

M.K.S.BAXODIRXONOV, N.F.ZIKRILLAYEV,
M.M.SHOABDURAXIMOVA

ALTERNATIV ENERGIYA MANBALARI



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

**M.K.S.BAXODIRXONOV, N.F.ZIKRILLAYEV,
M.M.SHOABDURAXIMOVA**

ALTERNATIV ENERGIYA MANBALARI

Darslik

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan*

**«HISTORY AND PAGE»
TOSHKENT – 2022**

UDK: 821.512.133-32

KBK: 84 (50') 6

Baxodirxonov M.K.S., Zikrillayev N.F., Shoabduraximova M.M. Alternativ energiya manbalari. Darslik: 2022. – 200 bet.

Ushbu darslik texnika universitetida 5310800- “Elektronika va asbobsozlik” (tarmoqlar bo'yicha) yo'nalishining “Alternativ energiya manbalari” fani asosida o'qitilayotgan ma'ruzalardan tashkil topgan. Darslikda alternativ energiya manbalarining nazariy va amaliy tomonlari yoritilgan. Har bir mavzu uchun, nazorat savollari keltirilgan. Fanni o'qitishdan maqsad – bakalavr bosqichida ta'lim olayotgan talabalarda alternativ energiya manbalari, xususan, dunyoda va respublikada rivojlanib borayotgan bu sohadagi quyosh energiyasi, biogas, shamol energiyasi, okean va to'lqin energiyasidan unumli foydalangan holda, ulardan elektr energiyasini olishning turli xil usullari haqida talablarga mutaxassislik yo'lashiga mos bilim, ko'nikma va amaliyotda foydalanishning zamonaviy usullarini bilish hamda malakalarini shakllantirishga mo'ljallangan.

– Taqrizchilar:

Umirzoqov B.E. – f.m.f.d. prof. “Umumiy fizika” kafedrası (ToshDTU)

Norqulov N. – f.m.f.n. dotsent. “Fizika” kafedrası (O'zMU).

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021-yil 23-noyabrdagi 500-sonli buyrug'iga asosan nashr etishga ruxsat berildi. (500-427)

ISBN: 978-9943-8560-7-3

© Baxodirxonov M.K.S.,
Zikrillayev N.F.,
Shoabduraximova M.M.

KIRISH

Qayta tiklanmaydigan energiya manbalari tabiiy zaxira bo'lib, ularni iste'mol qilishga mos darajada tabiiy ravishda o'rmini to'latish mumkin emas. Muqobil energiyadan foydalanishdan asosiy maqsad uni atrof muhitga zarar yetkazmasdan, organik resurslarda doimiy ravishda sodir bo'ladigan jarayonlar asosida energiyani ajratib olish va texnik foydalanish uchun ta'minlashdan iboratdir. Ma'lumki, ayrim sabablarga ko'ra O'zbekistonning ayrim hududlarida, elektr uzatish tarmoqlari va suv ta'minoti tizimi yaxshi bo'lmagan hududlarda suvni yuqoriga ko'tarib berish borasida qiyinchiliklar mavjud. Bu qiyinchilikni bartaraf etish maqsadida quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiradigan fotoelektr qurilmalardan keng foydalanilmoqda. Bizning respublikamiz Quyoshdan kelayotgan yuqori radiatsion mintaqada joylashganligi va quyoshli kunlarning soni yiliga 300 kundan ko'proq bo'lganligi sababli hozirda va kelajakda bizning mamlakatimiz O'zbekiston Respublikasida quyosh energiyasi asosiy energiya olish manbai bo'lib qoladi.

Qayta tiklanmaydigan energiya manbalari (shuningdek, cheklangan energiya manbalari) tabiiy zaxira bo'lib, ularni iste'mol qilishga mos holda tabiiy ravishda o'rmini to'latish mumkin emas. Masalan, uglerodga asoslangan qazilma yoqilg'ilardan gaz, ko'mir va neft. Tabiatda organik moddalar issiqlik va bosim ta'sirida neft yoki gaz kabi tabiiy yoqilg'iga aylanadi. Quruqlikdagi minerallar va metall rudalar, qazib olinadigan yoqilg'ilar (ko'mir, neft, tabiiy gaz) va ma'lum yerosti suvlari qayta tiklanmaydigan zaxiralar hisoblanadi.

Muqobil energiya manbalaridan keng foydalanish zarurati elektr energiyasiga bo'lgan talabning jadal o'sishi bilan belgilanadi, boshoratlarga ko'ra 2000-yilga nisbatan 2030-yilda 2 baravarga, 2050-yilga borib 4 baravarga ko'payishi kutilmoqda. Yaqin kelajakda qazib olinadigan yoqilg'i turlarini aniqlangan zaxiralari tugashi; yoqilg'ining yonishidan hosil bo'ladigan azot va oltingugurt oksidi, karbonat angidrid kabilar changga o'xshash zarralar hosil bo'lishi, radioaktiv va turli chiqindilar tufayli atrof-muhit ekologiyasini buzilishiga sabab bo'lmoqda.

1-BOB. ALTERNATIV ENERGIYA MANBALARI FANI HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR VA NAZARIY ASOSLAR

1.1. Kirish. Alternativ energiya manbalarining rivojlanish bosqichlari hamda nazariy asoslari

**Qayta tiklanmaydigan energiya manbalaridan foydalanishni
rivojlanish bosqichlari hamda nazariy asoslari.**

Qayta tiklanmaydigan energiya manbalari (shuningdek, cheklangan energiya manbalari) tabiiy zaxira bo'lib, ularni iste'mol qilishga mos bo'lgan darajada tabiiy ravishda o'rni to'latish mumkin emas. Masalan, uglerodga asoslangan qazilma yoqilg'ilar. Tabiatda organik moddalar issiqlik va bosim ta'sirida neft yoki gaz kabi tabiiy yoqilg'iga aylanadi. Quruqlikdagi minerallar va metall rudalar, qazib olinadigan yoqilg'ilar (ko'mir, neft, tabiiy gaz) va ma'lum yerosti suvlari qayta tiklanmaydigan zaxiralar hisoblanadi.

Shamol va quyosh energiyasi, dengiz va okeanlardagi to'lqin energiyasi kabi energiya manbalari qayta tiklanadigan energiya manbalari hisoblanadi, chunki ular tabiiy sharoitda doimo tiklanib turadi.

Qazib olinadigan tabiiy yoqilg'ilar

Ko'mir, neft (xom neft) va gaz kabi energiya manbalari tabiiy ravishda million yillar davomida shakllanib kelgan va ular insoniyat tomonidan ming yillar davomida ishlatilib kelingan.

Uglerod yoqilg'isini boshqa barcha qazib olinadigan yoqilg'i zaxiralari solishtirganda sezilarli darajada ko'p bo'lib, dengiz tubidagi metangidratlarni ham uglerodga asoslangan energiya manbalariga kiritadigan bo'lsa, inson tafakkurida bu energiya manbai deyarli cheksizdek tuyuladi. Bu uglerod manbalari ham qayta tiklanmaydigan energiya manbasi hisoblanadi, garchi ularning dengiz tubida hosil bo'lish darajasi katta bo'lsa-da, biroq, ularni iqtisodiy jihatdan foydalanishda zaxiralari to'liq aniqlanmagan, qazib olishda katta mablag' talab etadi hamda uzluksiz ishlab chiqarish yo'lga qo'yilmagan.

Hozirda insoniyat foydalanadigan asosiy energiya manbai bo'lgan qayta tiklanmaydigan qazilma yoqilg'ilariga – XIX-asrda ichki yonish dvigatellari yaratilgandan boshlab neft va boshqa qazib olinadigan

yoqilg'ilarga talab keskin oshdi. Natijada, ichki yonish dvigatellaridan keng foydalanishda va transport tizimlarida qayta tiklanmaydigan yoqilg'i manbalari asosiy energiya manbalari bo'lib qolmoqda. Qazib olinadigan yoqilg'idan katta miqdorda foydalanish Yer sharini global isishiga olib kelmoqda. Bu o'z navbatida iqlim va ekologiya o'zgarishida jiddiy muammolarni keltirib chiqarmoqda [1].

Qayta tiklanmaydigan energiya manbalarining afzalliklari:

- odamlar tabiiy qayta tiklanmaydigan yoqilg'ini qazib olishga ko'p vaqt, kuch va mablag' sarfladilar, shuning uchun hozirda tayyor ish o'rinlarining zaxiralari mavjud;

- qayta tiklanmaydigan tabiiy yoqilg'ilarning zaxirasini butun dunyoda uchratish mumkin, chunki ko'p davlatlarda bu manbalarning zaxirasi katta deb topilgan;

- qayta tiklanmaydigan tabiiy qazilma yoqilg'ilaridan foydalanilganda, oz miqdordagi yoqilg'idan ham ko'p energiya ishlab chiqarish mumkin;

- qayta tiklanmaydigan tabiiy qazilma yoqilg'ilarni, masalan, neft va gazni uzoq masofaga tashishda yerosti quvurlari yordamida osongina tashkil etish mumkin;

- qayta tiklanmaydigan tabiiy qazilma yoqilg'ilarini qazib olish va iste'molchilarga yetkazib berishda katta miqdordagi tabiiy yoqilg'i qazib olinadigan joyga quduqlardan qazib olingan tabiiy yoqilg'ini qayta ishlaydigan zavodlarni qurish mumkin.

Qayta tiklanmaydigan energiya manbalarining kamchiliklari:

- tabiiy qazib olinadigan yoqilg'ini yoqishda karbonat ангидрид gazi ko'plab chiqadi, bu to'g'ridan-to'g'ri global isish bilan bog'liq, shuning uchun qayta tiklanmaydigan tabiiy qazilma yoqilg'ilari sayyoramizning ekologiyasiga katta zarar yetkazmoqda;

- elektr stansiyalari ishlashi uchun yonilg'ini tashuvchi yuk mashinalari va yoqilg'i saqlanadigan katta hajmdagi sig'imler kerak. Bu energiya ishlab chiqarishni juda qimmatga tushishiga olib keladi;

- aholining sog'lig'i bilan bog'liq muammolar, atrof-muhit ifloslanishi sababli, tabiiy yoqilg'ini yoqish insonlarda o'pka va astma kasalliklariga olib kelishi mumkin;

- Yerdan qazib olinadigan tabiiy yoqilg'ilarning zaxiralari tugandan so'ng, ularni yangilash mumkin emas (kamida bir necha yuz million yil kerak bo'ladi), shuning uchun o'sib borayotgan energiyaga bo'lgan ehtiyojlarni to'la qondirishda ularning zaxirasi cheklangandir;

- ba'zan ulkan neft tashiydigan kemalar halokatga uchraydi va tarkibidagi uglevodorod zaxirasini (neftni) dengizga yoki yaqin atrofdagi qirg'oqlarga to'kilishi oqibatida ekologiyani keskin buzishiga sabab bo'ladi. Bu okean, dengiz hamda qirg'oqdagi quruqlik uchun zararli bo'lib, o'simlik va hayvoniyat dunyosini yo'qolishiga olib kelishi mumkin;

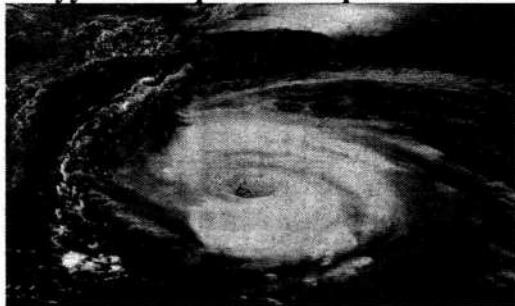
- faqat bir nechta mamlakatlarda ko'p miqdorda qazilma yoqilg'ilar (neft va gaz) zaxirasi bo'lganligi sababli, ular yoqilg'i narxi ogohlantirmasdan ko'tarishi yoki tushirishi (pasaytirishi) mumkin;

- ko'mir yoki neftni qazib olish juda xavfli bo'lib, bu har yili ko'plab insonlarning o'limiga va jarohatlanishiga olib keladi [2].

Mutaxassislarning fikriga ko'ra, qayta tiklanmaydigan energiya manbalarining zaxiralari uzog'i bilan 40-100 yilga yetadi. Har yili ularni tobora ko'proq o'zlashtirilmagan tabiiy hududlardan qazib olinmoqda. Shuning uchun tabiiy yoqilg'ilarni qazib olish qimmatga tushadi va ulardan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi tezda pasayib bormoqda.

Bundan tashqari, tabiiy yoqilg'i yoqilganda atmosferaga ko'plab zararli kimyoviy birikmalar tarqaladi. Ifloslantiruvchi moddalar inson va boshqa tirik organizmlarning sog'lig'iga salbiy ta'sir qiladi, hamda atmosferadagi issiqxona effektining ta'sirini oshiradi va Yerdagi iqlim o'zgarishiga, ekologiyaning yomonlashishiga sababchi bo'ladi.

Sayyoramiz iqlimi va issiqxona effekti



1.1-rasm. Issiqxona effektining koinotdan ko'rinishi.

Sayyoramizdagi har bir inson yiliga atmosferaga taxminan 4 tonna karbonat angidrid chiqaradi. Insoniyat tomonidan mahsulotlarni ishlab chiqarish va iste'mol qilishning jadal o'sishi energiyaga bo'lgan talabni

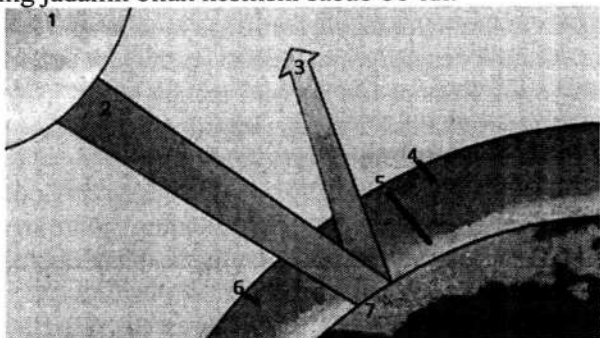
keskin oshirdi, bu antropogen issiqxona effektining ta'sirini oshishida asosiy sabablardan biri bo'lib qoldi.

Issiqxona effektini ta'sirida sodir bo'lgan salbiy oqibatlar – muzliklarning jadallik bilan erishi, okean oqimlarining o'zgarishi, iqlim sohalarining siljishi - butun insoniyat va yovvoyi tabiatni halokatga olib keliishi mumkin.

Global iqlim halokatining oldini olish maqsadida dunyoning rivojlangan davlatlari ishtirokida xalqaro hamjamiyat iqlim o'zgarishini nazorat qiluvchi konvensiyalarni tashkil qilmoqda va Kioto protokolini ishlab chiqdi.

Issiqxona effekti

Yer atmosferasi doimo issiqxona effekti kabi ishlaydi va bu Yerda issiqlikni ushlab turadi. Shu sababli, sayyoradagi o'rtacha harorat Selsiy bo'yicha 14 darajani tashkil etadi. Ammo XX-asrda Yerning isish jarayoni halokatli tarzda tezlashdi. Issiqxona effektini keltirib chiqaradigan asosiy moddalar (karbonat ангидрид, metan, azot oksidi va boshqalar)ning atmosferadagi tarkibi so'nggi 250 yil ichida ikki baravarga oshdi. Bunga, birinchi navbatda, qazib olinadigan tabiiy yoqilg'ilardan: ko'mir, neft va gazning yoqilishi hamda o'rmonlardagi daraxtlarning jadallik bilan kesilishi sabab bo'ldi.



1.2-rasm Issiqxona effekti

- 1- Quyosh; 2 – quyosh radiatsiyasi; 3 – kosmosga issiqlik uzatish;
4 – issiqlikning bir qismi karbonat ангидрид va boshqa gazlar tomonidan saqlanib qolishi; 5 - o'simlik va tuproqlar hisobiga hosil bo'lgan issiqlik; 6 – Yer atmosferasi; 7 – issiqlikning bir qismini tuproq va o'simliklar tomonidan yutilishi; 8 – Yer planetasi.

Qayta tiklanmaydigan tabiiy yoqilg'ilar

Qazib olinuvchi tabiiy yoqilg'ilar qimmat energiya manbai hisoblanada, ularni qazib olish va dunyoning istalgan nuqtasida saqlash hamda quvurlar yoki transport vositalari yordamida uzatish mumkin.

Qazib olinadigan yoqilg'ini yoqish atrof-muhit uchun zararli hisoblanadi. Ko'mir yoki neft yoqilganda ular havo, suv va quruqlikni ifloslantirishi mumkin bo'lgan zarralarli gazlarni chiqaradilar. Bu zarralarli gazlar va ular tarkibidagi kimyoviy elementlarning bir qismi ushlanib, cho'ktiriladi, ammo ko'plari havoga tarqaladi.

Qazib olinadigan yoqilg'ilardan energiya olishda Yerdagi "uglerod balansi" ham buziladi, bu okeandagi, quruqlikdagi va havodagi uglerodning muvozanatini buzilishiga olib keladi. Tabiiy yoqilg'ilar yoqilganda ular atmosferaga karbonat angidrid gazini chiqaradi. Karbonat angidrid - bu Yer atmosferasida issiqlikni saqlaydigan gaz hisoblanadi. Ushbu jarayon "issiqxona effekti" deb nomlanadi. Issiqxona effektining mavjudligi Yerdagi hayot uchun juda zarur, ammo uning muvozanatda bolishi uglerodni havodagi tarkibiga bog'liq bo'ladi.

Qazib olinadigan tabiiy yoqilg'idagi uglerod million yillar davomida Yerostida saqlanib kelinmoqda. Bu uglerodni Yerdan qazib olib, Yer sirtiga chiqarish orqali Yerning uglerod balansining muvozanatini buzilishiga sababchi bo'ladi. Bu tirik organizmlar va o'simlik dunyosini moslashgandan ko'ra haroratni tezroq oshishiga ta'sir etadi.

Ko'mirdan issiqlik energiyasini olish insoniyat tarixida qayta tiklanmaydigan yoqilg'ilar orasida birinchi manba bo'lgan. Ko'mirdan bug' olib va undan foydalanish Yevropa va Amerikada sanoat rivojlantirish davrining boshlanishini belgilab bergan.

Ko'mir bir necha yuz million yillar davomida o'simliklarning qoldiqlaridan yuqori bosim va harorat hamda mikroorganizmlar ta'sirida hosil bo'lgan. Bashoratlarga ko'ra qazib olish uchun mavjud bo'lgan ko'mir zaxiralari XXI-asrda tugaydi.

Ko'mir qazib olish tabiatga va odamlarga zararli ta'sir ko'rsatadi. Energiya ishlab chiqarish uchun ko'mir yoqilganda atrof-muhitning ifloslanishi juda katta bo'ladi. Shu bilan birga, elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun issiqlikning atigi uchdan bir qismi sarflanadi, qolgan issiqlik energiyasining uchdan ikki qismi atmosferaga chiqadi [3].

Ko'mir - qora yoki kulrang qattiq jism hisoblanadi. Energiya olish uchun ko'p miqdorda ko'mir yoqiladi. Ko'mir qancha "karbonatlanish"-dan o'tganiga qarab tartiblanadi. Karbonatlanish - qadimgi organism-

larning ko'mirga aylanish jarayoni hisoblanadi. Taxminan 30 metr qalinlikdagi o'simlik va daraxtlarning qoldiq qatlami ko'mir qatlamiga aylanadi.

Torf - ko'mirning eng sifatsiz navi hisoblanadi. U eng kam miqdorda karbonatlanishgan. Torf Shotlandiya, Irlandiya va Finlyandiya kabi davlatlarda muhim yoqilg'i hisoblanadi.

Antrasit - ko'mirning eng yuqori navi bo'lib, dunyoda ulkan yerosti qatlamlarining harakatlari sodir bo'lgan mintaqalarda, masalan, tog' tizmalarining shakllanishida hosil bo'ladi. Amerika Qo'shma Shtatlari-ning sharqidagi Appalachi hududlari antrasitga boy.

Ko'mir qazib olishning ikki usuli mavjud: yerosti va ochiq kon usullari.

Yerosti konlaridan ko'mirni qazib olishda ko'mir zaxirasini Yer sirtidan 300 metrdan chuqur bo'lganda amalga oshiriladi. Bu dunyodagi mavjud ko'llarning aksariyatidan chuqurroqdir. Konchilar bunday chuqur konlarga liftidan foydalanib tushadilar. Ular ko'mirni qazib chiqarib tashlaydigan va uni yerdan ko'taradigan og'ir texnikalarni boshqaradilar. Bu xavfli ish bo'lib, ko'mirni qazishda xavfli gazlar ajralib chiqishi mumkin. Bunday gazlar yong'in sodir bo'lishiga va portlashga olib kelishi hamda konchilarning nafas olishlarini qiyinlashtirishi mumkin.

Ochiq usulda ko'mirni qazib olish ko'mir zaxiralari yer yuziga juda yaqin bo'lgan hududlarda amalga oshiriladi. Ko'mirga yetib borish uchun avvalo atrofni tuproq va boshqa tog' jinslardan tozalash kerak bo'ladi. So'ngra ko'mir qatlami ochilganidan so'ng uni qazib olinadi. Bu usulda juda katta hudud tuproq uyumi ostida qoladi hamda ko'mir qazib olish havzasi bilan qoplanadi (respulikamizda Angren va Oxangaronda ko'mir ochiq usulda qazib olinadi).

Amerika Qo'shma Shtatlardagi elektr energiyasining qariyb yarmi ko'mirni yoqib olinadi. Ko'mirni yoqish natijasida uning qoldiq mahsulotlari (kul) ko'p to'planib qoladi, ular ham o'z navbatida qimmatli mahsulot hisoblanadi. Ulardan sement va plastmassa ishlab chiqarishda, yo'llarni asfalt bilan qoplashda hamda ishlab chiqarish sanoatida mahsulotlar olishda xomashyo sifatida keng foydalaniladi.

Ko'mirdan foydalanishning afzalliklari va kamchiliklari

Ko'mir ishonchli energiya manbai hisoblanadi. Undan yonilg'i va elektr energiyasini olishda kecha-yu kunduz, yoz va qish, quyosh yoki yomg'irli kunlardan qat'iy nazar keng foydalanish mumkin.

Shu bilan birga ko'mirdan foydalanishning zararli tomonlari ham mavjud. Konchilik dunyodagi eng xavfli kasblardan biridir. Konchilar sog'liqqa xavfli bo'lgan changda ishlashga majbur bo'lib, ish vaqtida shaxtlarning qulash va portlash xavfiga duch keladilar.

Ko'mir yonganda atmosferaga ko'plab toksik gazlar va ifloslantiruvchi moddalarni chiqaradi. Ko'mir qazib olishda yerosti qulashlari va o'nlab yillar davomida yonib turadigan yerosti yong'inlari sodir bo'lishi mumkin [4].

Neft - bu energiya olishda tabiiy qazilma yoqilg'i bo'lib, Yer sathidan bir necha kilometr chuqurlikdagi konlardan qazib olinadigan yonuvchan suyuqlikdir. Hozirgi kunda ko'pchilik olimlar o'lik o'simlik va hayvonlarning qoldiqlari qadimgi dengiz va qirg'oq bo'ylab hududlarning tubiga cho'kib ketgan, qum va loy bilan hamda yuqori bosim va harorat ta'sirida juda uzoq vaqtda (kamida 500000 yil deb taxmin qilinmoqda) shakllangan tabiiy qayta tiklanmaydigan yoqilg'i turi hisoblaydilar.

Dunyoda qazib olinadigan neftning ~92% yoqilg'i, ~8% esa qimmatli kimyoviy xomashyo sifatida ishlatiladi. Yong'inlar, baxtsiz hodisalar, neft quduqlari, quvurlari hamda neftni qayta ishlash zavodlarida va avtomobillarda tashishda to'kiladigan neft mahsulotlari odamlarning sog'lig'iga, ko'plab hayvonlar, qushlar va baliqlarning qirilib ketishiga sabab bo'lmoqda.

Yonayotgan neft atmosferaga ifloslantiruvchi moddalarni chiqishiga hamda issiqxona effektini sodir bo'lishiga olib keladi. Bugungi kunda neftdan foydalanish dunyo energetikasining deyarli ~40 % ni tashkil etadi. Ammo aksariyat amaliyotchilar fikriga ko'ra, XXI-asrning o'rtalariga kelib energiyani ishlab chiqishda neft iste'moli keskin kamayadi, chunki uning zaxiralari tugaydi [5].

Dunyo neftining katta zaxirasi yerosti chuqurliklarida, okean va dengiz tublarida aniqlangan, ularni qazib chiqarish va iste'mol qilish yildan-yilga ko'payib bormoqda.

Neftni qazib oladigan kompaniyalar burg'ulash ishlarini boshlaganlaridan so'ng, yilning 365, haftaning 7 kuni, sutkaning 24 soatida to'xtamay neft qazib olmoqdalar. Ko'pgina davlatlarda (Quvayt, Azarbajon, Rossiya va boshqalar) qariyb 50 yildan beri neftni qazib olish va qayta ishlash jadallik bilan ortib bormoqda.

Neftning asosiy zaxiralari okean tubida bo'lganligi sababli, neft qazib oladigan yirik kompaniyalar burg'ulash ishlarini ochiq dengiz va

okeanlarda olib bormoqdalar. Buning uchun neft platformalarini qurish kerak bo'ladi. Neft platformalari dunyodagi eng yirik sun'iy inshootlar qatoriga kiradi.

Neft qazib olinganidan so'ng uni tozalash talab etiladi. Neft tarkibida ugleroddan tashqari ko'plab kimyoviy elementlar mavjud bo'lib, neftni tozalashda bu kimyoviy moddalarning bir qismini ajratib olish kerak.

Neft ko'plab sohalarda ishlatiladi. Dunyo neftining qariyb yarmi benzina aylantiriladi. Qolgan qismini qayta ishlab, lak va texnik spirt kabi suyuq mahsulotlar yoki plastmassa quvurlari, poyabzallarning tagcharmi, rangli qalamlar, tom yopish materiallari, vitaminli kapsulalar va boshqa ko'plab polietilen mahsulotlarni ishlab chiqarish mumkin.

Neft yoqilg'isidan foydalanishning afzalliklari va kamchiliklari

Neft yoqilg'isidan foydalanishdagi afzalliklarga uni konlardan qazib olish nisbatan arzon, shuningdek, bu mahalliy aholi uchun ishonchli energiya va pul manbai hisoblanadi.

Neftdan foydalanishda benzina aylangan shakli transport vositalari uchun energiya manbai bo'lib xizmat qiladi. Neftdan xalq xo'jaligida foydalaniladigan ko'plab jihoz va mahsulotlar ishlab chiqariladi.

Biroq, benzinni ichki yonuv dvigatellarida ishlatish atrof-muhitni zararlantiradi. Havoga zararli gazlar va bug'larni chiqaradi. Neftning to'kilish ehtimoli katta bo'lib, burg'ulash uskunalarini ishdan chiqishi bilan bog'liq muammolarni kelib chiqsa, neft qudug'inig portlashi yoki okeanga va atrofdagi quruqlikka neftni katta hajmda to'kilishi mumkin. Neftning to'kilishi ekologik halokatdir, ayniqsa dengiz va okeanga to'kilgan neft suvda suzadi, shuning uchun u baliqning ovqatiga va qushlarning patlariga zarar yetkazadi [4].

Tabiiy gaz - qayta tiklanmaydigan energiya manbalarining ichida eng toza shakli bo'lib, tarkibida toksik moddalar miqdori juda kam bo'ladi va juda tez yonadi, shuning uchun undan yoqilg'i sifatida foydalanish oson va qulay. Biroq, tabiiy gazdan foydalanishda karbonat ангидрид gazining hosil bo'lish muammosi mavjud. Gazni iste'molchilarga quvurlar orqali yetkazish mumkin. Gazni suyuq holatga aylantirish uchun haroratni tushirish kerak bo'ladi. So'ngra suyultirilgan gazni maxsus vagonlarda tashish mumkin.

Tabiiy gazni ishlatishdagi muammo shundaki, bir necha o'n yillar ichida yer yuzidagi tabiiy gaz zaxiralari butunlay tugaydi.

Dunyodagi barcha energiyaning chorak qismi tabiiy gazdan olinadi. Gaz qazib olish bo'yicha Rossiya doimiy ravishda dunyoda birinchi o'rinda turadi.

Tabiiy gaz konlari odatda neft bilan birga uchraydi, ammo tabiatda toza gaz konlari ham mavjud. Tabiiy gaz ham neft va ko'mir singari yer yuzidagi o'simliklar va mayda hayvonlarning qoldiqlaridan hosil bo'ladi. Tabiiy gazning beradigan energiya miqdori deyarli neftga teng. Tabiiy gaz elektr stansiyalarida va maishiy sohada yoqilg'i sifatida, sanoatda xomashyo sifatida ishlatiladi [3].

Tabiiy gaz bir necha yuz metrdan bir necha kilometrgacha bo'lgan yerosti konlaridan qazib olinadi. Tabiiy gazni konlardan qazib olish uchun kompaniyalar to'g'ridan-to'g'ri burg'ulashni amalga oshiradilar. Biroq, tabiiy gaz katta bo'shliqlarda hosil bo'lmaydi. Tabiiy gaz bir necha kilometrga cho'zilishi mumkin bo'lgan toshlar va bo'shliqlarda ushlanib yig'ilib qoladi.

Tabiiy gazni qazib olish uchun ba'zi kompaniyalar "gidravlik sinish" yoki "fraksiya" deb nomlangan jarayonlardan foydalanadilar.

Slanes usulida gazni qazib olishda suvdan foydalaniladi. Jarayon yerostidagi toshlarni ajratish uchun yuqori bosimli suvdan foydalanadi. Bu toshlarda qolib ketgan tabiiy gazni siqib chiqaradi. Agar tosh juda qattiq bo'lsa, toshni eritish uchun quduqqa kimyoviy eritma yuboriladi. Shu-ningdek, toshni ochish va gazning chiqib ketishiga imkon berish uchun mayda shisha yoki qum donalaridan foydalanish ham mumkin.

Tabiiy gazdan isitish va elektr energiyasini olishda keng foydalaniladi.

Tabiiy gazni qayta ishlab, suyultirilgan tabiiy gaz (STG) shakliga aylantirish mumkin. STG boshqa qazilma yoqilg'ilarga qaraganda ancha toza hisoblanadi.

Suyuq tabiiy gaz gazsimon shaklga qaraganda ancha kam hajmni egallaydi. STGni osongina saqlash va turli maqsadlarda ishlatish mumkin. STG benzin o'rnini bosishi ham mumkin.

Tabiiy gazning afzalliklari va kamchiliklari

Tabiiy gazni ishlab chiqarish nisbatan arzon va neft yoki ko'mirga nisbatan "toza" tabiiy qazilma yoqilg'i hisoblanadi. Tabiiy gaz yoqilganda havoga faqat karbonat anhidrid va suv bug'larini chiqaradi. Bu ko'mir yoqishdan ko'ra toza va afzal hisoblanadi.

Biroq, tabiiy gazni ishlab chiqarish ekologik muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Toshlarining sinishi kuchli zilzilalarni keltirib

chiqaradi. Yerga kiradigan yuqori bosimli suv va kimyoviy moddalar boshqa suv manbalariga aralashib ularni zararli qilishi mumkin. Bu ichish yoki yuvinish uchun ishlatiladigan suv manbalarini ifloslanishiga va yong'inga xavfli bo'lishiga olib keladi.

Uran

Atom energetikasi ma'lumotlariga ko'ra, O'zbekiston Respublikasida uran zaxiralari qazib olish va dastlabki boyitish bo'yicha dunyoda o'ninchi o'rinda turadi (jahon uran zaxirasining 4%) va qazib olish bo'yicha beshinchi o'rinni egallaydi. Ayni vaqtda respublikada 40 ga yaqin uran konlar o'rganilib, ularning 27 tasi uran zaxirasini ko'pligi hisobiga sanoat miqyosida qazib olish shartlarini qanoatlantiradi.

Davlat geologiya qo'mitasining ma'lumotlariga ko'ra uranning o'rganilgan va taxminiy zaxiralari 185,8 ming tonnani tashkil etadi, bundan 138,8 ming tonnasi qumtosh turiga, 47 ming tonnasi qora slanets tipiga to'g'ri keladi [5].

Respublikada uranni qazib oluvchi va dastlabki ishlov beruvchi Navoiy kon-metallurgiya kombinati (NKMK) monopol hisoblanadi. Zavod 2025-yilgacha uranni qazib olish va dastlabki ishlov berishni 5 ming tonnadan oshirish rejalashtirgan. 1990-yillarning boshlariga qadar NKMK har yili 3,5 ming tonnadan kam bo'lmagan uranni qazib olgan va dastlabki ishlov berilgan.

Respublika o'zining atom sanoatiga ega emasligi sababli, barcha qazib olingan va dastlabki boyitilgan uran xomashyosi xorijiy davlatlarga (Rossiya, Janubiy Koreya, Xitoy) eksport qilinadi.

2009-yil avgust oyida, Xitoyning CGNPC Uranium Resources Co (Xitoyning umumiy atom energetika korporatsiyasi) kompaniyasi va O'zbekiston Davlat Geologiya Qo'mitasi bilan birgalikda 2014-yilning ikkinchi yarmida tog'-kon majmuasini qurish va uran qazib olishni boshlash maqsadida Uz-China Uran qo'shma korxonasi tashkil etildi [6].

Alternativ energiya manbalari, "yashil" energiya deb - qayta tiklanadigan yoki tugamaydigan hamda ekologiyaga zarar yetkazmaydigan energiya manbalariga aytiladi. Qayta tiklanadigan (alternativ) energiyadan foydalanishning asosiy omili uni atrof muhitga zarar yetkazmasdan organik resurslarda doimiy ravishda sodir bo'ladigan jarayonlardan energiyani ajratib olish va texnik foydalanish uchun ta'minlashdan iboratdir. Qayta tiklanadigan energiya manbalariga (tabiatda to'ldiriladigan) quyosh nuri, suv oqimi, shamol, suv to'lqinlari

va geotermik issiqlik kabi tabiiy resurslar, shuningdek bioyoqilg'ilar (yog'och, o'simlik moyi va boshqalar) kiradi.

2006-yilda global energiya iste'molining qariyb ~18% qayta tiklanadigan energiya manbalaridan, ~13% o'tin yoqishda an'anaviy biomassadan foydalaniladi [5]. 2010-yilda global energiya iste'molining 16,7% qayta tiklanadigan manbalardan olingan. 2015-yilda bu ko'rsatgich 19,3% ni tashkil etdi [7]. Hozirgi kunda an'anaviy qayta tiklanmaydigan tabiiy yoqilg'i turlarining zaxiralari asta-sekin kamayib bormoqda, zamonaviy qayta tiklanadigan manbalardan energiya olish ortib bormoqda.

2004-yildan 2013-yilgacha Yevropa Ittifoqida qayta tiklanadigan manbalardan ishlab chiqarilgan elektr energiyaning ulushi 14% dan 25% gacha o'sdi [8]. 2018-yilda Germaniyada elektr energiyaning 38% qayta tiklanadigan manbalardan ishlab chiqarildi [9].

Rossiya Fanlar akademiyasining (RFA) iqtisodiy izlanishlar va Moskvaning "Skolkovo" menejment maktabining Energetika markazini taxminlariga ko'ra, 2040-yilga qadar qayta tiklanuvchi energiya manbalari dunyoda ishlab chiqariladigan elektr energiyasining 35-50% ini va umumiy energiya iste'molining 19-25% ini ta'minlaydi [10].

Gidroelektr energetika qayta tiklanadigan energiyaning eng yirik manbalaridan biri bo'lib, u 2010-yilda global energiya iste'molining 3,3% va global elektr energiyasini ishlab chiqarishning 15,3% ini tashkil etdi. Shamol energiyasidan foydalanish har yili taxminan 30% ga o'sib bormoqda, butun dunyoda 2013-yilda quvvati 318 gigavatt (GVt)ga yetdi [11], Yevropa, AQSh va Xitoyda qayta tiklanuvchi manbalardan keng qo'llanilmoqda [12]. Fotovoltaik panellar ishlab chiqarish jadal sur'atlar bilan o'sib bormoqda, 2008-yilda umumiy quvvati 6,9 GVt (6900 MVt) bo'lgan panellar ishlab chiqarildi, bu 2004-yildagiga qaraganda deyarli olti baravar ko'p [13]. Quyosh elektr stansiyalaridan foydalanish bo'yicha Germaniya va Ispaniya davlatlari birinchilardan hisoblanadi [14]. Quyosh issiqlik elektr stansiyalaridan foydalanish AQSh va Ispaniyada jadal sur'at bilan o'sib bormoqda. Bu stansiyalardan eng kattasi Moxave cho'lidagi quvvati 354 MVt bo'lgan stansiya hisoblanadi [15]. Dunyodagi eng yirik geotermik stansiya Kaliforniyadagi quvvati 750 MVt bo'lgan geyzer stansiyasidir.

Braziliyada shakar qamishidan yoqilg'i ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan dunyodagi eng katta qayta tiklanadigan energiyadan foydalanish dasturi qabul qilingan. Ayni vaqtda etil spirti mamla-

katning avtomobil yoqilg'isiga bo'lgan ehtiyojining 18% ini ta'minlaydi [16]. Biogaz etanoldan foydalanish Amerika Qo'shma Shtatlarda ham keng yo'lga qo'yilgan.

Dunyodagi yirik kompaniyalar qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishni qo'llab-quvvatlamodalar. Shunday qilib, "Ingvar Kamprad Elmtaryd Agunnaryd" (IKEA) 2020-yildan energiyaga bo'lgan ehtiyojini qayta tiklanadigan energiya manbalari hisobiga to'liq ta'minlamoqda. "Apple" kompaniyasi quyosh elektr stansiyalarini yaratishda eng yiriklaridan hisoblanadi va kompaniyaning barcha asosiy markazlaridagi binolar qayta tiklanadigan energiya manbalaridan olingan elektr bilan ta'minlangan. Qayta tiklanadigan manbalarining Google tomonidan iste'mol qilinadigan energiyadagi ulushi 35% ni tashkil qiladi. Qayta tiklanadigan energetikaga kompaniyaning sarflagan sarmoyalari 2 milliard dollardan oshdi [17].

Quyosh nuri ham qayta tiklanadigan energiya manbai bo'lib, geotermik va shamol energiyalari ham Quyosh ta'sirida vujudga keladi. Astronomlarning hisoblariga ko'ra, Quyosh Yerni energiya bilan ta'minlab turishi taxminan besh milliard yilni tashkil qiladi, shuning uchun insoniyat kelajagida Quyoshdan olinadigan qayta tiklanadigan energiya tugash xavfi bo'lmaydi.

Energiyani olish usullari zamonaviy texnologiya hisobiga yangilanib boradi va yuqoridagi manbalardan doimiy ravishda olinadi. Yer sirtiga yetib kelgan quyosh energiyasining faqat juda kichik qismi energiya boshqa turlariga aylanadi, qolgan energiya issiqlik ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish ko'mir, neft, tabiiy gaz yoki torf kabi yoqilg'ilarni qazib olish bilan taqqoslanganda, ular qayta tiklanishi mumkin, ammo insoniyat ehtiyojiga ko'ra yetarli emas, chunki ularning shakllanishi uchun yuz million yildan ortiq vaqt kerak va bu ulardan foydalanish jarayonida ancha sekin sodir bo'ladi.

2017-yil oxirida Xitoyning "China Railway Tunnel Group" kompaniyasi "Sharq'un ko'mir" aksiyadorlik jamiyati (AJ)ni modernizatsiya qilish uchun qiymati 105,5 million dollar miqdoridagi investitsiya loyihasini amalga oshirishni boshladi, bu ko'mir qazib olishni 150 ming tonnadan 900 ming tonnaga yetkazdi. Korxona 2020-yilning birinchi choragida to'liq quvvatda ishlashga erishdi.

Qayta tiklanadigan energetikaning global ko'rsatgichlari [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24]	Qayta tiklanadigan energetikaga yillik investitsiya (10^9 dollar)	Qayta tiklanadigan elektr energiyasining umumiy- lashgan quvvati (GW)	Gidroelektr quvvati (GW)	Shamol energiyasining quvvati (GW)	Fotoelektrik (GW)	Quyosh issiqlik energiyasi bilan suvni istitish	Etil spirtini ishlab chiqarish (10^9 litr)	Biodizel ishlab chiqarish (10^9 litr)	Qayta tiklanadigan energiyadan foydalangan holda rivojlanishni maqsad qilgan davlatlar soni
2008	130	1,140	885	121	16	130	67	12	79
2009	160	1,230	915	159	23	160	76	17,8	89
2010	211	1,320	945	198	40	185	86	18,5	98
2011	257	1,360	970	238	70	232	86	21,4	118
2012	244	1,470	990	283	100	255	83	22,5	138
2013	232	1,578	1,018	319	138	373	87	26	144
2014	270	1,712	1,055	370	177	406	94	29,7	164
2015	286	1,849	1,064	433	227	435	98	30,3	173
2016	241	2,017	1,096	487	303	456	99	30,8	176
2017	280	2,195	1,114	539	402	472	106	31	179

O'zbekistonda aniqlangan ko'mir zaxiralari taxminan 1,9 milliard tonnani tashkil etadi, bu zaxiraning deyarli barcha hajmi, ya'ni 1,85 milliard tonnasi qo'ng'ir ko'mirga to'g'ri keladi. O'zbekiston Respublikasida ko'mirning bashorat qilingan zaxiralari 4,7 milliard tonnani tashkil etadi.

2018-yilga nisbatan ko'mir qazib olish 3% ga, neft qazib olish 6,3% ga, tabiiy gaz 1,6% ga kamaydi. Bundan tashqari, gaz kondensatini ishlab chiqarish 2,2% ga va maydalangan toshdan olinadigan slanes gazining miqdori - 24,2% ga kamaydi.

O'zbekiston Respublikasida 2017-yilda tabiiy gaz qazib olinishi ko'rsatgichi 56,4 milliard kubometr, 2018-yil 60,4 milliard kubometr, 2019-yil 59,5 milliard kubometr; 2017-yil ko'mir qazib olinishi ko'rsatgichi 4038,6 ming tonna, 2018-yil 417,4 ming tonna, 2019-yil 4095,5 ming tonna; neft qazib olinishi (gaz kondensati bilan) ko'rsatgichi 2767,7 ming tonna, 2018-yil 2891,4 ming tonna, 2019-yil 2796,9 ming tonna [18].

2018-yilda O'zbekistonda uglevodorodni qazib olish hajmi asta-sekin kamayib borishi ma'lum bo'ldi. So'nggi 10 yillik ko'rsatgichlarning tahlili shundan dalolat beradiki, "O'zbekneftgaz" AJ korxonalarida tabiiy yoqilg'i zaxiralarini qazib olish quyidagiga kamaygan:

- tabiiy gaz 2007-yilda 59 milliard kubometr, 2017-yilda esa 42,3 milliard kubometr qazib olingan, ya'ni qazib olish 1,4 barobarga;
- neftni qazib olish 2007-yildan 2017-yilgacha 3,8 martaga yoki 3 million tonnadan 0,8 million tonnaga;
- gaz kondensatini ishlab chiqarish 2007-yildan 2017-yilgacha 1,8 dan 1,4 million tonnagacha yoki 28 % gacha.

Buning sabablarini tabiiy zaxiralarning kamayishi va yangi konlarni ochilmagani bilan tushuntirish mumkin. 35-40 yil davomida "O'zbek-neftgaz" AJning xomashyo bazasi bo'lgan asosiy konlar - Ko'kduma-loq, Gazli, Sho'rtan guruhi, Dengizko'l misolida uglevodorodni qazib olishni kamayishi orqali ko'rish mumkin.

Tabiiy yoqilg'i zaxiralarini o'rganishda geologik qidiruv ishlarini olib borish sur'atlari kamaygani sababli, eski konlardan yoqilg'ini qazib olish va saqlash bo'yicha chora-tadbirlar va yangi zaxiralarni ishga tushirishda investitsiyalarni ko'paytirishni talab qiladi [19].

O'zbekistonda ko'mir qazib olish 2019-yil oxirida o'tgan yili qazib chiqarilganidan 3% ga kamaydi va 4,05 million tonnani tashkil etdi, ko'mir importi 21,8% ga o'sib, 706,8 ming tonnaga yetdi, buni pul bilan ifodalanganda - 20,3 million dollarni tashkil qildi.

2020-yil fevral oyida mamlakatda ko'mir qazib olish o'tgan yanvar oyiga nisbatan 18,9 % ga oshgan – 2019-yil yanvar oyiga nisbatan fevral oyida 311,3 ming tonnagacha kamaydi bu mos ravishda 63,2% ni tashkil qildi.

Hozirda O'zbekistonda ko'mir qazib olish "O'zbekko'mir" AJ va "Sharg'un ko'mir" AJ tomonidan amalga oshirilmoqda. Bu korxonalar aksiyalarining nazorat paketi 2017-yilning noyabrigacha "O'zbekenergo" AJga tegishli edi. Samarasiz boshqaruv tufayli ko'mir qazib chiqaruvchi korxonalar "O'zbekiston temir yo'llari" AJ balansiga o'tkazildi.

Neft qazib olish

2019-yilda O'zbekistonda neft qazib olish 2018-yilga nisbatan 6,3% ga, ya'ni 698,6 ming tonnagacha, tabiiy gazni qazib olish 1,6% ga, 59,46 milliard kubometrgacha kamaydi.

O'zbekistonda tabiiy gazni qazib olish o'tgan yilga nisbatan 59,46 milliard kubometrgacha (1,6% ga kam) kamayishi kuzatildi, neftni qazib olish esa, 6,3% ga, 698,6 ming tonnagacha kamaydi.

Gaz kondensatining olinishi

Mamlakatda gaz kondensati ishlab chiqarish 2019-yil oxirida 2,2% ga kamayib - 2,098 million tonnani tashkil etdi.

Bundan tashqari, o'tgan yili O'zbekistonda benzin ishlab chiqarish 1,025 million tonnani (2018-yilga nisbatan 10,6% kam), dizel yoqilg'isi - 1,031 million tonna (4,6%ga kam) tashkil etdi.

Hozirgi kunda "O'zbekneftgaz" AJning quvvati yiliga qariyb 70 milliard kubometr miqdorida tabiiy gaz va 8 million tonna suyuq uglevodorod qazib chiqarishga imkon beradi. Ammo zaxiralarning tugashi va texnologik yo'qotishlar tufayli oxirgi 15 yil ichida respublikada uglevodorodlarni qazib olish sezilarli darajada kamaydi [20].

O'zbekistonda neft va gaz qazib olish hajmining o'sishi

2020-yilning birinchi yarmida O'zbekistonda 103,5 ming tonna neft va 16,9 milliard kubometr gazni qazib olindi. Bu o'tgan yilning shu davriga nisbatan mos ravishda 8,9 va 0,7% ga ko'pdir.

2020-yilga kelib gaz kondensatini qazib olish hajmi 724 ming tonnani (6,2% ga ko'p) tashkil etdi va tabiiy gazning o'rganilgan zaxiralari 7 milliard kubometrga yetdi (0,5% ga ko'p).

2020-yilda investitsiya dasturiga kiritilgan 11 ta loyihada 846,5 million dollar (0,5% ga ko'p) va mahalliyashtirish dasturi doirasida 544,1 milliard so'm (53,4 million dollar) sarflandi. Bunda import o'rnini bosish hisobiga 125,4 million dollar tejaldi.

2020-yilning yanvar-iyun oylarida kompaniya 47 ta yangi quduqni o'zlashtirdi, 294 ta quduqni kapital ta'mirladi va 20 ta obyektni modernizatsiya qildi. Natijada qo'shimcha ravishda 994,3 million kubometr tabiiy gaz, 21,9 ming tonna gaz kondensati va 1,2 ming tonna neft qazib olindi.

2020-yilda benzin ishlab chiqarish 399,9 ming tonnaga, yoki 21,7% ga o'sdi. Dizel yoqilg'isi 345,5 ming tonna (11,8% ga kamaydi), suyultirilgan gaz - 311,9 ming tonna (0,9% ga kamaydi), polietilen - 67 ming tonna (9,2% ga oshdi) ishlab chiqarildi.

2020-yilning ikkinchi yarmida kompaniya 34,6 milliard kubometr gaz qazib olishni rejalashtirmoqda. 1,6 million tonna suyuq uglevodorod, 704,5 ming tonna benzin, 790,3 ming tonna dizel yoqilg'isi, 687,9 ming tonna suyultirilgan gaz ishlab chiqarish uchun 1,4 milliard dollar miqdoridagi investitsiyalarni o'zlashtirish rejalashtirilgan.

2020-yilning to'rt oyi (aprel, may, iyun, iyul) yakunlari bo'yicha O'zbekiston neftni qazib olishni ko'paytirdi, ammo gazni qazib olish kamaydi. 2017-yildan 2019-yil sentyabrigacha respublikada yangi 16 ta neft va gaz konlari topildi va ularni o'zlashtirish ishlari boshlab yuborildi [21].

1.2 Qayta tiklanuvchi energiya manbalari

Quyosh energiyasi - elektr, issiqlik va boshqa energiya turlarini olish va ularni xalq xo'jaligida ishlatish uchun quyosh radiatsiyasi yoki quyosh nurlanishi asosida hosil boladigan energiyadir.

Shamol energetikasi - atmosferadagi havo massalarining kinetik energiyasini elektr, mexanik, termal yoki boshqa xalq xo'jaligida foydalanish uchun qulay bo'lgan energiyaga aylantirishga ixtisoslashgan energetikaning bo'limi. Bunday o'zgarishni shamol generatori (elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun), shamol tegirmoni (mexanik energiyaga aylantirish uchun), yelkanlar (transportda ishlatish uchun) va boshqa sohalarda foydalaniladi.

Birlamchi (o'simlik) biomassani insoniyat qadim zamonlardan beri ishlatib kelmoqda. O'simliklar biomassasi (fitomassa) fotosintez natijasida asosan uglerod (C), vodorod (H) va kislorod (O) ni o'z ichiga olgan polimerlar shaklida hosil bo'ladi. Bundan tashqari, fitomassa tarkibida kam miqdordagi fosfor, azot, kaliy, shuningdek boshqa ko'plab kimyoviy elementlar mavjud. Biomassani energiya uchun ishlatish to'g'ridan-to'g'ri yonishni yoki oraliq energiya tashuvchilarni ishlab chiqarishni o'z ichiga oladi: qattiq, gazli yoki suyuq bioyoqilg'ilarning turlari mavjuddir.

Bioyoqilg'i - bu odatda biologik chiqindilarni qayta ishlash natijasida olinadigan biologik xomashyodan tayyorlangan yoqilg'i. Shuningdek, sellyuloza va turli xil organik chiqindilardan bioyoqilg'ini olishga qaratilgan turli loyihalar mavjud bo'lib, unga quyidagilar kiradi:

- qattiq bioyoqilg'i (o'tin, briket, yoqilg'i granulalari, somon, torf);
- suyuq bioyoqilg'i (ichki yonish dvigatellari uchun, masalan, bioetanol, biometanol, biobutanol, dietil efir, biodizel);
- gazsimon (biogaz, biogidrogen, metan).

Gidroelektr stansiyalarda suv oqimining potensial energiyasi energiya manbai sifatida ishlatiladi, uning asosiy manbai Quyosh bo'lib, u suvni bug'lantiradi, keyin yog'ingarchilik shaklida yerga tushadi tepaliklarda yig'ilgan suv pastga oqib, daryolarni hosil qiladi. Bu o'z navbatida suv oqimi to'plangan to'g'ondan pastga oqib generatorlar turbinasini aylantirib, elektr energiya ishlab chiqaradi.

Dengiz va okeanlarning to'liq energiyasi

Dunyo okeanga kelib tushadigan energiya asosiy ulushi – uning quyosh nurlarini yutishi natijasidadir. Bundan tashqari, kosmik jismlar,

ayniqsa, Quyosh bilan planetaning suv massasi gravitatsiyali o'zaro ta'siri, suvning ko'tarilishi va qaytishidagi oqimi, planeta chuqurligidan chiqadigan issiqlik hisobidan okeandagi suvlarga issiqlik tufayli energiya o'tishi hisobiga bo'lishi mumkin. Yer yuzasining 70% ga yaqini dunyo okeanlari tashkil qiladi. Bu taxminan 360 mln km² ni tashkil etadi. Bu yuzaning katta qismi muzliklardan doimo ozod va quyosh nurlanishini samarali yutadi. Okean va dengiz suvlarining dastlabki metrida quyosh nurlanishining taxminan 65% yutiladi. O'rta kengliklarda kunduzgi vaqtida, issiqlik o'tkazuvchanligi, hamda turbulent aralashish jarayonlari hisobiga, suv taxminan 10 metrgacha va bundan ko'proq chuqurligida qizdiradi (quruqlikda qattiq yuzalarda quyosh energiyasi chuqurligi 0,5 metrga bo'lgan qismini qizdiradi).

Okeanda to'plangan energiyaning bir qismi Quyoshdan kelayotgan uzun to'liqinli nurlanishlar ko'rinishida suvning sirtidan qaytariladi hamda chegara qatlamining issiqlik o'tkazuvchanligi orqali va bug'lanish tufayli qisman atmosferaga o'tadi.

Umumiy quyosh nurlanishining taxminan ~2/3 qismi okeanda va quruqlik yuzalarida turli xil o'zgarishlarga uchraydi: 43% issiqlikka aylanadi; 22% bug'lanishga va yog'ingarchiliklarni hosil qilishga sarflanadi; daryo, shamol, to'liqin, okeandagi turli xil oqimlarning harakatiga 0,2% energiya sarflanadi. Qabul qilingan umumiy energiyadan taxminan 0,02% fotosintez mahsulotni va qisman qazilma yonilg'ilarni hosil bo'lishiga sarflanadi.

To'liqinlar energiyasi

Okean va dengiz to'liqinlari va oqimlari katta yirik energiya zaxiralarga ega. Dunyo okeanning shamol to'liqinlarning quvvati taxminan 10000-90000 GVt bilan baholanadi, lekin bundan aniq foydalanish mumkin bo'lgan quvvat ancha past bo'lib, jami 2700 GVt ni tashkil etadi. Hozirgi zamonaviy texnika yutuqlarining imkoniyatlari asosida qirgoqlarga yaqin mintaqalarda to'liqin energiyadan foydalanish imkoniyatlari mavjud bo'lib, bu energiya 80 kVt/mdan ko'proqni tashkil etadi. To'liqin energiyasining solishtirma zichligi (yuza birligiga to'g'ri keladigan quvvat) taxminan shamol energiya zichligidan 10 marta katta va quyosh energiyasi zichligidan ham ancha katta.

Dengiz to'liqinlanishning muhim xususiyati: vaqt bo'yicha uning notekis o'zgaruvchanligi, maksimal kattaligi uning o'rtacha kattaliklaridan 5-11 marta katta bo'lishidir. Qirg'oqlardan ancha uzoqlashgan sarxatlarda hosil bo'ladigan to'liqinlarning solishtirma quvvati

qirg'oq bo'yidagi mintaqalarga qaraganda o'n marotaba katta bo'ladi. To'liqin energiyasini elektr energiyaga aylantirish jarayoni tabiatga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi.

To'liqin harakatida bir vaqtda to'liqin sathning vaziyati va qiyaligi o'zgarishi bilan kinetik va potensial energiyasi o'zgaradi, suv ostidagi bosim ham o'zgaradi. To'liqin harakati tavsifining bironta alomatidan yoki ularning umumlashganidan foydalanib, to'liqlarning kinetik va potensial energiyasini yutuvchi va o'zgatiruvchi, juda ko'p turli xil qurilmalar yaratilgan. Bunday bir nechta o'zgartirgichlarni birlashtirilgan umumiy majmua to'liqin elektr stansiyasini tashkil etadi. Ko'proq kichik quvvatli (1 MVt), o'lchamlari 50 m gacha bo'lgan yaqin to'liqin o'qi bo'ylab joylashgan modullardan foydalaniladi.

Okean oqimlarning energiyasi

Okeandagi barcha energiya manbalardan oqimlar energiyasi eng past zichlikka ega. Oqim tezligi 1 m/s bo'lganda ekvivalent dinamik bosim 0,05 m ga teng va 10 m/s tezlikda bo'lganda 5 m bo'ladi. Okean suvining sirtga nisbatan chuqurligi bo'yicha oqimlarning kinetik energiyasini o'zlashtirish uchun yirik inshootlarni yaratish va xizmat ko'rsatish qiyinchiliklarni hisobga olmaganda, o'rtacha quyosh energiyasini (1 m^2 yuza maydonidan 50 Vt ga yaqin) elektr energiyaga aylantiruvchi qurilmalariga nisbatan samaradorligi yuqori ekan. Okean oqimning ko'ndalang kesim yuzasi 1 m^2 , tezligi 1 m/s bo'lgan oqimidan 600 Vt elektr quvvatini olish mumkin. Okean oqimlarning kinetik energiyasi $7,2 \times 10^{12}$ kVt/yil bo'lgan ulkan kattalik bilan baholanadi.

Dunyo okeaniga kelib tushadigan quyosh energiyasining faqat 0,02% nurlanishi oqimlar kinetik energiyaga aylanadi, shunga qaramasdan, bu yetarlicha katta, 5-7 TVt quvvat bo'lib, taxminan 10^{18} J energiyani tashkil etadi. Bu energiyadan faqat 20% ishqalanish kuchlarni yengish uchun sarflanadi, qolgani dunyo okeanning suv massasini bir mintaqadan boshqa mintaqaga ko'chirish uchun sarflanadi.

Okeandagi oqimlar quyidagi omillar bilan vujudga keladi:

- shamol bilan (ko'chib yuradigan, dreyf oqimlar);
- suv massalarni Quyosh va Oyni o'zaro tortishi orqali (qalqib ko'tarish va tushish);
- daryo suvlarning quyilishi va suv massa zichliklarning farqlari asosida (sho'rlik va haroratga bog'liq).
- atmosfera bosimning notekis taqsimlanganligi va o'zgarishi bilan (barogradiyentli) hosil bo'ladi.

Ushbu omillar o'zining birgalikdagi ta'siri bilan dunyo okeanning abadiy harakatga keltiradi. Barcha turidagi oqimlarning boshlang'ich yo'nalishlariga Yerni aylanishi, ishqalanish kuchlari va qirg'oq bo'ylarida hosil bo'ladigan to'lqinlar ta'sirlari sabab bo'ladi. Oqibatda harakatlar tartibsiz bo'ladi deb tasavvur qilishga sabab bo'ladi. Dengiz oqimlarini tadqiq qilish asosida yetarli darajada aniqlik bilan ularning oqimlarini xaritada belgilash imkoniyati mavjud bo'ldi.

Suv massalarning ko'chish jarayonlari oqibatda planetada ortiqcha issiqlik, biogen elementlar qayta taqsimlanadi; okeanga daryolar qo'yilish joylarda ifloslanish konsentratsiyalarni kamaytiradi; tabiatning muhim hayotiy ko'rsatgichlarning xavfli bo'lmasligida tabiiy so'ndirg'ich sifatida xizmat qiladi. Ushbu ko'chishlar turli xil tezliklarda sodir bo'ladi: suv oqimini bir necha santimetrdan to bir necha metrlnari sekundiga bosib o'tishga olib keladi. Harakat gorizontal va vertikal sodir bo'ladi, Dunyo okeanning turli xil sathlari orasida suv massalarning 1000 yil davomida bir marotaba to'liq almashinishi ta'minlanadi.

Agarda o'rtacha tezligi taxminan 1 m/s bo'lgan oqimni etalon sifati-da olsak, u holda ochiq okeanda va qirg'oqlarga yaqin mintaqalarda okean gidroelektr stansiyalarni (OGES) qurish uchun yetarli darajada imkoniyatlar mavjud ekan.

Okeandagi yirik oqimlar quvvatidan foydalanib amalda yetarli darajada mintaqaviy yirik energetik obyektlarni yaratish mumkin. Masalan, Golfstrim oqimning (Atlantik okean) umumiy quvvat 15 GVt ga yaqin deb baholanadi, Kurosio oqimi (Tinch okean) esa – 50 GVt quvvatga ega. Mahalliy energetik muammolarni yechish uchun mos bo'lgan oqimlar ham yetarli darajada mavjud, ularning tezligi taxminan 5-8 m/s ni tashkil etadi, yirik okean oqimlarga qaragada ular ancha yuqori energiya zichligiga ega, Bundan tashqiri, bo'g'ozlarda energetika ehtiyojlari uchun faqat sirtki oqimalardan emas, balki chuqurlikdagi oqimlardan ham foydalanish mumkin. Ular ko'p hollarda sirtki oqimlarga nisbatan qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lib, yetarli darajadagi tezliklarga ega.

Amalda barcha oqimlar muayyan o'zgarishlarga uchraydi. Mavsuiy va yildan-yilga tezlik, yo'lanish, suvning fizikaviy ko'rsatkichlari o'zgaradi. Oqimlarning turg'unligi kelajakdagi okean gidroelektrostantsiyalarning barqaror ishlashini belgilaydi. Turg'unligi (doimiyligi) taxminan 50% dan katta bo'lgan oqimlar muhim ahamiyatiga ega.

Okean va dengizlarda to'plangan oqimlarning tugamas kinetik energiyani suvga botirilgan (xuddi yer atmosferasidagi shamol tegirmonlar-

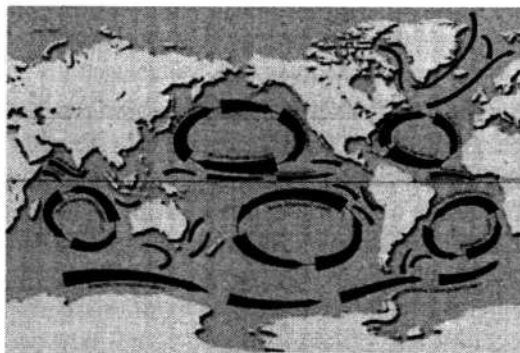
ga o'xshab) turbinalar yordamida mexanik va elektr energiyaga aylantirish mumkin.

Hozirgi vaqtda ko'p mamlakatlarda qirg'oq bo'yidagi mintaqalarda gidroelektr stansiyalardan muvaffaqiyatli foydalanilmoqda.



1.3-rasm. Dengiz oqimlarning energiyani elektr energiyaga o'zgartiruvchi gidroenergetik qurilmalar.

Geotermik energiya - geotermik elektr stansiyalarida elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun to'g'ridan-to'g'ri isitish yoki issiq suv ta'minoti uchun Yerning ichki qismidagi issiqlik energiyasidan foydalanishga asoslangan energiya hisoblanadi. Bu energiya odatda qayta tiklanadigan energiya manbalarining turiga kiritilib, undan foydalanib kelinadi.



1.4-rasm: Dunyo okeanlardagi oqimlarning xaritasi [22].

1.3. Alternativ energiya manbalaridan foydalanishning rivojlanishidagi muammolar va ularning yechimlari

Qayta tiklanadigan energiya uchun belgilangan tariflar

Dunyoda to'plangan tajribalar asosida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishni rivojlantirishni qo'llab-quvvatlash eng muvaffaqiyatli loyihalardan hisoblanadi. Alternativ energiya manbalari (AEM)dan foydalanishni qo'llab-quvvatlash uchta asosiy omilga asoslangan:

- tarmoqqa kafolatlangan ulanish;
- ishlab chiqarilgan barcha elektr energiyani davlat miqyosida sotib olish bo'yicha uzoq muddatli shartnoma;
- ishlab chiqarilgan elektr energiyasini belgilangan narxda kafolatlangan sotib olish.

Alternativ energiya manbalarining energiyasini sotib olish uchun belgilangan tariflar nafaqat qayta tiklanadigan energiya manbalari uchun, balki o'rnatilgan AEM larni olish qurilmalarining quvvatiga qarab ham farq qilishi mumkin. Belgilangan tariflarga asoslangan qo'llab-quvvatlash tizimidagi yechimlardan biri bu qayta tiklanadigan energetikada oligan elektr tokini bozor narxida belgilangandan ko'ra ustama narxda sotib olishdir. Ishlab chiqarilgan elektr energiyasining narxiga yoki belgilangan tarifga qo'shimcha to'lov yetarli darajada uzoq muddat (10-20 yil) davomida to'lanishi, bu loyihalarni bajarishga sarflangan sarmoyalarni qaytarilishini kafolatlaydi hamda undan foydalanishda foyda keltiradi.

Qayta tiklanadigan energiya manbalarni yaratishga kiritilgan investitsiyalar

Jahon miqyosida 2008-yilda shamol energiyasiga 51,8 milliard dollar, quyosh energiyasiga 33,5 milliard dollar va bioyoqilg'iga 16,9 milliard dollar sarmoya kiritildi. 2008-yilda Yevropa davlatlari qayta tiklanadigan energetikaga 50 milliard dollar, Amerikadagi davlatlar 30 milliard dollar, Xitoy 15,6 milliard dollar, Hindiston 4,1 milliard dollar sarmoya kiritdi [23].

2009-yilda dunyo bo'ylab qayta tiklanadigan energetikaga investitsiyalar 160 milliard dollarni, 2010-yilda esa 211 milliard dollarni tashkil etdi. 2010-yilda dunyo bo'yicha 94,7 milliard dollar shamol energiyasidan, 26,1 milliard dollar Quyosh energiyasidan hamda 11 milliard dol-

lar biomassa va chiqindilardan energiya olish texnologiyalariga investitsiya kiritildi [24].

Alternativ, qayta tiklanadigan yoki “yashil energiya” - inson tushunchalariga binoan tugamaydigan manbalardan olinadigan energiya hisoblanadi.

Qayta tiklanadigan energetikadan foydalanishning asosiy talabi - uni atrof-muhitda doimiy ravishda sodir bo‘ladigan texnogen jarayonlardan ajratib olish va texnik foydalanish uchun sharoitlar yaratishdir.

Qayta tiklanadigan energiya tabiiy ravishda to‘ldiriladigan quyosh nuri, shamol, yomg‘ir, suv sathining o‘zgarishi va geotermik issiqlik kabi tabiiy resurslardan olinadi. Hozirgi kunda taxminan 18% umumiy energiya iste‘moli qayta tiklanadigan energiya manbalari va 13% biomassani yonish asosida olinadi.

Gidroelektr energetikasi kelajakda eng ko‘p foydalaniladigan qayta tiklanadigan energiya manbai bo‘lib, hozirda dunyo miqyosida energiya iste‘molining 3% ini va umumiy elektr energiyani ishlab chiqarishning 15% ini tashkil etadi. Dunyo bo‘ylab shamol energiyasidan foydalanish yiliga o‘rtacha 30% ga o‘sib bormoqda, 2010-yilda shamol energiyasidan foydalanib olingan quvvat 196,600 MVtga yetdi va bu energiya turidan Yevropa davlatlarida hamda AQShda keng qo‘llanilmoqda. Fotovoltaik usul bilan olingan elektr energiya quvvati 2008-yilda 6900 MVt ga yetdi. Quyosh elektr stansiyalari Germaniya va Ispaniya davlatlarida boshqa davlatlarga nisbatan ko‘proq foydalanilmoqda.

Dengiz to‘lqinlari asosida ishlaydigan elektrostansiyalar okean sirtida hosil bo‘lgan to‘lqinning potensial energiyasidan foydalanadi.

Mutaxassislar tomonidan shamol va quyosh energiyasini olish bilan dengiz to‘lqin energiyasidan elektr energiyasini olish taqqoslaganda to‘lqin energiyasi yuqori quvvatga ega ekanligi aniqlandi.

To‘lqinlar asosida ishlaydigan stansiyalar, dengiz va okeandagi suv oqimlari energiyasidan olinishiga qaramay qayta tiklanadigan energiya-ning boshqa manbai hisoblanadi.

Dengizga oqib tushadigan daryoning yoki bo‘g‘ozning og‘zini to‘sib to‘g‘on qurgan holda suvni yetarlicha to‘plab va uning oqimini (potensial energiyasini) suv omborining chiqishiga o‘rnatilgan turbine-lar va ularga ulangan generatorlarni aylantirish orqali yetarli darajada elektr energiyasini olish mumkin.

Hovuz yoki suv oqimlarining ma'lum bir kichik yuzadan oqib o'tishi orqali oqim elektostansiyalari uzluksiz ravishda elektr energiya ishlab chiqaradi (bunday oqim elektostansiyalari 2 tomonlama harakatida ishlaydi).

Geotermik energiyani olishda issiqlik tashuvchisi sifatida issiq geotermal buloqlardan suv olinadi. Suvni isitish zarurati bo'lmaganligi sababli geotermik elektr stansiyalarda an'anaviy issiqlik elektrostansiyaga qaraganda ekologik jihatdan toza energiya olinadi [25].

Qayta tiklanadigan alternativ energiya manbalarining o'xshashligi

XXI-asrda energetikani rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlaridan biri bu ulkan resurslarga ega bo'lgan qayta tiklanadigan energiya manbalaridan keng foydalanish bo'lib, bu energiyaning atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirish hamda energiya va ekologik xavfsizlikni yaxshilashga imkon beradi.

An'anaviy energiya manbalariga quyidagilar kiradi: ko'mir, tabiiy gaz, neft va uran; alternativ qayta tiklanadigan energiya manbalariga quyosh, suv, gidrotermik, o'tin, bioyoqilg'ilar va boshqalar kiradi.

Zamonaviy energiya asosan qayta tiklanmaydigan energiya manbalarini hisobiga olinib, ular cheklangan zaxiralarga ega va uzoq muddatli istiqbolda jahon energetikasining barqaror rivojlanishiga kafolat bera olmaydi. Ulardan foydalanish kelajakda global ekologik fojia va inqirozning kelib chiqishidagi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

An'anaviy bo'lmagan (alternativ) energiya manbalariga atrof-muhit ekologiyasini buzmaydigan va yaqin kelajakda doimiy ravishda yoki davriy ravishda mavjud bo'lgan quyosh, shamol, Yerning issiqligi, biomassa, dengiz va okeanlar, daryolar oqimlarining energiyalaridan foydalanish orqali olinadigan energiya turlari kiradi. Qayta tiklanadigan barcha energiya manbalari quyosh nurlari va uning ikkilamchi ko'rinishlaridagi manbalardan olinadi. Ular Quyosh, Oy va Yer o'rtasidagi o'zaro ta'sir energiyasidan foydalangan holda ikki guruhga bo'linadi.

Quyoshning bilvosita faolligi natijasida atmosfera, gidrosfera va geosferadagi shamol energiyasi, gidroenergetikada suv oqimlaridan va to'lqinlardan foydalanib olinadigan energiya atrof-muhitning issiqlik energiyasi va boshqa ko'rinishidagi energiyalar hisobiga sodir bo'ladi.

Quyosh - Yerdagi hayot va energiya manbai hisoblanadi:

1. To'g'ridan- to'g'ri Quyosh energiyasiga quyidagilar kiradi:

- issiqlik effekti: issiqlik Quyosh energiyasi.

- fotoeffekt: 1) biomassa energiyasi;

- 2) fotoelektr energiya.

2. Bilvosita Quyosh energiyasiga quyidagilar kiradi:

- atmosferadagi effektlar: shamol energiyasi.

- gidrosferadagi effektlar: 1) gidroenergiya;

- 2) to'liq energiyasi va boshqalar.

- Geosferadagi effektlar: geotermal energiya va boshqalar.

An'anaviy bo'lmagan qayta tiklanadigan energiya manbalariga quvvati 30 MVt gacha, ayrim mamlakatlarda quvvat 10 MVt gacha bo'lgan kichik gidroelektr stansiyalar kiradi.

An'anaviy qayta tiklanmaydigan manbalarga nisbatan qayta tiklanadigan energiyadan foydalanishning asosiy afzalliklariga quyidagilar kiradi:

- deyarli bitmas-tuganmas zaxiraning mavjudligi;

- atrof-muhitga salbiy ta'siri, jumladan havoni turli ifloslantiruvchi moddalar, zararli gazlar, radioaktiv va issiqlik ifloslanishi va boshqalarni chiqarmaydi.

An'anaviy bo'lmagan alternativ energiya manbalaridan foydalanishdagi asosiy salbiy omillarga quyidagilar kiradi:

- energiya olishda oqim energiyasining zichligini kichikligi, Yer yuzidagi quyosh energiyasi uchun $1,36 \cdot 10^{-3}$ MVt/m², shamol 10 m/s tezlikda bo'lganda - $6 \cdot 10^{-4}$ MVt/m², geotermik energiyani olishda - $3 \cdot 10^{-8}$ MVt/m² bo'lishi talab etiladi;

- ma'lum vaqt oralig'ida energiya ishlab chiqarishning sezilarli darajada o'zgarishi va uni bir xillikka erishib foydalanishda kelib chiqadigan muammolar;

- elektr stansiyalarni qurishda nisbatan yuqori kapital sarf etilishi va ishlab chiqarilgan elektr energiya tannarxining qimmatligi.

Alternativ energiya manbalaridan keng foydalanish zarurati elektr energiyasiga bo'lgan talabning jadal o'sishi bilan belgilanadi va hozirgi kundagi hisoblarga ko'ra 2000-yilga nisbatan 2030-yilda 2 baravarga va 2050-yilga kelib 4 baravarga ko'payishi kutilmoqda. Yaqin kelajakda qazib olinadigan yoqilg'i turlarini aniqlangan zaxiralari tugashi; yoqilg'ining yonishidan hosil bo'ladigan azot va oltingugurt oksidi, karbonat angidrid kabi changga o'xshash zarralarni havoda hosil bo'lishi, radioaktiv va termal ifloslanishlar tufayli atrof-muhit ekologiyasini buzilishiga sabab bo'lmoqda.

Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish qayta tiklanmaydigan energiya manbalaridan foydalanishga nisbatan tubdan farq qiladi. Shuning uchun ulardan samarali foydalanib energiyani iste'molchilar talab qiladigan turlarga aylantirishda zamonaviy ilmiy ishlab chiqilgan yangiliklar asosida tashkil qilinish mumkin. Atrof muhitda doimo qayta tiklanadigan energiya manbalari mavjud bo'lib, ulardan foydalanishni rivojlantirish jarayonida eng samarali manbalarni tanlab olishda, tabiiy shart-sharoitlar asosida ko'p bo'lgan mahalliy energiya manbaiga e'tibor qaratish lozim. Alternativ energiya manbalari (AEM)dan foydalanish ko'p o'zgaruvchan va murakkab bo'lganligi sababli, bu hududlarning iqtisodiy rivojlanishini tezlashtiradi. Masalan, chorva mollari va o'simliklarning chiqindilari biogaz ishlab chiqarish uchun xomashyo, shuningdek suyuq va qattiq yoqilg'i, o'g'it ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan agrosanoat majmualari AEMdan foydalanishda yaxshi manba bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Alternativ energiya manbalariga asoslanib samaradorligi yuqori energiyani olishni rejalashtirishda quyidagilarni biish talab etiladi: birinchidan, alternativ energiya manbalarining zamonaviy qurilmalarini yaratish va mavjudlarini mukammallashtirishdagi ilmiy tadqiqotlarni muntazam ravishda olib borish, ikkinchidan, ma'lum bir mintaqaning sanoat, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarish va ichki imkoniyatlari uchun energiya ehtiyojlarini o'rganish. Xususan, eng tejamkor energiya manbani tanlash uchun energiyaga talabgor ishlab chiqarish sohalarni bilish zarur.

Qayta tiklanadigan energiya manbalarining muhim xususiyatlaridan biri bu ularning energiya salohiyati – tegishli AEM turiga mos bo'lgan energiya miqdorini belgilovchi ko'rsatgichidir.

Alternativ energiya manbalarining energiya salohiyati

1.2-jadval.

Alternativ energiya manbalari	Ko'rsatgichlar, yiliga milliard tonna yoqilg'i ekvivalentida	
	Texnik	Iqtisodiy
Quyosh energiyasi	5	1
Dengizlar va okeanlarning issiqlik energiyasi	1	0,1
Shamol energiyasi	5	1
Gidroenergetika, shu jumladan:		
oqimlarning energiyasi*	4,5	2,6

to'liq energiyasi	0,05	0,01
Biomassa energiyasi (o'tindan tashqari)	2,55	2,0
Geotermik energiya	0,4	0,2

* Suv oqimlarining gidroenergetika zaxiralari katta va kichik gidroenergetika uchun berildi.

Alternativ energiya manbalaridan foydalanishda mumkin bo'lgan energiya manbasining turini tanlashda quyidagilarga e'tibor beriladi:

- energiya umumiy miqdorini tavsiflovchi nazariy hisoblar;
- texnik talab-nazariy salohiyatning bir qismi bo'lib, asosan zamonaviy qurilmalardan foydalanib elektr energiyasini ishlab chiqarishga asoslanadi;

- iqtisodiy jihatdan tejamli-iqtisodiy, ijtimoiy, ekologik va boshqa omillarga asoslangan, hozirgi vaqtda foydalanish maqsadga muvofiq bo'lgan texnik salohiyatning bir qismi.

Dunyo bo'yicha alternativ energiya manbalarining texnik va iqtisodiy ko'rsatgichlari 1.2-jadvalda keltirildi [26].

1-bob uchun nazorat savollari

1. Qayta tiklanmaydigan energiya manbalariga qanday turdagi yoqilg'ilar kiradi?

2. Qayta tiklanmaydigan energiya manbalarining kamchiliklariga nimalar kiradi?

3. Issiqxona effekti deganda nimani tushunasiz?

4. Ko'mirdan foydalanishning afzalliklari va kamchiliklari nimalardan iborat?

5. Neft yoqilg'isidan foydalanishning afzalliklari va kamchiliklariga nimalar kiradi?

6. Tabiiy gazdan foydalanishdagi afzalliklar va kamchiliklarni ko'rsatib bering.

7. Qayta tiklanadigan energiya manbalariga ta'rif bering.

8. Qayta tiklanadigan (alternativ) energiya manbalarining umumiy o'xshashligi nimadan iborat?

9. Alternativ energiya manbalaridan foydalanishdagi asosiy salbiy omillarga nimalar kiradi?

10. Alternativ energiya manbalari qanday turlarga bo'linadi?

2-BOB. QUYOSH ENERGIYASI VA UNDA KENG FOYDALANISHNING USULLARI

2.1 Quyosh. Quyosh energiyasidan foydalanish usullari

Quyosh samoviy jismlardan yulduzlar turkumining birinchi turiga kiradi. Quyosh tizimining kelib chiqishi haqidagi keng tarqalgan nazariyalardan biri uning paydo bo'lishiga bir yoki bir nechta yangi yulduzlarning portlashlari sabab bo'lgan deb taxmin qilinadi. Bu taxmin, Quyosh materiyasida g'ayritabiiy ravishda katta miqdordagi oltin va uran elementlari bor deb taxmin qilinadi, bu portlash natijasida yuzaga keladigan endotermik reaksiyalar yoki elementlar neytronlarni yutish orqali yadro reaksiyasi natijasida ikkinchi avlod yulduzi hosil bo'lishi mumkin.

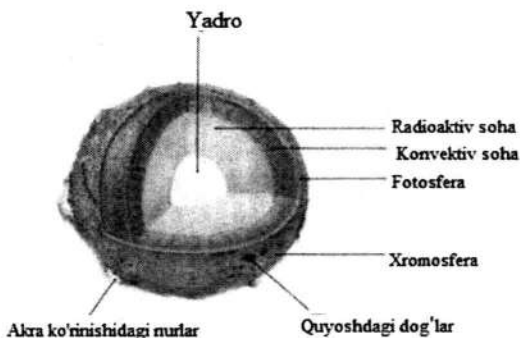
Quyosh-Yerga eng yaqin yulduzdir. Quyoshdan Yergacha bo'lgan o'rtacha masofa - 149,6 million km - astronomik birlikka teng va Yerdan ko'rinadigan burchak diametri, xuddi Oyga o'xshab, yarim darajadan bir oz ko'proq. Quyosh Somon yo'li gallatikasining markazidan taxminan 26000 yorug'lik yili uzoqlikda va uning atrofini har 225-250 million yilda bir marta aylanib chiqadi. Quyoshning orbital tezligi 217 km/s ni tashkil qiladi, shuning uchun u 1400 Yer yilida bitta yorug'lik yilini va 8 Yer kunida bitta astronomik birlikni bosib o'tadi.

Quyosh tuzilishi

Bizga eng yaqin yulduz, albatta, Quyoshdir. Kosmik masofalar bo'yicha Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofa juda kichik: Quyoshdan Yergacha quyosh nurlari 8 daqiqada yetib keladi.

Quyosh, quyosh tizimining markazida joylashgan bo'lib, uning atrofiga sayyoralar hamda katta miqdordagi no metallar va asteroidlar davriy aylanadi. Quyosh bir nechta portlashlardan so'ng paydo bo'lgan yulduz bo'lib, uning atrofiga sayyoralar tizimi paydo bo'lgan. Ideal sharoitlarga joylashganligi sababli, hayot uchinchi sayyorada, ya'ni Yerdan paydo bo'lgan. Quyoshni yoshi 4,5 milliard yilga teng. Keling, nima uchun quyoshni porlayotganini ko'rib chiqaylik? Quyosh qanday tuzilgan va uning xususiyatlari qanday? Uni kelajakda nima kutmoqda? Uning Yerga va uning aholisiga qanchalik ahamiyati bor? Quyosh - bu Quyosh tizimidagi barcha 9 ta sayyora, shu jumladan Yer sayyorasi aylanadigan markazga joylashgan o'rtacha kattalikdagi yulduzdir.

1 a.b.(astronomik birlik) - 150 million km bo'lib, Yerdan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofaga tengdir. Quyosh tizimiga 9 ta yirik sayyora, yuzga yaqin yo'ldoshlar, ko'plab kometalar, o'n mingdan ortiq asteroidlar (kichik sayyoralar), meteorik jismlar va sayyoralararo gaz va changlar kiradi. Bularning barchasining aylanish markazida Quyosh turadi.



2.1-rasm. Quyoshning tuzilishi.

Quyoshning konvektiv sohasi

Quyoshning radioaktiv sohasi diametrining $\frac{2}{3}$ qismiga teng bo'lib, 140 ming kmni tashkil qiladi. Markazdan uzoqlashganda, Quyosh energiyasini yetkazuvchi fotonlar to'qnashuvlar ta'sirida o'z energiyasini yo'qotadi. Bu hodisa konveksiya hodisasi deb ataladi. Bu, qaynab turgan choynakda sodir bo'ladigan jarayonga o'xshaydi: isitish qurilmasidan keladigan energiya issiqlik o'tkazuvchanlik natijasida chiqadigan energiya miqdoridan ancha katta. Issiqlik ta'sirida issiq suv yuqoriga ko'tariladi va sovuq suv idish tubiga tushadi. Bu jarayon konveksiya hodisasi deb ataladi. Konveksiyaning ma'nosi shundaki, issiqroq gaz sirt ustida taqsimlanadi, soviydi va markazga qaytadi. Quyoshning konvektiv sohasidagi aralashtirish jarayoni doimiy ravishda amalga oshadi. Teleskop orqali Quyosh yuzasini kuzatib, uning donador tuzilishini ko'rish mumkin. Bu holatni fotosfera ostidagi konveksiya deb ataladi.

Quyosh yuzasiga yaqin sirtida, moddaning harorati va zichligi qayta nurlanish hisobiga energiyani to'liq uzatish uchun yetarli bo'lmaydi. Plazmani konvektiv aralashuvi sodir bo'ladi va energiyani sirtga (fotosfera) uzatishi asosan moddaning o'zini harakatlari orqali amalga oshadi.

Bir tomondan, fotosfera moddasi Quyosh yuzasida sovib, konvektiv sohaning tubiga tushadi. Boshqa tomondan, pastki qismdagi modda nur o'tkazuvchi sohadan issiqlik energiyasini olib yuqoriga ko'tariladi. Bu ikkala jarayon ham qisqa muddatda sezilarli darajadagi tezlikda va davriy davom etadi. Quyoshning taxminan 200000 km qalinlikdagi ichki qatlami konvektiv soha deb ataladi. Sirtga yaqinlashganda harorat o'rtacha 5800 K ga, gaz zichligi esa yer havosining zichligidan 10^{-4} marta kam bo'ladi.

Zamonaviy ilmiy ma'lumotlarga ko'ra, Quyoshda sodir boladigan jarayonlarning fizikasida konvektiv sohaning o'rni nihoyatda katta, chunki unda quyosh materiyasining turli xil harakatlari sodir bo'ladi. Konvektiv sohadagi issiq moddalar sirtidagi issiqlik donachalar va superdonachalarni hosil bo'lishiga olib keladi. Issiqlik oqimining tezligi o'rtacha 1-2 km/s ni tashkil qiladi va uning maksimal qiymati 6 km/s gacha yetadi. Issiqlik donasining saqlanib turish muddati 10-15 minutni tashkil etadi, bu vaqt o'tishi bilan donacha gazga qayta aylanishi mumkin bo'lgan holatga aytladi. Binobarin, konvektiv sohadagi issiq bo'lakchalar Benard yacheykalarining paydo bo'lishi uchun qulay sharoitlardan keskin farq qiladi. Shuningdek, sohadagi harakatlar magnit ta'sirini keltirib chiqaradi va shunga mos ravishda Quyosh sirtida murakkab tuzilishga ega magnit maydon hosil bo'ladi va galaktikaga tarqaladi.

Quyosh fotosferasi

Fotosfera (yorug'lik chiqaradigan qatlam) Quyoshning ko'rinadigan sirtini hosil qiladi. Uning qalinligi taxminan quyosh diametrining 2/3 qismiga to'g'ri keladi. Turli ilmiy taxminlarga ko'ra fotosfera 100 dan 400 km gacha qalinlikka yetadi. Quyoshning optik (ko'rinadigan) nurlanishining asosiy qismi fotosferadan chiqadi, chuqur qatlamlardan chiqadigan nurlanish bizgacha yetib kelmaydi. Fotosferaning tashqi chetiga yaqinlashganda harorat $T=6600$ K dan $T=4400$ K gacha pasayadi. Fotosferaning o'rtacha effektiv harorati umuman $T=5778$ K ni tashkil qiladi. Uni Stefan-Boltsman qonuni yordamida hisoblanishi mumkin, qonunga asosan qora jismning nurlanish kuchi, modda haroratining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Bunday sharoitda vodorod atomlari deyarli to'liq neytral holatda bo'ladi. Fotosfera Quyoshning ko'rinadigan sirtini hosil qiladi va Quyoshning kattaligini, Quyoshdan Yergacha bo'lgan masofani va boshqalarni aniqlashda asos

bo'ladi. Fotosferadagi gaz nisbatan siyrak bo'lganligi sababli uning aylanish tezligi qattiq jismlarning aylanish tezligidan ancha kichik. Shu bilan birga, ekvatorial va qutblardagi gazlar bir tekis harakatlanmaydi - ekvatorida u 24 kun ichida, qutblarda 30 kun ichida aylanib chiqadi.

Birinchi marta fotosferadagi donachalar fransuz astronomi Yanssen tomonidan 1885-yilda suratga olingan. O'rtacha quyosh donachalarining kattaligi 1000 km bo'lib, ular 1 km/s tezlikda harakat qiladi va taxminan 15 daqiqa mavjud bo'ladi. Fotosferadagi qorong'u shakllanishlar quyoshning ekvatorial qismida kuzatilishi mumkin, so'ngra ular qutb tomoniga siljiydi. Kuchli magnit maydonlarni hosil bo'lishi bunday qutb nuqtalarning o'ziga xos xususiyati hisoblanadi. Quyosh nurlanishining rangi atrofdagi fotosferaga nisbatan to'qroq bo'lib, bu pastroq harorat bo'lishidan dalolat beradi.

Xromosfera

Xromosfera - Quyoshning fotosferani o'rab turgan, taxminan 2000 km qalinlikdagi tashqi qobig'i. Quyosh atmosferasini bu qismining nomini kelib chiqishi uning qizg'ish rangi bilan bog'liq. Balmer seriyasidagi vodorodning qizil H-alfa emissiya chizig'i xromosferaning spektrida asosiy hisoblanadi. Xromosferaning yuqori chegarasi aniq silliq yuzaga ega emas; undan spikulalar deb nomlangan issiqlik doimo ajralib chiqadi. Bir vaqtning o'zida kuzatilgan spikulalar soni o'rtacha 60-70 mingtani tashkil etadi. Shu sababli, XIX-asrning oxirida italiyalik astronom Sekki teleskop orqali xromosferani kuzatib, uni yonayotgan dasht bilan taqqosladi. Xromosferaning harorati $T=4000$ dan $T=20000$ K gacha ko'tariladi ($T=10000$ K dan yuqori harorat oralig'i nisbatan kam).

Xromosferaning zichligi kichik, shu sababli odatdagi sharoitda uni kuzatish uchun yorqinlik yetarli emas. Ammo Quyoshning to'liq tutilishida, Oy yorqin fotosferani qoplaganida, uning ustidagi xromosfera ko'rinishda, qizil rangda yonib turadi. Uni har qanday vaqtda maxsus tor oraliqdagi optik filtrlar yordamida ham kuzatish mumkin. Yuqorida aytib o'tilgan 656,3 nm H-alfa chizig'idan tashqari, filtrni Ca II K (393,4 nm) va Ca II H (396,8 nm) qatorlariga ham sozlash mumkin. Xromosferaning tuzilmalari:

- Quyoshning butun yuzasini qoplaydigan va uzunligi 30 ming km gacha bo'lgan superdonachalar o'rab turgan chiziqlardan tashkil topgan xromosfera;

- flokkulalar – quyosh dog‘larini o‘rab olgan, faol magnit maydonlardan iborat bo‘lgan kichik yengil bulutsimon shakllanishlar;
- tolalar va iplar (fibrillar) – Quyoshning faol sathlarida tez-tez uchraydigan turli kenglik va uzunlikdagi qorong‘u chiziqlar.

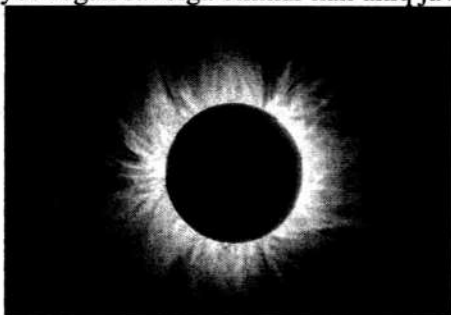


2.2-rasm. Quyosh nurlari

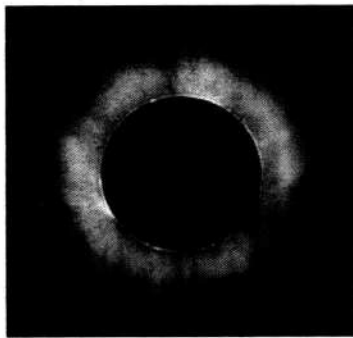
Quyosh nurlari - bu porlab turadigan uzun iplarga o‘xshash vodorodning katta miqdorda ajralib chiqishi. Quyosh nurlari katta masofaga sochilib, uning diametri 1,4 mln kmni tashkil etadi, taxminan 300 km/s tezlikda harakat qiladi va undagi harorat $T=10\,000\text{ K}$ darajaga yetadi.

Quyosh toji

Quyosh toji - Quyosh atmosferasining xromosferadan yuqorida bo‘lgan tashqi kengaygan qatlamidir. Quyosh tojining diametri juda uzun va bir necha quyosh diametrining uzunligiga teng bo‘ladi. Quyosh toji qayerda tugaydi degan savolga olimlar hali aniq javob olmadilar.

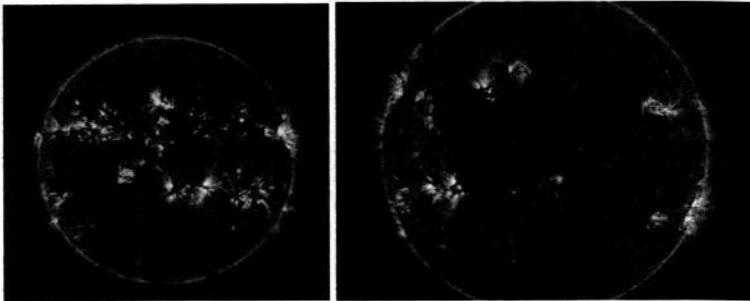


2.3-rasm. Quyosh toji



2.4-rasm. 1999-yil Quyosh tutilishidagi quyosh toji.

Quyosh tojining tarkibi zaryadlangan, yuqori darajada ionlashgan plazmadan iborat. Uning tarkibiga og'ir ionlar, gely yadrosidagi elektronlar va protonlar kiradi. Quyosh tojining harorati Quyosh yuzasiga nisbatan 1 dan 2 million daraja Kelvinga yetadi.



2.5-rasm. 2013-yil 9-aprel NASA / SDO tomonidan tasvirga olingan Quyoshning ko'rinishi.

Quyosh toji, asosan, quyosh shamolini hosil qiladigan koinotga bir necha yuz ming, hatto million kilometrdan ko'proq masofaga ajralib chiqadigan energiya va modda yorilishlaridan iborat. O'rtacha toj harorati 1 dan 2 million K gacha, eng yuqori darajasi ba'zi joylarda 8 dan 20 million K gacha boradi. Bunday yuqori haroratga qaramay, u faqat quyoshning to'liq tutilishi vaqtida ochiq ko'zga ko'rinadi, chunki tojdagi moddalarning zichligi kamligi sababli uning ravshanligi ham past. Ushbu qatlamning g'ayritabiiy qizib ketishiga ehtimol, magnit bo'ronlari va zarba to'lqinlarining ta'sirlari sabab bo'ladi. Toj shakli

Quyosh faolligi davrining fazasiga qarab o'zgaradi: maksimal faollik davrida u dumaloq shaklga ega bo'ladi va eng kamida quyosh ekvatori bo'ylab cho'zilib ketadi. Tojning harorati juda yuqori bo'lganligi sababli u ultrabinafsha va rentgen nurlari oralig'idagi nurlarni intensiv ravishda chiqaradi. Ushbu nurlanishlar Yer atmosferasiga o'tmaydi, ammo ularni kosmik kemalar yordamida o'rganish mumkin. Tojning turli sohalarida nurlanishi notekis bo'lib, issiq faol va sokin bo'laklardan, shuningdek, kosmosga magnit kuch chiziqlarni chiqaradigan, nisbatan past $T=600000$ K haroratda bo'lgan teshiklardan iborat. Bu ("ochiq") magnit konfiguratsiya zarrachalarning Quyoshdan to'siqsiz chiqib ketishiga imkon beradi, shuning uchun quyosh shamoli asosan toj tuynuklarida hosil bo'ladi.

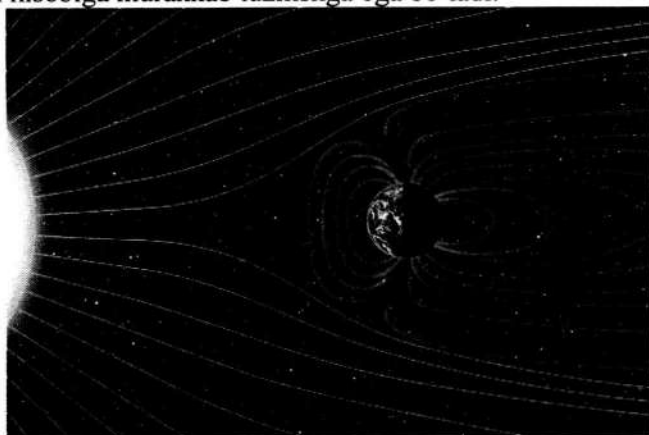
Quyosh tojining ko'rinadigan spektrining L, K va F komponentlari yoki mos ravishda L-toj, K-toj va F-toj deb nomlangan uch xil komponentdan iborat; L komponentining boshqa nomi E-korona, K-komponent doimiy toj spektri deb yuritiladi. Uning fonida Quyoshning ko'rinadigan chetidan 9-10' balandlikka qadar L-komponent emissiyasi ko'rinadi. Taxminan 3' balandlikda (Quyoshning burchak diametri 30' ga teng) va undan yuqoriroqda Fraunhofer spektri ko'rinadi, u xuddi fotosfera spektri bilan bir xil bo'ladi. U Quyosh tojining F komponentini tashkil qiladi. 20' balandlikda toj spektrida F komponenti ustunlik qiladi. 9-10' balandlik ichki tojni tashqi tojdan ajratib turuvchi chegara sifatida qabul qilinadi. Quyoshdangi to'liq uzunligi 20 nm dan kam bo'lgan nurlanishlar quyosh tojidan kelib chiqadi. Masalan, Quyoshning 17,1 nm (171 Å), 19,3 nm (193 Å), 19,5 nm (195 Å) to'liq uzunlikdagi umumiy tasvirlarida faqat Quyosh tojlari elementlari bilan ko'rinadi va xromosfera va fotosfera - ko'rinmaydi ikkita koronal teshik, deyarli har doim shimol va janubda mavjud Quyoshning ko'rinadigan yuzasida vaqtincha paydo bo'lgan boshqa donachalar amalda deyarli rentgen nurlarini chiqarmaydilar.

Quyosh shamoli

Quyosh shamoli - quyosh atmosferasining tashqi qobig'idan doimiy ravishda chiqadigan moddalar (plazma) oqimidan iboratdir. U protonlar, atom yadrolari va elektronlardan tashkil topadi. Quyosh shamolining tezligi Quyoshda sodir bo'layotgan jarayonlarga muvofiq 300 km/s dan 1500 km/s gacha oraliqda bo'lishi mumkin. Quyosh shamoli Quyosh

tizimi bo'ylab tarqalib, Yerning magnit maydoni bilan o'zaro ta'sirda bo'lib, turli xil hodisalarni keltirib chiqaradi.

Quyosh tojining tashqi qismida quyosh shamoli hosil bo'ladi, uning zichligi ionlashgan zarralar oqimi (asosan protonlar, elektronlar va α -zarralar), geliosfera chegaralarida tarqalishi hisobiga asta-sekin kamayadi. Quyosh shamoli ikki qismga bo'linadi - sekin va tez quyosh shamoli. Sekin quyosh shamolining tezligi taxminan 400 km/s va harorat $T=1,4-1,6 \cdot 10^6$ K ga teng bo'lib, hosil bo'layotgan quyosh tojining harorati bilan mos keladi. Tez quyosh shamolining tezligi taxminan 750 km/s, harorat $T=8 \cdot 10^5$ K ni tashkil qiladi va tarkibi bo'yicha fotosfera moddasiga o'xshash bo'ladi. Sekin quyosh shamoli tezrog'iga nisbatan ikki baravar zich bo'ladi. Sekin quyosh shamoli turbulentlik oqimlari hisobiga murakkab tuzilishga ega bo'ladi.

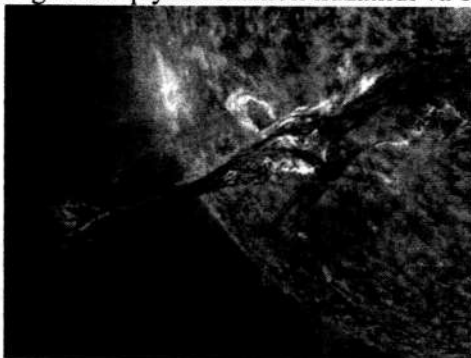


2.6-rasm. Quyosh shamoli ta'sirida Yer magnit maydonining buzilishi.

O'rtacha Quyosh shamolida sekundiga taxminan $1,3 \cdot 10^{36}$ tagacha zarralar ajrab chiqadi. Binobarin, Quyosh tomonidan massaning umumiy yo'qotilishi yiliga $2-3 \cdot 10^{14}$ quyosh massasini tashkil etadi. 150 million yillik yo'qotish Yer massasiga tengdir. Yerdagi ko'plab tabiiy ofatlarni sodir bo'lishiga quyosh shamolining buzilishi, shu jumladan geomagnitik bo'ronlar va auralarga bog'liq bo'ladi.

Quyosh shamolining tavsiflarini dastlab to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar 1959-yil yanvar oyida Sobiq Ittifoqda uchirilgan "Luna-1" stansiyasi tomonidan olingan. Kuzatishlar sintilatsion hisoblagich va gaz ionizat-

siyasi detektori yordamida amalga oshirilgan. Uch yil o'tgach, xuddi shu kuzatishlar Amerikalik olimlar tomonidan "Mariner- 2" stansiya-sidan foydalangan holda amalga oshirildi. 1990-yillarning oxirida SOHO sun'iy yo'ldoshiga o'rnatilgan Ultrafiolet koronal spektrometri (*Ultraviolet Coronal Spectrometer* (UVCS)) yordamida Quyosh qutblarida hosil bo'ladigan tez quyosh shamoli kuzatildi va o'rganildi.



2.7-rasm. Quyosh tojni massadan ajralishi. Plazma nurlarini magnit maydon kamonlari bo'ylab cho'zilgan holati.

Quyosh magnit maydonlarining kelib chiqishi va turlari

Quyosh plazmasi yetarlicha yuqori elektr o'tkazuvchanligiga ega bo'lganligi sababli, unda elektr toklari va magnit maydonlari paydo bo'ladi. To'g'ridan-to'g'ri quyosh fotosferasida kuzatilgan magnit maydon xossasiga muvofiq ikki turga bo'linadi.

Magnit maydon o'lchamlarini Quyosh o'lchamlari bilan taqqoslaganda keng ko'lamli magnit maydon bir necha Gauss qiymatida fotosferada o'rtacha intensivlikka ega bo'ladi. Quyoshning faollik davrining minimal qismida taxminan dipol tuzilishga, Quyosh qutblaridagi maydon kuchi maksimal darajagacha erishadi. Quyosh faolligi davrining maksimal darajasiga yaqinlashganda, qutblardagi maydon kuchi asta-sekin kamayadi va davrning maksimal darajasidan bir yoki ikki yil o'tgach, nolga teng bo'ladi, bu quyosh magnit maydonining qutblanishning teskari tomoni deb ataladi. Bu fazada Quyoshning umumiy magnit maydoni to'liq yo'qolmaydi, lekin uning tuzilishi dipol ko'rinishida emas, kvadrotopoldan iborat bo'ladi. Shundan so'ng, Quyosh dipolining kuchi yana ortadi, lekin shu bilan birga u boshqa qutbga ega bo'ladi. Quyoshning umumiy magnit maydonidagi o'zgarishlarning to'liq aylanish davrining o'zgarishini hisobga olgan holda, Quyosh faol-

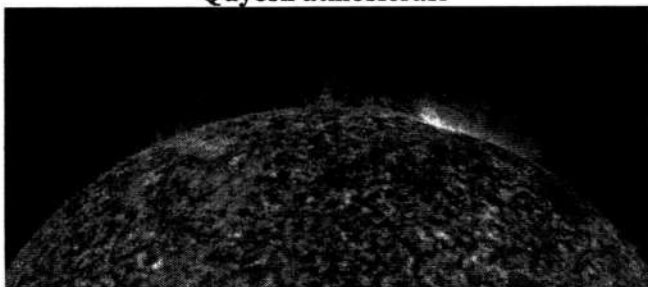
ligining 11 yillik davrining davomiyligining ikki baravariga - taxminan 22 yil ("Xeyl qonuni")ga teng bo'ladi.

Eng kuchli magnit maydonlar (bir necha ming Gaussgacha) quyosh dog'lari guruhlarida quyosh davrining maksimal oralig'ida kuzatiladi. Odatda, bu guruhning g'arbiy ("bosh") qismidagi quyosh dog'larining magnit maydoni, shu jumladan eng katta nuqta ("guruh rahbari" deb ataladi). Quyoshning mos keladigan qutbidagi umumiy magnit maydonning qutblanishiga to'g'ri kelganda "p-qutblilik" va sharqiy ("dum") qismida unga qarama-qarshi "f-qutblilik" hosil bo'ladi. Dog'larning magnit maydonlari, qoida tariqasida, ikki yoki ko'p qutbli tuzilishida bo'ladi. Magnit maydonning yagona qutbli sohalari fotosferada ham kuzatiladi. Ular quyoshdagi kichik dog'lar guruhlaridan farqli qutblarga yaqinroq joylashgan va magnit maydon kuchi ancha past (bir necha Gauss), lekin, kattaroq maydon va yashash davomiyligini (bir necha quyosh portlashlariga qadar) uzoqligi bilan ajralib turadi. Bu holat ko'pgina tadqiqotchilar tomonidan muxokama qilinib, umumiy xulosaga kelingan.

Zamonaviy tushunchalarga ko'ra, quyosh magnit maydoni konvektiv sohaning pastki qismida gidromagnit konvektiv mexanizmi yordamida hosil bo'ladi va keyinchalik magnit ta'siri ostida fotosferaga sizilib chiqadi. Xuddi shu mexanizm asosida quyosh magnit maydonining 22 yillik takrorlanuvchi davri tushuntiriladi.

Quyoshning nurli sohasida va yadrosida - konvektiv sohaning pastki qismida birlamchi yoki hech bo'lmaganda juda uzoq vaqt mavjud bo'ladigan magnit maydon mavjudligiga oid ba'zi bir ma'lumotlar mavjud.

Quyosh atmosferasi



2.8-rasm. Quyoshning Hinode sun'iy yo'ldoshidagi optik teleskop (SOT) yordamida olingan Quyosh sirti va toji. 2007-yil 12-yanvarda olingan [1].

Quyoshning asosiy parametrlari

Yerdan o'rtacha uzoqlikdagi masofa	$1,496 \cdot 10^8$ km (8,31 yorug'lik daqiqasi) 1 a. b.
O'rtacha gorizontal pralaksi	8,794"
Ko'rinadigan yulduz kattaligi (V)	-26,74m
Mutlaq yulduz kattaligi	4,83m
Spektral sinfi	G2V

Orbitasining parametrlari

Galatika markazidan masofasi	$\sim 2,5 \cdot 10^{20}$ m (26 000 yorug'lik yili)
Galaktika tekisligidan masofasi	$\sim 4,6 \cdot 10^{17}$ m (48 yorug'lik yili)
Galatik orbital davri	$2,25-2,50 \cdot 10^8$ yil
Tezligi	$\sim 2,2 \cdot 10^5$ m/s (Galaktika markazi atrofidagi orbitada) 19,4 km/s (qo'shni yulduzlarga nisbatan)

Fizik parametrlari

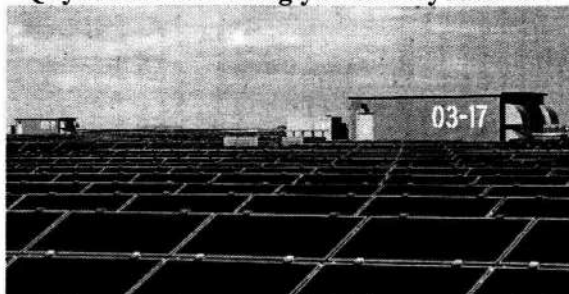
O'rtacha diametri	$1,392 \cdot 10^9$ m (Yerning diametridan 109 marotaba katta)
Ekvatorial radiusi	$6,9551 \cdot 10^8$ m
Ekvator atrofining uzunligi	$4,37001 \cdot 10^9$ m
Qutbiy siqilishi	$9 \cdot 10^{-6}$
Maydonning yuzasi	$6,07877 \cdot 10^{18}$ m ² (Yerning yuzasidan 11 918 katta)
Hajmi	$1,40927 \cdot 10^{27}$ m ³ (Yer hajmidan 1 301 019 katta)
Massasi	$1,9885 \cdot 10^{30}$ kg (Yer massasidan 332 940

	katta)
O'rtacha zichligi	1,409 g/sm ³
Ekvatorida erkin tushish tezlanishi	274,0 m/s ² (27,96 g)
Ikkinchi samoviy tezligi (yuza uchun)	617,7 km/s (Yerning tezligidan 55,2 marta katta)
Effektiv sirt harorati	5778 K
Toj harorati	~1 500 000 K
Yadro harorati	~15 700 000 K
Yoritilishi	3,828 · 10 ²⁶ Vt (~3,75 · 10 ²⁸ Lm)
Yorqinligi	2,009 · 10 ⁷ Vt/m ² ·s

Fotosfera tarkibi

Vodorod	73,46 %
Geliy	24,85 %
Kislorod	0,77 %
Uglerod	0,29 %
Temir	0,16 %
Neon	0,12 %
Azot	0,09 %
Kremniy	0,07 %
Magniy	0,05 %
Oltinugurt	0,04 %

Quyosh nurlari energiyasidan foydalanish



2.9-rasm. Topaz quyosh elektr stansiyasi.

Quyosh nurlari stansiyalari - quyosh nuri energiyasini elektr yoki issiqlik energiyasiga aylantirishga asoslangan.

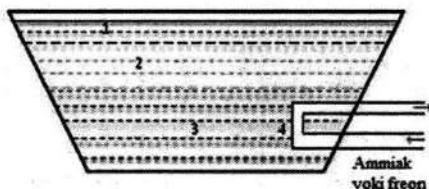
Quyosh elektr stansiyalari (QES) Quyosh energiyasini to'g'ridan-to'g'ri (ichki fotoelektr effekti asosida), elektr energiyasiga aylantirib beradi.

Amerika Qo'shma Shtatlarining Kaliforniya shtatida "Topaz Solar Farm" kompaniyasining Quyosh elektr stansiyasi 550 MVt quvvatga ega va u hozirda ishlab turibdi [2].

Quyosh elektr stansiyalari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- kaliy eritmasi bilan to'ldirilgan markaziy minoraga geliostatlar yordamida quyosh nurlari jamlanadi;

- modul - QESlarda sovutish suyuqligi, odatda texnik moylar qo'llaniladi. Quyosh nurlarini parabolik-silindrsimon ko'zgu konsentrator markaziga o'rnatiladi va issiqlik ta'sirida bug'lanadigan suvga issiqlik uzatiladi.



2.10-rasm. Quyosh suv havzasining diagrammasi:

1 - toza suv qatlami; 2 - gradient qatlam;

3- sho'r suv qatlami; 4 - issiqlik almashtiruvchi.

Quyosh havzalari - bir necha metr chuqurlikdagi, ko'p qavatli tuzilishga ega bo'lgan kichik hovuz [3,4]. Yuqori - konvektiv qatlam -

chuchuk suv so'ngra sho'r konsentratsiyasi yuqoridan pastgacha ortib boradigan gradiyent qatlam hamda pastki qismida yuqori sho'rlikka ega suv qatlamidan iborat bo'ladi. Issiqlikni maksimal yutishga erishish uchun hovuzning pastki va yon tomonlar qora material bilan qoplanadi. Suvni isitish pastki qatlamda sodir bo'ladi, bunda sho'r suvning zichligi kattaroq, chunki issiq suvda tuzning erishi tufayli zichlik katta bo'ladi. Qatlamlarning konvektiv aralashmasi sodir bo'lmaydi va sho'r suvni $T=100^{\circ}\text{C}$ yoki undan yuqori darajaga qadar qizdirilishi mumkin. Naychali issiqlik almashinuvchi tizim sho'r suv muhitiga joylashtiriladi. Undan past haroratlarda qaynoq suyuqlikka (ammiak, freon va boshqalar) aylanadi va qizdirilganda bug'lanib, uning kinetik energiyasi bug' turbinasiga uzatiladi. Bu turdagi eng yirik elektr stansiya Isroil davlatida qurilgan bo'lib, uning quvvati 5 MVt, suv havzasining maydoni $250\,000\text{ m}^2$ va chuqurligi 3 m ni tashkil qiladi.

2.2 Quyosh energiyasini issiqlik, mexanik va elektr energiyasiga aylantirish

Quyosh energiyasini issiqlik, mexanik va elektr energiyasiga aylantirish mumkin. Zamonaviy Quyosh qurilmalari turar-joy va jamoat binolarini isitish va sovutish tizimlarida, past, o'rta va yuqori haroratlarda sodir bo'ladigan texnologik jarayonlarda qo'llanilib kelinmoqda. Ular issiq suvni ishlab chiqarish, dengiz yoki sho'r suvlarni chuchuklashtirish, materiallar va qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish va boshqa sohalarda ham keng ishlatiladi. Quyosh energiyasi tufayli fotosintez jarayoni, ya'ni o'simliklarning o'sishi amalga oshadi, turli fotokimyoviy jarayonlar sodir bo'ladi.

Quyosh energiyasini issiqlik va elektr energiyasiga aylantirish uchun mo'ljallangan qurilmalari bo'lgan quyosh elektr stansiyalarida (QES) quyosh energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi. QESning samarali ishlashi uchun issiqlik akkumulyatori va avtomatik boshqaruv tizimi zarur.

Quyosh energiyasini olish va issiqlik energiyasiga aylantirishda suv bug'larini hosil qilish, qizigan bug'ni yoki suyuqlikni metall sovu-tishlardan oqizish hisobiga amalga oshiriladi. Bunda optik tizim va konsentratorlarda quyosh energiyasi qabul qilinib, uni issiqlik energiyasiga aylantiriladi.

Cho'l hududlari quyosh elektr stansiyalarini joylash-tirish uchun eng mos hududdir. Umumiy maydoni 20 million km^2 (Sahroi Kabrning maydoni 7 million km^2) bo'lgan dunyodagi eng katta cho'llar yuzasida yiliga taxminan $5 \cdot 10^{16}$ kVt-soat quyosh energiyasini olish mumkin. Quyosh energiyasini 10% ga teng bo'lgan foydali ish koeffitsiyenti bilan elektr energiyaga aylanadi deb qarasa, hozirda dunyo miqyosida energiya iste'molini ta'minlash uchun QESlarni joylashtirishda cho'l hududlarining atigi 1% idan foydalanish yetarli ekan.

Quyosh energiyasidan elektr energiya olishda boshqa usullardan foydalanish

Minora va modulli elektr stansiyalari

Hozirgi vaqtda quyosh elektr stansiyalari asosan ikki xil usulda quriladi: minora turidagi quyosh elektr stansiyalari va taqsimlangan (modulli) quyosh elektr stansiyalari.

Minora turidagi quyosh elektr stansiyasini yaratish g'oyasi 350 yildan ko'proq vaqt oldin taklif etilgan, ammo ushbu turdagi quyosh elektr stansiyasining qurilishi faqat 1960-yilda boshlangan va 80-yillarda AQSh, G'arbiy Yevropa, sobiq SSSR va boshqa mamlakatlarda minorali quyosh elektr stansiyalari qurilgan.

QES minorasi geliostatlar katta maydoniga qurilib, uning markazida nurlarni qabul qiluvchi minora joylashadi va unda bir necha ming quyosh nurlarining konsentratsiya darajasi ta'minlanadi. Bunday qurilmalardagi quyoshni kuzatib borish tizimi juda murakkab, chunki u ikki o'q atrofida harakat qilishi talab qilinadi. Tizim kompyuter yordamida boshqariladi. Issiqlik dvigatelida ishlaydigan vosita sifatida suv bug'lari odatda $T=550^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratda, havo va boshqa gazlar $T=1000^{\circ}\text{C}$ gacha, past haroratlardagi organik suyuqliklar (shu jumladan freonlar) – $T=100^{\circ}\text{C}$ gacha, suyuq metall sovutadigan suyuqliklar – $T=800^{\circ}\text{C}$ gacha haroratda bo'ladi.

Quyosh elektr stansiyalarining asosiy kamchiliklari - yuqori tanarxi va katta hududni egallashidir. 100 MVt quvvatga ega QESni joylashtirish uchun 200 gektar maydon, 1000 MVt quvvatga ega QES uchun 50 gektar maydon kerak bo'ladi. Quvvati 10 MVtdan oshiq bo'lgan QESlarni qurish foydasiz, chunki ularning optimal quvvati 100 MVt, minoraning balandligi 250 m bo'lishi talab etiladi.

Tarqatilgan (modulli) turdagi QESda ko'plab modullardan foydalanadi, ularning har biri quyosh nurlanishining parabolik-silindrlil kon-

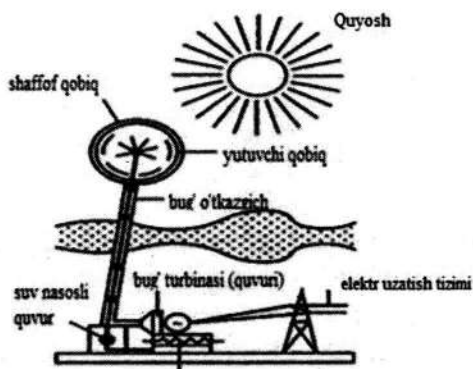
sentratori va konsentratsiya markazida joylashgan qabul qiluvchini o'z ichiga oladi va elektr generatoriga ulangan issiqlik dvigateliga yetkazib beriladigan ishchi suyuqlikni isitishga xizmat qiladi. Ushbu turdagi eng yirik QES AQShda qurilgan va uning quvvati 12,5 MVtni tashkil qiladi.

Kam quvvatli modulli quyosh elektr stansiyalari minoralariga qaraganda ancha tejamli. Modulli quyosh elektr stansiyasida quyosh energiyasining konsentratorlarini odatdagi maksimal konsentratsiyalashi 100 quyosh massasiga yaqin bo'ladi.

Bashoratga muvofiq kelajakda QES quruqlikda 13 million km² va okeanda 18 million km² maydonni egallaydigan etib quriladi [5].

Quyosh aerostatik elektr stansiyalari. Bu qurilma 4 ta asosiy qismdan iborat:

- Aerostat – quyosh nurlari shar ko'rinishidagi qurilmaga yig'ilgan suvni tezda qizdirib, bug'ga aylantiradi.
- Bug' uzatgich - orqali bosim ostida bug' turbinaga tushadi va uni aylanishiga majbur qiladi.
- Turbina - bug' oqimi ta'sirida aylanib, elektr energiyasini ishlab chiqaradi.
- Kondensator - turbinadan o'tgan bug'ni kondensatsiyalab suvga aylantiradi va nasos yordamida sharsimon qurilmaga ko'taradi, unda suv bug' holatiga qayta o'tadi.



2.11-rasm. Quyosh aerostatik elektrostansiyasining tuzilishi [6].

Quyosh geotermik energiyasi

Quyosh energiyasidan suvni isitish uchun ham, elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun ham keng qo'llaniladi. Quyosh kollektorlari:

po'lat, mis, alyuminiy va boshqa materiallardan yaratiladi, unda qimmat kremniy materiali ishlatilmaydi. Bu uskunalarning va unda ishlab chiqariladigan energiyaning narxini sezilarli darajada kamaytirishga imkon beradi. Hozirda alternativ energiya manbalari ichida quyosh nurlari yordamida suvni isitish va quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish eng samarali usul hisoblanadi.

2001-yilda quyosh kollektorlarida ishlab chiqarilgan elektr energiyasining narxi har bir kVt soatga 0,09-0,12 dollarni tashkil etdi. AQSh Energetika vazirligi quyosh konsentratorlari asosida ishlab chiqariladigan elektr energiyaning narxi 2020-2022-yillarga kelib 0,04-0,05 dollargacha pasayishini taxmin qilmoqda.

2002-yilda Jazoirida gibrid elektr stansiyalarni qurilishi boshlandi. Kunduzi elektr energiyasi parabolik konsentratorlar yordamida hosil qilinadi, kechasi esa tabiiy gazdan foydalanib, elektr toki ishlab chiqariladi.

2010-yil boshida quyosh issiqlik energiyasidan foydalanib olingan elektr energiyaning umumiy quvvati bir gigavattga yetdi. 2022-yilga kelib, Yevropa Ittifoqi mamlakatlari 26,3 GVt issiqlik energiyasini ishlab chiqarishni rejalashtirmoqda.

Quyosh transporti

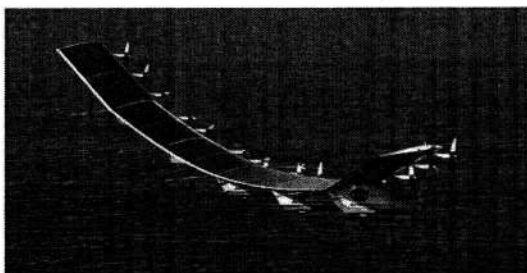
Fotovoltaik elementlarni turli xil transport vositalariga o'rnatish mumkin: qayiqalar, elektr va gibrid transport vositalari, samolyotlar, dirijabllar va boshqalar bunga misol bo'ladi.

Fotovoltaik elementlar elektr energiyani ishlab chiqaradi, bu transport vositasining bortidagi quvvat manbai sifatida yoki elektr transport vositalari uchun elektr motorini quvvatlantirish uchun ishlatiladi.

Italiya va Yaponiyada fotovoltaik elementlar temir yo'l poezdlarining tomlariga o'rnatilgan. Ulardan konditsionerlar, yoritish va avariya tizimlari uchun elektr energiyani ishlab chiqarishda foydalaniladi.

1981-yilda uchuvchi Pol Beti Makti quyosh energiyasi bilan ishlaydigan "Solar Challenger"da 258 kilometr masofani 48 km/soat tezlik bilan uchib o'tdi. 2010-yilda odam boshqaradigan Solar Impulse quyosh samolyoti havoda 24 soat uchib turdi. Harbiylar havoda nihoyatda uzoq oylar yoki yillar davomida tura oladigan quyosh energiyasidan foydalanadigan uchuvchisiz uchish vositalariga katta qiziqish bildirmoqdalar.

Bunday tizimlar sun'iy yo'ldoshlarning o'rini almashtirishi yoki sun'iy yo'ldishlar o'tmaydigan hududlarini to'ldirishi mumkin.



2.12-rasm. "Solar Challenger" samolyoti [7].

Quyosh kollektorlari

Quyosh kollektorlari fotovoltaiik tizimlar qatorida faol quyosh texnologiyalari asosida yaratilindi. Quyoshdan energiya olishda dera-zalar va issiqxonalar kabi quyosh nurlanishidan to'g'ridan-to'g'ri foyda-lanishni amalga oshiradigan texnologiyadir.

Quyosh kollektorlari ko'proq quyosh panellari nomi bilan tanilgan bo'lib, aslida suvni isitish uchun hamda havoni sovutish uchun quyosh energiyasidan issiqlik energiyasini olishga mo'ljallangan qurilmadir.

Quyoshdan issiqlik energiyasini olish foydalanilgan texnologiyaga qarab uch xil bo'lishi mumkin. Birinchi turi **quyosh kollektorlari** to'g'ridan-to'g'ri quyosh nurlari ta'sirida bo'lgan plastik naychalardan iborat bo'lib, ular ichidagi aylanayotgan suyuqlikni isitadi.

Ikkinchi turi - **quyosh kollektorlari bilan qoplangan pollar**, bu holatda quyosh nurlari tekis metall kollektorda qabul qilinadi va panel-ning pastki qismida joylashgan o'tkazgichlarda oqadigan suyuqlikka uzatiladi. Bunda sirtni qoplagan shishaning vazifasi kollektor sirtidan aks etgan nurlanishning tarqalishini oldini olishdir.

Uchinchi turi - **vakuimli quyosh kollektorlari**, adsorbsiya mate-riali bilan qoplangan va vakuumli shisha kanallarga yopilgan quvur-lardan iborat bo'lib, Quyosh energiyasidan foydalanishdagi eng samarali qurilma hisoblanadi. Agar fotoelektr panellar o'ziga tusha-yotgan Quyosh energiyasining 14-18% ni elektr energiyasiga aylantirsa, quyosh kollektorida bu samara 70-80% ga yetadi [8]. Haroratga bog'liq holda Quyosh kollektorlarini quyidagi turlarga bo'lgan holda ko'rib chiqamiz:

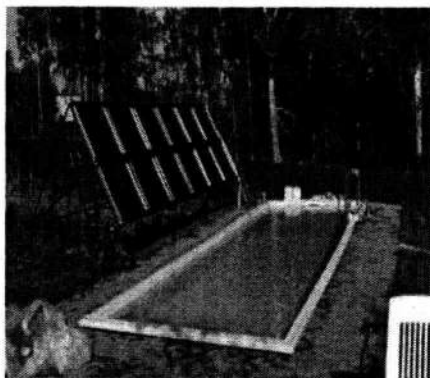
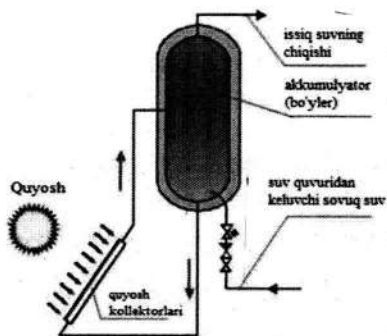
1) past haroratli kollektorlar – bunday kollektorlarda harorat $T=50^{\circ}\text{C}$ dan yuqori bo‘lmadi. Bular basseynlardagi suvni isitishga o‘xshash yuqori harorat talab qilinmaydigan holatlarda qo‘llaniladi.

2) o‘rta haroratli kollektorlar – bu suvni $T=50-80^{\circ}\text{C}$ gacha isitishda foydalaniladi. Bunday kollektorlar yassi shisha plastinkadan tashkil topgan bo‘lib, issiqlik tashuvchi sifatida suyuqlikdan foydalaniladi.

3) yuqori haroratli kollektorlar parabola ko‘rinishidan iborat bo‘lib, ko‘pincha nisbatan kattaroq tizimlarda foydalaniladi. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda elektr generatorlarning ishlatilishida foydalaniladi.

Hozirda Quyosh kollektorlarining eng oddiy ko‘rinishlaridan biri havo kollektorlari hisoblanadi. Bular termosifon kollektorlar deb ham yuritiladi. Bunday nomlanishiga sabab, quyosh kollektorlari bir vaqtning o‘zida issiqlikni o‘zida jamlab olib uning hisobiga qizigan suvni ham o‘zida saqlaydi. Bunday kollektorlar ko‘pincha standart qurilmalar hisoblangan gazli va elektrli qurilmalardagi suvni dastlabki harorat-gacha isitishda foydalaniladi. Bunday usul yordamida elektr va gaz sarfini tejash mumkin bo‘ladi [9].

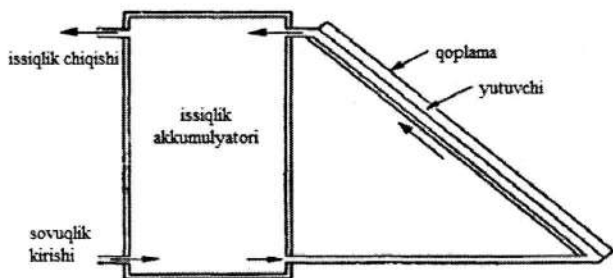
Ushbu kollektorning afzalliklariga quyidagilar kiradi: elektr energiyani tejaydi, nisbatan arzon energiya olinadi va Quyosh energiyasidan suv isitish tizimida foydalaniladi, qurilmaga texnik xizmat ko‘rsatish ancha sodd.



2.13– rasm. Quyosh kollektori yordamida basseynni isitish tizimi.

Bunday kollektorlar “Integrated Collector and storage” yoki yig‘ma kollektorlar deyiladi. Kollektor qurilmalari ko‘pincha bir yoki bir nechta

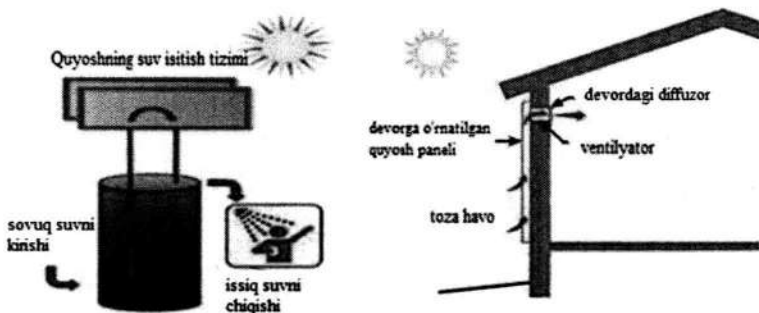
suv bilan to'ldirilgan baklardan iborat bo'ladi. Bu baklar issiqlikdan himoyalangan yashik ichida joylashtiriladi va shisha qopqoq bilan yopiladi, ba'zan yashik ichiga reflektor joylashtiriladi. Undan foydalanishdan maqsad tushayotgan Quyosh nurini yig'ib beradi. Shishadan o'tgan Quyosh nuri suvni qizdiradi. Bu usulda ishlaydigan qurilma arzoniga tushadi, biroq qishdagi sovuq davrda suvni muzlashdan himoya qilish kerak bo'ladi (2.13 – rasm).



2.14– rasm. Quyosh havo kollektori.

Quyosh havo kollektorlari havoning aylanish usuliga qarab ikki guruhga bo'linadi: 1-guruhda kollektordagi issiqlik tashuvchi ya'ni havoning oqimi to'g'ridan-to'g'ri yutuvchi sirt ostidan o'tadi. Bunda kollektordagi havoning harorati atrof-muhit haroratidan $T=3-5^{\circ}\text{C}$ ga farqlanadi. Bunday kichik foydali ish koeffitsiyenti (FIK)ni bo'lishiga sabab konveksiya va nurlanish orqali issiqlik yo'qolishining mavjudligidir. Infraqizil nurlanishni yutishga moslashgan nisbatan kichik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan modda bilan kollektorning yutuvchi sirti qoplanganda, issiqlik yo'qolish darajasi kamayadi. Sabab, havo oqimi yutuvchi sirt ostida yoki yutuvchi sirt bilan ushbu shaffof qoplama orasida to'planadi. Shisha yoki plastmassadan qilingan shaffof qoplama yutuvchi sirtidan chiqayotgan issiqlik nurlanishini ko'p miqdorda pasaytirish imkoni yo'q. Biroq haroratni $T=20-50^{\circ}\text{C}$ ko'tarish imkonini beradigan konvektiv issiqlik yo'qolishini kamaytirib yuboradi. Shu bilan birga bu parametrga kollektorga tushayotgan Quyosh energiyasini intensivligi ob-havo iqlim sharoitiga ham bo'g'liq bo'ladi. Bunday kollektorlarning umumiy afzallik tomonlari shundaki, yutuvchi sirt harorati pasayishi hisobiga nurlanish bilan issiqlik yo'qolishining kamayishi ham kuzatiladi [10].

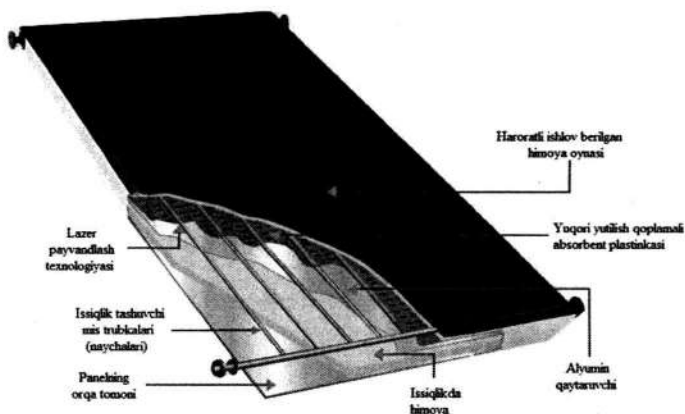
Yassi Quyosh kollektorining shisha qismi shaffof yoki xira bo'ladi, ko'pincha shishani Quyosh nuriga nisbatan to'liq shaffof bo'lmagan qilib tanlab olinadi. Shisha tarkibiga temir juda kam miqdorda qo'shiladi va rangli shisha olinadi. Bu kollektorga tushayotgan yorug'likni asosiy qismini o'tkazishga yordam beradi. Uning ishlashi quyidagicha: issiqlik qabul qiluvchi plastinkaga tushgan Quyosh energiyasi shu yerning o'zida issiqlik energiyasiga aylanadi, shisha kollektorning FIKni oshirish uchun xizmat qiladigan issiqlikdan himoyalovchi qatlam bo'lib xizmat qiladi. Uning devorlari ham issiqlikdan himoya qilish vazifasini bajaradi, bunday konstruksiya issiqlik yo'qolishini minimumga tushiradi (2.15– rasm). Quyosh nurini yutuvchi plastina yoki absorbentni qora rangga bo'yalishiga sabab, yutilayotgan Quyosh energiyasi miqdorini oshirishdir. Mutlaq qora jisimga tushayotgan Quyosh radiatsiyaning to'liq uzunligiga bog'liq bo'lmagan holda barcha to'liq uzunligi oralig'idagi yorug'likni yutadi.



2.15 – rasm. Yassi Quyosh kollektorining ishlash tizimi.

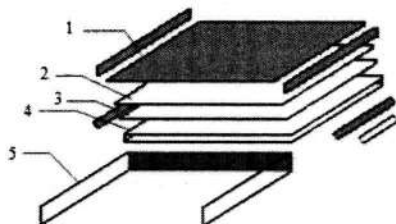
Shishadan o'tib yutuvchi plastinkaga tushgan Quyosh nurlarini shu yerda issiqlik energiyasiga aylanish jarayonini davom ettirishi uchun olingan issiqlik tashuvchiga uzatiladi. Issiqlik tashuvchi bo'lib, trubalarda aylanayotgan havo yoki suyuqlik xizmat qiladi. Afsuski, qoraytirilgan sirt ham Quyosh radiatsiyasining 10% ni qaytaradi. Bu holatni cheklash uchun yutuvchi plastinkaga qo'shimcha maxsus qoplama qoplanadi. Bunday qoplama oddiy bo'yoq bilan bo'yalgan sirtga nisbatan uzoqroq xizmat qilib, kollektorning FIKni oshirish imkonini beradi. Qoplamalarga misol qilib amorf yarimo'tkazgich qatlamlarni ko'rsatish mumkin. Asosi metall hisoblangan plastinkalarga amorf

yarimo'tkazgich vakuumda purkaladi. Yutuvchi plastinalar issiqlikni yaxshi o'tkazadigan metallardan tayyorlanadi. Metallning yuqori darajada issiqlik o'tkazuvchanligi issiqlik tashuvchiga qayta ishlangan energiyani uzatish jarayonida issiqlik yo'qolishini kamaytirishga olib keladi [11]. Bunday metallarga alyumin va mis materiallari kiradi. Bu ikki metall orasidagi farq mis alyumin plastinkasiga nisbatan issiqlikni yaxshi o'tkazishi va korroziyaga bardoshligi bilan ajralib turadi (2.16 – rasm).



2.16 – rasm. Yassi Quyosh kollektorning umumiy ko‘rinishi va tuzilishi.

Oynali havo kollektorlari iqtisodiy jihatdan nisbatan arzon bo‘lganligi bilan tashqi ta’sirlar natijasida sinish ehtimoli katta. Bunday holda kollektorlar perforli metallardan yasaladi va qora rangda bo‘yaladi. Bunday material issiqlik almashinuvini yaxshilashga imkon beradi. Kollektorning ishlashi shundan iboratki, metall yetarli darajada tez isiydi va unga o‘ranatilgan ventilyator metall qavatdagi tuynuk orqali issiq havoni o‘ziga tortadi. Hozirda bu turdagi kollektorlar aholi yashash joylarida ishlatiladi va ularning o‘lchami 2,4-0,8 m bo‘ladi. Qizigan havoning oqim tezligi 0,002 m/s ni tashkil etadi. Hattoki qishning Quyoshli kunida ham kollektordagi havo harorati tashqari harorat bilan taqqoslaganda 28°C gacha farq qiladi. Demak, tashqaridan kelayotgan havo oqimini yaxshilash talab etiladi. Bunday kollektorlarni sanoatdagi modellarida FIK 70% gacha yetadi, ularning narxini ishlatiladigan materiallar hisobiga pasaytirish mumkin (2.17 – rasm).



2.17 – rasm. Oynali havo kollektorining tuzilishi:

1- tiniq qoplama, 2 - yig'uvchi sirt, 3- qaytaruvchi ekran, 4- issiqlik izolyatsiyasi, 5 – korpus.

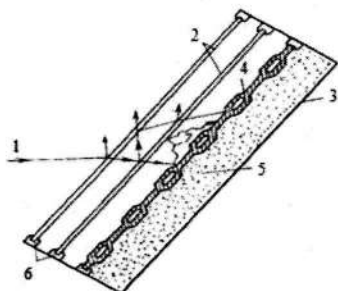
Quyosh kollektorlarining ishchi haroratini $T=120-250^{\circ}\text{C}$ gacha ko'tarish uchun yutuvchi element ostida joylashgan parabolaslindrik qaytargichli konsenratorlardan foydalaniladi. Bunda yuqoriroq haroratni olish uchun qurilma Quyosh yo'nalishi bo'ylab avtomatik siljish xususiyatiga ega bo'lishi kerak [12].

Yassi quyosh kollektorlari

Yassi plastinkali quyosh kollektori - bu quyosh energiyasidan foydalangan holda suyuqlik yoki gazni isitish uchun mo'ljallangan issiqlik qurilmasidir. Yassi quyosh kollektorlarining qo'llanish sohalari – turar-joy va sanoat binolarini isitish, havoni tozalash tizimlari, issiq suv ta'minoti, shuningdek, Rankin qonuniyatiga muvofiq ishlaydigan, ishchi suyuqligi nisbatan past haroratlarda qaynaydigan elektr stansiyalarida. Yassi quyosh kollektorlarining sirti shaffof (2.18-rasm) shisha yoki plastmassadan yasalgan qopqoqdan (bitta, ikkita, uchta va xokazo) hamda quyoshga qaragan tomoni qora rangga bo'yalgan issiqlik yutuvchi paneldan, orqa tomoni issiqlik izolyatsiya qatlami va korpusdan (metall, plastmassa, shisha) iborat.

Sovutish kanallari bo'lgan har qanday metall yoki plastmassa qoplamani issiqlik yutuvchi panel sifatida ishlatish mumkin. Issiqlikni yutuvchi panellar alyumin yoki zanglamaydigan po'latdan ikki xil: qoplamali yoki shtamplangan panellardan iborat bo'ladi. Plastmassa panellar mo'rtligi va quyosh nurlari ta'sirida sifatini tez buzilishi, shuningdek, kichik issiqlik o'tkazuvchanligi tufayli keng qo'llanilmaydi. Quyosh nurlari ta'sirida issiqlikni sezuvchi panellar atrof-muhit haroratidan yuqori bo'lgan $T=70-80^{\circ}\text{C}$ haroratgacha isiydi, bu

panelning atrofga konvektiv issiqlik uzatilishining kuchayishiga olib keladi.

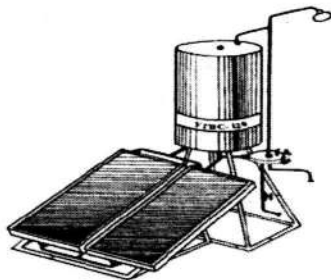


2.18-rasm. Yassi quyosh kollektori:

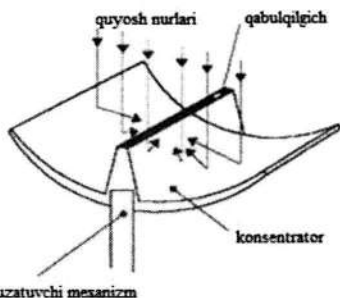
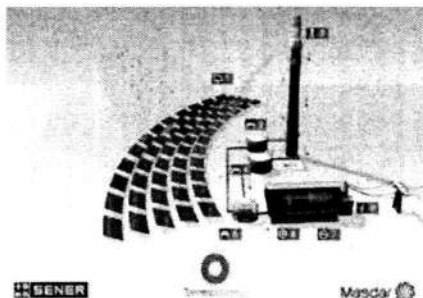
- 1 - quyosh nuri; 2 - shisha; 3 - korpus; 4 - issiqlik yutuvchi sirt;
5 - issiqlik izolyatsiya qatlami; 6 – isitish naychalari; 7 – quyoshdan
kelayotgan nurlanishni issiqlikka aylantiruvchi plastinka.

Kollektorning ishlash asosida, quyosh nurlarini yuqori yutish ko'effitsiyenti bilan qabul qiladigan shaffof shisha qoplamasining issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lishi kerak. Sovutish suvining haroratini pasaytirib, kollektorning issiqlik muvozanatini ta'minlaydi. Qurilmaning kirish qismi – kollektorning optik samaradorligi quyosh nurlanishining issiqlik oqimini qayta tiklanadigan foydali issiqligi, umumiy issiqlik yo'qotish ko'effitsiyenti va ishchi haroratini va atrof-muhit haroratini o'rtasidagi farqi bilan belgilanadi. Kollektorning mukammalligi uning optik va issiqlik samaradorligi bilan belgilanadi.

Jahon amaliyotida eng keng tarqalgan kichik quyosh isitish tizimlarida odatda, umumiy maydoni $2-8 \text{ m}^2$ bo'lgan quyosh kollektorlari asosida yaratiladi va unga sirkulyatsiya pompasi (issiqlik turiga qarab) va boshqa yordamchi uskunalar o'rnatiladi. Suvni saqlash idishlari kollektorlar ostida joylashgan va sovutish suvining aylanishi nasos yordamida amalga oshiriladigan tizim asosida issiq suv ta'minotini va isitish ehtiyojlarni ta'minlash uchun ishlatiladi. Isitishni bir qismini to'ldirishda tizimdagi elektr yoki gaz hisobiga ishlaydigan zaxira issiqlik manbalari asosida ta'minlanadi.



2.19-rasm. Quyosh suv isitgichi



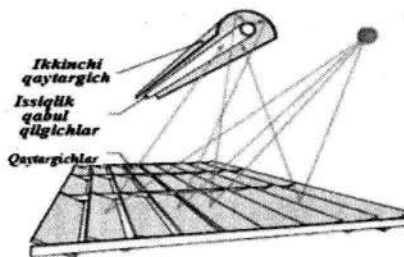
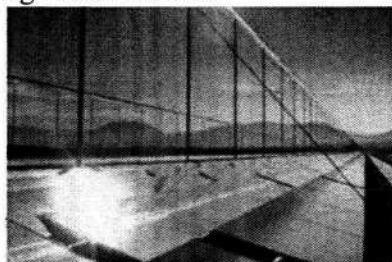
2.20-rasm. Parabolik quyosh elektr stansiyasining ko‘rinishi va ishlash tizimi.

Parabolik quyosh elektr stansiyalarida (2.20-rasm) quyosh energiyasini qurilmaning markazida joylashgan va suyuq issiqlik tashuvchisi bo‘lgan naychalarga quyosh nurlarini jamlaydigan parabolik moslama bo‘lib, u metal bo‘lmagan materialdan tayyorlanadi. Ushbu suyuqlik taxminan $T=400^{\circ}\text{C}$ haroratgacha isitiladi va bir qator issiqlik almashuvchilar orqali uzatiladi. Bu elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun an’anaviy ishlatiladigan bug‘ generatorini boshqaradigan yuqori haroratli bug‘ni hosil qiladi.

Parabolik stansiyalarda Quyoshni kuzatib borish tizimining sodaligi va mablag‘ sarfining kamligi tufayli tobora keng qo‘llanilmoqda.

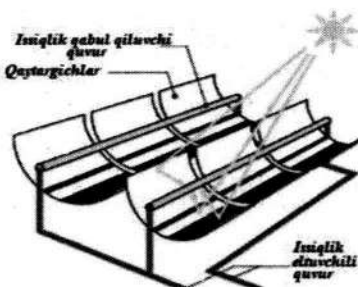
Quyosh issiqlik elektrostansiyalarining to‘rta asosiy turlari mavjud. Ularni ikkita kichik turlarga ajratish mumkin: chiziqli konsentratorli tizimlar (parabolik tarnovlar va Frinel konsentratorlari) va nuqtaviy fokuslangan tizimlar: minora va paraboloid konsentratorli stansiyalar. Parabolik konsentratorli quyosh elektrostansiyalarida parabolik qaytaruvchilar bo‘ladi va ular bir biri bilan parallel joylashgan ko‘p sonli

konsentratorlar qatoridan iborat bo‘ladi (2.21-rasm). Bu qaytargichlar quyosh nurini issiqlik qabul qiluvchi quvur bo‘ylab konsentrlaydi. Quvur ichida texnik moy asosidagi issiqlik eltuvchi $T=400^{\circ}\text{C}$ haroratgacha qizib sirkulyatsiyalanadi. Qizigan suyuqlik issiqlik almashuvchi qurilmaga tushadi va u yerda $T=390^{\circ}\text{C}$ yaqin haroratda suv bug‘ga aylanadi. Bu bug‘ odatiy elektrostansiyalardagi kabi elektr energiyaga o‘zgartirish jarayoni amalga oshadigan bug‘ generatorini ishlatishga sabab bo‘ladi.



2.21-rasm. Parabolik konsentratorli quyosh elektrostansiyalarini ko‘rinishi.

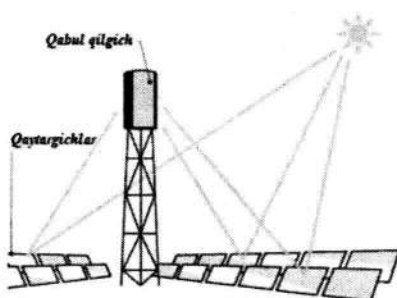
Frenel konsentratorlar bir oz egilgan shakldagi qaytargichlardan tashkil topadi. Bu qaytargichlar qo‘shimcha qaytargich o‘rnatilgan suyuqlik oquvchi quvurli absorberga quyosh nurini fokuslaydi. Suv bevosita issiqlik qabul qilgichning quvurida qiziydi va bug‘lanadi (2.22-rasm). Tannarxning arzonligi hisobiga parabolik konsentratorli stansiyaning samaradorligini oshirish imkoni mavjud. Biroq bu turdagi elektrostansiyaning o‘rtacha yillik elektr energiya ishlab chiqarish miqdori kamroq bo‘ladi.



2.22-rasm. Frenel konsentratorli quyosh kollektorlari.

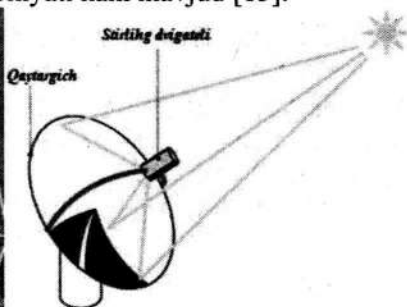
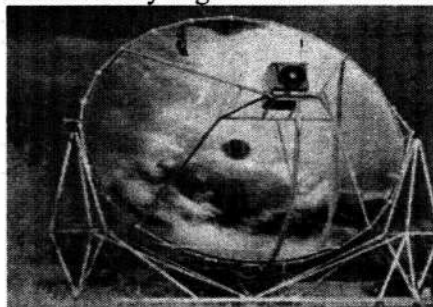
Minorali quyosh elektrostansiyalarida quyosh nuri kun mobaynida yoʻnalish burchagi avtomatik tarzda oʻzgaradigan, juda koʻp sonli yassi qaytargichlar (koʻzgular) yordamida markaziy issiqlik qabul qilgichga konsentratsiyalanadi (2.23-rasm). Bu chiziqli konsentratorli tizimlarda quyosh nurini nisbatan yuqoriroq konsentrasiya qilishga erishiladi. Ushbu holda issiqlik qabul qilgichdagi harorat $T=1000^{\circ}\text{C}$ dan ortiq boʻladi. Bunday haroratlar stansiyaning ishlash samaradorligini keskin oshiradi.

Paraboloid konsentratorlar, tuzilishi likopcha shakliga oʻxshash boʻlganligi uchun ularni likopchasimon turdagi elektrostansiyalar ham deb ham atashadi. Quyosh nuri "Stirling dvigateli" ulangan qabul qilgichda konsentratsiyalanadi. Dvigatel issiqlik energiyasini bevosita mexanik yoki elektr energiyaga aylantirib beradi.



2.23-rasm. Minorali quyosh elektrostansiyalarining tuzilishi.

Quyosh elektrostansiyalarda 30% dan yuqoriroq FIK ga erishish mumkin. Quyosh elektrostansiyalari avtonom holatda ishlash uchun moʻljallangan boʻlsa-da, ularni bir necha tizimni yagona quyosh elektrostansiyasiga birlashtirish imkoniyati ham mavjud [13].



2.24-rasm. Paraboloid quyosh konsentratorlari.

Quyosh pechi — materiallarni quyosh nuri yordamida eritish va ularga quyosh nuri issiqligi bilan ishlov berish uchun mo'ljallangan qurilma hisoblanadi. Quyosh pechi qurilmalarining bir necha turi mavjud. Quyosh pechi qisqa fokusli geliokonsentrator, Quyosh nurini qabul qiluvchi qurilma (pech) va quyosh harakatini kuzatib boruvchi avtomatik tizimdan (qurilma o'qini doimo Quyoshga qaraydigan qilib uzluksiz burib turadi) iborat bo'ladi. Qabul qilish qurilmasi geliokonsentrator fokusida joylashgan bo'lib, yorug'lik o'tkazuvchi tuynukli kameradan iborat. Kamera ichida vakuum yoki inert gaz atmosferasini yaratish mumkin. Ko'pgina Quyosh pechi Quyosh harakatiga qarab buriladigan quyosh nurini geliokonsentratorga yo'naltirib beruvchi yassiy oyna bilan jihozlanadi.

Katta quyosh pechi

Katta quyosh pechi Toshkent viloyati Parkent tumanida joylashgan maxsus ilmiy inshoot hisoblanadi.

Tugamaydigan yonilg'i hisoblangan quyosh energiyasidan foylanib, katta quyosh pechi kabi noyob texnologik inshootlarni qurish tarixidagi katta yangiliklar biri hisoblangan Katta quyosh pechdan Materialshunoslik institutining ilmiy tadqiqotlarida qo'llanadi. Qurilmaning umumiy quvvati 1000 KVt bo'lib, qattiq jisimlarni yuqori haroratlarda ($T=3500$ K gacha) sintezlash jarajonlari va quyosh nuri orqali qizdirish va ishlov berish ishlarini olib borishga imkon beradi [14].

Bunday Quyosh pechi Fransiya davlatida ham mavjud. Lekin O'zbekistondagi Katta quyosh pechi Fransiya davlatidan ma'lum xususiyatlari bilan farq qiladi. Qurilma yuqori haroratlarda eriydigan oksidlarni olishda va sopol buyumlarni sintezlashda jarayonni avtomatik boshqarish va bir tizimda sifatli ishlash imkoniyatini beradi. Katta quyosh pechidan foydalanishda radiatsion qizdirish orqali amalga oshiriladi.

Konsentratsiyalangan quyosh nurining oqimini markazga fokuslash Quyosh pechini juda katta haroratgacha qizdirish imkonini beradi. Zamonaviy texnologiyalardan samarali foydalanish va ularning imkoniyatlarini oshirishda va muhim ilmiy ma'lumotlarni olishda Katta quyosh pechi juda katta samara beradi. Bu kabi samarali ishlash uslublarini qo'llash orqali geliomaterialshunoslikda yangi ilmiy yo'nalishni yaratishga olib keladi. Bunday zamonaviy usullar asosida quyosh nur-

larini konsentratsiyalash orqali yangi haroratga chidamli kompazitsion materiallarni yaratish mumkin bo'ladi. Materialsozlik institutiga qarashli yana boshqa inshootlar Katta quyosh pechi atrofida joylashgan, bular yaxlit bir majmua sifatida qurilgan. Elektr energiyasini tejash imkonini beradigan pech, hech qanday miqdoda elektr energiyani iste'mol qilmaydi, faqat quyosh nurlarini to'g'rida to'g'ri fokuslab yig'ish hisobiga yuqori haroratni olish imkonini beradi. Moddalarning radiatsion xossalari va fizikaviy jihatlarini o'rganishda qurilmadan foydalanishning juda katta imkoniyatlar mavjud.

Quyosh pechi orqali materiallarni qizdirish quyidagi afzalliklarni yaratadi:

- Yuqori haroratga chidamli materiallardan hisoblangan, haroratga o'ta chidamli va sifatli bo'lgan oksidlarni olish imkonini beradi. Bu kabi oksidlar sinmaydigan shishalarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

- Materiallarga radiatsion ishlov berish asosida ularning chidamliligini yanada oshirish imkoniyati mavjud.

- Quyoshdan kelayotgan energiyani konsentratsiyalash orqali issiqlik va elektr energiyasi olish mumkin.

- Vodorod sintezini amalga oshirish mumkin.

- Quyoshdan qabul qilingan konsentratsiyalangan nurni lazer va infraqizil nurlarga aylantirish imkoniyati mavjud.

- Turli hil issiqlikda eriydigan bo'laklardan iborat bo'lgan moddalarni sintez qilish jarayonida yuqori quvvatdagi issiqlik energiyasini yo'naltirish imkonini beradi.

- O'ta yuqori haroratlarda moddalarning parlanishi natijasida ularni selektiv tozalanish imkoniyatini beradi.

- Ba'zi turdagi amorf va metastabil moddalarni jadallik bilan isitish imkonini beradi.

- Yuqori issiqlikka chidamli ko'p xususiyatlarga ega bo'lgan materiallarni olish mumkin.

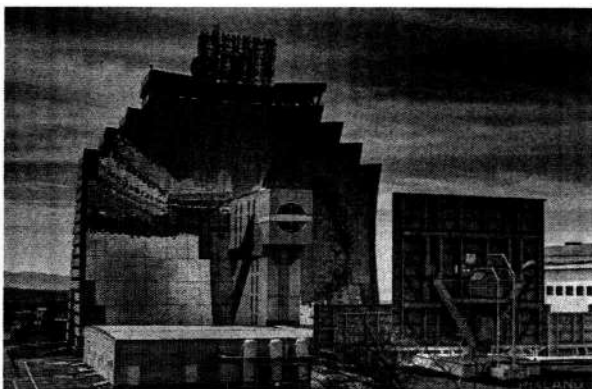
- Amaliyotda keng qo'llaniladigan maxsus keramikalarni olish.

- Yuqori haroratlarga bardosh beradigan kompazitsion materiallarni sintez qilish.

- Sanoatning turli yo'nalishlari uchun yuqori issiqlik o'tkazgich keramikalarni sintez qilish.

- Sanoatning turli tarmoqlari uchun zarur bo'lgan nanokukunlarni olish.

Katta quyosh pechini ishlash tizimini yosh mutaxassislar o'rgatish va shu sohada bilim olayotgan talabalarni ish jarayonlari bilan yanada yaqinroq tanishtirish maqsadida 2000-yilda Katta quyosh pechi bazasida o'quv markaz tashkil etilgan va unga tadqiqotchilar, tayanch doktorantlar, oliy o'quv yurtining magistrleri jalb qilingan. Katta quyosh pechi O'zbekiston Respublikasi materialsozlik sanoatida ilmiy tadqiqotlar markazi sifatida juda ham muhim va noyob inshoot sifatida katta ahamiyatga ega [15].



2.25- rasm. O'zbekiston Parkent tumani quyosh pechining umumiy ko'rinishi.

Katta quyosh pechi (KQP) O'zR FA Fizika–quyosh ilmiy ishlab chiqarish birlashmasining Materialshunoslik institutida joylashgan bo'lib, nodir tajriba va sanoat ishlab chiqarishlarni tashkil etadigan ilmiy tadqiqot markazi hisoblanadi.

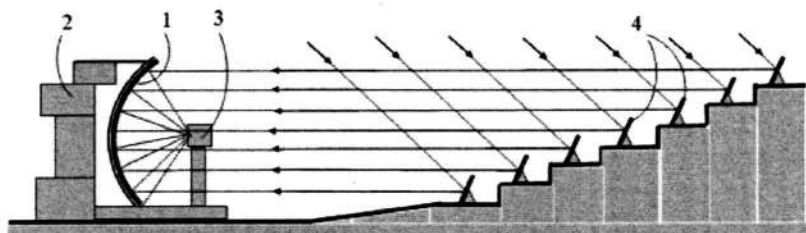
KQP Toshkentdan 45 km da Parkent tumanida, Tyan–Shan tog' etagida, dengiz satxidan 1050 m balandlikda joylashgan. Uning quvvati 1000 kVt ni tashkil etadi.

Katta quyosh pechlari

Katta o'lchamli doiraviy parabolalik konsentratorlar quyosh pechlar uchun eng samarali hisoblanadi. Katta parabolalik ko'zgularni quyoshni kuzatish tizimi bilan ta'minlash ancha amaliy qiyinchiliklarni tug'diradi. Shuning uchun Tromb ulardan foydalanishning boshqa usulini taklif etgan. Katta o'lchamli parabolalik ko'zgu qo'zg'almas o'rnatiladi va shimolga yo'naltiriladi. Uning ro'porasiga geliostatlar –

kuzatish tizimiga ega bo'lgan yassi ko'zgular joylashtiriladi. Birinchi bunday qurilma (diametri 10,7 m) Pireneyda Mon-Luida (AQSh) 1950-yilda qurilgan.

1970-yilda Fransiyaning Odeyo hududida quyosh pechi qurilgan. Uning parametrlari quyidagicha: parabolalik ko'zguning balandligi 40 m, eni 54 m, umumiy yuzasi 2500 m^2 , qo'zg'aluvchan yassi ko'zgular-geliostatlar soni 63 ta, yuzasi 45 m^2 , geliostatlarning umumiy yuzasi 3000 m^2 . Pechning fokusida 18 m masofada quyosh nurlari to'planadi. Issiq lokal sohasi 0,4 m diametrga ega, harorat $T=3800^\circ\text{C}$ gacha hosil qilinadi, maksimal quvvat 1100 kVt. Quyosh pechlari AQShda (Nyu-Meksika), Yaponiyada ham qurilgan bo'lib, ular hozirda ishlab turibdi.



2.26- rasm. Odeyo (Fransiya)dagi quyosh pechining tuzilishi:
1-parabolalik ko'zgu, 2- minora, 3- o'choq, 4-geliostatlar [16].

2-bob uchun nazorat savollari

1. Quyoshga ta'rif bering va Quyoshning tuzilishini tushuntiring.
2. Quyosh toji qachon va qanday sodir bo'ladi?
3. Quyosh shamoli nima?
4. Quyoshning asosiy parametrlariga qanday kattaliklar kiradi?
5. Quyosh havzasi deganda nimani tushunasiz?
6. Minora turidagi quyosh elektr stansiyasi qanday ishlaydi?
7. Quyosh aerostatik elektr stansiyasi nechta asosiy qismdan tashkil topgan?
8. Quyosh kollektorlari nima va uning qanday turlari mavjud?
9. Quyosh pechiga ta'rif bering va uning asosiy parametrlariga nimalar kiradi?
10. O'zbekistondagi quyosh pechi qayerda joylashgan va uning asosiy ishchi parametrlariga nimalar kiradi?

3-BOB. FOTOELEMENTLAR, ULARNI YARATISH TEXNOLOGIYASI VA FOTOELEKTRIK O'ZGARTIRISHNING FIZIK ASOSLARI

3.1 Fotoelementlarning ishlash asoslari. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishning fizik asoslari

Quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha birinchi tajribalar

1600-yilda Fransiyada suvni yuqoriga ko'tarish uchun isitilgan havoda ishlovchi birinchi quyosh dvigatel yaratilindi. XVII-asrning oxirida taniqli fransuz kimyogari A.Lavluazye birinchi quyosh pechini yaratdi va unda $T=1650^{\circ}\text{C}$ haroratni olishga erishdi. Uglerod va platinaning xususiyatlarini o'rganishda bu materiallarning namunalariga vakuumda himoya muhitini $T=1500^{\circ}\text{C}$ haroratda qizdirib olingan. 1866-yilda fransuz olimi A.Musho Jazoida bir nechta yirik quyosh konsentratorlarini qurdi va ular yordamida suvni distillash va nasoslar orqali yuqoriga ko'tardi. 1878-yilda Parijda bo'lib o'tgan Butunjahon ko'rgazmasida A. Musho 20 daqiqa davomida 0,5 kg go'shtni pishirishi mumkin bo'lgan quyosh pechini namoyish etdi. 1833-yilda AQShda J.Erikson $4,8 \times 3,3 \text{ m}^2$ o'lchamdagi parabolik-silindrsimon konsentrator asosida quyosh havo dvigateli yaratdi. Birinchi tekis quyosh energiyasining kollektori fransuz olimi Sh.A. Tellier tomonidan yaratilindi. Uning maydoni 20 m^2 bo'lib, ammiak bilan ishlaydigan issiqlik dvigatelida foydalanilgan. 1885-yilda suv ta'minoti uchun tekis kollektorli quyosh panellarini yaratish g'oyasi taklif qilindi va u bino toliga o'rnatildi.

Birinchi yirik suvni distillash tizimi Chili shahrida 1871-yilda amerikalik muhandis C. Uilson tomonidan qurilgan. U 30 yil davomida ishlab, konni ichimlik suvi bilan ta'minlagan.

1890-yilda professor V.K. Serasskiy Moskvadagi paraboloid oynaga yo'naltirilgan quyosh energiyasi bilan metallarni eritish jarayonini amalga oshirdi, uning markazidagi harorat $T=3000^{\circ}\text{C}$ dan oshdi [1].

Elektron – kovak (p-n) – o'tish

Elektronika sanoatida yaratilgan aksariyat yarimo'tkazgich asboblarning (diodlar, tarnzistorlar, fotoelementlar, quyosh elementlari va batareyalari, mikrosxemalar va boshqalar) asosiy qismi elektron-kovak (p-n) – o'tishlari asosida yaratiladi. Shu sababdan p-n – o'tish

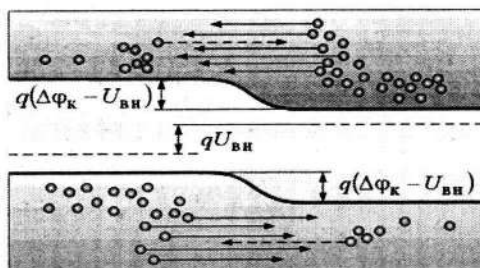
fizikasini bilish talab etiladi. Agar kovakli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan (p-tur) yarimo'tkazgich elektronli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan (n-tur) yarimo'tkazgich bilan tutashtirilsa, chegara yaqinidagi n-tur yarimo'tkazgich qatlamidan elektronlar p-tur yarimo'tkazgich qatlmiga o'tadi. Bu qatlamda erkin elektronlar juda kamayib, qo'zg'almas musbat ionlar qoladi, natijada p-tur sohaning chegaraviy qatlamidagi kovaklar n-tur yarimo'tkazgich qatlmiga o'tib qoladi. Bu qatlamda kovaklar juda kamayib, qo'zg'almas manfiy ionlar hosil bo'ladi. Oqibatda yarimo'tkazgich materialida ajoyib xossalarga ega bo'lgan p-n – o'tish qatlami hosil bo'ladi, uning asosiy xossalarga quyidagilar kiradi:

1. p-n – o'tish qatlami yupqa bo'lib, tok tashishda qatnashadigan harakatchan erkin elektronlar va kovaklarning deyarli hammasi n- yoki p-sohaga o'tib ketadi. Shu sababli bu qatlamning qarshiligi juda katta bo'ladi. Tashqari manbadan berilgan kuchlanish asosan shu qatlamga tushadi.

2. p-n – o'tishning n-soha qatlamida musbat ionlar, p-soha qatlamida manfiy ionlar hosil bo'ladi, ya'ni bu sohani qo'sh elektrik o'tkazuvchanlik qatlami deb qarash mumkin: n-sohadan p-soha tomonga yo'nalgan elektrik maydon hosil bo'lganda elektronlarni n-sohadan p-sohaga o'tishiga, kovaklarning p-sohadan n-sohaga o'tishiga to'siqlik qiladi. p-n – o'tishning ikki cheti orasidagi potensial ayirmasi mazkur potensil to'siqning balandligini belgilaydi.

3. Potensial to'siqning mavjudligi p-n – o'tish asosida o'zgaruvchan tokni to'g'rilash imkonini beradi. Bunda n – soha tarafdin p – soha tarafga tok kam o'tadi, n– soha tarafga tok yaxshi o'tadi.

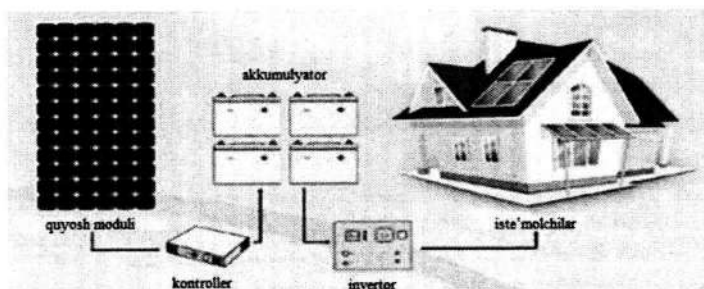
4. p-n – o'tish kondensatorga o'xshash elektrik sig'imga ega bo'lib, bu sig'im tashqi kuchlanish kattaligi va yo'nalishiga bog'liq bo'ladi. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi asboblardan va qurilmalar tavsifini ko'rib chiqamiz [2].



3.1-rasm. p-n o'tishning sohalar diagrammasi.

Quyosh panellari (batareyalari)ni qo'llash sohalari

Quyosh elektr stansiyalarini qurish uchun quyosh energiyasidan foydalanish juda qulay va unchalik qimmat bo'lmagan elektr manbai hisoblanadi. Quyosh batareyalari nafaqat sanoat va boshqa sohalarda, balki shaxsiy ehtiyojlar uchun ham keng qo'llaniladi [3].



3.2-rasm. Shaxsiy ehtiyojlar uchun quyosh panel (batareya)laridan foydalanish.

Zamonaviy quyosh elektr stansiyalaridan foydalanish imkoniyatlari

Dunyodagi eng katta quyosh elektr stansiyalari

3.1-jadval.

Quvvati MVt	Nomi	Davlat	Joylashgan manzili	Turi
510	QES Uarzazat	Marokash	Dra-tafilelet	Noor I, Noor II — parabolik silindrsimon konsentrator; Noor III — minorali quyosh konsentratori

Quvvati MVt	Nomi	Davlat	Joylashgan manzili	Turi
392	CT3C Ayvonpa	AQSH	San- Bernardin, Kaliforniya	minorali
354	Solar Energy Generating Systems[en]	AQSH	Moxave saxrosi, Kaliforniya	parabolik silindrsimon konsentrator
280	Mojave Solar Project[en]	AQSH	Barstou, Kaliforniya	parabolik silindrsimon konsentrator
280	Solana Generating Station[en]	AQSH	Arizona	parabolik silindrsimon konsentrator
250	Genesis Solar Energy Project[en]	AQSH	Blayt, Kaliforniya	parabolik silindrsimon konsentrator
200	Solaben Solar Power Station	Ispaniya	Logrosan, Ispaniya	parabolik silindrsimon konsentrator
150	Solnova Solar Power Station[en]	Ispaniya	Sanlukar- Mayor, Ispaniya	parabolik silindrsimon konsentrator
150	Andasol Solar Power Station[en]	Ispaniya	Guadisk, Ispaniya	parabolik silindrsimon konsentrator
150	Extresol Solar Power Station[en]	Ispaniya	Torre de Migel Sesmero, Ispaniya	parabolik silindrsimon konsentrator
110	Crescent Dunes	AQSH	Nay, Nevada	minoraviy
100	KaXu Solar One[en]	Janubiy Afrika Respublik asi	JAR	parabolik silindrsimon konsentrator

Zamonaviy fotoelementlar

Hozirda mavjud fotoelementlarni uch avlodga ajratish mumkin:

1. Kristall (birinchi avlod):

- monokristall yarimo'tkazgich;
- polikristall (ko'p kristalli) yarimo'tkazgich;
- yupqa qatlamli ishchi qismlarini o'stirish texnologiyalari: qirralarni yupqa qatlamlar asosida olinishi ta'minlangan kristall o'stirish texnologiyasi, S-web (Siemens kompaniyasi), yupqa qatlamli polikremniy (Apex kompaniyasi) olingan.

2. Yupqa qatlamli (ikkinchi avlod):

- kremniy asosida: amorf, mikrokristall, nanokristall, oynada o'stirilgan yupqa kristall kremniy

- kadmiy tellur (CdTe) asosida
- mis-indiy- (galiy) selenid (InGaSe) asosida;

3. Fotoelementlar (FE) (uchinchi avlod):

- fotosentizatsiyalangan bo'yoqli FE
- organik (polimer) FE
- noorganik FE
- kaskadli tuzilmalarga asoslangan FE.

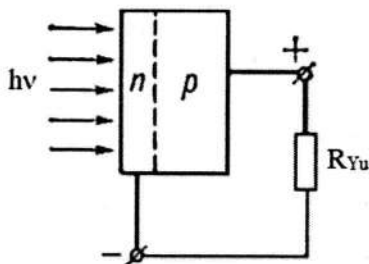
Mashhur olim Bekkerel maxsus yarimo'tkazgichlarni yoritib, quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish mumkinligini birinchi marotaba isbotladi. Keyinchalik bu yarimo'tkazgich fotoelementlar sifatida tanildi. Fotoelement p- va n-turdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ikkita yarimo'tkazgich qatlamidan iborat bo'ladi. Bu yarimo'tkazgichlarni ikkala tomonidan tokka ulash uchun n-o'tkazgich qatlamga katod, p-o'tkazgich qatlamga anod elektrodlar ulanadi.

n-qatlam elektron o'tkazuvchanlik, p-qatlam kovak o'tkazuvchanlik deyiladi. Yorug'lik tushganda, p-qatlamidagi "kovaklar"ning harakati tufayli tok oqimi hosil bo'ladi. Bunda elektronlar kovaklar orqali harakatlanadi va kovaklar harakatini hosil qiladi.

Aslida, kovaklar harakat qilmaydi. O'tkazuvchanligi turli bo'lgan o'tkazgichlarning o'zaro tutashuv chegarasi p-n o'tish deyiladi. Bunda diodning analogi yaratiladi va uni yoritganda potentsiallar farqi vujudga keladi. n-o'tkazgich yoritilganda, qo'shimcha energiya olgan elektronlar p-n o'tish to'sig'idan o'ta boshlaydi.

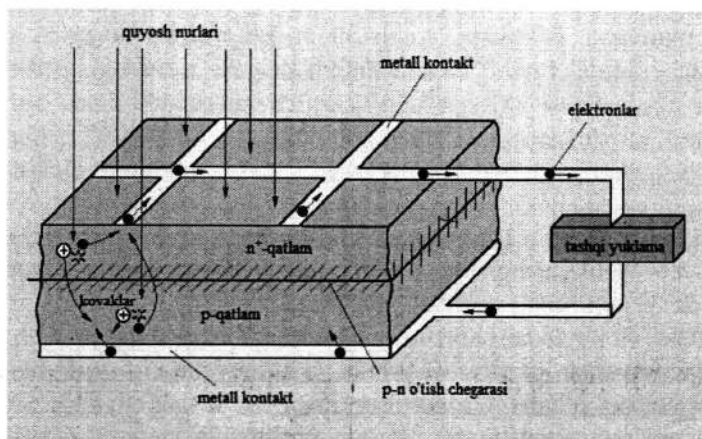
Bu holatda elektronlar va kovaklarning soni o'zgaradi, bu potentsial farqining paydo bo'lishiga olib keladi va zanjir ulanganda tok tashuvchilarning oqimi paydo bo'ladi. Potentsiallar farqining kattaligi fotoelement o'lchamiga, yorug'lik intensivligiga, haroratga bog'liq o'z-

garishi mumkin. Birinchi fotoelementlar kremniy yarimo'tkazgich materiali asosida yaratilingan.



3.3-rasm. Fotoelementning ishlash mexanizmi.

Yarimo'tkazgich materiallarda mutloq nol (K) haroratda Fermi sathi yarimo'tkazgichlarning taqiqlagan sohasining o'rtasida bo'lib, undan pastda joylashgan barcha sathlar elektronlar bilan band bo'ladi, Fermi sathidan yuqoridagi sathlarda elektronlar bo'lmaydi.



3.4-rasm. Fotoelementni ishlash mexanizmi.

Valent sohada elektronlar kimyoviy kovalent bog'langan bo'lib, ular tok tashishda qatnashmaydi. Bu holatda yarimo'tkazgich tok o'tkazmaydi. Lekin, mutloq noldan yuqori har qanday haroratda band energetik sathlardagi elektronlarning bir qismi yuqori energetik sathga o'tadi, ya'ni bog'langan elektronlar erkin elektronlarga aylanadi. Bunda

yarimo'tkazgich muayyan darajada tok o'tkazadi. Bog'langan elektronlar valent sohasida, erkin elektronlar o'tkazuvchanlik sohasida bo'ladi. Elektronlar valent sohadan o'tkazuvchanlik sohasiga o'tib, bo'shatgan o'rni musbat zaryadli harakatchan zarra sifatida namoyon bo'ladi, uni kovaklar deb nomlanadi va ular tok o'tkazishda qatnashadi. Mazkur ikki soha oralig'ini ta'qiqlangan E_g soha deyiladi. Metallar va yarimo'tkazgichlarning elektrik xossalarida ikki muhim tafovut mavjud.

1. Metallning elektrik o'tkazuvchanligi yarimo'tkazgichnikidan juda katta. Masalan, toza germaniy yarimo'tkazgichining o'tkazuvchanligi metallarnikidan milliard marotaba kichik.

2. Metallning elektrik qarshiligi harorat ortgan sayin sekin ortib boradi. Yarimo'tkazgich materialning qarshiligi harorat ozgina oshganida minglarcha va undan ko'proq darajada kamayib ketadi. Yarimo'tkazgich materiallar harorat o'zgarishiga juda sezgir hisoblanadi. Yarimo'tkazgichlar metallarga nisbatan yuqori darajada yorug'likka va boshqa tashqi ta'sirlarga sezgir bo'ladi [3].

3.2 Fotoelementlarning asosiy parametrlari, volt-amper tavsifi va foydali ish koeffitsiyenti

Fotoelementlarning volt-amper tavsifi

Kuchlanish manbai sifatida olingan fotoelement (FE)dan tashkil topgan elektr zanjir tutashganda, hosil bo'lgan fotoelementning volt-amper tavsifi (VAT) uning asosiy tavsifi bo'lib hisoblanadi.

Yorug'lik ta'siridan hosil bo'lgan tok tashuvchilarning tartibli oqimi I_f fototokni hosil qiladi. I_f ning kattaligi vaqt biriligidan n-p - o'tish orqali o'tgan fotogenerasiyalangan tok tashuvchilarning soniga bog'liq bo'ladi:

$$I_f = e \frac{P_i}{h\nu}; \quad (3.1)$$

bunda: P_i – yutilgan monoxromatik nurlanishning quvvati.

Bunda taxmin qilinishicha, yarimo'tkazgichda yutilgan har bir foton energiyasi $h\nu \geq E_g$ bo'lganda bitta elektron-kovak juftini vujudga keltiradi deb hisoblaymiz. Bu shart Si asosidagi FE lar uchun yaxshi bajariladi.

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

$$I = I_0 \left[\exp\left(\frac{eU}{kT}\right) - 1 \right] - I_f \quad (3.1a)$$

bunda: I_0 – to‘yinish toki; U-siljish kuchlanishi bu formula yoritilgan n-p – o‘tishning VATni ta’riflaydi.

Siljish kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

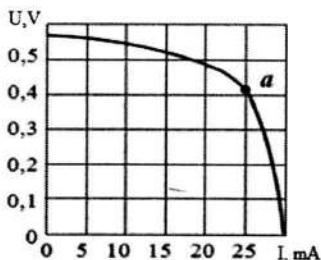
$$U = \frac{kT}{e} \ln\left(\frac{I_f + I}{I_0} + 1\right) \quad (3.2)$$

Yuklamadagi tokning yo‘nalishi doimo I_f tok yo‘nalishiga to‘g‘ri bo‘lib, yuklamadagi I_{yu} tok n-p – o‘tish orqali o‘tadigan natijaviy tokka teng (3.1a) bo‘ladi. I_f tokning yo‘nalishini musbat sifatida qabul qilib, I_{yu} ni quyidagicha yozish mumkin:

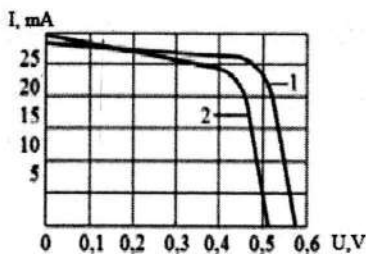
$$I_{yu} = I_f - I_0 \left[\exp\left(\frac{eU_{yu}}{kT}\right) - 1 \right] \quad (3.3)$$

bunda U_{yu} – n-p – o‘tishdagi kuchlanishga teng bo‘lgan yuklamadagi kuchlanish. (3.3) formula yoritilgan n-p o‘tishning yuklamadagi VATni ifodalaydi [4].

Fotoelementni ixtiyoriy spektrli yorug‘lik bilan yoritilganda ham VAT tenglamasi o‘zgarmaydi, faqat I_f fototokning miqdori o‘zgaradi. Fotoelement, a nuqta bilan belgilangan rejimda bo‘lgan hollarda, maksimal quvvat olinadi (3.5- rasm).



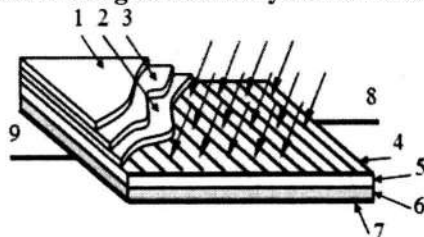
3.5-rasm. FEning volt-ampferli tavsifi.



1 – 25 °C va 2 – 60 °C temperaturalarda

3.6-rasm. Volt-ampfer tavsif.

Fotoelementning konstruksiyasi va materiallari



3.7-rasm. Oddiy fotoelementning konstruksiyasi:

1-himoya qiluvchi shisha; 2-shaffof bog'lovchi qatlam; 3- yorug'likning qaytishiga qarshi qatlam; 4-taroqli tuzilmadagi sirtidagi elektrokontakt; 5- p-turidagi yarimo'tkazgich; 6- n-turidagi yarimo'tkazgich; 7-yaxlit quyi elektrokontakt; 8- va 9-kontaktli elektrodlar.

Odatda fotoelement ko'p qatlamli bo'lib, quyidagilardan iborat:

- shaffof shisha qatlam, tashqi ta'sirlardan himoya qiladi;
- shaffof bog'lovchi qatlam, fotoelement sirtidagi shishani tutib turadi;
- oksid qatlam, fotonlarning yutilishini maksimal oshiradi, fotoelement sirtidan qaytgan yorug'likni qaytadan sirtga yuboradi;
- bor atomlari aralashmali p-turidagi kremniy yarimo'tkazgichning yubqa qatlami;
- fosfor atomlari aralashmali n-turidagi kremniy yarimo'tkazgichning ikkinchi yubqa qatlami;
- tagdagi kontakt qatlam, elektr tokni o'tkazadi.

Elektronlarni yig'ish va tashqi zanjirga uzatish uchun FE yarimo'tkazgich tuzilmaning sirtida kontaktli elektrod hosil qilinadi. O'zgartirgichning oldingi yoritilgan sirtidagi omik kontaktlar to'r yoki taroq ko'rinishda tayyorlanadi, orqa tomonidan kontakt yaxlit bo'ladi.

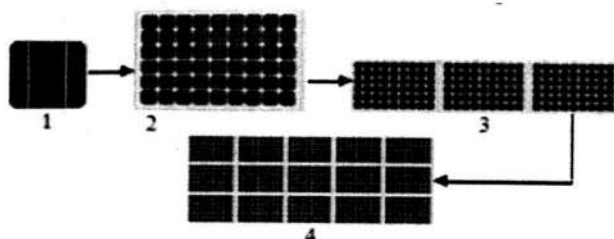
Fotoelement (FE) – fotoelektr tizimlarning asosiy tashkil etuvchi qism.

Fotobatareya (FB) – FELarni ketma-ket va parallel ulash bilan hosil qilinadi. FB qo'llanilishida yuqori universalligi bilan tavsiflanadi: kichik o'lchamli bo'lib, zarur bo'lgan joyga osonlik bilan yetkaziladi, kommunal iste'molchilar uchun elektrostansiya sifatida foydalanish mumkin. FBlar tok o'tkazmaydigan materialli karkasga o'rnatiladi. Bunday shakl FBlarni talab etiladigan tavsiflarda (tok va kuchlanishda)

yig'ish, ishdan chiqqan FEni oddiy almashtirish bilan tuzatish imkoniyatini ta'minlaydi.

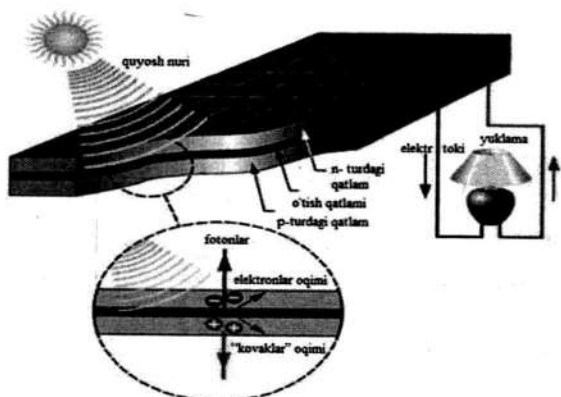
Fotoelektr panellar (FP) - bir nechta FBlardan montaj orqali yig'ilgan bloklar ko'rinishda, ishlatiladigan joyiga o'rnatib, tayyor holatda, tashkil qilinadi.

Fotomassiv (FM) - bir nechta o'zaro birlashtirilgan FPlardan tashkil topadi.



3.8-rasm. Fotoelementdan fotomassivgacha bo'lgan tizim:
1 – fotoelement; 2 – fotobatareya; 3 – fotoelektrik panel;
4 – fotomassiv [2].

Quyosh panellarini quyosh kuzatuvchiga o'rnatish tavsiya etiladi. Bu qurilma panellarni harakatga keltiradi, shunda ular quyosh chiqqanidan quyosh botguncha maksimal quyosh nurlarini qabul qilish imkonini beradi va bu quyosh panellarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.



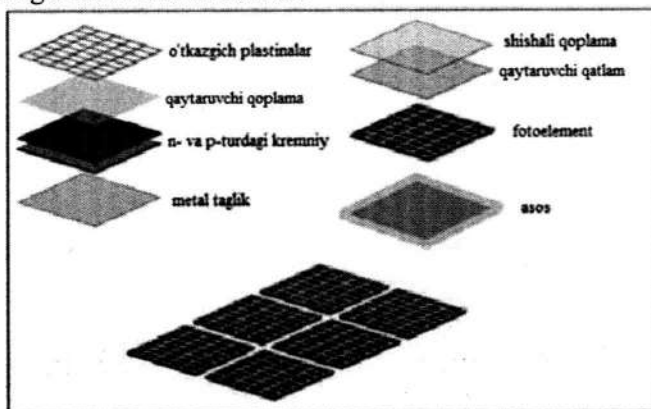
3.9-rasm. Quyosh panelining ishlash mexanizmi.

Quyosh panellaridan tashqari, quyosh stansiyasida batareyaning zaryadini boshqarish uchun zarur bo'lgan nazorat qiluvchi qurilma ham mavjud. Invertor doimiy tokni iste'molchilar uchun o'zgaruvchan tokka aylantirib beruvchi funksiyani bajaradi. Batareyalar elektr energiyasini ma'lum muddatga saqlashga mo'ljallangan akkumulyatorlar ham fotobatareyalar tizimida mavjud bo'ladi [3].

Quyosh elektr stansiyalarining tuzilishi

Fotovoltaik panellar (FP) quyosh nurlarini elektr energiyaga aylantirishga xizmat qiladi. FPda energiyani aylantirish jarayoni sodir bo'lishi uchun quyosh nurlaridagi fotonlar yarimo'tkazgich materialining valent sohasidagi bog'langan elektronlarni o'tkazuvchan sohaga chiqara oladigan energiyaga ega bo'lishi kerak.

Quyosh paneli ko'plab fotoelementlardan iborat bo'lib, ularga quyosh nurlari tushganda elektron va kovaklar hosil bo'lib, p-n o'tishda potentsiallar farqni keltirib chiqaradi. Fotovoltaik panellarda fotoelementlar ketma-ket ulanganda, doimiy kuchlanishning qiymati oshadi, parallel ulanganda tok kuchi oshadi.



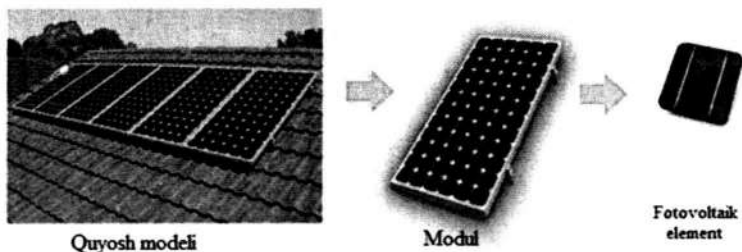
3.10-rasm. Quyosh panelining tuzilishi.

Fotoelementlarni ketma-ket ulash orqali quyosh paneli yorda-mida yuqori kuchlanish olish mumkin. Bundan tashqari, batareyalarni modulda parallel va ketma-ket ulab, modulning kuchlanishi, toki va quvvatini boshqarish mumkin.

Quyosh nurlarini elektr energiyaga aylantirish jarayoni "Quyosh nurlari ta'siridagi generatsiya" deb nomlanadi. Bu jarayonni ta'min-

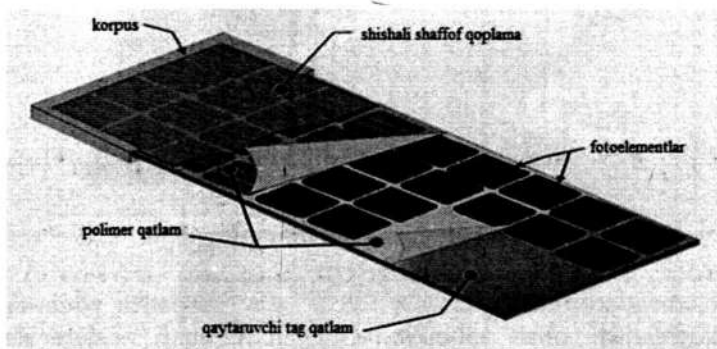
lashning eng samarali usullari quyidagilardan iborat: fotovoltaiik, quyosh issiqlik energiyasi, quyosh aerostat elektr stansiyalari.

Fotovoltaiik. Bunda, elektr toki fotovoltaiik jarayon tufayli hosil qilinadi. Bu tamoyil quyidagicha amalga oshadi: quyosh nuri fotoelementga tushadi, elektronlar fotonlar (yorug'lik zarralari) energiyasini yutib energiya oladi va valent sohadan o'tkazuvchan sohaga chiqib erkin tok tashuvchiga aylanadi. Natijada elektr kuchlanish hosil bo'ladi. Bu jarayon quyosh nurlarini elektr energiyasiga aylantirib beradigan quyosh elementlari asosidagi quyosh panellarida sodir bo'ladi.



3.11-rasm. Fotovoltaiik panelning tuzilishi.

Fotovoltaiik panellarning tuzilishi juda moslashuvchan va turli o'lchamlarga ega bo'lib, ulardan foydalanish juda qulay. Quyosh panellari tashqi ta'sirga bardoshli bo'lib, yog'ingarchilik va harorat o'zgarishiga chidamli hisoblanadi.



3.12-rasm. Fotovoltaiik panelning tuzilishi.

Dunyoga taniqli Tesla kompaniyasi sotuvga faqat quyosh panellari emas, balki quyosh energiyasini qayta ishlaydigan qimmatbaho tom

yopish materiallarini ishlab chiqardi. “Solar Roof” tomonlarga oʻrnatiladigan quyosh modullariga ega boʻlib, ularni turli xil korinishlarda tayyorlash mumkin. Shu bilan birga, quyosh panellarining materiali oddiy tom yopish materiallaridan ancha mustaxkam va “Solar Roof” kompaniyasi ularni qurish va foydalanishda uzoq muddatli kafolat beradi.



3.13-rasm. “Solar Roof” quyosh panelining tuzilishi.

Zamonaviy quyosh panellari quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishdagi texnologiyalari bilan ajralib turadi.

Faol elementlarga konvertorlar bilan bir qatorda elektr motorlar va nasoslar kiradi, bunda quyosh energiyasi yoritish, suvni isitish, shamollatish va boshqa sohalarida ishlatiladi.

Passiv elementlarga tizimlar konturidagi mexanizmlar yoki harakatlanuvchi qismlar shamollatish va isitish tizimini tashkil qilish uchun passiv quyosh inshootlari kiradi. Bu fizik parametrlarga, xonaning oʻzi-ga xos joylashishi, derazalarni quyosh nuri tushadigan qilib oʻrnatish va shunga mos qurilish materiallarini tanlash.

“toʻgʻridan-toʻgʻri” ishlaydigan tizimlar: Quyosh energiyasini bir xilda elektr energiyasiga aylantiradigan qurilmalar:

“bilvosita” tizimlar, ular asosida koʻp bosqichli oʻzgartirish va transformatsiya qilish talab etilgan energiya turlari olinadi [5].

Quyosh elektr stansiyalarining ishlash asosi

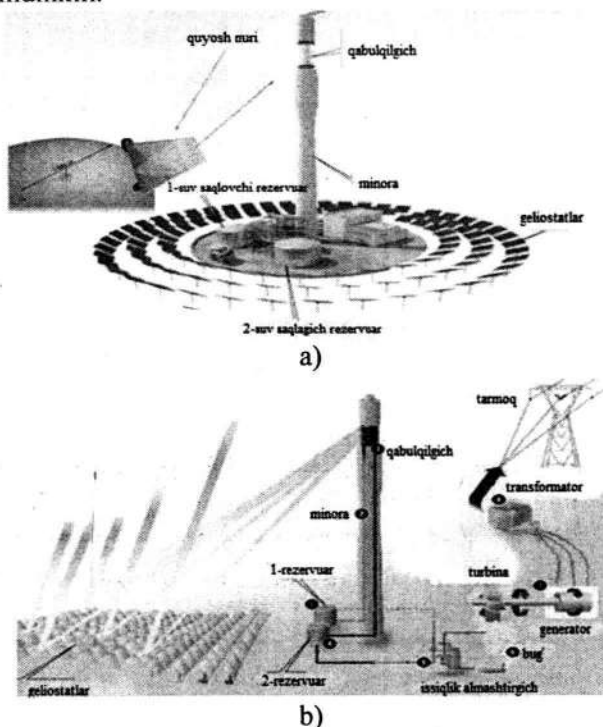
Zamonaviy quyosh elektr stansiyalarining (QES) ishlashi jamlangan quyosh energiyasini koʻzgular va quyosh nurlarining qabulqilgichda aks etishi yordamida, quyosh energiyasini yigʻish va uni elektr energiyasiga aylantirishga asoslanadi. Bunda hosil boʻlgan issiqlik energiyasi bugʻ turbinasini yoki generatorini ishlatib va issiqlik dvigatelidan foydalanib, elektr energiyasini ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Butun dunyoda koʻplab mutaxassislar tomonidan quyoshdan elektr energiyani olish boʻyicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Hozirda

olimlarning asosiy vazifasi mavjud zamonaviy texnologiyalar asosida iloji boricha fotoelementlarning (FE) samaradorligini ko'paytirib, quyosh panellarining foydali ish koeffitsiyentini (FIK) oshirishdir.

Bugungi kunda ko'plab mamlakatlarda quyosh energiyasidan elektr energiyasini ishlab chiqarish juda dolzarb va qiziqarli mavzu hisoblanadi. Kichik QESlar uylarni, korxonalarni, jamoat binolarini elektr energiyasi bilan ta'minlab Yerdagi tabiiy boyliklarning zaxiralarini saqlab qolish imkonini beradi. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi yirik tizimlar cheksiz miqdorda elektr energiya ishlab chiqarishga qodir va jahon miqyosida elektr energetika sohasini rivojiga katta hissa qo'shadi.

Fotoelementlar, quyosh nurlarini elektr energiyasiga aylantiradi. Fotovoltaika tushunchasini - quyosh energiyasidan elektr energiyasini ishlab chiqarishni tom ma'noda "Yorug'lik va elektr energiyasi" deb ta'riflash mumkin.



3.14-rasm. Quyosh elektr stansiyasining ishlash tamoyili.

Fotovoltaik (fotogalvanik) ikkita tarkibiy qismdan iborat bo'lib, foto yunoncha yorug'lik va kuchlanishni anglatib, shu sohani birinchilaridan bo'lgan olim Alessandr Volt nomi bilan bog'liq. Fotovoltaik materiallar va ular asosida yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi moslamalarni birinchi bo'lib taniqli fransuz fizigi Edmond Bekkerel 1839-yilda kashf etgan.

Bekkerel, quyosh nurlaridan foydalanib qattiq jisimli materialda elektr tokini hosil qilish jarayonini kashf etdi. Ammo olimlar ushbu jarayonni chinakam anglashlari va fotovoltaik yoki fotogalvanik ta'sir faqat yorug'lik ta'sirida elektr energiyasiga aylantirishga ba'zi bir materiallar qodir bo'lishini bilishlari uchun yana yarim asrdan ko'proq vaqt kerak bo'ldi.

Bugungi kunda fotoelektr tizimlar bizning kundalik hayotimizning muhim qismiga aylandi. Kichik QES maishiy texnika va kundalik hayotda ishlatiladigan qurilmalarni, masalan, kalkulyatorlar, qo'l soatlari yoki uyali telefonlarni zaryadlovchi qurilmalari uchun quvvat berishda foydalaniladi. Keyinchalik QES larning takomillashtirilganlari uylarda va ish joylarida, aloqa sun'iy yo'ldoshlarida, suv nasoslari, ko'cha yoritgichlari, maishiy texnika va mashinalarda ishlatildi. Hozirda ko'plab yo'l belgilari va svetoforlar fotovoltaik kameralar yoki modullar orqali quvvatlanadi.

Kosmonavtika asoschisi K.E.Stolkovskiy 1912-yilda "Reaktiv qurilmalar yordamida dunyo makonlarini o'rganish" nomli kitobining ikkinchi qismida shunday deb yozgan edi: "Reaktiv qurilmalar odamlar uchun cheksiz bo'shliqlarni zabt etishga va Yerda insoniyat ega bo'lgan energiyadan ikki milliard barobar ko'p quyosh energiyasini olishga imkon beradi".

Quyosh energiyasidan quruqlik sharoitida ham, samoda ham foydalanish mumkin. Yer quyosh elektr stansiyalarini iloji boricha ekvatorga yaqin - ko'p quyoshli kunlari bo'lgan hududlarda qurish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Hozirgi vaqtda quyosh energiyasidan mavsumiy iste'molchilar, masalan, sport va dam olish maskanlari, dam olish joylarida yoki dala hovlilarda issiq suv ta'minoti uchun, ochiq va yopiq suzish havzalarini isitish uchun foydalanish iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi.

3-bob uchun nazorat savollari

1. Quyosh energiyasidan foyalanish bo'yicha birinchi tajribalar haqida qanday ma'lumotlarni bilasiz?
2. Yarimo'tkazgich materiallardagi elektron-kovak (p-n) o'tishiga ta'rif bering.
3. Quyosh batareyalarining qo'llanish sohalarini ko'rsatib bering.
4. Zamonaviy fotoelementlarni necha turi (avlodi) mavjud?
5. Fotoelementlar qanday qismlardan tashkil topadi?
6. Fotoelementlarning fizik ishlash asosini tushuntiring?
7. Quyosh panelining qanday tuzilishini tushuntiring.
8. Quyosh panelining ishlash mexanizmi nimadan iborat?
9. Quyosh elektr stansiyasining asosiy bloklari nimalardan iborat?
10. Bekkerel kashfiyotini tushuntirib bering.

4-BOB. ATOM ENERGETIKASI

4.1 Atom energetikasining asosiy manbai

Uran zaxiralari

Butun dunyoda uranning tinch maqsadda atom elektr stansiyalarining asosiy manbai sifatida ishlatiladi. Uran rudalarining konlari dunyo miqyosida bir tekis taqsimlanmagan. Bugungi kunda dunyoning atigi 28 ta mamlakati o'zlarining hadudlaridan qimmatbaho uran xomashyosini qazib olmoqda. Dunyodagi uranning asosiy zaxiralari 8 ta mamlakatda joylashgan. Eng katta uran zaxirasiga ega mamlakatlar haqida quyidagi ma'lumotlar mavjud:

8. Xitoy

Xitoy dunyodagi uran zaxirasining taxminan 5% iga egalik qiladi. Shu bilan birga, turli manbalar Xitoydagi uran zaxiralarining miqdori turlicha baholamoqda. Ba'zi ma'umotlarda Xitoydagi uranning zaxiralari Namibiya va Nigeriya davlatlariga qaraganda biroz ko'proq desalar, ba'zilar uran zaxiralari bo'yicha Xitoyni sakkizinchi o'ringa qo'yishadi. Mamlakatda qurilayotganlari bilan birga 20 ga yaqin atom elektr stansiyalari mavjud.

7. Namibiya

Mamlakatdagi uran zaxirasi 261 ming tonnani tashkil etadi. Namibiya to'rtta yirik uran konlari mavjud. Namibiya dagi uran zaxiralari dunyo zaxirasining 5% ini tashkil qiladi.

Namibiyaning iqtisodiyoti, xuddi Nigeriya singari, juda kambag'al, ammo Nigeriyaga qaraganda ancha rivojlangan hisoblanadi. Mamlakat urandan tashqari olmos, mis, oltin, rux va boshqa tabiiy qazilma boyliklarni eksport qiladi. Umuman olganda konchilik yalpi ichki mahsulotlarning 11,5% ini tashkil etadi.

6. Nigeriya

Nigeriya davlatidagi uran zaxiralari dunyodagi umumiy miqdorning 5% ini tashkil qiladi. Mamlakatdagi eng yirik konlar Imuraren, Madahuela, Arlit va Azelit bo'lib, mamlakatda 12 ta uran konlari mavjud. Nigeriyada qazib olingan uranga sarflangan mablag' 1 kg uchun 34-50 dollarni tashkil etadi.

Mamlakatdagi uran bozorining asosiy ishtirokchisi - dunyodagi eng yirik 10 ta uran konlaridan biri bo'lgan Arlit konidan uranni qazib oladigan Fransiyaning Areva aksiyadorlik jamiyati kompaniyasi hisoblanadi. Bundan tashqari, uran Nigeriyaning eng yirik eksporti hisobla-

nadi. Uran mamlakatdagi yalpi ichki mahsulotlarning taxminan 5% ini tashkil qiladi. Shu bilan birga, Nigeriya juda kambag'al davlat bo'lib, tabiiy zaxiralarini qazib olish uchun xorijiy investitsiyalarga qaram hisoblanadi.

5. Janubiy Afrika

Janubiy Afrikada uran oltin konlarida yil davomida qazib olinadi. Dominion koni ochiq va yerostidan qazib olinadigan mamlakatdagi eng yirik uran koni hisoblanadi. Yirik konlarga G'arbiy Ariez, Palabora, Randfontein va Vaal daryosidagi konlar kiradi, bu konlardan asosan uran bilan birga oltin qazib olinadi. Afrika mamlakatlarida uran qazib olishning o'rtacha qiymati har kg uchun 40 dollarga tushadi. Uran qazib olishda va dastlabki ishlov berishda Janubiy Afrika davlati bu sohadagi yetakchi mamlakatlardan ancha orqada bo'lib, yiliga 540 tonna uran qazib oladi, bu dunyo bo'yicha o'n ikkinchi ko'rsatgichga to'g'ri keladi.

Ba'zi hisoblarga ko'ra, Janubiy Afrikada dunyodagi umumiy uran zaxirasining 6% mavjud. Biroq, boshqa manbalar Janubiy Afrikadagi uranning zaxirasi Nigeriya va Namibiya qaraganda kamroq deb baholanadi.

Mamlakat iqtisodiyotidagi asosiy muammolar bu ishsizlik, qashshoqlik darajasi va tengsizlik. Mamlakat nafaqat uran balki oltin, platina va xromni qazib olish bilan yaxshi tanilgan.

Janubiy Afrikada ikkita atom elektr stansiyasi mavjud, hozirgi kunda yana bir nechta atom elektr stansiyalarini qurish rejalashtirilgan. Janubiy Afrika kelajakda uranni qazib olish va dastlabki ishlov berishda potentsial yirik bozorga aylanishi mumkin.

4. Kanada

Shimoliy Amerikada uran rudasi zaxiralari bo'yicha yetakchi o'rinni egallaydi va dunyoda to'rtinchi o'rin Kanadaga tegishlidir. Mamlakatdagi umumiy uran zaxirasi 468,7 ming tonnani tashkil etadi, bu dunyo zaxirasining 8,8% ini tashkil qiladi. Kanadada noyob konlar mavjud bo'lib, ularning rudalari uranga boy va sermaxsuldir. Uran konlaridan eng kattasi Makartur daryosi va Sigar ko'li bo'yida joylashgan. Hozirgi kunda mamlakatda Waterbury Project uran koni o'zlashtirilmoqda, uning maydoni bir necha konlardan iborat bo'lib, maydoni 12417 gektarni tashkil etadi. Kanada Amerika Qo'shma Shtatlariga yaqinligi tufayli butun tarix davomida uran qazib olish va qayta ishlashda katta imkoniyatlarga ega. Kanadadagi uran qazib olinadigan asosiy kompaniya – Cameco kompaniyasi hisoblanadi.

3. Rossiya

Rossiya uran zaxiralarining hajmi bo'yicha uchinchi o'rinni egallaydi. Mutaxassislarning fikriga ko'ra, uning hududida 487200 tonna uran zaxiralari mavjud bo'lib, bu dunyodagi uranning 9,15% ni tashkil etadi.

Mamlakatning kattaligi va katta uran zaxiralari bo'lishiga qaramay, Rossiyada atigi 7 ta uran kon mavjud bo'lib, ularning deyarli barchasi Transbaikalda joylashgan. Mamlakatda qazib olinadigan uranning 90% dan ortig'i Chita viloyatiga to'g'ri keladi. Bu o'ndan ortiq uran ruda konlarini o'z ichiga olgan Streltsov ruda koni hisoblanadi. Uranni qayta ishlaydigan eng katta markaz - Krasnokamensk shahrida bo'lib, qolgan 5-8% uran konlari Buryatiya va Kurgan viloyatida joylashgan.

2. Qozog'iston

Uran zaxiralari bo'yicha ikkinchi o'rin Qozog'istonga tegishli bo'lib, mamlakatidagi uran rudasining zaxirasi dunyodagi uranning 11,81 % ini tashkil etadi, bu 629 ming tonna uranga teng.

Qozog'istonda 16 ta uran qazib oladigan konlar mavjud. Chusaroy va Sirdaryo viloyatlari eng yirik Korsan, Janubiy Inkai, Irkol, Xarasan, G'arbiy Minkuduk va Budenov uran konlariga ega.

Qozog'iston tabiiy qazilma zaxiralari bo'yicha boy mamlakat hisoblanib, mamlakatda qazib olingan uranning eksportini 22% Rossiya va Xitoy davlatlariga to'g'ri keladi.

1. Avstraliya

Avstraliya dunyodagi uran zaxiralari bo'yicha yetakchi hisoblanadi. Butunjahon yadro assotsiatsiyasining ma'lumotlariga ko'ra, dunyodagi uran zaxiralarining taxminan 31,18% aynan shu mamlakatda joylashgan bo'lib, bu 661 ming tonna uran deganidir.

Avstraliyada 19 ta uran konlari mavjud bo'lib, ulardan eng yirik va eng mashhurlari Olimpiya to'g'onida joylashgan. Ulardan yiliga 3 ming tonna uran qazib olinadi, ulardan eng ko'pi Beaverley (yiliga 1 ming tonna) va Honemun (yiliga 900 tonna) konlariga to'g'iri keladi. Mamlakatda uran qazib olish qiymati 1 kg uchun 40 dollarni tashkil etadi.

Avstraliyaning siyosiy va iqtisodiy barqarorligi Rio Tinto va Broken Hill Proprietary (BHP), hamda Billiton Limited va boshqa ko'plab tog'-kon kompaniyalar faoliyat olib borishi uchun ideal sharoitlar yaratilgan.

Rio va BHP kompaniyalari tomonidan uran qazib olish asosan Avstraliyada amalga oshiriladi va aynan shu ikki kompaniya jahon uran bozorida birinchi o'rinlarni egallaydi [1].

**Butunjahon atom assotsiatsiyasi -World Nuclear Association
(WNA) ma'lumotlariga asosan dunyo davlatlaridagi uran zaxirasi
[2] haqida ma'lumot (2017-yil)**

4.1-jadval.

№	Davlat	Tonna, U	Umumiy hisobdan, %
1	Avstraliya	1818300	30%
2	Qozog'iston	842200	14%
3	Kanada	514400	8%
4	Rossiya	485600	8%
5	Namibiya	442100	7%
6	JAR	322400	5%
7	Xitoy	290400	5%
8	Nigeriya	280000	5%
9	Braziliya	276800	5%
10	O'zbekiston	139200	2%
11	Ukraina	114100	2%
12	Mongoliya	113500	2%
13	Botsvana	73500	1%
14	Tanzaniya	58200	1%
15	AQSH	47200	1%
16	Iordaniya	43500	1%
	(boshqalar)	280600	4%
	Jami	6142600	100%

**Butun jahon atom assotsiatsiyasi -World Nuclear Association
(WNA) ma'lumotlariga asosan dunyo davlatlaridagi uran ishlab
chiqaruvchi yetakchi kompaniyalar [3] haqida ma'lumot (2019 yil)**

4.2-jadval.

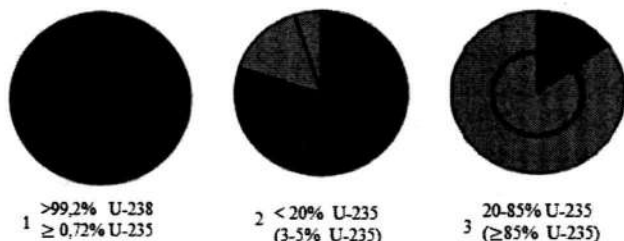
№	Kompaniya nomi	Davlat	Haqiqiy ishlab chiqarish (tonna U)	Umumiy hisobidan, %
1	Kazatprom	Qozog'iston	12229	22%
2	Orano	Fransiya	5809	11%
3	Cameco	Kanada	4754	9%
4	APM3-Uranium One	Rossiya	4624	8%
5	CNNC	Xitoy	3961	7,61%
6	CGN	Xitoy	3871	7%
7	Navoiy kon metallurgiya	O'zbekiston	3500	6%
8	BHP	Avstraliya	3364	6%
	O'rta natija		42112	76,61%

	Boshqalar		13001	23,39%
	Jami		55113	100%

Bugungi kunda Ukraina yiliga 1000 tonna uran konsentratini ishlab chiqaradi. XXI-asr boshiga nisbatan uran konsentratini yetkazib berish miqdori 32% dan 40% gacha oshdi. Qolgan uran (1,5 ming tonnagacha) har yili asosiy yetkazib beruvchilardan bo'lgan Rossiya, Yevropa davlatlari va Qozog'istondan sotib olinadi [1].

Uranni boyitish - uran tarkibidagi ^{235}U (uran) izotopining ulushini ko'paytirish jarayonidagi texnologiyaga aytiladi. Natijada, tabiiy uran boyitilgan uran va kambag'allashgan uranga ajratiladi.

Tabiiy uran tarkibida uchta uran izotopi mavjud: ^{238}U (massa ulushi 99,2745%), ^{235}U (massa ulushi 0,72%) va ^{234}U (massa ulushi 0,0055%). ^{238}U izotopi kamdan-kam uchraydi va ^{235}U izotopidan farqli mustaqil yadro zanjirli reaksiyasiga qodir bo'lmagan barqaror izotopdir. Hozirgi vaqtda ^{235}U izotopi yadro reaktori va yadro qurollari texnologiyalarda zanjirli reaksiya hosil qiluvchi siftda ishlatiladigan materialdir. Biroq, ko'plab sohalar uchun tabiiy uran tarkibidagi ^{235}U izotopining ulushi kichik bo'ladi. Yadro yoqilg'isini tayyorlash jarayoni odatda uranni boyitish bosqichini o'z ichiga oladi.



4.1-rasm. Uranni boyitishning turli bosqichlarida uran-238 (ko'k) va uran-235 (qizil) izotopining nisbiy nisbati.

1-tabiiy uran; 2-dastlabki boyitilgan uran; 3-to'liq boyitilgan uran (qurol uchun) [4].

Uranni boyitish

Barcha uran izotoplari deyarli bir xil kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lganligi sababli, namunadagi uran-235 izotopining ulushini oshishi izotoplarning atom massalarining farqiga bog'liq bo'lib, izotoplarga quyidagi raqamlar berilgan: 234, 235 va 238. U-238 va U-235 izotoplari

asosiy uranga nisbatan bir foizdan sal og'irroq bo'ladi. Agar uran gaz holatiga o'tkazilsa, u holda yengilroq U-235 izotoplaridan tashkil topgan molekular U-238 izotoplardan tashkil topgan og'irroq molekularga qaraganda yuqori tezlikda (ma'lum bir haroratda) harakat qiladi.

Oddiy boyitish jarayonida U-235 va U-238 izotoplarni o'z ichiga olgan gazga aylangan tabiiy uran oqimi ikkita izotop massalarining farqi tufayli ikkita oqimga bo'linadi. Bir oqim uran-235 izotopiga boyib boradi ("boyitilgan" uran oqimi), ikkinchisi esa bu izotopga nisbatan kambag'allashgan bo'lib qoladi ("kambag'allashgan" uran oqimi atamasi tabiiy uranda U-235 izotopini nisbatan kichik foizda bo'lganini anglatadi).

U-235 izotopining foizini oshirish uchun uranni boyitish zavodining quvvati kilogramm ajratuvchi ish birligi (AIB) deb nomlangan birliklarda belgilanadi. Ishlab chiqarish darajasi korxonalardagi qurilmalarning quvvati, yiliga bir necha yuzdan bir necha ming tonna (MT) gacha yetadi. Ajratish ish birligi - bu murakkab jarayon bo'lib, boyitish jarayonida kerakli U-235 uran izotopining miqdoriga va U-235 izotopini boyitish jarayonida qancha miqdorda qolishiga bog'liq bo'ladi. Ajratish ish birligini maksimal darajada boyitish darajasiga erishish uchun sarflanadigan energiya miqdori deb qarash mumkin. Boshlang'ich moddada U-235 uran izotopining miqdori asosiy uran ichida qancha kam qolsa, kerakli boyitishga erishish uchun ko'proq AIB kerak bo'ladi.

Uranni boyitish zavodi tomonidan beriladigan AIB miqdori to'g'ridan-to'g'ri bu zavod tomonidan iste'mol qilinadigan energiya miqdoriga bog'liq bo'ladi. Bugungi kunda keng tarqalgan ikkita boyitish texnologiyasi energiya sarfi bilan sezilarli darajada bir-biridan farq qiladi. Zamonaviy gazsimon diffuziya stansiyalari odatda AIB uchun 2400 dan 2500 kilovatt-soat (kVt/soat) gacha elektr energiyasini talab qiladi, gaz qazib olinadigan konlardagi qo'shimcha zavodlarning har biri AIB uchun 50-60 kVt/soat elektr energiyasini iste'mol qiladi.

Boyitilgan uranni yoqilg'i sifatida ishlatadigan odatdagi 1000 megavattli yengil suvli yadroviy reaktorni ishlashini ta'minlash yiliga 100 dan 120 minggacha AIB da uranni boyitish ishlarini amalga oshirishni talab qiladi. Agar bunday boyitish gazli diffuziya usuli asosida ta'minlansa (bugungi kunda AQShning Kentukki shtati, Paduka shahrida faoliyat yuritayotgan zavod misolida), unda boyitish jarayoni reaktor tomonidan ishlab chiqariladigan elektr energiyasining 3-4% ini o'zi iste'mol qiladi. Boshqa tomondan, yoqilg'i uranini boyitish gaz ho-

sil qiluvchi sentrifugalarda (bugungi kunda dunyoning ko'plab mintaqalarida mavjud) amalga oshiriladi. Boyitish jarayonida atom elektrostansiyasi tomonidan yil davomida ishlab chiqariladigan elektr energiyaning 0,1% gachasi iste'mol qilinadi.

AIB kilogrammdan tashqari, yana bir muhim parametрни hisobga olish kerak. Bu kerakli boyitilgan uran massasini ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan tabiiy uranning massasidir. AIB miqdorida bo'lgani kabi, talab qilinadigan boshlang'ich uranning miqdori kerakli boyitish darajasiga, shuningdek, tugagan uranda qolgan U-235 izotopining miqdoriga bog'liq bo'ladi. Zarur bo'lgan tabiiy uran miqdori kamayadi, chunki kambag'allashgan uran ichida saqlanishi kerak bo'lgan U-235 izotopining ulushi kamayadi.

Yengil suvli yadro reaktori uchun dastlabki boyitilgan uran, boyitilgan oqimdan odatda 3,6% gacha U-235 izotopi (tabiiy uran tarkibidagi 0,7 %) ni va kambag'allashgan uran 0,2 dan 0,3 % gacha uran U-235 izotopini o'z ichiga oladi. Bir kilogramm dastlabki boyitilgan uranni olish uchun, U-235 izotopining uran oqimidagi ruxsat etilgan ulushi 0,3% bo'lsa, u holda taxminan 8 kilogramm tabiiy uran va 4,5 AIB bo'lishi talab qilinadi. Kambag'allashgan oqimda faqat 0,2% U-235 izotopi qolsa, u holda 6,7 kilogramm tabiiy uran kerak bo'ladi, ammo boyitish uchun taxminan 5,7 AIB kerak.

Bir kilogramm yuqori darajada boyitilgan uranni (ya'ni tarkibida 90% U-235 izotopi bo'lgan uran) olish uchun AIB 193 dan ortiq bo'lishi va deyarli 219 kilogramm tabiiy uran talab qilinadi, bu holda 0,3 % U-235 izotopi kambag'allashgan uran ichida bo'ladi. Agar kambag'allashgan uran tarkibidagi U-235 izotopining ruxsat etilgan ulushi 0,2% ga teng bo'lsa, deyarli 228 dan ortiq AIB va 176 kilogrammdan ortiq tabiiy uran talab qilinadi.

4.3-jadvalda kambag'allashgan uran oqimida bir kilogramm dastlabki boyitilgan uran va bir kilogramm to'liq boyitilgan uranni 0,2-0,3% i U-235 izotopini ishlab chiqarish uchun sarflangan xarajatlar (tabiiy uran va uni boyitish xizmatlari uchun) haqidagi ma'lumotlar berilgan.

Boyitish jarayonida tabiiy uran va AIB ning kerakli miqdori belgilangan boyitish darajasi uchun teskari yo'nalishda o'zgarishini, tabiiy uran arzonligi va uni boyitishdagi xizmatlar qimmatligini hisobga olib, boyitish zavodlarida U-235 uran izotopining katta qismini kambag'allashgan oqimga qo'yib yuborishga majbur bo'linadi, (ya'ni ko'proq

tabiiy uran va AIBdan foydalanish samarali bo'lad). Boshqa tomondan, tabiiy uranni boyitish olinadigan daromaddan ko'ra qimmatroq bo'lsa, u holda zavodlarning rahbarlari qarama-qarshi holatni tanlaydilar.

Bir kilogramm kam boyitilgan uran va bir kilogramm to'liq boyitilgan uran olishdagi sarf-xarajatlar

4.3-jadval.

	Dastlabki boyitilgan uran		To'liq boyitilgan uran	
	Tabiiy uran	Boyitish bo'yicha xizmatlar	Tabiiy uran	Boyitish bo'yicha xizmatlar
Tugagan oqimdagi U-235 izotopining ulushi 0,3% ni tashkil etadi	8,2 kg	4,5 AIB	219 kg	193 AIB
Tugagan oqimdagi U-235 izotopining ulushi 0,2% ni tashkil etadi	6,7 kg	5,7 AIB	176 kg	228 AIB

Dastlabki boyitilgan uran – odatda yengil suvli reaktorda ishlatiladigan 3,6 % li U-235 izotopini o'z ichiga oladi.

To'liq boyitilgan uran – 90 % U-235 izotopini o'z ichiga oladi va undan odatda yadroviy qurollarni yaratishda foydalaniladi [5].

Uranni boyitish texnologiyalari

Uran izotoplarni ajratishning ko'plab usullari ma'lum. Bu usul-lar turli xil izotop atomlarining turli massalarda bo'lishiga asoslanadi: 235 uran izotopida yadrodagi neytronlarning sonini farqi tufayli 238 uran izotopidan biroz yengilroq bo'ladi. Bu holat atomlarning turli xil harakatsizligida namoyon bo'ladi. Masalan, atomlarni yoy bo'yicha harakatga keltirilsa, unda atom og'irligi katta bo'lganlari yengillariga nisbatan katta radius bo'ylab harakatlanishga moyil bo'ladi. Elektromagnit va aerodinamik usullar shu asosida amalga oshiriladi. Elektromagnit usulda uran ionlari elementar zarrachalar tezlatgichida tezlashadi va magnit maydonda og'adi. Aerodinamik usulda gazsimon uran birikmasi maxsus salyangoz uchi orqali puflanadi. Shunga o'xshash gazli uran birikmasini sentrifugada ajratish ham mumkin: bunda gazli uran birikmasi sentrifugaga joylashtiriladi va massasi og'ir molekulalar sentrifuganing devoriga yig'ilishiga sabab bo'ladi. Issiqlik diffuziyasi va gazni diffuziya usullari molekulyar harakatchanlikdagi

farqdan foydalaniladi. Yengil uran izotopi bo'lgan gaz molekullari og'ir moddalarga qaraganda ancha harakatchan bo'ladi. Shuning uchun ular gaz holatdan diffuziya texnologiyasi asosida maxsus membranalarning kichik teshiklariga osonroq kirib boradi [6].

Haroratli diffuziya usuli bilan ajratishda sentrifugani sovuqroq pastki qismida sekin harakatlanadigan molekullar to'planib, tezroq harakat qiladiganlari yuqori issiq qismda aylanadi. Ajratish va boyitish usullarining ko'pi uran birikmalari bilan gazlarni ajralishi asosida ishlaydi.

Ko'pgina usullar yordamida uranni tijorat maqsadida (sotish) boyitish uchun urinib ko'rilgan, ammo hozirda deyarli barcha boyitish qurilmalari gazni sentrifugalash asosida ishlaydi. Sentrifugaga qo'shimcha ravishda o'tmishda gazli diffuziya usuli keng qo'llanilgan. Yadrolardan energiya olishda elektromagnit, haroratli diffuziya va aerodinamik usullardan foydalanilgan. Bugungi kunda sentrifugada uranni boyitish eng yuqori iqtisodiy ko'rsatgichlarini bermiqda. Shu bilan birga uran izotoplarini lazerli ajratish kabi istiqbolli yo'nalish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Rossiyadagi to'rtta korxona qazib olingan uranni boyitishda ishtirok etadi. Ular:

- Angarsk elektroliz kimyoviy zavodi (Angarsk shahri, Irkutsk viloyati)
- "Elektrokimyoviy zavod" ishlab chiqarish birlashmasi (Zelenogorsk shahri, Krasnoyarsk viloyati)
- Uran elektrokimyoviy zavodi (Novveyralsk shahri, Janubiy Ural viloyati)
- Sibir kimyo kombinati (Seversk shahri, Tomsk viloyati).

Rosatom tarkibiga kirgan bu yirik kompaniyalarning ishlab chiqarish quvvati Rossiyadagi uranni boyitib sotishda jahon bozorining 40% ini egallashga imkon beradi va kelajakda bu ulushni yanada oshirish rejalashtirilgan.

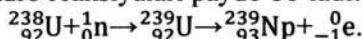
Rossiyada uranni boyitishning eng ilg'or texnologiyasi – boshqa davlatlarning urinishlarga qaramay, dunyoning biron bir kompaniyasida amalga oshirilmagan gaz holatdan sentrifuga qilish texnologiyasidir. Masalan, 2007-yilda Angarsk elektroliz kimyoviy kombinati negizida yana ikkita kompaniya – "Xalqaro uranni boyitish markazi" (XUBM) ochiq aksionerlik jamiyati (OAJ) hamda Rossiya-Qozog'iston qo'shma korxonasi "Uranni boyitish markazi" (UBM) yopiq aksionerlik jamiyati

(YAJ) tashkil etildi. Xalqaro uranni boyitish markazi (XUMB)ga kam boyitilgan (3-5%) 120 tonna uranni zaxira tariqasida saqlash topshirilgan. Ushbu kafolatli zaxirani har qanday sharoitda ham atom energetikasi sanoatining uzluksiz ishlashini ta'minlash maqsadida uranni erkin bozordan sotib olish imkoniyati bo'lmagan davlatlar sotib olishi mumkin. Shunday qilib, "Xalqaro uranni boyitish markaz" xalqaro xavfsizlikni ta'minlashda muhim tashkilot hisoblanadi. Hozirda XUMB a'zolari Rossiya, Qozog'iston, Armaniston va Ukraina bo'lib, Rossiya-Qozog'istonning "Uranni boyitish markazi" (UMB) loyihasi, XUMB dan farqli, to'liq tijorat qilish huquqiga ega. Angarsk elektroliz kimyoviy kombinatining ishlab chiqarish hududida uranni boyitish bo'yicha yangi obyektlarni qurish rejalashtirilgan. Buning natijasida, Angarsk kombinatining quvvati ikki baravarga oshadi va Rossiya uranni boyitish bo'yicha jahon bozoridagi o'rini mustahkamlaydi [7].

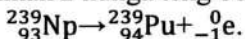
Zanjirli reaksiya – bu, reaksiyaga sabab bo'ladigan zarralarni shu reaksiya natijasida hosil bo'lgan zarralar bilan qayta reaksiyaga kirishiga aytiladi.

Neytron bilan to'qnashuv natijasida uran-235 izotopining yadro-sidan 2 yoki 3 ta neytron ajralib chiqadi. Qulay sharoitlarda bu neytronlar boshqa uran yadrolariga kirib, ularning bo'linishini keltirib chiqarishi mumkin. Bunda uran yadrolarining yangi parchalanishini vujudga keltiradigan 4 tadan 9 tagacha neytronlar paydo bo'ladi. Ko'chki jarayoniga o'xshash jarayonni zanjirli reaksiya deyiladi. Uran yadrolarining bo'linishining zanjirli reaksiyasini rivojlanish tizimi 4.2-rasmda berildi.

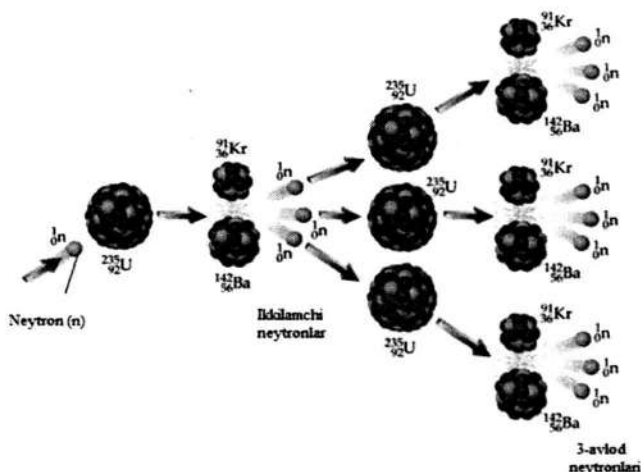
Uran tabiiy ravishda ikki xil izotop shaklida uchraydi: $^{238}_{92}\text{U}$ (99,3%) va $^{235}_{92}\text{U}$ (0,7%). Neytronlar bilan bombardimon qilinganida, bu ikki xil izotopning yadrolari ikki bo'lakka bo'linishi mumkin. Bunday holda, bo'linish reaksiyasi $^{235}_{92}\text{U}$ sekin neytronlarda davom etadi, $^{238}_{92}\text{U}$ yadrolarini bo'linish reaksiyasida energiya qiymati taxminan 1 MeV bo'lgan tezkor neytronlar ta'sirida hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan $^{239}_{92}\text{U}$ yadrolarining qo'zg'alish energiyasi bo'linish uchun yetarli bo'lmaydi va bo'linish o'rniga yadro reaksiyalari paydo bo'ladi:



$^{238}_{92}\text{U}$ uran izotopi β -radioaktiv bo'lib, uni yarim yemirilish davri 23 minutni tashkil qiladi. $^{239}_{93}\text{Np}$ neptun izotopi ham radioaktiv bo'lib, uni yarim yemirilish davri taxminan 2 kunga teng bo'ladi.



Plutoniy izotopi $^{239}_{94}\text{Np}$ boshqa izotoplarga nisbatan barqaror bo'lib, yarim yemirilish davri 24000 yilni tashkil qiladi. Plutoniyning eng muhim xususiyati shundaki, $^{235}_{92}\text{U}$ izotopi kabi neytronlar ta'sirida parchalanadi. Shuning uchun $^{239}_{94}\text{Np}$ yordamida zanjirli reaksiya amalga oshirish oson bo'ladi.



4.2-rasm. Zanjir reaksiyasi.

Zanjir reaksiyasining tizimi ideal holat uchun 4.2-rasm berildi. Haqiqiy sharoitda bo'linish vaqtida hosil bo'lgan barcha neytronlar boshqa yadrolarning bo'linishida ishtirok etmaydi. Ulardan ba'zilari begona atomlarning bo'linmaydigan yadrolari tomonidan ushlab qolinadi, boshqalari urandan uchib chiqadi (neytron oqimi).

Shuning uchun og'ir yadrolarning bo'linish zanjir reaksiyasi har doim ham sodir bo'lmaydi va har qanday uran yadrosini parchalamaydi [8].

Uran atomining bo'linish mexanizmi

Nemis olimlari N. Bor va Ya.I Frenkel atom yadrosining tomchi modelini taklif qilganlar. Bu yadro va musbat zaryadlangan tomchi suyuqlik haqida tasavvur beradi. Neytronni yutgan yadro g'alayongan holatga o'tadi va xuddi simob tomchisi singari turtib yuborilganida uning shaklini o'zgartirib tebrana boshlaydi. Qachonki qo'zg'alish energiyasi bog'lanish energiyasidan kattaroq bo'lsa, u holda Kulon

kuchlari tufayli yadro ikkiga bo'linib, bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanib ketadi. Bunda yangi yadrolarning kinetik energiyasi Kulon kuchlari bilan aniqlanadi.

Uran bo'linishining zanjirli reaksiyasi - bu reaksiyaga sabab bo'ladigan zarralar (neytronlar) yadro bo'linishi jarayonida hosil bo'ladigan reaksiyadir. Bunda yadrolarda reaksiya sodir bo'lishi uchun zanjirli reak-siya asosiy hisoblanadi. Tabiatda uran elementi $^{235}_{92}\text{U}$ (0,7%), $^{238}_{92}\text{U}$ (97,3%) dan iborat holatlarda uchraydi. Yadrolardan ($^{235}_{92}\text{U}$) ikki xil: tezkor va sekin neytronlar ajraladi. $^{238}_{92}\text{U}$ uran izotopidan 1 MeV energiyaga ega bo'lgan tezkor neytronlar ajraladi. Bu energiyada bo'linadigan neytronlar 60% ni tashkil qiladi, ammo har beshinchidan bittasi bo'linish hosil qiladi.

Uran izotopidan ($^{235}_{92}\text{U}$) ajralgan sekin neytronlar hisobiga zanjirli reaksiyani amalga oshirish mumkin emas. Uni hosil qilish uchun neytronning miqdorini ko'paytirish koeffitsiyenti $K > 1$ bo'lishi kerak. Bu holda neytronlar soni $\frac{1}{0}n$ ga ko'payadi yoki doimiy bo'lib qoladi va zanjirli reaksiya davom etadi. $K < 1$ uchun $\frac{1}{0}n$ son kamayadi va zanjirli reaksiyani hosil qilish mumkin bo'lmaydi.

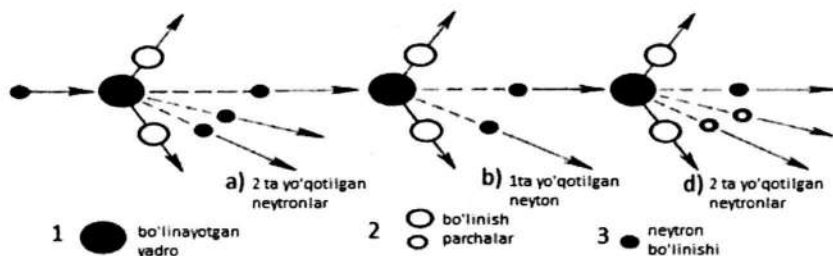
Ko'payish koeffitsiyenti $\frac{1}{0}n$, sekin yadrolarni $^{235}_{92}\text{U}$ yoki tezkor yadrolarni olishi bilan $^{238}_{92}\text{U}$ va $^{235}_{92}\text{U}$ uran izotoplarini bo'linishi bilan ortib boradi. Neytron yadrodan ajralib chiqqanidan so'ng bo'linishida hosil bo'lgan mahsulotlar, moderatorlar va mahsulotning tarkibidagi elementlar egallab olganda kamayadi.

Uran bo'lagining chiqindilarini kamaytirish uchun massasi $\frac{1}{0}n$ bo'lgan uran boyitiladi. Parchalanib ketgan yadrolarning soni uran massasiga mos bo'lmaydi va kritik massaga ega bo'lgan uranning shakli sharsimon bo'lsa, uning sirtida tezroq o'sadi.

Zanjir reaksiyasi mumkin bo'lgan uran massasining minimal qiymati kritik massa deyiladi. O'rnatish tartibiga va yoqilg'ining turiga qarab, yoqilg'i uran massasi 250 grammdan yuzlab kilogrammgacha bo'ladi.

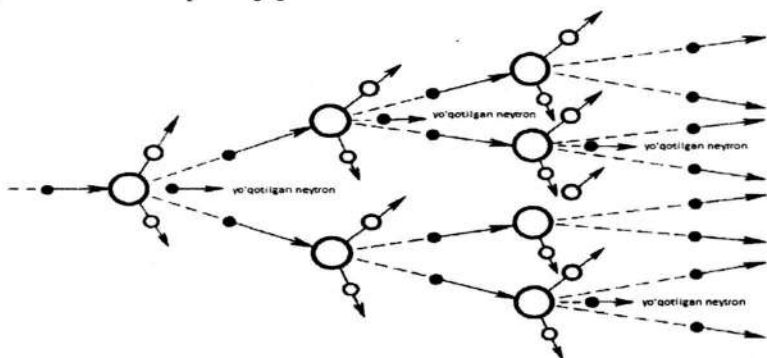
Yadro reaksiyalarining ikki turi mavjud: nazoratsiz zanjirli reaksiya va boshqariladigan zanjirli reaksiya.

Yadro yoqilg'isi sifatida asosan uran elementi ishlatiladi, bunda uranning massasi kritik massadan katta yoki teng bo'lishi kerak.



4.3-rasm. Atom parchalanishining zanjir reaksiyasi.

Bo'linish davrida chiqadigan neytronlarning har biri bo'linadigan moddalarning yadrolari bilan o'zaro ta'sir qilsa, zanjirli reaksiyani keltirib chiqaradi. Bo'linish hodisasida qatnashayotgan uran izotoplarining soni ko'chkisimon ko'rinishdagi o'sishi sodir bo'ladi. Bitta neytron - birinchi avlod, ikkita neytron - ikkinchi avlod, to'rtta neytron - uchinchi avlod, sakkizta neytron - to'rtinchi avlod va xokazo n ta neytronlarni hosil qiladi [9].



4.4-rasm. Ko'chkisimon zanjirli reaksiyada energiya tez o'sishi portlashga olib keladi.

Uranning bo'linishidagi zanjirli reaksiya

Uranning bo'linishini kashf etilishi energiyani olishda juda katta ahamiyatga ega ekanligi olimlar va mutaxassislar tomonidan juda tez anglandi. Uranning bo'linishida yigirma va undan ortiq miqdorda neytronlarni hosil bo'linishiga sabab bo'ladi, chunki uran yadrosidagi N -neytronlar sonining undagi Z -protonlar soniga nisbati $N/Z = 1,59$ ga teng. Bu holatda kimyoviy elementlar jadvalidagi navbatdagi element-

larining atomlari hosil bo'lib, ularning barqarorligi N/Z nisbati bilan aniqlanadi.

Neytronlarning emissiyasi bir zumda sodir bo'lishi aniqlangan. Haddan tashqari katta qiymat bo'lgan N/Z nisbatida parchalanish natijasida hosil bo'ladigan mahsulotning ketma-ket o'zgarishi tufayli, uran atomi ham ma'lum miqdorda neytron chiqaradi. Parchalanishda hosil bo'lgan elementlar ham neytron chiqaradi. Yarim parchalanish davri reaksiya mahsulotlariga mos keladigan to'rtta neytron guruhi: 2,5; 7; 24 va 57 soniyalardagi bo'linishlardan keyin hosil bo'ladi, ammo barcha neytronlarning faqat 1% igina 0,01 sekund kechikish bilan ajralib chiqadi. Ushbu ikkilamchi neytronlarning soniga qaramay, bo'linish jarayoni o'zini o'zi ta'minlaganligi sababli, sun'iy bo'linish jarayonini boshqarishda juda muhim va foydali hisoblanadi. Ajralib chiqqan neytronlarning asosiy qismining o'rtacha energiyasi 1 MeVt ni tashkil qiladi. Uran yadrosidan ortiqcha miqdordagi neytronlarni ajralishi xuddi suyuqlik tomchisining bug'lanishiga o'xshash jarayon kabi sodir bo'ladi.

Uraning bo'linish jarayoni boshlangandan so'ng, u qo'shimcha tashqi ta'sirlarsiz o'z-o'zidan davom etardi, xuddi yonish yoki portlash paytida kimyoviy transformatsiya sodir bo'ladi. Har bir uran atomining parchalanishi bir nechta yuqori energiyali neytronlarni hosil qiladi. Bu o'z navbatida qo'shni uran atomlarining bo'linishini keltirib chiqaradi. Boshqariladigan jarayon yonish singari bir xil davom etishi natijasida dahshatli portlash sodir bo'ladi. Bu portlash ma'lum kimyoviy moddalar portlashidan millionlab marta kuchliroq bo'ladi.

Uran izotopining massa soni 238 ga teng deb ishonilganligi, uranni sekin neytronlar bilan nurlantirish natijalarini tahlil qilishda chalkashliklarga olib kelgan. Tabiiy uran tarkibida parchalanadigan massasi 235 bo'lgan izotop va massasi 238 bo'lgan izotop mavjud bo'lib, ular rezonans jarayonida transuranni hosil qilishi mumkin. Birinchi davrda uran-238 izotopini ko'rib chiqamiz. O.Frisning 1939-yil 6-iyunda O.Gaxnga yo'llagan maktubida: "Men professor N.Bor bilan siz taklif qilgan uran-235 izotopi haqidagi gipotezani sinab ko'rganimdagi holat to'g'risida gaplashaman. Eshitishimcha, Amerikada ular ushbu ikki izotopni qisman ajratishni istaydilar, bu tajribalarni osonlashtirishi mumkin", - deb yozadi. Aynan Nil Bor uran yadrolarining sekin neytronlar bilan bo'linishida uran faqat 235 izotop holatida bo'ladi degan farazni ilgari surdi.

Bu xatlar asosida, ajralgan neytronlar va texnik yadroviy energiya bilan uranning bo'linishida portlovchi zanjir reaksiyasi sodir bo'lish ehtimoli haqida munozara boshlandi. Qizig'i shundaki, N. Bor 1939-yil 12-iyuldagi Liza Meitnerga yozgan xatida, ajralgan neytronlarining uran-238 izotopi tomonidan rezonansli yutilishi zanjir reaksiyasining tez to'xtashiga olib kelishi mumkinligi haqida fikr yuritgan.

Yadroni zanjirli bo'linish reaksiyasining nazariya asoslarini Ya.B.Zeldovich va Yu.B.Xaritonning uchta ilmiy maqolalarida yozilgan. Ikkinchi jahon urushidan oldin bu ilmiy maqolalar nashr etilgan. Bu ishlarning birinchisida "Asosiy uran izotopining zanjirlarga bo'linishi masalasida" uranning bo'linish jarayonidagi zanjirli reaksiyaning fizik mexanizmi cheksiz muhitda ko'rib chiqilgan bo'lib, bu tizimdan neytronlar ajralishi kuzatilmasligi aytilgan. Parchalanishdagi neytronlar sonining tajribada aniqlangan qiymatlari va ularga mos keladigan tasavvurlar uran-238 izotopida yadro bo'linish zanjirli reaksiyasi davom eta olmaydigan darajadaliqi ko'rsatilgan.

Bu xulosa metall uran uchun olingan bo'lib, zanjir reaksiyasini hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladigan kislorodning tarqalishi hisobiga sodir bo'ladi deb qabul qilingan. Bu holatda tabiiy uran tarkibidagi tez neytronlar-ning zanjirli yadroviy bo'linish reaksiyasi hosil bo'lmaydi, ya'ni tabiiy uranni portlovchi moddalar sifatida ishlatib bo'lmaydi.

Ya.B.Zeldovich va Yu.B.Xaritonning ikkinchi ilmiy ishi "Sekin neytronlar ta'sirida uranning zanjir reaksiyasi natijasida parchalanishi to'g'risida"gi mavzuga bag'ishlangan bo'lib, asosiy uran-235 izotopi hosil bo'lganda tabiiy uranga bo'linishning yadro zanjirli reaksiyasi ko'rib chiqilgan. Uran-235 izotopining bo'linish reaksiyasi neytron energiyasining pasayishi bilan jadal ravishda davom etadi va bu oxirgi chegara emasligi aniqlangan (bu reaksiyaning tezligi neytron tezligiga teskari proportsionaldir). Shuning uchun uran-235 izotopida zanjirli reaksiya vujudga kelishi uchun qulay sharoit yaratish uchun neytronlarni sekinlashtirish kerak bo'ladi. Ammo uran og'ir elementdir, shuning uchun uran atomlarining yadrolari parchalanganda neytron juda oz energiyasini yo'qotadi. Uranga neytron moderatorini kiritish kerak, u holda uran va vodorod atomlarining bir hil aralashmasi hosil bo'ladi.

Bitta sekin neytron ta'sirida uran yadrosi bo'linib, undan tez neytronlar chiqadi. Ushbu neytronlar uran-235 izotopining bo'linishida samarali ta'sir etishi uchun ularni sekinlashtirish kerak bo'ladi. Ammo sekinlashuv jarayonida neytronning energiyasi uran-238 izotopi tomo-

nidan neytronning tutilish ehtimoli yuqori bo'lgan kesim orqali o'tadi. Bu tutilish bo'linmasida sodir bo'ladi va hosil bo'lgan neytron yadro parchalanishini zanjirli reaksiyasida yo'qoladi. Bu jarayonlarda neytronni yo'qotish ehtimoli yonilg'i (uran-235) va moderator (suv) aralashmasining cheksiz muhitida neytronlarni ko'payish koeffitsiyenti K ning qiymatini aniqlaydi. Ya.B.Zeldovich va Yu.B. Xaritonning ilmiy ishi shuni ko'rsatdiki, uran va vodorod aralashmasidagi yadroviy bo'linish zanjir reaksiyasini hosil qilishi mumkin emas. Uni amalga oshirish uchun uran-235 izotopida kamida 1,3% gacha boyitilgan uranni yoki neytronlarni vodorod singari unchalik kuchli bo'lmagan singdiruvchi nurli moderatorlardan foydalanish kerak (masalan, og'ir suv D_2O).

Ya.B. Xaritonning uchinchi ilmiy ishi muhim ahamiyatga ega. V.Zeldovich va Yu.B.Xariton "Uran izotopining parchalanish kinetikasi" deb nomlangan maqolalarida kritik holatga yaqin bo'linadigan yadrolarni o'z ichiga olgan tizimni o'rganishga bag'ishlangan bo'lib, rivojlanayotgan zanjir reaksiya boshlanganda bunday holat vujudga keladi. Ushbu muhitda neytronlarning ko'payishi maksimal bo'lishi uchun yadro yoqilg'isi va moderator hajmining optimal nisbatini tanlash kerak. Ushbu nisbatni o'zgartirib, neytronlarni ko'paytirish koeffitsiyenti $K=1$ ga teng qilib olish mumkin. $K=1$ da o'z-o'zini ta'minlaydigan yadroviy zanjirli reaksiya sodir bo'ladi, ammo neytronlarni ko'paytiruvchi vosita uning xususiyatlarining o'zgarishiga juda sezgir bo'ladi. O'z-o'zini ta'minlaydigan yadro zanjir reaksiyasi davom etganda, uran-235 izotopining bo'linish jarayoni uning konsentratsiyasini kamayishiga olib keladi. Atomlarni bo'linishida hosil bo'lgan mahsulotlar - neytronlarni ushlay boshlaydi va neytron-larni ko'paytirish koeffitsiyenti birdan kam bo'ladi ($K<1$). Bu holat subkritik holat deb ataladi. Bu o'z-o'zini ta'minlaydigan zanjirli yadroviy bo'linish reaksiyasining sekinlashishi va tugashiga olib keladi. Agar tizimga tashqi manbadan neytronlar kiritilsa zanjir reaksiyasi davom etishi mumkin. Bundan tashqari, uran-235 izotopi yadrosining bo'linishida o'zini- o'zi ta'minlab turadigan yadro reaksiyasi jarayonida issiqlik energiyasi ajralib chiqadi. Bu yoqilg'i va moderatorning termal kengayishiga, zichligining pasayishiga, ya'ni uran-235 izotopi atomlari va suvdagi vodorod atomlari konsentratsiyasining kamayishiga olib keladi. Uran-235 izotopining parchalanish sonini hamda neytronlarning konsentratsiyasining kamayishi suvning mo'tadil bo'lishini pasayishiga

olib keladi. Bu neytronlarning vodorod atomlari bilan to'qnashuvi jarayonida amalga oshadi. Natijada, o'zini-o'zi ta'minlaydigan yadroviy bo'linishning zanjirli reaksiya jarayonini to'xtatadi.

Agar yadro yoqilg'isi moderator muhitidagi neytronlarni ko'paytirish koeffitsiyenti birdan katta bo'lsa ($K > 1$), u holda tizim o'ta kritik bo'lib, neytronlar konsentratsiyasi juda tez o'sib boradi. Atom yadrolari chiqaradigan neytronlar - uran-235 izotopining yadrosini qismlariga bo'linish vaqtiga nisbatan sezilarli sekinlashtiradi (soniyadan o'n soniyagacha) va neytronlar konsentratsiyasining keskin o'sishiga sabab bo'ladi. Bu jarayonda neytronni ko'paytirish koeffitsiyentining qiymatini tartibga solishga imkon beradi. $K < 1 + \beta$, bunda β sekinlashgan neytronlarning qismi (bo'linish vaqtida chiqadigan neytronlarning 1% gachasini tashkil etadi).

Shunday qilib, V.Zendovich va V.Xaritonning uchta ilmiy maqolasida yadroning zanjir bo'linish reaksiyasi nazariyasining eng asosiy xususiyatlari bayon qilingan va quyidagilar aniqlangan:

1) tabiiy uran tarkibidagi uran-238 izotopida zanjirli yadroviy bo'linish reaksiyasi davom ettirish uchun zarur bo'lgan tezkor neytronlarni hosil qila olmaydi;

2) uran-235 izotopining bo'linishi tufayli sekin neytronlarda yadro zanjir reaksiyasini amalga oshirishda uran-238 izotopi tarkibidagi neytronlarning rezonans holatida hosil qilish talab etiladi;

3) neytronlarning rezonansi sezilarli sekinlashganda uran-235 konsentratsiyasini qiymati kvadrat ildizi ostidagi songa mutanosib bo'ladi;

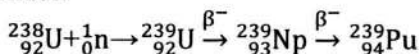
4) tabiiy uran va vodorod aralashmasida zanjir reaksiyasini hosil bo'lishi mumkin emas; bu holda yadro zanjir reaksiyasini amalga oshirish uchun uran-235 bilan boyitilish yoki neytronlarning yemirilishi kichikroq bo'lgan moderatordan foydalanish kerak (masalan, og'ir suv D_2O);

5) kritik holatda neytronlar konsentratsiyasining ortishining kinetikasi sekinlashgan neytronlar hisobiga kamayadi.

Bu Ikkinchi Jahon urushi arafasida aniqlangan yadro zanjir reaksiyasining nazariyasi edi. Shundan so'ng, maxfiylikning qalin pardasi ostida yadroviy tadqiqotlar olib borildi. AQSh hukumatining rasmiy hisobotida shunday deyilgan: "Fermi va Stillerning ba'zi ilmiy ishlari shuni ko'rsatadiki, uran elementi muhim yangi energiya manbai bo'lishi mumkin. Bu ulkan kuchni bomba yaratishda ishlatilishi mumkin".

Shu davrdan boshlab urandan atom energiyasini olishga urinishlar ikkita maqsadga: o'ta kuchli portlovchi moddani yaratish yoki sanoat ehtiyojlari uchun boshqariladigan energiyani olishdan iborat bo'ldi. Bu yo'nalishlarning har biri o'ziga xos texnologik jarayonlarni ishlab chiqishni talab qildi. Ish ikki yo'nalishda boshlandi (ayniqsa, AQShda), ammo tez orada birinchi maqsadga tezkor erishish uchun ikkinchi maqsad asosiy ekanligi aniq bo'ldi. Keyinchalik, ikkala yo'nalish ham parallel ravishda rivojlandi va har ikkala texnologik jarayon ham harbiy maqsadga erishishda deyarli bir xil darajada hissa qo'shdi.

235 va 238 massali urandan izotoplarini ajratish harbiy maqsadga foydalanishning asosiy sharti edi. Atom bombasi uchun juda katta miqdorda toza uran-235 izotopi kerak edi. Ammo u tabiiy uranning atigi 0,714% ini tashkil qiladi. Uran izotoplarining massalari yaqin va ularning kimyoviy xossalari bir xil bo'lganligi sababli, uran-235 ning izotoplarni tabiiy aralashmasidan ajratish texnologik jihatdan qiyin vazifa hisoblanadi. Energiya ishlab chiqarish uchun katta miqdorda uran kerak bo'ladi va bunda plutoni-239 izotopi ham qo'shimcha mahsulot sifatida ishlab chiqariladi:



Uran-235 atomidan neytronlarni ajralib chiqishining kimyoviy reaksiyasi.

Shunday qilib, "yadroli qozon" g'oyasi paydo bo'ldi, chunki uning dizayni soddaligi sababli shunday nomlandi. Hozirda bu nom "atom reaktori" deb almashtirildi. "Atom qozonining" vazifasi atom bombasi uchun plutoni-239 ishlab chiqarish edi. Bu jarayonda, bir tomondan, uran-235 da yadroviy bo'linish zanjir reaksiyasini davom ettirish va boshqa tomondan plutoni-239 hosil bo'lishi bilan uran-238 izotopi asosida neytronlarning rezonansini ta'minlash zarur edi. Shuning uchun uran massasidan tez ajraladigan neytronlarni ajratib olib, ularni sekinlashtirish, hamda kinetik energiyasini olib, yana uran-235 izotopining bo'linishini keltirib chiqarish uchun ularni issiq neytronlar bilan uranga yo'naltirishni talab etadi. Moderatorlarining vazifasi neytronlar energiyasining ma'lum qismini yo'qotadigan to'qnashuvda yorug'lik ajralib chiqishga xizmat qiladi [10].

4.2 Atom energiyasi asoslari va undan foydalanish istiqbollari

Atom energiyasi

Yadro energiyasi, odatda, qayta tiklanmaydigan energiya manbai hisoblanadi. Atom energiyasining o'zi qayta tiklanadigan energiya manbai bo'lsa-da, u atom elektr stansiyalarida ishlatiladigan materialdir.

Yadro energiyasi atom yadrosidagi kuchli energiya hisobiga olinadi. Yadro energiyasi yadro bo'linishi orqali ajralib chiqadi. Atom elektr stansiyasi – elektr energiyani ishlab chiqarishda yadro bo'linishini boshqarish imkoniyatini beruvchi murakkab tizimdir.

Atom elektr stansiyalarida eng ko'p ishlatiladigan material uran elementidir. Uran Yerdagi yetarlicha tabiiy sharoitda mavjud bo'lsa-da, atom elektr stansiyalarida odatda yoqilg'i sifatida tabiatda juda kam uchraydigan uranning U-235 izotopidan foydalaniladi. Uran qayta tiklanmaydigan manba hisoblanadi.

Atom energiyasidan foydalanish butun dunyoda elektr energiyani ishlab chiqarishning asosiy manbasi hisoblanadi. Atom elektr stansiyalari havoni ifloslantirmaydi va parnik gazlarini chiqarmaydi. Zamonaviy atom elektr stansiyalar qishloq yoki shahar sharoitida qurilishi mumkin va ular atrof-muhit ekologiyasiga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Biroq, atom energiyasini to'plash qiyin. Atom elektr stansiyalarini qurish va ulardan foydalanish juda murakkab bo'lib, xavfsiz va ishonchli atom energiyasidan foydalanib, elektr energiyasini ishlab chiqishda tajribali mutaxassis olimlar va muhandislar yetishmaydi.

Yadro energiyasidan elektr energiyasini olishda radioaktiv moddalar ham ajralib chiqadi. Radioaktiv chiqindilar o'ta kuchli reaktiv bo'lishi mumkin va bu radioaktiv nurlanish olishga sabab bo'ladi. Reaktiv nurlanishga uchragan insonlarda saraton, oq qon kasalligi va suyaklarning yemirilish xavfi oshadi.

Bugungi kunda butun dunyoda atom elektr stansiyalari (AES) Yerdagi ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining taxminan 17% ni ta'minlaydi. Dunyodagi barcha turdagi energiya ishlab chiqarishda yadro energiyasining ulushi 6% dan sal ko'proq. Rossiyada 10 ta atom elektr stansiyalari iste'moldagi taxminan 16% elektr energiyasini ishlab chiqaradi.

Turli mamlakatlarda atom elektr stansiyalardan energiya olishga turlicha munosabatda bo'lishadi. Fransiya davlati "tinch atom" energiyasidan foydalanish bo'yicha yetakchi hisoblanadi va atom elektr

stansiyalari mamlakatdagi barcha elektr energiyaning taxminan 80% ni ishlab chiqaradi. Germaniya, aksincha, mamlakatdagi barcha atom elektr stansiyalarini 2025-yilgacha to'xtatishga qaror qildi. Amerika Qo'shma Shtatlarida atom energetikasidan foydalanishda bir necha yillik tanaffusdan so'ng yana atom energiyasi, energetika strategiyasining asosiy yo'nalishlaridan biri deb e'lon qilindi. Avstriyada fuqarolar o'rtasida o'tkazilgan milliy referendum natijalari asosida mamlakatda qurilgan yagona atom elektr stansiyasini ishga tushirmaslikka qaror qilindi. Daniya davlati atom energiyasidan foydalanishdan butunlay voz kechdi.

Atom energiyasining arzonligi haqidagi afsonadan farqli, barcha xarajatlar, shu jumladan radioaktiv xomashyoni qazib olish va tashish, atom elektr stansiyasini qurish, radioaktiv chiqindilarni qayta ishlash va yo'q qilish jarayonlari to'liq hisobga olinadigan bo'lsa, bu eng ko'p xarajat talab etadigan soha ekanligi yaqqol namayon bo'ladi. Masalan, ma'lum quvvatdagi atom elektr stansiyasini qurish odatdagi xuddi shundan quvvatdagi gaz issiqlik elektr stansiyasini qurishga nisbatan 5 barobar qimmatga tushadi. Katta xarajat sarf etilishini talab etadigan xavfsizlik choralari qo'llashga qaramay, atom energiyasidan foydalanish insoniyat va yovvoyi tabiat uchun xavfli hisoblanadi. Bunga Ukrainadagi Chernobil, Yaponiyaning Fukusima, Amerika Qo'shma Shtatlaridagi atom elektr stansiyalarida yuz bergan fojialarni misol qilish mumkin.

Tabiiy uranga bo'lgan dunyo talabi 2019-yilda 63,4 ming tonnani tashkil etdi. Asosiy iste'molchilar:

- AQSh - 18 161 tonna;
- Fransiya - 9 211 tonna;
- Rossiya - 6 264 tonna;
- Xitoy - 5338 tonna;
- Janubiy Koreya - 5013 tonna.

Tabiiy uranning umumiy dunyo bo'yicha ishlab chiqarilishi yiliga 60 ming tonnadan ko'proq yoki dunyoda uranga bo'lgan talabining 80-90% ini tashkil etadi. Qozog'iston 2018-yilda 21,7 ming tonna tabiiy uran qazib olish hajmi bilan dunyoda birinchi o'rinni egallaydi. Shu bilan birga, dunyoda uranga bo'lgan talabning o'sishi va tabiiy uranning jahon bozoridagi narxlarini ijobiy dinamikasining o'sishi natijasida 2000-yilning o'rtalarida tabiiy uranni qazib olish ko'paya boshladi.

Dunyoda uranning taxminan 50% yerostidan eritma hosil qilib, 45% yerosti va ochiq usulda qazib va 5% boshqa qazilma mahsulot-lardan ajratib olinadi.

O'zbekiston har yili 3,5 ming tonna tabiiy uran qazib oladi va dastlabki boyitish amalga oshiradi. Tabiiy uran qazib olishda birinchi o'rinni (11 ming tonna) "Qozog'iston atom sanoati" egallaydi va bu dunyoda qazib olingan uranning 20,5 % ini tashkil etadi. Ikkinchi o'rin 5,8 ming tonna yoki dunyoga qazib olingan uranning 10,8 % ini tashkil etgan Fransiyaning "Orano" kompaniyasiga to'g'ri keladi.

Navoiy kon-metallurgiya kombinati (NKMK) O'zbekistondagi yagona tabiiy uran qazib oluvchi korxona bo'lib, O'zbekiston Respublikasi dunyodagi eng yirik uran qazib oladigan davlatlardan biri hisoblanadi. Zavodning eksport tarkibidagi uranning ulushi 99,5% ni tashkil qiladi.

Shu bilan birga, O'zbekistonda qazib olingan uran xomashyosi respublikada ishlatilmay, xorijga to'liq eksport qilinadi.

2007-yilgacha NKMK tomonidan qazib olingan tabiiy uranni Nukem, Inc. (AQSh) kompaniyasi, uranni sotib olish bo'yicha yagona edi.

Bozor va mahsulot xaridorlarini diversifikatsiya qilish bo'yicha tegishli ishlar amalga oshirgandan so'ng, 2007-yildan buyon uran Yaponiyaning Itochu korporatsiyasiga va 2008-yildan buyon Xitoyning CGNPC kompaniyasiga sotilmoqda. Bugungi kunda NKMKning asosiy savdo sheriklari Itochu va Marubeni korporatsiyalari (Yaponiya) hamda Nukem, Inc. (AQSH) kompaniyalaridir.

Bundan tashqari, tabiiy uran eksportining geografiasini kengaytirish maqsadida 2020-yildan KHNP kompaniyasi (Koreya Respublikasi) va Hindiston Atom energiyasi vazirligi (2023-yildan) bilan shartnomalar tuzilgan [11].

2018-yilda kompaniyalar tomonidan uran ishlab chiqarish

4.4-jadval.

№	Kompaniya	Uran qazib olish	Dunyodagi qazib olishdan uranga nisbatan ulushi, %
1	"Qozatomsan", Qozog'iston	11074	20,5
2	Orano, Fransiya	5809	10,8
3	Cameco, Kanada	4613	8,6
4	Uranium One, Rossiya	4385	8,1

5	NKMK, O'zbekiston	3445	6,4
6	CGN, Xitoy	3185	5,9
7	BHP, Avstraliya	3159	5,9
8	ARMZ, Rossiya	2904	5,4
9	Rio Tinto, Avstraliya	2602	4,8
10	Energy Asia, Britaniya Virgin orollari	2204	4,1
11	CNNC, Xitoy	983	3,7
12	General Atomics, AQSH	1663	3,1
13	"ВостГон" Rossiya	1180	2,2
14	Sopamin, Nigeriya	1002	1,9
15	Boshqalar	5332	8,7
	Jami	54540	100

Uran eksporti

Yetti yildan buyon NKMK Yaponiya kompaniyalariga har yili bir milliard dollardan ortiq miqdordagi dastlabki ishlov berilgan uranni eksport qilmoqda.

Navoiy kon-metallurgiya kombinati (NKMK) Yaponiya atom sanoati uchun uran xomashyosini yetkazib beruvchiga aylandi. 2023-2030-yillarda korxona Yaponiyaga umumiy qiymati 1,14 milliard dollardan ortiq bo'lgan uran yetkazib berishni rejalashtirgan.

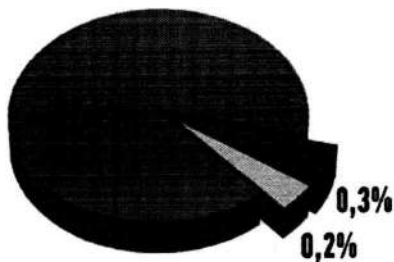
Bundan tashqari, O'zbekiston Respublikasi boshqa davlatlarga ham uranni yetkazib beradi. Xususan, 2017-yil sentyabr oyida uran kontsentratini Amerikaning Nukem kompaniyasiga 300 million dollar miqdorida yetkazib berish to'g'risidagi kelishuvga erishildi va 2018-yil yanvar oyida O'zbekiston Hindiston atom energetikasi kompaniyalarining ehtiyojlari uchun uran xomashyosini yetkazib berish bo'yicha uzoq muddatli shartnomani imzoladi.

2017-yil noyabr oyida O'zbekiston Janubiy Koreyaga uranni yetkazib berish to'g'risida kelishib oldi.

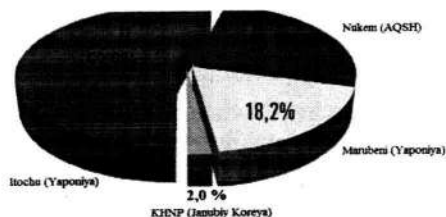
O'zbekiston Geologiya davlat qo'mitasining ma'lumotlariga ko'ra, mamlakatdagi uran zaxirasi taxminan 190 ming tonnani tashkil etadi. Ushbu ko'rsatgich bo'yicha respublika dunyo bo'yicha uran zaxiralari ko'p bo'lgan yetakchi davlatlarning o'ntaligiga kiradi. NKMK mamlakatdagi uran qazib chiqaradigan va tayyor mahsulot eksport qiladigan yagona korxona hisoblanadi.

Bundan tashqari, tabiiy uran eksporti geografiyasini kengaytirish maqsadida 2020-yilda ish boshlaydigan KHNP kompaniyasi (Koreya

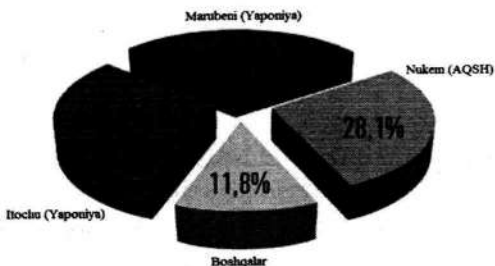
Respublikasi) va 2023-yildan ish boshlaydigan Hindistonning Atom energiyasi vazirligi bilan shartnomalar tuzilgan [12].



■ Uran ■ ammoniy perranat ■ boshqalar
4.5-rasm. 2020-yilda Navoiy KMK eksport tarkibi.



4.6-rasm. 2020-yilda uran eksporti bo'yicha NKMKning asosiy savdo sheriklari.



4.7-rasm. NKMK tomonidan uran eksporti geografiyasining kengayishi [12].

O'zbekistonda tabiiy uranni qazib olishning xususiyatlari

Respublikada uran qazib chiqaradigan va uran oksidi shaklida tayyor mahsulot eksport qiladigan yagona Navoiy kon-metallurgiya kombinati 1958-yilda tashkil etilgan. Bu korxona uranni qazib olish va qayta ishlashda mamlakatning barqaror iqtisodiy o'sishini ta'minlash uchun muhim bo'lgan yirik va jadal rivojlanayotgan kompaniyaga aylandi. Navoiy viloyati hududi oltin va uran zaxiralarining mavjudligi NKMKni sanoat korxonasi sifatida barpo etilishiga asos bo'lgan.

1967-yilda NKMK jamoasi uranni joyida eritib yuborish yo'li bilan qazib olishning yangi texnologiyasining kashfiyotchilariga aylandi va 1994-yildan boshlab barcha metall qazib olish ishlari shu usulda tejamkor va ekologik toza usul bilan amalga oshiriladi. Bu qazib olish usuli boshqa usullarga nisbatan ancha arzon, shuning uchun uni qo'llash usuli bilan rudalarni qazib olish foydali bo'ldi. Eritma yordami asosida uranni qazib olishga o'tish Markaziy Qizilqumning uran zaxiralari bazasini tubdan o'zgartirdi va sezilarli darajada kengaytirdi. Shu bilan an'anaviy qazib olishga yaroqsiz konlarni qaytadan ishga tushirishga imkoniyatni yaratdi.

So'nggi yillarda zavod uran qazib olish va tayyor mahsulot ishlab chiqarish hajmini faol ravishda oshirib bormoqda. Polivinilxlorid va polietilendan quvurlarini ishlab chiqaradigan zavodlarni ishga tushirishi sababli yerostida eritish konlaridan foydalanish samarasi ortdi va kelajakda uranga bo'lgan ehtiyojni to'liq qondirish imkoninin berdi. 2015-yilda Shimoliy Konimex va Sugrali konlarida uran konsentratini olish uchun tarkibida uran bo'lgan eritmalarni qayta ishlash uchun ikkita yangi qayta ishlash majmuasi qurildi. Jingeldi konida uranni joyida eritish usuli bilan qazib olish bo'yicha tajriba ishlari olib borilmoqda.

Uran, NKMK tasarrufidagi Shimoliy, Janubiy ma'dan majmuasining 5-son geotexnologik konidan qazib olinmoqda. Tabiiy uran faqat "Qumtosh" konida qazib olinadi, chunki bu kondan "qora slanets" turlarini qazib olish foydasiz, ya'ni olingan mahsulotning tannarxi yuqori (jahon bozoridagi hozirgi narxidan 2 baravar qimmat). Qazib olingan uran konsentratini qayta ishlash GMZ-1 majmuasida O'z DST 2842: 2014 - Uran standartiga muvofiq uran oksidi ko'rinishidagi tayyor mahsulotni qabul qilish bilan amalga oshiriladi.

Uranni qazib olish va dastlabki ishlov berishdagi narxlarini pasaytirish texnologiyalari

NKMKning mutaxassislari uran minerallarini atmosferadagi kislorod bilan yoki, texnik kislorod bilan oksidlash va uranni kuchsiz kislotali eritmalar bilan eritib yuborishdagi mini-reaktiv qazib olish texnologiyalaridan foydalanadilar. Bu tayyor mahsulot narxini sezilarli darajada pasaytiradi.

Zavod mutaxassislari tomonidan ishlab chiqarilgan mini-reagentli qazib olish texnologiyasini qo'llash ko'lamini uran minerallarini atmosferadagi kislorod bilan oksidlanishi, texnik kislorod va uranni kuchsiz kislotali eritmalarda yuvish bilan kengaymoqda. Bu oxir-oqibat tayyor mahsulot narxini sezilarli darajada pasaytirishga imkon beradi. Bozorda katta ehtiyoj mavjud bo'lgan yerosti eritmasidagi elementlarni (reniy, noyob yer elementlari va boshqalar) ajratib olishning yangi texnologiyalari o'zlashtirilmoqda. Shimoliy Bukinay, Sugrali, Shimoliy Konimex konlarida eritilgan eritmalaridan reniyni qazib olish yo'lga qo'yildi.

Konlarda integratsiyalashgan axborot almashuvini amalga oshiradigan avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlar joriy etilmoqda. Bularning barchasi ishlab chiqarish jarayonlarini sezilarli darajada mukammallashtirishga, ayrim tarkibiy qismlar uchun xarajatlarini kamaytirishga imkon berdi. Shunday qilib, 2012-yildan 2020-yilgacha uran qazib olish hajmi 153% ga oshganiga va shunga mos ravishda sulfat kislota iste'molining ko'payganiga (113%) qaramay, yangi tog'-kon texnologiyalarini joriy etilishi tufayli uran qazib olishning bir kilogrammida oltingugurt kislotasining miqdori 11,5% ga kamaydi.

Doimiy izlashlar, ishlab chiqish va ilg'or texnik yechimlarni ishlab chiqarishga keng joriy qilish NKMKda uranni qazib olishni jahon bozoridagi narxiga moslashtirishga imkon berdi va shu bilan birga tayyor mahsulot ishlab chiqarish hajmining o'sishini ta'minladi.

Uranni qazib olishdagi tannarxiga eng katta omil sifatida elektr energiyasining narxi hamda qimmat kimyoviy reagentlarning sarflanishi ta'sir qiladi.

O'zbekiston Respublikasida 2019-yilda uran qazib chiqarishning qiymati 557,1 ming so'm/kg ni tashkil etdi (kg uchun 62,5 dollar). Shu bilan birga, uranning o'rtacha yillik sotish narxi bir kg uchun 65,7 dollar bo'lib, 2019-yil yakuni bo'yicha sof foyda 105,9 milliard so'mga teng bo'ldi.

Uranning zaxiralarni va qazib olishni kengaytirish

Bugun respublikada uranning asosiy tasdiqlangan, taxmin qilingan va bashorat qilingan zaxiralari Markaziy Qizilqum hududida to'p-langan. NKMKga mavjud bo'lgan uran zaxira bazasi bir necha o'n yil-larga yetishi uning barqaror qazib olishni ta'minlaydi. Yo'qotilgan (qazib olingan) uran zaxiralarini to'ldirish uchun O'zbekiston Respub-likasi Davlat geologiya va mineral resurslar qo'mitasining "Urangeo-lo-giya" davlat geologik korxonasi 2001-yildan boshlab taxmin qilinayot-gan zaxiralarni qidirish ishlarining hajmini sezilarli darajada oshirdi. Qizilqumdagi o'nta istiqbolli hududlarda, asosan "Qumtosh" turidagi uran zaxirasini qidiruv va baholash ishlarini kuchaytirdi. Uranni yiliga 3000 tonnadan ko'proq miqdorda qazib olishda uning zaxiralarini ko'paytirish bo'yicha ishlar doimiy ravishda olib borilmoqda.

2020-2030-yillarda uran qazib olishning bashorat qilingan parametrlarini bajarish bo'yicha belgilangan vazifalarni hal qilish uchun ishlab chiqarish quvvatlarini modernizatsiya qilishga, uskunalari va transportni texnik va texnologik qayta jihozlashga, NKMKda uranni qazib olish va qayta ishlash majmuasidagi mavjud ishlab chiqarish quvvatlarni kengaytirishga qaratilgan tashkiliy-texnik tadbirlar va loyihalarni amalga oshirish rejalashtirilgan.

Mailisoy konidagi uranni qazib olish majmuasida 2021-2024-yillarda 7 va 8-son mahalliy sorbsion agregatlarni ishga tushirish bilan kengaytirish rejalashtirilgan. 2030-yilgacha tayyor mahsulotlarni eks-port qilish bo'yicha bashorat parametrlarini amalga oshirish uchun dastur asosida 2021-yildan 2030-yilgacha yangi uran konlarida va "Qumtosh" turidagi istiqbolli hududlarda infratuzilmani yaratish maq-sadida kon-qayta ishlash majmualarini qurishda investitsiya loyihalarini manzilli yo'naltirish ro'yxatiga kiritildi [13].

Neytronni ko'paytirish koeffitsiyenti

Zanjirli reaksiyaning rivojlanishida neytronlarni ko'paytirish koef-fitsienti K bilan belgilanadi. Bu reaksiyaning bosqichlarining birida moddaning yadrolarining bo'linishini keltirib chiqaradigan N_i neytronlar sonining reaksiyani oldingi bosqichida bo'linishida hosil bo'ladigan N_{i-1} neytronlar soniga nisbati bilan o'lchanadi:

$$K = \frac{N_i}{N_{i-1}}$$

Ko'paytirish koeffitsiyenti bir qator omillarga, xususan, bo'linadigan moddaning tabiati va miqdoriga, u egallagan hajmning

geometrik shakliga bog'liq bo'ladi. Berilgan moddada bir xil miqdorda K ni bo'lishi uchun u boshqa qiymatga o'tishi mumkin. Agar modda sharsimon shaklga ega bo'lsa, uning sirti maksimal bo'ladi, chunki bu holda tezkor neytronlarning sirt orqali yo'qolishi eng kichik bo'ladi.

Zanjir reaksiyasining ko'payish koeffitsiyenti $K=1$ teng bo'lgan holatida bo'linadigan moddaning massasi kritik massa deyiladi. Kichik uran zarralarida neytronlarning aksariyati hech qanday yadroga urilmasdan o'tib ketadi.

Kritik massaning qiymati uning tuzilishi va tashqi muhit geometriyasi bilan belgilanadi. $^{235}_{92}\text{U}$ toza uran izotopi uchun kritik massa 47 kg ni tashkil etadi. Uranning kritik massasini neytron moderatorlari deb nomlanib, uni ko'p marta kamaytirish mumkin. Uran yadrolarining parchalanishi jarayonida hosil bo'lgan neytronlar juda yuqori tezlikka ega bo'lib, uran-235 izotopi yadrolari bilan sekin neytronlarni tutib olish ehtimolidan yuzlab marta katta bo'ladi. Eng yaxshi neytron moderatori og'ir suv D_2O hisoblanadi. Oddiy suv neytronlar bilan ta'sirlashganida, og'ir suvga aylanadi.

Yadrolari neytronlarni yutmaydigan grafit ham yaxshi moderator hisoblanadi. Deyteriy yoki uglerod yadrolari bilan elastik ta'sirlashganda neytronlar issiqlik tezligiga qadar sekinlashadi.

Neytron moderatorlari va neytronlarni aks ettiruvchi maxsus berilliy qobig'idan foydalanish kritik massani 250 g gacha kamaytirishga imkon beradi.

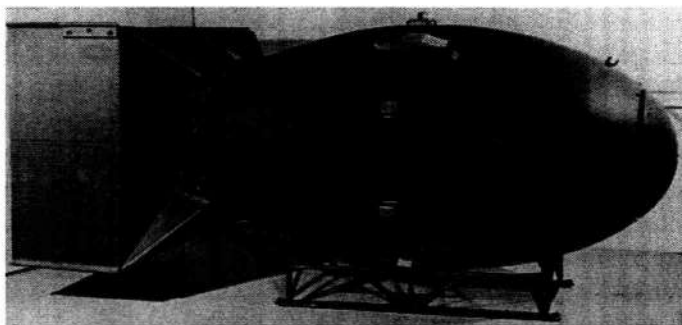
Ko'paytirish koeffitsiyenti $K=1$ teng bo'lganda, bo'linadigan yadrolar soni doimiy saqlanib turadi. Bunday jarayon yadro reaktorlarida ta'minlanadi.

Agar yadro yoqilg'isining massasi kritik massadan kichik bo'lsa, u holda ko'paytirish koeffitsiyenti $K<1$ bo'lib, neytronlarning har bir yangi to'qnashuvida tobora kamroq parchalanish sodir bo'ladi, lekin reaksiya neytronlarning tashqi manbaisiz tezda so'nib ketadi.

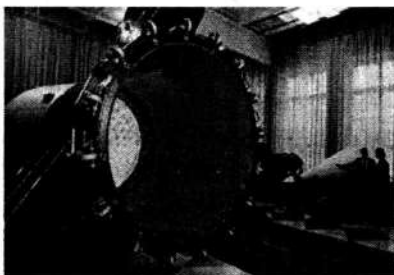
Agar yadroviy yoqilg'ining massasi kritik miqdordan kattaroq bo'lsa, u holda ko'paytirish koeffitsiyenti $K>1$ va neytronlarning har biri yangi avlod parchalanish sonining ko'payishiga olib keladi. Zanjir reaksiyasi qor ko'chkisi kabi o'sib boradi va portlash xususiyatiga ega bo'lib, ulkan energiya chiqaradi va atrof-muhit haroratining bir necha million darajagacha ko'tarilishiga sabab bo'ladi. Bunday zanjir reaksiya atom bombasi portlaganda sodir bo'ladi.

Yadro bombasi

Oddiy holatda yadro bombasi portlamaydi, chunki undagi yadroviy zaryad uran - neytronlarning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan mahsulotlarini bir necha kichik qismlarga bo'linadi. Yadro portlashiga olib keladigan yadro zanjir reaksiyasini bunday sharoitda amalga oshirish mumkin emas. Ammo, yadro zaryadining parchalari bir-biriga bog'langan bo'lsa, unda ularning umumiy massasi uranning bo'linish zanjir reaksiyasining rivojlanishi uchun etarli bo'ladi. Natijada yadroviy portlash yuzaga keladi. Bundan tashqari, nisbatan kichik o'lchamdagi yadro bombasining portlashi jarayonida ajralib chiqadigan quvvat million va milliardlab tonna trotil portlashida ajralib chiqadigan quvvatga teng bo'ladi.



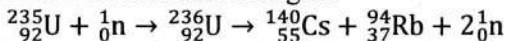
4.8-rasm. Birinchi atom bombasining ko'rinishi



4.9-rasm. Atom bombasining hozirgi vaqtdagi ko'rinishi.

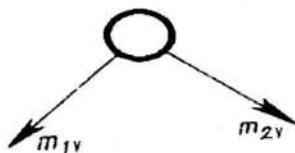
1938-yilda O. Xann va F. Strassmann uran yadrolari neytronlar bilan bombardiron qilinganida boshqa elementlarni hosil qilishi aniqlan-

ganlar. Bu fizik hodisaga 1939-yilda avstriyalik fizik olimlar L. Maytner va O. Friz tomonidan tushuntirish berilgan:



Keyinchalik uran atomi neytronlar bilan bombardimon qilinganida 80 xil yadro hosil bo'lishi aniqlangan. Uranni, bo'linish jarayoni quyidagicha hosil bo'ladi:

$${}_{92}^{235}\text{U} \left\{ \begin{array}{l} m_{y\ 36}^{91}\text{Kr} \\ m_{y\ 56}^{142}\text{Ba} \end{array} \right. = \frac{2}{3}.$$



Ushbu jarayon $200 \text{ MeVt} = 3,2 \cdot 10^{11} \text{ J}$ energiya ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladi.

Energiya quyidagi shaklda chiqadi:

1. E_k Parchalari $\approx 2,6 \cdot 10^{11} \text{ J}$.
2. E_k neytronlar $\approx 0,1 \cdot 10^{11} \text{ J}$.
3. γ - radiatsiya $\approx 0,5 \cdot 10^{11} \text{ J}$.
4. β - radiatsiya [9].

4-bob uchun nazorat savollari

1. Uran atomining tarkibi nimadan iborat?
2. Uranni boyitish qanday amalga oshiriladi?
3. U-235 izotopining foizini oshirish uchun nima qilish kerak?
4. Uranni qanday boyitish texnologiyalari mavjud?
5. Zanjirli reaksiya deb nimaga aytiladi?
6. Yadro zanjir bo'linish reaksiyasi nazariyasining eng asosiy xususiyatlari nimalardan iborat?
7. Yadro energiyasi haqida nimalarni bilasiz?
8. Atom elektr stansiyasining afzalliklari nimalardan iborat?
9. Atom elektr stansiyasining kamchiliklari nimalardan iborat?
10. Oddiy holatda yadro bombasini portlatmasligiga sabab nimada?

5-BOB. SHAMOL ENERGETIKASINING ASOSLARI. SHAMOL GENERATORLARI

5.1 Shamol energiyasidan foydalanish istiqbollari

Shamol energiyasi



5.1-rasm Buyuk Britaniyaning shimolida fermer xo'jaligida o'rnatilgan "Scarlet" shamol energiyasidan elektr tokini ishlab chiqaradigan stansiya.

Bu atmosferadagi havo massalarining kinetik energiyasini xalq xo'jaligida foydalanish uchun elektr, issiqlik va boshqa turdagi energiyaga aylantirishga ixtisoslashgan energiya bo'limi hisoblanadi. Shamoldan energiya olish, shamol generatori (elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun), shamol tegirmonlari (mexanik energiya ishlab chiqarish uchun) va boshqa ko'plab turdagi qurilmalar yordamida amalga oshiriladi. Shamol energiyasi quyosh faolligining natijasida sodir bo'ladi, shuning uchun u alternativ energiya manbaiga kiradi.

Shamol generatorining quvvati generatorning parraklari aylanadigan maydon yuziga bog'liq. Masalan, Daniyaning Vestas kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan quvvati 3 MVt bo'lgan turbinalarning umumiy balandligi 115 metr, minorasining balandligi 70 metr va parraklarining diametri 90 metrga teng.

Shamol energetikasini ishlab chiqarish uchun eng istiqbolli hududlar okean va dengiz qirg'oqlaridagi mintaqalaridir. Ochiq dengizda, qirg'oqdan 10-12 km masofada (ba'zan hatto undan ham uzoqroq) "offshor" shamol elektrostansiyalari qurilmoqda. Shamol tur-

binalarining minoralari 30 metr chuqurlikkacha qoqilgan qoziqlardan qilingan poydevorlarga o'rnatiladi.

Shamol generatorlari deyarli yoqilg'i iste'mol qilmaydi. 20 yil davomida 1 MVt quvvatga ega shamol turbinasining ishlashi qariyb 29 ming tonna ko'mir yoki 92 ming barrel neftni tejash imkonini beradi.

Kelajakda shamol energiyasidan shamol generatorlari orqali emas, balki noodatiy usullardan foydalanish rejalashtirilgan. Masdar shahrida (Birlashgan Arab Amirli) pezoelektrik effektda ishlaydigan elektrostansiya qurilishi rejalashtirilgan. Bu pezoelektrik plitalar bilan qoplangan polimer bloklardan iborat bo'lib, 55 metrlik bloklar shamolda egilib, tebranish hosil qilishi hisobiga elektr toki hosil qiladi [1].

Shamol elektr stansiyalari - shamol energetik qurilmalari



5.2-rasm. Estoniyadagi shamol elektr stansiyasining tizimi.

Shamol energetikasi qayta tiklanadigan energiya turiga kirib hozirda rivojlanayotgan energetika sohasi hisoblanadi. 2016-yil boshiga kelib o'rnatilgan barcha shamol generatorlarining umumiy quvvati 432 GVtni tashkil etdi [2] va bu atom energiyasining o'rnatilgan quvvatidan oshib ketdi. 2014-yilda dunyodagi barcha shamol generatorlari tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasi miqdori 706 teravattsoatni tashkil etdi (insoniyat tomonidan ishlab chiqarilgan barcha elektr energiyasining 3%) [3]. Ba'zi mamlakatlarda shamol energiyasidan elektr energiyasini olish jadal rivojlanmoqda, xususan, 2015 yilda Daniyada barcha elektr energiyaning 42% shamol generatorlari yordamida ishlab chiqarildi; 2014-yilda Portugaliyada - 27%; Nikaraguada - 21%; Ispaniyada - 20%; Irlandiya - 19%; Germaniyada -

18,8% [4]; umuman Yevropa Ittifoqida bu ko'rsatkich 7,5% ni tashkil qildi [5]. 2014-yilda dunyoning 85 mamlakati tijorat maqsadida shamol energiyasidan foydalangan. 2015-yil oxirida butun dunyodagi shamol energetikasi sohasida bir milliondan ortiq inson ish bilan ta'minlandi (shu jumladan, Xitoyda 500 000 va Germaniyada 138 000) [6,7].

Dunyoda shamol energiyasidan foydalanishdagi statistik ma'lumotlar

2019-yil boshida barcha shamol generatorlarining umumiy o'rnatilgan quvvati 600 GVtdan oshdi. Amerika Qo'shma Shtatlari, Hindiston, Xitoy va Yevropa Ittifoqidagi davlatlarda shamol energiyasini elektr energiyasiga aylantirish sohasi jadal rivojlanganligi tufayli 2009-yildan buyon dunyodagi barcha shamol generatorlarining umumiy quvvatining o'rtacha o'sishi yiliga 38-40 gigavattni tashkil qilmoqda.

2010-yil hisobida dunyoda o'rnatilgan shamol generatorlarini Yevropada o'rnatilganlari 44% ni, Osiyodagi davlatlarga — 31% ni, Shimoliy Amerikadagi davlatlarda — 22% ni tashkil etdi.

Shamol elektr stansiyasi – bir yoki bir nechta joylarda to'plangan va yagona tarmoqqa ulangan shamol generatorlaridan tashkil topadi. Katta shamol elektr stansiyalari 100 ta va undan ko'p shamol generatorlaridan iborat bo'lishi mumkin. Ba'zan shamol elektr stansiyalari “**shamol fermalari**” deb nomlanadi.

O'rnatilgan jami shamol generatorlaridan olingan elektr energiyasining quvvati, MVt

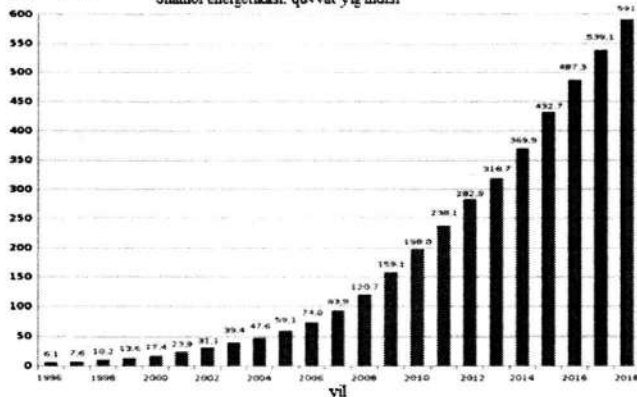
5.1-jadval.

Yil	Energiya qiymati, MVt
2000	18039
2001	24320
2002	31164
2003	39290
2004	47686
2005	59004
2006	73904
2007	93849
2008	120791
2009	157000

2010	196630
2011	237227
2012	282400
2013	318529
2017	546380
2018	600278

quvvat yig'indisi (GW)

Shamol energetikasi: quvvat yig'indisi



5.3-rasm. Shamol elektr stansiyalarining o'rnatilgan quvvatining global yillik o'sish dinamikasi [8].

5.2 Shamol energetikasining asoslari va shamol generatorlari

Shamol elektr stansiyalarini ishlash asosi

Shamol elektr stansiyalari havo massasi oqimini shamol energiya-sidan kelib chiqqan holda elektr energiyasiga aylantirib elektr tokini ishlab chiqaradi.

Shamol elektr stansiyalarida elektr energiyasini to'plashda akku-mulyator batareyalaridan foydalaniladi. Bu tizimning yanada barqaror ishlashini ta'minlaydi. Shamol elektr stansiyalarining energiya tizimlari va majmualarini elektr energiyasini olishdagi boshqa usullar bilan birlashtirib foydalanish zarur. Bunga, gaz generatorlari, mikroturbinalar, quyosh elektr stansiyalari misol bo'la oladi.

Shamol elektr stansiyasini ishlab chiqaruvchi dunyoda tanilgan kompaniyalarga quyidagilar kiradi:

- VESTAS

- NORDEX
- PANASONIC
- VERGNET
- ECOTECNIA
- SUPERWIND

Shamol elektr stansiyalarini joylashtirish geografiyasi

Shamol elektr stansiyalari shamol tezligi katta, tekis yer maydoni va tabiiy yoqilg'i resurslari yetishmaydigan davlatlarda keng ishlatiladi. Shamol elektr stansiyalaridan foydalanishda dunyodagi yetakchi davlat Germaniya bo'lib, bu davlatda qisqa vaqt ichida ~9000 MW quvvatga ega shamol elektr stansiyalari qurildi.

Zamonaviy shamol elektr stansiyalarining quvvati 3 MVt gacha ko'tarildi. Germaniyada shamol elektr stansiyalarini jadal qurish davom etmoqda. Shamol generatorlari va stansiyalarini ishlab chiqarib eksport qilishda Daniya va Germaniya davlatlari asosiydardan.

Shamol elektr stansiyalarini ishlab chiqarish va undan foydalanish sohasida Yevropadagi davlatlarda qariyb 60 ming kishini ish bilan ta'minlangan. Ko'plab davlatlarda qayta tiklanadigan energiya manbalarini joriy etishni targ'ib qilish maqsadida hukumat qarorlari qabul qilingan [9].

Shamol energiyasidan elektr energiyasini ishlab chiqarishning zamonaviy usullari

Shamol generatorining kuchi generatorning parraklari bilan qoplangan maydonga va yer sirtiga nisbatan o'rnatilgan balandlikka bog'liq. Masalan, Daniyaning Vestas kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan quvvati 3 MVt bo'lgan turbinalarni o'rnatilish balandligi 115 metr, minoraning balandligi 70 metr va parraklarini diametri 90 metrni tashkil qiladi.

Quruqlik va dengiz qirg'og'iga yaqin yerlarda havo oqimlari notinch bo'lib, pastki qatlamlarga nisbatan yuqoridagi qatlamlarda shamolning tezligi katta bo'ladi. Bu effekt 2 km balandlikda sezilarli darajada bo'ladi, ammo 100 metrdan pastda bu oqim tezligi keskin pasayadi [10].

Ishlayotgan shamol generatorlarining parametrlari.

5.2-jadval.

Shamol turbinasining quvvati va ularning o'lchamlari			
Parametrlar	1 MVt	2 MVt	2,3 MVt
Minoraning balandligi	50 m – 60 m	80 m	80 m
Parraklarning uzunligi	26 m	37 m	40 m
Parrakning aylanish diametri	54 m	76 m	82,4 m
Minora ustidagi rotor og'irligi	25 t	52 t	52 t
Mashina xonasining umumiy og'irligi	40 t	82 t	82,5 t

Shamol generatorni o'rnatishda baland bo'lishi, generatorning parraklarining diametrini oshirishga imkon beradi hamda yer sirtida bo'sh joy ham qoldiradi. Zamonaviy generatorlarning (2020-yil) parametrlari allaqachon ushbu marraga yetishdi va ularning soni dunyoda jadallik bilan o'sib bormoqda. Shamol generatori 3 m/s tezlikdagi shamol oqimida aylanishni boshlab elektr energiyasini ishlab chiqaradi va shamol 25 m/s dan ortiq bo'lganda o'chadi. Maksimal elektr ishlab chiqarish quvvatiga 15 m/s shamol tezligida erishadi. Shamol generatorlaridan olinadigan quvvat shamol tezligining uchinchi darajasiga mos bo'lib: shamol tezligi ikki barobar ko'payganda, masalan 5 m/s dan 10 m/s gacha shamol generatorlaridan olinadigan quvvat sakkiz marotaba ko'payadi [11].

2002-yil avgust oyida Enercon kompaniyasi 4,5 MVt quvvatga ega bo'lgan E-112 shamol turbinasini yaratdi. 2004-yil dekabrgacha turbina dunyoda eng katta bo'lib qoldi. 2004-yil dekabr oyida Germaniyaning REpower Systems kompaniyasi o'zining 5,0 MVt quvvatga ega bo'lgan shamol turbinasini ishlab chiqardi. Ushbu turbina rotorining parraklar bilan birgalikdagi diametri 126 metr, mashina xonasining og'irligi 200 tonna, minoraning balandligi 120 metrni tashkil etdi. 2005-yil oxirida Enercon kompaniyasi o'zining shamol turbinasining quvvatini 6,0 MVt ga oshirdi. Parraklarni aylanish diametri 114 metrni, minora balandligi 124 metrni tashkil etdi. 2009-yilda 1,5-2,5 MVt quvvatga ega turbinalar global shamol energetikasidan foydalanish sanoatining 82% ini tashkil etdi [12].

2014-yil yanvar oyida Daniyaning Vestas kompaniyasi 8 MVt quvvatga ega V-164 rusumidagi turbinasini sinovdan o'tkazishni boshladi. Turbinalarni yetkazib berish bo'yicha birinchi shartnoma 2014-yil oxirida imzolangan. Bugungi kunda V-164 rusumidagi agregat dun-

yodagi eng kuchli shamol turbinasi hisoblanadi. Hozirgi kunda shamol energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda yetakchi bo'lgan davlatlarda quvvati 10 MVt dan ortiq bo'lgan shamol generatorlari ishlab chiqarilmoqda.

Dunyoda uchta parrakli va gorizontal aylanish o'qiga ega bo'lgan shamol generatorlari eng ko'p tarqalgan bo'lib, ba'zi joylarda ikkita parrakli shamol generatorlari ham uchraydi. Kichik tezlikdagi shamol oqimlari bo'lgan hududlar uchun eng samarali shamol generatorlarini tuzulishi vertikal aylanish o'qi asosida bo'lib, parraklar karusel shaklida aylanadi. Ko'proq ishlab chiqaruvchi korxonalar bunday qurilmalarni ishlab chiqarishga o'tmoqdalar, chunki shamol energiyasidan foydalanadigan barcha iste'molchilar dengiz va okean qirg'oqlariga yaqin masofada yashaydilar. Bu hududlarda kontinental shamollarning tezligi odatda 3 m/s dan 12 m/s gacha bo'ladi. Bunday hududlarda shamol generatorlarini vertikal holatida o'rnatish samaradorligi ancha yuqori bo'ladi. Shuni ta'kidlash kerakki, vertikal shamol generatorlari yana bir nechta muhim afzalliklarga ega: ular deyarli hech qanday texnik xizmat ko'rsatishni talab qilmaydi, ishlash muddati 20 yildan ortiq. So'nggi yillarda ishlab chiqilgan tormoz bilan ishlaydigan shamol generatorlarining tizimlari, hatto vaqti-vaqti bilan 60 m/s gacha bo'lgan shiddatli shamolda ham generatorlarni barqaror ishlashini kafolatlaydi.

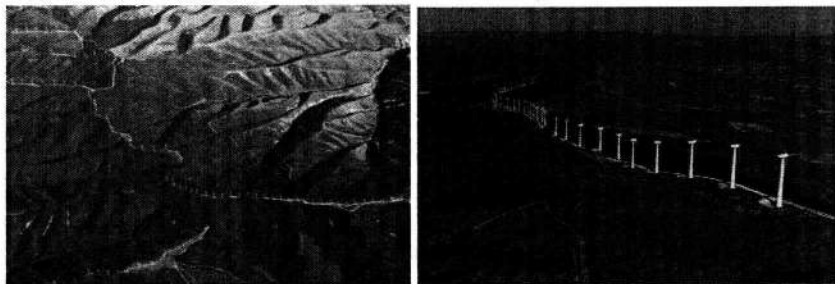
Daniya, Niderlandiya va Germaniya davlatlari shamol energiyasidan foydalanib elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun Shimoliy dengizda o'zaro hamkorlikda sun'iy orol qurishni rejalashtirmoqdalar. Loyihani Shimoliy dengizning eng uzun qirg'og'i Dogger Bankda (Angliyaning sharqiy qirg'og'idan 100 kilometr uzoqlikda) amalga oshirish rejalashtirilgan, chunki bu hududda quyidagi qulay omillar mavjud: dengiz sathining nisbatan pastligi va kuchli havo oqimi. Olti kvadrat kilometrlik orolda minglab shamol generatorlari hamda, samalyotlar uchun uchish-qo'nish yo'lagi va kemalar uchun port joylashadi. Ushbu orolni qurilishning asosiy yangiligi – bu eng arzon energiyani olish va tranzit qilishdan iboratdir. Loyihaning asosiy maqsadi 30 GVTgacha arzon elektr energiyasini ishlab chiqaradigan shamol elektr stansiyasini yaratishdir. Uzoq muddatli rejada elektr energiya olishni 70-100 GVT gacha oshirish nazarda tutilgan, bu Yevropada joylashgan Germaniya, Gollandiya va Daniya davlatlarida yashovchi 80 millionga yaqin odamni energiya bilan ta'minlaydi [13].

Shamol elektr stansiyalarining turlari

Quruqlikdagi

Hozirgi kunda shamol elektr stansiyalarining quruqlikda o'rnatilganlari ichida eng keng tarqalgan turi – bu shamol generatorlarini tepaliklar yoki balandliklarda o'rnatilganlaridir.

Sanoat shamol generatori 7-10 kun davomida tayyorlangan maydonga o'rnatiladi. Shamol elektr stansiyasini qurish uchun maxsus tashkilotlardan ruxsatnomalarni olish bir yil yoki undan ko'proq kunni talab qilishi mumkin.



5.4-rasm. Ispaniyada yer sirtida joylashgan shamol elektrostansiyasi.

Shamol generatorlarini o'rnatish uchun qurilish maydonchasiga transport yo'li kerak, generatorlar 50 metr balandlikda o'rnatilgani uchun og'ir yuk ko'tarish uskunalari 50 metrdan ortiq balandlikka ko'tarish kerak bo'ladi.

Shamol stansiyasi elektr tarmog'iga elektr tokini uzatishda elektr kabeli orqali ulanadi.

Hozirgi vaqtda eng yirik shamol elektr stansiyasi Amerika Qo'shma Shtatlarining Kaliforniya shtatida joylashgan Alta elektr stansiyasi bo'lib, uning quvvat 1550 MVtga teng.

Qirg'oq yaqinida joylashgan shamol elektr stansiyalari

Sohil bo'yi shamol elektr stansiyalari dengiz yoki okean sohilidan uncha uzoq bo'lmagan masofada joylashadi. Qirg'oqda kun davomida davriy doimiy bo'lgan shamol esadi, bu yer yuzasi va suv sirtining notekis isitilishi bilan bog'liq. Kunduzi esadigan dengiz shamoli suv yuzasidan qirg'oqqa, tunda esa qirg'oqdan suv tomonga esadi.

Shleyflarda joylashgan shamol elektr stansiyalari

Shleyflarda (qirg'oq yaqinidagi suvda joylashgan) shamol elektr stansiyalari dengizda qurilib, qirg'oqdan 10-60 kilometr masofa uzoq-

likda joylashadi. Shleyflarda joylashgan shamol elektr stansiyalari bir qator afzalliklarga ega:

- ular deyarli qirg'oqdan ko'rinmaydi;
- ular yerni egallamaydi;
- muntazam dengiz shamollari tufayli ular ko'proq samaradorlikka ega bo'ladi;
- generator parraklari hosil qiladigan shovqin quruqlikkacha yetib kelmaydi.

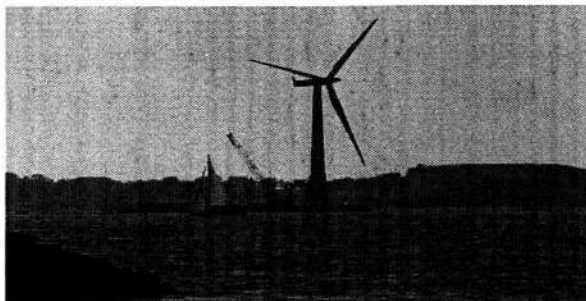
Shleyflarda joylashgan shamol elektr stansiyalari dengiz va okeandagi qirg'oqqa yaqin kichik chuqurlikka ega bo'lgan hududlarga o'rnatiladi. Shamol generatorlarining minoralari 30 metrgacha bo'lgan chuqurlikda qoqilgan qoziqlarning poydevorlariga o'rnatiladi. Elektr energiyasi suv ostida o'rnatilgan kabellar orqali yerdagi iste'molchilarga uzatiladi.

Shleyflarda joylashgan shamol elektr stansiyalarini qurish yerda quriladigan turlariga nisbatan qimmatroq bo'ladi. Generatorlarni joylashishi uchun baland minoralar va katta yuzadagi poydevorlarni qurish talab etiladi. Dengizning sho'r suvi metall tuzilmalarining korroziyasiga olib kelib, tezda ishdan chiqaradi.

2008-yil oxirida butun dunyo bo'ylab shleyflarda joylashgan shamol elektr stansiyalarining umumiy quvvati 1471 MVtni tashkil etdi. 2008-yil mobaynida butun dunyoda 357 MVt quvvatga ega bo'lgan shleyflarda shamol elektr stansiyalari qurildi. 2018-yil 6-sentyabrda Angliyaning shimoli-g'arbiy qismidagi Irlandiya dengizida Buyuk Britaniya qirg'oqlaridan 19 km masofada joylashgan, Walney Extension shamol elektr stansiyasi ishga tushirildi. Uning umumiy quvvati 659 MVtga teng bo'ldi [14]. 2020-yilda 714 MVt quvvatga ega East Anglia One va 1,2 GVt quvvatga ega Hornsea Project One shamol elektr stansiyalari hamda 2022-yilda — 1,4 GVt quvvatga ega bo'lgan Hornsea Project Two elektr stansiyasi ishga tushirilishi rejalashtirilgan.

Suzuvchi shamol elektr stansiyalari

Suzuvchi shamol elektr stansiyasining birinchisi 2007-yil dekabr oyida H Technologies BV kompaniyasi tomonidan qurilgan. U 80 kVt quvvatga ega bo'lib, 108 metrlik dengiz chuqurligida Janubiy Italiya qirg'og'idan 16 kilometr uzoqligida suzuvchi platformaga o'rnatilgan.



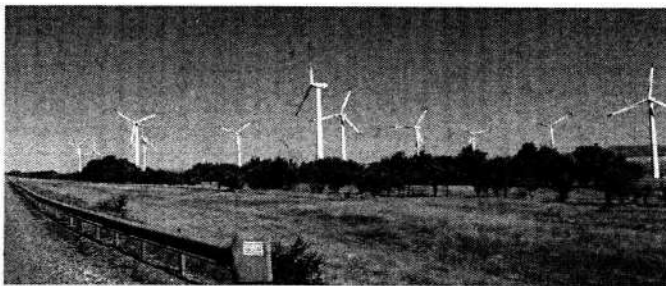
5.5-rasm. Birinchi suzuvchi shamol elektr stansiyasi, Norvegiya.

Norvegiyaning Statoil Hydro kompaniyasi suzuvchi dengiz stansiyasini yaratish maqsadida suzuvchi shamol generatorlarini ishlab chiqdi. Statoil Hydro kompaniyasi 2009-yil sentyabr oyida 2,3 MVt quvvatga ega bo'lgan shamol elektr stansiyasini qurdi [15]. Hywind deb nomlangan turbina 5300 tonna bo'lib, 65 metr balandlikda o'rnatildi. Bu shamol elektr stansiyasi Norvegiyaning janubi-g'arbiy qismida joylashgan Karma orolidan 10 kilometr masofa uzoqligida joylashgan.

Ushbu shamol generatorining po'lat minorasi suv ostida 100 metr chuqurlikda joylashgan. Suv ustidagi minorasining balandligi 65 metrga teng bo'lib, parraklarining aylanish diametri 82,4 metrni tashkil etgan. Shamol generatorining minorasini barqarorligini ta'minlash maqsadida uning pastki qismi ma'lum bir chuqurlikka botishi uchun balans (shag'al va toshlar) joylashtirilgan. Shu bilan birga, minoraning pastki qismiga o'rnatilgan langarlarni uchta po'lat tros ushlab turgan. Elektr toki suv osti kabeli orqali qirg'oqqa uzatilgan. Bu kompaniya 2017-yilda suzuvchi shamol stansiyalarining turbina quvvatini 6 MVtga, parraklarining diametrini —154 metrga yetkazdi [16].

Tog'li shamol elektr stansiyalari

2011-yil Qozog'istonning Jambul viloyatining Ko'rday davonida 1,5 MVt quvvatga ega tog'li shamol elektr stansiyasi (ShES) ishga tushirildi. Platforma dengiz sathidan 1200 metr balandlikda o'rnatilgan. Bu yerda o'rtacha yillik shamol tezligi 5,9 m/sni tashkil qiladi. 2014-yilda "Korday ShES"da 1,0 MVt quvvatga ega bo'lgan "Vista International" shamol turbinalarining soni 9 ta agregatga yetkazildi (loyihaning quvvati 21 MVt) [17]. Kelgusida Janatas (400 MVt) va Shokpar (200 MVt)da shamol stansiyalarini ishga tushirish rejalashtirilgan.



5.6-rasm. Qozog'istonning Jambul viloyatidagi Ko'rday shamol elektr stansiyasi.

2015-yil fevral oyida sharqiy Karpatda Eski Sambor shahrida, g'arbiy Ukrainadagi birinchi "Eski Sambor-1" 13,2 MVt quvvatga ega tog' ShES ishga tushirildi. Uning jami quvvati 79,2 MW. Daniyada ishlab chiqarilgan VESTAS V-112 rusumidagi shamol turbinasining nominal quvvati 6,6 MVtga teng bo'lib, undan shamol stansiyalarini qurishda keng foydalaniladi [18]. Platformaning balandligi dengiz sathidan 500-600 metrni, shamolning o'rtacha yillik tezligi 6,3 m/sni tashkil etadi [19].

Shamol elektr stansiyalarining afzalliklari

- Shamol elektr stansiyalari atrof muhitni zararli chiqindilar bilan ifloslantirmaydi.

- Shamol energiyasi ma'lum sharoitlarda qayta tiklanmaydigan energiya manbalari asosida olinadigan elektr energiyasini olishda sarflangan narx bilan raqobatlasha oladi.

- Qayta tiklanadigan, tugallanmaydigan energiya manbasidan foydalanish, uni qazib olish va tashish jarayonida sarf bo'ladigan yoqilg'ini tejaydi.

- Yaqin atrofdagi hududda joylashgan ishlab chiqarish korxonalari va qishloq xo'jaligi sohaslarini to'liq elektr energiyasi bilan ta'minlaydi.

- Olingan energiya birligi uchun barqaror xarajatlar, shuningdek an'anaviy energiya manbalariga nisbatan iqtisodiy raqobatbardoshlikni oshiradi.

- Energiya uzatishda minimal yo'qotishlar - shamol elektr stansiyasini to'g'ridan-to'g'ri iste'molchilarga yaqin yoki uzoq masofada qurish mumkin, bu an'anaviy energiya manbaidan foydalanishda tarmoqqa maxsus ulanishlarni talab qilmaydi.

- Oson xizmat ko'rsatish, tezkor o'rnatish, foydalanishda kam xarajatlarni talab etadi.

- Shamol energiyasining manbayi tabiatni o'zi bo'lib, bitmas tuganmas hisoblanadi [20,21].

Shamol elektr stansiyalarining kamchiliklari

- Shamol tabiatan barqaror emas, kuchayadi yoki zaiflashadi. Bu shamol energiyasidan foydalanishni qiyinlashtiradi. Bu kamchilikni bartaraf etishga imkon beradigan texnik yechimlarni topish shamol elektr stansiyalarini qurishda asosiy vazifa hisoblanadi.

- Yuqori sifatli shamol generatorlari juda qimmat va deyarli sarf qilingan xarajatlarni qoplamaydi. Yuqori investitsiya xarajatlari asosida yangi yaratiladigan jixozlar va zamonaviy texnologiyalar tufayli ular yordamida olinadigan elektr energiyasining tan narxini kamaytirish mumkin. Bundan tashqari, shamoldan energiya olish narxi doimiy ravishda kamayib bormoqda. O'rtacha, o'rnatilgan 1 kVt qiymat \$1000ga tushadi.

- Shamol elektr stansiyalari turli xil akustik spektrlarda odamlarga zararli shovqinlarni keltirib chiqaradi. Odatdagi shamol qurilmalarining shovqinini 35-45 desibeldan oshmasligi uchun turar-joy binolaridan uzoqroq masofada o'rnatiladi. Shovqinni o'rganish bo'yicha tadqiqotlar, so'nggi tahlil qilish asbob-uskunalarini asosida amalga oshiriladi, o'rganishlar shamol turbinalarni inson organizmiga salbiy ta'sirini tasdiqlamaydi. Ishchi stansiyadan 30-40 m masofada fon shovqini ruxsat etilgan darajada bo'ladi.

- Shamol elektr stansiyalari televizor va turli aloqa tizimlarini ishlatishga to'sqinlik qiladi. Yevropada 26000 dan ortiq shamol generatorlaridan foydalanish muqobil elektr energetikasini rivojlantirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligidan dalolat beradi.

- Shamol elektr stansiyalarini yovvoyi qushlarning migratsiyasi va yashaydigan hududlarida joylashtirilishi qushlarga zarar yetkazadi. So'nggi ilmiy tadqiqotlarning natijalariga ko'ra qushlar uchun tahdid, qushlarning shamol generatorlarini parraklariga urilishlariga nisbatan an'anaviy energetikada elektr tokini uzatishda yuqori voltli tizimlaridagi to'qnashuvlar ehtimoli katta ekanligini ko'rsatdi.

- Vaqt bo'yicha chiqish quvvatining o'zgaruvchanligi – elektr energiyasini shamol generatorlari asosida ishlab chiqarishda inson omili ta'sir qila olmaydigan shamol kuchining doimiy bir xil bo'lmisligidir.

- Shamol generatorlari joylashgan hududlarning landshaftdagi o'zgarishlar.

Ko'rsatilgan kamchiliklarga qaramasdan, shamol generatorlarining atrof-muhitga foyda keltiradigan afzalliklari ko'p. Aniqlik uchun 1 MVt quvvatga ega shamol generatorining ishi 20 yil ichida 29000 tonna ko'mir yoki 92000 barrel neftni tejash imkonini beradi [20,21].

Shamol generatori (shamol elektr qurilmasi yoki ShEQ) shamol oqimining kinetik energiyasi ta'sirida parraklarning aylanishi hisobiga mexanik energiyaga aylantirib, so'ngra uni elektr energiyasiga aylantirishga asoslangan.

Shamol generatorlari uchta toifaga bo'linishi mumkin: sanoat, savdo va maishiy (xususiy foydalanish uchun).

Sanoat qurilmalari davlat yoki yirik energetika kompaniyalari tomonidan o'rnatiladi. Odatda, ular umumiy tarmoqqa birlashtiriladi va natijada shamol elektr stansiyasilarini tashkil qiladi. An'anaviy (issiqlik, atom) energiya manbalaridan asosiy farqi xomashyo talab qilmaydi va chiqindilarni umuman chiqarmaydi. ShES uchun yagona muhim talab o'rtacha yillik shamol oqimidir. Hozirgi zamonaviy shamol generatorlarining quvvati 8 MVt ga yetdi.

Shamol generatorining quvvati shamol tezligi $N=pSV^3/2$ bilan belgilangan havo oqimining (N) kuchiga bog'liq bo'ladi, bunda: V-shamol tezligi, p-havo zichligi, S-parraklar aylanadigan yuza.



5.7-rasm. Shimoliy dengizga o'rnatilgan sanoat shamol generatorlari.

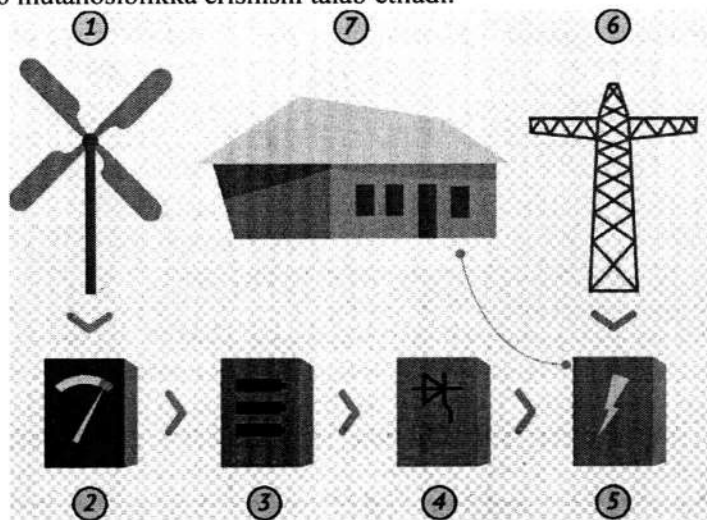
Shamol generatorlarining parraklari soniga, ularni ishlab chiqarishda qo'llanilgan materiallarga va aylanish o'qiga ko'ra tavsiflari mavjud.

Shamol generatorining ikkita asosiy turi mavjud:

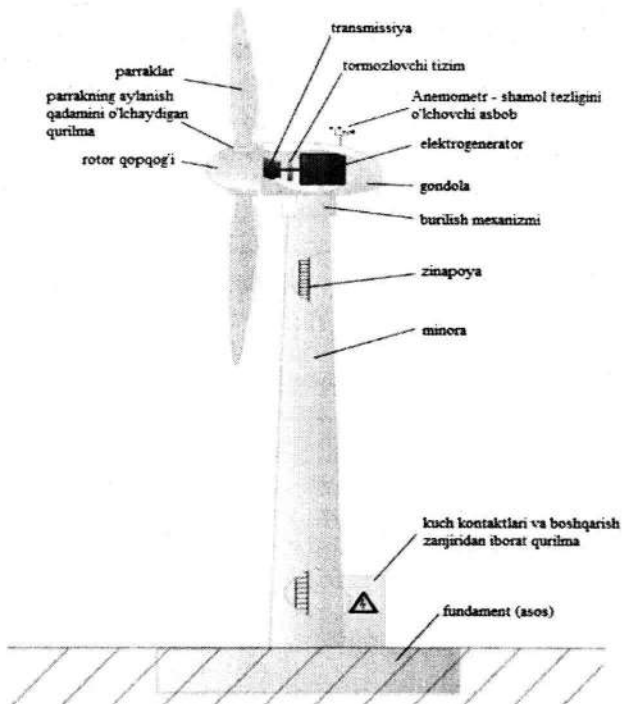
- vertikal aylanish o'qi asosidagi ("karusel" — rotor ("rotor Savonius", yoki "aka-uka Voroninlar rotori" 1924-yil oktabr oyida rus ixtirochilari aka-uka Ya.A. va A.A.Voroninlar ko'ndalang rotor turbine-sining ixtirosi uchun patent olganlar, 1925-yili esa fin sanoatchisi Sigurd Savonius bunday turbinalarni ommaviy ishlab chiqarishni tashkil etgan;
- aylanish o'qi gorizontal bo'lgan shamol generatorlari. Ular 40% gacha bo'lgan samaradorlikka ega bo'lib, kichik parraklar va kichik ko'p pog'onali tezlik bilan aylanadi [22].

Barabanli va rotorli shamol generatorlari

Shamol generatorlari, odatda, parraklar soni ortishi bilan aylanish momentining qiymati ortadi va u aylanish tezligiga o'zaro bog'liq bo'ladi. Parraklar soni ortishi bilan aylanish momenti va aylanish tezligi o'zaro mutanosiblikka erishishi talab etiladi.



5.8-rasm. Shamol parrakni aylantiradi. Ishlab chiqarilgan elektr energiyasi kontroller orqali akkumulyator batareyalariga uzatiladi. Invertor batareyadagi kuchlanishni iste'molchilar ishlatishi mumkin bo'lgan kuchlanishga aylantirib va kuchaytirib beradi [23].



5.9-rasm. Shamol generator qurilmasi [22].

5-bob uchun nazorat savollari

1. Shamol energiyasiga ta'rif bering.
2. Shamol elektrostansiyalari deb nimaga aytiladi?
3. Shamol elektr stansiyalarini joylashtirishda nimga e'tibor beriladi?
4. Dunyoda uchta parrakli shamol generatorlari ko'p tarqalishiga sabab nima?
5. Shamol elektr stansiyalarining qanday turlari mavjud?
6. Shamol elektr stansiyalarining afzalliklari nimalardan iborat?
7. Shamol elektr stansiyalarining kamchiliklari nimalardan iborat?
8. Shamol generatori deganda nimani tushunasiz?
9. Shamol generatorlarining asosiy turlarini ko'rsatib bering.
10. Shamol generatorlari qanday qilib elektr energiyasini ishlab chiqaradi?
11. Shamol generator qurilmasi nimalardan tashkil topgan?

6.1 Bioenergiya. Energetik maqsadlar uchun biomassalardan foydalanish

Bioenergiya

Bioenergiya energetika sohasida bioyoqilg'idan energiya ishlab chiqarishga ixtisoslashgan soha bo'lib, uning yordamida elektr energiyasi va issiqlikni ishlab chiqariladi.

Birinchi avlod bioyoqilg'ilari

Bioyoqilg'i - odatda biologik chiqindilarni qayta ishlash natijasida hosil bo'lgan biologik xomashyodan olingan yoqilg'i hisoblanadi. Selyuloza va turli xil organik chiqindilardan bioyoqilg'ini olishga qaratilgan ilmiy loyihalar mavjud bo'lib, hozirda bu texnologiyalar rivojlanishi yoki tijoratlashtirishning dastlabki bosqichidir. Bioenergiyaning xomashyosi sifatida quyidagilar qo'llaniladi:

- qattiq bioyoqilg'ilarga o'tin, briket, somon, daraxtlarning po'stlog'i va torf kiradi;
- suyuq bioyoqilg'ilarga ichki yonish dvigatellari uchun bioetanol, biometanol, biobutanol, dimetil efir, biodizel va boshqalar kiradi;
- gazsimon bioyoqilg'ilarga biogaz, biogidrogen va metan gazlari kiradi.

Ikkinchi avlod bioyoqilg'ilari

Ikkinchi avlod bioyoqilg'ilari uchun metanol, etanol, biyodizel, biomassa pirolizining turli usullari bilan olinadigan yoqilg'i turlari xomashyo manbalari hisoblanadi. Piroliz biomassasini tashish, saqlash va ishlatishda osonroq va arzonroq bo'lgan usul uni suyuqlikka aylantiriladi. Ishlab chiqarilgan suyultirilgan yoqilg'ini avtomobil yoqilg'isi yoki elektr stansiyalar uchun yoqilg'i sifatida ishlatilishi mumkin.

Ikkinchi avlod bioyoqilg'i xomashyosiga biologik ozuqadan oziq-ovqat chiqindilarini ajratib olingandan so'ng qoladigan lignoselyulozik birikmalar kiradi. Ikkinchi avlod bioyoqilg'isini ishlab chiqarish uchun biomassani ishlatish qishloq xo'jaligi uchun foydalaniladigan yaroqli unumdor yerlarning maydonini kamaytirishga olib kelishi mumkin [1].

O'simliklardan ikkinchi avlod xomashyo manbalariga quyidagilar kiradi:

- suv o'tlariga - ifloslangan yoki sho'r suvda o'sadigan va ko'payadigan oddiy tirik organizmlar kiradi;

• Rijik (o'simlik) - bug'doy va boshqa don ekinlari bilan almashtirib o'stiriladi;

• Jatropha (o'simlik) - qurg'oqchil hududlarda o'sadi, ularning turiga qarab yog'i 27% dan 40% gacha bo'ladi [2].

Ikkinchi avlod bioyoqilg'ilarini olishda ko'plab kompaniyalar shug'ullanadilar, ular orasida dunyoga taniqli kompaniyalardan Kananing BioOil Dynamotive va Germaniyaning CHOREN Industries GmbH SunDiesel kompaniyalarini ko'rsatish mumkin.

Germaniya energetika agentligining (Deutsche Energie-Agentur GmbH) (zamonaviy texnologiyalar asosida) hisoblariga ko'ra, biomassa piroliz yoqilg'isini ishlab chiqarish Germaniyaning avtomobil yoqilg'isiga bo'lgan ehtiyojining 20% ini qoplashi mumkin ekan. 2030-yilga kelib, texnologiyaning rivojlanishi bilan biomassa pirolizlar Germaniyaning avtomobil yoqilg'isi iste'molining 35% ini ta'minlashi mumkin. Bunda ishlab chiqarish qiymati bir litr yoqilg'i uchun 0,80 yevrodan kam bo'ladi.

Yevropa, AQSh va Kanada davlatlaridagi hamda rivojlangan 15 ta mamlakatlardagi tadqiqotchilarni birlashtirgan tadqiqot markazi - Piroliz Network (PyNe) tashkil etildi.

Ignali daraxtlarning piroliz suyuq mahsulotlaridan bioyoqilg'ini olishda foydalanish ham juda istiqbolli hisoblanadi. Masalan, 70% saqichli turpentin, 25% metanol va 5% atseton aralashmasi qarag'ay daraxtining quruq distillash fraksiyalari natijasida olingan yoqilg'i A-80 benzinining o'rnini bosuvchi vosita sifatida muvaffaqiyatli ishlatib kelinmoqda. Distillash uchun yog'och chiqindilari ishlatiladi: novdalar, ildizlar va daraxtlarning po'stloqlari. Yoqilg'i fraksiyalarining chiqishi har bir tonna chiqindi uchun 100 kilogrammni tashkil etadi.

Uchinchi avlod bioyoqilg'ilari

Uchinchi avlod bioyoqilg'isi deganda suv o'tlaridan olinadigan yoqilg'i tushuniladi.

AQShning Energetika vazirligi 1978-1996-yillarda "Suvda yashovchi o'simlik turlari"dan yog' ajratib olish dasturi bo'yicha zamonaviy tadqiqotlarni amalga oshirgan. Tadqiqotchilar Kaliforniya, Gavayi va Nyu-Meksikodagi ochiq suv havzalaridagi suv o'tlarini sanoat miqiyosida xom ashyo sifatida ishlab chiqarishda foydalanishga yaroqli degan xulosaga kelishgan. Suv havzalarida 6 yil davomida 1000 m³ hajmda suv o'tlari yetishtirilgan. Nyu-Meksiko shtatida suv havzasidan CO₂ ni olishda yuqori samaradorlikka erishilgan. Hosildorlik kuniga bir kvadrat

metr uchun 50 grammdan ko'proq suv o'tlarini tashkil etgan. 200 ming gektar suv havzalarida AQSh transport vositalarining iste'mol qilishi uchun yillik 5% ga yetarli yoqilg'i ishlab chiqarilgan. AQShda suv o'tlarini yetishtirishga 200 ming gektar suv hududi ajratilgan bo'lib, bu umumiy qishloq xo'jaligi uchun yaroqli yerlarning 0,1% idan kamrog'ini tashkil qilgan. Bioyoqilg'i olish texnologiyasida hali ko'p muammolar mavjud. Masalan, suv o'tlari o'sishi uchun yuqori harorat kerak bo'ladi. Cho'l iqlimi ularni o'stirish uchun juda mos keladi. Lekin bunday hudularda o'simliklarni tungi harorat pasayishidan himoya qilish uchun qo'shimcha isitish talab etiladi. 90-yillarning oxirida bozorda neftning nisbatan arzonligi sabab bioyoqilg'i texnologiyasi tijorat maqsadida biogazni ajratib olishda deyarli qo'llanilmadi.

Suv o'tlarini ochiq suv havzalarida yetishtirishdan tashqari, elektr stansiyalari yaqinida joylashgan kichik bioreaktorlarda suv o'tlarini yetishtirish texnologiyalari yaratilgan. Issiqlik elektrostansiyasi (IES)da generatorni sovutish uchun foydalanladigan suvlar issiqlik suv o'tlarini yetishtirish uchun issiqlik ehtiyojining 77% gacha qoplashga qodir. Suv o'tlarini o'stirishdagi texnologiyada haroratning kunlik o'zgarishidan himoyalashda, issiq cho'l iqlimi kabi talab qilinmaydi hamda olinadigan biogaz har qanday issiqlik elektr stansiyasida yoqilg'i sifatida samarali qo'llanishi mumkin.

Bioenergetikaning rivojlanishida o'ziga yarasha afzalliklar va kamchiliklar mavjud.

Asosiy afzalliklari:

1. Zaxiralar potentsialining ko'pligi. O'rmon va qishloq xo'jaligi ishlab chiqaradigan mahsulotlar hamda turli xil chiqindilar bunga misol bo'la oladi.

2. Energiyani jamg'arish va istalgan vaqtda foydalanish imkoniyati, qayta tiklanuvchanligi, nisbatan arzonligi.

3. Yog'och, ko'mir, biogaz, spirt va elektr energiyadan foydalanib elektr tokini ishlab chiqarishning turlari va sanoatda foydalanish sohalarining ko'pligi.

4. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini ishlab chiqarishini rivojlantirish. Qo'shimcha va ikkilamchi mahsulotlardan hamda chiqindilardan samarali foydalanish. Chiqindisiz texnologiyalarni yaratish.

5. Ekologiyani yaxshilash va atrof muhitni ifloslatirishni kamaytirish [3].

Biomassani texnologik o'zgartirish tizimi

6.1-jadval.

Biomassa	Umumiy jarayonlar	Maxsus jarayonlar	Asosiy mahsulotlar	Qazilma yoqilg'ini o'rin bosuvchisi
	Bio-kimyoviy	Spirтли fermentlash	Etil spirit	Benzin, dizel yoqilg'iga qo'shimchalar
		Anaerobli fermentlash	Biogas	Benzin, dizel yoqilg'iga, kerosin, tabiiy gaz, suyultirilgan gaz
	Termo-kimyoviy	Piroliz	Yog'och komir	Tosh ko'mir, lignin, yoqilg'i moy, tabiiy gaz
		Gazlashtirish	Sintetik gaz, metal spirt	Yoqilg'i moy, benzin
		Suyultirish	Yoqilg'ilar	Benzin, dizel yoqilg'i
		Murakkab efirga o'zgartirish	O'simliklardan dizel yoqilg'i	Dizel yoqilg'i
		Termokatalitik krekning	Benzin va o'simliklardan dizel yoqilg'i, kerosin	Benzin, dizel yoqilg'i, kerosin

Biomassani foydalanishda olinadigan energetik mahsulotlar

6.2-jadval.

Biomassa	Texnologik jarayon	Energetik mahsulotlar
Quruq	Yoqish Gazlashtirish Piroliz Gidroliz va distillatlash	Issiqlik va elektr energiya Yonuvchi gazlar, metanol Yonuvchi gazlar, mum, yog'och ko'mir Etil spirti
Suyuq	Presslab briketlash Anaerobli achitish Aчитish va distillatlash	Yonilg'i briketlar Biogas Etil spirti

Asosiy kamchiliklari:

- 1) Tuproqning kuchsizlanishi va eroziyalanishi ehtimoli.
- 2) Oziq-ovqat ishlab chiqarish bilan raqobat.

3) Genetik muxandislikdan foydalanish oqibatida nazorat qilib bo'lmaydigan jarayonlarga olib kelishi mumkin.

4) Loyihalash xatoliklari hamda qayta ishlash sikllarining berik bo'lmashligi atrof muhitni ifloslanishiga olib kelishi mumkin [3].

6.2 Biomassani qayta ishlashdagi kimyoviy jarayonlar

Organik chiqindilarni biokimyoviy qayta ishlash

Biokimyoviy ishlov berishda organik chiqindilarning parchalanishi anaerob (*an*-inkor etish+*gr. aer* – havo) bakteriyalarning hayotiy faoliyati natijasida yuzaga keladi. Bunday bakteriyalar odatda botqoqlarning pastki qismida yoki havo kirish imkoni bo'lmagan boshqa joylarda bo'ladi va ularning faoliyati natijasida organik moddalar biogaz chiqishi bilan birga ajralib chiqadi.

Turli xil moddalar va chiqindilarni anaerob bakteriyalar hisobiga qayta ishlash jarayonida hosil bo'lgan biogazning (6.3-jadval) 50-70% metan, 30-45% karbonat angidrid, 1-2% vodorod sulfid, shuningdek vodorod, ammiak, azot oksidlari va gazlaridan iborat bo'ladi. Uning yonish issiqligi taxminan 22-27 MJ/kg ni tashkil qiladi.

Turli xil xomashyolardan biogaz olish

6.3-jadval.

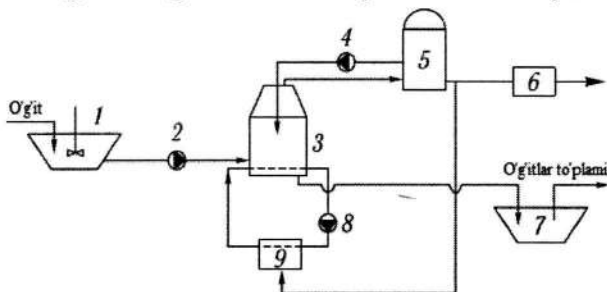
Xomashyo	1 kg quruq moddadan biogas hosil bo'lishi, l/kg	Gazdagi metan miqdori, %
Xashak	630	70
daraxt barglari	210-294	59
qarag'ay daraxtining ignalari	37	69
kartoshkaning yer sirtidagi qismi	420	60
makkajo'xori poyasi	420	53
somon	615	62
bug'doy somoni	342	58
zig'ir somoni	359	59
kungaboqar po'stlog'i	300	60
qoramol qattiq go'ngi	200-300	60
somon va ot go'ngi	250	56-60
uy-ro'zg'or chiqindilari	600	50
najas cho'kindilari	2150-312	60
chiqindi suvlarining qattiq qoldig'i	570	70

Kichik qurilmalar yordamida olingan biogaz to'g'ridan-to'g'ri past bosimli gaz sifatida yoqiladi, gaz tarkibida karbonat anhidrid va vodorod sulfidining mavjudligi sababli yoqilg'i uskunalari tez korroziyaga uchrashi mumkin.

Katta qurilmalarda, shuningdek, uy-joy kommunal va sanoat iste'molchilari uchun biogaz yetkazib beradigan chiqindilarni qayta ishlash zavodlarida gazni ishlab chiqarishda aralashmalardan tozalanadi. Bunda tarkibidagi metan miqdori 99,8% gacha, yonish issiqligi esa 37,3 MJ/kg gacha yetadi. Tozalangan metan maxsus rezervuarlarga yig'ilib, undan gaz quvurlari orqali iste'molchilarga yetkazib beriladi.

Biogazdan tashqari, anaerob chiqindilarni qayta ishlash jarayonida qimmatli (azotga boy) o'g'itlar olinadi va atrof muhitning ifloslanishini oldi olinadi.

Anaerob texnologiyasi chorvachilik sohasida keng qo'llaniladi. Organik chiqindilarni utilizatsiya qilishning bu texnologiyasi chorvachilik xo'jaliklarida chiqindilarni yuqori darajada zararsizlantirib, juda qisqa vaqt ichida organik o'g'itlarni hamda noan'anaviy energiya yoqilg'isi bo'lgan - biogazni ishlab chiqarishni ta'minlaydi.



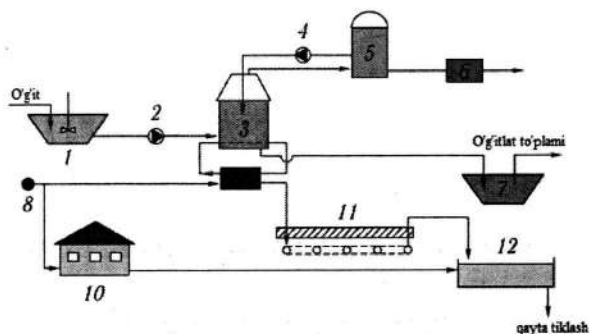
6.1-rasm. Anaerob bakteriyalari asosida biomassani qayta ishlash tizimi: 1 – xomashyoni tayyorlovchi idish; 2 – miqdorlab beruvchi pompa; 3 – gaz ajratuvchi; 4 - kompressor; 5 - gaz saqlagich; 6 - biogazni tozalash moslamasi; 7 - o'g'itlarning qorishmasi; 8 - aylanma nasos; 9 - fermentatsiya haroratni saqlash qozoni.

6.1-rasmda organik chiqindilarni uzluksiz anaerob bakteriyalari bilan qayta ishlash tizimining tuzilishi ko'rsatilgan. Fermer xo'jaliklaridan olingan go'ngni xomashyo sifatida tayyorlash uchun 1-idishga solinadi, unda yaxshilab aralashtirib, qattiq moddalarni ajratib olish va 94-96% gacha namlatish ishlari amalga oshiriladi. Tayyorlangan xom-

ashyo miqdorlab beruvchi pompa 2 yordamida fermentatsiya jarayoni bakteriyalar ta'sirida amalga oshiriladigan 3-gaz ajratgichga uzatiladi. Olingan biogaz gaz ajratgichning yuqori qismigi 5-gaz saqlagichga uzatiladi va undan iste'molchilarga beriladi. Pastki qismidan cho'kib qolgan fermentlangan go'ng 7- o'g'it yig'uvchida yig'iladi va dalalarga taqsimlanadi.

Fermentatsiya jarayoni $T=20-40^{\circ}\text{C}$ yoki $T=45-70^{\circ}\text{C}$ harorat oralig'ida amalga oshirilishi mumkin. Kerakli haroratni ushlab turish uchun xomashyo 9-qozonxonada tayyorlangan issiq suv nasoslar orqali haydaliq isitiladi. Bunday isitishda biogazning ulushi odatda eritmadan chiqaradigan umumiy mahsulotining 20-30% ini tashkil qiladi.

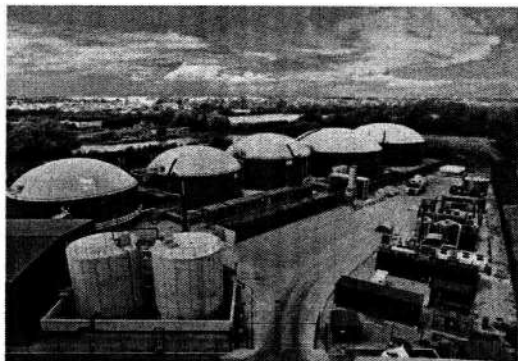
Ishlab chiqarilgan biogaz miqdori va o'g'itlarning sifati nafaqat haroratga, balki gaz ajratishda xomashyoni fermentatsiyalash davomiyligiga ham bog'liq bo'ladi. Xususan, go'ngni fermentatsiyalash davomiyligi 5 kunni tashkil qiladi. Ishlab chiqarilgan biogaz miqdori 50%, 10 kunda 90% va 20 kun - 98% ni tashkil qiladi. Xomashyoni fermentatsiyalashning qabul qilingan davomiyligiga qarab, kerakli miqdordagi erituvchi va unga qo'shilgan yangi xomashyoning miqdori aniqlanadi. Gazni ajratib olish jarayonini jadallashtirish uchun gaz saqlagichdan olingan biogazning bir qismi yana 4-kompressor yordamida gaz ajratib oluvchiga beriladi va butun massa eriguncha aralashtiriladi.



6.2-rasm. Termal suvlardan kompleks foydalanish tizimi:

- 1 - xomashyo tayyorlash idishi; 2 – miqdorlab beruvchi pompa; 3 - gaz ajratuvchi; 4 - kompressor; 5 - gaz saqlagich; 6 - biogazni tozalash moslamasi; 7 - o'g'itlar to'plami; 8 - geotermik quduq; 9 - issiqlik almashtirgich; 10 - issiqxona majmuasi; 11 – ma'lum bir chuqurlikda ko'milgan quvurlar yordamida yerostidan isitish tizimi;
12 - baliq fermasi.

6.2-rasmda termal suvlardan kompleks foydalanish tizimining tuzilishi keltirildi. Bunda: 8-idishdagi termal suv 3-erituvchi idishdan isitish uchun 9-issiqlik almashtiruvchiga yo'naltiriladi va suvning boshqa qismi 10-issiqxonaga kiradi. Issiqlik almashtiruvchidan chiqqan issiq suv tuproqning yerostidan isitish tizimiga yuboriladi va undan keyin $T=25-28^{\circ}\text{C}$ haroratda 12-baliq etishtirish hovuziga kiradi, hovuzga yana bir qism suv issiqxona majmuasidan uchib kiradi [4].



6.3-rasm. AQShning Bioenergy Devco kompaniyasi tomonidan qurilgan anaerob bioreaktorlari (AQSh, Merilend).

6-bob uchun nazorat savollari

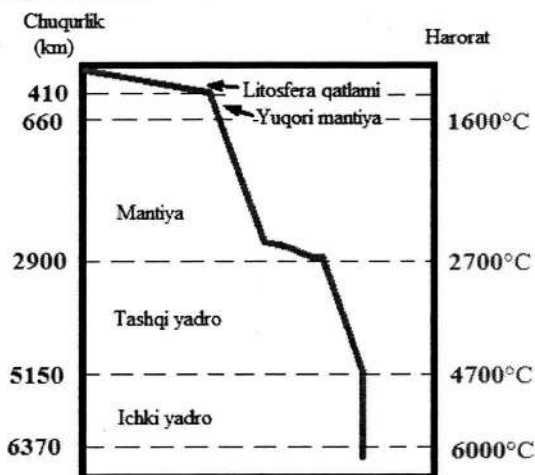
1. Bioenergiyaga ta'rif bering.
2. Bioyoqilg'ining necha avlodi mavjud?
3. Bioenergiyaning afzalliklari nimalardan iborat?
4. Bioenergiyaning kamchiliklariga nimalar kiradi?
5. Biomassadan foydalanishda olinadigan energetik mahsulotlarga nimalar kiradi?
6. Organik chiqindilar qanday usullar bilan qayta ishlanadi?
7. Biogaz qanday xomashyolardan olinadi?

7-BOB. GEOTERMAL ENERGIYA VA OKEAN SUVLARINING ENERGIYASI

7.1 Yer sirtining issiqlik rejimi. Yerosti issiqlik suvlari

Yerning issiqligi

Taxminan 5100 km chuqurlikdagi Yerning qattiq yadrosining harorati taxminan $T=6000^{\circ}\text{C}$ ga teng. Yer sirtiga yaqinlashganda harorat asta-sekin pasayib boradi.



7.1-rasm. Yerning markaziga qarab haroratning o'zgarishi.

Geotermik gradiyent deb, Yer qatlamining ma'lum bir sohasidagi haroratning o'zgarishi tushuniladi va har 100 metr chuqurlikda o'rtacha 3°C gacha harorat ortib boradi. Ya'ni, 1 km chuqurlikdagi konda qo'shimcha 30 daraja issiqlik bo'ladi. Ammo mintaqaga qarab, harorat gradiyenti o'zgaradi - masalan, 12 km chuqurlikdagi "Kola superdeep" qudug'ida $T=220^{\circ}\text{C}$ harorat qayd etilgan va sayyoramizning ba'zi joylarida tektonik yoriqlar va vulqonlarga yaqin hududlarda faollikni $T=220^{\circ}\text{C}$ haroratga erishish uchun bir necha yuz metrdan bir necha kilometrgacha, odatda 0,5 dan 3 km gacha burg'ulash kerak bo'ladi. AQShning Oregon shtatidagi geotermik gradient 1 km da $T=150^{\circ}\text{C}$ ga, Janubiy Afrikada esa, 1 kmdagi chuqurlikdagi harorat atigi $T=6^{\circ}\text{C}$ ga

teng. Odatda, kuchli geologik faollik mavjud bo'lgan hududlarda zilzilalar tez-tez sodir bo'lib, faol vulkanlar mavjud bo'ladi [1].

Geotermik energiya - bu geotermik elektr stansiyalarida elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun yoki to'g'ridan-to'g'ri isitish yoki issiq suv ta'minoti uchun Yerning ichki qismidagi issiqlik energiyasidan foydalanishga asoslangan energiya turi hisoblanadi. Bu energiya odatda qayta tiklanadigan energiya manbalari tarkibiga kiritilib, hozirgi kunda undan foydalanib kelinadi.

Yerning issiqlik zaxiralari deyarli tugamaydi - yadro $T=1^{\circ}\text{C}$ ga sovganida $2 \cdot 10^{20}$ kVt/soat energiya ajrab chiqadi. Bu insoniyat qazib oladigan yoqilg'idan 10000 barobar ko'p va yillik energiya sarfidan millionlab marta katta. Shu bilan birga, Yer yadrosining harorati $T=6000^{\circ}\text{C}$ dan oshadi va milliard yil davomida Yerning sovish darajasi $T=300-500^{\circ}\text{C}$ harorat oralig'ida bo'ladi.

Yerning ichki qatlamida oqadigan issiqlik oqimi 47 ± 2 TVt soat issiqlik energiyasini tashkil etadi (butun dunyo bo'yicha ishlab chiqaradigan energiyadan 17 barobar ko'p). Uran, toriy va kaliy-40 elementlarining radioaktiv parchalanishi natijasida ajrab chiqadigan Yerning issiqlik quvvati 33 ± 20 TVtgacha teng bo'lib, Yerdagi issiqlik yo'qotishining 70% gachasi qayta to'ldiriladi. Bu issiqlik quvvatining hatto 1% miqdoridan foydalanish bir necha yuz kuchli elektr stansiyalarning quvvatiga tenglashadi. Yerning issiqlik oqimining zichligi $0,1 \text{ Vt/m}^2$ dan kam (quyosh nurlanishining zichligidan ming va o'n ming marta kam) bo'lib, bu Yerning issiqlik energiyasidan foydalanishni qiyinlashtiradi.

Vulkanlar faol bo'lgan mintaqalarda aylanma suv qaynoq nuqtasidan ancha past chuqurlikda qizib ketadi va yoriqlar bo'ylab yuzaga ko'tariladi va o'zini geyzerlar shaklida namoyon qiladi. Quduqlarni chuqur burg'ulash orqali yerosti iliq suvlariga yo'l ochish mumkin. Quruq tog' jinslaridagi yuqori harorat bunday bug' vannalariga qaraganda tez uchraydi, ulardagi energiyani olishda suvni quyish va keyinchalik qizigan suvni tortib olish orqali amalga oshiriladi. Harorati $T=+100^{\circ}\text{C}$ dan past bo'lgan issiq suvlar geologik faol bo'lmagan hududlarda ham ko'plab uchraydi, shu sababli issiqlik manbai sifatida geotermal energiyadan foydalanish eng istiqbolli hisoblanadi.

Geotermal energiya manbalaridan foydalanish Islandiyada, Yangi Zelandiyada, Italiya, Fransiya, Litva, Meksika, Nikaragua, Kosta-Rika,

Filippin, Indoneziya, Xitoy, Yaponiya, Keniya va Tojikistonda keng yo'lga qo'yilgan.

Geotermik energiya ikki sohaga bo'linadi: petrotermik va gidrotermik energiya turlariga.

Issiq suyuqlikni chiqarish usullari ikki xil bo'lib, ular an'anaviy va geosirkulyatsiya usullariga bo'linadi [2]:

An'anaviy usullar:

1. Favvora – yer qarining ichki bosimi tufayli geotermal issiqlik tashuvchi suv oqimi o'z-o'zidan yuqoriga chiqadi.

2. Nasos stansiyalari – tibbiy favvora bo'lishi uchun bosim yetishmaganda foydalaniladi.

Geosirkulyatsiya usuli:

1. Sovutilgan geotermal issiqlik tashuvchi suv yerostiga qaytariladi.

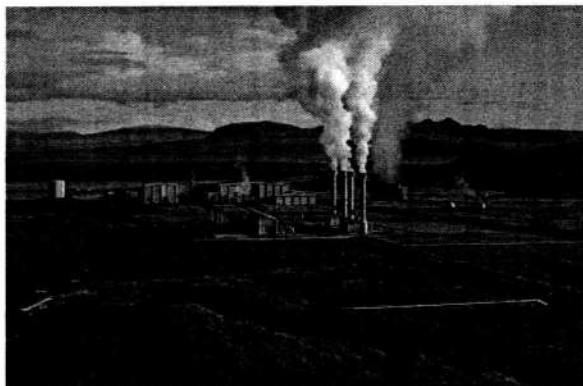
Amalda foydalaniladigan geotermik energiya manbalarining turi bo'yicha ikkiga bo'linadi [3]:

Gidrotermik - tabiiy ravishda mavjud bo'lgan geotermal suvlarning issiqligidan foydalanib issiq suv olish.

Petrotermik - quruq jinslarning issiqligidan foydalanish.

Geotermal energiyadan foydalanishning afzalliklari

Geotermal energiyadan foydalanishdagi asosiy afzallik uni atrof-muhit sharoitlaridan qat'iy nazar kun va tunda hamda yil davomida olish mumkinligidadir. Geotermal stansiyalarga o'rnatilgan qurilmalarning quvvatidan foydalanish koeffitsiyentini 80% gacha bo'lishidir, bu holat boshqa alternativ energiya manbalaridan foydalanilganda erishib bo'lmaydi.



7.2-rasm. Islandiyadagi Nesjavellir geotermik elektr stansiyasi.

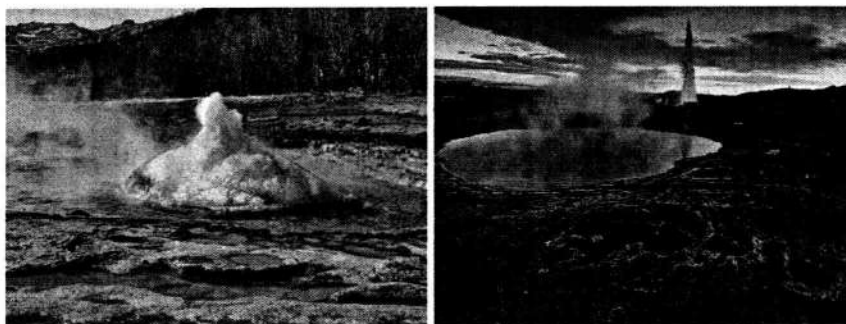
Geotermal quduqlarning iqtisodiy jihatdan afzalligi

Issiqlik dvigatelidan foydalangan holda (masalan, bug' turbinasi) issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun geotermal suvlarning harorati yetarlicha yuqori bo'lishi kerak, aks holda issiqlik dvigatelining samaradorligi juda past bo'ladi, masalan, suv harorati $T=40^{\circ}\text{C}$ va atrof-muhit harorati $T=20^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'lsa, ideal issiqlik dvigatelining samaradorligi atigi 6% ni tashkil qiladi, bu ular asosida yaratilgan mashinalarning samaradorligi bundan ham past bo'lishiga sabab bo'ladi. Qo'shimcha ravishda energiyaning bir qismi stansiyaning o'z ehtiyojlari uchun sarflanishi kerak. Masalan, quduqdan issiq suvni chiqarib foydalanilgandan so'ng sovuq suvni quduqlarga qaytarishda ishlatiladigan nasoslarning iste'moli uchun. Elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun $T=150^{\circ}\text{C}$ va undan yuqori haroratli geotermik suvlardan foydalanish maqsadga muvofiq. Hatto isitish va issiq suv ta'minoti uchun ham kamida $T=50^{\circ}\text{C}$ harorat talab qilinadi. Biroq, Yerning harorati chuqurlik ortishi bilan asta-sekin o'sib boradi, odatda o'rtacha geotermik gradient 1 km uchun $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ ni tashkil qiladi, ya'ni issiq suv ta'minoti uchun bir kilometrdan ko'proq chuqurlikka tushish talab etiladi. Elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun bir necha kilometr chuqurlikka tushish kerak bo'ladi. Bunday chuqur quduqlarni burg'ilash qimmatga tushadi, shuningdek, ulardan isigan suvni chiqarib olish uchun energiya kerak bo'ladi. Shuning uchun geotermik energiyadan foydalanish hamma joyda ham maqsadga muvofiq emas. Deyarli barcha yirik geotermal elektr stansiya (GeoTES)lar vulkanlar faoliyati faollashgan hududlarda, masalan: Kamchatka, Islandiya, Filippin, Keniya, Kaliforniyadagi geyzer konlari va boshqalarda joylashgan bo'lib, ularda geotermal harorat gradiyenti ancha yuqori va geotermal suvlar yer yuziga yaqin.

Issiqlik tashuvchilarga qo'yilgan ekologik talablar

Geotermal yerosti suvlaridan foydalanishda yuzaga keladigan muammolardan biri, bu yerosti qatlamidagi suvni (odatda chiqindilarni) qayta tiklanadigan siklik energiya sifatida ishlatishni talab qiladi. Geotermal suvlarda ko'p miqdorda turli xil toksik metallarning (qo'rg'oshin, rux, kadmiy), metall bo'lmagan (bor, marganes) va kimyoviy birikmalar (ammiak, fenollar) va boshqa tuzlar mavjud bo'lib, bular suvni chiqishini qiyinlashtiradi. Yer sirtiga yaqin joylashgan tabiiy suv havzalariga ishlatilgan suvni qayta quyish qatlamdagi bosimni pa-

saymasligi uchun zarur. Bu geotermik stansiyada elektr tokini hosil bo'lishining pasayishiga yoki uning to'liq quvvatlarda ishlamasligiga sabab bo'ladi.



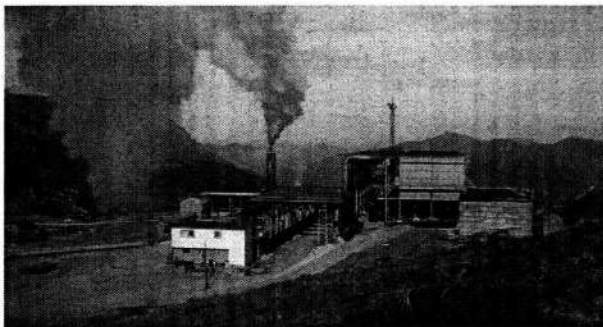
7.3-rasm. Islandiyadagi geyzerlar.

Geotermal energiya Islandiyaning poytaxti Reykyavik shahrini issiqlik bilan ta'minlaydi. 1943-yilda Islandiyada 32 ta geotermik quduqlar mavjud bo'lib, ularning chuqurligi 440 dan 2400 m gacha, chiqadigan suvning harorati $T=60^{\circ}\text{C}$ dan $T=130^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan. Ushbu quduqlarning 9 tasi bugungi kunda ham ishlaydi.

Termal suvlardan foydalanish ko'lami

7.1-jadval.

Termal suv harorati, $^{\circ}\text{C}$	Foydalanish doirasi
37-50	Balneologiya — kurortologiyaning bir bo'limi, tabiiy va sun'iy mineral suvlar hamda shifobaxsh baliqchilarning paydo bo'lishi va fizik-kimyoviy xossalarini, xastalikka qarab ularning organizmga ko'rsatadigan ta'sirini o'rganadi hamda ulardan davolash maqsadida foydalanish usullarini ishlab chiqadigan bo'lim.
50-70	Kichik hajmdagi markazlashtirilgan isitish, issiq suv ta'minoti, yerosti suvidan texnologik foydalanish.
70-120	Keng miqyosda markazlashtirilgan isitish (shaharlar va yirik qishloq xo'jaligi obyektlari), issiqlik energiyasidan foydalanish rivojlanganligi sababli issiq suvdan turli sohalarda maqsadli foydalanish.
120-170	Past haroratlarda qaynaydigan freon, ammiak va boshqalardan foydalanadigan "kam quvvatli" elektr energetikasini olishda ishlatiladi.
170-220	Bug'-suv aralashmasidan bevosita foydalanadigan "o'rta



7.5-rasm. Rossiyaning Mutnovidagi geotermik elektr stansiya.

AQShda geyzerlar vodiysida umumiy quvvati 1300 MVt bo'lgan 19 ta geotermik elektr stansiyalar mavjud. Dunyodagi eng katta geotermik elektr stansiya 50 MVt bo'lib, AQShdagi Heber geotermik elektr stansiyasidir.

Termal suvlarning ma'lum bir foydalanish sohasiga mosligi 7.1-jadvalda keltirildi.



7.6-rasm. AQShdagi geyzerlar.

Geotermik elektr stansiyalarning (GeoTES) alohida xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

- geotermik elektr stansiyasining to'liq o'rnatilgan quvvatidan foydalanishni ta'minlaydigan energiya zaxiralarning doimiy ravishda ortiqchaligi;
- avtomatlashtirishning juda oddiyligi;
- yuzaga kelishi mumkin bo'lgan favqulotda holatlarning oqibatlari stansiya hududi bilan chegaralanadi;

- energiya olisgda sarflanadigan mablag' hisobiga olingan elektr energiyasining narxi boshqa turdagi qayta tiklanadigan energiya manbalari asosida ishlaydigan elektr stansiyalarini yaratishda sarflangan mablag'larga qaraganda ancha kamligi.



7.7-rasm. Rossiyaning Kamchatka hududidagi geyzerlar.

Geotermik elektr stansiyalarni uchta asosiy turga bo'lish mumkin:

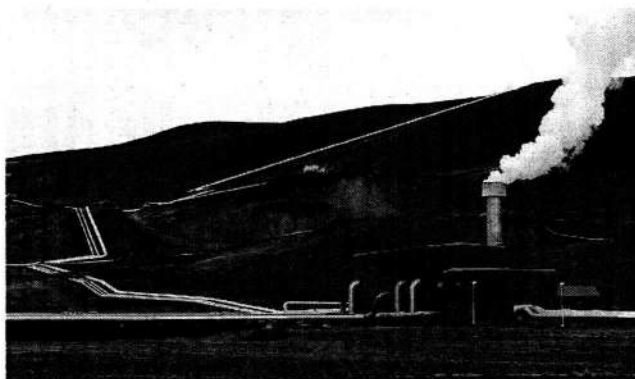
- quruq bug' hisobiga ishlaydigan stansiyalar;
- bosim ostida va issiq suv energiyasi asosida ishlaydigan stansiyalar;
- geotermik issiqlik miqdori ikkilamchi suyuqlikka (masalan, freon yoki izobutan) berilib, klassik Rankin sikli asosida sodir bo'ladigan ikkilangan siklda ishlaydigan stansiyalar.

Issiqlik elektr stansiyalarida suvni isitish va elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun issiqlik tashuvchi sifatida geotermik manbalardan foydalanishning birlashgan tizimlari eng katta ta'sirni yuzaga keltiradi. Bu tabiiy qazilma yoqilg'ini sezilarli tejashni ta'minlaydi va elektr energiyani ishlab chiqarishni va samaradorligini oshiradi. Past darajadagi energiyani konversiyalashda birlashtirilgan tizimlarda elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun dastlabki harorat $T=70-80^{\circ}\text{C}$ dan yuqori bo'lgan issiqlik tashuvchilaridan foydalanishga imkon beradi.

Bugungi kunda 58 ta mamlakat o'zlarining geotermik zaxiralaridan nafaqat elektr energiyasini ishlab chiqarishda, balki to'g'ridan-to'g'ri issiqlik energiyasi shaklida foydalanmoqdalar, bularga: vannalar va suzish havzalarini isitish uchun - 42%; isitish uchun - 23%; issiqlik nasoslari uchun - 12%; issiqxonalarni isitish uchun - 9%; baliq xo'ja-

liklarida suvni isitish uchun - 6%; sanoatda - 5%; boshqa maqsadlar uchun - 2%; qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish, qorlarni eritish va konditsionerlar uchun - 1% ishlatiladi.

AQSh, Italiya, Rossiya va boshqa mamlakatlarda qurilgan geotermik elektr stansiyalar o'ziga xos kapital sarflash va olinadigan elektr energiyaning narxi bo'yicha zamonaviy issiqlik elektr stansiyalari va atom elektr stansiyalardan olinadigan elektr energiyasining narxlari bilan raqobatlasha oladi.



7.8-rasm. Islandiyadagi geotermik elektr stansiya.

2008-yilda dunyoda elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi geotermik stansiyalarning quvvati qariyb 11 million kVtni va ishlab chiqarish hajmi 55 milliard kVt soatni tashkil etdi.

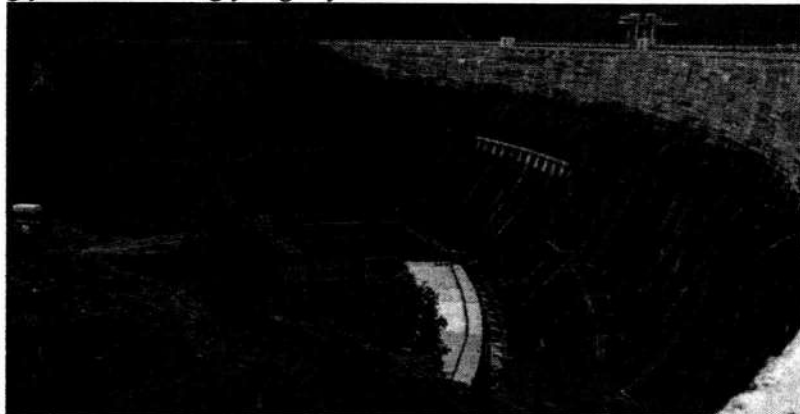
Mutaxassislar bashoratiga ko'ra, geotermik stansiyalardan olingan elektr energiyaning quvvati 2030-yilga kelib 40-70 million kVtgacha yetadi.

Ukraina davlati geotermik energiyaning katta zaxiralarga ega bo'lib, sanoatni rivojlantirishga yaroqli geotermik suvlarning zaxiralari Transkarpat, Nikolaev, Odessa, Xerson viloyatlarida joylashgan. Geotermal zaxiralardan foydalanishda eng istiqbolli hudud – Karpat viloyati hisoblanadi. Poltava, Xarkov, Sumi va Chernigov hududlarida geotermal suvlarning unchalik katta bo'lmagan zaxiralari mavjud. Geotermal energiyaning yillik texnik salohiyati 12 million tonna yoqilg'i ekvivalentiga teng deb baholangan, bu mamlakatda geotermik energietikaning rivojlanish istiqbollarini ta'minlaydi [3].

Okean energiya zaxiralari

Gidroenergetika

Gidroelekt stansiyalarda suv oqimining potentsial energiyasi elektr energiya manbai sifatida ishlatiladi. Suv oqimining asosiy manbai Quyosh bo'lib, u suvni bug'lantiradi. Bug'langan suv yog'ingarchilik shaklida yerga qayta tushadi, tog'larda va balandliklarda yig'ilgan suv pastga oqib, daryolarni hosil qiladi. Hidroelekt stansiya (GES)lar odatda daryolarda to'g'on va suv omborlarini qurish orqali suv zaxirasi yig'iladi. Suv yuqoridan pastga oqib tushganda uning potentsial energiyasi elektr energiyasiga aylanadi.



7.9-rasm.Syano-Shushensk GESi (Rossiya).

Bundan tashqari suvning erkin oqimidan foydalanib ishlaydigan gidroelektrostansiyalarda suv oqimining kinetik energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.

Gidroelekt stansiyalarining xususiyatlari:

- GESlarda olinadigan elektr energiyaning narxi boshqa barcha turdagi elektr stansiyalarni qurishga sarflanadigan xarajatlardan ancha kam;
- gidroelekt stansiyalardagi ishlatiladigan generatorlarni energiya sarfiga qarab ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasini tezda kamaytirish va o'chirish mumkin;
- suv qayta tiklanadigan energiya manbai hisoblanadi;
- boshqa turdagi elektr stansiyalariga nisbatan havoni iflostantirmaydi;
- GESlarni qurish uchun odatda ko'proq mablag' sarf qilinadi;

- ko‘pincha gidroelektrostansiyalar iste’molchilardan uzoqroq hududlarda joylashadi;

- suv omborlari ko‘pincha ma’lum hududlarni egallab olib, ularni qishloq xo‘jaligi ehtiyojlarida foydalanishga imkon bermaydi, ammo shu bilan birga, ular boshqa masalalarda ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Atrofdaqi iqlim mo‘tadillashadi, sug‘orish uchun suvning zaxirasi to‘planadi va boshqalar;

- yaratilgan sun‘iy to‘g‘onlar baliqlarni ko‘payishida yo‘lni to‘sib qo‘yib, ko‘pincha baliqlarning ko‘payishini va migratsiyasini o‘zgartiradi, lekin ko‘pincha suv omboridagi baliq zaxiralarini ko‘payishga va baliq yetishtirishga sharoit yaratadi.

Gidroeletr stansiyalarning turlari:

- sun‘iy suv to‘planadigan to‘g‘onlar asosida;
- to‘silman suv oqimi asosida;
- kichik to‘g‘onlar;
- suvni nasos yordamida ko‘tarib saqlash;
- okean oqimlari asosida;
- okean va dengiz suvlarining to‘lqini.

2010-yilda gidroenergetika sohasida dunyodagi 76% elektr energiyasi qayta tiklanadigan suv hisobiga va 16% qayta tiklanmaydigan manbalar hisobiga elektr energiyani ishlab chiqarildi. 2010-yilda gidroelektrostansiyalarning umumiy quvvati 1015 GVtni tashkil etdi. Gidroelektrik stansiyalar ishlab chiqargan energiyani har bir fuqaroga to‘g‘ri kelishi bo‘yicha yetakchi davlatlar Norvegiya, Islandiya va Kanada hisoblanadi. 2000-yillarning boshlarida yuqori quvvatli gidroelektrostansiya Xitoyda ishga tushirildi. Bundan tashqari gidroelektr stansiyalarning asosiy manbasi suvning potentsial energiyasi bo‘lib, dunyodagi kichik gidroelektr stansiyalarning yarmiga yaqini aynan shu mamlakatlarda joylashgan [4].

Okean suvlaridan foydalanish qurilmasi

Suv oqimining ko‘tarilish va pasayishining energiyasi

Bu turdagi elektr stansiyalar - suv oqimlari energiyasini, ya’ni Yerning o‘qi atrofida aylanishidagi kinetik energiyasi hisobiga ishlatadigan gidroelektr stansiyalarining maxsus turi hisoblanadi. Oy va Quyoshning o‘zaro tortishish kuchlari sutka davomida ikki marotaba dengiz sohil-larida suv sathini o‘zgarganida ishlaydigan gidroelektr stansiyalar quril-moqda.

Elektr energiya olish uchun daryo bo'yi yoki daryoning og'zini suv generatori rejimida yoki nasos rejimida ishlatish mumkin bo'lgan gidravlik bloklar o'rnatiladigan sun'iy to'g'on qurilib suv oqimi to'sib qo'yiladi. Suv oqimi bo'lmagan holda suv omboriga suvni yig'ish asosida ishlaydi.

Suv oqimi asosida ishlaydigan elektr stansiyalarning afzalliklari ekologik toza va energiya ishlab chiqarishning arzonligi hisoblanadi. Kamchiliklari: qurilishning qimmat narxi va kun davomida o'zgarib turadigan quvvatdir. Shu sababli suvning oqimi asosida ishlaydigan elektr stansiyalari boshqa turdagi elektr stansiyalari bilan o'zaro ulangan yagona energiya tizimida ishlatiladi.

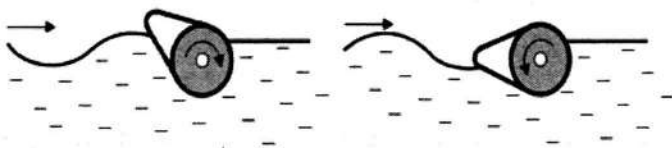
To'lqin energiyasi

To'lqindan elektr tokini oladigan stansiyalar okean va dengiz yuzasida hosil bo'ladigan to'lqinlarning potensial energiyasidan foydalanib ishlaydi. To'lqin quvvati kVt/m da o'lchaliniadi. Shamol va quyosh energiyasi bilan taqqoslaganda to'lqin energiyasi yuqori quvvat zichligiga ega. To'lqin dengiz va okean oqimlari energiyasiga o'xshash tabiatda qayta tiklanadigan energiya manbai hisoblanadi.

To'lqin energiyasini olish usullari

To'lqin profilini takrorlovchi qurilma

Mashhur olim va maxandis Stefan Solter to'lqindan elektr energiyasini olishda "Edinburg o'rdak" nomli qurilmani yaratdi (7.10-rasm).



7.10-rasm. Solter o'rdakning ishlash asosi.

Uning o'rdak tumshuqli tuzilishi maksimal to'lqin quvvatini elektr energiyasiga aylantirishni ta'minlaydi. Chap tomondan keladigan to'lqinlar o'rdakni tebranma harakatga keltiradi. O'rdakning o'ng tomondagi silindrik shakli o'q atrofida aylanganda to'lqinlarning o'ng tomondagi o'tishiga yo'l qo'yimadi, ya'ni tinchlatadi. Tebranuvchi tizimning o'qidan quvvat olinib, qaytadigan energiyaning minimum bo'lishi ta'minlanadi. To'lqin energiyasining faqat oz qismini (5%) qaytarib,

qolganini Solter o'rdagi tumshug'iga urib qo'zg'atiladigan tebranishlar davrining keng oralig'ida, yuqori samaradorlikka ega (FIK 55% dan to 85% gacha) holda elektr energiyasini olishni amalga oshiradi.

O'rdak tumshug'ining real o'lchamlar (d -diametr, l -uzunligi) to'lqin tavsifining uzunligi λ bilan aniqlanadi va taxminan $d \approx l \approx 0,1\lambda$ ga teng bo'ladi. Atlantik okenidagi to'lqinlar uchun $\lambda \approx 100$ m teng, shuning uchun $d \approx l \approx 10$ m bo'ladi. Umumiy o'q bilan birlashtirilgan, bir necha kilometr uzunligida qator o'rdaklar tizimi to'lqinlar eng faol bo'lgan mintaqalarga o'rnatiladi. Bunday o'rdaklar qatori 20 m dan ko'p chuqurlikda mahkamlangan langarlarga bog'langan pontonlar yordamida ushlab turiladi. To'lqinlar ta'sirida o'rdak tumshug'i markaziy o'qlar atrofida tebranma harakat qiladi. Mexanik, gidravlik va elektr qurilmalar orqali nisbiy tebranma harakatlar elektr energiyaga aylantiriladi.

Solter qurilmasining asosiy kamchiliklar quyidagilardan iborat:

- to'lqinlarning (balandligi, davriligi va yo'nalishi) doim o'zgargigan parametrlariga o'rdak tumshug'ining harakatini moslashtirish;
- katta uzun qurilmadan elektr energiyani olish va uni dengizning ochiq sharoitida iste'molchiga uzatish;
- elektr generator qurilmaga dengiz sho'r suvning ta'siri;
- ekstremal va shtorm sharoitlarda qurilmaning turg'unligini ta'minlash.

Tebranuvchi suv ustunlari.

Ichi bo'sh va uchi ochilgan tomoni bilan suvga botirilgan, ustun ichida suv tebranadi va suv ustidagi bosim o'zgaradi. Bunda bo'shliq turbina orqali atmosfera bilan bog'langan (7.11-rasm) bo'ladi.

Klapanlar tizimi yordamida havo oqimi turbina orqali faqat bir tomonlama yo'naltiriladi. Turbinalar elektrogeneratorlar bilan birlashtirilgan va turbinalarning aylanma harakati elektr energiyaga aylantiriladi. Turbinani yurgizish uchun kerak bo'lgan kinetik energiyagani elektr energiyasiga aylantirishning FIK 60-70% ni tashkil etadi. Bunday qurilmalarning real o'lchamlari to'lqin uzunligi λ bilan aniqlanadi. Qurilmaning mumkin bo'lgan o'lchamlar: $N \approx b \approx l \approx 0,1\lambda$ m; bunda N -tebranuvchi suv ustunlarining balandligi, b -eni, l -uzunligi.

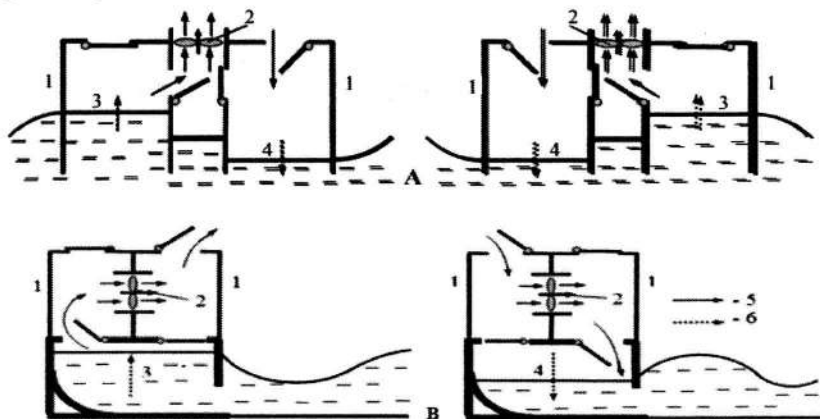
Bunday qurilmalarni quyidagi joylarda o'rnatilish mumkin:

- pontonlar sifatida langar bilan biriktirilgan ochiq dengizda (7.11, A-rasm);
- 15 m chuqurlikda qirg'oqlarga yaqin joyda dengiz tubida (7.11, B-rasm);

- qirg'oqda.

Qurilmalarning asosiy afzalligi quyidagilardan iborat:

- sekin to'liqin harakatini turbinaning yuqori chastotali aylanishi bilan birga moslashtirish;
- turbina va elektrogeneratorlarni dengiz sho'r suvning ta'siridan himoya qilish imkoniyati.



7.11-rasm. Tebranuvchi to'liqin ustunlari asosida ishlaydigan qurilmalar:

A-dengiz va B-qirg'oq tubiga o'rnatiladigan qurilmalar; 1-havo bo'shliq; 2-turbina; 3-suvning ko'tarilishi; 4-suvning pasaishi; 5-havo; 6-suvning harakati

Dengiz suvining harorat gradiyentining energiyasi hisobiga ishlaydigan elektr stansiyalar

Okeanlardagi suvni sirtiga nisbatan chuqurlashgandagi harorat farqi yordamida elektr energiyasini ishlab chiqarishga imkon beradigan qayta tiklanadigan energiya turlaridan biri harorat gradiyentining hisobiga ishlaydigan elektrostansiyalar hisoblanadi.

Suvning qalqib ko'tarilish energiyasi

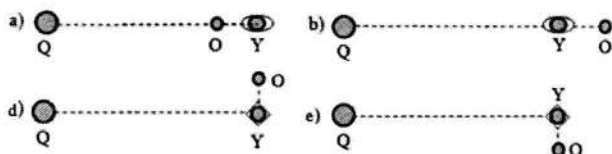
Dunyo energetik resurslar hisobida suvning qalqib ko'tarilish (to'liqin par) energiyasi 3 milliard kVt quvvatga ega deb baholanadi.

Okeandagi suv Yerning gravitatsiya kuchlari ta'sirida ushlab turiladi. Oy va quyoshning gravitatsiya kuchlari suvni o'ziga tortadi. Bunda suvning qalqib ko'tarilishi vujudga keladi. Sutka davomida okeanning sathi ikki marotaba ko'tariladi va tushadi. Oyga qaraganda, Quyosh 400

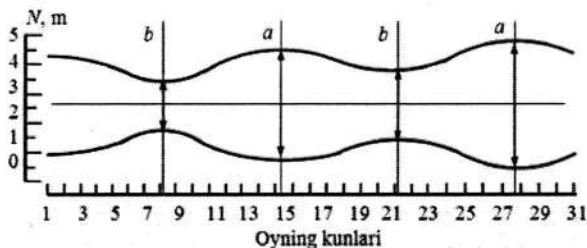
marotaba uzoq masofada turadi, shuning uchun, ancha kichik massali Oy Yer suvlariga, Quyosh massaga qaraganda, ikki marta katta kuch bilan ta'sir etadi. Agarda Oy, Quyosh va Yer bir to'g'ri chiziqda joylashsa, Quyosh o'zining tortish kuchi bilan Oyning ta'sirini kuchaytiradi, oqibatda suvni ko'tarilishi vujudga keladi (7.12,a,brasm).

Agarda Yer-Oy chizig'iga nisbatan Oy to'g'ri burchak ostida (kvadratura) bo'lganda kuchsiz ko'tarilish sodir bo'ladi (rasm 7.12, d,e). Katta va kuchsiz ko'tarilishlar har 7 kunda taqrorlanadi (7.13-rasm).

Suvning qalqib ko'tarilish tebranishlarning asosiy davrlar yarim sutkali bo'lib, 12 soat 25 minutni tashkil qiladi. Qirg'oqlardan uzoq masofalarda suv sathining tebranishlari 0,5-1 m dan oshmaydi, lekin qirg'oqlar yaqinda suvni ko'tarilishi 10-13 mgacha yetishi mumkin.



7.12-rasm. Sutka davomida 2 marotaba suvning ko'tarilishi va tushishi bo'lganda Quyosh (Q), Oy (O) va Yer (Y) ning joylashishi: a, b - suvning ko'tarilishi; d, e - suvning tushishiga to'g'ri keladi.



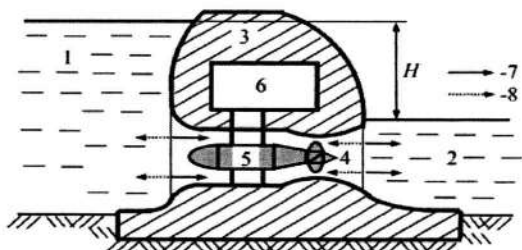
7.13-rasm. Oy davomida suvning ko'tarilish balandligini o'zgarishi: a-kuchli (N-simon); b-kuchsiz ko'tarilishlar.

Suvning ko'tarilishi va pasayishidagi harakat juda ham murakkab bo'ladi. Bunga osmon jismlar harakatning o'ziga xos xususiyatlari, qirg'oq shaklining tavsiflari, suvning chuqurligi, dengiz oqimlari va shamollar ta'sir etadi.

Eng baland va kuchli to'liqlarning ko'tarilishi sayoz va tor ko'rfazlarda yoki dengiz va okeanga daryolarning quyilish qismida hosil bo'ladi.

Ko'rfazni okean yoki dengizdan plotina yoki damba yordamida ajratish mumkin.

Qalqib ko'tarish vaqtida suv turbina orqali ko'rfazlarga o'tadi, suvning sathi maksimal balandlikka ko'tariladi. Qaytib tushishida suv turbina orqali teskari yo'nalishda – ko'rfazdan dengizga oqadi. Elektrogenerator qalqib ko'tarilgan va tushayotgan suvning energiyasini elektr energiyaga aylantiradi. Bu suvning qalqib ko'tarilishi asosida ishlaydigan elektrostansiyalarga o'xshaydi.



7.14-rasm. Suvning qalqib ko'tarilishi hisobiga ishlaydigan elektr stansiyasining tuzilishi: 1-suvning yuqori va 2-quyi sathi; 3-damba; 4-turbina; 5-elektrogenerator; 6-xona; 7-ko'tarilishda va 8- tushishdagi suvning harakati.



7.15-rasm Suvning ko'tarilishi va tushishi asosida ishlaydigan elektrostansiyalar.

7.2 Alternativ energiya manbalarini xalq xo'jaligida qo'llash

O'zbekistonda alternativ energiya manbalari, birinchi navbatda, quyosh energiyasidan foydalanishni kengaytirishga katta e'tibor berilmoqda. 2013-yil 1-martda qabul qilingan "Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi farmonda muqobil energetika sohasidagi ilmiy salohiyatni yanada rivojlantirish, malakali kadrlar tayyorlash, bu boradagi qonunchilikni takomillashtirish, muqobil energiya manbalarini ishlab chiqaruvchilar va foydalanuvchilarni rag'batlantirish, ularga soliq va bojxona imtiyozlarini berish, "Muqobil energiya manbalari to'g'risida"gi qonun loyihasini ishlab chiqish vazifalari belgilangan. Ta'kidlash joizki, O'zbekiston Markaziy Osiyo davlatlari orasida birinchilardan bo'lib quyosh energetikasi bo'yicha o'z ilmiy ishlanmalariga asoslangan yangi taraqqiyot bosqichiga 66-o'ringa ko'tarildi.

Bu borada O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining "Fizika-Quyosh" ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasi tarkibidagi Fizika-texnika instituti olimlarning xizmatlari katta. Institut olimlari mamlakatimizdagi ulkan gelioenergetika salohiyatidan oqilona foydalanish bo'yicha samarali tadqiqotlar olib bormoqdalar. Mana, o'n yildan ko'p vaqtdan buyon mamlakatimiz olimlarining ilmiy ishlanmalari asosida quyosh energiyasi bilan suvni isitadigan qurilmalar negizida uy-joy va ijtimoiy obyektlarni issiq suv va issiqlik bilan ta'minlash tizimi yaratilarmoqda va ulardan tajriba tariqasida foydalanilmoqda. Toshkent shahrida, Samarqand viloyati va boshqa hududlarda suvni isitib beradigan gelioqurilmalar o'rnatilgan. O'zbekiston olimlarining eng yangi ishlanmalari qishloq xo'jaligida ham samarali qo'llanilmoqda.

Ma'lumki, ayrim sabablarga ko'ra, elektr uzatish tarmoqlari va suv ta'minoti tizimi yaxshi ishlamaydigan hududlarda suvni yuqoriga ko'tarib berish borasida qiyinchiliklar mavjud. Shu maqsadda quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiradigan fotoelektr qurilmalardan keng foydalanilmoqda. Bu qurilmalar quyosh batareyalari, energiya to'plash tizimi (akkumulyator) va doimiy tokni o'zgaruvchan tokka aylantiradigan moslama (inverter)ni o'z ichiga oladi. Fermer xo'jaliklarida resurs tejaydigan texnologiyalar – tomchilatib sug'orishni yo'lga qo'yish asosida sug'orilmagan yerlarni o'zlashtirish imkonini yaratiladi. Bu sohada fotoelektr qurilmalar uzoq muddat xizmat qiladi

va qo'shimcha maxsus texnik xizmatni talab etmaydi, ulardan foydalanishda bir necha yil davomida sarflangan xarajatlar qoplanadi.

Olimlar tomonidan suvni quyosh yordamida chuchuklashtirish moslamasi, ko'chalarni yoritish uchun fotoelektr stansiyasi va tizimlar, boshqa texnologik yangiliklar ishlab chiqilgan. "O'zelektroappart-Elektroshit" ochiq aksiyadorlik jamiyati va "Solar energy" kompaniyasi quyosh batareyalari va panellarini ishlab chiqish va sotish bilan shug'ullanmoqda. Korxonada issiq suv va issiqlik ta'minotini amalga oshiridigan gibrid tizimlarni ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan bo'lib, bu tizimga quyosh panellaridan tashqari dizel generatorlari ham o'rnatilgan. Bu tizim to'liq avtomatlashtirilgan holda ishlaydi. Quyoshli kunlarda panellar binolarni elektr energiyasi bilan ta'minlaydi va keyinchalik mustaqil ishlashi uchun o'zida energiya to'playdi. Qishda yoki bulutli kunlarda panellar elektr energiyani yetarli miqdorda yetkazib bera olmay qolganda, dizel generator avtomatik ravishda ishga tushadi va quyosh panellaridan keladigan energiya ta'minoti qayta tiklanmagunicha ishlaydi. Bunday tizimlar stansionar tizimlar bilan muvaffaqiyatli birlashtirilib, har qanday bino va shahar energiya ta'minotini turg'un ishlashiga olib keladi hamda gibrid tizimlar yordamida iste'molchilarni elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlaydi. Akkumulyatorlar bunday vaqtda keyinchalik mustaqil ravishda ishlash uchun tarmoqdan energiya to'playdi.

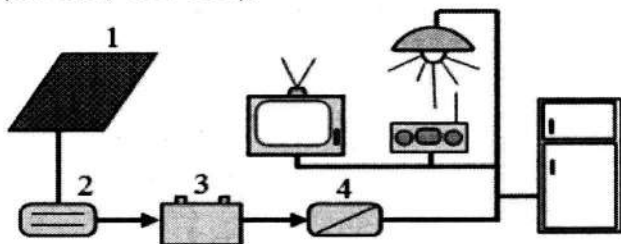
Mamlakatimizda elektr uskunalari tok bilan ta'minlash uchun foydalaniladigan ixcham fotoelektr stansiyalar ishlab chiqilgan. Ular ortiqcha kuchlanish va qisqa tutashuvdan, batareyaning qizib ketishi, ko'p quvvat olishi yoki quvvatsizlanishidan mustaqil himoya bilan ta'minlangan.

Gelioenergetika sohasida O'zbekistonning ilmiy salohiyatini yanada rivojlantirish maqsadida O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasining "Fizika-Quyosh" ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi negizida Xalqaro quyosh energiyasi instituti tashkil etildi. Institut quyosh energiyasidan sanoatda foydalanish borasidagi yuqori texnologik ishlanmalarni amalga oshirish, ilg'or va iqtisodiy jihatdan samarali texnologiyalar asosida iqtisodiyotning turli tarmoqlari va ijtimoiy sohada quyosh energiyasi imkoniyatlaridan amaliy foydalanish bo'yicha takliflar tayyorlash bilan shug'ullanadi [5].

Quyosh energiyasi bepul, Quyosh fotoelektr tizimlarni (QFT) ish jarayonida shovqinni va ifloslanishni chiqarmaydi. To'g'ri loyihalangan

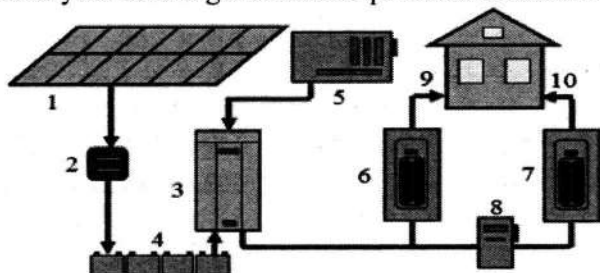
va o'rnatilgan QFT katta hajmdagi texnikaviy xizmatlarni talab qilmaydi, uzoq muddat xizmat qiladi hamda ishlatishda ishonchli. QFTlarning ishlash muddati 20 dan to 50 yilgacha bo'ladi.

QFT, tarkibiga va bajaradigan vazifaga qarab, quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin: avtonom, rezerv (ehtiyot) va tarmoqqa doimiy ulangan tizimlar (On-Grid, Grid-Tied).



7.16-rasm. Shaxsiy uy sharoitida foydalaniladigan Quyosh fotoelektr tizimining tuzilmasi: 1-Quyosh fotoelektrik batareyasi; 2-kontroller; 3-akkumulyator batareyasi; 4-invertor.

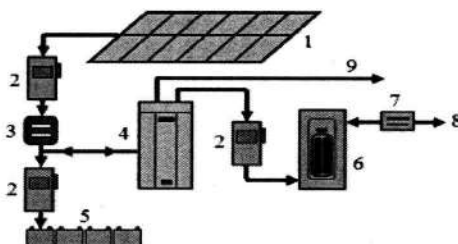
Avtonom Quyosh fotoelektr tizimi (QFT). Avtonom fotoelektr tizimlaridan obyektni umumiy elektr tarmog'iga ulanish imkoniyat bo'lmagan hollarda foydalaniladi. Odatda bunday tizimlar bilan kottej, dala hovli va boshqalar ta'minlanadi. Elementlarning parametrlarga bog'liq bo'lgan holda bunday QFTlar katta bo'lmagan doimiy yuklama (yorug'lik diod lampalar, radio, noutbuk va h.k.), yoki davriy ravishda katta yuklama (elektr nasos, elektr choynak, va h.k.) uchun foydalaniladi. Avtonom elektr ta'minot tizimining tarkibida shamol generatori, dizel yoki benzin generatorlari qo'shimcha ulanishi mumkin.



7.17-rasm. 1-Quyosh fotoelektrik batareyasi; 2- kontroller; 3- invertor; 4- akkumulyator batareya; 5- rezerv generator; 6- o'zgaruvchan tok

ta'minot shiti; 7- o'zgaras tok ta'minot shiti; 8- yuklamaning kontrolleri; 9- o'zgaruvchan tok yuklama; 10- o'zgaras tok yuklama.

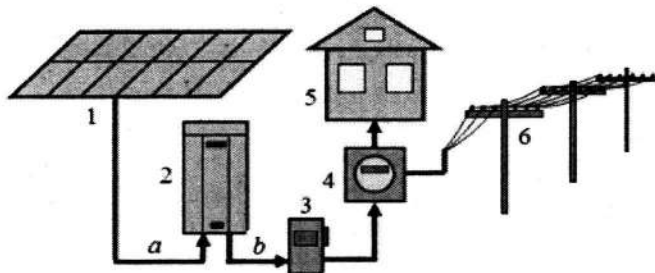
Rezerv (ehtiyot) Quyosh fotoelektr tizimi. Rezerv fotoelektr tizimlar elektr taromg'idan elektr ta'minoti qoniqarli bo'lmagan hollarda foydalaniladi. Rezerv elektr ta'minot tizimining avtonom QFTdan farqi elektr tarmog'iga doimiy holda ulangan bo'ladi. Agarda elektr tarmog'ida kuchlanishning ta'minot ko'rsatgichlari qoniqarsiz yoki tarmoqda kuchlanish yo'qoladigan bo'lsa, avtomatik ravishda (baypas funksiyali inverter) yuklamani rezerv fotoelektr ta'minotini ulashni ta'minlaydi. Rezerv QFTning tarkibiga: himoya avtomatikasi, zaryadlash kontrolleri, baypas funksiyali inverter, quyosh batareyalari kiradi.



7.18-rasm. Rezerv quyosh fotoelektr tizimining tuzilmasi: 1-Quyosh fotoelektrik batareyasi; 2-himoya avtomatikasi; 3- kontroller; 4-baypas funksiyali inverter; 5-akkumulyator batareyasi; 6-taqsimlash shiti; 7- elektr sarfini o'lchagich; 8-elektr tarmoq; 9-rezerv yuklama.

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

Bunday tizimining asosiy elementi – inverter, elektr tarmog'iga doimo qushilgan holda ishlash uchun muljallangan (Grid Tie Inverter GTI). Grid Tie Inverter tizimi ortiqcha ishlab chiqargan energiyani elektr tarmog'iga uzatish imkoniniyatini beradi.



7.19-rasm. Shahar tarmog'iga doimo qushilgan quyosh fotoelektr tizimining tuzilmasi: 1-Quyosh fotoelektr batareyasi; 2-Grid-Tie invertor; 3-himoya avtomatikasi; 4-elektr sarfini o'lchagich; 5-elektr energiya iste'molchilari; 6-elektr tarmoq;
a-o'zgaras tok; b-o'zgaruvchan tok

Ushbu tizimlarning o'ziga xos xususiyatlari va afzalliklar:

- invertorning quyosh batareyalarga bevosita ulanishi asosida akkumulyatordan foydalanish zarurat bo'lmaydi;
- invertorning maksimal quvvat nuqtasini kuzatish (maksimal quvvat nuqtasida avtomatik blokirovkalash) funksiyadan foydalanish QFBning elektr energiyasidan maksimal 40% gacha samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi. Bu elektr energiyaning ishlab chiqarishni 20-30% gacha oshirishga imkon beradi [6].

7- bob uchun nazorat savollari

1. Geotermik gradiyent deb nimaga aytiladi?
2. Geotermik energiya deb nimaga aytiladi?
3. Geotermal energiya manbalaridan foydalanish qaysi davlatlarda keng yo'lga qo'yilgan?
4. Issiq suyuqlikni yerostidan chiqarishning qanday usullari mavjud?
5. Geotermal energiyadan foydalanishdagi asosiy afzalliklariga nimalar kiradi?
6. Geotermik elektr stansiyalarning ishlash asosi va turlarini ko'rsating.
7. Gidroelektrostansiyalarining xususiyatlari nimalardan iborat?
8. Okean suvlaridan foydalanib, elektr energiyasini oladigan stansiyalarning ishlash mexanizmi qanday?

9. To'liqin energiyasidan elektr energiyasini olishning fizik mexanizmini tushuntiring.

10. To'liqin energiyasini olishning qanday usullari mavjud?

11. Dengiz suvining harorat gradiyenti hisobiga ishlaydigan elektrostansiyalarga ta'rif bering.

12. Alternativ energiya manbalaridan foydalanish xalq xo'jaligining qaysi sohalarida istiqbolli hisoblanadi?

“ALTERNATIV ENERGIYA MANBALARI” FANIDAN O‘QITILADIGAN MAVZULARGA QO‘SHIMCHA MA‘LUMOTLAR

Ko‘mir

Ko‘mir zaxirasini qazib olish

O‘zbekistonda 1832,8 million tonna ko‘mirning zaxiralari mavjud bo‘lib, bulardan qo‘ng‘ir ko‘mir - 1 786,5 million tonnani, tosh ko‘mir - 46,3 million tonnani tashkil qiladi. Respublikada ko‘mir qazib olish uchta konda amalga oshiriladi: Angrenda (qo‘ng‘ir ko‘mir), Sharg‘un va Boysunda (tosh ko‘mir).

O‘zbekistonda yiliga 4 million tonnadan ortiq ko‘mir qazib olinadi. Respublikada qattiq yoqilg‘ini qazib olish hajmining 98 % ini tashkil etuvchi “O‘zbekko‘mir” OAJ 1948-yildan buyon Toshkent viloyatidagi eng yirik - 1,9 milliard tonna ko‘mir zaxiralariga ega Angrenda qo‘ng‘ir ko‘mir konidan sanoat usulida qazib olinadi. Bundan tashqari, Surxondaryo viloyatida yerosti ko‘mirni qazib olish “Sharg‘unko‘mir” AJ tomonidan amalga oshiriladi, uning 41,57% “O‘zbekko‘mir” ga tegishli [1]. “O‘zbekko‘mir” OAJ ko‘mir qazib olishni 2020-yil yakuniga ko‘ra 11 million tonnaga yetkazdi.

2016-yilgi O‘zbekistonda ko‘mirini qazib olish natijalari

1-jadval.

	tonna	Global reyting
Ko‘mir zaxiralari	1515676250	Dunyo bo‘yicha 27-o‘rin
Ko‘mir qazib olish	4793946	Dunyo bo‘yicha 32-o‘rin
Ko‘mirni iste‘mol qilish	4770798	Dunyo bo‘yicha 48-o‘rin
Yillik qazib olishning o‘sishi	+ 23 149	
Ko‘mirni import qilish	49605	
Ko‘mir eksporti	60	
Sof import	49545	

O‘zbekiston Respublikasida ko‘mir zaxiralari 1,515 milliard tonnani tashkil qiladi va dunyo bo‘yicha global reytingda 27-o‘rinni egallaydi.

Dunyo bo'yicha ko'mirni qazib chiqarish ulushi: 0,13% ni tashkil etadi [2].

O'zbekistonda ko'mir sanoatini rivojlantirish imkoniyatlari

"O'zbekko'mir" OAJ 2014-yil O'zbekiston sharqiy hududida aniqlangan yangi ko'mir konini o'zlashtirishni boshladi. O'zbekiston Respublikasida energiya yetishmasligi sababli O'zbekiston Respublikasining hududlarida qo'shimcha ko'mir zaxiralarni qidiruv ishlari olib borilmoqda.

O'zbekistondagi monopol ko'mir ishlab chiqaruvchi "O'zbekko'mir" 2014-yildan boshlab Farg'ona viloyatidagi Vodil qo'ng'ir ko'mir konini o'zlashtirishni boshladi. Kondan dastlabki ko'mir qazib olish yiliga 500 ming tonnani tashkil etishi taxmin qilinmoqda. Farg'ona shahridan 24 kilometr uzoqlikda joylashgan Vodildagi ko'mir zaxirasi 117 million tonnani tashkil etadi. Loyihani bajarishdagi asosiy qiymat barcha kerakli hisoblardan so'ng aniqlanadi.

Ayni vaqtda Respublikadagi barcha ko'mirning 98 %ini qazib chiqaradigan "O'zbekko'mir" OAJ ko'mir zaxiralari 1,9 milliard tonnaga teng bo'lgan Toshkent viloyatidagi eng yirik ko'mir koni-ni tijorat maqsadlarida o'zlashtirmoqda. Bundan tashqari, "Sharg'un-ko'mir" AJ Surxondaryo viloyatida, janubiy O'zbekistonda Boysun va Sharg'un ko'mir konlaridan ko'mir qazib olish litsenziyasiga ega bo'ldi. Bu ko'mir konlarning umumiy o'rganilgan zaxiralari 45,8 million tonnani tashkil etadi. Yangi ko'mir konlarni ochilishi va ishga tushirishi nafaqat mamlakatda ko'mir qazib olish ko'lamini kengaytiradi, balki ko'mir yetkazib berishdagi muammolarni hal qiladi.

Vodildagi ko'mir konidan ko'mir qazib olishning rivojlanishi uchta Andijon, Namangan va Farg'ona viloyatlarini qamrab olgan Farg'ona vodiysiga qattiq yoqilg'ini yetkazib berishga xizmat qiladi. Mustaqil ekspertlarning fikriga ko'ra, Farg'ona vodiysidagi uy-joylarni isitish mavsumidagi ehtiyojlar qariyb 1 million tonna ko'mirni tashkil etadi.

2011-yil boshida "O'zbekko'mir" OAJ Farg'ona viloyatida hududiy ko'mir tarqatish markazlari va omborini tashkil etish to'g'risida ko'rsatma bergan. Maxsus farmonda 2021-yil oxiriga qadar turar joy binolari, idoralar, maktablar va tibbiyot muassasalaridagi issiqlik ishlab chiqaruvchi qozonlarni o'rnatish bilan ko'mir yoqilishga o'tishi belgilab qo'yilgan.

2012-yilda “O‘zbekko‘mir” OAJ Farg‘ona vodiysi va Angrenda (Toshkent viloyati) qo‘ng‘ir ko‘mir briketlarini ishlab chiqarish loyihasini amalga oshirishni boshladi. Loyiha doirasida 2013-yilda 160 ming tonnagacha ko‘mir briketini ishlab chiqarilgan. Qishki isitish mavsumi arafasida bir qator mahalliy nashrlarda mamlakat hududlarida tabiiy gaz bilan ta‘minlashdagi uzilishlar va ko‘mir narxining kutilayotgan o‘sishi haqida xabar berildi. Ijtimoiy ziddiyatlarni yumshatish uchun Farg‘ona vodiysidagi aholi uchun ko‘mir narxi bir tonna uchun 35 dollar miqdorida belgilangan edi, ammo aslida “qora” bozorda ko‘mirning har tonnasi 100-120 dollarga teng.

Mutaxassislarning fikriga ko‘ra, O‘zbekistonning yillik ko‘mirga bo‘lgan ehtiyoji qariyb 4 million tonnani tashkil etadi. Shu bilan birga, ko‘mirning asosiy iste‘molchilari “O‘zbekenergiya” Milliy energetika kompaniyasida yiliga 3 million tonna ko‘mirni iste‘mol qiladigan issiqlik elektr stansiyalari mavjud. Qolgan 1 million tonna ko‘mir aholining ehtiyojlarini qondirish uchun yetarli emas.

2008-yilda “O‘zbekenergiya” Farg‘ona vodiysida yangi elektr uzatish tizimini ishga tushirdi. Taxminan 170 million dollarga tushgan bu loyiha yiliga 7 milliard kilovatt-soatgacha elektr energiyasini yetkazib berishga imkon berdi, bu mintaqadagi tabiiy gaz va elektr energiyasining tanqisligini qoplashga yo‘naltirildi.

2009-yilda “O‘zbekneftgaz” milliy neft va gaz kompaniyasi Toshkent viloyatini Farg‘ona vodiysi bilan bog‘laydigan Oxangaron-Pungan gaz quvurini yotqizib ishga tushirdi. Qish mavsumining eng sovuq davrda gaz quvurining quvvati kuniga 30 million kubometr gaz yetkazishga mo‘ljallangan.

“O‘zbekko‘mir” OAJga 2013-yildan 2018-yilgacha bo‘lgan davrda ko‘mir sanoatini modernizatsiya qilish dasturini ishlab chiqdi. Uning taxminiy qiymati 500 million dollarni tashkil etdi. Dasturni moliyalashtirish Xitoy Eksimbanki, O‘zbekiston tiklanish va taraqqiyot jamg‘armasi kreditlari va “O‘zbekko‘mir” ning o‘z mablag‘lari hisobidan amalga oshirildi.

Modernizatsiyadan so‘ng 2021-yilda ko‘mir qazib olishni 2012-yil oxirida kutilgan 4,28 million tonnaga nisbatan 17,2 million tonnaga yetkaziladi. Mamlakatning energiya balansidagi ko‘mirning ulushi bu davrda 3,9% dan 12% gacha o‘sdı. Uy-joy sektoriga ko‘mir yetkazib berishni 3,5 million tonnaga yetkazish hamda ko‘mirni qolgan qismini

hozirda issiqlik elektr stansiyalari iste'mol qiladigan gazni o'rinni almashtirish rejalashtirilgan.

Dastur allaqachon amalga oshirilgan loyihalarga asoslangan. Xususan, 2016 yilga qadar Angren ko'mir konini modernizatsiya qilishga qiymati 308,3 million AQSh dollari sarflanib, uni ikki bosqichda amalga oshirish ta'minlandi.

Birinchi bosqichda kondan ko'mir qazib olish 3,8 milliondan 6,4 million tonnaga oshirildi. Reja bo'yicha kompaniya ushbu ko'rsatgichga 2012-yilda erishishi kerak edi. Ammo, Xitoyning Sino Coal kompaniyasi bilan rejalashtirilgan barcha ishlar to'xtatildi va loyiha 2013-yil boshiga qadar bajarilmadi. 2018-yildan boshlanishi kerak bo'lgan ikkinchi bosqichda kondan ko'mir qazib olishni 11,5 million tonnagacha oshirish rejalashtirilgan edi.

Shu bilan birga, mutaxassislarning ta'kidlashicha, ko'mir yoqilg'isidan elektr energiyasini ishlab chiqarishda raqobatdosh bo'lib, gaz yoqilg'isi hisoblanadi, ko'mir narxini tabiiy gaz narxi bilan taqqoslanganda ko'mirning narxi qimmatga tushadi. Ko'mirni gaz bilan raqobatbardosh bo'lishi uchun kamida 1,5 baravar qimmatga tushishini inobatga olish kerak. Chunki qisman ko'mir yoqadigan elektr stansiyalarining samaradorligi gaz yoqadiganlarga nisbatan past.

Central Asia Investments kompaniyasining eksperti, O'zbekistondagi issiqlik elektr stansiyalari past kaloriyalı Angren qo'ng'ir ko'mirini yoqishga mo'ljallangan, ammo ko'mirning sifati yomonlashmoqda. Ko'mirni boyitishga urinishlar uning tannarxini bir necha marotaba oshishiga va ko'mir narxlarining ko'tarilishiga olib keladi deb xulosa bergan [3].

Ko'mir sanoatini yanada rivojlantirish istiqbollari

Bugungi kunda ko'mirga bo'lgan talab aholining demografik o'sishi va respublika iqtisodiyotining rivojlanishi bilan parallel ravishda o'sib bormoqda. Shuning uchun 2020-yilda respublikaning ko'mir yoqilg'isiga bo'lgan ehtiyoji 5,8 million tonnani tashkil etdi va bu to'liq qoplandi.

Ko'mir sanoati korxonalarini yanada barqaror rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari, ijtimoiy soha va respublika aholisining ko'mir yoqilg'isiga bo'lgan ehtiyojlarini kelajakda bashorat qilinayotgan talabni hisobga olgan holda, ustuvor investitsiya loyihalarini oldindan amalga oshirilishini ta'minlash kerak bo'ladi. Ko'mir va ko'mir mahsulotlarini ishlab chiqarish va yetkazib berishni ko'paytirish maqsadida respub-

likada Davlat dasturi tasdiqlandi, unga asosan 2017-2021-yillarda ko'mir sanoatini yanada rivojlantirish va modernizatsiya qilish belgilangan.

Rivojlanish dasturi yangi ko'mir konlarini toppish va ishga tushirish hamda sanoatning mavjud quvvatlarini modernizatsiyalashni o'z ichiga oladi. 2022-yilga kelib ko'mir qazib olish hajmi 2017-yildagi 4,0 million tonnaga nisbatan 11,1 million tonnaga yetkazish rejalashtirilgan [4].

"O'zbekpomarkaz" da bo'lib o'tgan Geologiya, yoqilg'i-energetika, kimyo, neft-kimyo va metallurgiya sanoatining sanoat yarmarkasi doirasida mamlakatimizda ko'mir sanoatini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan taqdimot bo'lib o'tdi. Taqdimot "O'zbekko'mir" aksiyadorlik kompaniyasi tomonidan tashkil etildi. Unda "O'zbekko'mir" aksionerlik kompaniyasi o'zining investitsiya faoliyati, ko'mir sanoati korxonalarini texnik qayta jihozlash bo'yicha amalga oshirilayotgan loyihalar, mahalliyashtirish va sanoat kooperatsiyasi dasturlari, shuningdek rejalar va istiqbollar to'g'risida ma'lumot berdi.

Tadbirda ta'kidlanganidek, har yili mamlakatdagi ko'mir sanoati korxonalarida 4,5 million tonnadan ziyod ko'mir qazib chiqariladi va ko'mirning asosiy iste'molchisi issiqlik elektr stansiyalari hisoblanadi. Qattiq yoqilg'iga bo'lgan talab sanoat, ijtimoiy va kommunal korxonalar hamda aholi tomonidan ham shakllanadi. So'nggi yillarda ko'mir qazib olishning yillik o'sish sur'ati kamida 110% bilan amalga oshirilmoqda.

Ko'mirni qazib olish va sotishni ko'paytirish maqsadida "O'zbekko'mir" OAJ tomonidan ishlab chiqarishdagi mavjud texnik jihozlarni va texnologiyalarni qayta yangilash va modernizatsiya qilish dasturi amalga oshirilmoqda. Bu ishlab chiqarish hajmini yiliga 11 million tonnagacha, tuproqni tozalash ishlarini 54 million kubometrgacha oshirishni talab etadi.

Ko'mir qazib olishni yiliga 11 million tonnaga yetkazish uning yoqilg'i-energetika balansidagi ulushini 5% dan 20% gacha oshirishni, shuningdek, "O'zbekenergiya" korxonalari uchun 2,0 milliard kub metrga teng tabiiy gazni yillik tejashga imkon beradi.

Ko'mir sanoati korxonalarini modernizatsiya qilish, texnik va texnologik qayta jihozlash va uni 2013 – 2018-yillarda barqaror rivojlantirish dasturi ustuvor investitsiya loyihalarini amalga oshirish, ko'mir yoqilg'isining zaxira bazasini kengaytirish, kon qazish ishlarining xavfsizligini ta'minlash orqali ko'mir sanoatini yanada barqaror va

muvaqqiyatli rivojlantirish imkonini beradi. Buning uchun iqtisodiyot tarmoqlari va aholining ko'mir mahsulotlariga o'sib borayotgan ehtiyojini qondirishga qaratilgan soha korxonalari uchun yetuk mutaxassislarni tayyorlash talab etiladi.

Modernizatsiya dasturiga muvofiq "O'zbekko'mir" aksiyadorlik jamiyati (AJ) yirik ko'mir qazib chiqarish konlarni texnik qayta jihozlab, foydalanishga topshirdi. Ularga ustki tuproq qatlamni tozalash, tashish hamda ko'mir qazib olish texnologiyasi, shuningdek, temir yo'l vagonlariga ko'mirni yuklash va tashish komplekslari kiradi.

"O'zbekko'mir" aksiyadorlik kompaniyasi mahalliyashtirish dasturi doirasida ishlab chiqarishni kengaytirish, shuningdek, tarmoq ichi va tarmoqlararo sanoat kooperatsiyasini o'z ichiga olgan import o'rini bosa oladigan ko'mirni qazib chiqarib va yetkazib berishga katta e'tibor bermoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev tashabbusi bilan mamlakatda o'tkaziladigan sanoat yarmakalari va kooperatsion birjalarda, uning tarmoq va mintaqaviy bosqichlarida ham "O'zbekko'mir" AJ korxonalari faol qatnashmoqda. Agar 2007-yilda 8 ta mahalliy korxonalar bilan tuzilgan shartnomalarning qiymati 1 milliard 128 million so'mni tashkil etgan bo'lsa, 2014-yilda bu ko'rsatkich 22 milliardni, 2015 yilda o'sish 27,4 milliard so'mni tashkil qildi.

Ko'mir qazib chiqarishda hamkorlik qilayotgan xorijiy davlatlarning kompaniyalari bilan "O'zbekko'mir" OAJ o'rtasida ehtiyot qismlarni ishlab chiqarish va yetkazib berish, shuningdek, yangi konlarni o'zlashtirish bo'yicha barqaror aloqalar o'rnatilgan. Bu ko'mirni qazib olish, tozalash, saqlash, yuklash va iste'molchilarga yetkazishda korxonalarni barqaror ishlashini ta'minlashga imkon berdi [5].

Ko'mir zaxiralar

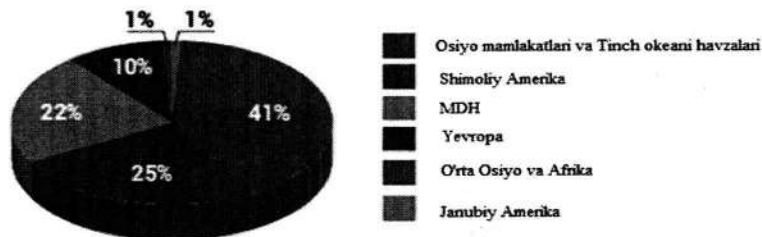
2017-yilda dunyodagi ko'mir zaxiralari 1035,012 million tonnani tashkil etdi va ko'mir zaxiralari hozirgi qazib olish miqdorida bo'lsa, 134 yilga yetishi aniqlandi, bu neft va gaz zaxiralariga qaraganda ancha uzoq muddatdir.

Ko'mir zaxiralarini mamlakatlar bo'yicha taqsimoti (million tonna hisobida)

2-jadval.

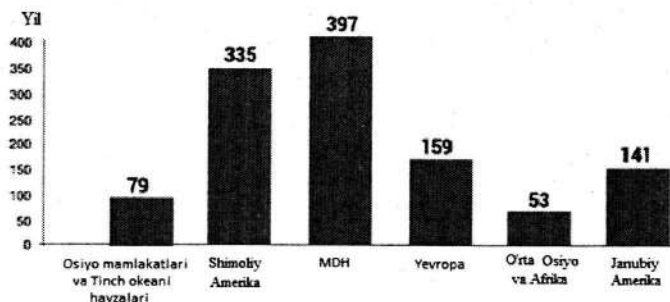
Mamlakatlar	Zaxiralar	Ulush, %
AQSH	250916	24,2
Rossiya	160364	15,5
Avstraliya	144818	14,0
Xitoy	138819	13,4
Hindiston	97728	9,4
Germaniya	36108	3,5
Ukraina	34375	3,3
Qozog'iston	26605	2,5
Indoneziya	22598	2,2
Turkiya	11353	1,1
Dunyo bo'yicha umumiy	1035012	100

Agar alohida yirik davlatlardagi ko'mir zaxiralarini o'zaro taqqoslasak, Osiyo va Tinch okeani mamlakatlari ko'mir qazib olishda yetakchi o'rinni egallaydi. Ulardagi ko'mir zaxiralarini dunyodagi ko'mir zaxiralarining 40% dan ortig'ini tashkil etadi, ikkinchi o'rinni Shimoliy Amerika mamlakatlari - 25% va uchinchi o'rinni - Mustaqil davlatlar hamdo'stligi (MDH) davlatlariga to'g'ri keladi - 22% (1-rasm).



1-rasm. Dunyo mintaqalari bo'yicha aniqlangan ko'mir zaxiralarining taqsimoti, %.

Shu bilan birga, ko'mir zaxiralarning qazib chiqarishda MDH davlatlari yetakchi o'rinni egallagan bo'lib, bu davlatlarda qazib chiqarilayotgan ko'mir zaxirasi taxminan 400 yilga yetishi kutilmoqda. Shimoliy Amerika mamlakatlarida bu ko'rsatgich 335 yilni tashkil qiladi, ammo Osiyo va Tinch okeanining chekka mamlakatlarida bu ko'rsatgich atigi 79 yilni tashkil qiladi (2-rasm).



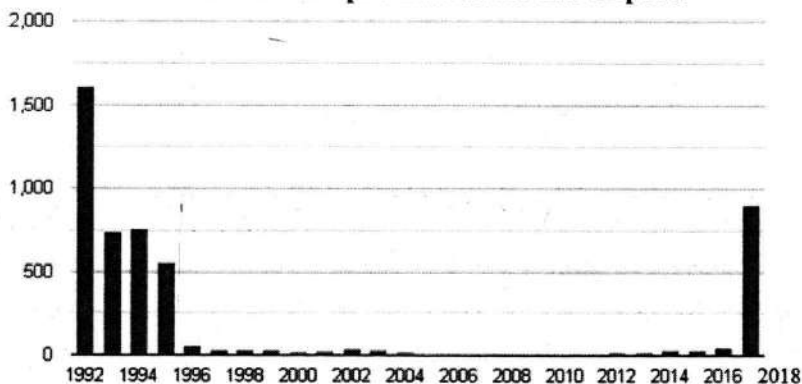
2-rasm. Dunyodagi ko'mir zaxiralarni mintaqalar bo'yicha tugashi haqida ma'lumot, yil hisobida [6].

O'zbekistonda ko'mirni qazib olish va importi

O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasining xabarlariga asosan 2019-yil yanvar-sentyabr oylarida O'zbekistonda ko'mir importi o'tgan yilning shu davriga nisbatan 22 % ga ko'payib, 431 ming tonnani, qiymati bo'yicha 12,5 million dollarni tashkil etgan [7].

2019-yilning birinchi choragida O'zbekiston ko'mir importini 2018-yilning shu davriga nisbatan 8,2 % ga qisqartirgan, bu 306,9 ming tonna ko'mirni tashkil qildi [8].

O'zbekiston Respublikasida ko'mir importi



3-rasm. O'zbekiston Respublikasida yillar bo'yicha ko'mir importi, ming tonna hisobida.

O'zbekiston uchun zarur bo'lgan ko'mir haqidagi (3-rasm) ma'lumotlar AQSh davlatining Energetika bo'yicha ma'muriyati 1992-yildan 2017-yilgacha bo'lgan davrni o'rganib, taqdim etdi. Bu davrda O'zbekiston uchun o'rtacha import miqdori 194,04 ming tonnani tashkil etdi, 2005-yilda kamida 3,3 ming tonna, 1992-yilda maksimal 1609,37 ming tonnani tashkil etdi [9].

Neft va gaz zaxiralari

Respublikada neftning geologlar bashorat qilingan zaxiralari - 5 milliard tonnani tashkil etadi. Bundan aniqlangan neft zaxiralari taxminan - 100 million tonnani tashkil etadi [10]. Tabiiy gazning zaxiralari - 5 trillion kub metr dan ortiq. Bundan aniqlangan geologik bashorat qilingan zaxiralari - 1,1 trillion m³ ni tashkil etadi [11].

O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiy tadqiqotlar markazining (ITM) ma'lumotlariga ko'ra, yoqilg'i zaxiralarini iste'mol qilishning hozirgi holatda va hajmda saqlab qolishida O'zbekistondagi tabiiy gaz va ko'mir zaxiralari yaqin 20-30 yilga yetadi, ammo neft zaxiralari deyarli tugaydi [12].

Neft va gaz zaxiralarini qazib olish

2018-yilda O'zbekistonda neft qazib olish 746,4 ming tonnani, tabiiy gaz qazib olish 59,8 milliard kub metrni tashkil etdi [13].

"O'zbekneftgaz" milliy kompaniyasining quvvati yiliga qariyb 60-70 milliard kubometr tabiiy gaz va 8 million tonna suyuq uglevodorodni qazib olish imkonini beradi. Tabiiy gazni qazib olish bo'yicha "O'zbekneftgaz" AJ dunyoda 11-o'rinni egallaydi [14].

O'zbekistondagi energetika sohasidagi eng yirik kompaniyalarga CNPC (Xitoy milliy neft korporatsiyasi), KNOC (Koreya), Gazprom (Rossiya), Lukoyl (Rossiya), O'zbekneftgaz (O'zbekiston) kiradi.

Tabiiy gazni iste'mol qilish bo'yicha O'zbekiston dunyoda 10-o'rinda turadi [15].

Neft va gazni qayta ishlash

Asosiy neft konlari Qoraqalpog'iston respublikasi va oltita viloyatlarning hududlariga joylashgan. Ular: Qashqadaryo, Buxoro, Surxon-daryo, Namangan, Andijon va Farg'ona. Zaxiralarning asosiy hajmi Respublikamizning eng yirik Ko'kdumaloq konida to'plangan. Ushbu kondagi gaz zaxiralarning 50% dan ortig'i Turkmaniston hududida to'plangan bo'lib, O'zbekiston va Turkmaniston o'rtasida 1997-yil

mart oyida imzolangan hukumatlararo shartnomaga muvofiq amalga oshiriladi. Shartnoma shartlariga muvofiq gaz qazib chiqarish qazib olingan neftning bir qismi Turkmanistondagi Seydi neftni qayta ishlash zavodiga bepul yetkazib beriladi.

Neft qazib olish (million tonna hisobida)

3-jadval.

Yil	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Jami	3,9	3,6	3,2	3,0	2,2	2,2	2,1

2003-yildan boshlab O'zbekiston Qozog'iston janubidagi Qumko'l konidan neft olib kelmoqda. Qozog'istondan neftni olishdan tashqari, O'zbekistonga Turkmanistondan ham neft xomashyosi keltiriladi. 2016-yilda Xitoyning Petrochina kompaniyasi Turkmanistondan Buxoro neftni qayta ishlash zavodiga qariyb 111 ming tonna gaz kondensati (2015-yilda - 125 ming tonna) yetkazib berdi [16].

O'zbekistonda ikkita yirik neftni qayta ishlash zavodi - Buxoro neftni qayta ishlash zavodi (yoqilg'i olish - yiliga 2,5 million tonna), Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi (yiliga 5,5 million tonna yoqilg'i va moy olinadi) hamda Olti-O'rik neftni qayta ishlash zavodi mavjud (yoqilg'i va moyini olish - yiliga 3,2 million tonnani tashkil qiladi) [16]. Ba'zi ma'lumotlarga ko'ra, neftni qazib olish kamayganligi sababli bu zavodlarning ishlash quvvati 50% dan oshmaydi. Shuningdek, Surxondaryo viloyatida og'ir neftni qayta ishlash bo'yicha "Jarqo'rg'on neftni qayta ishlash" kichik O'zbekiston-Rossiya qo'shma korxonasi mavjud [17].

Respublikada iste'mol qilinadigan neft mahsulotlarining 52% transport sohasida, 16% - qishloq xo'jaligida, 13% - elektr energetikasida, 5% - sanoatda ishlatiladi [16].

Neft mahsulotlarini ishlab chiqarish (million tonna hisobida)

4-jadval.

Yil	2013	2014	2015	2016
Benzin	1,8	1,07	1,07	1,13
Kerosin	0,25	0,16	0,16	0,18
Dizel yoqilg'isi	1,12	0,99	1,09	0,98
Yoqilg'i moyi (Mazut)	0,19	0,12	0,07	0,10

Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi (1959-yilda foydalanishga topshirilgan) hozirda qariyb 60 turdagi neft mahsulotlarini ishlab chiqaradi. Qayta ishlash zavodining loyihaviy quvvati yiliga 5,5 million tonna neftni qayta ishlash imkonini beradi [17].

Gazni qayta ishlash asosan Qashqadaryo viloyatidagi Muborak gazni qayta ishlash zavodida amalga oshiriladi (1971-yilda foydalanishga topshirilgan). Hozirgi vaqtda zavodning quvvati taxminan 30 milliard kubometr tabiiy gaz va yiliga 570 ming tonnadan ziyod gaz kondensatini ishlab chiqarishga imkon beradi [18].

Rossiya davlatidan neftni O'zbekistonga importi (sotib olish) 2017-yilda 68,2 ming tonnani tashkil etdi [19].

Neft va gazni tashish

O'zbekiston hududida tashiladigan va xorijga chiqariladigan gaz yoqilg'isi Xitoy-Markaziy Osiyo gaz quvuri orqali amalga oshiriladi. U Turkmaniston va O'zbekiston Respublikalari o'rtasidagi chegara hududidan boshlanadi, O'zbekiston va Qozog'iston Respublikalari orqali o'tadi va Xitoyning Xo'rgos chegarasida tugaydi. Yotqizilgan gaz magistralining uzunligi 1833 kmni tashkil etadi. Uning qurilishi 2008-yilning iyun oyi oxirida boshlandi va gaz magistralining ikkinchi tarmog'i 2010-yil oktyabr oyida foydalanishga topshirildi. Gaz magistralining uchinchi (so'nggi) tarmog'ining qurilishi 2013-yilda yakunlandi [20].

2015-2019 yillarda O'zbekiston Respublikasida neft va gaz sanoatini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlari

O'zbekiston Respublikasida neft va gaz sanoatining rivojlanishi yoqilg'i-energetika kompleksining samarali ishlashini ta'minlash bilan uzviy bog'liqdir. O'zbekiston Respublikasida neft va gaz sohasi iqtisodiy rivojlanishning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Hozirgi kunda mamlakat oldida yalpi ichki mahsulotning yillik o'sish sur'atlarini uzoq muddat davomida yiliga kamida 8% bo'lishini ta'minlash eng muhim vazifa hisoblanib va O'zbekistonda neft va gaz sanoatining barqaror rivojlanishiga olib keladi.

Bugungi kunda O'zbekiston Respublikasidagi korxonalarning faoliyatini yo'nalishi birinchi navbatda tabiiy gaz kabi strategik xomashyoning eksportini ko'paytirish emas, balki uni qayta ishlashni respublikada amalga oshirish va yuqori sifatga ega neft, gaz va kim-

yoviy mahsulotlarni ishlab chiqarishni rivojlantirib, xalqaro talablarga javob beradigan, ekologik toza mahsulotlarni ishlashdan iborat.

Neft va gaz korxonalarining barqaror rivojlanishini ta'minlashda ularning ustuvor yo'nalishlarini aniq belgilash talab etiladi. Neft va gaz sanoatini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlarini amalga oshirishda uglevodorod zaxiralarini qidirish uchun zamonaviy texnologiyalardan foydalanish uchun ma'lum moliyaviy xarajatlarni talab qiladi. Respublikada bu sohaning rivojlantirishda xorijiy investorlarni jalb qilishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Chet el kompaniyalari bilan birgalikda amalga oshirilgan investitsiya loyihalariga: Gazprom va Lukoyl (Rossiya), CNODC (Xitoy milliy neft korporatsiyasi), Petrovietnam (Vetnam), KNOC (Koreya), SASOL (Janubiy Afrika), Orol loyihasi kompaniyalar konsorsiumi va boshqalar kiradi.

Sohaning sarmoyaviy jozibadorligi o'sib bormoqda va bu sohadagi ishlarning faolligi ortmoqda. Investitsiyalar hisobiga iqtisodiyot-ning neft-gaz sohasini rivojlantirish va modernizatsiyalashda xorijiy kapitalni jalb qilish va ulardan foydalanish ulushi ko'paymoqda. Xorijiy investitsiyalar hajmi bugungi kunda 2005 yilga nisbatan qariyb 23 baravarga oshdi.

O'zbekistonda neft va gaz sanoatini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga quyidagilar kiradi:

1. Neft va gaz sanoatining samarali ishlashi, respublika iqtisodiyotining neft va gazga asoslangan, yoqilg'i energetikasiga bo'lgan o'sib borayotgan ehtiyojni qoplaydigan uglevodorodni qazib olishni ko'paytirishga imkon beradigan zaxira bazasini yanada kengaytirishga qaratilgan. Bunday sharoitda neft va gaz konlarini qidirish va respublikaning uglevodorod zaxira bazasini ko'paytirishda yangi hududlar va chuqur yerosti konlarining majmualarini qidiruv jarayoniga investorlarni jalb qilish dolzarb masala bo'lib turibdi.

Eng istiqbolli yo'nalishlar qatoriga quyidagi tadqiqot yo'nalishlarini kiritish mumkin: neft va gaz konlarini qidirish maqsadida Paleozoy qatlamlari (Ustyurt, Buxoro, Xorazm va Farg'ona viloyatlarida); Surxondaryo viloyatining yerosti Yura davriga bog'liq konlar; Surxondaryo viloyatining Uchqizil-Mirshadin hududidagi quyi bosimli konlar; yangi hududlar (O'rta Sirdaryo va Zarafshon) va boshqalarni misol qilish mumkin.

2019-2030-yillar davomida geologik qidiruv ishlarini olib borishga yo'naltirilgan investitsiya loyihalarini amalga oshirish rejalashtirilgan:

- Qo'ng'irotda hududida;
- Boysun va Surxon hududlarida;
- Xorazm va Meshekli-Tuzko'l hududlarida.

Respublikada uglevodorod bazasini kengaytirish maqsadida neft va gaz konlarini izlashning an'anaviy yo'nalishlariga ziyon yetkazmasdan uglevodorodlarning noan'anaviy manbalarini topish va o'rganishga qaratilgan tadqiqotlar ko'lamida asta-sekin o'sib bormoqda. Xususan, quyidagi loyihalar: Sangruntau, Boysun, Oqtov va boshqalarda slanes moylarini qazib olishda ularning zaxiralari ko'paytirishni ta'minlash uchun slanesni yer yuziga yaqin geologik joylashuvini o'rganish. Surxondaryo viloyatidagi Korsagli, Dasmanag va boshqa konlarni o'rganish va ishlab chiqarishni rivojlantirish uchun zamonaviy texnologiyalarni jalb qilish, slanes gazlarini qidirish va qazib olish texnologiyasini o'zlashtirish, og'ir yog'lar va tabiiy mazut konlarini geologik o'rganish maqsadida slanes gazlarini aniqlash bo'yicha respublikada keng ko'lamli geologik-qidiruv ishlarini amalga oshirish.

Rejalashtirilgan qidiruv ishlarini bajarilishi natijasida 2020-yilga kelib, 2014-yilga nisbatan O'zbekiston Respublikasining uglevodorod zaxirasini 1,5 baravarga ko'paytirish imkonini berdi.

2. Uglevodorod qazib chiqarish tizimiga turli yo'llar bilan iqtisodiy jihatdan foydali va energiya tejaydigan texnologiyalarni joriy etish bilan erishish. Bu xorijiy davlatlarning kompaniyalari bilan yoki ularning ishtirokidagi qo'shma korxonalarda amalga oshirilayotgan loyihalar doirasida erishish mumkin. Bu neft va gaz qazib olishning innovatsion jarayonlarini faollashtirishga ta'sir qiluvchi yangi zamonaviy texnologiyalarni olib kelishga imkon yaratadi. Respublikada neft va gazni qazib olishda erishilgan ilmiy yutuqlarni va mavjud texnologiyalarini takomillashtirishga hissa qo'shadi.

3. Neft va gaz sohasining mutaxassisleri tomonidan aniqlangan bir qator konlarni tezkor ravishda ishga tushirish, noan'anaviy va qayta tiklanishi qiyin bo'lgan zaxiralarni qazib olish, bu konlarning xususiyatlarini o'rganish bo'yicha ishlarni kuchaytirish, uglevodorod yoqilg'isini qazib olishni ko'paytirish uchun qulay texnologik vositalarni tanlash talab etiladi. Hozirgi kunda xorijiy kompaniyalarni bu jarayonga jalb qilgan holda neft qazib olish hajmini ko'paytirishni ta'minlash uchun yangi texnologiyalarni keng qo'llash bo'yicha Davlat dasturini tayyorlamoqda.

4. Respublikani gaz yoqilg'isi bilan yanada barqaror ta'minlash va tabiiy gaz eksportini ko'paytirish uchun muqobil yoqilg'i sifatida suyultirilgan uglevodorod gazini ishlab chiqarish hajmining o'sishini ta'minlash.

Gazni qayta ishlashni rivojlantirish suyultirilgan gaz, kondensat va oltinugurtni ishlab chiqarishni kengaytirish hamda yuqori darajada suyuq mahsulotlarni olish uchun barcha tabiiy gaz zaxiralarini kimyoviy sintez qilishni talab etadi.

Hozirgi kunda "O'zbekneftgaz" AJning kompaniyalarida tabiiy gazni qayta ishlash tizimi yo'lga qo'yilgan. Bu korxonalarga: "Muborak" gazni qayta ishlash zavodi, Sho'rtan gaz-kimyo majmuasi va "Sho'rtanneftgaz" gazni qayta ishlash zavodi (GQIZ) va boshqalar kiradi.

"Sho'rtanneftgaz" majmuasida suyultirilgan gaz uchun propan-butan aralashmasini qazib chiqarishda besh bosqichli texnologiya asosida 250 ming tonna kondensat olish uchun yiliga 100 ming tonna gaz qazib olinadi. Gaz kondensatini ishlab chiqarishni barqarorlashtirish asosida yiliga 500 ming tonna gaz kondensatini va 5 ming tonna oltinugurtni olish imkonini beradi.

2012-2013-yillarda Muborak gazni qayta ishlash zavodida quvvati yiliga 4,0 milliard kubometr bo'lgan suyultirilgan uglevodorod gazini ishlab chiqarish bo'yicha 3 ta texnologik tizim ishga tushirildi. Korxonada suyultirilgan gazning umumiy ishlab chiqarish qariyb 240 ming tonnaga, gaz kondensatni olish 110 ming tonnaga yetkazildi.

Tabiiy gazdan ko'plab qimmatbaho xomashyo materiallarni olinishi sababli gazni qazib olish va qayta ishlash uchun 2001-yilda Sho'rtan gaz-kimyo majmuasi ishga tushirildi. Birinchi marta tabiiy gazni qayta ishlab etan, propan, butan va gaz kondensatini ajratib olish ta'minlandi. Majmua tarkibiga etan va polietilen ishlab chiqarishga asoslangan etilen ishlab chiqarilmoqda. "GTL Project" (gazni suyuq holatga o'tkazish texnologiyalari) loyihasi asosida xomashyo gazni qayta ishlab, uni uzatish maqsadida "Sho'rtan gaz-kimyo majmuasi" oralig'ida gaz quvurlari yotqizildi va hozirda Sho'rtandagi bosh inshootlar modernizatsiya qilish ishlari yakuniga yetkazildi. Sho'rtandagi bosh inshootlarning mavjud inshootlarini rekonstruksiya va modernizatsiya qilish bo'yicha tashkiliy-texnik tadbirlar ishlab chiqilib, ishga tushirildi. Bu korxona tomonidan ishlab chiqarilgan mahsulotlarning taxminiy xarajatlari smetasi tuzilgan edi. Hozirgi propan-butan aralashmasini tayyorlash

qurilmasi yordamida Sho'rtan gaz-kimyo majmuasiga tozalangan gazni yetkazib berish orqali Sho'rtandagi bosh inshootlarni texnik qayta jihozlash bo'yicha tadbirlar amalga oshirildi, 152 ming tonnagacha etilen yoqilg'isi ishlab chiqarildi, polietilen olishni 138 ming tonnaga etkazishga imkon berdi.

Hozirda Surgil koni asosida Ustyurt gaz-kimyo majmuasi qurilishi davom etmoqda, u yiliga 4,5 milliard m³ gazni qayta ishlab, 400 ming tonnagacha polietilen va 100 ming tonnaga yaqin polipropilen ishlab chiqaradi. Bu loyihani bajarishdagi xarajatlar dunyodagi o'nta global investitsiya loyihalari ro'yxatiga kiritildi. Ushbu gaz-kimyo majmua uchun qurilish-montaj ishlari yakunlanib, 2016-yilda ishga tushirildi.

O'zbekiston Respublikasida ekologik toza neft mahsulotlarini ishlab chiqarishni ko'paytirish maqsadida Sho'rtan gaz-kimyo majmuasida qazib olingan va tozalangan metan gazi asosida sintetik suyuq yoqilg'i ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish bo'yicha loyiha amalga oshirilmoqda. Ushbu texnologiya respublikaning yoqilg'iga bo'lgan o'sib borayotgan ehtiyojlarini ta'minlash imkoniyatlarini oshiradi va zararli chiqindilarning atrof-muhitga ta'sirini sezilarli darajada kamaytiradi. Bu GTL texnologiyasi asosida ishlab chiqarilgan mahsulotlarda zararli uglevodorodlar, oltingugurt, azot mavjud emas va Yevro-4 talablariga javob beradigan yoqilg'i olindi.

Rossiyaning Lukoil kompaniyasi bilan hamkorlikda Qandim konidagi gazni qayta ishlash bo'yicha zavod qurish bo'yicha shartnoma tuzish ishlari amalga oshirildi. Bunda gazni qayta ishlashning quvvati yiliga 8,1 mlrd kubni tashkil etadi. Gazni qayta ishlash zavodida yiliga 7,6 milliard m³ tozalangan va quritilgan gaz ishlab chiqarish uchun yiliga 4,05 milliard m³ quvvatga ega bo'lgan ikkita sexda yuqori oltingugurtli gazni qayta ishlash rejalashtirilgan; bunda 209 ming tonna gaz kondensat hamda 270 ming tonna gaz oltingugurti olinadi.

5. Uglevodorodlarni qayta ishlash bo'yicha xorijiy kompaniyalar bilan qo'shma korxonalarni tuzishdan maqsad, muqobil yoqilg'i va energiya manbalarini ishlab chiqarish va ulardan foydalanish, neft-kimyo sanoatida zamonaviy texnologiyalarni joriy etishdan iboratdir.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 4-martdagi 4707-son Farmoniga muvofiq 2015-2019-yillarda tarkibiy o'zgarishlarni ta'minlash, ishlab chiqarishni modernizatsiya va diversifikatsiya qilish bo'yicha chora-tadbirlar dasturida belgilangan vazifalarda uglevodorod-

larni chuqurroq qayta ishlashga qaratilgan yirik loyihalarni amalga oshirish rejalashtirilgan, jumladan:

- Ustyurt gaz-kimyo majmuasida ishlab chiqarish rejalashtirilgan piroliz distillatidan aromatik uglevodorodlar (benzol, toluol, ksilen) ishlab chiqarishni tashkil etish rejalashtirilgan. Loyiha 2016-2020-yillarda amalga oshirildi;

- Uglevodorodlardan piroliz olish uchun yangi “Uz-Kor Gas Chemical” qo‘shma korxonasini qurish;

- “Muborak GQIZ” majmuasida oltingugurti qayta ishlash quvvatlarni oshirish maqsadida yangisini qurish;

- Polimerlarni ishlab chiqarish bilan tabiiy gazdan olefinlar ishlab chiqarishni tashkil etish (polietilen, polipropilen, polistirol, kauchuk, spandeks va boshqalar);

- Tabiiy gazni metanolga qayta ishlash va logistika jarayoni bilan metanoldan olefinlar (etilen va propilen) ishlab chiqarish asosida polietilen, polipropilen, etilen glikollar, etilen oksidlari va etilen propilen kauchuklarini ishlab chiqarishni tashkil etish. Loyihani 2015-2019 yillarda amalga oshirildi.

2016-yilda 11 ta loyiha, 2017-yilda - 5 ta loyiha, 2018-yilda - 9 ta loyiha, 2019-yilda – 14 ta loyiha va 2020-yilda 11 ta loyiha doirasida neft va gaz obyektlari qurildi va foydalanishga topshirildi.

Respublikaning yoqilg‘i-energetika balansiga muqobil xomash-yoni jalb qilish maqsadida qiymati 600 million dollar bo‘lgan Sang-runtau koni (Navoiy viloyati) zaxira bazasida slanesdan olingan neft mahsulotlarini kompleks qayta ishlashni tashkil etish loyihalashtirildi. Loyihani bajarish doirasida respublikaning neft mahsulotlariga bo‘lgan talabni neft slanesidan olinib, qayta ishlangan mahsulotlariga almash-tirish masalasi qo‘yilgan. Loyihani amalga oshirish slanesdan 80 ming tonna moy, 232 ming tonna benzin, dizel va turbinali yoqilg‘i, shuning-dek, 157 ming tonna og‘ir turdagi boshqa yoqilg‘ilarni olish uchun yiliga 8 million tonnagacha slanesni qayta ishlashga imkon beradi.

Kelajakda suyultirilgan tabiiy gaz (STG)ni ishlab chiqarishni tashkil etish loyihasini amalga oshirish ham rejalashtirilmoqda. 212,5 million dollar qiymatidagi ushbu loyihani amalga oshirish bilan yiliga 350 ming tonnagacha suyultirilgan gaz ishlab chiqarish mumkin bo‘ladi.

2015-2019- yillarda neft va gaz sanoatidagi korxonalarni moderni-zatsiya qilish va diversifikatsiyalashni ta’minlash bo‘yicha qabul qilin-gan chora-tadbirlar dasturiga muvofiq umumiy qiymati 18,65 milliard

AQSh dollar bo'lgan 54 ta investitsiya loyihalarni, shu jumladan 39 ta qo'shma loyihalarni amalga oshirish rejalashtirilgan. Sarflanadigan mablag'lar 10,5 milliard dollar bo'lib, to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalar va kreditlar hisobidan 5,1 milliard dollar sarflanadi.

Dasturni amalga oshirish asosida yangi qo'shimcha yoqilg'ilarni olish rejalashtirilgan. Masalan: 8,55 milliard kubometrgacha tabiiy gaz, 71,7 ming tonna neft, 161 ming tonna gaz kondensatini ishlab chiqarish; tabiiy gazni qazib chiqarish 21 milliard kubometr miqdorda bo'lib, undan: 361,2 ming tonnagacha suyultirilgan gaz, 742 ming tonna polietilen, 500 ming tonna polipropilen, 100 ming tonna polistirol, 30 ming tonna kauchuk, 30 ming tonna spandeks, 863,38 ming tonna dizel yoqilg'isi, 304,0 ming tonna kerosin, 393,5 ming tonna nafta, 53 ming tonna pirogazolin, 30 ming tonna benzol, 20 ming tonna toluol, 5 ming tonna ksilen, 4 ming tonnagacha moy olish, shuningdek, 60 ming donagacha suyultirilgan gaz uchun ballonlar va 12 ta katta quvvatli qurilmalarni o'rnatib, 467,7 million kubometrgacha gazni uztish kerak bo'ladi.

Bundan tashqari, yiliga 148 million kubometrgacha (45 ta avtomobil gazini to'ldirish kompressor stansiyasidagi (AGTKS) yoqilg'i quyish shoxobchasi orqali) siqilgan gazni sotish va 30,0 ming donagacha gaz balonlarini o'rnatish rejalashtirilgan. Loyihalarni amalga oshirish natijasida ishlab chiqariladigan neft mahsulotlarining miqdori (Yevro-3 va undan yuqori), 455,5 million kub metr gazni tshkil qiladi va eksport qilinadigan mahsulotlar hamda qo'shimcha xizmatlar hajmi 2,49 milliard AQSh dollarigacha yetkaziladi.

6. 2015-2019-yillarda tayyor mahsulotlar, butlovchi qismlar va materiallarni ishlab chiqarishni mahalliyashtirish dasturi, ilgari import qilinadigan mahsulotlarni respublikada ishlab chiqarishni yillik o'sishini va tarmoqlararo sanoat kooperatsiyasini kengaytirishni nazarda tutadi. O'sish ko'rsatgichini 2015-yilda 14,7% dan, 2019 yilda 35,5% ga chiqarildi.

Dastur raqobatdosh import o'rnini bosuvchi mahsulotlarni ishlab chiqarishni ta'minlaydigan 32 ta loyihani o'z ichiga oladi. Ularni amalga oshirish sohada mahalliyashtirilgan mahsulotlarni ishlab chiqarish hajmini 2015-yildagi 87,793 milliard so'mdan 2020-yilda 1042,022 milliard so'mgacha oshirishga imkon berdi.

Neft va gaz sanoatidagi importni almashtirishning rejalashtirilgan samarasi 200,0 million dollardan oshadi va 1300 dan ortiq yangi ish o'rinlari yaratadi.

2016-yildan boshlab Ustyurt gaz-kimyo majmuasida ishlab chiqarish rejalashtirilgan yangi turdagi mashinasozlik mahsulotlari, burg'ulash suyuqliklari, izolyatsiya materiallari, zamonaviy gaz hisoblagichlari, neft va gazni qayta ishlash mahsulotlari, shu jumladan polipropilen uchun kimyoviy moddalar va tortish vositalarini ishlab chiqarish o'zlashtiriladi.

Bir necha yillar davomida mahalliyashtirilgan mahsulotlarning eksporti 20,0 million AQSh dollaridan 498 million AQSh dollarigacha o'sdi.

7. Umuman mamlakat iqtisodiyotini va xususan neft-gaz sanoatini samarali rivojlantirishning asosiy ustuvor yo'nalishlaridan biri energiya va uning zaxiralarini tejash hamda oqilona ishlatishdan iborat.

Dastur doirasida elektr energiyasini iste'mol qilishni tartibga solish, energiya tejash va muqobil energiya manbalaridan foydalanish sohalarida jami 96,5 million dollarlik 11 ta loyihani amalga oshirish rejalashtirilgan. Bu loyihalarni amalga oshirish davomida, dastlabki hisoblarga ko'ra, neft va gaz sanoati obyektlarida taxminan 76,4 million kVt elektr energiyani va 100 ming Gkal issiqlik energiyasini tejash, hamda ehtiyojlar uchun 3,9 million kVt elektr energiyani ishlab chiqarish kutilmoqda.

8. Neft va gaz sanoatida ekologik muammolarni hal qilish ko'p qirrali bo'lib, ko'plab sohalarni o'z ichiga oladi va odatda neft va gaz sanoatini "yashil iqtisodiyot" ish holatiga o'tkazishni talab etadi.

9. Neft va gaz sanoatida mashinasozlik majmuasi asosida yangi neft va gaz mashinasozlik sohasini yaratish va rivojlantirish ko'rib chiqilmoqda. Uning tarkibidagi "O'zbekkimmash" OAJda - neft va gaz konlari va uni tarmoqlari uchun uskunalarini ishlab chiqarish, loyihalash hamda texnik xizmat ko'rsatish amalga oshiriladi. Burg'ulash uskunalarini, shu jumladan rezina buyumlar uchun ehtiyot qismlar ishlab chiqarish bilan shug'ullanadigan "Andijon Eksperimental zavodi" AJ; Neft va gazni qayta ishlash sohasiga uskunalar va ehtiyot qismlarini ishlab chiqarishga ixtisoslashdi "Qo'qon mexanika zavodi" AJ, neft va gaz sohasi uchun burg'ulash uskunalari va gaz nasos agregatlarining ehtiyot qismlarini ishlab chiqaradigan "Buxoro mexanik ta'mirlash

zavodi" AJ va boshqa neft va gaz sanoatining mashinasozlik kompleksi-ni boshqarish "O'zneftgazmash" AJ tomonidan amalga oshirilmoqda.

Respublikaning eng yirik uglevodorod konlariga: Sharqiy Berdax, Dayaxatin, Surgil, Kulbeshkak va boshqalar kiradi. Gaz tozalash korxo-nalari uchun blok uskunalari ishlab chiqarish, past haroratli ajratish bloklari va agregatlari "O'zbekkimmash zavodi" AJ tomonidan ishlab chiqarilmoqda. Texnologik uskunalar bilan yangidan jihozlangan, "O'ztransgaz" AJ Qo'ng'iro't kompressor stansiyasida gazni suvsizlan-tirish uchun zarur bo'lgan qurilmalarini yetkazib bermoqda. O'zbekis-tonda birinchi marta "O'zbekkimmash zavodi" AJ Ko'kdumaloq konidagi Kellogg kompressor stansiyasini modernizatsiyalashda foyda-lanilgan gorizontol, zigzag va past oqimli havo sovutish moslamalarini (HSM) ishlab chiqarishni o'zlashtirdi. "O'zbekkimmash zavodi" AJning ishlab chiqarish quvvatlarini modernizatsiya qilish rejalashtirilmoqda, bu hozirgi kunga qadar sanoat korxonalari xorijdan sotib olgan qalin devorli, yirik va og'ir uskunalarni respublikada ishlab chiqarishga imkon berdi.

10. Sohadagi zamonaviy global muammo – bu ommaviy axborot vositalaridan foydalanish asosida sohada bajarilayotgan ishlarni keng yoritib borish. Bu jarayon, shubhasiz, neft-gaz sanoatini rivojlanishining barcha jabhalariga ta'sir qiladi, tarmoqni boshqarish va texnologik jarayonlarda axborot texnologiyalarini har tomonlama tatbiq etishni talab qiladi. Bu jarayondagi birinchi navbatdagi vazifa soha korxonalarida zamonaviy axborot texnologiyalarini keng joriy etishdan iborat.

11. Neft-gaz sanoati va uning korxonalarini barqaror rivojlanti-rishning iqtisodiy mexanizmini takomillashtirish ustuvor yo'nalish bo'lib, har qanday texnik va texnologik muammolarni hal qilishda tabiiy ravishda qilinadigan xarajatlar va qo'shimcha foyda olishdagi iqtisodiy muammolarga duch keladi. Moliyaviy barqarorlikni ta'minlash qat'iy iqtisodiy holatni joriy etishni, ishlab chiqarish tannarxini pasaytirishni rag'batlantirish hisobiga hal qilish mumkin bo'ladi.

12. Sanoat korxonalari uchun yuqori malakali kadrlarni tayyorlash. Hech kimga sir emaski, samarali mehnatga erishishda har doim tajriba, yuqori malaka talab etiladi. Bu O'zbekistonda neft-gaz sanoatini barqaror rivojlantirishning strategik va taktik vazifalarini samarali hal etishga qodir bo'lgan kadrlar zaxirasini yaratish hamda sohadagi mutaxassislarning malakasini oshirish orqali erishiladi.

Bu yo'nalishlarning barchasi sohani joriy, o'rta va uzoq muddatli rivojlantirish strategiyasini tizimli ravishda ishlab chiqish va amalga oshirishga xizmat qiladi [21].

O'zbekiston Respublikasidagi uglevodorod konlarining katta qismi Buxoro va Xorazm viloyatlarida topildi. Ikki yarim yil davomida bu viloyatlarda o'nta yangi - Topichaksoy, Jemchujina, Sho'rtak, Chordarbaza, Tumaris, Andakli, Janubiy Kulbeshkar, Yermok, Dultatepa va Sho'rqum konlari topildi. Qoraqalpog'iston Respublikasidagi Ustyurt platosida to'rtta – Beshqal'a, Quyi Surgul, Kushkyer va Orol konlari topildi. Farg'ona vodiysida ikkita - Uchtepa va Chakar konlari topildi.

Uglevodorodlarni qazib olish va ularni qayta ishlash bo'yicha respublikada birinchi o'rinni Qashqadaryo viloyati egallaydi. O'zbekistonning neft zaxiralarining 75% ga yaqini bu viloyatda to'plangan. 2019-yil oktyabr oyida "O'zbekneftgaz" va Azerbajon neft va kon kompaniyasi Qashqadaryo viloyatidagi konlardan gazni qazib olishni ko'paytirish bo'yicha "Yo'l xaritalari"ni ishlab chiqib, imzoladilar. Viloyatda xorijiy sarmoyadorlar ishtirokida neft va gazni qazib olish va qayta ishlash sohasida 14 ta qo'shma korxonalar faoliyat ko'rsatmoqda.

"O'zbekneftgaz" AJga qarashli zavodlar va neft-gazni qazib oluvchi kompaniyalar Rossiyaning "Транснефт", "Зарубежнефт", "Газпром" va "Lukoil" kabi yirik neft va gaz kompaniyalari bilan o'zaro hamkorlikda ishlamoqdalar. Gaz konlarini qidirish va o'zlashtirish bo'yicha bitimlarni potentsial sheriklar ro'yxatiga "British Petroleum" – transmilliy neft va gaz kompaniyasi (BP), Total, "Роснефт" va "Novatek" kabi taniqli kompaniyalar kiradi.

Avvalroq, "Kursiv" va "O'zbekneftgaz" kompaniyalari kelgusida ko'k yoqilg'ini qazib olishni ko'paytirishni rejalashtirgan bo'lib, tashkilot rahbarining so'zlariga ko'ra, hozirgi kunda kompaniya yiliga 42 milliard kubometr gaz ishlab chiqarmoqda. Kelgusi yilda respublikada gazga bo'lgan ichki ehtiyojni qondirish uchun gazni qazib olish hajmini 4-5 milliardga oshirish rejalashtirilgan [22].

O'zbekiston xom neftning importini 5 million tonnaga yetkazmoqchi

O'zbekiston yiliga 5 million tonnagacha, jumladan Rossiyadan 3 million va Qozog'istondan 2 million tonna xom neft import qilishni rejalashtirgan. Qozog'iston va O'zbekiston respublikasi o'rtasidagi

hamkorlik to'g'risida bitimni imzolash bo'yicha qonun loyihasi tayyorlandi va tasdiqqa topshirildi.

O'zbekiston Qozog'istondan neft importini kelajakda 5 million tonnagacha yetkazmoqchi, lekin bunday hajmni yetkazib berish uchun Rossiya neftining Qozog'iston hududi orqali O'zbekistonga uzatishdagi tranzitini hisobga olgan holda respublikaning transport infratuzilmasini rivojlantirish uchun katta miqdorda sarmoyalarni kiritishni talab etadi.

Rossiya neftining Qozog'iston hududi orqali tranziti uchun TON-2 neft quvurining yillik uzatish miqdorini 11 million tonnadan 17,5 million tonnaga ko'paytirish va taxminiy qiymati 70,6 million dollarga teng bo'lgan "Трудовое" neft nasos stansiyasini rekonstruksiya qilishni talab etadi.

Qozog'istonning g'arbiy qismidan neftni yiliga 8-12 million tona-gacha yetkazib berayotgan loyiha tugagandan so'ng, Kenkiyak - Atirau neft quvurining o'tkazuvchanligini oshirish maqsadida taxminan - 121,1 dan 162,5 gacha million dollar investitsiya kiritish rejalashtirilgan.

Qozog'iston janubidan yiliga 5 million tonna neftni yetkazib berish quvvatiga ega bo'lgan, O'zbekiston chegarasiga qadar yangi neft quvurini ko'rish qiymati taxminan 135,5 million dollarni tashkil etadi.

Qozog'istondan O'zbekistonga neftni sotib olish tarifi bir tonna uchun 56,78 - 66,54 dollarni tashkil qiladi. Rossiyadan keltiriladigan neftning tonnasi 70-80 dollarga tushadi.

Qozog'iston neftini O'zbekistonga barqaror yetkazib berishida asosan Qozog'istonning g'arbiy mintaqasida joylashgan Tengiz, Kashagan va Qorachag'anak konlaridan qazib olinadigan neftga to'g'ri keladi.

O'zbekiston 2018-yilda Qozog'istondan neft importini 38% ga oshirib, 228,67 ming tonna neft sotib oldi [23].

2017-yilda Rossiya neftining O'zbekistonga eksporti 68,2 ming tonnani tashkil etdi. Xususan, 2020-yilning noyabr oyida O'zbekistonga 30 ming tonna, dekabr oyida 38,2 ming tonna neft yetkazib berildi.

2017-yil aprel oyida O'zbekiston Prezidenti Shavkat Mirziyoyev-ning Rossiyaga (Moskva sh.) tashrifi chog'ida har yili 500 ming tonna Rossiya neftini O'zbekistonga yetkazib berish bo'yicha ikki tomonlama memorandum imzolandi.

"Transneft" vitse-prezidenti Sergey Andronov "Rosneft", "Gazprom neft", "Lukoil" va "Руснефт" kompaniyalari O'zbekistonga 500 ming tonna Rossiya neftini yetkazib berishda qatnashishi mumkinligi haqida ma'lumot berdi.

“O‘zbekneftegaz” AJ ichki bozorda neft mahsulotlari kamayganligi haqida ma’lumot bergan edi. 2007-yildan 2017-yilgacha bo‘lgan davrda benzin, dizel yoqilg‘isi, aviatsiya yoqilg‘isi, mazut va boshqa neft mahsulotlarini iste’mol qilish 1,7 baravarga yoki yiliga 4,9 dan 2,9 million tonnagacha kamaydi.

Neftni qazib chiqarishning pasayishi, sarflangan valyuta mablag‘larining oshishi sohaning bir xil tarifda ishlashida o‘zgarish bo‘lsa uni o‘z vaqtida tuzatishga, hamda sababsiz usullarga e’tibor qaratishni talab qiladi. Shuningdek, neft mahsulotlarini ichki bozorda chakana narxlari jahon bozori narxlaridan ortib ketishi ham neft yoqilg‘isiga bo‘lgan ehtiyojni kamayishiga sabab bo‘ladi.

Xususan, 2017-yil 15-noyabrida belgilangan A-80 va A-91 benzinlarining narxi o‘rtacha jahon bozoridagi bir barrel uchun 60 dollar asosida hisoblangan. Shu bilan birga, 2018-yil 7 sentyabr holatida neftning jahon bozoridagi narxi bir barrel uchun 77 dollarni tashkil etdi.

Agar O‘zbekistonda A-91 benzinining o‘rtacha chakana narxi 0,53 dollar/litr bo‘lsa, Rossiyada - 0,64 dollar/litr, Qirg‘izistonda - 0,63 dollar/litr, Turkiyada - 1,04 dollar/litr, XXR - 1,09 dollar/litrni tashkil qiladi [24].

Yevroosiyo integratsiyasi

Sovet Ittifoqi tugatilganidan so‘ng, O‘zbekiston Respublikasi rahbariyati har qanday sharoitda ham neft xomashyosini qazib olishni ko‘paytirish va neft mustaqilligiga erishishga qaror qildi. Sobiq Sovet Ittifoqi davrida foydasiz deb topilgan kichik konlarni o‘zlashtirish yo‘lga qo‘yildi. Buning asosida 1991-yildan 1998-yilgacha bo‘lgan davrda qazib chiqilgan neft hajmi uch baravarga oshdi (neft va kondensat ishlab chiqarish 2,8 million tonnadan 8,2 million tonnaga yetkazildi) va bu 1995-yildan neftni eksport qilishni boshlash imkonini berdi.

Ammo neft sohasidagi mustaqillikning quvonchi uzoqqa cho‘zil-madi: 2002-yildan boshlab respublikada neft qazib olishning hajmi pasaya boshladi va 2005-yildan O‘zbekiston neft xomashyo importini (asosan Qozog‘istondan) qayta tiklashga majbur bo‘ldi. Sababi mavjud konlarda neft zaxiralarining tugashi, shuningdek suv bosgan konlarni tozalash ishlarida zamonaviy texnologiyalarning yetishmovchili bilan bog‘liq qiyinchiliklar yuzaga keldi.

Vaziyat yomonlashganini yashirgan holda, 2013-yildan neft qazib olish bo‘yicha statistik ma’lumotlarni rasmiy nashr etish to‘xtatildi.

Biroq, Britaniyaning BP kompaniyasining hisoblariga ko'ra, O'zbekistonda 2015-yilda qazib chiqarilgan neft 3 million tonnadan oshmagani va bu respublika uchun zarur bo'lgan neft hajmining yarmini tashkil qilganligi haqida ma'lumot e'lon qilindi. Shunday qilib, suyuq uglevodorodlarni qazib olish avvalgi darajaga tushib qoldi.

Hozirda O'zbekistonda neftga bo'lgan ehtiyoj muammosini xom neft va neft mahsulotlarini import qilish yo'li bilan ham, yangi xomashyo zaxiralarini qidirish yo'li bilan ham hal qilishga harakat qilinmoqda. "O'zbekneftgaz" holding kompaniyasi o'zining geologik-qidiruv (geologik razvedka) loyihalariga xorijiy kompaniya-larni hamkorlikda ishlashga taklif qila boshladi. Bularga: Rossiyaning LUKOIL va Gazprom, Xitoyning CNPC, Janubiy Koreyaning KNOC va Daewoo, Malayziya Petronas, Vetnam Kossor Operating Company kompaniyalari kiradi. "O'zbekneftgaz" ma'muriyatining ma'lumotlariga ko'ra, uglevodorodli hududlarda geologik-qidiruv ishlarining umumiy maydonining 60% dan ortig'i hozirgi kunda xorijiy kompaniyalarga berilgan.

Lekin, neftni qazib olish va qayta ishlashdan kutilgan natijalar o'zini oqlamadi. Xususan, neft zaxiralarining kamligi sababli, KNOC kompaniyasi Farg'ona viloyatidagi ikkita investitsiya loyihasini - Chust-Pop va Namangan-Tergach hududida neft qidirishni to'xtatishga qaror qildi. Daewoo va Petronas bir qator investitsiya loyihalarini yanada rivojlantirishdan voz kechdi. O'zbekistonning o'zi Afg'oniston shimolidagi uglevodorod konlarini o'zlashtirishda ishtirok etish imkoniyatini ko'rib chiqmoqda.

Respublikada aniqlangan neft zaxiralari 530 million tonnani, gaz kondensati zaxiralari 480 million tonnani tashkil etadi va bu hajmdagi neft 200 dan ortiq neft hamda neft va gaz kondensati konlarida qazib chiqarilmoqda.

Neft qazib olishning asosiy hajmi O'zbekistonning janubi-g'arbiy hududlaridagi konlarni o'zlashtirish bilan ta'minlanadi (Ko'kdumaloq, Sho'rtan, Janubiy Tandircha). Kondensat va neftning eng katta hajmdagi zaxiralari "O'zbekneftgaz" milliy holding kompaniyasining "Gazprom" – "Hisorneftgaz" va "Ko'kdumaloq-Gaz" qo'shma korxonalarida qazib olinmoqda, bu yiliga 350 ming tonnani tashkil etadi.

Hozirda neftni qazib olishning samaradorligini pasayishi davom etmoqda. Agar 2017-yilda neftni qazib olish 806 ming tonnani tashkil etgan bo'lsa (pasayish 6,3%), 2018-yilda 746,4 ming tonna (pasayish

8,2%). 2020-yilning yanvar-fevral oylarida, o'tgan yilning shu davriga nisbatan, O'zbekiston Respublikasi neft va gaz kondensatini qazib olishni mos ravishda 5,3% ga (115,5 ming tonnagacha) va 2,5% ga (344,8 ming tonnadan ziyod) kamaytirdi.

Qazib olingan xomashyo respublikaning ichki ehtiyojlarini qondirish uchun yetarli emas. Neft qazib olishning pasayishi, uchta neftni qayta ishlash zavodlarning ishlash quvvatini (umumiy quvvati 11 million tonnani tashkil etadi) 50% ga tushib qolishiga sabab bo'ldi. Shunga qaramasdan, respublikada neft mahsulotlarini ishlab chiqarish ko'paymoqda. Argus Media ma'lumotlariga ko'ra respublikada 2016 yilda 1,13 million tonna benzin va 0,98 million tonna dizel yoqilg'isi ishlab chiqarilgan bo'lsa, 2020-yilning oxirida mos ravishda 1,15 million tonna va 1,08 million tonnani tashkil etdi.

Xomashyo importining ko'payishi hisobiga neft mahsulotlarini ishlab chiqarish o'sib bormoqda. 2016-yilda Turgai Petroleum Qumko'l konidan 188 ming tonna Qozog'iston neftini Farg'ona neftni qayta ishlash zavodiga yetkazib berildi. Xuddi shu yili Xitoyning Petrochina kompaniyasi Buxoro neftni qayta ishlash zavodiga Turkmanistondan qariyb 111 ming tonna gaz kondensatini yetkazib berdi. 2018-yilda Qozog'istondan 260 ming tonnadan ortiq neft xomashyo sotib olindi. Rossiya joriy yilning ikki oyida 70 ming tonna neftni yetkazib berdi. O'zbekistonda import qilinadigan yoqilg'i 2020-yilgacha bojxona to'lovlaridan ozod qilindi, neftni qayta ishlash zavodlarida ishlab chiqarish quvvatlarini texnik va texnologik yangilash yo'nalishida ishlayotgan korxonalar daromad solig'ini to'lashdan ozod qilindi.

Xomashyo bilan bog'liq muammolarga qaramay, respublikada yoqilg'i ishlab chiqarish quvvati faol oshmoqda. Qashqadaryo viloyatida sintetik suyuq yoqilg'i (GTL)ni ishlab chiqarish hamda Jizzax neftni qayta ishlash zavodini qurilishi muhim loyihalar qatoriga kiradi. GTL zavodi har yili taxminan 1,5 million tonna Yevro-5 sintetik suyuq yoqilg'ini ishlab chiqaradi, shu jumladan, 743,5 ming tonna dizel yoqilg'isi, 311 ming tonna aviatsiya yoqilg'isi, 431 ming tonna neft va 50 ming tonnadan ortiq suyultirilgan gaz.

Xomashyo bazasi sifatida Sho'rtan gaz-kimyoy majmuasida metan gazi ishlatiladi. Zavodni 2022-yilda to'liq ishga tushirish rejalashtirilgan edi. Unga zarur bo'lgan neft xomashyosini Rossiya va Qozog'iston davlatlaridagi konlardan yetkazib berish rejalashtirilgan. Jizzax neftni qayta ishlash zavodining quvvati har xil neft mahsulotlari bilan yiliga 5

million tonna neft xomashyosini qayta ishlashga mo'ljallangan. Biroq, 2017-yilda boshlangan va 2022-yilda qurilishi yakunlanishi kerak bo'lgan neftni qayta ishlash zavodining qurilishi "loyihani amalga oshirish konsepsiyasini qayta ko'rib chiqilishi" sababli noma'lum muddatga to'xtatib qo'yilgan. Mavjud Buxoro va Farg'ona neftni qayta ishlash zavodlarini modernizatsiyalashga (Yevro-5 standartidagi neft mahsulotlarini ishlab chiqarishga) ham e'tibor berilmoqda. Rossiya va Qozog'iston davlatlaridagi kompaniyalar bilan Jizzax neftni qayta ishlash zavodiga xom neftni yetkazib berish bo'yicha muzokaralar ham vaqtincha to'xtatildi.

Qozog'iston va Rossiya konlaridan neft importini 5 million tonnagacha oshirish imkoniyatlari o'rganib chiqildi. Faqat Qozog'iston Respublikasidan 5 million tonna neftni yetkazib berish imkoniyati ham o'rganib chiqildi. Qozog'iston Respublikasi Energetika vazirligining xabarlariga ko'ra, O'zbekistonga 5 million tonnagacha neftni barqaror yetkazib berish uchun transport infratuzilmasini tashkil etishda katta miqdordagi sarmoyani sarflash talab etiladi.

Ilgari, Omsk-Pavlodar-Chimkent-Zafarobod quvuri orqali O'zbekiston Respublikasiga yiliga 7-9 million tonna neft yetkazib berish imkoniyati mavjud edi. Ammo hozirda bu jarayon texnik jihatdan imkonsiz, chunki, 90-yillarda quvurlarning bir qismi demontaj qilingan va ularni qayta tiklash talab etiladi. Bugungi kunda neftni O'zbekistonga faqat Chimkent shahridagi (Qozog'iston) neftni saqlash omborlari orqali olib o'tish mumkin. Biroq, Qozog'iston Respublikasi Energetika vazirligi bergan ma'lumotlarga asosan Jizzax neftni qayta ishlash zavodini qurilishi yakunlansa, u holda O'zbekistonga 5 million tonnagacha neft yetkazib berishga imkon beradigan quvur o'tkaziladi.

Qozog'iston neftini yetkazib berish manbai ham hozirda ochiq qolmoqda. Qozog'iston-O'zbekiston chegarasiga nisbatan yaqin joylashgan Qumko'l konlari majmuasida so'nggi yillarda neftni qazib olish hajmi pasaymoqda. Shuning uchun Qozog'istonning g'arbiy mintaqalarida (Tengiz, Kashagan, Qorachag'anak) joylashgan konlardan katta miqdordagi neftni yetkazib berishdagi imkoniyatlar izlanmoqda.

Umuman olganda, O'zbekistonga katta miqdordagi neftni xorijiy davlatlardan yetkazib berish uchun quvurlarni kengaytirish bo'yicha hukumat qarorlarini qabul qilish, loyihalarni moliyalashtirish manbalarini aniqlashtirish, O'zbekiston tomonining to'lov qobiliyatini kafolat-

lash va neft kompaniyalarining qo'shimcha quvvatlarni ishga tushiril-gandagina mumkin bo'ladi [25].

O'zbekistonning janubida yangi neft va gaz konlari ochildi

Ma'lum muddatli qidiruv ishlaridan so'ng, O'zbekistondagi Muborak investitsiya bloki hududida neftning yangi koni topildi. Muborak investitsiya hududiida tabiiy gazni qidirish, tashish va uglevodorodlarni qazib olishga mas'ul bo'lgan Amerikaning Epsilon Development kompaniyasining filiali tomonidan amalga oshirilmoqda.

1-qidiruv qudug'i joylashgan kon "Bohoriston" deb nomlanib, qu-duqni burg'ilash ishlari 2019-yil iyun oyida boshlandi. Ikki oylik burg'ulashdan so'ng, ijobiy natija qayd etildi. 2,5 kilometr chuqurlikda joylashgan quduqni sinovdan o'tkazishganda, 100 ming kubometr neft, gaz kondensati va tabiiy gaz zaxiralari mavjudligi aniqlandi.

Uglevodorodlar oqimi va geologik ma'lumotlarni o'rganishlar aso-sida O'zbekistonda yangi neft va gaz kondensati koni ochilganligini haqida xabar berildi.

Qidiruv qudug'ini burg'ilash qazib olish loyihasi bo'yicha reja-lashtirilgan 3000 metr chuqurlikka tushiladi.

Bundan tashqari, Epsilon kompaniyasi tomonidan uglevodorodlarni Muborak gazni qayta ishlash zavodiga yetkazib berish uchun 9,7 km uzunlikdagi yangi gaz quvuri qurilish ishlari boshlandi.

O'zbekistonda 10 million tonna zaxiraga ega neft koni topildi

O'zbekistonda ochilgan yangi konda 10 million tonna neft va 7 milliard kubometr gaz zaxiralari borligi taxmin qilinmoqda. Eshon-quduq konidagi 3-son qudug'ida uglevodorodlarning kuchli oqimi olin-di, bu yangi neft va gaz kondensati konining ochilganligidan dalolat beradi.

"O'zbekneftgaz" AJ "Epsilon" kompaniyasini jalb qilgan holda ilgari faoliyati to'xtatilgan quduqni gidravlik sinish texnologiyasidan foydalangan holda kapital ta'mirdan chiqardi va ishga tushirdi [26].

Gaz

Tabiiy gaz

O'zbekiston Respublikasi gaz qazib olish bo'yicha MDH davlatlari orasida uchinchi o'rinni egallaydi va dunyodagi eng yirik gaz ishlab chiqaruvchi mamlakatlar o'ntaligiga kiradi (yiliga 63-65 milliard m³ gaz) [27].

2016-yil iyun oyida chop etilgan BP kompaniyasining global energetika bo'yicha hisobotiga ko'ra, O'zbekistondagi qayta tiklanmaydigan uglevodorod zaxiralari 2,52 milliard kub metrni tashkil qiladi. Hisobotda O'zbekiston Respublikasida 2015 yilda 57,7 milliard kubometr gaz qazib olingani, bu 2014 yilga nisbatan 0,8% ga ko'pligi yozilgan. 2015 yilda respublikada gaz iste'moli 50,3 milliard kubometrni tashkil etdi [28].

O'zbekiston qazib olingan gazning 20% ini eksport qiladi

Neft va gaz sanoati korxonalari yangi konlarini topish bo'yicha keng ko'lamli qidiruv ishlarini olib bormoqda. Bunda neft va gaz quduqlarini burg'ulash, konlarni o'zlashtirish, neft va gaz kondensatini qazib olishda yangi zamonaviy texnologiyalardan foydalanish keng yo'lga qo'yildi. Bu sohada olib borilayotgan ishlar respublikaning tabiiy gazga bo'lgan ehtiyojlari to'liq qoplanadi va qazib olingan gaz hajmining 20% ga yaqini eksport qilinadi.

Bugungi kunda "O'zbekneftgaz" AJning yalpi ichki mahsulotdagi ulushi qariyb 15 %ni tashkil etadi, davlat byudjeti daromadlarining beshdan bir qismi kompaniya faoliyati uchun sarflanadi.

Ta'kidlash joizki, hozirgi kunda "O'zbekneftgaz" AJ kompaniyalarining quvvati yiliga qariyb 70 milliard kubometr miqdorida tabiiy gaz va 8 million tonna suyuq uglevodorod qazib olishga imkon beradi.

Biroq, zaxiralarning tugashi va texnologik yo'qotishlar tufayli uglevodorodni qazib olish so'nggi 15 yil ichida sezilarli darajada kamaydi. Rasmiy statistik ma'lumotlarga ko'ra, 2017-yilda O'zbekistonda tabiiy gaz qazib olish 2016-yilga nisbatan 0,5% ga o'sib - 56,4 milliard kubometr gaz qazib olindi. Gaz va neft qazib olish - 6,3% ga kamayib, 806 ming tonnani tashkil etdi.

Rossiya va Xitoy davlatlari o'zbek gazining asosiy eksport bozoridagi ishonchli vakillar bo'lib qolmoqda. Shuningdek, qo'shni respublikalarga ham kamroq miqdorda gaz yetkazib berish amalga oshiriladi. Rossiya davlatiga "ko'k yoqilg'i" Buxoro-Ural va Markaziy Osiyo-Markaz gaz quvurlari orqali yetkazib beriladi.

O'tgan yili "Gazprom" va "O'zbekneftgaz" o'rtasida gazni Rossiyaga yetkazib berish bo'yicha 2,5 milliard dollarlik shartnoma imzolandi. Hujjatga ko'ra, O'zbekiston 2018-yildan boshlab, besh yil davomida 4 milliard kubometr gazni Rossiyaga yetkazib beradi.

O'zbekiston Respublikasi 2018-2020-yillarda Xitoy davlatiga gazni yetkazib berishning yillik hajmini 10 milliard kubometrga yetkazmoqchi. Bu o'tgan yili O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning Xitoy Xalq Respublikasiga qilgan tashrifi davomida imzolangan kelishuv asosida amalga oshiriladi. Gaz Xitoy davlatiga Markaziy Osiyo-Xitoy gaz quvurining uchta tizimi orqali yetkazib beriladi [29].

2019-yil 15-20 may kunlari Toshkentda (O'zbekiston neft-gaz sektorida asosiy tadbir) har yili o'tkaziladigan "O'zbekiston neft va gazi - Global Oil & Gas Uzbekistan" xalqaro ko'rgazmasi va konferensiyasi bo'lib o'tdi. Bu tadbir 1996-yildan buyon har yili o'tkazib kelinmoqda va neft-gaz sanoatidagi eng so'nggi yutuqlarni, zamonaviy loyihalarni va ishlanmalarni namoyish etish uchun eng yuqori darajadagi biznes maydoniga aylandi.

"O'zbekiston neft va gazi - Global Oil & Gas Uzbekistan" Xalqaro ko'rgazmasi va konferensiyasi an'anaviy ravishda O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi, O'zbekiston Respublikasi Investitsiyalar va tashqi savdo vazirligi, "O'zbekneftgaz" AJ va O'zbekiston Respublikasi Savdo-sanoat palatasining rasmiy ko'magi bilan o'tkaziladi. Bu yirik O'zbekiston neft va gazi - Global Oil & Gas Uzbekistan ko'rgazma va konferensiya xorijiy va respublikadagi idoralarining vakillarini, tegishli vazirlik, neft va gaz sanoati rahbarlarini hamda mutaxassislarini, neft va gaz sohasi uchun uskunalarni ishlab chiqaruvchilarni, sohani avtomatlashtirish va infratuzilmani boshqarishga qaratilgan zamonaviy IT-yechimlarni hal qiluvchilarni birlashtiradi.

So'nggi o'tkazilgan tadbirga 23 ta davlatdan 300 dan ortiq kompaniyalar ishtirok etdi. Ular orasida yirik xalqaro korporatsiyalar: DOU Ukraina (IT-kompaniyasi), Lukoil, Hyundai Engineering, Honeywell, Schlumberger, Information Technology Professional Solutions, Siemens, Зарубежнефт, Татнефт, shuningdek respublikaning asosiy magistral korxonalari: "O'zbekneftgaz" va "O'zbekenergo" va boshqalar bor. O'zbekiston Respublikasi yuqori xomashyo-texnik salohiyatga ega bo'lib, iqtisodiyotga jalb qilingan investitsiyalarning yarmidan ko'pi neft va gaz sanoatiga to'g'ri keladi. Respublika Markaziy Osiyodagi barcha mineral zaxiralarining uchdan bir qismini qazib oladi va tabiiy gaz qazib olish bo'yicha dunyoda TOP-20 ga kiradi. Shuningdek, O'zbekistonda yirik neftni qayta ishlash majmualari mavjud. Ishlab chiqarilayotgan neft va gaz mahsulotlarining hajmi yil sayin o'sib bor-

moqda, shu sababli infratuzilmani rivojlantirish va ishlab chiqarish jarayonlarini modernizatsiya qilish zarurati paydo bo'lmoqda.

2019-yil O'zbekiston Energetika vazirligi homiyligida birinchi marotaba tashkil qilingan "O'zbekiston neft va gaz - Global Oil & Gas Uzbekistan" va "Power Uzbekistan" Xalqaro energetika konferensiyasi va ko'rgazmalari o'tkazildi. Ushbu Xalqaro ko'rgazmalar energetika sektori uchun katta ahamiyatga ega hoisoblanadi. Ko'rgazma va konferensiya elektr va gaz ta'minoti obyektlarini modernizatsiya qilish va qayta tiklash, yangi avlod inshootlari va elektr uzatish tizimlarini qurish, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish sohasini rivojlantirish, shuningdek, davlat-xususiy sheriklik asosida xorijiy davlatlardagi investorlarning investitsiyalarini jalb qilishga qaratilgan.

Neft va gaz sohasi O'zbekiston Respublikasi byudjetini shakllantirishda muhim o'rin egallamoqda. Sanoatning raqamli iqtisodiyotga o'tishi uning samaradorligini kamida 15-20% ga oshirish imkonini beradi. "O'zbekneftgaz" AJ ning yirik korxonalari faol ishlashlari davomida dunyo bo'ylab bir necha yuz loyihalarni amalga oshirdi. Ko'p hollarda hamkorlarining biznes rentabelligi oshdi. Raqamli yechimlarni amalga oshirgandan keyingi birinchi yilda ishlab chiqarish 5-15% ga o'sdi, tobora ortib borayotgan ishlab chiqarish hajmi va korxonalar aylanmasi hisobga olinsa, 100 million dollar sof foyda olindi. Raqamli iqtisodiyot tomonidan asosiy tendensiyalar aniqlab olindi, kelajakda qanday yechimlarni hal qilish, "Intelligent Field" konsepsiyasi va AVIST Oil&Gas platformasi bugungi kunda qanday natijalarga erishayotganida, O'zbekiston singari rivojlangan ishlab chiqaruvchi mintaqaning ulkan imkoniyatlari o'rganib chiqildi, respublika neft va gaz sohasidagi korxonalarni raqamli iqtisodiyotga o'tkazishi belgilab olindi.

O'zbekiston neft-gaz sanoati - bu geologik qidiruv, uglevodorodlarni qazib olish, tashish va qayta ishlash, neft va gaz mahsulotlarini ishlab chiqarish va saqlash sohalaridan iborat yirik majmua hisoblanadi. Bugungi kunda "O'zbekneftgaz"ning mamlakat yalpi ichki mahsulotidagi ulushi respublikadagi yalpi ishlab chiqarishni 15% dan ortig'ini tashkil etadi. O'zbekistonda qulay investitsiya muhiti yaratildi, xorijiy kompaniyalar tomonidan hamkorlikka qiziqish paydo bo'ldi. Xalqaro hamkorlikni rivojlantirish, buning uchun dunyo miqyosidagi sifat va ekologiya talablariga javob beradigan yuqori likvidli neft va gaz mahsulotlarini ishlab chiqarish ulushini ko'paytirish va yaqin istiqbolda

uglevodorod ishlab chiqarishni rag'batlantirish bo'yicha ilg'or tajriba va texnologiyalarni joriy etish bo'yicha ishlar olib borilmoqda, shuningdek moliyaviy hisobotlarni xalqaro standartlarga o'tish amalga oshirilmoqda [30].

“O'zbekneftgaz” milliy kompaniyasi “Orollik”, “Qushqayir” va “Chakar” yangi konlarida gazning sanoat oqimida olishga erishdi.

1-son “Orol” qidiruv qudug'ining chuqurligi deyarli to'rt ming metrni tashkil etdi. Gaz-kondensat aralashmasining dastlabki oqim tezligi kuniga 700-800 ming kubometrgacha bo'ldi. Yaqin kelajakda u yerda samarali gaz qazib olishga erishish bo'yicha ishlar davom ettiriladi va konning parametrlarini aniqlash uchun gaz kondensatini o'rganish tadqiqotlari o'tkaziladi. Bundan tashqari, 2- va 3-son qidiruv quduqlarini to'liq burg'ulash va geofizik tadqiqotlarni amalga oshirish rejalashtirilgan. Kompaniya, shuningdek, Andijon viloyatidagi yangi Chakar konida 1,7 ming metr chuqurlikdan kuniga 300 kubometrgacha oqimdagi tabiiy gazni olayotganligi haqida ma'lumot berdi.

Qoraqalpog'istondagi 1-son “Qushqayir” qudug'ida kuniga 200 ming kubometrgacha bo'lgan gaz olinmoqda.

Yangi konlarni o'zlashtirishda 2017-2021-yillarda “O'zbekneftgaz” AJ uchun mineral-xomashyo bazasini rivojlantirish va ko'paytirish Davlat dasturi doirasida amalga oshiriladi. O'zbekistonda tabiiy gazning geologik zaxiralari 5 trillion kub metrdan ortiq, tasdiqlangan va aniqlangan zaxiralar 1,1 trillion kub metrni tashkil etadi.

“O'zbekneftgaz” AJ tabiiy gazni qazib olish bo'yicha dunyoda 11-o'rinni egallab turibdi. 2018-yilda respublikada 61 milliard kubometr ko'k yoqilg'i qazib olindi. Endilikda “O'zbekneftgaz” AJ ning qo'shma kompaniyalari va korxonalari yiliga 60-70 milliard kubometr miqdorida tabiiy gazni qazib olishni ta'minlash imkonini beradi [31].

“O'zbekneftgaz” boshqaruvi raisi, Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida jurnalistlar bilan uchrashuvda birinchi bo'lib O'zbekiston gaz eksporti tuzilishini oshkor qildi. Uning so'zlariga ko'ra, 2018-yil O'zbekiston 13 milliard kubometr gazni eksport qilgan bo'lsa, 2019-yilda 15 milliard kubometrdan ortiq gaz xorijga yetkazib berilgan.

2019-yildagi gaz eksportida Xitoyga 8 milliard kubometr, Rossiya - 4,5 milliard kubometr, Qozog'istonning janubiy viloyatlariga - 2,5 milliard kubometr, Markaziy Osiyoning boshqa respublikalariga 500-550 million kubometr hajmdagi gazni yetkazib berilgan.

Umuman olganda, har yili O'zbekistonda 61 milliard kubometr gaz qazib olinadi, bundan 35-40 milliard kubometr gazni "O'zbekneftgaz" AJning kompaniyalari qazib chiqaradi.

Respublikaning gazga bo'lgan ichki ehtiyoji taxminan 39 milliard kubometrni tashkil etadi, shu jumladan iste'molchilarning yarmi suvultirilgan gazdan foydalanishga o'tgan.

O'zbekiston Respublikasida amalda tasdiqlangan uglevodorod zaxiralari 20-30 yilga yetadi. Bu har yili yangi gaz zaxiralarini topish hajmini, qazib chiqarilgan gaz hajmidan ko'proq bo'lishini ta'minlashni talab etadi [32].

O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlariga asosan O'zbekistonda 2019-yilda tabiiy gazni qazib olish 2018-yilga nisbatan 1,6% ga kamaygan va bu 59,46 milliard kubometrni tashkil etgan.

"O'zbekneftgaz" AJ kompaniyasi 2018-yili O'zbekistonning ichki bozoriga qariyb 45 milliard kubometr gazni yetkazib berdi.

2018-yilda O'zbekistonda 60,4 milliard kubometr tabiiy gaz qazib olindi va bundan 13 milliard kubometri qo'shni davlatlarga, jumladan, Xitoy va Rossiyaga eksport qilindi.

O'zbekistondagi gaz zaxiralari taxminan 1,1 trillion kubometrni tashkil etadi. O'zbekiston Respublikasi 2021-yilga qadar neft va gaz sohasida umumiy qiymati 30,4 milliard dollar bo'lgan 78 ta loyihalarni amalga oshirishni rejalashtirgan [33].

O'zbekiston Respublikasi tabiiy gazni eksport qilishdan ko'ra ichki bozorda foydalanishi ancha foydalidir, chunki gazni polimer mahsulotlariga qayta ishlab va ularni eksport qilishda ko'proq mablag' olsa bo'ladi. Transport vositalarini boshqa turdagi noan'anaviy energiya manbalariga moslashtirib, tejalgan gazni qayta ishlash eng samarali usul hisoblanadi.

Tabiiy gazni to'liq qayta ishlash O'zbekiston Respublikasi uchun eksportga xomashyoni sotishdan ko'ra ancha foydalidir.

2020-yili koronavirus pandemiyasi tufayli joriy qilingan karantin munosabati bilan Xitoy davlati tabiiy gazni, shu jumladan O'zbekiston gazini iste'mol qilishni vaqtincha kamaytirdi, bu hisoblarga ko'ra, eksportga yetkazib beriladigan tabiiy gaz hajmining kamayishiga olib keldi.

Dastlabki hisoblarga ko'ra, bugungi kunda gaz kimyosining istiqbolli yo'nalishlaridan biri bu logistika texnologiyasi hisoblanadi.

Ushbu texnologiyadan polimer mahsulotlarini ishlab chiqarishda foydalaniladi va uning yakunida qiymati gazining eksport narxidan qariyb uch baravar yuqori bo'lgan mablag' topishga erishiladi.

O'zbekiston Respublikasi energetikasi uchun polimer mahsulotlarni ishlab chiqarish va sotish yangilik emas, bu sohadagi birinchi loyiha 20 yil oldin amalga oshirilgan va uni yanada rivojlantirish usullari allaqachon ishlab chiqilgan. Bundan tashqari, bugungi kunda va yaqin kelajakda amalga oshirilishi rejalashtirilgan yangi loyihalarni bajarish uchun logistika nuqtai nazaridan gazni eksport qilishda quvur tizimidangina gazini turli yo'nalishlarga yetkazish mumkin. Polimer mahsulotlarini avtomobil, temir yo'l va havo transporti orqali istalgan mamlakatlarga eksport qilish imkoniyati mavjud. Transportning moslashuvchanligi nuqtai nazaridan bu gazni qayta ishlab xomashyo olish eng yaxshi yo'nalish hisoblanadi.

2019-yil mart oyida "O'zbekneftgaz" AJ va American Air Products kompaniyasi o'rtasida sanoat gazlarini ishlab chiqarish bo'yicha qo'shma korxona tashkil etish to'g'risida bitim imzolandi. Ushbu kompaniya bilan logistika texnologiyasiga asoslangan yangi kimyoviy polimer mahsulotlarini ishlab chiqarishni yo'lga qo'yishni birgalikda amalga oshirish masalasini ham ko'rib chiqmoqda.

Gaz-kimyó majmuasini rivojlantirish yangi ish o'rinlarini yaratishga imkon beradi va iqtisodiyotning boshqa sohalarini rivojlanishiga har tomonlama ta'sir ko'rsatadi. Hozirgi kunda O'zbekiston Respublikasida qo'shimcha qiymatga ega mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun 2025-yilgacha mamlakat ichida tabiiy gazni to'liq qayta ishlash nazarda tutadigan loyihalarni amalga oshirish ko'rib chiqilmoqda. O'ztransgaz ichki bozorga qariyb 40 milliard kubometr gazni yetkazib beradi. Bundan tashqari, Turkmaniston gazini Qozo-g'iston hududi orqali Rossiyaga 6 milliard kubometrini yetkazib beradi.

2020-yilda gaz yetkazib berish bo'yicha imzolangan shartnomalar doirasida Xitoyga 2-6 milliard kubometr, Qirg'izistonga 60 million kub metr va Tojikistonga 200 million kubometr gaz eksport qilish rejalashtirilgan.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev, neft va gaz sohasini rivojlantirishga bag'ishlab o'tkazilgan Respublika videoselektorida, 2025-yilgacha tabiiy gaz eksportini to'xtatish va uni mamlakat ichida to'liq qayta ishlashni tashkil qilish hamda ular asosi-

dagi mahsulotlarni ishlab chiqarishni kengaytirish bo'yicha alohida choralar ko'rilishi kerakligini mutasaddi rahbarlarga ta'kidladi [34].

GLOSSARIY

AEM - alternativ energiya manbalari; alternativ (noan'anaviy) energiya manbalari qayta tiklanadigan manbalar bo'lib, ulardan energiya olishda energiyaga bo'lgan talabni qondirishda samarali foydalanish iqtisodiy ahamiyatga ega.

Antrasit - metamorfizmning eng yuqori darajasiga ega bo'lgan qazilma tosh ko'miri, kulrang-qora rang.

Biyodizel yoqilg'isi (biodizel) - o'simlik va hayvonot olami yog'kislotalarini triglitseridlarini metil, etilga aylantirish reaksiyasi natijasida olinadigan yoqilg'i.

Biomassa - o'simlik va hayvonot manbalaridan iborat barcha organik moddalar. Biomassa birlamchi (o'simliklar, hayvonlar va mikroorganizmlar) va ikkilamchiga bo'linadi. Birlamchi biomassani qayta ishlashdan chiqadigan chiqindilar, odam va hayvonlarning chiqindilariga bo'linadi, biomassadan sanoatda keng qo'llaniladigan mahsulot gitslerin hisoblanadi.

Bioyoqilg'i - quyosh energiyasini fotosintez orqali biomassaga aylantirish natijasida olingan energiya tashuvchisi bo'lib, uni keyinchalik termokimyoviy va biotexnologik ravishda qattiq, suyuq va gazli yoqilg'iga aylantiriladi.

Birinchi avlod bioyoqilg'i - oziq-ovqat mahsulotlaridan olinadigan yoqilg'i.

Bioenergiya zavodi (BZ) - biogaz ishlab chiqarish va uning energiyasini boshqa energiya turlariga aylantiruvchi zavod.

Bioenergiya - biomassadan olinadigan energiya.

Boyitilgan uran - tabiiy urandan 235 izotopini olish bo'lib, undan energiya olish yuqori bo'ladi.

Dizel yoqilg'isi - dizel dvigatellari va gaz turbinalarida ishlatiladigan maxsus mazut.

Gidroenergetika - elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun suv energiyasidan foydalanishga asoslangan energetikaning bo'lagi.

Geliostat - quyosh nurlanishining aks ettirilgan to'g'ridan-to'g'ri energiyasini quyosh nurlari qabul qiluvchiga yo'naltirish moslamasiga ega bo'lgan tekis yoki fokus oynali optik konsentratsion tizimi.

Geotermik energiya - geotermik (yerosti issiq suvlari) energiyadan foydalanishga asoslangan energiya.

Geotermik elektr stansiya (GeoTES) - elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun tabiiy bug' yoki yuqori issiqlikda bo'lgan termal suvdan foydalanib, ishlaydigan elektrostansiya.

Ikkinchi avlod bioyoqilg'i - o'rmon xo'jaligi, yog'ochni qayta ishlash, oziq-ovqat sanoati, shuningdek o'simlik va chorvachilik chiqindilaridan olinadigan yoqilg'i.

Qo'ng'ir ko'mir - ko'mirga o'tish darajasi eng past bo'lgan tosh ko'mir; torfdan ko'mirga o'tish shakli.

Kambag'allashgan uran - uran-235 izotopi tarkibidagi tabiiy uranga qaraganda past bo'lgan uran izotopi.

Kerosin - og'ir neft mahsulotlarini distillashda olingan mahsulot; qaynash harorati $T=110-320^{\circ}\text{C}$ oralig'ida bo'lgan uglevodorodlar aralashmasi. Kerosin yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Modulli quyosh elektr stansiyasi - bir xil turdagi konsentratorlar va quyosh energiyasini qabul qiluvchilarni o'z ichiga olgan takrorlandigan strukturaviy element-modullardan tashkil topgan quyosh elektr stansiyasi.

Oynali konsentrator - ko'zgu qoplamasi bilan quyosh nurlanishni to'plovchi qurilma.

Quyosh energiyasi - Quyosh energiyasini elektr va issiqlik energiyasiga aylantirish bilan bog'liq bo'lgan energiya sohasi.

Quyosh elektr stansiyasi - Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun mo'ljallangan elektrostansiya.

Quyosh elektrostansiyasining samaradorligi - hosil bo'lgan elektr energiyasining quyosh nurlari energiyasiga nisbati, shu vaqt oralig'ida quyosh elektrostansiyasi maydonining tekislikka proeksiyasini tashkil etadi.

Quyosh elementi - to'g'ridan-to'g'ri Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi yarimo'tkazgich qurilma.

Quyosh energiyasi konsentratori - nurlanish va tushgan nurlarning sinishi hodisalariga asoslangan Quyosh nurlari oqimining zichligini oshiruvchi optik moslama.

Quyosh kollektori - quyosh nurlanishidagi energiyani yutib, uni issiqlik energiyasiga aylantiruvchi moslama.

Tosh ko'mir - qo'ng'ir ko'mir bilan taqqoslaganda yuqori ko'mirga o'tish darajasiga ega bo'lgan qoldiq tosh ko'mir.

To'rtinchi avlod bioyoqilg'i - fotosintez jarayonida karbonat angidrididan genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar (siyanobak-

teriyalar, mikroalglar) tomonidan hosil qilingan motor yoqilg'isining asosiy tarkibiy qismi.

Uchinchi avlod bioyoqilg'i - mikro va makro suv o'tlaridan olinadigan yoqilg'idir.

Yoqilg'i moyi - tarkibiga kerosin va benzin chiqarilgandan keyin yog'ning qolgan qismi, o'ziga xos o'tkir hidga ega bo'lgan quyuq suyuqlik. Mazut bug' qozonlari uchun yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Shamol elektr stansiyasi (ShES) - shamol energiyasini elektr energiyasiga aylantirish va iste'molchiga etkazish uchun mo'ljallangan ikki yoki undan ortiq shamol generatorlaridan iborat bo'lgan elektr stansiya.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1-bob uchun foydalanilgan adabiyotlar

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Non-renewable_resource.
2. <https://www.solarschools.net/knowledge-bank/non-renewable-energy>.
3. http://baltfriends.ru/energysave/energy_norenew.html.
4. <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/non-renewable-energy/>.
5. Global Status Report 2007, 29 мая 2008 года (PDF).
6. Китайская компания в 2014 году приступит к добыче урана в Навоийской области Узбекистана. ИА REGNUM, 23.11.2012.
7. Highlights of the REN21 Renewables 2017 Global Status Report in perspective.
8. Евгения Сазонова, Алексей Топалов. Европа устала от солнца и ветра. 2016-02-07, Газета.ru. Дата обращения 7 февраля 2016.
9. Андрей Гурков Deutsche Welle 03.11.18 Плохая погода для «Газпрома»: газ проигрывает в ФРГ ветру и солнцу.
10. Прогноз развития энергетики мира и России 2019.
11. Renewables Global Status Report: 2009 Update. 12 июня 14.2009 года. p. 9.
12. Global wind energy markets continue to boom — 2006 another record year. 7 апреля 2011 года (PDF).
13. Renewables Global Status Report: 2009, 12 июня 2009 года. p. 15. «Solar PV industry ...Global annual production increased nearly sixfold between 2004 and 2008, reaching 6.9 GW».
14. World's largest photovoltaic power plants
15. Solar Trough Power Plants Архивировано 28 октября 2008 года, OSTI (PDF).
16. America and Brazil Intersect on Ethanol. 26 сентября 2007 года.
17. Сидорович Владимир. 2015, с. 23.REN21 2016 (pdf).
18. <https://www.spot.uz/ru/2020/01/21/oil/>.
19. <https://nuz.uz/ekonomika-i-finansy/48864-v-uzbekistane-znachitelno-uvlechilas-dobycha-uglya.html>.
20. <https://uz.sputniknews.ru/economy/20200120/13261874/V-Uzbekistane-snizilas-dobycha-nefti-i-gaza.html>.

21. <https://www.kursiv.uz/news/rynki/2020-07/v-uzbekistane-uvelichilas-dobycha-nefti-i-gaza>.
22. Qayta tiklanuvchan energiya manbalari fanidan ma'ruza matni /dot. A.A.Vardiyashvili/ Qarshi-2019.178-b.
23. Green energy overtakes fossil fuel investment, says UN.
24. Renewables Investment Breaks Records 29 Август 2011 г.
25. <https://neftegaz.ru/tech-library/energoresursy-toplivo/141763-voznobovlyaemye-istochniki-energii-vie/>.
26. <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-1>.

2-bob uchun foydalanilgan adabiyotlar

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%86%D0%B5> - cite_note-nssdc-1.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8F%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F.
3. Солнечный соляной пруд — базовый элемент индивидуальных солнечных установок.
4. СОЛНЕЧНЫЕ ПРУДЫ КАК ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ, 2000; В. ДУБКОВСКИЙ, А. ДЕНИСОВА. Использование солнечных прудов в комбинированных энергоустановках. «Экотехнологии и ресурсосбережение» № 2, 2000, стр. 11-13.
5. <http://www.gigavat.com/ses.php>.
6. <https://topor.info/hi-tech/solnechnaya-energetika>.
7. Britannica Book of the Year 2008: «MacCready, Paul Beattie», page 140.
8. Солнечные коллекторы для нагрева воздуха SolarHome [Электронный ресурс]: http://www.solarhome.ru/archive/solar/sc_kovrov_air.htm.
9. В.А. Бутузов. Воздушные солнечные коллекторы, В.А. Бутузов. Промышленная энергетика. 2012, № 10, с. 53-55.
10. Солнечные коллекторы [Электронный ресурс].— Режим доступа: <http://2energy.ru/solnechnye-kollektory>.
11. Митина, И.В. Повышение эффективности солнечных коллекторов с вакуумированными стеклопакетами : автореферат дис.кандидата технических наук: 05.14.08. Митина Ирина Валерьевна.— Москва, 2009, 26 с.

12. Рахнов, О.Е. Экологическая эффективность локальных источников энергии : на примере плоских солнечных коллекторов : автореферат дис. кандидата технических наук : 25.00.36, 05.14.08 / Рахнов Олег Евгеньевич.—Москва, 2009, с. 24.

13. O'zbekiston sharoitida Quyosh issiqlik elektr stansiyalaridan foydalanish istiqbollari. Akademik darajasini olish uchun yozilgan dissertatsiya/Arziyev Z.Dj. Samarqand-2016, 26-29-b.

14. http://uz.wikipedia.org/wiki/Katta_quyosh_pechi#cite_note-1.

15. http://uz.wikipedia.org/wiki/Katta_quyosh_pechi#cite_note-2.

16. Qayta tiklanuvchan energiya manbalari fanidan ma'ruza matni /dot. A.A.Vardiyashvili/ Qarshi-2019, 64-65-b.

3-bob uchun foydalanilgan adabiyotlar

1. <http://www.gigavat.com/ses.php>.

2. Qayta tiklanuvchan energiya manbalari fanidan ma'ruza matni /dot. A.A.Vardiyashvili/ Qarshi-2019. 32-35, 37-b.

3. <https://electricavdome.ru/primenenie-i-princip-raboty-solnechnyx-panelej.html>.

4. Baxodirxonov M.K., Zikrillayev N.F., Iliyev X.M. Yarimo'tkazgichlar fizikasi. Darslik, Toshkent-2022.

5. <https://topor.info/hi-tech/solnechnaya-energetika>.

4-bob uchun foydalanilgan adabiyotlar

1. <https://eenergy.media/2018/11/06/zapasy-urana-u-kakih-stranoni-samye-bolshie/>.

2. World Nuclear Association Report.

3. WNA Nuclear Information: Pocket Guide Uranium.

4. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0.

5. <https://www.ieer.org/ensec/no-31/no31russ/uenrich.html>.

6. Мировой рынок ядерного топлива, Cambridge, 2013.

7. <http://www.russianatom.ru/enterprises/enriched>.

8. http://www.physbook.ru/index.php/%D0%94%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0#:~:text=%D0%A6%D0%B5%D0%BF%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA

%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%E2%80%94%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%2C%20%D0%B2,%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%B2%D1%8B%D0%B7%D0%B2%D0%B0%D1%82%D1%8C%20%D0%B8%D1%85%20%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.

9. <https://www.eduspb.com/node/2010>.
10. <http://energetika.in.ua/ru/books/book-2/part-4/section-16/16-7>
11. <https://www.spot.uz/ru/2020/09/24/uranium/>
12. <https://repost.uz/uranium>
13. <https://review.uz/ru/post/uranovy-uzbekistan>

5-bob uchun foydalanilgan adabiyotlar

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8F%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F.
2. [http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-PRstats-2015_LR](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-PRstats-2015_LR.pdf), pdf.
3. Bernard Chabot Analysis of the Global Electricity Production up to 2014 Архивная копия от 23 июня 2015 на Wayback Machine.
4. Zahlen und Fakten.
5. REN21: Renewables Global Status Report 2015.
6. GWEC lauds 1.1 million workers in wind – GWEC.
7. Владимир Сидорович. Мировая энергетическая революция: Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир.— М.: Альпина Паблицер, 2015, с. 208, ISBN 978-5-9614-5249-5.
8. (англ.) GWEC, Global Wind Report Annual Market Update. www.gwec.net, 26 марта 2020.
9. <https://manbw.ru/analytics/wind-stations.html>.
10. http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/tuulisuus_4.html,
Пограничный слой в атмосфере.
11. <http://www.hyotytuuli.fi/index.php?page=617d54bf53ca71f7983067d430c49b7>, Параметры действующих ветрогенераторов. Пори, Финляндия.
12. Edward Milford BTM Wind Market Report 20 Июль 2010 г.
13. Германия участвует в создании острова, Germania.one.

14. В Англии запущена крупнейшая оффшорная ветряная электростанция мощностью 659 МВт. 26 марта 2020.

15. Statoil Statoil to build the world's first floating wind farm: Hywind Scotland (англ.). www.statoil.com. 26 марта 2020.

16. Парящая ветряная турбина бьет мировой рекорд на Аляске. Facepla.net экологический дайджест. facepla.net. 26 марта 2020.

17. Проект «ВЭС Кордай».

18. Первая горная ВЭС в Украине введена в эксплуатацию. news.truba.ua. 26 марта 2020.

19. Ветроэлектрическая станция. Большая советская энциклопедия. [в 30 т.], гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969—1978.

20. <https://alternativenergy.ru/vetroenergetika/581-plyusy-minusy-vetroenergetiki.html>.

21. <http://electricalschool.info/energy/1539-jenergija-vetra-preimushhestva-i.html>.

22. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80>.

23. Б.Ф.Билимович Законы механики в технике. — М.: Просвещение, 1975, с. 173.

6-bob uchun foydalanilgan adabiyotlar

1. 2nd Generation Biomass Conversion Efficiency study, т 28 декабря 2010, на Wayback Machine.

2. IATA Alternative Fuels.

3. <http://energymuseum.ru/teplovaya-lektrostantsiya-printsip-rabota-preimushtestva-i-nedostatki/>.

4. <https://metallurgist.pro/energiya-biomassy/>.

7-bob uchun foydalanilgan adabiyotlar

1. <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/442632/>.

2. Алхасов, 2016, с. 18, 98.

3. <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-8>.

4. М.К. Бахадирханов, С.Б. Исамов, М.М. Шоабдурахимова /Современные солнечные электростанции в мире/ Ташкент: ТашГТУ, 2020. с. 21-22.

5. <https://uza.uz/oz/posts/yillarda-qayta-tiklanuvchi-energetika-ni-yanada-riv-29-05-2017>.

6. Qayta tiklanuvchan energiya manbalari fanidan ma'ruzalar matni/dot. A.A.Vardiyashvili . Qarshi-2019. 168-170-b, 174-175-b,37-40-b.

Qo'shimcha ma'lumotlar uchun foydalanilgan adabiyotlar

1. Добычу угля к 2019 году увеличат в 2,5 раза. Gazeta.uz (15 июня 2016). Дата обращения 10 января 2017.

2. <https://www.worldometers.info/coal/uzbekistan-coal/>

3. <https://www.timesca.com/index.php/news/10601-growth-in-uzbekistans-coal-industry-planned>

4. <http://mineconomy.uz/ru/info/2008>

5. <https://uzreport.news/economy/ezhegodno-predpriyatiyami-ugolnoy-otrasli-uzbekistana-dobyivaetsya-bolee-4-5-mln-tonn-uglya>

6. <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomic/14678-globalnyj-rynok-uglya-sostoyanie-i-perspektivy>

7. <https://dividends.nuz.uz/2019/11/16/uzbekistan-uvelichil-import-kamennogo-uglja-na-22-procenta/>

8. <https://dividends.nuz.uz/2019/05/03/uzbekistan-snizil-import-kamennogo-uglja-na-8-2-procenta-burogo-na-11-5-procenta/>

9. https://ru.theglobaleconomy.com/Uzbekistan/coal_imports/

10. ВР подтвердила запасы нефти и газа Узбекистана (англ.), 14 января 2018 года.

11. Больше газа, меньше нефти: ВР о добыче углеводородов в Узбекистане. ru.sputniknews-uz.com. 14 января 2018.

12. Узбекистан привлечет \$25,5 млн на проекты в сельской местности. ИА REGNUM, 21.11.2012

13. Statistika qo'mitasi - Промышленное производство Республики Узбекистан за январь-декабрь 2018 года. stat.uz. 24 июля 2019.

14. UZBEKNEFTEGAZ. ung.uz. 14 января 2018.

15. Узбекистан намерен вернуться к рекордам и нарастить добычу природного газа по итогам 2017 г. (рус.), 14 января 2018.

16. ТЭК России. Нефтяная промышленность Узбекистана. www.cdu.ru. 18 июля 2018.

17. За шесть лет «Узбекнефтегаз» снизил производство бензина на 26,2% (рус.), Podrobno.uz. 9 мая 2017.

18. Мубарекский ГПЗ (Узбекистан) провел модернизацию блоков сероочистки стоимостью \$172 млн. ИА REGNUM, 25.12.2012.

19. Цифра: сколько нефти купил Узбекистан у России в 2017 году (рус.), Spot – Бизнес, технологии и инновации в Узбекистане, 10 января 2018.

20. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0.

21. <http://www.ung.uz/press-center/reports/prioritetnye-napravleniya-razvitiya-neftegazovoy-otrasli-respubliki-uzbekistan-na-2015-2019-gody/>.

22. <https://kursiv.kz/news/otraslevye-temy/2019-11/v-uzbekistane-za-dva-goda-otkryto-16-mestorozhdeniy-nefti-i-gaza>.

23. <https://nuz.uz/ekonomika-i-finansy/38829-uzbekistan-nameren-dovesti-import-syroy-nefti-do-5-millionov-tonn.html>.

24. <https://www.spot.uz/ru/2018/10/02/oil/>.

25. <https://www.ritmeurasia.org/news--2019-04-07--neftjanoe-istoschenie-uzbekistana-npz-est-syrja-nedostaet-42036>.

26. <https://uz.sputniknews.ru/economy/20191029/12703083/V-Uzbekistane-otkryli-mestorozhdenie-nefti-s-zapasami-10-mln-tonn.html>.

27. Закупки узбекского газа в 2016 году будут выше, чем объемы покупки в Туркмении в 2015 год. ТАСС, 4 января 2016.

28. ВР подтвердила запасы нефти и газа Узбекистана. Trend.az, 10 июня 2016.

29. <https://podrobno.uz/cat/economic/uzbekistan-otpravlyaet-na-eksport-poryadka-20-vsego-dobyvaemogo-gaza-/>.

30. <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/119617/2019-05-16/na-ezhgodnoy-mezhdunarodnoy-vystavke-ogu-2019-i-konferencii-neft-i-gaz-uzbekistana-obsudili-budushchee-neftegaza>.

31. <https://uz.sputniknews.ru/economy/20190711/11983335/V-Uzbekistane-poluchen-promyshlennyy-pritok-gaza-na-trekh-mestorozhdeniyakh.html>.

32. <https://www.gazeta.uz/ru/2019/07/12/gas-export/>.

33. <https://www.aa.com.tr/ru/%D0%BC%D0%B8%D1%80/%D0%B2-%D1%83%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B5-%D1%81%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%8C-%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%8B%D1%87%D0%B0-%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0-/1720045>.

34. <https://www.gazeta.uz/ru/2020/03/10/gas-processing/>.

KIRISH.....	3
1-BOB. ALTERNATIV ENERGIYA MANBALARI FANI HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR VA NAZARIY ASOSLAR.....	4
1.1. Kirish. Alternativ energiya manbalarining rivojlanish bosqichlari hamda nazariy asoslari	4
1.2. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari	19
1.3. Alternativ energiya manbalaridan foydalanishning rivojlanishidagi muammolar va ularning yechimlar	24
2-BOB. QUYOSH ENERGIYASI VA UNDAN KENG FOYDALANISHNING USULLARI.....	30
2.1. Quyosh. Quyosh energiyasidan foydalanish usullari	30
2.2. Quyosh energiyasini issiqlik, mexanik va elektr energiyasiga aylantirish	43
3-BOB. FOTOELEMENTLAR, ULARNI YARATISH TEXNOLOGIYASI VA FOTOELEKTRIK O'ZGARTIRISHNING FIZIK ASOSLARI.....	61
3.1. Fotoelementlarning ishlash asoslari. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishning fizik asoslari.....	61
3.2. Fotoelementlarning asosiy parametrlari, volt-amper tavsifi va foydali ish koeffitsiyenti	67
4-BOB. ATOM ENERGETIKASI	77
4.1. Atom energetikasining asosiy manbai	77
4.2. Atom energiyasi asoslari va undan foydalanish istiqbollari	95
5-BOB. SHAMOL ENERGETIKASINING ASOSLARI. SHAMOL GENERATORLARI.....	106
5.1. Shamol energiyasidan foydalanish istiqbollari	106
5.2. Shamol energetikasining asoslari va shamol generatorlari	109
6-BOB. BIOGAZ VA BIOENERGETIKA	121
6.1. Bioenergiya. Energetik maqsadlar uchun biomassalardan foydalanish	121
6.2. Biomassani qayta ishlashdagi kimyoviy jarayonlar	125
7-BOB. GEOTERMAL ENERGIYA VA OKEAN SUVLARINING ENERGIYASI	129
7.1. Yer sirtining issiqlik rejimi. Yerosti issiqlik suvlari	129
7.2. Alternativ energiya manbalarini xalq xo'jaligida qo'llanishi.....	145

“ALTERNATIV ENERGIYA MANBALARI” FANIDAN O‘QITILADIGAN MAVZULARGA QO‘SHIMCHA MA’LUMOTLAR.....	151
GLOSSARIY	184
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.....	187

**M.K.S.BAXODIRXONOV, N.F.ZIKRILLAYEV,
M.M.SHOABDURAXIMOVA**

ALTERNATIV ENERGIYA MANBALARI

Darslik

Muharrir: X. Tahirov
Texnik muharrir: S. Meliquziyeva
Musahhih: M. Yunusova
Sahifalovchi: A. Muhammad

Nashr. lits № 1940. 29.01.2022.
Bosishga ruxsat etildi 12.09.2022.
Bichimi 60x84 1/16. Ofset qog'ozi. "Times New Roman"
garniturasi. Hisob-nashr tabog'i. 12,5.
Adadi 200 dona. Buyurtma № 2.

«HISTORY AND PAGE» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent v., Chirchiq sh., Saodat ko'chasi, 17/1.

QAYDLAR UCHUN

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are approximately 20 lines visible. The paper appears slightly aged or off-white. There is no handwriting or other markings on the page.

QAYDLAR UCHUN

[illegible]