issiqxona gazlari*** – bu atmosferaning gazsimon tarkibiy qismi bo‘lib, u Yer shari yuzasi, atmosfera va bulutlar tarqatadigan infraqizil nur spektri doirasida nurlarni o‘ziga singdiradi va aniq to‘lqin uzunligida nurlanadi. Yer shari atmosferasida asosiy issiqxona gazlari quydagilar hisoblanadi: suv bug‘i (H_2O), uglerod dioksidi (CO_2), azot oksidi (N_2O), metan (CH_4) va ozon (O_3). Kioto protokolida CO_2 , N_2O , CH_4 dan tashqari oltingugurt geksaftoridi (SF_6), gidroftoruglerodlar (GFU) va perftoruglerodlar (PFU) ko‘rib chiqilmoqda.
- Issiqlik nasosi*** – mexanik energiyani sarflash hisobiga kam isitilgan hajmdan ko‘proq isitilgan hajmga issiqlikni uzatish uchun mo‘ljallangan jihozlar majmuasi.

«K»

- Kapsulali gidroagregat*** – kapsula ichiga germetik beritilgan gorizontaal gidroturbina va gidrogenerator. Past bosimli GES, GAES va PES- sath ko‘tarilishiga asosan ishlaydigan elektr stansiyalarida qo‘llaniladi.
- Kioto protokoli*** – Kioto protokoli 1997-yilda BMT YUMK Tomonlari konferensiyasining Kioto shahrida (Yaponiya) bo‘lib o‘tgan uchunchi sessiyasida qabul qilingan. Ushbu hujjat BMT IYMKga kiritilgan qoidalariga qo‘shimcha tarzida huquqiy jihatdan majburiy qoidalarini ham o‘z ichiga olgan. Ushbu protakol doirasida B ilovaga kiritilgan mamlakatlar (aksariyat rivojlangan mamlakatlar va o‘tish davri iqtisodiyotini boshidan kechirayotgan mamlakatlar) majburiyatlar amal qilinadigan 2008–1012-yillarda o‘zlarini issiq-

xona gazlari antropogen chiqindilarini 1990-yildagi darajaga nisbatan 5 foizga kamaytirishga kelishib oldi.

Kondensatsiya

– quyulish, to'planish, zichlanish yoki gaz, yoki bug'ning suyuq holatga o'tishi.

Korroziya

– metallarning, metall qotishmalarining metall buyumlarning atrof-muhit bilan kimyoviy yoki elektrokiimyoviy o'zaro ta'siri ostida yemirilishi.

«N»

Noan'aviy qayta tiklanadigan energiya manbalari

– gidroenergiya va o'simlik biomassasini bevosita yoqish natijasida olinadigan energiyadan tashqari barcha turdagi qayta tiklanadigan energiya.

«P»

Past qaynovchi issiqlikni tarqatuvchi

– ikki konturli geotermal issiqlik elektrostansiya (GeoTES) larida qo'llaniladigan freonlar va uglevodorodlar.

Piroliz

– organik birikmalarning yuqori temperatura ostida boshqa narsaga aylanishi.

«S»

Sarmoyador

– qimmatli qog'ozlarni sotib oluvchi, ushbu qog'ozlarning u yoki bu turini tanlashda avvalo tavakkalchilikni kamaytirish haqida o'ylaydigan shaxs.

Sath ko'tarilishi va tushishi elektrostansiyasi (PES)

– dengizlardagi sath ko'tarilishi va tushishi energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi elektr stansiyasi.

Sintetik yoqilg'i

– qattiq qo'ng'ir ko'mirdan, slaneslardan va dala ekinlaridan olinadigan suyuq yoki gaz shaklidagi yoqilg'i.

«T»

Termoelektrik o'zgartirgich

– Zeebek effekti asosida issiqlik energiyasini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylantiruvchi qurilma. Quyosh elektrostansiyalarida qo'llanadi.

Tiklanish

– oksidlanish-tiklanish reaksiyalarida elektronlarning qo'shilish jarayoni.

Tiklovchilar

- oksidlanish-tiklanish reaksiyalarida o'z elektronlarini beruvchi atom, molekula, atom yoki molekula ionlaridir, bu jarayonda ularning o'zlari oksidlanadilar.

Tiklanuvchi gidroagregat

- gidroakkumulatsiyalash va sath ko'tarilishiga asosan ishlaydigan elektrostansiya (PES)larda qo'llaniladigan hamda nasos - turbina va elektrodvigatel - generatorlardan tashkil topgan agregat.

To'lqinli energetik qurilma

- dengiz to'lqinlari energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi energetik qurilma.

«U»

Utilizatsiya qiluvchi qozonlar

- o'z o'txonasi bo'lmagan va sanoat yoki energetik qurilmalardan o'tayotgan gazlar bilan isitiladigan bug' qozonlari.

«E»

Energetika

- energetika resurslari, turli xil energiyalarni ishlab chiqarish, yetkazib berish, qayta o'zgartirish, jamg'arish, taqsimlash va iste'mol qilishni o'z ichiga oluvchi iqtisodiyot, fan va texnika tarmog'i.

Energetika tizimi

- bir-biriga ulangan va energiya hamda issiqlikni uzluksiz ishlab chiqarish, o'zgartirish va taqsimlashda umumiy rejimini boshqarishda bir-biri bilan bog'liq bo'lgan elektrostansiyalar, elektr va issiqlik tarmoqlari majmuyi.

Energiya tashuvchi

- g'amlangan energiyasidan energiya bilan ta'minlash uchun foydalanish mumkun bo'lgan turli agregat holatidagi modda (qattiq, suyuq, gazsimon) yoki materiyaning boshqa shakli (plazma, maydon, nurlanish va hokazo).

«F»

Fotoelektron o'zgartirgich

- fotoeffekt asosida nur-yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilma, ya'ni elektronlarni yorug'lik kvantlari bilan haydab chiqarish. Quyosh elektrostansiyalarida qo'llanadi.

Qayta tiklanadigan energetika

– qayta tiklanadigan manbalar energiyasini energiya-ning boshqa turlarga aylantirish bilan bog'liq energetika sohasi.

Qatlamli qaynatish qozonlari

– o'txonasida, pastdan purkaladigan havo yordamida, inert material qatlamli shaklida joylashgan maydalanigan yoqilg'i yoqiladigan qozonlar.

Quyosh doimiysi

– atmosferaning yuqori qatlamlaridan 1 m² yerga to'g'ri keladigan quyosh nuri energiyasining quvvati.

Quyosh elektrostansiyasi (QES)

– quyosh nurlaridan elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanadigan elektrostansiya.

Qayta tiklanadigan yoqilgi

– energetika resurslari tabiiy jarayonlar natijasida muntazam to'ldiriladigan tabiiy energiya tashuvchilari. Qayta tiklanadigan yoqilg'i energetika resurslari qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishga asoslangan, ya'ni:

– quyosh nurlari, shamol, daryolar, dengizlar va okeanlar energiyasi, Yer sharining ichki issiqligi;

– o'simlikshunoslik va chorvachilik, sun'iy o'rmonlar va suv o'tlari chiqindilar sifatida olinadigan barcha turdagi biomassadan foydalanish asosida hosil bo'ladigan energiya;

– o'simlik biomassasini bevosita yoqishdan olinadigan energiya.

Quyosh issiqlik ta'minoti

– turli iste'molchilarni isitish, issiq suv bilan ta'minlash va texnologik ehtiyojlarni qondirish uchun quyosh nurlari energiyasidan foydalanish.

Quyosh issiq suv ta'minoti

– turli iste'molchilarning kommunal-maishiy va texnologik ehtiyojlarini ta'minlash maqsadida suvni isitish uchun quyosh nurlari energiyasidan foydalanish.

Quyosh elementi

– turli jismoniy prinsiplar asosida quyosh nurlari energiyasini to'g'ri elektr energiyasiga aylantirgich.

Quyosh fotoelektr elementi

– fotoeffekt asosidagi quyosh elementi.

Quyosh kollektori

– quyosh nurlari energiyasini singdirish va uni issiqlik energiyasiga aylantirish qurilmasi.

Quyosh energiyasi konsentratori

– quyosh nurlari oqimining zichligini oshirish uchun nurlarni aks ettirish va yo'nalishini o'zgartirishga asoslangan optik moslama.

**Quyosh yordamida
isitishning passiv
tizimi**

– binolar va inshootlar tuzilishining tarkibiy qismlari quyosh energiyasini qabul qiluvchi moslama va akkumulatorlari hisoblanganda, quyosh kollektorlari hamda maxsus uskunalarni qo'llamasdan mazkur iste'molchini issiqlik bilan qisman yoki to'liq ta'minlash uchun quyosh energiyasidan foydalanadigan tizim.

**Quyosh issiqlik
ta'minoti tizimi**

– mazkur iste'molchini issiqlik va issiq suv bilan ta'minlashni qisman yoki to'la qoplash uchun quyosh energiyasidan foydalanadigan tizim.

«Sh»

Shamol dvigateli

– shamol energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi parrakli dvigatel. Elektr generatori bilan birgalikda shamol agregati tarkibiga kiradi.

Shamol agregati

– shamol dvigateli (parrakli g'ildirak) va elektr generatorini o'z tarkibiga olgan shamol agregati.

**Shamol energetik
qurilmasi**

– shamol energiyasini elektr energiyasiga aylantiradigan qurilma.

Shamol elektrostansiyasi (ShES)

– shamol energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi, bir necha shamol energoqurilmadan (ShEQ) tashkil topgan elektrostansiya.

Shamol energetikasi

– mexanik, issiqlik yoki elektr energiyasini olish uchun shamol energiyasidan foydalanish bilan bog'liq energetika sohasi.

DARSLARDA FOYDALANILADIGAN ASOSIY KO'PAYTIRUVCHILAR VA BIRLIKLAR

Birlik	Belgisi	Ko'paytiruvchi	Qisqartma
Kilo	K	1 000	10^3
Mega	M	1 000 000	10^6
Giga	G	1 000 000 000	10^9
Tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}

DARSLARDA FOYDALANILADIGAN O'LCHOV BIRLIKLARI

kal – kaloriya	kv.m yoki m^2 – kvadrat metr
J – Joule	kub.m yoki m^3 – kub metr
km – kilometr	V – Volt
kVA – kilovolt-amper	W – Vatt
m – metr	kW – kilovatt · soat
s – sekund	MW – megavatt · soat

O'lchov birliklari ekvivalenti: 1 t.n.e. = 10 Gkal = 41,86 GJ = 11,63 MW·s = 1,43 t.sh.y.

t.n.e.: tonna neft ekvivalenti; t.sh.y. – tonna shartli yoqilg'i

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *Каримов И. А.* Жаҳон молиявий иқтисодий инкирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. Тошкент, 2009. – 56 б.
2. *Каримов И. А.* «Ўзбекистон XXI аср бўсағасида хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шакллари ва тараққиёт кафолатлари». Тошкент, 1997. – 128 бет.
3. Ўзбекистон Миллий Энциклопедияси. 2 – том, Тошкент, 2001. – 704 (340) бет.
4. Internet ma'lumoti. Manba: <http://photo-day.ru/ogromnaya-solnechnaya-pech-v-uzbekistane/> hamda news.olam.uz/nauka/7258.html
5. Internet ma'lumoti. Manba: <http://farishta.uz/society/novosti-obshchestvo/> 2370-v-uzbekistane-stroitelstvo-solnechnoj-elektrostantsii-ot-seneno-v-207-mln-dollarov hamda <http://www.gazeta.uz/2013/11/22/solar>.
6. Internet ma'lumoti. Manba: <http://www.intellekt-dialog.ru>
7. Имомов Ш.Ж. и другие. Альтернативное топливо на основе органике. «Фан», Ташкент, 2013. – 260 с.
8. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан №476 от 28.12.1995 г. «О развитии малой гидроэнергетики в Республики Узбекистан».
9. Указ Президента Республики Узбекистан от 22.02.2001 г. «Об углублении экономических реформ в энергетике».
10. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2013-yil 11-martdagi 10(562)-sonli «Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2013-yil, WWW.LEX.UZ.
11. *Аллаев К.Р.* Энергетика мира и Узбекистана. Учебное пособие, Издательство. «Молия», Ташкент, 2007. – 388 с.
12. O'zbekistonda qayta tiklanadigan energetikani rivojlantirish istiqbollari. YUNDP, Toshkent, 2007. – 92 bet.

13. *Христич А.Н.* Перспективы развития производства по использованию солнечной энергии. Материалы Международного семинара «Возобновляемая энергия в Центральной Азии как фактор укрепления продовольственной безопасности и улучшения социально-экономических условий в отдалённых населённых пунктах» г. Ташкент, 11–12 ноября, 2008.
14. Internet ma'lumoti. Manba: [http://ecoenergy.org.ua/энергетические новости/самые-мощные-проекты-возобновляемой-энергетики-2011-года.html](http://ecoenergy.org.ua/энергетические_новости/самые-мощные-проекты-возобновляемой-энергетики-2011-года.html).
15. Internet ma'lumoti. Manba: <http://aenergy.ru/822>.
16. Гидроэлектростанции Средней Азии. ЦАО Гидропроект, альбом-справочник, Ташкент, 1970. – 289 с.
17. Оценочные исследования по предлагаемому проекту Рогунской гидроэлектростанции. Обмен информацией и консультаций с представителями стран речного бассейна. Пятая серия встреч, 14–15 июля 2014 г., Представительство Всемирного Банка в Узбекистане.
18. Схема развития малых ГЭС в системе Миноводхоза Узбекистана на период до 2010 года. Объединение Водпроект, часть 1, Ташкент, 1992. 124 с.
19. *Непорожный П.С., Обрезков В.И.* Введение в специальность: гидроэлектростанции. Москва, 1990. – 352 с.
20. *Потапов В.М. и др.* Использование водной энергии. Учебное пособие, «Колос», Москва, 1972. – 340 с.
21. *Канторович Б.В., Кузнецов Н.К.* Гидравлика, водоснабжение и гидросиловые установки. Учебное пособие, Москва, 1961. – 551 с.
22. ЗАО Межотраслевое научно-техническое объединение ИНСЭТ (МНТО ИНСЭТ) в каталоге машиностроительных заводов и предприятий России и СНГ, Google.ru, www.i-mash.ru/predpr/1837/
23. *Андрианов В.Н. и другие.* Ветроэлектрические станции. Москва-Ленинград, 1966. – 136 с.
24. *Болотов А.В.* Технологии использования энергии ветра. Мировые тенденции. Материалы Международного семинара «Возобновляемая энергия в Центральной Азии как фактор укрепления продовольственной безопасности и улучшения социально-экономических условий в отдалённых населённых пунктах», г. Ташкент, 11–12 ноября, 2008.

25. Internet ma'lumoti. Manba: <http://forca.ru/справка/безопасность/характеристики-силы-ветра.html>.
26. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?fm=1&q=Приборы+для+измерения+скорости+ветра>.
27. Internet ma'lumoti. Manba: http://www.cleandex.ru/news/2010/08/02/the_first_wind_power_plant_is_being_built_in_uzbekistan.
28. Материаллы 6-го заседания Азиатского форума солнечной энергии «Тенденции и перспективы технологий солнечной энергетики», 20–23 ноября, Ташкент, 2013. – 96 с. Materials of the 6th meeting of the Asia solar energy forum «Solar Energy Technology Trends and Opportunities», 20–23 November, 2013 Tashkent. – 96 p.
29. Веников В.А., Путятин Е.В. Введение в специальность. Москва, 1982. – 304 с.
30. Internet ma'lumoti. Manba: <http://greensource.ru/производство-энергии/космическая-солнечная-электростанция.html>
31. Internet ma'lumoti. Manba: <http://millit.ru/referaty-fizika/energiya-morej-i-oceanov.php>
32. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?q=Techenie+Golfstrima> hamda <http://www.21122012.com.ua/priroda/620-techenie-golfstrim-zamorazhivaet-evropu-i-ssha-rossiya-ne-naraduetsya.html>
33. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?q=Energiya+voln> hamda <http://www.nek-npo.ru/novaya-energiya/energiya-voln>
34. Internet ma'lumoti. Manba: <http://infinite-energy.ru/tags/energiya-voln>
35. Internet ma'lumoti. Manba: https://ru.wikipedia.org/wiki/Volnovaya_elektrostansiya hamda http://elemo.ru/article/volnovye_elektrostancii.html
36. Internet ma'lumoti. Manba: <http://sciencebase.net/particles/tag/733/index.html>.
37. Internet ma'lumoti. Manba: <http://zaryad.com/2011/10/24/gidroakkumuliruyushhaya-elektrostantsiya-rabotayushhaya-na-energii-morskih-voln/>.
38. Internet ma'lumoti. Manba: <http://energygeo.net/features.php?page=types>.
39. Internet ma'lumoti. Manba: http://anyenergy.ru/index/geotermalnye_elektrostancii/0-24/.
40. Internet ma'lumoti. Manba: <http://energyforever.ru/biomass/index.html> hamda <http://go.mail.ru/search?q=Энергия%20биомассы&rch=1&sf=10>

41. Internet ma'lumoti. Manba: <http://greenvolt.ru/bioenergetika/biogazovye-ustanovki-dlya-doma>
42. Internet ma'lumoti. Manba: <http://infinite-energy.ru/biogazovye-ustanovki> hamda http://asyl.ucoz.com/load/ehnergija/biogaz/prostye_biogazovye_ustanovki/80-1-0-379
43. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?fm=1&rf=7993&q=Kimyoviy-galvanik+elementlar> hamda <http://go.mail.ru/search?q=Kimyoviyo-galvanicheskie+elementy>
44. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?q=Elektroximicheskiy+generator>
45. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?fm=1&rf=7993&q=Vodorodnoe+toplivo> hamda <http://immigrantclub.net/vodorod.php>
46. Internet ma'lumoti. Manba: https://ru.wikipedia.org/wiki/Vodorodniy_transport
47. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?q=Gorodskoy+musor>
48. Internet ma'lumoti. Manba: <http://vivozmusora.com.ua/city/zaporozhye/hamda> <http://freeblogi.com/vse-tipy-musora-slozhnosti-ix-vyvoza-iz-goroda-i-zaxoroneniya/>
49. Internet ma'lumoti. Manba: http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/FOTOSINTEZ.html?page=0,0
50. Internet ma'lumoti. Manba: <http://slovari.yandex.ru/~knigi/BSE/Fotosinteziruyumi%20bakterii/>
51. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?fm=1&rf=7993&q=fotoelektricheskie+preobrazovateli> hamda <http://go.mail.ru/search?fm=1&rf=7993&q=fotoelektricheskie+preobrazovateli>
52. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?q=fotoelektricheskiy+generator>
53. Internet ma'lumoti. Manba: http://www.gigavat.com/ses_fotoelement.php
54. Internet ma'lumoti. Manba: http://go.mail.ru/search?q=foto_elektrony
55. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?fm=1&rf=7993&q=Poisk+chistoy+energii> hamda <http://www.megawt.ru/3543-dzhordzh-soros-v-poiskah-chistoy-energii.html>
56. Internet ma'lumoti. Manba: <http://go.mail.ru/search?fm=1&rf=7993&q=energoberejenie> hamda <https://ru.wikipedia.org/wiki/%DD%ED%E5%F0%E3%EE%F1%E1%E5%F0%E5%E6%E5%ED%E8%E5>

57. Жигарев С.Д. Современное состояние и перспективы использования гидроэнергетических ресурсов Республики Узбекистон. Материалы Международного семинара «Возобновляемая энергия в Центральной Азии как фактор укрепления продовольственной безопасности и улучшения социально-экономических условий в отдалённых населенных пунктах». г. Ташкент, 11–12 ноябрь, 2008.
58. Международный семинар «Возобновляемая энергия в Центральной Азии как фактор укрепления продовольственной безопасности и улучшения социально-экономических условий в отдалённых населенных пунктах», г. Ташкент, 11–12 ноябрь, 2008.
59. Muxammadiev M.M. va boshqalar. Gidroturbinalar. Toshkent, 2006. – 152 b.
60. Потапов В.М. и др. Использование водной энергии. Учебное пособие, «Колос», Москва, 1972. 344 с.
61. Саввин Ю.М. Гидроаккумулирующие электростанции. Москва–Ленинград, 1966. – 136 с.
62. Мухаммадиев М.М., Потаенко К.Д. Возобновляемые источники энергии. Учебное пособие, Ташкент, 2005. – 214 с.
63. Badalov A.S., Zenkova V.A., Uralov B.R. Gidroelektrostansiyalar. TIMI, Toshkent, 2008. – 152 bet.
64. Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебное пособие, Санкт-Петербург, 2003. – 81 с.
65. Авербух О. Человек и энергия. Ташкент, 1978. – 192 с.
66. Бирюкова Б.Н. От водяного колеса до квантового ускорителя. Москва, 1990. – 144 с.
67. Internet ma'lumoti. Manba: <http://engineering.ua/views/elektrostantsiya-na-energii-morskikh-voln>.

MUNDARIJA

SO'ZBOSHI.....	3
KIRISH.....	5

1-bob. ENERGETIK RESURLAR

1.1. Fanning tarkibi va vazifalari.....	7
1.2. Yer yuzidagi umumiy energetik resurslarva ularni baholash	8
1.3. Dunyo energetikasining yoqilg'i asoslari.....	12

2-bob. NOANA'NAVIY VA QAYTALANUVCHI HAMDA QAYTALANMAYDIGAN VA ANA'NAVIY ENERGIYA MANBALARI

2.1. Qaytalanuvchi, qaytalanmaydigan hamda ana'naviyva noana'naviy energiya manbalari....	15
2.2. Issiqlik, gidravlik va gidroakkumulatsion, to'liqlar, geotermal, atom, quyosh, shamol, biomassa va boshqa energiya turlari.....	16
2.3. Noana'naviy va qaytalanuvchi energiya manbalari hamda ularning dunyo mamlakatlarida qo'llanilayotgan turlari	19
2.4. O'zbekistonda mavjud bo'lgan noana'naviy energiya manbalari.....	20
2.5. Noana'naviy energiya manbalariga qurilgan energetik obyektlar va elektrostansiyalar tarixi, hozirgi holati va kelajagi.....	22
2.5.1. Dunyoda eng katta quvvatli gidroelektrostansiya	23
2.5.2. Dunyoda eng katta quvvatli shamol elektrostansiyasi.....	24
2.5.3. Dunyoda eng katta quvvatli offshor shamol elektrostansiyasi	25
2.5.4. Dunyodagi eng katta, suv sathning ko'tarilib-tushish prinsipi asosida ishlaydigan gidroelektrostansiya	26
2.5.5. Dunyodagi eng katta sathning ko'tarilib-tushish prinsipi asosida ishlaydigan turbina.....	26
2.5.6. Dunyodagi eng katta to'liqlar elektrostansiyasi.....	27
2.5.7. Dunyodagi eng katta quyosh elektrostansiyasi.....	28
2.5.8. Dunyodagi eng katta fotoelektrik elektrostansiyasi.....	28
2.5.9. Dunyodagi eng katta geotermal elektrostansiya	29
2.5.10. Dunyodagi eng katta biomassa yoquvchielektrostansiya.....	30

3-bob. GIDROENERGETIKANING RIVOJLANISH TARIXI

3.1. Gidroenergetikaning rivojlanishi. O'zbekistonda gidroenergetikaning rivojlanish tarixi.....	31
3.2. O'zbekiston Respublikasida gidroenergetikaning hozirgi holati va kelajakdagi rivojlanish istiqboli.....	37
3.3. Irrigatsiya tarmoqlaridagi kichik va o'rta GESlar.....	38

3.4. Mikrogidroenergetika	41
3.5. Energetik va irrigatsiya rejimida ishlovchi GESlar	43
3.6. GES va GAESlar, ularning turlari va ishlash prinsipi.....	44

4-bob. GIDROENERGETIKA ASOSLARI

4.1. Suv va suv resurslari	47
4.2. Gidrologiyaning asosiy tushunchalari.....	49
4.3. Suv manbasining ishi	50
4.4. Suv omborlari, GES beflarining xarakteristikalari.....	52

5-bob. GIDRAVLIK TURBINALAR

5.1. Gidroturbinalarining asosiy turlari	54
5.2. Reaktiv turbinalar	55
5.3. Diagonal turbinalar	58
5.4. Radial-o'qiy (Frensis) turbinasi	60
5.5. Aktiv-cho'michli turbinalar (Pelton turbinasi)	63
5.6. Kichik GESlar uchun tayyorlanadigan gidroagregatlar hamda mikro- GESlarning narxлари	68

6-bob. SHAMOL ENERGIYASI

6.1. Shamol energiyasi va undan foydalanish asoslari, nazariyasi va amaliyoti	70
6.2. Shamol energiyasi kadastri	73
6.3. Shamol tezligini o'lchash usullari va asboblari	75
6.4. Shamol elektrostansiyalari	79

7-bob. QUYOSH ENERGIYASI

7.1. Quyosh energiyasi va undan foydalanish asoslari, amaliyoti va kelajagi	86
7.2. Quyosh energiyasi kadastri	86
7.3. Quyosh energiyasini yig'uvchi qurilmalar	88
7.4. Quyosh energiyasidan issiqlik va elektr energiyasi olish usullari va qurilmalari.....	89
7.5. Quyosh elektrostansiyalari	94
7.6. Kosmik quyosh elektrostansiyalari	96

8-bob. SUV SATHINING KO'TARILIB-TUSHISH ENERGIYASI

8.1. Suv sathining ko'tarilib-tushish energiyasidan foydalanish asoslari	98
8.1.1. Suv sathining ko'tarilib-tushish energiyasi	99
8.2. Suv sathining ko'tarilib-tushishiga asoslangan elektrostansiyalar	100

9-bob. ICHKI OQIMLAR

9.1. Okean va dengizlarda hosil bo'ladigan ichki oqimlar	103
9.2. Oqimlarning turlari	103
9.3. Golfstrim oqimi	104
9.4. Okeanning issiqlik energiyasidan foydalanish	107

10-bob. TO'LIQLINLAR ENERGIYASI

10.1. To'liqlinlar energiyasi.....	109
10.2. Okean va dengizlardagi to'liqlinlar, ularning o'lchamlari va energetik xarakteristikalar.....	110
10.3. Qirg'oqqa uriluvchi to'liqlinlar va ularning energetik xarakteristikalar.....	111
10.4. To'liqlin elektrostansiyalari.....	112

11-bob. GEOTERMAL ENERGIYA

11.1. Geotermal energiyadan foydalanish asoslari.....	116
11.2. Geotermal energiya manbalari va ularning kadastri.....	118
11.3. Geotermal elektrostansiyalari va ularning ishlash prinsipi.....	119

12-bob. BIOMASSA ENERGIYASIDAN FOYDALANISH

12.1. Biomassa va uning tarkibi.....	121
12.2. Biogaz, uning tarkibi, hosil bo'lish jarayoni va miqdori.....	123
12.3. Biogaz olish qurilmalari va ulardan foydalanish jarayoni.....	124
12.4. Biogazdan foydalanishning afzalliklari.....	126

13-bob. KIMYOVIY ELEMENTLAR ENERGIYASI

13.1. Kimyoviy (galvanik) elementlar energiyasidan foydalanish asoslari.....	127
13.2. Galvanik elementlar energiyasini elektr energiyasiga aylantirish qurilmalari. Yoqilg'i elementlari. Elektrokimyoviy generator.....	129

14-bob. ENERGIYANING BOSHQA TURLARI

14.1. Energiyaning boshqa turlari: vodorod yoqilg'isi; shahar chiqindilari.....	133
14.1.1. Vodorod yoqilg'isi.....	133
14.1.2. Shahar chiqindilari.....	136
14.2. Energiyaning boshqa turlari: fotosintez; fotoelektrik o'zgartiruvchilar.....	140
14.2.1. Fotosintez.....	140
14.2.2. Fotoelektrik o'zgartiruvchilar.....	142

15-bob. TOZA ENERGIYANI AX TARISH VA ENERGIYANI TEJASH YO'LLARI

15.1. Toza energiyani axtarish.....	146
15.2. Energiyani tejash usullari.....	148
Glossariy.....	151
Darslarda foydalaniladigan asosiy ko'paytiruvchilar va birliklar.....	159
Foydalanilgan adabiyotlar.....	160

MAJIDOV TAXIR SHADMANOVICH

**NOANA'NAVIY VA QAYTA
TIKLANUVCHI ENERGIYA
MANBALARI**

«VORIS-NASHRIYOT» TOSHKENT – 2014

Muharrir: *A. Husanov*

Badiiy muharrir: *J. Gurova*

Kompyuterda tayyorlovchi: *S. Akramov*

«VORIS-NASHRIYOT», Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30.

Nashriyot litsenziyasi AI № 195. 28.08.2011.

Original maketdan bosishga ruxsat etildi 16.10.2014. Bichimi 60×84^{1/16}.

Bosma t. 10,5. Shartli b.t. 9,76. Nashr h.t. 9,6. Adadi 200 nusxa.

Buyurtma № 549.

«Niso-Poligraf» MChJ bosmaxonasida bosildi.

Toshkent viloyati, O'rta Chirchiq tumani,

«Oq-ota» Q.F.Y., Markaz-1 ko'chasi.

IMT 2014

