

B.E. XAYRIDDINOV, N.S. XOLMIRZAYEV,
B.N. SATTOROV

QUYOSH ENERGIYASIDAN FOYDALANISHNING FIZIK ASOSLARI



53,01
X-18
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

B.E. Xayriddinov

N.S. Xolmirzayev

B.N. Sattorov

QUYOSH ENERGIYASIDAN FOYDALANISHNING FIZIK ASOSLARI

O'QUV-USLUBIY QO'LLANMA



O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi

«Fan» nashriyoti

Toshkent – 2011

MAXSUS VAZIRLIK
HUYDA

УДК 53.01
ББК 22.652
X 18

Ushbu o'quv-uslubiy qo'llanmada nazariy va amaliy fizika kursi mashg'ulotlarining asosiy mavzularidan bo'lgan noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalari, ishlab chiqarishda mahalliy materiallardan samarali foydalanishga doir tushunchalar va ma'lumotlar keltiriladi. Quyosh qurilmalarida sodir bo'ladigan issiqlik fizikaviy jarayonlar, yoqilg'i energiya tejamliligiga erishishga doir eksperimental tadqiqotlarning natijalari va matematik hisoblashlar fizikaviy qonunlar asosida yoritilgan. "Quyosh energiyasidan foydalanishning fizik asoslari" maxsus kursidan o'quv-uslubiy qo'llanma 5440100 – Fizika, 5440300 – Astronomiya bakalavr yo'nalishlari talabalari, 5A440108 – Molekulyar fizika va issiqlik fizikasi mutaxassisligi magistrleri, ilmiy znanuvchilar hamda kasb-hunar kollejarining shu sohadagi o'qituvchilari uchun mo'ljallangan.

Qo'llanma Qarshi davlat universiteti Ilmiy kengashining 2010-yil 1-iyundagi majlisi qarori bilan nashrga tavsiya etilgan (7-Ė-3 – raqamli bayonnoma).

Taqrizchilar:

R.R.Avezov – Toshkent davlat texnika universiteti Issiqlik fizikasi kafedrasida professori, texnika fanlari doktori

T.Sodiqov – Qarshi davlat universiteti Fizika va uni o'qitish metodikasi kafedrasida dotsenti, texnika fanlari nomzodi

ISBN-978-9943-19-107-5

© O'zR FA "Fan" nashriyoti, 2011-y.

УДБ № 525526

Том IV

Asosiy shartli belgilar

- Q – issiqlik miqdori, Vt;
q – issiqlik oqimi, Vt/m²;
 j_0 – quyosh doimiysi, Vt/m²;
T – absolyut temperatura, K;
t – muhitning temperaturasi, °C;
 C_0 – absolyut qora jism sirtidan nurlanish, Vt/m²K⁴;
 ε – nurlanish koeffitsiyenti, Vt/m²K⁴;
E – sirtidan nurlanish intensivligi, Vt;
 α – issiqlik almashinuv koeffitsiyenti, Vt/m²K;
 β – havo temperaturasi hajmiy kengayish koeffitsiyenti, 1/°C;
 μ – erkin tushish tezlanishi, m/s;
c – issiqlik sigʻimi, kJ/kgK;
 ρ – zichlik, kg/m³;
 λ – materialning issiqlik oʻtkazuvchanligi, Vt/mK;
K – issiqlik uzatish koeffitsiyenti, Vt/m²K;
L – vaqt birligida havo sarfi, m³/s;
l – havoning massa birligidagi sarfi, kg/s;
 τ , t – vaqt, s;
U – mahsulot nam saqlami, kg/kg;
P – bosim, Pa;
 μ – kimyoviy potensial, kJ/kg;
 η – FTK, %;
 χ – nam uzatish koeffitsiyenti, $\frac{\text{kg}}{\text{ms}^\circ B}$;
 φ – havoning nisbiy namligi, %;
 δ – qalinlik, m;
 ξ – mahalliy qarshilik koeffitsiyenti,
S – toʻgʻri quyosh radiatsiyasining intensivligi, Vt/m²;
D – sochilgan quyosh radiatsiyasining intensivligi, Vt/m²;
R – quyosh radiatsiyasining sochilish intensivligi, Vt/m².

KIRISH

“Quyosh energiyasidan foydalanishning fizik asoslari” maxsus kursi 5440100 – Fizika yo‘nalishi, 5160400 – Energetika yo‘nalishlari o‘quv rejasida fizika va energetikaning hozirgi zamon dolzarb yo‘nalishlariga oid fanlarni o‘qitish uchun 36 soat ma’ruza mo‘ljallangan. Bu kurs quyosh va boshqa noan’anaviy energiyadan amaliy maqsadlarda foydalanishda eng muhim energetik va fizikaviy faktlar, tushunchalar, qonunlar va prinsiplar haqida barcha asosiy ma’ruzalarni o‘z ichiga oladi. Bunda geliofizika va noan’anaviy energiyalardan foydalanishning vujudga kelish tarixi, nazariy-amaliy jihatidan u yoki bu fizikaviy qonunlarga asoslanish prinsiplari, aniq belgilangan holda birga qo‘shib olib boriladi.

“Quyosh energiyasidan foydalanishning fizik asoslari” kursi talabalarda eksperimental asosga ega bo‘lgan maxsus fan degan tasavvur hosil qiladi. Eng muhim geliofizik qonunlar va kashfiyotlar, talabalarni nazariya, g‘oya va ilmiy tadqiqotlarning vujudga kelish jarayonlari bilan tanishtiradi, quyosh energiyasidan amaliy maqsadlarda foydalanish qurilmalarini fizikaviy qonuniyatlar asosida tushuntiradi.

Sanoatda, qishloq xo‘jaligida va transportda, barcha ishlab chiqarish jarayonlarida yoqilg‘i issiqligidan va elektr energiyasidan foydalaniladi. Mexanik va elektr energiyasi asosan har xil yoqilg‘ilarni yoqish hisobiga, suv energiyasidan, atom yadro energiyasidan olinadi.

Ma’lumki, ko‘pchilik energetika resurslarining manbai quyoshdir. Quyosh nurlari yerning 1 m^2 yuzasiga taxminan 1 kVt energiya beradi. Ko‘p million yillar mobaynida bizning yer sharimiz quyosh energiyasini o‘simliklar orqali torf, toshko‘mir va antratsit ko‘rinishida yig‘adi. Shuning uchun yoqilg‘i quyosh energiyasining akkumulyatoridir. Barcha ishlab chiqarish joylarida mahalliy yoqilg‘ilardan neft, toshko‘mir, torf, antratsit, yonuvchi slanetslar va har xil briketlardan hamda keng ko‘lamda tabiiy va sun‘iy gazlardan foydalaniladi.

Yoqilg‘i manbalaridan tejab foydalanish mexanik energiyani, binobarin, elektr energiyasini olish narxini kamaytirishga intilish, uzluksiz tiklanuvchi energiya manbai bo‘lgan shamol energiyasidan keng ko‘lamda foydalan-

ishga olib keldi. Hozirgi davrda O'zbekiston energetika sistemasi 19 ming sanoat, 80 ming qishloq xo'jaligi, 19 ming kommunal va 3,5 million maishiy iste'molchilarni energiya bilan ta'minlaydi¹.

Respublika energetikasi istiqbolda gidroenergetika va issiqlik energetikasi yo'nalishida rivojlandi. O'zbekiston energetika sistemasi 37 ta issiqlik va gidravlik elektrostansiyasini o'z ichiga olib, ularning umumiy quvvati 11,58 mln. MVt ga yetdi. Shundan 9,84 mln MVt issiqlik elektrostansiyalari, 1,74 mln MVt gidroelektrostansiyalari hissasiga to'g'ri keladi. Asosiy yoqilg'i energetika resurslari qatoriga neft, gaz va ko'mir kiradi. Respublikamiz hududida: Farg'ona vodiysidagi Janubiy Olamushuk, Polvontosh, Chungara, Sho'rsuv neft konlari, Sho'rtan, Ko'kdumaloq, O'rtabuloq, Zebarda va boshqa ko'plab neft gaz konlari xalq xo'jaligiga xizmat qiladi.

Qishloq xo'jaligi sanoatini bozor iqtisodiyoti talablari darajasida rivojlantirish uchun shamol, yer osti geotermal energiya manbalaridan keng ko'lamda foydalanishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Shamol energiyasining zaxirasi amalda cheksizdir. Respublikamiz olimlarining hisoblariga binoan shamol dvigatellarini ishlash rejimi avtomatlashtirilgan hollarda shamolning tezligi 3 m/s bo'lsa, yer yuzasining 1 km² da o'rnatilgan shamol dvigatelining quvvati 300 kVt bo'lganda bir yilda 550 ming kVt soat elektr energiyasini ishlab chiqarish mumkin. Quyosh nuri energiyasidan foydalanish loyihalari yetarli darajada yaxshi barpo etilmoqda. Balandligi 42 gaz, eni 54 gaz bo'lgan paraboloid sirti o'lchamlari 6,5-7,5 m² bo'lgan 62 dona tekis ko'zgular o'rnatilgan quyosh pechi Parkentda qurib ishga tushirildi. Bu quyosh pechining harorat quvvati 1000 kVt bo'lib, markazida uning harorati 3000 darajaga tengdir. O'zR FA Elektronika institutida quvvati 1 kVt ga teng bo'lgan quyosh qahrabo stansiyasi yaratildi. Fizika-texnika instituti olimlari quvvati 300 Vt bo'lgan, mustaqil ishlaydigan cho'l mintaqalari uchun moslashtirilgan kichik qahrabo stansiyasini ishlab chiqardilar. Shuningdek, O'zbekiston RFA Fizika-texnika institutining ixtirochilari, olimlari va Qarshi davlat universiteti olimlari hamkorlikda uylarni qishda isitishga mo'ljallangan geliokollektorlarning eng samarali loyihalarini ishlab chiqib, xalq xo'jaligiga tatbiq etish bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlarini olib bormoqdalar.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qoshidagi "Fan va texnologiya" markazining buyurtmasi bo'yicha O'zR FA Energetika va avtoma-

¹ Захидов Р.А. «Энергетика стран мира и Узбекистана в XXI веке // Узбекский журнал проблемы информатики и энергетики». Т., Фан, 2001. №5-6., с 27-42.

tika instituti akademigi R.A.Zohidov, Fizika-texnika instituti Fizika-quyosh ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi olimlari: akademik S.Lutfullayev, professorlar: R.A.Avezov va Qarshi davlat universiteti professori B.E.Xayriddinov va dotsent T.Sodiqov rahbarligida quyosh issiqxona va meva sabzavot quritish qurilmasi loyihasini ishlab chiqib, Qarshi tumanidagi "O'zbekiston mustaqilligi" jamoa xo'jaligida ishchi maydoni 2000 m² bo'lgan variantni joriy etdilar. Talimarjon GRES ga qarashli issiqxona xo'jaligida quyosh issiqlik akkumulyatorli geliolimonariyaning 1000 m² mo'ljallangan loyihasi yaratildi va fermer xo'jaliklari uchun tavsiya etildi. Quyosh energiyasidan foydalanib, qishloq xo'jalik mahsulotlari meva va sabzavotlarni salqin saqlaydigan, meva sharbati va sut mahsulotlarini qaynatuvchi geliopastrilizator qurilmalarining loyihalari ishlab chiqildi. Shuningdek, cho'l mintaqalaridagi suvlarni quyosh chuchitkichlari yordamida tozalash qurilmalarining loyihalari ham buxorolik olimlar tomonidan yaratildi.

Ma'lumki, fizika kursida energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi, issiqlik hodisalari, geometrik optika qonunlari, termoelektrik, fotoelektrik hodisalar, fotosintez nurlarning yutilishi, bug'lanish, kondensatsiya, moddalarining agregat holatlari, jismlarning mexanik hamda optik xossalari va boshqalar quyosh energiyasidan foydalanishning asosini tashkil etadi va talabalar tomonidan umumiy fizika kursida o'rganiladi. Fizika va energetika bo'limini bitirib chiquvchilarning bir qismi umumiy ta'lim maktablarida, akademik litseylarda, kasb-hunar kollejlarida o'qituvchi yoki magistraturada ilmiy izlanuvchi xodim, kelajakda esa yuqori malakali tadqiqotchilar bo'lib yetishishlari nazarda tutilganligini e'tiborga olib, "Quyosh energiyasidan foydalanishning fizik asoslari" va "Noan'anaviy energiya manbalari" maxsus fanlarining chuqur o'qitilishi, Kadrlar tayyorlash tizimi islohini muvaffaqiyatli amalga oshirishda, eng avvalo, Oliy ta'limning barqaror va aniq maqsadli rivojlanishini ta'minlovchi, islohotlarni chuqurlashtirib joriy etilishida asos bo'lib xizmat qiladi.

Mazkur qo'llanma ilk bora chop etilayotganligi sababli ma'lum kamchiliklardan xoli bo'lmasligi tabiiy. Bu borada o'zlarining qimmatli fikr-mulohazalarini mualliflarga yuborgan hamkasblarga o'z minnatdorchiligimizni bildiramiz.

1-BOB

NOAN'ANAVIY VA QAYTA TIKLANADIGAN ENERGIYA MANBALARI

1.1-§. Noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalari

Turli-tuman shakldagi energiyani ishlab chiqarish va iste'mol qilish tez sur'atlar bilan o'sib bormasa, sanoat va qishloq xo'jaligi, fan va madaniyat taraqqiyotdan to'xtab qoladi. Bashariyat tarixi endigina boshlanib kelayotgan davrda yuz bergan buyuk voqealardan biri olovning kashf etilishi bo'lib, buning natijasida inson yoqilg'idan yashirin energiyani, yorug'lik va issiqlikka aylantirishni bilib oldi. Qadim zamondan boshlab toki XVIII asrning ikkinchi yarmigacha texnika sust rivojlandi. Dvigatel – sun'iy mexanik kuch manbaining yo'qligi buning asosiy sababi edi. Ishlab chiqarish sohasidagi barcha yumushlar odamning bevosita qo'l kuchi bilan bajarilib, hayvonlar kuchidan suv va shamol energiyasidan kamdan-kam foydalanilardi. Bug' mashinasi yoqilg'i energiyasini mexanik harakatga aylantirib bera boshlashi kishilik jamiyatiga katta energetika tarixini ochib berdi.

Fransuz fizigi S.Karno 1824-yilda issiqlik energiyasining mexanik energiyaga aylanishini asoslab berdi. Bashariyat tarixidagi – uchinchi bosqich atom yadrosida yashirinib yotgan bitmas-tuganmas energiya zaxirasining ochilishi bilan belgilanadi.

AQSH ning Chikago shahrida atoqli fizik Enriko Fermi (1901-1954 yy.) boshchiligida bir guruh olimlar va injenerlar tomonidan 1942-yilning 2-dekabrda qurilgan qurilmada atom energiyasi bevosita issiqlik energiyasiga aylantirildi. Atom yadrosining energiyasi yadro portlatilishi natijasida yuzaga keladi. Metallar – Uran bilan Toriyning atomlaridagi yashirin energiyadan foydalanish ustida tadqiqotlar olib borildi. Birgina Uran tarkibidagi energiya miqdori sayyoramizda mavjud barcha qazilma yoqilg'i zaxiralari neft, gaz va ko'mir tarkibidagi energiya miqdoridan 20 marta ortiqdir. Keyingi yillarda sintez reaksiyasi yangi elementlar yadrolari hisobidan ham atom energiyasini hosil qilish mumkinligi kashf etildi.

1954-yilda sobiq SSSR da quvvati 5000 *kVt* bo'lgan dunyoda birinchi AES qurilib ishga tushirildi. Keyinchalik suv-suv tipidagi qaynash reaksiyalariga o'tilib, Volgada 750 *kVt* quvvatli reaktor barpo qilindi.

1955-yilda tez neytronlardan foydalanib ishlaydigan atom reaktorlarini yaratish masalasini hal etish ustida katta ilmiy tadqiqotlar olib borildi. Bunday tipdagi reaktorlarda boshlang'ich yadro yoqilg'isidan 1 *kg* yondirilsa, reaktorda 1,5 *kg* yangi yadro yoqilg'isi hosil bo'ladi. Bunday tipdagi reaktorlar ko'payishuvchi reaktorlar deyiladi. Bunday reaktorli AES lar 1955- va 1958-yillarda ishga tushirildi. 1 g U^{235} energiyasi 2,7 shartli yoqilg'iga tengdir, bir sutkada 3 *kg* yadro yoqilg'i sarflanadigan AESning quvvati 1 *mln kvt* ga teng bo'ladi. Quyosh nurlari har yili yerga bag'oyat ulkan energiya, ya'ni $62 \cdot 10^{16}$ *kvt* soatga teng energiya olib keladi. Bu energiyaning 60 foizi yer atmosferasi, 25,5 foizi okean va dengiz, 14,5 foizi quruqlikni isitishga sarf bo'ladi. Bundan 2,5 foizi shamolning mexanik energiyasiga, 0,4 foizi daryolar harakatining mexanik energiyasiga, 0,12 foizi turli xil yoqilg'i o'tin, torf, toshko'mir, neft va yonuvchi slanetsning kimyoviy energiyasiga aylanadi. Yerning ko'ndalang qismi yuzasi $127,6 \cdot 10^6$ *km*² ekanligini e'tiborga olsak, yerga tushadigan quyosh nurining energiyasi $176,6 \cdot 10^{12}$ *kVt*, demak, bir yilda yerga $1,56 \cdot 10^{18}$ *kVt soat* \approx $1,6 \cdot 10^{18}$ *kVt soat* quyosh energiyasi tushadi.

Quyoshning zarrin nurlari yerimizga yiliga 150000 *milliard kVt soat* shamol energiyasini, 33000 *milliard kVt soat* suv energiyasini olib keladi. O'rmonlarda esa quyosh nurlari tufayli yiliga 220000 *milliard kVt soat* energiya to'planadi. Bundan tashqari, quyosh energiyasi tufayli ming-ming yillar mobaynida yer bag'rida ulkan energiya zaxiralari jamg'arilgan. Chunonchi, sayyoramiz bag'rida yotgan toshko'mirda 3580000 *milliard kVt soat*, torfda 480000 *milliard kVt soat*, yonuvchi slanetslarda 700000 *milliard kVt soat*, tabiiy gazda 80000 *milliard kVt soat* energiya zaxirasi mavjud. Hozirgi vaqtda insoniyat yiliga bu ulkan zaxiralarni mingdan bir qismidan ham kamrog'ini ishlatadi. Bugungi kunda quyosh ulkan yadro reaktoriga o'xshashligi ma'lum, unda yuqori bosim va haroratda yadro reaksiyasi sodir bo'ladi. Bu reaksiya tufayli vodorod geliy yadrosiga aylanishi jarayonida esa quyosh reaktorining aktiv zonasidagi harorat 10 million darajadan ham ortib ketadi.

Quyoshdagi bu reaksiya sekundiga 560 million tonna geliy ishlab chiqarib, 4 million tonna vodorod energiyasiga aylantiradi. Quyosh energiyasidan foydalanishga olis o'tmishda ham urinib ko'rishgan. Qadimgi yunon olimi

Arximed quyoshning nurini ko'zgular sistemasi orqali tushirib, rimliklarning kemalarini yondirib yuborgani to'g'risida tarixda yozib qoldirgan. Quyosh energiyasidan chet mamlakatlarda keng miqyosda foydalanilmoqda. Shimoliy Fransiyaning Odeysda degan joyida fizik-ximik Feleks Tremba boshchiligida quyosh elektrostansiyasi qurilgan bo'lib, uning quvvati 1100 *kVt*, hosil qiladigan harorat esa 3800 darajaga yetadi. 1816-yil islandiyalik Robert Stirling gelioqurilmadan foydalanib ishlaydigan quyosh dvigatelini yaratgan edi. 1954-yil Amerikalik Ges Repot va Bryus Kaymayklar quyosh nuridan bevosita foydalanish uchun samolyot qulayligi to'g'risidagi fikrni aytdi. Oradan 20 yil o'tgach bu g'oyaning to'g'riligini London kollejidagi tadqiqotchilar amalda isbotladilar.

Hozirgi vaqtda jahon fan-texnika taraqqiyoti jadal rivojlanishi munosabati bilan tabiiy zaxiralardan xo'jalik maqsadlarida tobora ko'proq foydalanilmoqda.

Quyosh va shamol energiyasidan xalq xo'jaligida samarali foydalanish maqsadida 1954-yil YUNESKO-Hindiston hamkorligida Dehlida xalqaro simpozium o'tkazildi. 1961-yil BMT Rimda quyosh, shamol va geotermal qurilmalar energetika qurilmalarini takomillashtirish va undan xalq xo'jaligida foydalanishni yanada kuchaytirish bo'yicha navbatdagi xalqaro simpoziumni o'tkazdi. 1972-yil Nigeriyada, 1973-yil Parijda "Quyosh inson xizmatida" mavzusida xalqaro kongresslar o'tkazildi. Bu anjumanlarda quyosh energiyasidan uylarni qish faslida isitish va yozda mikroiklim hosil qilish, quyosh energiyasini elektr energiyasiga va uni issiqlik va elektr energiyaga aylantirish, shamol energiyasini elektr va issiqlik energiyasiga aylantirish, quyosh energiyasini organik xom ashyo energiyalariga aylantirish muammolarini yechish, ularning qurilmalarini ishlab chiqish masalalari ko'rib chiqildi. 1977-yil quyosh energiyasidan qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritishda samarali foydalanish bo'yicha YUNESKO-Ashxabad ("Quyosh IICHB") da, 1981-yil "Noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalaridan xalq xo'jaligida foydalanish" mavzusida Toshkent (FTI) da, 1988-yil Dushanbe (FTI) da xalqaro konferensiyalar o'tkazildi. Shuningdek, 2000-2002 va 2003-yillarda Toshkentda, Buxoroda "Innovotsiya" yo'nalishida "Noan'anaviy energiya manbalaridan xalq xo'jaligida samarali foydalanish istiqbollari: muammolar va yechimlar" mavzularida xalqaro ilmiy-amaliy anjumanlar o'tkazildi. Bu konferensiyalarda ham noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanish darajasini

ko'tarish, ayniqsa, qishloq xo'jaligida yangi zamonaviy quyosh qurilmalari yaratish va joriy etish, chorvachilik, parrandachilik xonalarini isitishda quyosh energiyasidan foydalanish, quyosh vannalari, quyosh suv isitkichlari, gelio-issiqxonalar, meva quritish qurilmalarining samarali konstruksiyalarini ishlab chiqish, quyosh stirling dvigatellarini takomillashtirish yo'llari ko'rib chiqildi. Quyosh pechi va konsentratorlarining yangi konstruksiyalari va loyihalari namoyish etildi. Rossiya, AQSH, Fransiya, Angliya, Avstraliya, Argentina, Niderlandiya, Hindiston, Germaniya, Isroil, Kanada, Italiya, Yaponiya va boshqa ko'pgina rivojlangan mamlakatlarda noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanish bo'yicha olimlar olib borgan tadqiqotlar yaxshi natijalar bermoqda. Jumladan, Germaniya, Isroil, va AQSH da quyosh energiyasidan foydalanib, 30-35 foiz uylar qish faslida isitilib, yoz oylari sovitilmoqda.

Respublikamizda ham ekologik toza bo'lgan quyosh energiyasidan samarali foydalanish maqsadida Toshkentning Parkent tumanida 3000-3500 eC temperatura hosil qiladigan quyosh pechi qurilib, 1986-yilda ishga tushirildi.

Respublikamiz iqtisodiyotida mineral xomashyo qazib olish va qayta ishlash yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. U sanoat va qishloq xo'jalik ishlab chiqarishini rivojlantirishga katta ta'sir ko'rsatmoqda. O'zbekiston noyob yoqilg'i-energetika resurslariga ega. Qidirib topilgan gaz zaxiralari 2 trillion kubometrqa yaqin, ko'mir 2 milliard tonnadan ortiq. 160 dan ortiq neft koni mavjud.

Butun dunyoda jami elektr energiyasining 80 foizi issiqlik elektrostansiya (TES) larda ishlab chiqariladi. Yoqilg'ining kimyoviy energiyasi yonish va issiqlik uzatish yo'li bilan bug'ning issiqlik energiyasiga aylanadi. Bug'ning energiyasi bug' trubinalarida trubina reaktorini harakatga keltirib, mexanik energiyaga aylanadi. Generatorida mexanik energiya elektromagnit induksiyasi tufayli elektr energiyasiga aylanadi. Issiqlik elektrostansiyalarida ko'mir, neft, tabiiy gaz va torfdan yoqilg'i sifatida foydalaniladi. Ammo energiyaning bu tabiiy turlari zaxiralari 80-100 yillargacha yetishi mumkin. Keyin esa energiyaning eng arzon turi oqar daryolar kuchidan, gidroenergiyadan foydalanish mumkin. Bu energiya yetarli darajada emas. Shamol energiyasidan joylarda kichik qurilmalarda foydalanish mumkin. Dengiz qirg'og'ida joylashgan ayrim regionlarni energiya bilan ta'minlashda okean sathining ko'tarilishi va pasayishidan foydalanish mumkin. Dunyo okeanining suvi turli chuqurliklarda turli haroratga ega bo'ladi. Bundan tashqari okean ustidagi havo harorati suvning

haroratidan farq qiladi. Haroratning bunday farqlanishdan energiya manbai sifatida foydalanish mumkin. Ammo buning uchun qimmatbaho qurilmalar qurish kerak bo'ladi.

O'zbekiston energetikasi rivojlanishi uchun uning tabiiy-iqlim sharoitlaridan foydalanish maqsadida qayta tiklanuvchi energetik manbalaridan, xususan, quyosh energiyasi, shamol kuchi, yer osti suvlari harorati va kichik gidroelektrostansiyalardan foydalanish masalalari borasida keng tadqiqot ishlari olib borildi.

1960-yillarda professor G.A.Grinevich, akademiklar S.A.Azimov, G.Y.Umarovlar tomonidan boshlab berilgan bu ishlar O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasining akademigi R.A.Zohidov va professor R.R.Avezovlar tomonidan davom ettirildi. Bu sohada an'anaviy energiya bilan birga tiklanuvchi energiyadan kompleks foydalanish va natijada elektr hamda issiqlik energiyalari hosil qilishning oson usullari taklif etilishi xalq xo'jaligi uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va telemexanizatsiyalash hamda energetik tizimlarda o'lchov texnikasi, o'lchash aniqligi, puxtaligi va samaradorligini oshirish, shamol energiyasidan amaliy maqsadlarda foydalanish yo'nalishidagi tadqiqotlar akademik J.Abdullayev rahbarligida olib borilmoqda. Issiqlik energetikasi va issiqlik texnikasi sohasida yoqilg'idan foydalanishning yangi texnologiyasi va yondirish usullari hamda issiqlik energiyasidan samarali foydalanish kabi muhim tadqiqotlar ham akademik R.A.Zohidov va professor S.K.Ismatxo'jayev, K.R.Allayevlar tomonidan yo'lga qo'yildi.

Hozirgi paytda energetika tizimlarining samaradorligini oshirish, quvvatini tejash va ekologik sof energetikaning dolzarb muammolari bo'yicha fundamental va amaliy izlanishlar Markaziy Osiyo hududida energetikaning amaliy ehtiyojlari va talablarini qondirishga qaratilgan.

1.2-§. Energiya tanqisligi va uning oldini olish yo'llari

Hozirgi kunlarda iste'mol qilinayotgan energiyaning 80 foizi tabiiy yoqilg'ilar deb ataluvchi ko'mir, neft, gazlarni yoqish natijasida olinmoqda. Tabiiy yoqilg'ilar yana bir necha o'n yil asosiy energiya manbai bo'lib qoladi. Keyin esa energiya olishning boshqa yo'llarini topishga to'g'ri keladi.

Tabiiy yoqilg'ilardan tashqari energiya olishning yana bir manba – bu gidroelektrostansiyalardir. Ammo bunday gidrostansiyalar qurish uchun ko'plab gektar o'rmonlardan, yaylov va hosildor yerlardan voz kechishga to'g'ri keladi. Gidrostansiyalarning sun'iy dengizlari bu yerlarni o'z suvi bilan bosib ketadi. Bu sun'iy dengizlar atrofidagi yerlar yer ostining sho'r suvlari ko'tarilishi natijasida yaroqsiz holga keladi

Uchinchi energiya manbai, atom elektr stansiyalaridir. Ammo bu stansiyalarning naqadar xavfli ekanligini Chernobil Atom elektrostansiyalarida bo'lgan falokat yaqqol ko'rsatdi.

Ammo hayot doim o'sishda. Xalq xo'jaligining energiyaga bo'lgan ehtiyoji tobora o'sib boraveradi va insoniyat energiya hosil qilishning yangi-yangi yo'nalishlarini qidirib topishga majbur. Birinchidan, ko'plab tadqiqotchi olimlarning diqqat e'tibori hozir noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalari deb ataluvchi - quyosh, shamol, geotermal, dengiz suvining ko'tarilishi kabi energiyalardan foydalanish muammolariga qaratilgan.. Ma'lumki, issiqlik ajratish xususiyati $2,93 \cdot 10^4$ kJ/kg yoki $3 \cdot 10^7$ J/kg bo'lgan yoqilg'i **shartli yoqilg'i** deyiladi. Berilgan yoqilg'ini shartli yoqilg'iga aylantirib hisoblashda va aksincha shartli yoqilg'ini berilgan yoqilg'iga aylantirib hisoblashda kaloriya ekvivalenti deyiladigan kattalikdan foydalaniladi.

$$E = Q_q^i / 29300$$

Bu yerda Q_q^i – yoqilg'ining quyi issiqlik ajratish xususiyati.

Bu turdagi energiyalarning xalq xo'jaligiga qo'shayotgan hissasi kam bo'lsa-da, ammo hozirgi paytda shunday qiziqarli loyihalash ishlari bajarildiki, bu loyihalar amalda qo'llanilsa, energiya olish va foydalanishni tubdan o'zgartirib yuborilishiga imkoniyat yaratiladi.

Ikkinchidan, yangi yoqilg'i bazalarining shimoliy-sharq tomonga siljishi, geologik tadqiqot ishlarining murakkablashgani, iqlim sharoiti og'irligi, yoqilg'i qazib chiqarilayotgan manbalardagi sharoitning qiyinligi, moddiy texnika ta'minotining yetarli emasligi energetika yoqilg'i xomashyolarini qazib olishni noqulaylashtirdi. Natijada, yoqilg'i energetika xomashyosining tannarxi oshmoqda.

Uchinchi muammo: xalq xo'jaligida yoqilg'i miqdorining kam bo'lgan turi – neft va gazning ko'p miqdorda ishlatilayotganidir. Ularning yoqilg'i-energetika balansidagi miqdori 70 foizga yetdi.

To'rtinchi muammo: ko'mirning energetik ahamiyati va sifatining yomonlashuvi. Bu muammo kelajakda past navli yoqilg'i ko'proq ishlatilgani sari murakkablashib boraveradi.

Beshinchi muammo energiya iste'moli oshishi natijasida atrof-muhitning ifloslanish darajasining oshishi.

Mana shu kabi muammolar noan'anaviy energiya manbalarini keng rivojlantirishga undaydi. Potensial imkoniyatning yuqoriligi, manba bitmas-tuganmas ekanligi, ekologik sofligi, foydalanish masshtabi qanchalik keng bo'lmasin, sayyoraning yoqilg'i balansiga salbiy ta'sir etmasligi uni o'zlashtirishga qiziqishni oshirmoqda.

Hozirgi kunda qayta tiklanadigan va noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanish sohasida ko'plab texnologiyalar taklif etilganki, ularni bemalol amalga oshirish mumkin. Ammo, qayta tiklanadigan va noan'anaviy energiya manbalari (QT va NEM) ning rad qilib bo'lmaydigan ustunliklari bilan bir qatorda u yer yuzida tarqoq ekanligi natijasida olinadigan quvvat uchun narf-xarajat ham ortib tushadi. Shu sababli, hozircha QT va NEM an'anaviy energiya manbalaridan foydalanish odatdagi energiya manbalaridan foydalanish bilan raqobatlasha olmaydi.

Shunga qaramay, ba'zi ilmiy texnikaviy yechimlarni hozirdanoq amalda qo'llash orqali erishilgan yutuqlar ko'rsatadiki, ular yaqin yillardayoq iqtisodiy o'z-o'zini oqlaydi.

Ma'lumotlarga qaraganda, qayta tiklanadigan va noan'anaviy energiya manbalari (QT va NEM) dan foydalanish natijasida 2020-yilga kelib 2,6 mlrd. tonna shartli yoqilg'ini tejash mumkin. Qayta tiklanadigan energiyalarni tadqiq etishni rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari va dasturi quyidagilardan iborat:

- a) bug' (tubinali quyosh elektrostansiyalarini ishlab chiqarish va ishga tushirish);
- b) avtonom (iste'molchilar uchun fotoelektr) qurilmalarni loyihalash va ishlab chiqarish;
- d) quyosh nuridan foydalanib ishloveni issiq suv ta'minoti, isitish va havoni kondensatsiyalash sistemalarini loyihalash va qurish;
- e) Geo IES qurish va ishga tushirish;
- f) geotermal issiqlik ta'minotini loyihalash va qurish.

g) shamol energiyasi agregatlari va shamol elektr stransiyalari (SHES) ni loyihalash hamda ishlab chiqarishga joriy etish (bu borada, ijobiy natijlarga erishilgani diqqatga sazovordir).

Quyosh energiyasi hisobiga issiq suv olish uchun quyosh suv isitish qurilmalaridan foydalanilmoqda. Hozirgi kunda mamlakatimizda bir kunda o'n ikki kub metr suvni quyosh nuri bilan isitadigan qurilmalar ishlab turibdi. Quyosh energiyasidan qishloq xo'jaligida parnik va issiqxonalarni isitish, mevalarni quritish, limon yetishtirish, uylarni va pillaxonalarni isitishda, beton va temir beton buyumlarni quritishda va bug'lantirib ishlov berishda, kombinatsiyalashtirilgan barabanli quritkichda paxta va donador (bug'doy, no'xat, mosh, va h.k.) qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritishda foydalanilmoqda. Quyosh energiyasidan foydalanib qishda uylarni isitish va yoz oylari sovitish bo'yicha Respublikamiz olimlari professor R.R.Avezov rahbarligida yangi loyihalarni ishlab chiqdilar. Bunday geliouylarning xarakterli tomonlari shundan iboratki, ular qish oylarida, havo bir necha sutka davomida bulutli bo'lib turganida ham, quyoshli kunlarda maxsus issiqlik akkumulyatorlarida to'plangan energiya hisobida isitiladi, ayrim hollardagina isitish manbalaridan foydalaniladi.

Keyingi paytda tibbiyotda quyosh energiyasidan quyosh vannalari yordamida biologik to'qimalarni davolashga alohida e'tibor berilmoqda. Dozalangan quyosh radiatsiyasidan davolashda (gelioterapiyada), shuningdek, organizmni chiniqtirish vositasi sifatida foydalanadilar.

Biologik sistemadan amaliy foydalanish uchun quyosh energiyasini qayta tiklash usullarini loyihalash va uskunalar ishlab chiqish zarur.

QT va NEM ning asosiy yo'nalishlari quyidagilar:

1. Issiqlik energiyasi. Bu energiyaning asosiy manbalaridan biri quyoshning issiqlik nurlanishi, ikkinchisi esa yer osti issiqligi.

2. Kimyoviy energiya fotosintez mahsulotlari.

3. Mexanik energiya. Shamol, dengiz to'lqinlari, dengiz ko'tarilib-tushishi, dengiz oqimi va h.k.

4. Yorug'lik energiyasi. Quyoshning yorug'lik nuri.

Hozircha amalga oshirilgan tadqiqot ishlari shuni ko'rsatadiki, barcha texnik jihatdan amalga oshirish mumkin bo'lgan QT va NEM texnologiyasini quyidagi alomatlariga qarab bo'laklash mumkin.

a) iqtisodiy jihatdan hozirdan amalga oshirish mumkin;

- b) iqtisodiy jihatdan yaqin (15-20) yillarda amalga oshirish imkoniyati bor;
- d) iqtisodiy jihatdan 30-40-yillarda amalga oshirish mumkin;
- e) iqtisodiy jihatdan foydalana olish muammo yoki uzoq (40-50) yillardan so'ng mumkin.

QUYOSH ENERGIYASINING FIZIK ASOSLARI

2.1-§. Quyosh energiyasining miqdori va uni o'lchash metodlari

Yer shariga har sekundda tushayotgan energiya miqdori quyosh sochayotgan barcha energiyadan 2,2 mlrd. marta kam bo'lib, $17,4 \cdot 10^{17}$ Joulni tashkil etadi. Bu energiyaning 36 foizini atmosfera qatlami qaytaradi, 17 foizini yutib qoladi, qolgan qismigina yer sirtiga yetib keladi. Shu energiyaning yarmi dengiz va okean suvlarini bug'latish uchun sarf etiladi, 1 foizini o'simliklar dunyosi iste'mol etishini hisobga olgan taqdirda ham, qolgan energiya miqdori yiliga $35 \cdot 10^{17}$ *kVt-soat*ni tashkil etadi. Bu esa bir kecha-kunduzda butun insoniyat iste'mol qilayotgan jami energiyadan qariyb 39 ming marta ko'pdir. Bunday katta energiyadan to'liq foydalanish imkoniyati yo'q, albatta.

Shunday bo'lsa ham, 200·100 *km*² maydonga tushayotgan quyosh nuri, geliQurilmalar foydali ish koeffitsiyenti (FIK)ni hisobga olingan taqdirda 1995-yilda mamlakatimizda ishlab chiqarilayotgan jami energiyaga tengdir.

Quyosh har sekundda 4 mln.tonna yoki yiliga $1,36 \cdot 10^{14}$ tonna miqdordagi massani nurlanish orqali yo'qotib tursa ham, undagi geliyning vodorodga uzluksiz aylanib turishi hisobiga ajralib chiqayotgan nur energiyasi koinotga yana bir necha o'n milliard yillar davomida sochilib turadi. Shuning uchun ham quyosh energiyasi radiatsiyasidan to'liq va samarali foydalanish masalalari tobora muhim o'rin egallamoqda. Yer sirtiga yetib kelayotgan radiatsiya (*Q*), u parallel nurlar shaklida tushayotgan to'g'ri radiatsiya (*S*) va atmosfera qatlamidan sochilib kelayotgan (*D*) radiatsiyalar yig'indisidan iborat:

$$Q = S \sinh^{\circ} + D \quad (2.1)$$

bunda, h° -quyoshning gorizontga nisbatan balandligi. Bu balandlik joyning geografik kengligiga (φ), quyoshning og'ish burchagi (δ) ga, quyoshning soat burchagi (τ) ga bog'liq bo'lib, bu kattaliklar orasidagi o'zaro bog'lanish esa sferik trigonometriya formulalari orqali aniqlanadi.

Shakldan radiusi $OA = r$ bo'lgan sferadagi *ABC* sferik uchburchakning (2.1-rasm) *B* va *C* uchlaridagi burchaklari va *b* va *c* tomonlari ham 90° C dan kichik bo'lsin. Demak, *A* nuqtadan *AB* va *AC* tomonlarga urinma qilib, *AD* va *AE* kesmalarni o'tkazamiz.

$\triangle AOD$ dan: $AD = z \cdot \operatorname{tg} c$ va $z = OD \cdot \operatorname{cose} c$.

$\triangle AOE$ dan: $AE = z \cdot \operatorname{tg} b$ va $z = OE \cdot \operatorname{cose} b$.

$\triangle ADE$ va $\triangle ODE$ uchburchaklar uchun kosinuslar teoremasini qo'llaymiz:

$$DE^2 = AD^2 + AE^2 - 2 \cdot AD \cdot AE \cdot \cos A$$

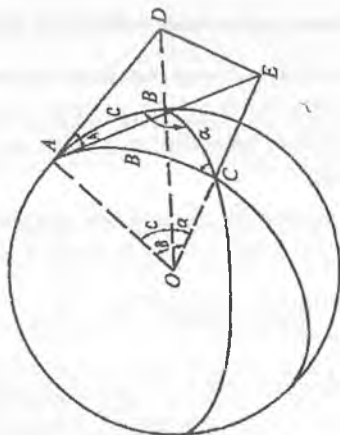
$$DE^2 = OD^2 + OE^2 - 2 \cdot OD \cdot OE \cdot \cos A$$

Bularni o'zaro tenglab, quyidagi holga keltiramiz.

$$2OD \cdot OE \cos A = (OD^2 - AD^2) + (OE^2 - AE^2) + 2AD \cdot AE \cos A \quad (2.2)$$

Qavs ichidagi ifodalar r^2 ga tengligi va (A) ni hisobga olsak,

$$2 \frac{r}{\operatorname{cose} c} \frac{r}{\operatorname{cose} b} \cos a = r^2 + r^2 + 2z \operatorname{tg} c \cdot \operatorname{tg} b \cdot \cos A$$



2.1-rasm. Sferik uchburchak ABC

Bundan

$$\operatorname{cose} a = \operatorname{cose} c \cdot \operatorname{cose} b + \operatorname{sine} c \cdot \operatorname{sine} b \cdot \operatorname{cose} A$$

$$\operatorname{cose} a = \operatorname{cose} b \cdot \operatorname{cose} c + \operatorname{sine} b \cdot \operatorname{sine} c \cdot \operatorname{cose} A$$

Xuddi shunga o'xshash b va c tomonlar uchun

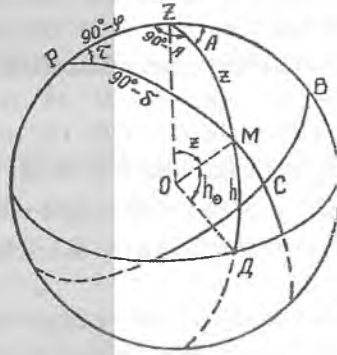
$$\operatorname{cose} b = \operatorname{cose} a \cdot \operatorname{cose} c + \operatorname{sine} a \cdot \operatorname{sine} c \cdot \operatorname{cose} B$$

$$\operatorname{cose} c = \operatorname{cose} a \cdot \operatorname{cose} b + \operatorname{sine} a \cdot \operatorname{sine} b \cdot \operatorname{cose} C$$

(2.3)

Qutb P, zenit Z va yulduz M (quyosh) lardan tashkil topgan uchburchak PZM ga (2.2-rasm) **astronomik** yoki **paralatik uchburchak** deb ataladi. Bu uchburchak tomonlari $ZM = Z$, $PZ = 90^\circ - \varphi$ va $PM = 90^\circ - \delta$ ga tengdir.

525526



2.2-rasm. Astronomik uchburchak PZM.

Qutbdagi burchak $\angle ZPM = Z$ vaqt burchagi va zenitdagisi $PZM = 90^\circ - A$ ga tengdir, bunda A - azimut burchagi. Bu astronomik uchburchak uchun formula (2.3) ni qo'llab, quyosh balandligini hisoblash uchun quyidagi ifodani keltirib chiqarish mumkin:

$$\begin{aligned} \cos z &= \cos(90^\circ - \varphi) \cdot \cos(90^\circ - \delta) + \sin(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ - \delta) \cos \tau = \\ &= \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau \end{aligned}$$

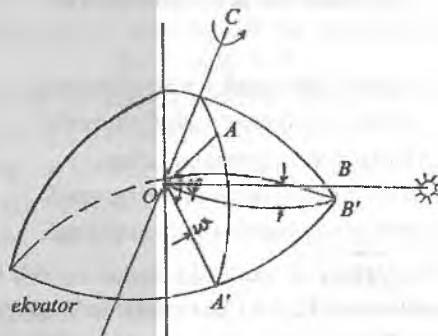
Lekin

$$\cos z = \sin(90^\circ - h) = \sin h$$

bo'lgani uchun

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cdot \cos \tau \quad (2.4)$$

Sferik koordinat sistemasiga nisbatan $A_{(t)}$ va φ , δ , ω larning joylashishi quyidagicha bo'ladi (2.3-rasm).



2.3-rasm. Sferik koordinatada $A_{(t)}$, φ , δ va ω larning joylashishi.

bu yerda ω -soat burchagi. Ekvatorial tekislikka SA ning proyeksiyasi quyosh va yer markazini birlashtirish orqali aniqlanadi. $\omega = 0$ bo'lganda quyosh yarim kunda bo'ladi. Ekvator tekisligida 1 soat 15° ga teng bo'ladi. Quyoshning og'ish burchagi δ , quyosh va yerning markazini birlashtirish natijasida hosil bo'lgan chiziqni ekvator tekisligida proyeksiyasidan hosil bo'ladi. Quyoshning og'ish burchagi δ yil davomida o'zgarib turadi.

Quyosh radiatsiyasining eng katta qiymati 21-iyunda ($\delta = +23^\circ 27'$) eng kichik qiymati esa 21-dekabrda ($\delta = -23^\circ 27'$) erishadi. Yerga yoki biror boshqa sirtga tushgan quyosh nurining bir qismi qaytadi. Sirtidan qaytgan radiatsiya oqimi R ning unga tushgan oqim Q ga bo'lgan nisbati shu **sirt albedosi** deb ataladi va $\rho = R/Q$ bilan ifodalanadi.

Masalan, qora baxmal uchun albedo 0,5 %, quruq qum uchun 15-35 %, oq kafel – 75 %, ko'zgu - 85-88 %, alyuminiy - 85-90 % va po'lat albedosi 50-60 % ga tengdir.

Quyosh nuri oqimi radiatsiyasi hamda nur tushgan sirt yoki muhitning radiatsion xossalari o'rganuvchi meteorologiya bo'limiga **aktinometriya** deb yuritiladi.

To'g'ri quyosh radiatsiyasi aktinometr bilan sochilgan va yig'indi radiatsiyalari esa pironometrlar bilan o'lchanadi. Qarshi shahrining 1 m^2 sirtiga yil davomida tushayotgan quyosh nuri energiyasi taxminan 2600-2800 kVt soatni tashkil etadi. Butun O'zbekiston Respublikasi territoriyasiga esa $995 \cdot 10^{12}$ kVt.soat quyosh energiyasi to'g'ri kelib, u 1995-yil respublikamizda ishlab chiqarilgan barcha energiyadan qariyb 2500 marta ko'pdir. Albatta, har bir kvadrat metr yuzaga bir kunda tushayotgan quyosh radiatsiyasi miqdori joyning geografik kengligiga, uning quyosh nuriga nisbatan og'ish burchagi va orientatsiyasiga bog'liqdir. Shunga asosan quyoshning og'ish burchagi

$$\delta = 23,45 \sin\left(360 \frac{284+n}{365}\right), n=1, 2, 3$$

Quyoshning balandlik burchagi α - gorizontal tekislik bilan quyosh nurlari va ularning proyeksiyalari orasidagi burchakdir.

$$\alpha = z + 90^\circ.$$

Quyoshning azimuti α -gorizontal tekislik bilan quyosh nurlari proyeksiyasining janubiy yo'nalish bilan tashkil etgan burchakdir.

Asosiy qo'shimchalar orasidagi bog'lanishlar quyidagicha bo'ladi.

1. Zenit burchak:

$$\cos z = \cos \tau \cos \varphi \cos \delta + \sin \varphi \sin \delta \quad (2.5)$$

2. Quyoshning balandlik burchagi - α :

$$\alpha = 90^\circ - Z$$

Shuning uchun $\sin \alpha = \cos Z$.

3. Quyosh azimuti a

$$\sin a = \sec \alpha \cdot \cos \delta \cdot \sin \tau \quad (2.6)$$

Quyoshning yarim $[r_{50}]$ kunida $a = 0$ bo'lsa $\varphi > \delta$, $a = \pi$ bo'lsa $\varphi < \delta$ bo'ladi.

Quyosh yarim kuni $\tau = 0$ bo'lganida maksimal balandlik burchagiga erishadi, ya'ni

$$\alpha_{\max} = \frac{\pi}{2} - |\varphi - \delta|$$

φ ning qiymati shimoliy yarim sharda (+), janubiy yarim sharda (-) bilan olinadi.

δ - yoz faslida \oplus (shuningdek bahordan toki kuzgi teng kunlikgacha).

δ - boshqa oylarda (-).

r - burchak $0-180^\circ$ gacha yarim tungacha;

Agar $\tau < 90^\circ$ bo'lsa \oplus bo'ladi.

$\tau > 90^\circ$ bo'lsa - bo'ladi.

Quyosh azimuti a ($0-180^\circ$) da o'zgaradi.

Quyosh nurlarining i tushish burchagi azimut burchagi α_n va gorizontga nisbatan qiyalik burchagi β orqali quyidagicha ifodalanadi.

$$\cos i = \sin \beta [\cos \delta (\sin \varphi \cos \alpha_n \cos \tau + \sin \alpha_n \sin \tau) - \sin \delta \cos \varphi \cos \alpha_n] + \\ + [\cos \delta \cos \varphi \cos \tau + \sin \delta \sin \varphi] \cos \beta$$

Bu yerda φ - joyning geografik kengligi; δ - quyoshning og'ish burchagi; τ - quyosh soat burchagi.

Quyosh nurlarining gorizont tekislikka tushish burchagi i ($\beta=0$) da

$$\cos i = \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau + \sin \delta \sin \varphi$$

ga teng bo'ladi.

Quyosh nurlarining tik yuzaga tushish burchagi i ($\beta=90^\circ$) da

$$\cos i = \cos \delta (\sin \delta \cdot \cos \alpha_n \cdot \cos \tau + \sin \alpha_n \cdot \sin \tau) - \sin \delta \cos \varphi \cdot \cos \alpha_n \quad (2.7)$$

ga teng bo'ladi. Quyosh qurilmasi janubiy yo'nalishda joylashgan bo'lsa

$$\cos i = \sin(\varphi - \beta) \sin \delta + \cos(\varphi - \beta) \cos \delta \cdot \cos \tau \quad (2.8)$$

ga teng bo'ladi.

Quyosh nurlarining maksimal o'tishini ta'minlash uchun quyosh qurilmalari optimal burchak bilan qiya holda joylashadi. O'rtacha bir oyda qiya holda joylashtirilgan kollektorga tushadigan quyosh energiyasining miqdori quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$Q_{o'rt}^{oy} = kQ \quad (2.9)$$

Bu yerda $Q_{o'rt}^{oy}$ - o'rtacha bir oy davomida gorizont tekislikka tushadigan quyosh energiyasining miqdori, ($MJ/m^2 \cdot kun$) da o'lanadi; Q - o'rtacha bir oy davomida qiya tekislikka tushadigan quyosh energiyasining miqdori.

$$R = \frac{Q}{Q_p \cdot h} \quad (2.10)$$

Geografik kengligi $\alpha = 50^\circ C$ bo'lgan joy uchun quyosh kollektori gorizont joylashganda o'rtacha bir oyda tushadigan quyosh energiyasining yig'indi miqdorini hisoblash koeffitsiyenti mavjud bo'lib, bu koeffitsiyent quyosh energiyasining 30° dan 90° gacha burchak ostida joylashtirilgan qurilmalar (kollektorlar) uchun xizmat qiladi.

Agar kollektorning azimuti $\alpha_k = \pm 15^\circ$ bo'lganda janubiy yo'nalishda nisbatan boshqa yo'nalishlarga quyosh energiyasi miqdori 2 foiz kam bo'ladi. Agar $\alpha_k = \pm 40^\circ$ bo'lsa, bu miqdor 13 % ni tashkil etadi. Shunga asosan o'rtacha oylik quyosh energiyasini gorizontga nisbatan olingan qiymati janubiy yo'nalishda quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$k = \left(1 - \frac{Q_{cor}}{Q}\right) K_n + \frac{Q_{cor}}{Q} \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \frac{1 - \cos \beta}{2} \quad (2.11)$$

ρ - sochilish koeffitsiyenti (albedo) $\rho = +0,7$ qishda, $\rho = 0,2$ yozda; β - kollektorning gorizontga nisbatan qiyalik burchagi.

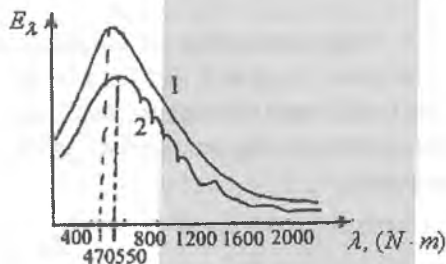
Yil davomida $1 m^2$ yer sirtiga tushayotgan yig'indi radiatsiya miqdori 2500 mln. jouldan (shimolda) 6280 mln. joulgacha (Markaziy Osiyoda) o'zgaradi. Bu energiyadan foydalanib issiq suv olish, korxonalar va xonadonlarni isitish, suv qaynatish, ovqat pishirish, qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritish, temir beton buyumlarini bug'latish, sho'r suvni chuchitish, xo'jaliklarni elektr bilan ta'minlash, quyosh issiqxonalarini qurish kabi qator vazifalarni amalga oshirish mumkin.

2.2-§. Quyosh nurlarining spektri

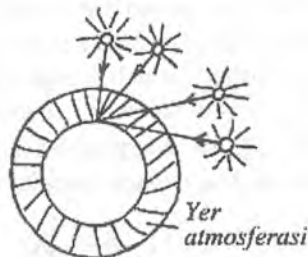
Yer yuzida hayotni ta'minlovchi eng kuchli issiqlik nurlanish manbai quyoshdir.

Yer atmosferasi chegarasidagi yuza birligiga to'g'ri keluvchi quyosh radiatsiyasining oqimi 1350 Wt/m^2 ($1,932 \text{ kall/sm}^2 \text{ min}$) ni tashkil etadi. Bu kattalik **quyosh doimiysi** deyiladi. Atmosferada radiatsiyaning zaiflanishi uning spektral tarkibining o'zgarishiga bog'liq. 2.4-rasmda quyosh turishi eng yuqori bo'lgan holda quyosh nurlanishining yer atmosferasi chegarasidagi (1) va yer yuzasidagi (2) spektri ko'rsatilgan.

Atmosferada radiatsiyaning zaiflanishi uning spektral tarkibining o'zgarishi bilan amalga oshadi. Gorizontga nisbatan quyosh turgan balandlikka ko'ra atmosferada quyosh nurlarining yurgan yo'li ancha katta, maksimal farqlanishi 30 martaga teng chegara ichida o'zgaradi (2.5 rasm).



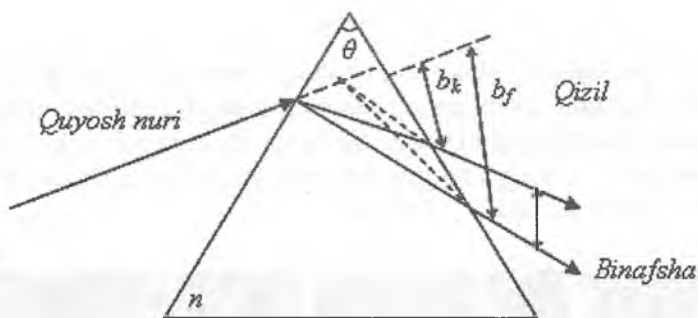
2.4-rasm.



2.5-rasm.

2.4-rasmda egri chiziq 1-absolyut qora jismning spektriga yaqin, uning maksimumi 470 nm to'liq uzunligiga mos, bu Vin qonuniga asosan quyosh sirtidagi temperaturani aniqlashga imkon beradi - u 6100 K ga teng. 2-egri chiziq bir necha yutish chiziqlariga ega, uning maksimumi 555 nm yaqinida joylashgan. Quyoshdan to'g'ri keluvchi radiatsiya intensivligi aktenometr yordamida o'lchanadi. Aktenometrning ishlash prinsipi quyosh radiatsiyasi ta'sirida qoraytirilgan jism sirtlarining isib ketishidan foydalanishga asoslangan. Quyosh nuri spektrini aniqlash ham nur tushayotgan muhit sindirish ko'rsatkichining qiymatlariga asosan aniqlanadi. Muhitning (yoki atmosferaning) sindirish ko'rsatkichi yorug'lik to'liq uzunligi (yoki chastotasi) ga bog'liqdir, chunki turli uzunlikdagi to'liqlar ayni shu muhitda turli tez-

liklar bilan tarqaladi. Shuning uchun bir muhitning o'zi turli monoxromatik nurlarni turlicha sindiradi. Muhit sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'liq uzunligiga bog'liqligi *yorug'likning dispersiyasi* deyiladi (*dispersiya* lotincha *sochilish* ma'nosini bildiradi). Boshqacha aytganda, quyosh nurlarining **dispersiyasi** deb, yorug'likning sinishida, interferensiya yoki difraksiyasida spektrga ajralishiga aytiladi. Yorug'lik to'liq uzunligi kamayishi bilan sindirish ko'rsatkichi ortsa, dispersiya *normal dispersiya* deyiladi, aks holda *anomal dispersiya* deb yuritiladi. Rangsiz shaffof muhitlar (ya'ni yorug'likni kam yutuvchi muhitlar) normal dispersiya xususiyatiga ega (binafsha nurlarni (qisqa to'liqli) eng kuchli sindiradi). Rangli muhitlarda anomal dispersiya bo'lishi mumkin, dispersiya tufayli quyosh nuri (oq nur) sindiruvchi muhitdan o'tganida turli monoxromatik nurlarga ajraladi. Ekranga tushgan bu nurlar dispersiya spektri - turli rangli yo'llar (polosalar) to'plamini hosil qiladi. Quyosh nuri ponasimon shakldagi modda, masalan prizmada singanida dispersiya spektri aniq ko'rinadi (2.6-rasm).



2.6-rasm

2.6-rasmda quyosh nurining shisha prizmadagi dispersiyasi ko'rsatilgan. Shisha normal dispersiyaga ega bo'lgani uchun binafsha rangdagi nurning, qizil nurning og'ish burchagidan katta bo'ladi. Dispersiya spektrining chekka ranglariga mos keluvchi nurlar orasidagi D burchak dispersiya burchagi deyiladi: spektrning kengligi bu burchakka bog'liq bo'ladi va

$$\delta = (n-1)\theta \quad (2.12)$$

formula bilan aniqlanadi. Spektrlarning tashqi ko'rinishi yorug'lik manbaining xossalari bog'liq ravishda g'oyat turlicha bo'lishi mumkin. 3 ta asosiy spektr turlari bor: tutash spektrlar, chiziqli spektr va yo'l-yo'l spektrlar. Tutash spek-

tlarda barcha ranglar (to'liqin uzunliklar) bo'ladi, shu bilan birga bir rangdan ikkinchisiga o'tish asta-sekin (uzluksiz) bo'ladi (2.7- a rasm).



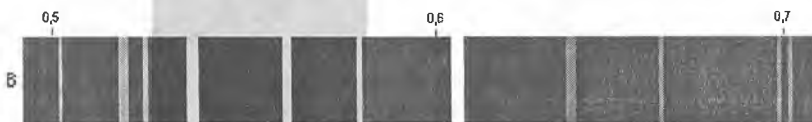
2.7- a rasm.

Chiziqli spektr bir-biridan keng qora oraliqlar bilan ajralgan qator aniq chegaralangan rangli chiziqdan iboratdir (2.7-b rasm)



2.7-b rasm.

Har bir chiziqqa bitta aniq yorug'lik to'liqin uzunligi mos keladi. Yo'l-yo'l spektr alohida guruh bo'lib joylashgan ko'p sonli chiziqlardan tuzilgan. Bu guruhlar har biridagi chiziqlar bir-biriga shuncha yaqin joylashganki, ajrata olish qobiliyati kichik bo'lgan asbobdan kuzatilganda, butun guruh alohida polosa bo'lib ko'rinadi (2.7-d rasm).



2.7-d rasm.

Shunday qilib, har bir yo'lga yorug'lik to'liqlari uzunligining biror intervali to'g'ri keladi.

Chiziqli spektrlarni bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashishdan uyg'ongan alohida atomlar chiqaradi. Bunga bog'langan elektronlarning yanada quyi energetik sathlar (orbitalar) ga o'tishi sabab bo'ladi.

Yo'l-yo'l spektrlarni uyg'ongan alohida molekularlar chiqaradi.

Atomlarda elektronning o'tishlaridagi kabi molekularlarda atomlarning tebranma harakatlaridan ham nurlanish yuzaga keladi.

Tutash spektrlarni ko'plab o'zaro ta'sir qiluvchi molekulyar va atom ionlarining to'plamlari chiqaradi. Bunda zarralarning yuqori toifalari tufayli bo'ladigan xaotik (tebranma va aylanma) harakati asosiy rol oynaydi. Demak, cho'g'langan qattiq va suyuq jismlar va siqilgan gazlarning nurlanish spektrlari tutash spektrlar bo'lishi yuqorida aytilganlaridan kelib chiqadi. Siyraklangan gazlar (atomlari va molekulari, masalan, qizdirish yoki elektr razryadi bilan qo'zg'atilgan gazlar) uchun chiziqli va yo'l-yo'l spektrlar xarakterlidir. Shu bilan birga, ko'p atomli molekulalardan tarkib topgan gazlar (kislorod, karbonot anhidrid gazi, suv bug'i va shunga o'xshashlar) yo'l-yo'l spektr, bir atomli gazlar esa (inert gazlar, metal bug'lari, dissotsiatsiyalangan ko'p atomli gazlar) chiziqli spektr beradi.

Har bir (siyraklangan gaz yoki bug' holatida bo'lgan) kimyoviy elementning butunlay o'ziga xarakterli bo'lgan (spektr chiziqlarining soni, ularning rangi va o'zaro joylashishi bo'yicha) nurlanish spektri bo'ladi. Moddalarning kimyoviy tarkibini aniqlashning spektral metodi (spektral analiz) shunga asoslangan.

Agar tutash spektr beruvchi manбайдan chiqqan spektr dastlab siyraklangan gaz (yoki bug') orqali o'tkazilgan bo'lsa, bu spektrda shu gazning nurlanish spektri chiziqlari (yoki yo'llar) paydo bo'ladi. Bunday tur spektr *yutilish spektri* deb ataladi, uning paydo bo'lishicha Kirxgof qonuniga muvofiq, gazlarning spektrda o'zlari qanday chiziqlarni nurlasa xuddi shu chiziqlarni yutishi sabab bo'ladi.

Quyosh atmosferasi (fotosfera) ning yutish spektri ana shunday yutilish spektriga misol bo'ladi. Quyoshning tutash nurlanish spektrida qora yutilish chiziqlari ravshan ko'rinib turadi (2.7 e-rasm), bu chiziqlar *Fraunhofer chiziqlari* deyiladi.



2.7 e-rasm.

Spektrlarni o'rganish atomlar va molekularlarda bo'layotgan jarayonlarni aniqlash, moddalar strukturasi bilishda juda katta ahamiyatga egadir.

2.3-§. Quyosh energiyasining fizik asoslari

Mexanik energiya ko'p turli energiyalarning bir turidir. Hozirgi vaqtda mexanik energiyadan tashqari kimyoviy, elektromagnit (jumladan, nur energiya) yadroviy energiya va energiyaning boshqa turlari ma'lum. Tabiatda va texnikada energiya hamma vaqt bir turdan ikkinchi turga aylanib turadi. Energiya bir turdan ikkinchi turga o'tib turadigan jarayonlarga quyidagicha misollar keltirilishi mumkin.

Jarayon yoki asboblari	Energiyaning aylanishida asosiy tur	Aylanadigan tur
Elektr mashina generatori	Mexanik	Elektr
Galvanik element	Kimyoviy	Elektr
Elektro dvigatel	Elektr	Mexanik
Akkumulyatorni zaryadlash	Elektr	Kimyoviy
Foto sintez	Elektromagnit	Kimyoviy
Fotoeffekt	Elektromagnit	Elektr
Yadro reaktori	Yadroviy	Mexanik va elektromagnit va hk.

Bundan tashqari bu aylanish jarayonida molekullarning uzluksiz va tartibsiz harakati energiyaga (ichki energiyaga) aylanishini ham nazarda tutish lozim. Sistemaning to'liq energiyasi W sistemaga tegishli barcha tur energiyalarining yig'indisidan iborat bo'ladi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, izolatsiyalangan sistemada energiyaning qanday turdagi aylanishlari bo'lmasin, izolatsiyalangan sistemaning to'liq energiyasi kattaligi o'zgar olmaydi: $W=const$.

Bunda energiya yaratilmaydi ham, yo'q bo'lmaydi ham, energiya bir turdan ikkinchi turga aylanishi mumkin. Bu qoida energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonunining eng umumiy ifodalanihidir yoki izolatsiyalanmagan sistema energiyasi W ning o'zgarishi sistema bajarigan A ishga tengdir: $\Delta W = -A$.

Agar ish sistemasining o'zining ichki kuchlari hisobiga bajarilsa $A > 0$, sistemaning energiyasi kamayadi. Agar sistema ishni tashqi kuchlar ustida bajarsa, u holda $A < 0$ va sistemaning energiyasi ortadi.

Energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonuni g'oyasi 1748-yilda M.V.Lomonosovning materiya va harakatning saqlanish qonunida ifodalangan.

Energiyaning aylanish qonuni:

- Mexanik va issiqlik jarayonlari (Devi-1800 yil, Karno-1824 yil, Yakobi-1834 yil);

- Kimyoviy va elektr jarayonlari (Volta-1799 yil);

- Mexanik va elektr jarayonlari (Faradey-1831 yil, Lens-1883 yil);

- Issiqlik va elektro jarayonlari (Pelte-1844 yil, Joul-1841 yil, Lens-1842 yil) hamda (1842-1845 yillar), Gelmgols (1847-yil) larning umumlashtiruvchi tadqiqotlari tufayli energiya-

ning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanishining umumiy qonuni yaratildi. Bu qonunning to'la-to'kis ifodasini 1860-yilda Kelvin yakunladi, u "Tabiat kuchi" termini o'rniga "energiya" terminini kiritdi.

Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni tabiatning mutlaqo istisnosiz eng umumiy qonunidir.

Biroq bu qonun eng umumiy bo'lgani uchun ham uning umumiy nazariy isboti yo'q va faqat xususiy hollar uchun birinchi turdagi abadiy dvigatelni yasash mumkin emasligi energiyaning saqlanish qonunining asoslanishiga olib keldi. Masalan, dastlab tinch turgan m massali sharchaning H balandlikdan yerga tushishda energiyaning saqlanish va aylanish qonunini xususiy isbotini ko'raylik.

Bu misolda jism - yer sistemasini izolatsiyalangan sistema deb olishi mumkin. Bu sistemaning to'liq energiyasi W har qanday hollarda ham yerga tortish potensial energiyasi W_n va jismning kinetik energiyasi W_k ning yig'indisidan iboratdir.

Boshlang'ich 1-holatda $W_n = mgH$ va $W_{kj} + W_{ky} = 0$. Shuning uchun

$$W = W_n + W_{kj} + W_{ky} = mgH \quad (2.13)$$

Jismning tushishi jarayonida sistemaning potensial energiyasi kamayib jismning kinetik energiyasi oshadi. Shu sababli, sistemaning 2-holati uchun quyidagini yozish mumkin:

$$W_n = mg(h - \Delta h) \quad (2.14)$$

$$W_{kj} = \frac{m g_j^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot 2g(H - h) = mg(H - h) \quad (2.15)$$

$$W_{ky} = \frac{Mg_y^2}{2} = \frac{M}{2} \cdot 2a\Delta h \quad (2.16)$$

Bu yerda Δh - Yerning siljishi, a - shu siljishdagi tezlanish, M - Yerning massasi, g_y , g_y - jism va yerning harakat tezligi. $a/g = m/M$ bo'lgani uchun $a = mg/M$. U holda

$$W_{ky} = \frac{M}{2} \cdot 2 \frac{mg}{M} \Delta h = mg\Delta h \quad (2.17)$$

Shuning uchun

$$W_2 = mgH \quad (2.18)$$

Demak, $W_1 = W_2$, ya'ni sistemaning 1-holatdagi va 2-holatdagi to'liq energiyasi bir xil ekan. Bu esa energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanishi qonunga mos keladi.

Yer yuzasida birinchi energoresurslarga talab juda katta bo'lib, u $78 \cdot 10^{12}$ kVt soat yoki 78 trillion kVt soatga teng. 221

Bular quyidagi energiya manbalari hisobida qondiriladi:

- organik yoqilg'ilar;
- suv va atom energetikasi;
- quyosh, shamol, dengiz suvi ko'tarilishi, geotermal energiya.

Issiqlikning mexanik ekvivalentiga asosan 1 kJ energiya olish uchun 1 kJ mexanik yoki elektr energiya yetarlidir. Ammo 1 kJ mexanik yoki elektr energiya olish uchun 1kJ dan ortiq issiqlik energiyasi talab etiladi. Hozirgi vaqtda 140-150 trillion kVt soatga teng energiyaga ehtiyoj sezilmoqda.

Issiqlik elektrostansiyalarida (IES) yoqilg'ining yongandagi issiqlik energiyasi bug' trubinasini (bug' trubinasida bug'ning boshlang'ich temperaturasi 550-540 °C) harakatga keltirib, mexanik energiyaga aylanadi. O'z navbatida mexanik energiya elektrogeneratorni harakatga keltirib, elektr energiyaga aylanadi. Hozirgi IES larning quvvati 1 Mln 200 ming kVt, FIK - 40-60 % atrofida bo'ladi. Sovuq IES 300 K = 27 °C temperaturada 1 J issiqlik energiya 0,25 J mexanik energiyasini hosil qiladi. Agar yongan yoqilg'ini temperaturasi 1000 K=727 °C bo'lsa, u holda 1 J issiqlik energiyadan 0,7 J mexanik energiya olish mumkin. Hozirgi issiqlik elektrostansiyalarda bug'ning boshlang'ich temperaturasi 540 °C = 813 K. Keyingi yillarda IES qurilishi iqtisodiy samarali bo'lmoqda. IESlarda FIK 60-70 ga yaqinlashmoqda.

GES larning umumiy quvvati 1015 kVT soat yil, 1000 trillion kVt soat. Bu miqdor 300 mlrd.t shartli yoqilg'i yonganda olinadigan miqdorga tengdir.

Buyuk allomalar Abu Rayhon Beruniy va Mirzo Ulug‘beklar tabiat qonuniyatlarini sirlarini o‘rganib barcha borliqdagi jismlar yo‘qolmaydi, faqat bir ko‘rinishdan boshqa ko‘rinishga aylanib turishini o‘z ilmiy asarlarda ta’kidlab o‘tganlar. Masalan, yulduzlardagi harakat ularni joy o‘zgarishi bilan bog‘lab energiyaning saqlanishi va aylanishga doir fikr mulohazalarini o‘z asarlarida bayon etganlar. Bu borada mutafakkir olim Mirzo Ulug‘bek o‘zining “Ziji Ko‘ragoniy” asarida energiya saqlanishini yulduzlar olami bilan mukammal yoritib bergan.

2.4-§. Quyosh – yerdagi hayot manbai: Quyosh energiyasining joyning geografik kengligiga bog‘liqligi. Fotosintez, atmosferada konveksiya. Quyosh energiyasi va ekologiya masalalari

Quyosh yerdagi hayotning asosiy manbaidir. Quyosh nurlari ta’sirida fotosintez jarayoni ro‘y beradi.

Teplitsa va parniklardagi o‘simliklarga quyosh va elektr lampalarining nuri ta’sirida ham fotosintez hodisasi amalga oshadi.

Fotosintez jarayonida quyosh energiyasining bir qismi kimyoviy energiyaga aylanadi. Shuningdek, yerdagi organik yoqilg‘ilar (ko‘mir, neft, torf va boshqalar) ham quyosh ta’sirida fotosintez tufayli paydo bo‘lgandir. Quyosh nuri ta’sirida atmosferada suv bug‘lari aylanishi hosil bo‘ladi va ulkan daryolar oqimini yuzaga keltiradi hamda gidroelektrstansiyalarda elektr energiya olishni ta’minlaydi. Quyida quyosh va uning energiyasi haqida qisqacha ma’lumotni keltiramiz.

Quyosh sirtida temperatura 6000 K, markazida esa 20 mln gradusni tashkil etadi. Quyoshdan yergacha bo‘lgan masofa 150 mln kilometr bo‘lib, uning diametri yer diametridan 109 marta katta va massasi esa 2×10^{33} ga teng. Quyoshning quvvati $3,83 \cdot 10^{23}$ kVt bo‘lib, yerga har sekundda $91 \cdot 10^{24}$ kall energiya sochadi. Shuning uchun quyoshning massasi har sekundda $4 \cdot 10^6$ t ga o‘zgarib turadi. Quyosh har bir sekundda sochadigan nurli energiyasi $91 \cdot 10^{14}$ t neft to‘liq yonganida ajratiladigan energiyaga tengdir.

Bunday katta energiya quyosh markazida, to‘rtta vodorod yadrosidan geliy yadrosi hosil bo‘lishdan iborat termoyadro reaksiyasi natijasida sodir bo‘ladi, chunki quyoshda termoyadro jarayoni amalga oshishi uchun hamma sharoitlar

mavjud, birinchidan, hamma moddalar plazma holatida, ikkinchidan, temperaturasi yadrolarni biriktirish uchun yetarlidir. Aniqlanishicha, quyosh tarkibining 5% ini vodorod tashkil etadi.

Termoyadro reaksiyasi davomida massa deffekti (ortiqcha massa) natijasida quyoshdan juda katta energiya ajralib chiqadi. Shu energiyadan $2,5 \cdot 10^{18}$ *kall/min* qismi yerga yetib keladi, undan 40 foizi atmosferada va kosmik fazoda sochiladi, 16 foizi esa yutiladi.

Quyosh radiatsiyasi intensivligining atmosfera tashqarisidagi kattaligi **quyosh doimiyligi** deyiladi. Quyosh doimiyligi o'rtacha $1,4 \text{ kvt/kv.m.ga}$ teng. Atmosferaning yuqori qatlamidagi quyosh energiyasi o'rta hisobda minutiga 1 sm^3 suvni 2°C gacha isitish quvvatiga ega. Yer sirtiga tushadigan quyosh nurlari o'zining intensivligi bilan xarakterlanadi va ikki qismdan iborat bo'ladi:

1. Quyosh nurlariga nisbatan perpendikular joylashgan tiniq yuzaga tushadigan to'g'ri radiatsiya.

2. Atmosfera, bulut va atrof muhit va boshqalardan sochilgan radiatsiya.

Odatda, quyosh nurlarining to'g'ri radiatsiyasi Q_{\perp} va sochilgan nurlarining radiatsiyasi Q° bilan belgilanadi. To'g'ri va sochilgan nurlar radiatsiyasining yig'indisi ΣQ bilan belgilanadi.

2.1-jadvalda perpendikulyar yuzaga tushadigan to'g'ri quyosh nurlari radiatsiyasi qiymatlari keltirilgan (Qarshi shahar kengligi $38^\circ 50'$).

Perpendikulyar yuzaga tushadigan to'g'ri quyosh radiatsiyasining intensivligi $\text{kJ/m}^2 \text{ soat}$ larda berilgan.

2.1-jadval

Oylar	Soatlar						
	12	11-13	10-14	9-15	8-16	7-17	6-18
Yanvar, Dekabr	3016,8	2624,0	2639,7	2304,5	1340,8	-	-
Fevral, Noyabr	3163,5	3100,0	2933,0	2560,0	1927,4	-	-
Mart, Oktabr	3310,0	3268,2	3079,5	2850,0	2744,5	1361,8	-
Aprel, Sentabr	3394,0	3331,0	3226,5	3100,0	2765,4	2304,5	754,4
May, Avgust	3352,0	3381,0				1466,5	890,2
Iyun, Iyul	3310,0	3268,2	3120,5	3105,0	2854,0	2460,0	1880,2

Aprel oyida 1 m^2 perpendikulyar yuzaga kun davomida 344000 kJ energiya tushadi, bu esa $1,2\text{ kg}$ shartli yoqilg'ini yonganda ajraladigan issiqlikka teng. Agar 1 ga yuzaga tushadigan energiyani hisoblasak, 1200 kg shartli yoqilg'iga teng bo'ladi. Shunga ko'ra, mamlakatimizning janubida quyosh energiyasidan amaliy maqsadlar uchun foydalanishni asosan quyidagi yo'nalishlar bo'yicha amalga oshirish maqsadga muvofiq:

1. Quyosh energiyasini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylantirish.
2. Quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish.
3. Fotosintez.

Bizga ma'lumki, quyosh energiyasidan ratsional foydalanish usullaridan biri - quyosh nuri energiyasini yarim o'tkazgichli fotobatareyalar yordamida elektr energiyasiga aylantirishdir.

Quyosh fotoenergetikasining rivojlanishi bahosi juda arzon va foydali ish koeffitsiyenti katta bo'lgan yarim o'tkazgichli quyosh batareyalar ishlab chiqarish bilan bog'liqdir. Hozirgi vaqtda foydali ish koeffitsiyenti $10-12\%$ bo'lgan $p-n$ o'tishli kremniyli fotoelementlar ko'plab ishlab chiqarilmoqda. Bunday fotoelementlar yordamida quyosh nurini elektr energiyasiga aylantiruvchi samarali qurilmalar tayyorlanib, ulardan turli maqsadlarda foydalanilmoqda. Quyosh batareyalarida kremniydan yasalgan fotoelementlar alohida o'rin tutadi. Quyosh fotoelementlarining FIK $15-26\%$ gacha ko'tarildi.

Arsened galliy, fosfid galliy, sulfid va tellurid kadmiy asosida quyosh energiyasini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylantiradigan yangi fotoelementlari joriy qilindi.

Hozirgi kunda $P-Al_xCe_{1-x}-PCaAS-pCaAS$ sistema asosida olingan getero fotoelementlar yuqori temperaturalarda ($100-200$) $^{\circ}C$ va 2000 karra yoritilganlikda ham samarali ishlaydi. Bunday fotoelementlarning 1 sm^2 yuzasidan 2500 karra yig'ilgan quyosh nurida $20-30\text{ Vt}$ elektr quvvati olish mumkin. Yarim o'tkazgichlar asosida yorug'lik energiyasini rivojlantirishda yorug'likni nisbatan kichik yuzaga to'plovchi botiq ko'zguli (konstruktor) moslamalar muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday asboblarda yuzasi quyosh nurini qaytaruvchi metall pardasi bilan qoplangan yengil metallardan yoki shishadan ishlangan botiq ko'zgudan iboratdir. Mamlakatimizda ko'zguli quyosh qurilmalari yordamida elektr energiyasi olish ustida katta ishlar olib borilmoqda.

Jumladan, ulkan quyosh batareyalari yordamida ishlaydigan quyosh elektrostansiyalari qurish loyihalari ishlab chiqarilmoqda. Quyosh energiyasini is-

siqlik energiyasiga aylantirish va undan uylarni isitish va sovitish, issiq suv olish, gelioquritkichlar, issiqxonalarni va parniklarni isitishda foydalanish borasida ham ko'pgina yutuqlar qo'lga kiritildi. Quyosh nuri bilan isitiladigan birinchi uy Fransiyada Myoz (Lotaringiya) departamentiga qarashli Ilovansi-le Shatlo qishlog'ida qurildi. Bu uyning janubga qarata qurilgan old devorli qora rangda bo'lgan to'rt qalin beton paneldan iborat, ularning old tarafiga joylashgan uch qatorli oyna tuynuklar issiqxona o'rmini o'taydi. Beton panellardan isitilishi kerak bo'lgan tarafida tuynukchalar bor.

Uy ichidagi issiq havo yuqoriga ko'tarilib, sovib borishi bilan tuynuklar orqali "issiqxona"ga o'tadi-da quyosh nuri ta'sirida isiydi. Bunda quyosh nur energiyasi issiqlik energiyasiga aylanib qish faslida uyni va issiqxonani isitadi.

Xuddi shu jarayon yozda teskari yo'nalishda sodir bo'lib, uylarni salqin tutib turishga yordam beradi. Quyosh isitkichlari ishlab chiqarilish va undan sanoatda keng foydalanish borasida ham samarali ishlar olib borilmoqda. Quyosh isitkichlarni ehtiyojga qarab turli hajmda ishlab chiqarish mumkin. Masalan: bir kishining issiq suvga bo'lgan ehtiyojini qondirish uchun yuzi bir yoki bir yarim kvadrat metr bo'lgan isitkich yetarlidir. O'zbekiston Fanlar Akademiyasi Fizika-texnika instituti tomonidan quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish borasidagi ishlar ishlab chiqarishga tatbiq etilmoqda. Jumladan, ho'l mevalarni quritadigan quyosh quritkichlarini ishlab chiqib, sinovdan o'tkazilgan. U oyna solingan yog'och romdan tashkil topgan bo'lib, ichki tarafiga qora rangli, qalinligi yarim millimetr, to'lqinsimon metall listlar o'rnatiladi. Romning past tomoniga faner yoki taxta qoqiladi. Ventilyator yordamida romga quyosh nurlarida 60-80eC isigan havo hul meva joylashgan kameraga haydaladi, bu havo mevalarning namini olib, yana tashqariga yo'naladi. Ayni paytda issiqlik energiyasi yordamida bu akkumulyatorlar "zaryadlanib" oladi. Tunda va havo bulutli bo'lgan kunlarda bu issiqlikka aylanib, havoni konveksiyasi orqali issiqxonada normal issiqlik rejimini ta'minlaydi. Issiqxona va parniklarda quyosh energiyasining issiqlikka aylanishi natijasida organik yoqilg'i tejaladi. Bundan tashqari quyosh nurlarining o'simlik barglariga tushib, unga yutilib borish jarayoni fotosintez holatini yuzaga keltiradi. Bu jarayon



ko'rinishda amalga oshadi.

Bundan ko‘rinadiki, quyosh nurlari bilan birga fotosintez jarayoni bajarilishi uchun karbonat angrid (CO_2) gazi ham bo‘lishi o‘simliklarda havo almashinuvini yaxshilaydi. Demak, quyosh energiyasidan ratsional foydalanish uchun qishloq xo‘jaligida geliouqurilmalarni joriy etish muhim ahamiyatga ega bo‘lib, bir qism xarajatlar va yoquv ashyolarini iqtisod qilishga olib keladi.

Quyosh energiyasi miqdoriy jihatdan katta bo‘lishiga qaramay, undan texnik maqsadlar uchun foydalanish bir qancha noqulayliklar (qiyinchiliklar) tug‘diradi.

Birinchidan, quyosh nurlarining energiyasi yer sharining butun sathi bo‘yicha sochiladi. Uni oshirish uchun konsentratorlar yordamida biror kichik yuzaga yig‘ish zarur.

Ikkinchidan, quyosh ekliptika bo‘yicha bir yil davomida ko‘rinma harakat qiladi, natijada uning og‘ish burchagi $\delta = -23^\circ 27'$ dan $\delta = +23^\circ 27'$ gacha o‘zgaradi. Quyidagi 2.2-jadvalda uni oylar bo‘yicha o‘zgarishi keltirilgan:

2.2-jadval

Oylar	22.XII	15.I	19.II	22.III
δ_r	$-23^\circ 27'$	$-21^\circ 30'$	$-11^\circ 39'$	$+0.037$
Oylar	30.IV	16.V	15.VII	18.VIII
δ_r	$+14^\circ 45'$	$+19^\circ 05'$	$+23^\circ 27'$	$13^\circ 08'$

Shuni aytish kerakki, birinchidan og‘ish burchagi o‘zgarib turganligi sababli yer yuziga tushgan energiya miqdori ham o‘zgarib turadi (2.2-jadval), ayniqsa geliouylar va gelioussiqxonalarni isitish mavsumi davomida kamayadi, ikkinchidan, yoz oylari kunduzi uzoq bo‘lganligi uchun, quyosh energiyasining tushish davri ko‘p bo‘ladi (yer sirti 9 soat davomida yoritilib turadi).

Qish oylari, quyoshning og‘ish burchagi manfiy qiymatlarni olgani uchun uning balandligi ham kamayadi. Shu sababli, energiya ko‘proq o‘tishi uchun energiya qabul qiluvchi yuzalarning gorizontga nisbatan qiyaliklarni o‘zgartirib turish kerak, ya‘ni quyosh nurlariga nisbatan tik holatda keltirish zarur. Agar geliouqurilma tiniq yuzasining gorizontga nisbatan qiyaligini texnik sabablarga ko‘ra o‘zgartirish imkoni bo‘lmasa, qish paytida ishlashga mo‘ljallangan geliouqurilmalarda, masalan, geliouylar, gelioussiqxonalarining qiyalik burchaklari joyning geografik kengligiga qarab $\alpha=90-h$ qilib olinadi. Bu yerda $h=(90+\varphi)+\delta$ qiyalik burchagi katta bo‘ladi.

MUNDARIJA

Asosiy shartli belgilar	3
KIRISH	4
1-BOB. NOAN'ANAVIY VA QAYTA TIKLANADIGAN ENERGIYA MANBALARI	7
1.1-§. Noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalari.....	7
1.2-§. Energiya tanqisligi va uning oldini olish yo'llari	11
2-BOB. QUYOSH ENERGIYASINING FIZIK ASOSLARI	16
2.1-§. Quyosh energiyasining miqdori va uni o'lchash metodlari.....	16
2.2-§. Quyosh nurlarining spektri	22
2.3-§. Quyosh energiyasining fizik asoslari.....	26
2.4-§. Quyosh – yerdagi hayot manbai: Quyosh energiyasining joyning geografik kengligiga bog'liqligi. Foydalanish, fotosintez, atmosferada konveksiya. Quyosh energiyasi va ekologiya masalalari	29
2.5-§. Quyosh – ekologik toza energiya manbai.....	37

3-BOB. GELIOQURILMALARDA ISSIQLIK-FIZIKAVIY
JARAYONLAR44

3.1-§. Yoruqlikning yutilishi. Buger qonuni. Toza shisha va plyonkada yutilish. Changli yuzada yutilish. Bug' hosil bo'lgan va kondensatsiya qatlamlaridagi yuzada yutilish44

3.2-§. Nur energiyasining quyosh qurilmalari, o'simliklar, qurilma ichidagi havo va tuproqda yutilishi.....52

3.3-§. Havoning fizik xossalari: nisbiy va absolyut namlik, issiqlik sig'imi va entalpiyasi62

3.4-§. Issiqlik o'tkazuvchanlik, nostatsionar va statsionar issiqlik o'tkazuvchanlik, issiqlik o'tkazuvchanlikning fizik mohiyati68

3.5-§. Uzatiladigan issiqlik miqdori. Termodinamikaning birinchi bosh qonuni. Ichki energiya. Termodinamik sistemalarining o'zaro ta'siri ...76

3.6-§. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Temperaturalarning termodinamik shkalasi. Entropiya86

3.7-§. Tuproq osti issiqlik akkumulyatorli yarim silindrik quyosh issiqxonasidagi radiatsion, temperatura va issiqlik almashinuv jarayonlari99

3.8-§. Quyosh uyining devorlari va boshqa qatlamlari orqali issiqlik uzatish..... 108

4-BOB. PAST POTENSIALLI ISSIQLIK QURILMALARIDA QUYOSH
ENERGIYASIDAN FOYDALANISH..... 111

4.1-§. Past haroratli quyosh qurilmalari..... 111

4.2-§. Quyosh issiqxonasituproqqatlamidatabiiyakkumulyatsiyalanadigan issiqlik miqdori koeffitsiyentini aniqlash..... 123

4.3-§. Kombinatsiyalashtirilgan yoqilg'i – quyosh energiyasidan dush qurilmasida foydalanishdagi - issiqlik fizikaviy jarayonlarni optimallashtirish.....	128
4.4-§. Tuproq osti akkumulyatorli quyosh issiqxona-meva quritkichida issiqlik massa almashinuvini modellashtirish.....	134
4.5-§. O'rikni quritish kinetikasini hisoblash	138
4.6-§. Organik yoqilg'ilar miqdori va undan past haroratli gelioqurilmalardan foydalanishda hisoblash metodlari	141
4.7-§. Konveksiya hodisasi. Gaz va suyuqliklarda konveksiya. Erkin va majburiy konveksiya. Konvektiv issiqlik almashinuvning differensial tenglamasi. Quyosh suv isitkichida konvektiv issiqlik almashinuv	147
4.8-§. Issiqlikni rekuperativ o'zlashtirgichli quyosh havoqizdirgichlar va ulardagi issiqlik-fizikaviy jarayonlar.	156
4.9-§. Murakkab issiqlik almashish	160
5-BOB. QUYOSH ENERGIYASINI AKKUMULYATSIYALASH... 170	
5.1-§. Issiqlik akkumulyatorlari.....	170
5.2-§. Kimyoviy issiqlik akkumulyatorlar. Kimyoviy elementlarni fazaviy o'tishda kristall gidratlarni erish va qotishidagi issiqlik miqdori	179
6-BOB. QUYOSH ENERGIYASINI ELEKTR ENERGIYASIGA AYLANTIRISH	183
6.1-§. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish	183
6.2-§. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga to'g'ridan to'g'ri aylantirish.....	188

7-BOB. QUYOSH QURILMALARIDA NAZARIY VA AMALIY MASALALARNI HISOBLASH	201
7.1-§. Issiqlik almashinuv jarayonlarini o‘rganishda o‘xshashlik nazariyasini qo‘llash	201
7.2-§. Tajriba natijalarini ishlash va umumlashtirish.....	206
7.3-§. Ikki pog‘onali kombinatsiyalashtirilgan geliokollektorli quyosh dushining issiqlik – fizikaviy jarayonlari va iqtisodiy samaradorligi .	212
7.4-§. Devorning teplofizik va energetik xossalarini matematik hisoblash va issiqlik yo‘qotishni aniqlash.....	221
7.5-§. Parnik tipidagi quyosh suv chuchitkichining issiqlik-fizikaviy tavsiflari	225
7.6-§. Noan’anaviy energiya manbalaridan foydalanishning kelajak istiqbollari	228
Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati	231